



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Evaluación de la huella de carbono del servicio de  
abastecimiento de agua industrial y su nivel de impacto en la  
valorización de sus aspectos ambientales de la contratista  
Ángeles MYC, Marcona, Ica 2021**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Ambiental**

**AUTOR:**

Bobbyo Vargas, Jenner Anthony (ORCID: 0000-0002-6109-4608)

**ASESOR:**

Mg Aliaga Martínez, María Paulina (ORCID: 0000-0003-2767-4825)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:  
Sistema de Gestión Ambiental**

LIMA – PERÚ

2021

## **DEDICATORIA**

La presente investigación está dedicada a mis padres, por el esfuerzo, dedicación, apoyo y amor incondicional que me brindan día a día.

A mi esposa y mis dos pequeños hijos por ser mis motivos de seguir adelante día a día y por el gran amor que me dan.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por guiar mis pasos y darme la oportunidad de poder ir avanzando cada día.

A la Universidad César Vallejo por darnos la oportunidad de consolidar nuestra carrera a mis maestros y asesores, que supieron cada uno de ellos inculcarme el amor por mi carrera universitaria, a valorarla y enseñarme lo hermoso de esta carrera.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
Índice de tablas	ii
Índice de figuras	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Resumen	vi
Abstract	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	15
3.1. Tipo y diseño de investigación	15
3.2. Variables y operacionalización	16
3.3. Población, muestra y muestreo	17
3.4. Técnicas e instrumentos de la recolección de datos	19
3.5. Procedimientos	21
3.6. Método de análisis de datos	24
3.7. Aspectos éticos	24
IV. RESULTADOS	26
V. DISCUSIÓN	39
VI. CONCLUSIONES	42
VII. RECOMENDACIONES	44
REFERENCIAS	45
ANEXOS	49

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Metodologías más aplicadas en el mundo para el cálculo de la huella de carbono.	9
Tabla 2: Potenciales de calentamiento global de los principales GEI.	10
Tabla 3: Indicadores de valor calórico neto, densidad y factores de emisión de los combustibles fósiles.	11
Tabla 4: Porcentajes de DOC para diferentes tipos de residuos sólidos.	13
Tabla 5: Matriz de Operacionalización de variables.	17
Tabla 6: Instrumento de recolección de datos.	19
Tabla 7: Juicio de expertos.	20
Tabla 8: Severidad Ambiental.	21
Tabla 9: Probabilidad Ambiental.	23
Tabla 10: Matriz de valoración del impacto y aspecto ambiental	23
Tabla 11: Fuentes de emisión directas e indirectas del servicio de abastecimiento de agua industrial.	26
Tabla 12: Tipos de residuos generados por el servicio de abastecimiento de agua industrial.	28
Tabla 13: Estimación Huella de Carbono – Periodo N° 1 y N° 2	31
Tabla 14: Medidas de Control Ambiental.	32
Tabla 15. Evaluación del consumo de recursos.	34
Tabla 16: Análisis y valorización de aspectos ambientales de las medidas de control adoptadas.	36
Tabla 17: Análisis y evaluación de Huella de carbono y valorización de aspectos ambientales.	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ecuación de estimación de Huella de Carbono Nivel I.	9
Figura 2. Factor de emisión del consumo de agua	11
Figura 3. Cálculo de emisiones de metano.	12
Figura 4. Ecuación de cálculo por Descomposición de Carbono Orgánico (DOC).	13
Figura 5. Registro de consumo de recursos	27
Figura 6. Registro de generación de residuos sólidos	28
Figura 7. Medida inicial – Huella de Carbono – Emisiones GEI	29
Figura 8. Medida Final – Huella de Carbono – Emisiones GEI	30
Figura 9. Comparación de Impacto de la GEI del servicio de abastecimiento de agua industrial de la empresa Ángeles MYC a nivel nacional.	32
Figura 10. Curva de consumo de recursos	35
Figura 11. Evaluación del nivel de aspectos ambientales	38

## RESUMEN

La finalidad de la presente investigación fue determinar como a través de la metodología suscrita en los lineamientos de la ISO 14064 – 2018, se logró evaluar la huella de carbono del servicio de abastecimiento de agua industrial ejecutado por la empresa contratista Ángeles MYC S. A. C. en la etapa de construcción del proyecto mina Justa propiedad de la empresa Marcobre, identificando y cuantificando las principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero mediante el análisis del consumo de combustible, consumo de agua empleado en la etapa de construcción y la generación de residuos sólidos, de esta manera, se pudo realizar la valorización del impacto de los aspectos ambientales identificados sobre la actividad de abastecimiento de agua industrial. La metodología de investigación fue de tipo aplicada con un diseño no experimental con un enfoque cuantitativo.

Se obtuvo como resultado para el periodo 1 (marzo/2019 - marzo/2020) antes de la aplicación de medidas de control y mitigación para reducir los impactos ambientales una huella de carbono total de 2749,67 tCO<sub>2</sub>eq y una vez intervenido con las oportunidades de mejora ambiental planteados, en el periodo 2 (abril/2020-marzo/2021) se estimó una huella de carbono de 1336,04 tCO<sub>2</sub>eq obteniendo una reducción del 48.6 % de Huella de carbono por consiguiente de la emisión de sus gases de efecto invernadero.

Concluyendo así que las nuevas tecnologías ambientales aplicadas como medidas de control y mitigación, minimizaron de forma considerable la huella de carbono del servicio de abastecimiento de agua industrial, impactando de manera positiva no solo en el medioambiente si no en el ámbito social, económico y a la par reducir el exceso de consumo de recursos no renovables, de esta manera, se reflexiona sobre la estructura de los sistemas de gestión ambiental de las empresas, las cuales se deben basar en valores de coherencia sobre lo que se manifiesta frente a lo que se aplica en la realidad.

**Palabras clave:** huella de carbono, agua industrial, aspectos ambientales, sistemas de gestión ambiental, gases de efecto invernadero.

## ABSTRACT

The purpose of this research was to determine how through the methodology subscribed in the guidelines of ISO 14064 - 2018, it was possible to evaluate the carbon footprint of the industrial water supply service executed by the contractor company Ángeles MYC S. A. C. in the construction stage of the Justa mine project owned by Marcobre, identifying and quantifying the main sources of greenhouse gas emissions through the analysis of fuel consumption, water consumption used in the construction stage and the generation of solid waste, in this way, it was possible to assess the impact of the environmental aspects identified on the industrial water supply activity. The research methodology was applied with a non-experimental design and a quantitative approach.

The result obtained for period 1 (March/2019 - March/2020) before the application of control and mitigation measures to reduce environmental impacts was a total carbon footprint of 2749.67 tCO<sub>2</sub>eq and once intervened with the environmental improvement opportunities, in period 2 (April/2020-March/2021) a carbon footprint of 1336.04 tCO<sub>2</sub>eq was estimated, obtaining a reduction of 48.6% of the carbon footprint and therefore of the emission of greenhouse gases.

Thus concluding that the new environmental technologies applied as control and mitigation measures, considerably minimized the carbon footprint of the industrial water supply service, having a positive impact not only on the environment but also on the social and economic environment and at the same time reducing the excess consumption of non-renewable resources, thus reflecting on the structure of the environmental management systems of the companies, which should be based on coherence values on what is manifested versus what is applied in reality.

**Keywords:** carbon footprint, industrial water, environmental aspects, environmental management systems, greenhouse gases.

## I. INTRODUCCIÓN

La huella de carbono se describe como una estimación detallada de las emisiones tanto directas e indirectas de gases de efecto invernadero (GEI) de una organización pública o privada, incluso hasta de un país en un periodo determinado, los resultados se evidencian mediante la unidad KgCO<sub>2</sub>eq o tCO<sub>2</sub>eq emitidas. (Rumbo Minero, Bryan Quinde, 2020)

El protocolo de Kioto que regula al Sistema Europeo de Comercio de Emisiones (SET) aplica ciertos cambios en la gestión corporativa de las empresas industriales. Obligando a cambiar los enfoques industriales estratégicos, operativos y establece parámetros para el comercio de emisiones de gases de efecto invernadero, esta es la base primordial de la política de la Unión Europea para lidiar la contaminación que se origina por la emisión de los gases de efecto invernadero (GEI) de una forma eficiente. basado en el principio de compensaciones de impactos generados. (Rumbo Minero, Bryan Quinde, 2020)

En el ámbito nacional el proyecto en etapa de operación Shahuindo (Cajamarca) propiedad de la empresa minera Pan American Silver Perú, obtuvo la certificación del Programa de la huella de carbono Perú nivel 3, dada por el MINAM, convirtiéndose en la primera empresa del rubro minero en alcanzar el nivel 03 en la plataforma del gobierno peruano para mitigar el calentamiento global alineado al Reglamento de la Ley Marco del Cambio Climático en el país, esta reducción se efectuó implantando un conjunto de mejoras en los campos operacionales, sociales y ambientales de sus unidades y que tiene como finalidad, poder crear impactos positivos en la comunidad, ejecutando un uso responsable de los recursos, conviviendo respetuosamente con las comunidades de la zona donde operan y minimizando cualquier riesgo ambiental. (Rumbo Minero,

La empresa Ángeles Minería y Construcción S. A. C. en adelante Ángeles MYC, realiza el servicio de abastecimiento de agua industrial para la construcción del proyecto mina Justa propiedad de la empresa minera Marcobre, situada en el distrito de Marcona, provincia de Nazca,

departamento de Ica. Este servicio se realiza mediante el uso de 23 camiones cisterna con una capacidad de 17 m<sup>3</sup>, transportando agua industrial desde el pozo Jahuay ubicado a 28.9 km del proyecto mina Justa, abasteciendo con más de 1173 m<sup>3</sup> de agua de forma diaria y consumiendo cerca de 7500 gal/diésel mensual. En el presente trabajo de investigación se evidenciará que el consumo de agua industrial es el impacto ambiental más significativo del servicio, ya que existe escasez del recurso hídrico por las características geomorfológicas de la zona, teniendo como principal comparativo al distrito de Marcona que en la actualidad sufre de escasez de agua, teniendo como demanda de agua cerca de 1750 m<sup>3</sup>/día para un total de 15,981.0 habitantes (CENSO 2017) que en relación al agua consumida por el proyecto mina Justa este equivaldría al 67 % del consumo de agua diario del distrito de Marcona. Por lo expuesto se propone la evaluación de la huella de carbono del servicio de abastecimiento de agua industrial y su nivel de impacto en la valorización de sus aspectos ambientales de la contratista Ángeles MYC, por ser de importancia para obtener información que permita explicar la dinámica de la captura del CO<sub>2</sub>, y lo importante de su reducción, es importante considerar además la insuficiente información sobre el tema. Por esta razón se plantea la siguiente interrogante:

La Formulación del problema de la presente investigación enmarca al siguiente problema general.

PG: ¿De qué manera la evaluación de la huella de carbono del servicio de abastecimiento de agua industrial impactará en la valorización de los aspectos ambientales de la contratista Ángeles MYC, Marcona, Ica 2021?

Así como también se tiene los siguientes problemas específicos. PE1: ¿Cuáles serán las fuentes de emisiones directas e indirectas de gases de efecto invernadero del servicio de abastecimiento de agua industrial de la contratista Ángeles MYC? PE2: ¿Cuáles son los niveles de consumo de recursos y generación de residuos sólidos con relación al tipo de emisión directa e indirecta del servicio de abastecimiento de agua industrial de la

contratista Ángeles MYC? PE3: ¿Cuál es la medida inicial y final de la huella de carbono del servicio de abastecimiento de agua industrial de la contratista Ángeles MYC? PE4: ¿Cuáles son los resultados que se obtienen de la valoración de los aspectos ambientales, según su severidad y probabilidad del servicio de abastecimiento de agua industrial de la contratista Ángeles MYC? PE5: ¿De qué manera las medidas de control ambiental de la contratista Ángeles MYC influirán en el ahorro de recursos del servicio de abastecimiento de agua industrial?

La justificación teórica le brinda a la investigación una buena estructura educativa, estableciendo una reflexión y discusión sobre el cálculo de las emisiones de carbono aplicadas a la empresa Ángeles MYC, proporcionando de esta manera a diversas empresas la capacidad de aplicar las medidas de reducción para los gases de efecto invernadero (Carrasco, 2017). Los gases de efecto invernadero son compuestos químicos que se desarrollan en la atmósfera, en ocasiones se producen de forma natural y otros son producidos por el ser humano, como por ejemplo los hidrofluorocarbonos (HFC). Tienen la capacidad de enfocar y emitir la radiación infrarroja a la superficie de la tierra, creando una alta sensación térmica. El aumento peligroso de esto, en las últimas décadas, ha contribuido significativamente a un aumento de la sensación térmica en la superficie de la Tierra, lo que representa un grave peligro y perjuicio a la salud de las personas.

La huella de carbono (HC) es un indicador que se utiliza para estimar la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero en la atmósfera que se emiten de forma directa o indirecta debido a las actividades humanas. Este cálculo les permite a las organizaciones, estimar las emisiones que producen y proporcionándoles la oportunidad de aplicar medidas de reducción.

Como justificación social se da como propuesta la comunicación y difusión de la información relacionada con la huella de carbono y así de esta manera lograr la concientización sobre la importancia de la reducción de las emisiones de los GEI, de la misma manera, ayudarán a identificar las

emisiones en las empresas, de cualquier tipo de industria, de esta forma se logrará determinar si son responsables de la liberación.

De manera similar, nos permitirá manejar información, para tomar acciones preventivas y oportunas, al igual que tener una base de datos que nos proporcione información sobre cifras futuras para ver su relevancia y estar preparados para su remediación.

En la justificación económica, existen empresas sostenibles, en las que los recursos que se le asignan pueden ser utilizados de manera eficaz y promovida sin emisiones, logrando así los objetivos planteados en los problemas. El uso efectivo de los recursos en la producción de bienes o servicios conduce, en el mediano y largo plazo, al ahorro no solo de recursos sino también de capital, de esta manera se puede conseguir que las empresas calculen su huella carbono. (Espendola y Valderrama, 2011, p. 4).

Por justificación ambiental, podemos decir que, en los últimos decenios, la sustentabilidad ambiental se ha convertido en un tema que ha cobrado cada vez más importancia, razón por la cual se crearon iniciativas a nivel mundial para promover la preservación de los ecosistemas. De esta manera se planteó que es necesario reducir los gases de efecto invernadero mediante el uso de herramientas como la huella de carbono que nos sirve para calcular y evaluar el impacto potencial del calentamiento global de un activo, individuo, empresa o compañía. (Fernández y Andrea. 2018 pp. 433-455).

Por consiguiente, el estudio se enfocará primero en el cálculo de la huella de carbono prosiguiendo con la implementación de alternativas para la disminución de estos.

Teniendo como objetivo general.

OG: Evaluar la huella de carbono del servicio de abastecimiento de agua industrial y su impacto en la valorización de sus aspectos ambientales de la contratista Ángeles MYC, Marcona, Ica 2021.

De igual manera planteamos los siguientes objetivos específicos. OE1: Identificar las fuentes de emisiones directas e indirectas del servicio de abastecimiento de agua industrial de la contratista Ángeles MYC. OE2: Calcular los niveles de consumo de recursos y generación de residuos sólidos con relación al tipo de emisión directa e indirecta del servicio de abastecimiento de agua industrial de la contratista Ángeles MYC. OE3: Calcular la medida inicial y final de la huella de carbono del servicio de abastecimiento de agua industrial de la contratista Ángeles MYC. OE4: Calcular el impacto del servicio de abastecimiento de agua industrial mediante la valorización de los aspectos ambiental de acuerdo con la severidad y probabilidad de la contratista Ángeles MYC. OE5: Establecer medidas de control ambiental para la contratista Ángeles MYC para influir en el ahorro de recursos del servicio de abastecimiento de agua industrial.

Así mismo se sustentará la hipótesis general que indica que:

HG: La huella de carbono del servicio de abastecimiento de agua industrial influirá en la valorización de los aspectos ambientales de la contratista Ángeles MYC.

A su vez esta hipótesis general se sostiene en las siguientes hipótesis específicas. HE1: El diagnóstico inicial permitirá identificar las fuentes de emisión directas e indirectas de los gases de efecto invernadero del servicio de abastecimiento de agua industrial de la contratista Ángeles MYC. HE2: Los niveles de consumo de recursos y generación de residuos sólidos con relación al tipo de emisión directa e indirecta del servicio de abastecimiento de agua industrial presentará niveles significativamente altos. HE3: La medida inicial y final de la huella de carbono del servicio de abastecimiento de agua industrial permitirá conocer la eficacia de los controles ambientales. HE4: El cálculo de la severidad y probabilidad permitirá estimar la valoración del impacto de los aspectos ambientales de la contratista ANGELES MYC. HE5: Las medidas de control de la contratista ÁNGELES MYC influirá significativamente en el ahorro de recursos del servicio de abastecimiento de agua industrial.

## II. MARCO TEÓRICO

Los antecedentes de la investigación se caracterizaron teniendo en cuenta los niveles de aplicación tanto a nivel nacional e internacional.

Según Viachaslau, *et. al* (2021) presentó “The carbon footprint of a UK University during the COVID-19 lockdown”, relacionado con la huella de carbono del Universidad During durante el bloqueo del COVID-19, aplicando la guía metodológica GOV.UK (2020) obtuvieron como resultado, que durante el bloqueo del COVID-19 hubo una reducción del 29 % de emisiones de tCO<sub>2</sub>eq concluyendo que las emisiones de GEI de la institución de educación superior sufrieron un gran descenso en la pandemia.

Levasseur *et. al* (2020) propuso “Improving the accuracy of electricity carbon footprint: Estimation of hidroeléctrica reservoir greenhouse gas emisiones”, Estimaron la huella de carbono del sistema eléctrico de Quebec partiendo de los embalses hidroeléctricos, utilizando la metodología de evaluación del ciclo de vida (LCA) asociada al modelo G-res, se estimó las emisiones biogénicas para todas los embalses de energía hidroeléctrica en Quebec, obteniendo 34.5 gCO<sub>2</sub> eq/ KWh, que es un 42 % mayor al valor actualmente disponible en la base de datos del ecoinvent (inventario de GEI – IPCC), concluyendo que el valor aumentó significativamente aplicando el modelo G-res, que considera todas las tierras inundadas y todos los tipos de flujo, lo opuesto al enfoque utilizado anteriormente. Y para finalizar por el lado internacional Wei Huang *et. al* (2017) presentó “Carbon Footprint of Copying Paper: Considering Temporary Carbon Storage Based on Life Cycle Analysis”, cuyo objetivo principal fue calcular la huella de carbono de las hojas de papel utilizando el método cuantitativo del ciclo de vida del producto siguiendo los lineamientos de las guías del IPCC enfocadas en la actividad de construcción, los resultados fueron la implementación de estrategias bajas en carbono, como diseño energético eficiente de edificios y ahorro de energía, concluyendo que la reducción disminuye un 2.98 % con una reducción de 3,15 millones de tCO<sub>2</sub>eq.

Desde el enfoque a nivel nacional tenemos a Galán (2020) quien evaluó la huella del carbono de la planta agroindustrial Pomalca alineándola de acuerdo con el protocolo de Kioto, estimando la huella de carbono de la planta agroindustrial Pomalca utilizando la metodología suscritas en la guía del protocolo de Kioto, determinando una huella de carbono para el año 2017 que fue de 0.142 tCO<sub>2</sub>eq y para el 2018, una cantidad de 0.141 tCO<sub>2</sub>eq. Concluyendo que el uso del cambio de la matriz energética representa una de las más acertadas soluciones para cumplir con los acuerdos estipulados en el protocolo de Kioto y aportando con estos resultados la aplicabilidad significativa del cambio de matriz energética, lo que conlleva a convertirse en un indicador clave para la toma de decisiones. A su vez según Díaz, Juárez (2019) presentó la “Estimación De emisiones percápita generado por el servicio de transporte Nuevo California S.A.”, cuyo objetivo fue estimar la huella de carbono percápita del servicio de transporte utilizando la metodología establecida en las guías del IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), obtuvieron como resultado una generación de 23,273.43 KgCO<sub>2</sub>eq en un día laborable y 22,852.68 KgCO<sub>2</sub>eq en un día no laboral. Concluyendo en que la disminución de la huella de carbono percápita se encuentra en gestionar adecuadamente las rutas de transporte enfocadas en la demanda de estas, el aporte de la investigación fue aplicar un sistema de evaluación de rutas enfocándose en la demanda de estas, planteando el acortamiento de rutas, mejorando la capacidad de los microbuses volviendo más eficiente el transporte público. Finalmente, Según Crispín (2018) analizo la Huella de Carbono de la empresa JRC Ingeniería y Construcción S. A. C. en la Unidad Minera El Brocal, calculando la huella de carbono de la empresa contratista, aplicando la metodología suscrita en la guía del IPCC, obteniendo como resultado que en el año 2017 a julio del año 2018 la huella de carbono fue de 814.71 tCO<sub>2</sub>eq. Teniendo como principal fuente de emisión (51 %) el consumo de energía eléctrica, realizando un aporte de compensación de emisiones reforestando con las especies *guadua angustifolia* (bambú) y *schinus molle* (molle), obteniendo una retención de CO<sub>2</sub>q de 5.21 y 0.286 t/ha/año respectivamente, al igual que desarrollar programas de

concientización a los trabajadores con relación a los efectos del cambio climático.

En referencia a la teorías sobre la que se basa la investigación, describimos en primera instancia la variable independiente que enuncia a la **huella de carbono**, que se define como el indicador principal de la contaminación que generan las actividades del ser humano en perjuicio del medio ambiente y se calcula mediante el análisis de las fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero, en adelante GEI's (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC's, PFC's y SF's) que son liberados al medioambiente como consecuencia de las actividades antrópicas. (García, 2013, "Huella de carbono. AEC. Comité de Medio Ambiente, p. 8). En cuanto a la elección del método utilizado para realizar el cálculo de la huella de carbono se utilizarán los descritos en el 2006 IPCC Guidelines Vol.3 IPPU Chapter 5. Que describen lo siguiente, hay tres opciones metodológicas para estimar las emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O procedentes de la combustión en las fuentes móviles todoterreno: Nivel 1, Nivel 2 y Nivel 3. El principal método para estimar las emisiones de dióxido de carbono es utilizando el registro de consumo de diésel o biodiésel como la base específica de la información o data. Sin embargo, puede complicarse el manejo de los datos ya que existe una diversidad de equipos, ubicaciones y patrones de uso asociados al consumo de diésel por parte de las unidades móviles (IPCC, 2006, "Protocolos de Combustión Móvil", Capítulo 3). A continuación se describe la ecuación general para el cálculo de huella de carbono representada como emisiones kilogramos de dióxido de carbono equivalente.

$$Emisiones = \sum_j (combustible_j * EF_j)$$

Donde:

Emisiones	= Emisiones (kg)
Combustible <sub>j</sub>	= combustible consumido (representado por el combustible vendido) (TJ)
EF <sub>j</sub>	= factor de emisión (kg/TJ)
j	= tipo de combustible

**Figura 1.** Ecuación de estimación de Huella de Carbono Nivel I.

En la Tabla 1 Se evidencia las metodologías más comúnmente empleadas para el cálculo de la Huella de Carbono.

**Tabla 1.** Metodologías más aplicadas en el mundo para el cálculo de la huella de carbono.

Metodología	Ámbito de aplicación	Enfoque
Carbon Disclosure Project (CDP)	Aplicación voluntaria y de ámbito global ampliamente adoptada.	Organización.
ISO 14064:2006 (parte 1 y 3)	Aplicación voluntaria y de ámbito global. Estándar internacional verificable	Organización
ISO 14067	Aplicación voluntaria. Ámbito global	Producto
PAS 2050	Aplicación voluntaria Procedencia UK.	Producto

Fuente: Herrero, Leiva, Doménico & Pénela (2010).

Para estimar la huella de carbono en el ámbito organizacional se utilizan los lineamientos suscritos en las normas GHG Protocol y la NTC-ISO 14064. (ICONTEC, 2020).

Los factores de emisión son herramientas de gestión que permiten calcular la cantidad de emisiones generadas por una fuente. Estos varían de acuerdo con el tipo de recurso utilizado, la actividad en la que se producen y la tecnología utilizada para dicho proceso; como, por ejemplo. La generación de energía, procesos industriales, entre otros. Por lo tanto, existen factores de emisión para combustibles, procesos y tecnologías; los cuales están expresados en unidades del peso del contaminante, volumen, energía o actividad (ACCEFYN, 2003).

La generación de GEI se representa en dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>eq). Una emisión de CO<sub>2</sub>-equivalente es la cantidad de CO<sub>2</sub> que se genera durante el tiempo de estudio analizado. (IPCC, 2007).

El potencial de calentamiento global (PCG) es un indicador que calcula la contribución del calentamiento global, evaluando en unidades de masa al gas de efecto invernadero emitido. Los PCG calculados para diferentes

futuros temporales muestran el impacto y el periodo de vida del GEI generado en el medioambiente (IPCC, 2001).

En la Tabla 2 se representa los potenciales de calentamiento global de los principales gases de efecto invernadero.

**Tabla 2.** Potenciales de calentamiento global de los principales GEI

Nombre común o designación industrial (años)	Formula química	Tiempo de vida (años)	Eficiencia radioactiva (W/m <sup>2</sup> /ppb)	Potencial de calentamiento mundial (PCM) para tiempo dado de horizonte			
				SIE# (100 años)	20 años	100 años	500 años
Dióxido de Carbono	CO <sub>2</sub>	Ver debajo	1.4x10 <sup>-5</sup>	1	1	1	1
Metano	CH <sub>4</sub>	12	3,7x10 <sup>-4</sup>	21	72	25	7.6
Óxido nitroso	N <sub>2</sub> O	114	3,03x10 <sup>-3</sup>	310	289	298	153
<i>Hidrofluorocarbonados</i>							
HFC-23	CHF <sub>3</sub>	270	0,19	11700	12000	14800	12200
HFC-32	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	4,9	0,11	650	2330	675	205
HFC-125	CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	29	0,23	2800	6350	3500	1100
HFC-134a	CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>	14	0.16	1300	3830	1430	435
HFC-143a	CH <sub>3</sub> CF <sub>3</sub>	52	0.13	3800	5890	4470	1590
HFC-152a	CH <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub>	1,4	0.09	140	437	124	38
HFC-227ea	CH <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub>	34,2	0.26	2900	5310	3220	1040
HFC-236fa	CF <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	240	0.28	6300	8100	9810	7660
HFC-245fa	CHF <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	7,6	0.28		3380	1030	314
HFC-365mfc	CH <sub>3</sub> CF <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	8,6	0.21		2520	794	241
Hfc-43-10mee	CF <sub>3</sub> CHFCHFCF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	15,9	0.4	1300	4140	1640	500
<i>Compuestos totalmente fluoruros</i>							
Hexafluoruro de azufre	SF <sub>6</sub>	3200	0.52	23 900	16 300	22 800	32 600
Trifluoruro de nitrógeno	NF <sub>3</sub>	740	0.21	12 300	12 300	17 200	20 700
PFC-14	CF <sub>4</sub>	50 000	0.1	5 210	5 210	7 390	11 200
PFC-116	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	10 000	0.26	8 630	8 630	12 200	18 200

Fuente: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

Los cálculos relacionados con respecto a los factores de emisión de consumo de combustible, se expresan en unidades internacionales. Para eso es necesario tener como marco general los valores de densidad del combustible o fuel. En la Tabla 3 se evidencia el valor calórico neto, peso específico y los diferentes factores de emisión de los tipos de combustible (Petroperú, 2014, “Reporte de emisiones de gases de efecto invernadero”).

**Tabla 3.** Indicadores de valor calórico neto, peso específico y factores de emisión de los combustibles fósiles.

Tipo de combustible	Densidad (Kg/l)	Valor Calórico Neto (GJ/Kg)	KgCO <sub>2</sub> /GJ por defecto	KgCH <sub>4</sub> /GJ por defecto	KgN <sub>2</sub> O/GJ por defecto
Gasolina de 90 oct	0.7390	0.0443	69.3	0.0330	0.0032
Diésel B5	0.8422	0.0422	74.1	0.0030	0.0006
GLP	0.5420	0.0473	63.1	0.0620	0.0002
Lubricantes	0.8530	0.0402	73.3	0.0030	0.0006

Fuente: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC.2006), PETROÉRI (2014) Y Díaz y Pinillos (2014).

Para el caso y la cuantificación de emisiones indirectas tales como el consumo de agua, estos se realizan mediante el cálculo mensual, anual y/o diario del consumo del recurso. Para tales efectos en la Figura N° 2 se observa el factor de emisión mayormente utilizado para el agua es de **0.005 tCO<sub>2</sub>eq/m<sup>3</sup>**.

**Figura 2. Factor de emisión de consumo de agua**

FE	:	Factor de emisión por consumo de agua <sup>1</sup> (0,0005 tCO <sub>2</sub> eq/m <sup>3</sup> )
----	---	---

Otro medio considerado para el transporte de agua potable (por medios diferentes a la red pública) es el transporte vía cisterna o camiones. El factor de emisión utilizado es: **0.938 KgCO<sub>2</sub>eq/m<sup>3</sup>.km.** (MINAM, 2013, “informe de sistematización de información estratégica”, p.12). Por otro lado, el marco referencial para el cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de la eliminación y disposición final de residuos sólidos, se centra en la recopilación de datos de las actividades conexas a la generación, la composición y la gestión de los residuos sólidos.

La eliminación produce cantidades elevadas de metano (CH<sub>4</sub>). Además del metano, los rellenos sanitarios de residuos sólidos, producen también dióxido de carbono biogénico y compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano, a si cómo cantidades más pequeñas de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), óxido de nitrógeno (NO) y monóxido de carbono (CO). (IPPC,1996, Guidelines). El factor de emisión de los residuos sólidos, el cual se utiliza

en las fuentes de emisión indirectas, es calculado de acuerdo con la siguiente ecuación descrita en la Figura 3:

**Figura 3.** Cálculo de emisiones de metano.

$$Emisiones\ de\ CH_4 = \left[ \sum_x CH_4\ generado_{x,t} - R_T \right] \times (1 - OX_T)$$

Donde:

- **Emisiones de CH<sub>4</sub>** = CH<sub>4</sub> emitido durante el año T, en unidades de Gg
- **T** = año del inventario
- **X** = categoría o tipo de desecho y/o material
- **R<sub>T</sub>** = CH<sub>4</sub> recuperado durante el año T, en unidades de Gg
- **OX<sub>T</sub>** = factor de oxidación durante el año T, (fracción)

Los lineamientos del IPCC detallan que las eliminaciones de los RRSS<sup>1</sup> tienen una generación de metano (CH<sub>4</sub>) que disminuye gradualmente en forma exponencial a través del tiempo. Ya que los residuos sólidos se caracterizan por poseer materia orgánica degradable (DOC<sub>m</sub>). La porción de materia orgánica degradable depende del tipo de RRSS (alimentos, papel, madera, textiles, etc.). La generación de metano de estos RRSS también depende del tipo de sitio de disposición final de los residuos sólidos al cual se arrojan (IPCC, 2006). En el caso se cuente con una EPS que se encargue de segregar los RRSS que se generan y realizar la disposición final en los rellenos sanitarios. Se emplearía la siguiente ecuación en la Figura 04 (SAAVEDRA, 2017, “cálculo de la huella de carbono norma ISO 14064-1”, p.60).

**Figura 4.** Ecuación de cálculo por Descomposición de Carbono Orgánico (DOC).

$$DDOC_m = \sum_i (W_i \times DOC_i \times DOC_f \times MCF)$$

Donde:

- **DDOC<sub>m</sub>** = masa del DDOC depositado del tipo de desecho i, unidades en Gg
- **W<sub>i</sub>** = masa del tipo de desecho i depositado
- **DOC<sub>i</sub>** = fracción de carbono orgánico degradable en los desechos de tipo i
- **DOC<sub>f</sub>** = fracción del DDOC que puede descomponerse (fracción), valor igual a 0.5
- **MCF** = factor de corrección de CH<sub>4</sub> para la descomposición aeróbica durante el año de deposición (fracción)
- **i** = Tipo y material de residuo sólido

<sup>1</sup> RRSS: Re

El DOC por defecto para los distintos tipos de RRSS se puede ver en la Tabla 4, alineados a las directrices del IPCC. (IPCC, 2006, “Directrices y gestión de desechos”, vol.3).

**Tabla 4.** Porcentajes de DOC para diferentes tipos de residuos sólidos

Tipo de RRSS	Contenido de DOC en % de desechos húmedo		Contenido de DOC en % de desechos secos	
	Por defecto	Rango	Por defecto	Rango
Papel/ cartón	40	36-45	44	40-50
Desechos de Alimentos	15	8-20	38	20-25
Madera	43	39-46	20	46-54
Desechos de Jardines y parques	20	18-22	49	45-55
Plástico	nd	Nd	nd	Nd
Vidrio	nd	Nd	nd	Nd
Desechos peligrosos	nd	Nd	nd	Nd

Fuente: Volumen 5: Desechos, de las directrices del IPCC del 2006, p.2.15.

Con relación al impacto en la valorización de los aspectos ambientales como nuestra variable dependiente, esta es asociada a dos enfoques que engloban a dos definiciones, que son impacto ambiental y desempeño ambiental. Bajo ese contexto el impacto ambiental, se puede definir como el cambio en el ambiente, ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización (ISO14001, “ Sistema De Gestión Ambiental”, 2015, p.2).

Por otro lado, el término valorización de aspectos ambientales, lo podemos asociar a la prevención de la contaminación y definir como la utilización de procesos, practicas, técnicas, materiales, productos, servicios o energía para evitar, reducir o controlar (en forma separada o en combinación) la generación, emisión o descarga de cualquier tipo de contaminante o residuo, con el fin de reducir impactos ambientales adversos (ISO14001, “ Sistema de gestión ambiental”, 2015, p.15).

Con relación a los conceptos y definiciones el marco conceptual define los siguientes términos: Calentamiento global, que es considerado el fenómeno referido al aumento de la temperatura media global de la atmósfera terrestre y de los océanos así también el Cambio climático, considerado como un cambio de importancia en los patrones locales o externos del clima, los orígenes pueden ser naturales, por ejemplo, cambios en la energía que se recepciona del Sol, erupciones volcánicas, circulación oceánica, procesos biológicos entre otros, que puede ser producida por influencia antropogénica, tal como emisión de CO<sub>2</sub> y otros gases que atrapan el calor, o la alteración del uso de grandes extensiones de suelos que dan lugar, finalmente, al calentamiento global, además es importante mencionar el Clima, como la estadística de las condiciones atmosféricas en un determinado período de tiempo; Por otro lado, el Dióxido de carbono es un compuesto químico cuya molécula está constituida por dos átomos de oxígeno y un átomo de carbono, de fórmula molecular CO<sub>2</sub> y que en condiciones normales atmosféricas es un gas, en el mismo sentido el Dióxido de carbono antropogénico, producido por las actividades que desarrolla el hombre, el Efecto invernadero, conocido como el fenómeno por el que determinados gases componentes de una atmósfera de la Tierra retienen parte de la energía que el suelo emite al haber sido calentado por la radiación solar, mientras tanto el Fósil, es considerado una sustancia orgánica que se ha petrificado mediante procesos químicos y geológicos, a través de miles de años, y que se encuentra en los antiguos depósitos sedimentarios de la corteza terrestre. (ISO 14064-1: 2018 p. 1)

### **III. METODOLOGÍA**

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

##### **Tipo de investigación:**

La investigación es de tipo Aplicada, porque está orientada a resolver el problema que se presenta en los procesos productivos y en el consumo de bienes y servicios de la presente actividad, a la vez está orientada a mejorar

el funcionamiento de los procesos de acuerdo con la aplicación de los avances tecnológicos existentes (Ñaupas, 2013, p. 69-70).

De esta manera, y siguiendo los lineamientos de la ISO 14064-2018 Estimación de la Huella de Carbono al igual que los lineamientos establecidos dentro del programa Huella de Carbono Perú del Ministerio del Ambiente, esta investigación estuvo encaminada a calcular la huella de carbono inicial y final del servicio de abastecimiento de agua industrial de la contratista Ángeles MYC y determinar la valorización de sus aspectos ambientales.

#### **Diseño de la investigación:**

El diseño de la tesis entra en los criterios de la no experimental, ya que se puede ver el fenómeno en su ambiente natural para analizarlos, no se manipularán las variables. (Sampieri. 2014, 6ta edición p.152).

La identificación de todas las fuentes de emisión tanto directas e indirectas y su análisis determinaron la huella de carbono del servicio de abastecimiento de agua industrial de la contratista ANGELES MYC estas fueron analizadas in-situ o en estado natural describiendo-características sin provocar cambios por parte de la investigación.

#### **Enfoque:**

El enfoque de la investigación es cuantitativo, ya que representa un conjunto de procesos, es secuencial y probatorio. La interpretación constituye una explicación de cómo los resultados encajan en el conocimiento existente (Creswell, 2013 <sup>a</sup>).

#### **Nivel:**

La investigación se considera descriptiva, porque analiza las características o rasgos de la situación o fenómeno objeto de estudio (Salkind,1998 p. 11). Es descriptiva porque busca especificar de forma detallada las características de toda la cadena de valor del servicio de abastecimiento de agua industrial de la contratista Ángeles MYC calculando y analizando la

huella de carbono mediante la generación de indicadores como el consumo de agua, consumo de combustible y generación de residuos sólidos.

### **3.2. Variables y Operacionalización**

El presente trabajo de investigación presenta las siguientes variables

- **Variable Independiente**

Nivel de impacto de la Huella de Carbono del servicio de abastecimiento de agua industrial

Definición: “La huella de carbono se define como la cantidad total de GEIs causados directa o indirectamente por una organización, un producto o un servicio. (ISO 14064-2018).”

- **Variable Dependiente**

Valorización Aspectos Ambientales

Definición: Se conceptualiza como la interacción de los elementos de todas las acciones, servicios o productos de la organización generando un impacto tanto positivo como negativo en el medioambiente. (ISO 14001-2015).

Como se enmarca en la Tabla 5. Matriz de operacionalización de variables de igual manera para una mayor descripción de la investigación en el Anexo 01 se consideró presentar la matriz de consistencia.

**Tabla 5. Matriz de Operacionalización de variables**

Título “Evaluación de la huella de carbono del servicio de abastecimiento de agua industrial y el nivel de impacto en la valorización de los aspectos ambientales de la contratista Ángeles MYC, Marcona, Ica 2021”						
Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad Medida	Escala de Medición
<b>INDEPENDIENTE</b>						
Nivel de impacto de la Huella de Carbono del servicio de abastecimiento de agua industrial	La huella de carbono se define como la cantidad total de GEIs causados directa o indirectamente por una organización, un producto o un servicio. (ISO 14064:2018).	La huella de carbono es el indicador principal en relación con el inventario de los gases de efecto invernadero que se calcula mediante la medición de los niveles de consumo y generación de residuos que mediante el factor de calentamiento global se obtiene los niveles de emisiones directas e indirectas.	Niveles de emisiones directas e indirectas	Toneladas Equivalentes de CO <sub>2</sub> (Diésel B5, consumo de agua y generación de RRSS)	tCO <sub>2</sub> eq	Razón
			Niveles de Consumo de recursos	Volumen de Combustible (Diésel B5 y Agua industrial)	Galones (Gl) m <sup>3</sup>	
			Niveles de Generación de residuos solidos	Masa de Residuos Solidos	Kg	
<b>DEPENDIENTE</b>						
Valorización Aspectos Ambientales	<b>Aspecto Ambiental:</b> Se define como un elemento de todas las actividades, servicios o productos de la organización que interactúa o puede llegar a interactuar de alguna forma o grado ya que el medioambiente ha sido identificado. (ISO 14001-2015).	Los aspectos ambientales los valorizamos de acuerdo con 3 campos importantes Severidad, Probabilidad e Impacto Ambiental. De esta manera, enmarcamos el impacto tanto positivo como negativo de la interacción de las actividades con el medioambiente.	Severidad Ambiental	Peligrosidad al medioambiente Cumplimiento legal y reputación de la empresa	3 (Alta) 2 (Media) 1 (Baja)	Nominal
			Probabilidad Ambiental	Probabilidad	Muy probable (3) Probable (2) Poco Probable (1)	
			Impacto Ambiental	Valorización del Impacto del aspecto ambiental	Tolerable (1) Alerta (2,4,6) No aceptable (6,9)	

### 3.3. Población, muestra y muestreo

#### Población:

Según el autor Arias, define población como “un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Esta queda delimitada por el problema y por los objetivos”. (2006, p.81)

La población de estudio está definida por el consumo de los recursos tales como el transporte de agua industrial que es el principal Know-how de la contratista Ángeles MYC al igual que el consumo de combustible de todos los equipos pesados y livianos con los que se cuenta para ejecutar el presente servicio en los periodos de marzo 2019 a marzo 2021. De igual manera el proceso y evaluación incluye a los residuos sólidos generados durante el mismo periodo.

### **Muestra:**

La muestra o subgrupo de esta investigación se obtuvo de toda la cadena de valor del servicio de abastecimiento de agua industrial de la contratista Ángeles MYC que comprende los recursos de agua industrial, combustible y generación de residuos sólidos, tomando en consideración los lineamientos de la ISO 14064-2018 Calculo de la Huella de Carbono, que sugiere ordenar las muestras o subgrupos en 03 Tipos de Alcances:

- Alcance 01: Emisiones directas
- Alcance 02: Emisiones indirectas por el consumo de energía generada.
- Alcance 03: Otras Emisiones indirectas

### **Unidad de análisis:**

La investigación evaluó los siguientes componentes o KPI (Key Performance Indicator): consumo de agua industrial, consumo de combustible (Biodiésel – B5) y la generación de residuos sólidos.

### **Muestreo:**

El muestreo correspondió al no probabilístico ya que todos los elementos corresponden a la totalidad del consumo de los recursos utilizados en el servicio de abastecimiento de agua industrial realizado por la contratista Ángeles MYC tales como el agua industrial, el consumo de combustible al

igual que la producción de residuos sólidos, todos comprendidos en los periodos de marzo 2019 a marzo 2021.

### 3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

#### Técnicas:

- **Observación de campo directa:** se aplicó directamente al proceso del servicio de abastecimiento de agua industrial que ofreció la contratista Ángeles MYC, se evaluaron las fuentes de generación de CO<sub>2</sub>, para posteriormente estimarlos y evaluar su huella de carbono, se realizara un comparativo de una huella carbono inicial luego de aplicar los controles ambientales correspondientes se realizara una estimación y evaluación de huella de carbono final.
- **Análisis documental:** Aplicado directamente a los registros de consumo generados por el servicio, en el periodo de enero 2019 y marzo 2021, lo cuales ingresaran a una base de datos usando el paquete estadístico “IBM SPSS versión 25.0”.

#### Instrumentos de recolección de datos:

Se recogieron todos los reportes diarios sobre consumo de combustibles, consumo de agua y de residuos sólidos (Anexo 03, 04 y 05) a efectos de realizar las tablas estadísticas que requiere utilizando el siguiente instrumento de recolección de datos con el fin de efectuar el análisis de la huella de carbono como se muestra en la Tabla 6. Instrumento de recolección de datos.

**Tabla 6.** Instrumento de recolección de datos

Técnica	Instrumento de recolección de datos
Observación de campo directa	Ficha N° 01: Determinación Huella de Carbono

#### Validez y confiabilidad

El trabajo de investigación fue validado por intermedio de juicio de expertos, quienes validaron que los ítems establecidos como se observan en la Tabla 7 y en el Anexo 02 – Ficha 01: Determinación de la huella de carbono, son coherentes y cumplen con la información que se solicita:

**Tabla 7.** Juicio de expertos

N°	Nombre de expertos	DNI	CIP	Promedio de valoración
1	MSc. Lucero Katherine Castro Tena	70837735	162994	95 %
2	MSc. Holguín Aranda Luis Fermín	41259267	111614	85 %
3	Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar	08306575	25450	80 %
<b>Promedio total de valoración</b>				87 %

**Confiabilidad:**

Los instrumentos mencionados nos permitieron recopilar la información confiable ya que para evidenciar el grado de confiabilidad de la investigación se solicitaron los permisos correspondientes para realizar el recojo de la información a la empresa en mención las cuales se encuentran en el Anexo 5 – Declaración Jurada de autorización para la realización y difusión de resultados de la investigación.

➤ **Material y Guías**

1. Documento ISO 14064-1: 2018 Gases de efecto invernadero — Parte 1: Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero.
2. Guía y Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.
3. Calculadora Pública de huella de carbono organizacional – MINAM.
4. Inventario Nacional de gases de efecto invernadero – INGEI-2016.

**3.5. Procedimientos**

El procedimiento de la investigación se enmarcó en 2 fases de cálculo y una intermedia como fase de aplicabilidad de mejoras en la valorización de los aspectos ambientales

**Fase 01:** Se identificaron las fuentes de emisión principales y sus características de acuerdo con los alcances estipulados en el ISO 14064: 2018, una vez identificado las fuentes de emisiones se realizó la recolección de datos inicial antes de la intervención correspondientes al periodo marzo 2019 y marzo 2020 correspondientes al consumo de Petróleo (Biodiésel), agua industrial y la cantidad de residuos sólidos generados por el servicio de abastecimiento de agua industrial. Asimismo, se realizó el registro de la generación de residuos sólidos enmarcado en otras emisiones indirectas, para ello se identificó los tipos de residuos sólidos existentes en la actividad de abastecimiento de agua. Una vez identificado los tipos de residuos generados se realizó el registro de estos, una vez identificado todos estos datos se realizó el cálculo de la huella de carbono inicial como diagnóstico de línea base.

**a) Fase intermedia:** En esta fase se realizó la aplicación de las medidas de control, mitigación y eliminación enfocadas en el desempeño ambiental de la gestión del servicio de abastecimiento de agua industrial por parte de la contratista ANGELES MYC.

Se evaluó la valoración de los aspectos ambientales tomando en cuenta la siguiente metodología de identificación y valorización de aspectos ambientales. Como se observa en la Tabla 8. Donde se enmarca la severidad ambiental y sus criterios.

**Tabla 8. Severidad Ambiental**

CALIFICACIÓN	VALOR	PELIGROSIDAD AL MEDIO AMBIENTE	CUMPLIMIENTO LEGAL Y REPUTACIÓN DE LA EMPRESA
<b>ALTA</b>	3	<p>El potencial Impacto Negativo es de Magnitud Alta debido a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Es duradero y/o irreversible (&gt; 5 años)</li> <li>- Potencial Daño ocasionado por: MAPTEL con características de Explosividad, inflamabilidad o Corrosivos</li> <li>- Puede exceder el área de trabajo de la operación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La organización recibe quejas y reclamos (verbales, escritas o manifestaciones) a raíz del impacto generado por la condición/acto ambiental subestándar identificado.</li> <li>- Hay afectación de la reputación de la empresa en medio de comunicación nacionales e indagación de medios de comunicación internacionales.</li> <li>- Hay incumplimiento de la legislación ambiental y/o compromisos asumidos por la empresa.</li> </ul>
<b>MEDIA</b>	2	<p>El potencial Impacto Negativo es de Magnitud Media debido a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Es reversible en el mediano plazo (1 y 5 años)</li> <li>- Afecta a otras áreas de trabajo</li> <li>- No excede el área de trabajo de la operación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La organización recibe quejas y reclamos (verbales o escritas) a raíz del impacto generado por la condición/acto ambiental subestándar identificado.</li> <li>- Hay afectación de la reputación de la empresa en medio de comunicación de comunicación locales e indagación de medios de comunicación nacionales.</li> </ul>
<b>BAJA</b>	1	<p>El potencial Impacto Negativo es de Magnitud Baja debido a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Es reversible a corto plazo (&lt;1 año).</li> <li>- Ocurre y se limita al área de trabajo.</li> <li>- El impacto ambiental es puntual y no continuo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La organización no recibe quejas a raíz del impacto generado por la condición/acto ambiental subestándar identificado.</li> <li>- No hay afectación a la reputación de la empresa en medios de comunicación locales, nacionales ni extranjeros.</li> </ul>

Una vez identificado la severidad se realiza la determinación de la probabilidad. Como se estipula en la Tabla 9. Probabilidad ambiental

**Tabla 9. Probabilidad Ambiental**

CALIFICACIÓN	VALOR	PROBABILIDAD	DESCRIPCIÓN
<b>ALTA</b>	3	Muy Probable	- El potencial daño o la condición ambiental subestándar se estima que puede suceder dentro de la semana. - Cuando no existen controles o No están implantados.
<b>MEDIA</b>	2	Probable	- El potencial daño ambiental o La condición ambiental subestándar se estima que puede suceder dentro del mes. - Cuándo existen controles pero no son efectivos.
<b>BAJA</b>	1	Poco Probable	- El potencial daño ambiental o La condición ambiental subestándar se estima que puede suceder dentro del año. - Cuando existen controles y son efectivos

Y por último conociendo la severidad y la probabilidad se realiza la proyección mediante la intersección vertical y horizontal en el cuadro de doble entrada como se muestra en la Tabla 10. Para hallar el cálculo del nivel de impacto del aspecto ambiental. Consecuentemente se aplican las tecnologías ambientales a cada uno de los aspectos ambientales identificados como se observa en la Tabla 11.

**Tabla 10. Matriz de valoración del impacto y aspecto ambiental**

Nivel del Aspecto	Valoración	Significancia	Controles Operacionales
<b>TOLERABLE</b>	1	No Significativo (NS)	Verificar el cumplimiento de los controles establecidos en su matriz de Aspectos e Impactos Ambientales. No se requiere la implementación de controles adicionales.
<b>ALERTA</b>	2,3,4	No Significativo (NS)	Verificar el cumplimiento de los controles establecidos en su matriz de Aspectos e Impactos Ambientales. Evaluar la implementación de controles adicionales si el impacto ambiental negativo puede repetirse.
<b>NO ACEPTABLE</b>	6,9	Significativo (S)	Verificar el cumplimiento de los controles establecidos en su matriz de Aspectos e Impactos Ambientales. Se debe elaborar un procedimiento/instructivo para prevenir, controlar y/o mitigar el impacto ambiental significativo. Los controles que se implementen deben estar orientados a controles operacionales de ingeniería.

		Probabilidad		
		3	2	1
Severidad	3	9	6	3
	2	6	4	2
	1	3	2	1

- b) Fase 2:** una vez aplicado las medidas de control ambiental sugeridas se realizó la medición de huella de carbono final evaluando su eficiencia de dichas medidas.

### **3.6. Método de análisis de datos**

El trabajo de investigación fue de carácter observacional en el que se va a calcular y/o determinar la huella de carbono del servicio que ofreció la contratista Ángeles MYC para la empresa Marcobre y de acuerdo con ello valorizar los aspectos ambientales. Siguiendo los lineamientos del método para la estimación de la huella de carbono basado en la norma ISO 14064 para la determinación y análisis estadístico de datos se utilizó el software Microsoft Excel 2016.

### **3.7. Aspectos éticos**

El proyecto de investigación sostiene veracidad y confiabilidad en las fuentes de información recolectadas al igual que se respeta la originalidad de las mismas, referenciando los autores en cada párrafo suscrito en la tesis y el contexto de realización de la investigación que involucra a las variables del presente estudio. De igual manera cabe destacar que la presente investigación sigue los lineamientos de códigos éticas suscritos en las metodologías de investigación.

El desarrollo de este estudio respeta, cita y hace referencia al autor de la fuente, así como a los valores que se infunden en los profesionales ingenieros tales como: responsabilidad, honestidad, puntualidad, lealtad y tolerancia. El desarrollo de esta investigación no perjudica a las instituciones educativas ni a la sociedad. Asimismo, se sigue el Código de Ética para la Investigación Científica de la UCV (Universidad César Vallejo, 2020), según se detalla a continuación: a) Honestidad: con aplicación a la elaboración del documento que fue realizado por el autor y no es plagio de otros documentos, como se indica en los art. 2 y 6 (Universidad César Vallejo, 2020, p. 5). b) En este estudio, respetando los artículos 1, 2, 3, 8, 7, 9, que se refiere al apego a los más altos estándares de rigor científico, por lo que este estudio considera la libertad, la justicia, la responsabilidad, las buenas

obras y la autonomía. satisfacer. Excepto que los investigadores superarán el sistema anti plagio (Turnitin) (Universidad César Vallejo, 2020). 28 c) El objeto de este trabajo es generar conocimiento y originalidad tal como se define en el art. 1 de la Ley N° 30220 (Universidad César Vallejo, 2020, p.2). El refuerzo ético tiene como finalidad capacitar al investigador para que conozca valores, asuma responsabilidades e intereses en general, mantenga cierta comunicación y participe en el desarrollo de esta investigación. Además, en el caso de la investigación, la ética es una herramienta clave e importante para comprender, fomentar y aplicar principios y cualidades éticos en el desarrollo de la investigación (Salazar, Icaza, & Alejo, 2018). El trabajo de investigación es el producto de investigadores dedicados que han utilizado información basada en hechos de otros autores para compilar la información, citando de acuerdo con la norma ISO 690:2010 y los principios éticos, respetando todas las fuentes por igual con otros autores. Por tal motivo, este estudio fue elaborado con base en información obtenida de bases de datos virtuales como Scielo, EBSCO, Proquest, etc., con el fin de verificar que este trabajo de investigación incluye un aspecto ético de la Escuela (Artículo 48 de la Ley de la Escuela). Ley 30220). Profesionales del Colegio de Ingenieros del Perú (2018) establece en la Ley N° 28858 (complementada por la Ley N° 16053) que los profesionales deben ser supervisados de acuerdo con los principios de la ética profesional (página 1). En los artículos 9, 15 y 29 señalan que se debe respetar la integridad y el bienestar de la persona, lo que significa que cada servicio estará dentro de los límites de ambos lados y no afectará la paz y la salud (Instituto Peruano de Ingenieros, 2018, pág. 1). Asimismo, un representante del Instituto Peruano de Ingenieros declara que los ingenieros respetarán todas las leyes, decretos y reglamentos aplicables pertinentes a su profesión y se apegarán a los más estrictos principios de integridad y ética en todas sus actividades, tales como el art. 18 del código de ética 2018.

#### IV. RESULTADOS

4.1 Identificación de las fuentes de emisiones directas e indirectas del servicio de abastecimiento de agua industrial de la contratista Ángeles MYC.

Se presenta el listado de fuentes de emisiones directas e indirectas del servicio de abastecimiento de agua industrial, según ISO 14064:2018: en la Tabla N° 11, se detallan las fuentes de emisiones directas e indirectas de gases de efecto invernadero

**Tabla 11. Fuentes de emisión directas e indirectas del servicio de abastecimiento de agua industrial.**

Tipo de Emisiones (ISO 14064-1:2018) Alcance 1 y 2 – protocolo GEI.			
Tipo de Emisiones	Unidades	Recurso	Equipos / Uso
Emisión Directa	40 unidades	Biodiésel (B5)	Camiones Cisterna
	02 unidad		Minivan
	02 unidad		Camioneta
	01 unidad		Motoniveladora
	01 unidad		Rodillo
	02 unidades		Cama baja - Tracto
	01 unidad		Volquete
	01 unidad		Retro-excavadora
	03 unidades		Luminaria
	01 unidad		Excavadora
	02 unidades		Estación de Bombeo
Emisión Indirecta	m <sup>3</sup>	Agua Industrial	Riego de Vías
			Consumo PTAP
	kg	Generación RRSS	Servicio de Abastecimiento de Agua

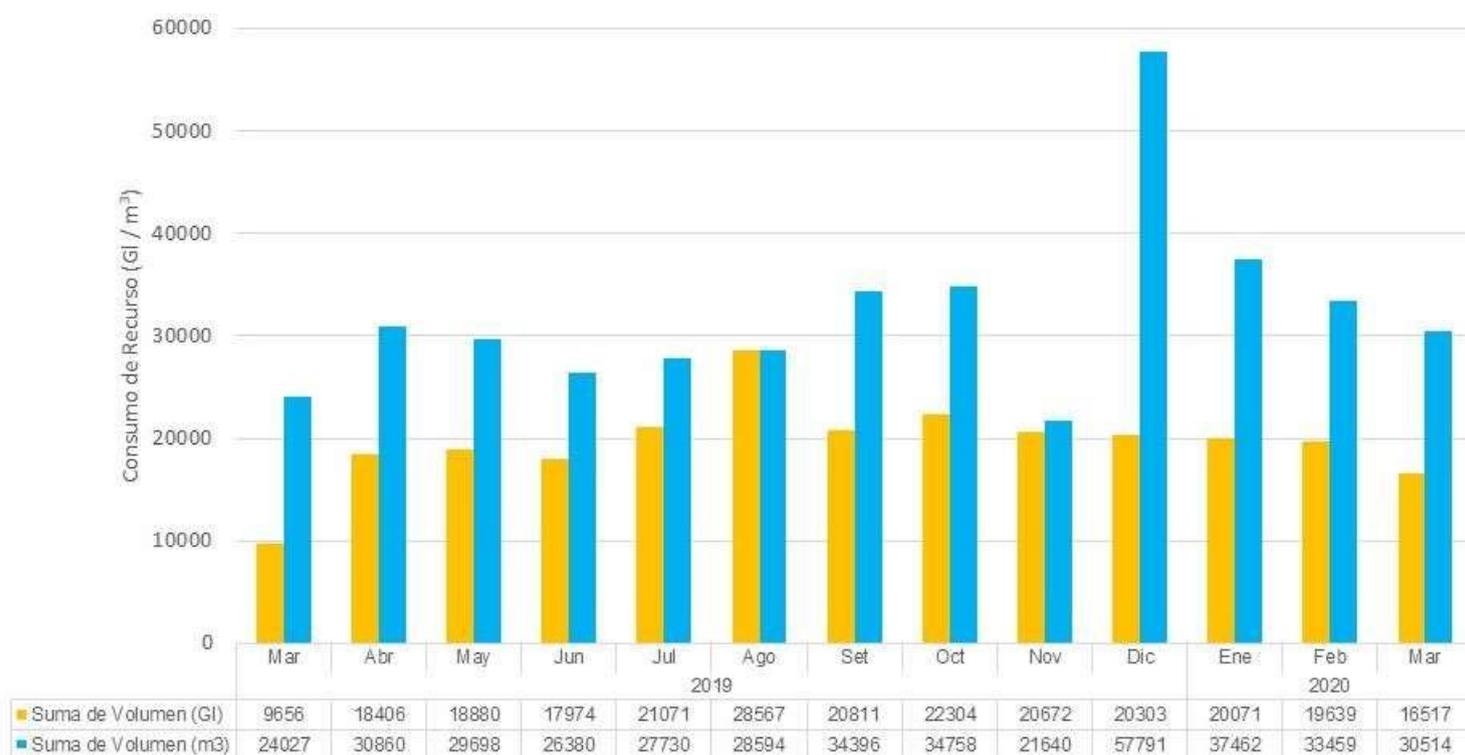
En la Tabla N° 11, se lograron visualizar 3 actividades dentro de las cuales se identificaron diferentes fuentes de gases de efecto invernadero, siendo la mayor cantidad tipos de fuentes directas, esto con la finalidad de iniciar un diagnóstico situacional inicial.

42 . Determinación de los niveles de consumo de recursos y generación de residuos sólidos en relación con el tipo de emisión directa e indirecta del servicio de abastecimiento de agua industrial de la contratista ANGELES MYC.

Se estimaron los niveles de consumo de recursos (Biodiésel B5, agua industrial) y generación de residuos sólidos correspondientes al periodo marzo 2019 y marzo 2020.

A continuación, se muestra el registro de consumo de recursos y cantidad de residuos sólidos generados por el servicio de abastecimiento de agua industrial como se observa en la Figura 5.

**Figura 5. Registro de consumo de recursos**



PERIODO N° 01 - ANTES DE LA INTERVENCIÓN

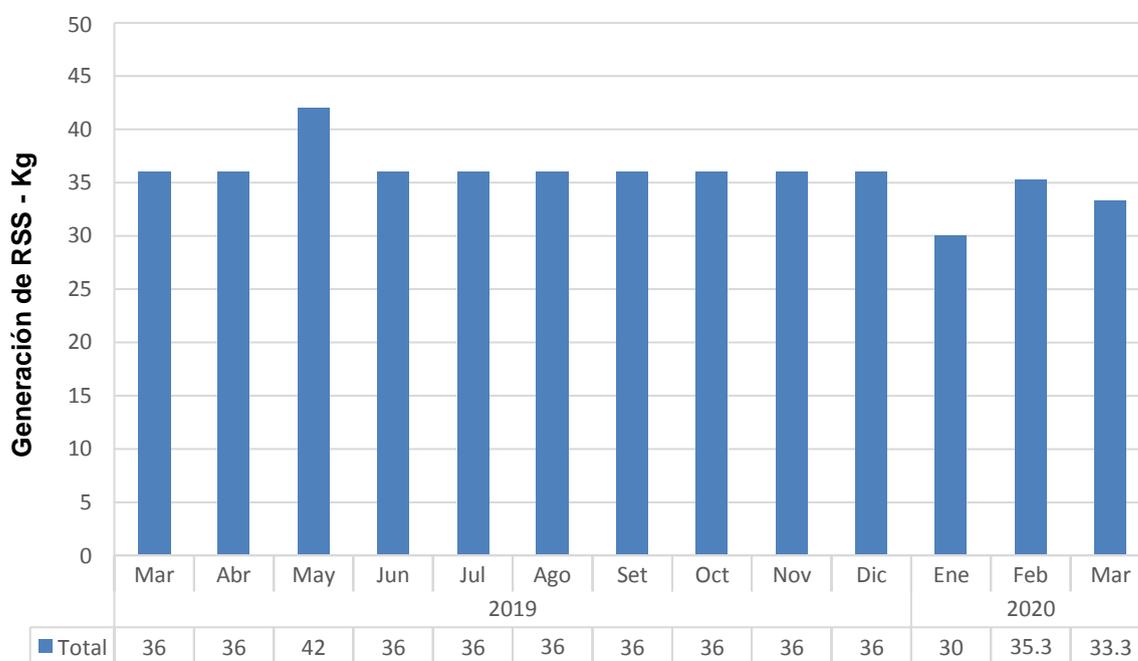
De forma mensual, se observa que, en el mes de diciembre del año 2019, es donde se incrementó el consumo de agua industrial (m<sup>3</sup>) y el mes de agosto del 2019 se observa el mayor consumo del Biodiésel (GJ).

**Tabla 12.** Tipos de residuos generados por el servicio de abastecimiento de agua industrial

Tipo	Características	Unidad de Medida	FACTOR EMISIÓN (Kg)
<b>PVC</b>	botellas de plástico, tapers plástico.	Kg	126,51 g de CO <sub>2</sub> eq/kg residuo
<b>Fierro</b>	pastillas de freno, residuos metálicos	Kg	1,9 Kg de CO <sub>2</sub> eq/Kg metal
<b>PAPEL</b>	todo documento gestión documentaria	Kg	62,84 g de CO <sub>2</sub> eq/kg residuo
<b>ORGÁNICO</b>	restos de comida	Kg	109,65 g de CO <sub>2</sub> eq/kg residuo
<b>GENERALES</b>	RRSS no aprovechables	Kg	126,51 g de CO <sub>2</sub> eq/kg residuo

En la Tabla N° 12 se puede observar el tipo de residuo generado por el servicio de abastecimiento de agua industrial

**Figura 6.** Registro de generación de residuos solidos



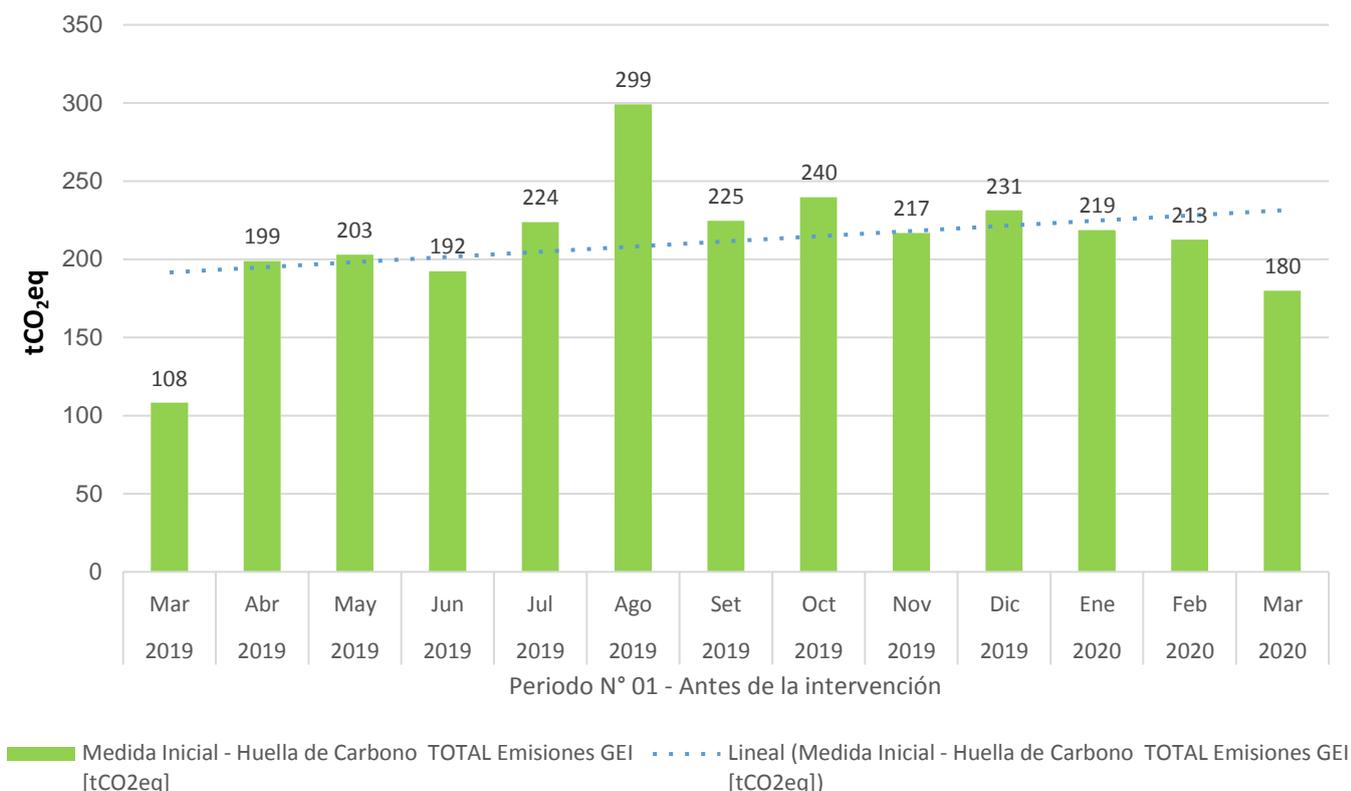
PERIODO N° 01 - ANTES DE LA INTERVENCIÓN

En la Figura N° 06 se observa el comportamiento de la generación de residuos sólidos durante el periodo marzo 2019 – marzo 2020, observando que en mayo del 2019 tuvimos un pico de generación de residuos sólidos.

- a. Determinación del cálculo de la medida inicial y final de la huella de carbono del servicio de abastecimiento de agua industrial de la contratista ANGELES MYC.

Se estimó la huella de carbono media final en relación con los gases de efecto invernadero. Se puede apreciar en la Figura N° 7 que la mayor cantidad media inicial de la Huella de Carbono es 299 TCO<sub>2</sub>eq se evidencia en el mes de agosto y la menos cantidad media inicial es 108 TCO<sub>2</sub>eq, siendo el cálculo de la huella de carbono inicial total de 2749.7 TCO<sub>2</sub>eq. Información que sirve como diagnóstico de línea base.

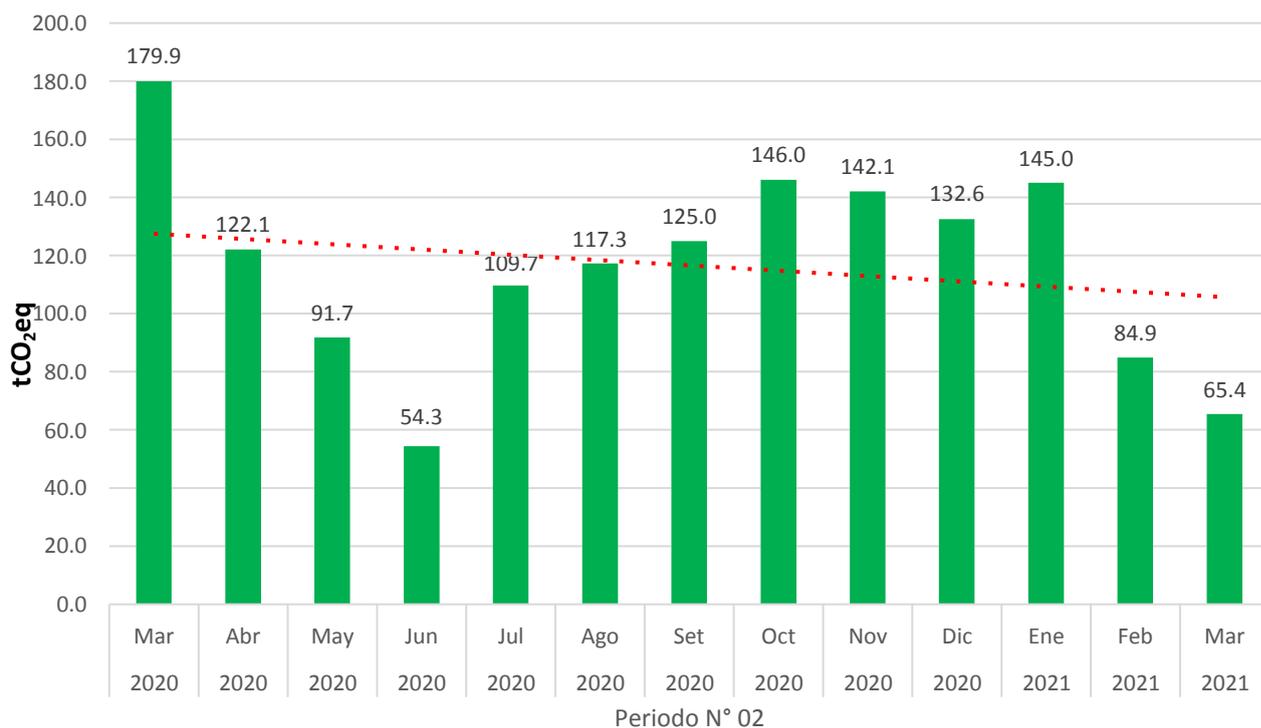
Figura 7. Medida inicial – Huella de Carbono – Emisiones GEI



En la Figura N° 08 se presentan los resultados del cálculo de la huella de carbono como medida final una vez aplicado las medidas de control ambiental sugeridas, evaluando su eficiencia de dichas medidas, los resultados en

relación con la evaluación de la huella de carbono final están representados en TCO<sub>2</sub>eq.

**Figura 8. Medida Final – Huella de Carbono – Emisiones**



■ Medida Final - Huella de Carbono TOTAL Emisiones GEI [tCO<sub>2</sub>eq]    ····· Lineal (Medida Final - Huella de Carbono TOTAL Emisiones GEI [tCO<sub>2</sub>eq])

En esta última medición, se pudo evaluar el verdadero impacto de los controles ambientales, evidenciando una reducción desde el último mes del periodo N° 1 (mes de marzo 2020) hasta el periodo N° 2 (marzo 2021) del 63.6 %.

- 4.4. Determinación del impacto del servicio de abastecimiento de agua industrial mediante la valorización de los aspectos ambiental de acuerdo con la severidad y probabilidad de la contratista ANGELES MYC.

Se estimaron los gases de efecto invernadero de la contratista ANGELES MYC y su impacto sobre el aumento de la huella de carbono a nivel nacional. Como se observa en la Tabla N° 13 se realizaron 2 mediciones una que comprende el periodo N° 1 y N° 2

**Tabla 13.** Estimación Huella de Carbono – Periodo N° 1 y N° 2

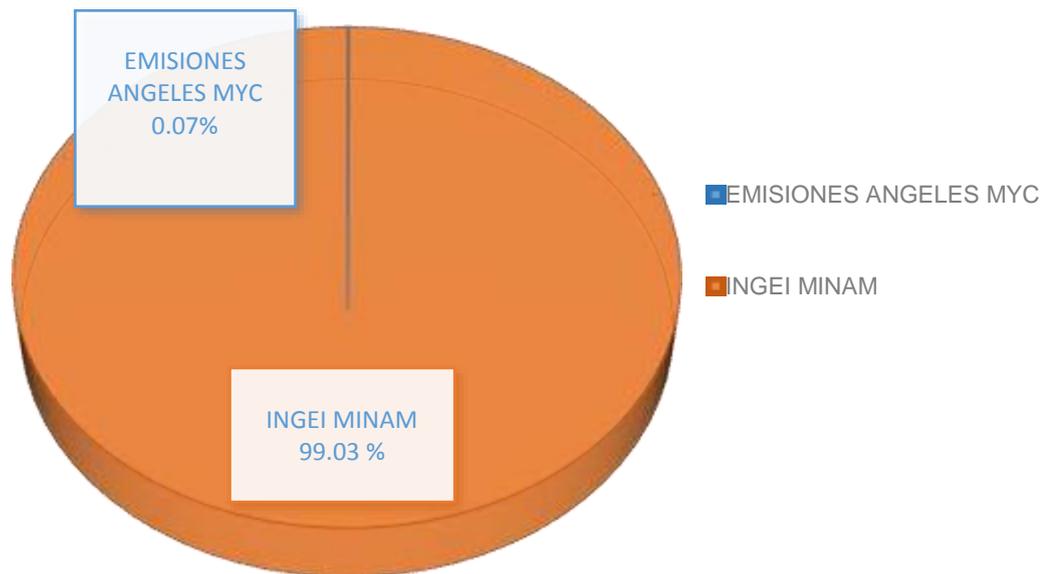
ESTIMACIÓN HUELLA DE CARBONO – PERIODO N° 1 Y N° 2									
AÑO	MESES	Volumen (Biodiésel-GI)	Emisiones GEI – B5 [tCO <sub>2</sub> eq]	Volumen agua industrial (m <sup>3</sup> )	Emisiones GEI - Agua [tCO <sub>2</sub> eq]	Masa RRSS (Kg)	Emisiones GEI [tCO <sub>2</sub> eq]	TOTAL Emisiones GEI [tCO <sub>2</sub> eq]	
PERIODO N° 1 – Antes de la Intervención	2019	Mar	9656	96.26	24027	12.01	36	0.01366722	<b>108.3</b>
	2019	Abr	18406	183.49	30860	15.43	36	0.01366722	<b>198.9</b>
	2019	May	18880	188.22	29698	14.85	42	0.01594509	<b>203.1</b>
	2019	Jun	17974	179.19	26380	13.19	36	0.01366722	<b>192.4</b>
	2019	Jul	21071	210.06	27730	13.87	36	0.01366722	<b>223.9</b>
	2019	Ago	28567	284.79	28594	14.30	36	0.01366722	<b>299.1</b>
	2019	Set	20811	207.47	34396	17.20	36	0.01366722	<b>224.7</b>
	2019	Oct	22304	222.35	34758	17.38	36	0.01366722	<b>239.7</b>
	2019	Nov	20672	206.08	21640	10.82	36	0.01366722	<b>216.9</b>
	2019	Dic	20303	202.40	57791	28.90	36	0.01366722	<b>231.3</b>
	2020	Ene	20071	200.09	37462	18.73	30	0.0076832	<b>218.8</b>
	2020	Feb	19639	195.79	33459	16.73	35.3	0.0117224	<b>212.5</b>
	2020	Mar	16517	164.66	30514	15.26	33.3	0.00969589	<b>179.9</b>
PERIODO N° 2 – Intervención Aplicada	2020	Abr	10761	107.28	29600	14.80	30.9	0.00954508	<b>122.1</b>
	2020	May	8438	84.12	15181	7.59	48	0.01252047	<b>91.7</b>
	2020	Jun	5096	50.81	7063	3.53	43.5	0.01033686	<b>54.3</b>
	2020	Jul	10376	103.44	12449	6.22	46.9	0.01055052	<b>109.7</b>
	2020	Ago	10894	108.60	17290	8.65	62	0.01340023	<b>117.3</b>
	2020	Set	11626	115.90	18117	9.06	17.4	0.00697962	<b>125.0</b>
	2020	Oct	13617	135.75	20524	10.26	24.1	0.00874397	<b>146.0</b>
	2020	Nov	13277	132.36	19403	9.70	16.2	0.00597927	<b>142.1</b>
	2020	Dic	12282	122.44	20224	10.11	18.2	0.00666883	<b>132.6</b>
	2021	Ene	13506	134.65	20702	10.35	21.1	0.00873279	<b>145.0</b>
	2021	Feb	7972	79.47	10864	5.43	18.5	0.00686503	<b>84.9</b>
	2021	Mar	6134	61.15	8513	4.26	16.6	0.00620085	<b>65.4</b>
	<b>SUMA GLOBAL PERIODO N° 1 Y N° 2</b>								

Como se observa en la Tabla 13 se obtuvo de forma global una huella de carbono total de 4085.71 tCO<sub>2</sub>eq. De esta manera, teniendo en cuenta los resultados establecidos en el INGEI-2016, donde se estimó una huella de carbono a nivel nacional de 205,294.17 GgCO<sub>2</sub>eq que equivalen a más de 205 millones de tCO<sub>2</sub>eq. De los cuales el sector Procesos industriales y uso de productos en el que estamos integrados como servicio de abastecimiento de agua industrial representan el 2.84 % que equivale a 5,822.37 GgCO<sub>2</sub>eq. De esta manera, en la Figura 9 describimos la generación de gases de efecto

invernadero del servicio de abastecimiento de agua industrial en comparación a del registrado a nivel nacional.

Figura 9. Comparación de Impacto de la GEI del servicio de abastecimiento de agua industrial de la empresa Ángeles MYC a nivel nacional.

### *Comparación de Impacto a Nivel Nacional*



Como se evidencia el impacto de la generación de GEI del servicio de abastecimiento de agua industrial realizado por la empresa ANGELES MYC, representa menos del 1 % de la generación a nivel nacional en el sector industrial, precisando que el impacto no es significativo.

- 4.5. Medidas de control ambiental para la contratista Ángeles MYC para influir en el ahorro de recursos del servicio de abastecimiento de agua industrial.

Se establecieron medidas de control ambiental para la contratista ANGELES MYC estos influyeron de forma positiva en el ahorro de recursos del servicio de abastecimiento de agua industrial. Estas medidas principalmente se direccionaron al ahorro de recursos como el agua industrial la cual se obtiene de un acuífero (poza Jahuay), al igual que el consumo de biodiesel. En la Tabla 14. Se describe las medidas de control ambiental adoptadas.

**Tabla 14. Medidas de Control Ambiental**

Aspecto Ambiental	Nivel de Aspecto Ambiental	Medidas de Control (Tecnología Ambiental)	Especificaciones	Fotografía
Consumo de Agua Subterránea	<b>Alerta</b>	Uso de Agua Desalinizada	Marcobre ha invertido en su puerto multiboyas cerca de US\$150 millones, de los cuales casi el 50 % son destinados íntegramente a la implementación de la Planta desalinizadora la cual tiene un caudal promedio de 225.3 m <sup>3</sup> /h que abastecerá a la planta de sulfuros, óxidos y la de tratamiento de agua potable (Tanque 404).	
		Uso de Aditivo NEO SOIL DUST, para el regado de Vías (ver. Anexo 10)	La aplicación del NEO SOIL DUST se realizó mediante la dosificación de 0.25 L/m <sup>2</sup> , este producto viene en presentación de cilindros de 230 kg y/o baldes de 20 Kg, cada 1 Kg se diluye en 100 L de agua, esto quiere decir que por cada cisterna se emplea 170 Kg de este producto, la inversión promedio anual que se efectuó fue de US\$26 232 dólares.	
		Uso de Agua de PTAR <sup>2</sup> -	La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales es un factor importante para el riego de vías, consta de un sistema de oxidación mediante lodos activados, almacenando las aguas tratadas en dos pozas de 1500 m <sup>3</sup> .	
Consumo de Combustible		Uso de Tecnologías Reducen el uso de Equipos de combustión.	La implementación de las tecnologías ambientales ha repercutido en la disminución de cerca del 85 % de uso de los equipos o camiones cisterna específicamente en el transporte de agua industrial subterránea extraída desde la poza Jahuay.	

<sup>2</sup> PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

**Tabla 15. Evaluación del consumo de recursos**

Evaluación de consumo de recursos				
AÑO		MESES	Consumo Biodiésel B5 [Gl]	Consumo agua industrial [m <sup>3</sup> ]
PERIODO N° 1 – Antes de la Intervención	2019	Mar	9656	24027
	2019	Abr	18406	30860
	2019	May	18880	29698
	2019	Jun	17974	26380
	2019	Jul	21071	27730
	2019	Ago	28567	28594
	2019	Set	20811	34396
	2019	Oct	22304	34758
	2019	Nov	20672	21640
	2019	Dic	20303	57791
	2020	Ene	20071	37462
	2020	Feb	19639	33459
	2020	Mar	16517	30514
PERIODO N° 2 – Intervención Aplicada	2020	Abr	10761	29600
	2020	May	8438	15181
	2020	Jun	5096	7063
	2020	Jul	10376	12449
	2020	Ago	10894	17290
	2020	Set	11626	18117
	2020	Oct	13617	20524
	2020	Nov	13277	19403
	2020	Dic	12282	20224
	2021	Ene	13506	20702
	2021	Feb	7972	10864
	2021	Mar	6134	8513
	<b>TOTAL</b>			<b>10331.6</b>

Como se observa en la Tabla 15, describimos la evolución del consumo de esta manera, en la Figura 10 se evalúa como ha ido disminuyendo el consumo de estos recursos, concluyendo en el ahorro significativo de estos.

Figura 10. Curva de consumo de recursos



Para el caso del biodiesel B5, en el periodo 1 (mar 19 - mar 20) antes de la intervención se estimó un promedio de consumo de 19,605.5 GI una vez aplicado los controles ambientales en el periodo 2 (abr 20 - mar 21) se estimó un promedio de 10,331.6 GI, representando una reducción del 52.7 %, para el caso del consumo de agua industrial de fuentes subterránea (pozo Jahuay) en el periodo 1 se estimó 32100.7 m<sup>3</sup> y el periodo 2 se estimó 16660.9 m<sup>3</sup> este resultado representó una reducción del 51.9 %, de forma global, los resultados obtenidos referenciaron un ahorro del 52.3 % en los recursos consumidos como el biodiesel B5 y el agua industrial de origen subterráneo (pozo Jahuay).

4.6. Se Evaluó la huella de carbono del servicio de abastecimiento de agua industrial y se determinó su impacto por intermedio de la valorización de sus aspectos ambientales. Como se observa en la Tabla 16 se analizó y evaluó de acuerdo con la metodología planteada la huella de carbono emitida y la aplicabilidad de las mejoras ambientales.

**Tabla 16.** Análisis y valorización de aspectos ambientales de las medidas de control adoptadas.

Aspecto Ambiental	Severidad Ambiental	Probabilidad Ambiental	Nivel de Aspecto Ambiental	Medidas de Control (Tecnología Ambiental)	Severidad Ambiental	Probabilidad Ambiental	Valorización del Aspecto Ambiental
Consumo de Agua Subterránea	3	1	<b>Alerta</b>	Uso de Agua Desalinizada	1	1	TOLERABLE
	3	1	<b>Alerta</b>	Uso de Aditivo NEO SOIL DUST, para el regado de Vías (ver. Anexo 10)	1	1	TOLERABLE
	2	2	<b>Alerta</b>	Uso de Agua de PTAR <sup>3</sup> -	1	1	TOLERABLE
Consumo de Combustible	2	2	<b>Alerta</b>	Uso de Tecnologías Reducen el uso de Equipos de combustión.	1	2	<b>ALERTA</b>

<sup>3</sup> PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

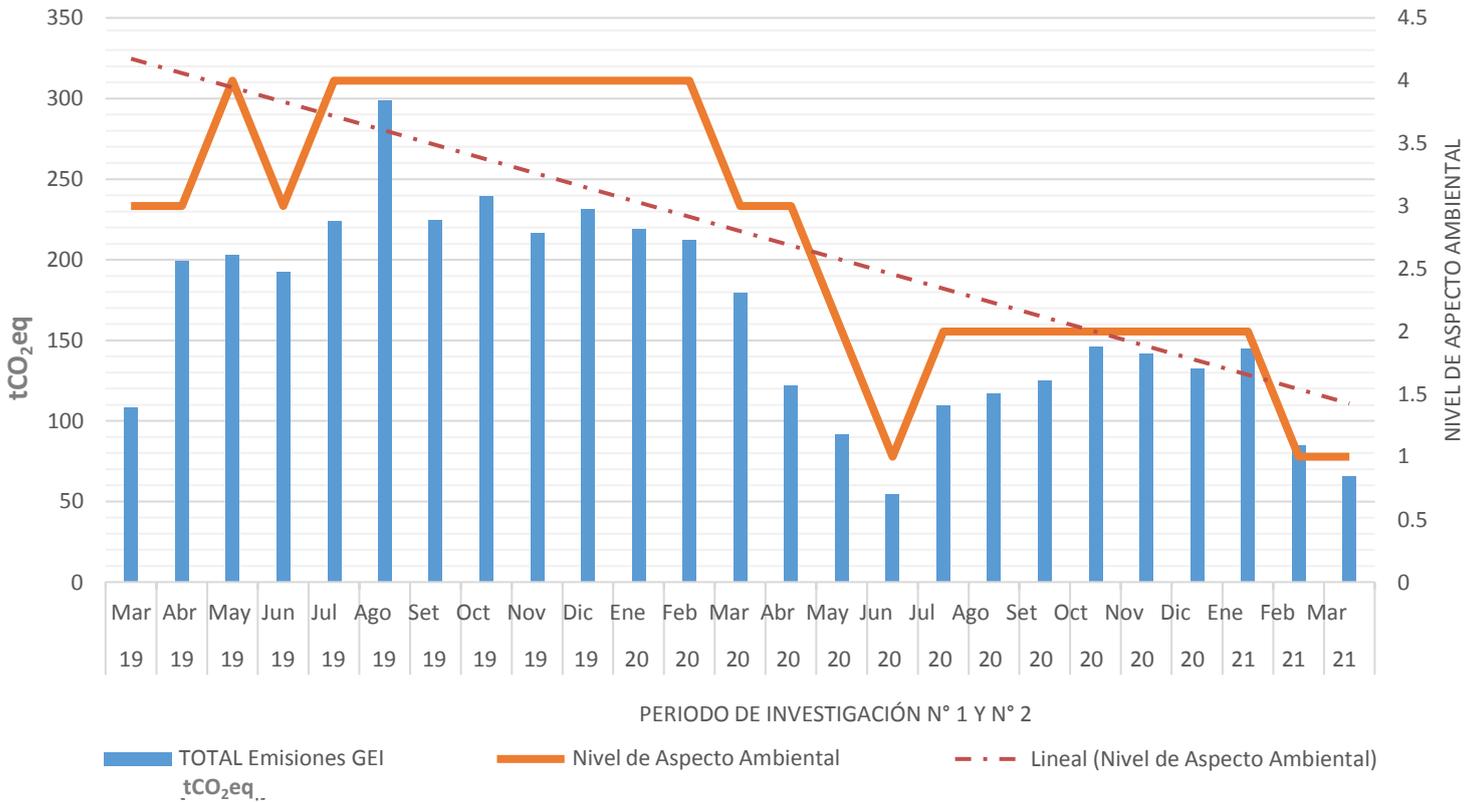
**Tabla 17.** Análisis y evaluación de Huella de carbono y valorización de aspectos ambientales

AÑO	MESES	TOTAL Emisiones GEI [tCO <sub>2</sub> eq]	Probabilidad	Severidad	Nivel de Aspecto Ambiental		
Periodo N° 1	19	Mar	108.3	3	1	3	ALERTA
	19	Abr	198.9	3	1	3	ALERTA
	19	May	203.1	2	2	4	ALERTA
	19	Jun	192.4	3	1	3	ALERTA
	19	Jul	223.9	2	2	4	ALERTA
	19	Ago	299.1	2	2	4	ALERTA
	19	Set	224.7	2	2	4	ALERTA
	19	Oct	239.7	2	2	4	ALERTA
	19	Nov	216.9	2	2	4	ALERTA
	19	Dic	231.3	2	2	4	ALERTA
	20	Ene	218.8	2	2	4	ALERTA
	20	Feb	212.5	2	2	4	ALERTA
	20	Mar	179.9	3	1	3	ALERTA
Periodo N° 2	20	Abr	122.1	3	1	3	ALERTA
	20	May	91.7	2	1	2	ALERTA
	20	Jun	54.3	1	1	1	TOLERABLE
	20	Jul	109.7	2	1	2	ALERTA
	20	Ago	117.3	2	1	2	ALERTA
	20	Set	125.0	2	1	2	ALERTA
	20	Oct	146.0	2	1	2	ALERTA
	20	Nov	142.1	2	1	2	ALERTA
	20	Dic	132.6	2	1	2	ALERTA
	21	Ene	145.0	2	1	2	ALERTA
21	Feb	84.9	1	1	1	TOLERABLE	
21	Mar	65.4	1	1	1	TOLERABLE	

Como se observa en la Tabla 16 y 17 respectivamente, las aplicaciones de las mejoras ambientales funcionaron apropiadamente reduciendo el impacto generado por los aspectos ambientales evaluados, valorizando el aspecto a un nivel 1 tolerable, de igual manera para el periodo 1 (mar19 - mar20) antes de la intervención se obtuvo una huella de carbono total de 2749,67 tCO<sub>2</sub>eq y una vez intervenido para el periodo 2 (abr20-mar21) se estimó 1336,04 tCO<sub>2</sub>eq obteniendo una reducción del 48.6 %.

En la Figura 11 se explica la evolución del impacto de sus aspectos ambientales de acuerdo con la estimación de la huella de carbono.

**Figura 11. Evaluación del nivel de aspectos ambientales**



Como se observa en la Figura 11 la valoración del impacto de los aspectos ambientales se redujo a 1 (Tolerable), ya que el potencial de impacto negativo es de magnitud baja debido a que es reversible a corto plazo (<1 año), esto ocurre y se limita al área de trabajo por consiguiente el impacto ambiental es puntual y no continuo.

## V. DISCUSIÓN

La síntesis de la presente investigación se enmarca en las dos estimaciones realizadas una que comprende desde mar-19 a mar-20 denominada periodo 1 obteniendo una huella de carbono total de 2749.67 tCO<sub>2</sub>eq y realizando la intervención de medidas de control ambiental y aplicando nuevas tecnologías entre abr-20 a mar-21 denominado periodo 2, se obtuvo como resultado 1336.04 tCO<sub>2</sub>eq, esto representó una reducción del 48.6 %, utilizando la metodología suscrita en la ISO 14064-1: 2018, la cual está muy ligada de acuerdo con la calculadora pública de huella de carbono organizacional – MINAM.

Viachaslau, et. al (2021) en su investigación titulada “The carbon footprint of a UK University during the COVID-19 lockdown”, cuyo objetivo fue calcular la huella de carbono del Universidad During durante el bloqueo del COVID-19, utilizando el método establecido en la guía de GOV.UK(2020) obtuvieron como resultado, que durante el bloqueo del COVID-19 hubo una reducción del 29 % de emisiones de tCO<sub>2</sub>eq desde una perspectiva práctica, esta investigación coincide con la presente tesis ya que dentro de la primera ola del COVID-19 en el mes de junio del 2020 tuvimos una reducción del nuestra huella de carbono del 77 %, lo que repercute en la reducción del consumo de los recursos y la generación de residuos sólidos, ya que la cantidad de personal disminuyo entre los meses de junio. Levasseur et. al (2020) estimo la huella de carbono el sistema eléctrico de Quebec, utilizando la aplicación de la metodología de evaluación del ciclo de vida (LCA) obtuvo como resultado 34.5 gCO<sub>2</sub> eq/ KWh, que es un 42 % mayor al valor actualmente concluyendo que el valor aumentó significativamente ya que se aportó aplicando el modelo G-res coincidiendo con la presente investigación en referencia de utilizar la metodología de la calculadora de huella de carbono imitada del ministerio del ambiente bajo la Resolución Ministerial 237-2020-MINAM una nueva metodología que parte de la ISO 14064.2018 y en combinación se pudo obtener una referencia más significativa en el cálculo del a huella de carbono del presente servicio. Por otro lado, Wei Huang et. al (2017) calculo la huella de carbono de las hojas de papel utilizando el método cuantitativo del ciclo de vida del producto siguiendo los lineamientos de las guías del IPCC enfocadas en la actividad de construcción, el aplico estrategias bajas

en carbono, como diseño energético eficiente de edificios, ahorro de energía y la reducción fue de 2.98 % con una reducción de 3,15 millones de tCO<sub>2</sub>eq, coincidiendo con la presente investigación en relación a la implementación de nuevas tecnologías como por ejemplo la aplicación del NEO SOIL DUST que es un aditivo líquido compuesto por biopolímero, diseñado para mejorar las propiedades aglomerantes, controlar el polvo y estabilizar los suelos, produciendo una superficie durable y resistente.

Este producto tiene propiedades adhesivas, que enlazan las partículas superficiales formando una superficie más densa y generando una compactación en el suelo donde se aplica y teniendo una mayor durabilidad en cuanto a la aplicación de este, de esta manera, se ha podido ahorrar significativamente el agua tratada utilizada para el riego de vías. Igualmente, Galán (2020) estimó la huella de carbono de la planta agroindustrial Pomalca utilizando la metodología suscritas en la guía del protocolo de Kioto, determinando una huella de carbono para el año 2017 que fue de 0.142 tCO<sub>2</sub>eq y para el 2018, una cantidad de 0.141 tCO<sub>2</sub>eq. Aplico de igual manera el cambio de la matriz energética la cual representa una de las más acertadas soluciones para cumplir con los acuerdos estipulados en el protocolo de Kioto y aportando con estos resultados para emplearlos en la comparación de los impactos de estas emisiones con otras industrias del propio sector azucarero o del país, coincidiendo con la presente investigación ya que el principal aporte en relación con la tecnología utilizada para la reducción del uso de agua subterránea es el cambio de matriz de extracción convencional, utilizando agua de mar para los procesos productivos y de servicio para el proyecto, la instalación de la planta de desalinización por ósmosis inversa aportó en significativamente en la reducción del uso de agua subterránea del pozo Jahuay en un 100 % . A su vez según Díaz, Juárez (2019) estimó la huella de carbono per cápita del servicio de transporte utilizando la metodología establecida en las guías del IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), obtuvieron como resultado una generación de 23,273.43 KgCO<sub>2</sub>eq en un día laborable y 22,852.68 KgCO<sub>2</sub>eq en un día no laboral. Aplicando una mejor gestión en las rutas de transporte enfocadas en la demanda de estas redujeron cerca del 26.5 % de la huella inicial la aplicación de la gestión y distribución de unidades se aplicó también en la

presente investigación al aplicar nuevas tecnologías se tuvieron que realizar replanteos en la organización de nuevas rutas para la distribución del agua tratada y finalmente, Según Crispín (2018) quien cálculo la huella de carbono de la empresa contratista JRC INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S. A. C. en la unidad minera El Brocal, aplicando la metodología suscritas en la guía del IPCC, obtuvo como resultado que en el año 2017 a julio del año 2018 la huella de carbono fue de 814.71 tCO<sub>2</sub>eq. Teniendo como principal fuente de emisión (51 %) el consumo de energía eléctrica, realizo un aporte de compensación de emisiones reforestando con las especies *guadua angustifolia* (bambú) y *schinus molle* (molle), contemplando una relación de retención de CO<sub>2</sub>q de 5.21 y 0.286 t/ha/año respectivamente al igual que desarrollar programas de sensibilización al personal para reunir las orígenes y efectos del cambio climático, con la finalidad de efectuar la reducción de la producción de gases de efecto invernadero, dentro de las compensaciones ambientales en la presente investigación no se contempló dicho mecanismo ya que la compensación de impacto o generación de gases de efecto invernadero no es sustancialmente significativo para la reducción de la huella de carbono de la organización o empresa, sin embargo, la aplicación de tecnologías ambientales nuevas y el cambio de matriz energética y/o fuente de extracción son métodos que aporta de manera significativa a la reducción de la huella de carbono.

## VI. CONCLUSIONES

- Se concluyó que la evaluación de la huella de carbono del servicio de abastecimiento de agua industrial y su impacto en la valorización de sus aspectos ambientales resultó en un análisis inicial y un impacto de nivel N° 4 (alerta o medio).
- El diagnóstico inicial determinó las principales fuentes de emisión y sus características de acuerdo con los alcances estipulados en la ISO 14064:2018, siendo las de emisión directa: camiones cisterna, minivan, camioneta, motoniveladora, rodillo, cama baja – tracto, volquete, retroexcavadora, luminaria, excavadora, estación de bombeo y las indirectas el agua industrial y la generación de residuos sólidos.
- Los niveles de consumo de recursos del tipo de emisión directa biodiesel fue de 254.81 (GJ) y los del tipo de emisión indirecta como el agua industrial 417.309 (m<sup>3</sup>) además de la generación de residuos sólidos fue de 464.6 (Kg), se determinaron siguiendo los lineamientos de los factores de conversión de la IPCC-2006 y tomando como referencia la calculadora pública organizacional de huella de carbono del MINAM que está alineada a la ISO 14064:2018.
- En este informe de investigación final se evaluó la huella de carbono del servicio de abastecimiento de agua industrial de esta manera se determinó un impacto de nivel N° 4 (Alerta o Medio), realizando la valorización de sus aspectos ambientales y aplicando nuevas tecnologías se redujo este impacto a Nivel N° 1 (Tolerable o Bajo).

- Se concluye que la medición inicial de la huella de carbono del servicio de abastecimiento de agua industrial fue de 2749,67 tCO<sub>2</sub>eq y la medida final fue de 1336.04 tCO<sub>2</sub>eq, lo que permitió conocer el impacto de los controles ambientales evidenciando una reducción desde el último mes del periodo N° 1 (mes de marzo 2020) hasta el periodo N° 2 (marzo 2021) del 63.6 %.
- En este informe de investigación final se establecieron medidas de control ambiental para la contratista ANGELES MYC influyendo significativamente en el ahorro de recursos del servicio de abastecimiento de agua industrial, para el caso del Biodiesel B5 y al agua industrial el consumo de estos recursos se redujo en un 52.7 % y 52.3 % respectivamente, bajo esta perspectiva se concluye que se ahorró más de la mitad de los recursos necesarios para la operación.

## VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar el seguimiento constante de la valorización de los aspectos ambientales y la eficacia de la aplicabilidad de las tecnologías que suman de forma significativa para la reducción de la huella de carbono.
- Se recomienda la evaluación de la adquisición de plataformas SAP® Product Footprint Management para el cálculo de la huella de carbono de toda la cadena de valor del presente servicio y de todas las actividades en su conjunto.
- Se deberá aplicar nuevas tecnologías en cuanto al cambio de la matriz energética en relación con el uso del biodiesel B5 como principal fuente de combustible.
- Se recomienda evaluar y valorizar los niveles de impacto de los aspectos ambientales con metodologías digitalizadas con un mayor manejo de Big-data como la aplicación de visualizaciones avanzadas con Power Bi.
- Se deberá realizar actualizaciones de comparación con respecto a las suscritas en el inventario nacional de gases de efecto invernadero (INGEI) ya que solo se cuenta con información del 2016.
- Se recomienda realizar la implementación de herramientas digitales para obtener información del consumo de recursos de esta manera poder dar un seguimiento holístico de todos los activos consumidos en el servicio.

## REFERENCIAS

1. LEVASSEUR, Antonie [et al.]. Estimation of hydroelectric reservoir greenhouse gas emissions, *Renewable and Sustainable Energy Reviews: Improving the accuracy of electricity carbon footprint*, 2021. vol. 136. ISSN 1364-0321.
2. EDEMILSON, James [et al.]. Energy, carbon and water footprints on agricultural machinery, 2020. 304-322 pp. ISSN 1537-5110.
3. KAUFFMAN, John [et al.]. The jumbo carbon footprint of a shrimp: carbon losses from mangrove deforestation. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2017. 1482. pp
4. JEMYUNG Lee [et al.]. The scale and drivers of carbon footprints in households, cities and regions across India: *Global Environmental Change*, 2021. 66 pp. ISSN 0959-3780.
5. CLAVREUL Julie [et al.]. Intra- and inter-year variability of agricultural carbon footprints – A case study on field-grown tomatoes: 158<sup>a</sup> ed. *Journal of Cleaner Production*, 2017. 156-164 pp. ISSN 0959-6526.
6. KANEMOTO Keiichiro [et al.]. Carbon-Footprint Accounting for the Next Phase of Globalization: Status and Opportunities. 1<sup>a</sup> ed. *One Earth*, 2019. 35-38 pp. ISSN 2590-3322.
7. LUCA Panzone. The impact of environmental recall and carbon taxation on the carbon footprint of supermarket shopping. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2018. 102-137 pp. ISSN 0095-0696
8. AWANTHI Maggi. [et al.]. Carbon Footprint of an Organization: a Tool for Monitoring Impacts on Global Warming. 212<sup>a</sup> ed. *Procedia Engineering*, 2018. 729-735 pp. ISSN 1877-7058.
9. PINHEIRO Rodrigo [et al.]. Projecting the carbon footprint of tourist accommodation at the 2030 FIFA World Cup™. 1<sup>a</sup> ed. *Cleaner and Responsible Consumption*, 2020. 104 pp. ISSN 2666-7843.

10. ZAHOOR, Ahmed [et al.]. Does globalization increase the ecological footprint? Empirical evidence from Malaysia. 26<sup>a</sup> ed. Environmental Science and Pollution Research, 2019. 18 pp.  
ISSN 1614-7499.
11. MAHAPATRA, Santosh [et al.]. An assessment of factors contributing to firms' carbon footprint reduction efforts, 235<sup>a</sup> ed. International Journal of Production Economics, 2021. 73 – 128 pp.  
ISSN 0925-5273.
12. SUDIP, Kumar Pal [et al.]. A life cycle approach to optimizing carbon footprint and costs of a residential building, 123<sup>a</sup> ed. Finland: Building and Environment, 2017. 146-162 pp.  
ISSN 0360-1323.
13. FILIMONAU, Viachaslau [et al.]. The carbon footprint of a UK University during the COVID-19 lockdown, 756<sup>a</sup> ed. UK: Science of The Total Environment, 2021. 143pp.  
ISSN 0048-9697.
14. HUANG, Wei [et al.]. Carbon Footprint and Carbon Emission Reduction of Urban Buildings, 198<sup>a</sup> ed. China: Procedia Engineering, 2017. 1007-1017 pp.  
ISSN 1877-7058.
15. YUE, Wencong [et al.]. Carbon Footprint of Copying Paper: Considering Temporary Carbon Storage Based on Life Cycle Analysis, 105<sup>a</sup> ed. LCA: Energy Procedia, 2017. 3752-3757 pp.  
ISSN 1876-6102.
16. ACQUATELLA, J. Racionalidad económica de los mecanismos de flexibilidad en el marco del protocolo de Kyoto. División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos, 2000. 526 pp.
17. AMBRÓS, Lieber [et al.]. “Criterios de selección de un estándar para la medida de huella de carbono”. Proyecto final de máster en Ingeniería y Gestión Medioambiental. Escuela de Organización Industrial, Madrid, 2012. 156 pp.
18. BARRIENTOS, Eraldo. “Medida de la Huella de Carbono en una empresa de Fabricación de Briquetas” Trabajo de Titulación para optar el título de Ingeniero Forestal. Universidad Agraria La Molina. Lima, 2014. 102 pp.

19. BRITO, Oscar. "Diagnóstico de implementación de metodología de cálculo de la huella de agua y huella de carbono en empresa DSM". Chile, 2011. 56-89 pp.
20. BURGA, Guido Y Ordoñez. "Medida de la Huella de carbono en un Parque Temático con propuesta de reducción y Mitigación de Gases de Efecto Invernadero" Trabajo de Titulación para optar el título de Ingeniero en Gestión Empresarial. Universidad Agraria La Molina. Lima, PE, 2014. 15 – 78 pp.
21. BUSTAMANTE, M. "Cuantificación del Carbono Capturado por plantaciones de Guadua angustifolia Kunth en el distrito de la Florida, Cajamarca, 2014.
22. CMNUCC. Convenio Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático, EUA:
23. CONAMA (Congreso Nacional del Medio Ambiente – Chile). Metodología para el cálculo de la Huella Ecológica en Universidades, Chile, 2008. 16 pp.
24. CRUZ, H. Biomasa y atrapamiento de Carbono en Bambú Guadua, Guiana, 2010. 9-18 pp.
25. ECHAGÜE, G. 2006. Cambio climático: Hacia un nuevo modelo energético. Colegio Oficial de Físicos. ES. 116 pp.
26. ENCC (Estrategia Nacional ante el cambio Climático). Ministerio del Ambiente. Lima, Perú, 2015. 9-11 pp.
27. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Las posibilidades de financiación del carbono para la agricultura, la actividad forestal y otros proyectos de uso de la tierra en el contexto del pequeño agricultor. Departamento de Gestión de Recursos Naturales y Medio Ambiente. Roma, 2010. 655 pp.
28. FONAM (Fondo Nacional del Ambiente – Perú). 2004. El Mecanismo de Desarrollo Limpio – MDL Guía Práctica para desarrolladores de Proyectos, Lima, Perú.
29. FONAM (Fondo Nacional del Ambiente – Perú). 2009. Modelo del Cálculo del Factor de Emisiones en la Red Eléctrica Peruana Año 2007. Lima, Perú.
30. FORSTER, Peter [et al.]. Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. En: "The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change". (Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M. y Miller, H.L. eds). Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom and New York, USA, 211-216 pp.

31. GARCÍA, Gabriel. Huella de carbono. AEC. Comité de medio ambiente, México, 2013. 8 - 256 pp.
32. IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales). Benavides Henry & León, Gloria Esperanza. Información técnica sobre el cambio climático y los gases de efecto invernadero, 2007. 116 pp.
33. ICFPA (International Council of Forest and Paper Associations). Calculation Tools for Estimating Greenhouse Gas Emissions from Wood Product Facilities. Washington DC, Estados Unidos de América, 2005. 1-127 pp.
34. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Segunda Evaluación Cambio Climático. Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el cambio climático. IPCC, Roma, Italia, 2005. 81 pp.
35. IPCC (intergovernmental Panel on climate Change). Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero - versión revisada en panorama general de las directrices del IPCC. Vol II. IPCC, London, Reino Unido, 1996. 152 pp.
36. UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). 2007. Unidos Por el Clima. Guía de la convención sobre cambio climático y el protocolo de kyoto, 2007. 26 pp.
37. VITERI, Augusto. Calculo de la huella de carbono de la facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito-Ecuador, 2013. 665 pp.
38. WBCSD-WRI (World Business Council for Sustainable Development & World Resources Institute). Protocolo de Gases de Efecto Invernadero. Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte. Washington DC, Estados Unidos de América, 2004. 625 pp.
39. WRI (World Resources Institute). GHG Protocol Tool for Mobile Combustion (v 2.0). Washington DC, Estados Unidos de América, 2008. 152 pp.
40. WBCSD-WRI (World Business Council for Sustainable Development & World Resources Institute). Indirect CO<sub>2</sub> emissions from the Consumption of Purchased Electricity, Heat, and/or Steam (v 4.0). Washington DC, Estados Unidos de América, 2010. 8 – 123 pp.

## ANEXOS

### Anexo 01: Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE	DIMENSION	INDICADORES	METODOLOGIA
¿De qué manera la evaluación de la huella de carbono del servicio de abastecimiento de agua industrial impactará en la valorización de los aspectos ambientales de la contratista ANGELES MYC, Marcona, Ica 2021?	Evaluar la huella de carbono del servicio de abastecimiento de agua industrial y su impacto en la valorización de sus aspectos ambientales de la contratista ANGELES MYC, Marcona, Ica 2021.	La huella de carbono del servicio de abastecimiento de agua industrial influye en la valorización de los aspectos ambientales de la contratista ANGELES MYC, Marcona, Ica 2021.	<b>Independiente. X</b> Impacto de la Huella de Carbono del servicio de abastecimiento de agua industrial	Niveles de emisiones directas e indirectas	Toneladas Equivalentes de CO2 (Diésel B5, consumo de agua y generación de RRSS)	<b>Tipo de investigación:</b> La presente tesis es de tipo Aplicada, ya que está orientada a resolver el problema que se presenta en los procesos productivos y en el consumo de bienes y servicios de la presente actividad, a la vez está orientada a mejorar el funcionamiento de los procesos de acuerdo con la aplicación de los avances tecnológicos existentes (Ñauas, 2013, p. 69-70). <b>Diseño:</b> El diseño de la tesis entra en los criterios de la no experimental, ya que se observa el fenómeno en su ambiente natural para analizarlos, no se manipularán las variables. (Sampieri. 2014, 6ta edición p.152). Nivel: Descriptivo <b>Enfoque:</b> Cuantitativos <b>Técnica:</b> Observación de campo directa. Análisis Documental <b>Ficha 1:</b> Ficha Determinación Huella de Carbono
				Niveles de Consumo de recursos	Volumen de Combustible (Diésel B5 y Agua industrial)	
				Niveles de generación de residuos sólidos	Masa de Residuos Sólidos	
PE1: ¿Cuáles serán las fuentes de emisiones directas e indirectas de gases de efecto invernadero del servicio de abastecimiento de agua industrial de la contratista ANGELES MYC? PE2: ¿Cuáles son los niveles de consumo de recursos y generación de residuos sólidos en relación con el tipo de emisión directa e indirecta del servicio de abastecimiento de agua industrial de la contratista ANGELES MYC?	OE1: Identificar las fuentes de emisiones directas e indirectas del servicio de abastecimiento de agua industrial de la contratista ANGELES MYC. OE2: Calcular los niveles de consumo de recursos y generación de residuos sólidos en relación con el tipo de emisión directa e indirecta del servicio de abastecimiento de agua industrial de la contratista ANGELES MYC.	HE1: El diagnóstico inicial permitirá identificar las fuentes de emisión directas e indirectas de los gases de efecto invernadero del servicio de abastecimiento de agua industrial de la contratista ANGELES MYC. HE2: Los niveles de consumo de recursos y generación de residuos sólidos en relación con el tipo de emisión directa e indirecta del servicio de abastecimiento de agua industrial presentarán niveles significativamente altos.	<b>Dependiente. Y</b> Valorización de Aspectos Ambientales	Severidad Ambiental	Peligrosidad al medioambiente  Cumplimiento legal y reputación de la empresa	
PE3: ¿Cuál es la medida inicial y final de la huella de carbono del servicio de abastecimiento de agua industrial de la contratista ANGELES MYC? PE4: ¿Cuáles son los resultados que se obtienen de la valoración de los aspectos ambientales, según su severidad y probabilidad del servicio de abastecimiento de agua industrial de la contratista ANGELES MYC? PE5: ¿De qué manera las medidas de control ambiental de la contratista ANGELES MYC influirán en el ahorro de recursos del servicio de abastecimiento de agua industrial?	OE3: Calcular la medida inicial y final de la huella de carbono del servicio de abastecimiento de agua industrial de la contratista ANGELES MYC. OE4: Calcular el impacto del servicio de abastecimiento de agua industrial mediante la valoración de los aspectos ambiental de acuerdo con la severidad y probabilidad de la contratista ANGELES MYC. OE5: Establecer medidas de control ambiental para la contratista ANGELES MYC para influir en el ahorro de recursos del servicio de abastecimiento de agua industrial.	HE3: La medida inicial y final de la huella de carbono del servicio de abastecimiento de agua industrial permitirá conocer la eficacia de los controles ambientales. HE4: El cálculo de la severidad y probabilidad permitirá estimar la valoración del impacto de los aspectos ambientales de la contratista ANGELES MYC HE5: Las medidas de control de la contratista ANGELES MYC influirán significativamente en el ahorro de recursos del servicio de abastecimiento de agua industrial.		Probabilidad Ambiental	Probabilidad	
				Impacto Ambiental	Valorización del Impacto del aspecto ambiental	

## Anexo 02: Formato N° 01 – Ficha N° 01: Determinación Huella de Carbono



Ficha N° 01: Determinación Huella de Carbono															
Título : "Evaluación de la huella de carbono de la contratistas ANGELES MYC y su nivel de impacto en el desempeño ambiental del servicio de abastecimiento de agua industrial"															
Objetivo N° 01: Estimar la <b>huella de carbono</b> de la contratista ANGELES MYC y el impacto sobre la generación de los gases de <b>efecto invernadero</b> que produce el servicio de abastecimiento de agua industrial.															
<b>Ubicación</b> Departamento: Ica Provincia: Nazca Distrito : San Juan de Marcona		<b>Ubicación Georeferencial:</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Coordenadas UTM - WGS84</th> </tr> <tr> <th>Este</th> <th>Norte</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>490377.02</td> <td>8326475.98</td> </tr> <tr> <td>490476.90</td> <td>8326376.48</td> </tr> <tr> <td>490492.68</td> <td>8326346.40</td> </tr> <tr> <td>490371.90</td> <td>8326428.88</td> </tr> </tbody> </table>		Coordenadas UTM - WGS84		Este	Norte	490377.02	8326475.98	490476.90	8326376.48	490492.68	8326346.40	490371.90	8326428.88
Coordenadas UTM - WGS84															
Este	Norte														
490377.02	8326475.98														
490476.90	8326376.48														
490492.68	8326346.40														
490371.90	8326428.88														
Empresa: Ángeles MYC SAC															
Responsable : Jenner Bobbyo Vargas															
Fecha : 17 - 04 - 2021															
Alcance I: Tipo de Emisiones (ISO 14064-1:2018)															
Tipo de Emisiones	Unidades	Tipo de Recurso	Tipo o Uso												
Directa	10000 Amarrilla - Amelican	B5 - Diesel	Agua Industrial Nivel												
Directa	Linamas y Auxilios	B5 - Diesel	Agua Industrial												
Directa	Linamas y Auxilios	B5 - Diesel	Agua Industrial												
Alcance II: Calculo Huella de Carbono (ISO 14064-1:2018)															
Tipo de Recurso	Cantidad / Unidad	Generación TCO <sub>2eq</sub>													
Diesel - B5	20811 g/l	202.47													
Diesel - B5	22304 g/l	222.35													
Diesel - B5	20672 g/l	206.08													
Diesel - B5	20303 g/l	202.40													
Diesel - B5	20071 g/l	200.07													
Diesel - B5	19139 g/l	193.79													

  
**Jenner A. Bobbyo Vargas**  
 SUPERVISOR HSE  
 ANGELES MYC SAC

<b>Ficha N° 01: Determinación Huella de Carbono</b>															
Título : "Evaluación de la huella de carbono de la contratistas ANGELES MYC y su nivel de impacto en el desempeño ambiental del servicio de abastecimiento de agua industrial"															
Objetivo N° 01: Estimar la <b>huella de carbono</b> de la contratista ANGELES MYC y el impacto sobre la generación de los gases de <b>efecto invernadero</b> que produce el servicio de abastecimiento de agua industrial.															
<b>Ubicación</b>		<b>Ubicación Georeferencial:</b>													
Departamento: Ica		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Coordenadas UTM - WGS84</th> </tr> <tr> <th>Este</th> <th>Norte</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>490337.00</td> <td>8326475.98</td> </tr> <tr> <td>490415.98</td> <td>8326176.48</td> </tr> <tr> <td>490492.88</td> <td>8325866.40</td> </tr> <tr> <td>490571.90</td> <td>8326438.86</td> </tr> </tbody> </table>		Coordenadas UTM - WGS84		Este	Norte	490337.00	8326475.98	490415.98	8326176.48	490492.88	8325866.40	490571.90	8326438.86
Coordenadas UTM - WGS84															
Este	Norte														
490337.00	8326475.98														
490415.98	8326176.48														
490492.88	8325866.40														
490571.90	8326438.86														
Provincia: Nazca															
Distrito : San Juan de Marcona															
<b>Empresa: Ángeles MYC SAC</b>															
<b>Responsable : Jenner Bobbyo Vargas</b>															
<b>Fecha : 17 - 04 - 2021</b>															
<b>Alcance I: Tipo de Emisiones (ISO 14064-1:2018)</b>															
Tipo de Emisiones	Unidades	Tipo de Recurso	Tipo o Uso												
Directa	Linea Armazones y Auxiliar	BS-Diesel	Agua Industrial												
Directa	Auxiliares y Livianos	BS-Diesel	Agua Industrial												
Directa	Auxiliar y Maquina	BS-Diesel	Agua Industrial												
<b>Alcance II: Calculo Huella de Carbono (ISO 14064-1:2018)</b>															
Tipo de Recurso	Cantidad / Unidad	Generación TCO <sub>2eq</sub>													
Diesel - BS	9656 g/l	26.26													
Diesel - BS	12406 g/l	183.44													
Diesel - BS	13880 g/l	188.22													
Diesel - BS	17974 g/l	179.74													
Diesel - BS	2011 g/l	20.06													
Diesel - BS	28567 g/l	284.76													

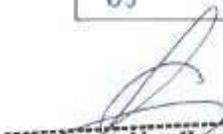


J. A. Bobbyo Vargas  
 SUPERVISOR MSE  
 ANGELES MYC SAC

<b>Ficha N° 01: Determinación Huella de Carbono</b>															
<b>Título : "Evaluación de la huella de carbono de la contratistas ANGELES MYC y su nivel de impacto en el desempeño ambiental del servicio de abastecimiento de agua industrial"</b>															
<b>Objetivo N° 01:</b> Estimar la <b>huella de carbono</b> de la contratista ANGELES MYC y el impacto sobre la generación de los gases de <b>efecto invernadero</b> que produce el servicio de abastecimiento de agua industrial.															
<b>Ubicación</b>		<b>Ubicación Georeferencial:</b>													
Departamento: Ica		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Coordenadas UTM - WGS 84</th> </tr> <tr> <th>Este</th> <th>Norte</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>490337.02</td> <td>6326475.58</td> </tr> <tr> <td>490476.98</td> <td>6326378.48</td> </tr> <tr> <td>490482.58</td> <td>6326346.40</td> </tr> <tr> <td>490371.90</td> <td>6326438.86</td> </tr> </tbody> </table>		Coordenadas UTM - WGS 84		Este	Norte	490337.02	6326475.58	490476.98	6326378.48	490482.58	6326346.40	490371.90	6326438.86
Coordenadas UTM - WGS 84															
Este	Norte														
490337.02	6326475.58														
490476.98	6326378.48														
490482.58	6326346.40														
490371.90	6326438.86														
Provincia: Nazca															
Distrito : San Juan de Marcona															
<b>Empresa: Ángeles MYC SAC</b>															
<b>Responsable : Jenner Bobbyo Vargas</b>															
<b>Fecha : 17 - 04 - 2021</b>															
<b>Alcance I: Tipo de Emisiones (ISO 14064-1:2018)</b>															
Tipo de Emisiones	Unidades	Tipo de Recurso	Tipo o Uso												
Directa	litros Arrancada	Diesel - B5	Agua Industrial												
Directa	litros Arrancada	Diesel - B5	Agua Industrial												
Directa	litros Arrancada	Diesel - B5	Agua Industrial												
<b>Alcance II: Calculo Huella de Carbono (ISO 14064-1:2018)</b>															
Tipo de Recurso	Cantidad / Unidad	Generación TCO <sub>2eq</sub>													
Diesel	16317 gl	964.65													
Diesel	10761 gl	107.28													
Diesel	8438 gl	84.12													
Diesel	3096 gl	50.81													
Diesel	10894 gl	103.44													
Diesel	11626 gl	108.10													

  
**Jenner A. Bobbyo Vargas**  
 SUPERVISOR HSE  
 ANGELES MYC SAC

<b>Ficha N° 01: Determinación Huella de Carbono</b>															
<b>Título : "Evaluación de la huella de carbono de la contratistas ANGELES MYC y su nivel de impacto en el desempeño ambiental del servicio de abastecimiento de agua industrial"</b>															
<b>Objetivo N° 01:</b> Estimar la <b>huella de carbono</b> de la contratista ANGELES MYC y el impacto sobre la generación de los gases de <b>efecto invernadero</b> que produce el servicio de abastecimiento de agua industrial.															
<b>Ubicación</b>		<b>Ubicación Georeferencial:</b>													
Departamento: Ica		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Coordenadas UTM - WGS84</th> </tr> <tr> <th>Este</th> <th>Norte</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>490327.02</td> <td>832647.30</td> </tr> <tr> <td>490306.98</td> <td>832618.40</td> </tr> <tr> <td>490403.88</td> <td>832656.40</td> </tr> <tr> <td>490371.90</td> <td>832648.30</td> </tr> </tbody> </table>		Coordenadas UTM - WGS84		Este	Norte	490327.02	832647.30	490306.98	832618.40	490403.88	832656.40	490371.90	832648.30
Coordenadas UTM - WGS84															
Este	Norte														
490327.02	832647.30														
490306.98	832618.40														
490403.88	832656.40														
490371.90	832648.30														
Provincia: Nazca															
Distrito : San Juan de Marcona															
<b>Empresa: Ángeles MYC SAC</b>															
<b>Responsable : Jenner Bobbyo Vargas</b>															
<b>Fecha : 17 - 04 - 2021</b>															
<b>Alcance I: Tipo de Emisiones (ISO 14064-1:2018)</b>															
Tipo de Emisiones	Unidades	Tipo de Recurso	Tipo o Uso												
Directa	litros Amoníaco	B5	Agua Industrial												
Directa	Amónia - bioetanol	B5	Agua Industrial												
Directa	Amónia - bioetanol	B5	Agua Industrial												
<b>Alcance II: Calculo Huella de Carbono (ISO 14064-1:2018)</b>															
Tipo de Recurso	Cantidad / Unidad	Generación TCO <sub>2eq</sub>													
B5	13617g/l	135.75													
B5	13277	132.36													
B5	12282	122.44													
B5	13506	134.65													
B5	1472	14.49													
B5	6134	61.15													

  
**Jenner A. Bobbyo Vargas**  
 SUPERVISOR HSE  
 ANGELES MYC SAC



Anexo 4: Formato N° 3 Parte diario de abastecimiento de Combustible

 <b>VALE DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE</b> <b>ANGELES</b> <small>MINISTERIO DE CONSTRUCCION</small> Jr. Saavedra N° 479 Telf: 076 - 348628 Fax: 076 - 388179 Copacabana					
			SERIE 1	<b>N° 006351</b>	
<b>DIA</b>	<b>MES</b>	<b>AÑO</b>	<b>TURNO</b>	<b>DIA</b>	<b>NOCHE</b>
			<b>HORA</b>		AM
					PM
<b>CONTRATISTA</b>					
<b>OPERADOR</b>					
<b>CÓDIGO EQUIPO</b>			<b>HOROMETRO</b>		
<b>LUGAR DE ABASTECIMIENTO</b>					
<b>CANTIDAD DE ABASTECIMIENTO EN GALONES</b>					
	<i>GASOLINA 84</i>			<i>GASOLINA 95</i>	
	<i>GASOLINA 90</i>			<i>PETRÓLEO</i>	
	<i>MEZCLA</i>		<i>OTRO</i>		
<b>OBSERVACIONES</b>					
<b>ENTREGADO POR</b>			<b>RECIBIDO POR</b>		
Nombre:			Nombre:		
Firma:			Firma:		
N° Fotocheck:			N° Fotocheck:		



Anexo 6: Formato N° 5 Declaración Jurada de autorización para la realización y difusión de resultados de la investigación



DJJ02-EN-2021

**DECLARACION JURADA**

**AUTORIZACIÓN PARA LA REALIZACIÓN Y DIFUSIÓN DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

Por medio del presente documento el suscrito (a), **Juan Miguel Ángeles Vargas**, identificado con DNI N° 26709095, en calidad de representante legal de Ángeles Minería y Construcción SAC con RUC N° 20453537537 con domicilio legal en JR. SUCRE N° 479 – CAJAMARCA, autorizo a **Jenner Anthony Bobbyo Vargas**, identificado con DNI N° 47683451 a realizar y la investigación titulada "**Evaluación de la huella de carbono del servicio de abastecimiento de agua industrial y su nivel de impacto en la valorización de sus aspectos ambientales de la contratista Ángeles MYC, Marcona, Ica 2021**" y a difundir los resultados de la investigación utilizando el nombre de la empresa Ángeles Minería y Construcción SAC, en su abreviatura Ángeles MYC SAC.

**Ciudad de San Juan de Marcona, provincia de Nazca departamento de Ica**

**30 de Julio del 2021**

Ángeles Minería y Construcción S.A.C.  
  
Juan Miguel Angeles Vargas  
Gerente General

## Anexo 7: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Dr. EUSTERIO HORACIO ACOSTA SUASNABAR**

1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV-LN

1.3. Especialidad o línea de investigación: **Docente e investigador/UCV Lima Norte**

1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha N° 01: Determinación Huella de Carbono**

1.5. Autor de Instrumento: **Bobbyo Vargas, Jenner Anthony**

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.									X				
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.									X				
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									X				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.									X				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.									X				
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.									X				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.									X				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.									X				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									X				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.									X				

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

X
-----



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
CIP N° 25450

80%

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Lima, 10 de marzo de 2021

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Ing. Castro Tena, Lucero**  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV-LN  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Docente e investigador/UCV Lima Norte**  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha N° 01: Determinación Huella de Carbono**  
 1.5. Autora de Instrumento: **Bobby Vargas, Jenner Anthony**

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

### V. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

X
-----

### VI. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%
-----

  
 LUCERO KATHERINE CASTRO TENA  
 DNI: 70837735  
 CIIP: 162994

Lima, 10 de julio de 2021

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### VII. DATOS GENERALES

1.6. Apellidos y Nombres: **Ing. Holguín Aranda, Luis**

1.7. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV-LN**

1.8. Especialidad o línea de investigación: **Docente e investigador/UCV Lima Norte**

1.9. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha N° 01: Determinación Huella de Carbono**

1.10. Autora de Instrumento: **Bobby Vargas, Jenner Anthony**

### VIII. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										x			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										x			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										x			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										x			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										x			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										x			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										x			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										x			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										x			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										x			

### IX. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

X
-----

### X. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85 %
------

  
**LUIS FERMÍN  
HOLGUÍN ARANDA  
INGENIERO AMBIENTAL  
Reg. CIP. N° 111711**

Lima, 16 de julio de 2021

<b>Ficha N° 01: Determinación Huella de Carbono</b>															
Título : "Evaluación de la huella de carbono del servicio de abastecimiento de agua industrial y su nivel de impacto en la valorización de sus aspectos ambientales de la contratista Ángeles MYC"															
Objetivo N° 01: Estimar la <b>huella de carbono</b> del servicio de abastecimiento de agua industrial y su nivel de impacto en la valorización de sus aspectos ambientales de la contratista Ángeles MYC															
<b>Ubicación</b> Departamento: Ica Provincia: Nazca Distrito : San Juan de Marcona		<b>Ubicación Georeferencial:</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Coordenadas UTM – WGS84</th> </tr> <tr> <th>Este</th> <th>Norte</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>490337.02</td> <td>8326475.98</td> </tr> <tr> <td>490476.98</td> <td>8326578.48</td> </tr> <tr> <td>490492.68</td> <td>8326546.80</td> </tr> <tr> <td>490371.90</td> <td>8326428.86</td> </tr> </tbody> </table>		Coordenadas UTM – WGS84		Este	Norte	490337.02	8326475.98	490476.98	8326578.48	490492.68	8326546.80	490371.90	8326428.86
Coordenadas UTM – WGS84															
Este	Norte														
490337.02	8326475.98														
490476.98	8326578.48														
490492.68	8326546.80														
490371.90	8326428.86														
Empresa: Ángeles MYC SAC															
Responsable : Jenner Bobby Vargas															
Fecha : 17 – 04 – 202 1															
Alcance I: Tipo de Emisiones (ISO 14064-1:2018)															
<b>Tipo de Emisiones</b>	<b>Unidades</b>	<b>Tipo de Recurso</b>	<b>Tipo o Uso</b>												
Emisión Directa	Camión Cisterna	Diésel	Transporte de Agua												
Alcance II: Calculo Huella de Carbono (ISO 14064-1:2018)															
<b>Tipo de Recurso</b>	<b>Fecha</b>	<b>Cantidad (m³, Gl o Kg)</b>	<b>Generación tCO<sub>2eq</sub></b>												



LUCERO KATHERINE CASTRO TENA  
DNI:70837735  
CIIP: 162994



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
CIP N° 25450



LUIS FERMÍN  
HOLGUÍN ARANDA  
INGENIERO AMBIENTAL  
Reg. CIP. N° 111414

## Anexo 8: Fotografías de involucramiento – Servicio de Abastecimiento de agua industrial



**Coordinación con contratistas sobre la identificación de aspectos ambientales en sus actividades**



**Publicación de afiches para la concientización del ahorro de agua**



**Publicación de afiches en las cisternas sobre concientización del uso del agua**



**Planta desalinizada – primera tecnología ambiental aplicada**

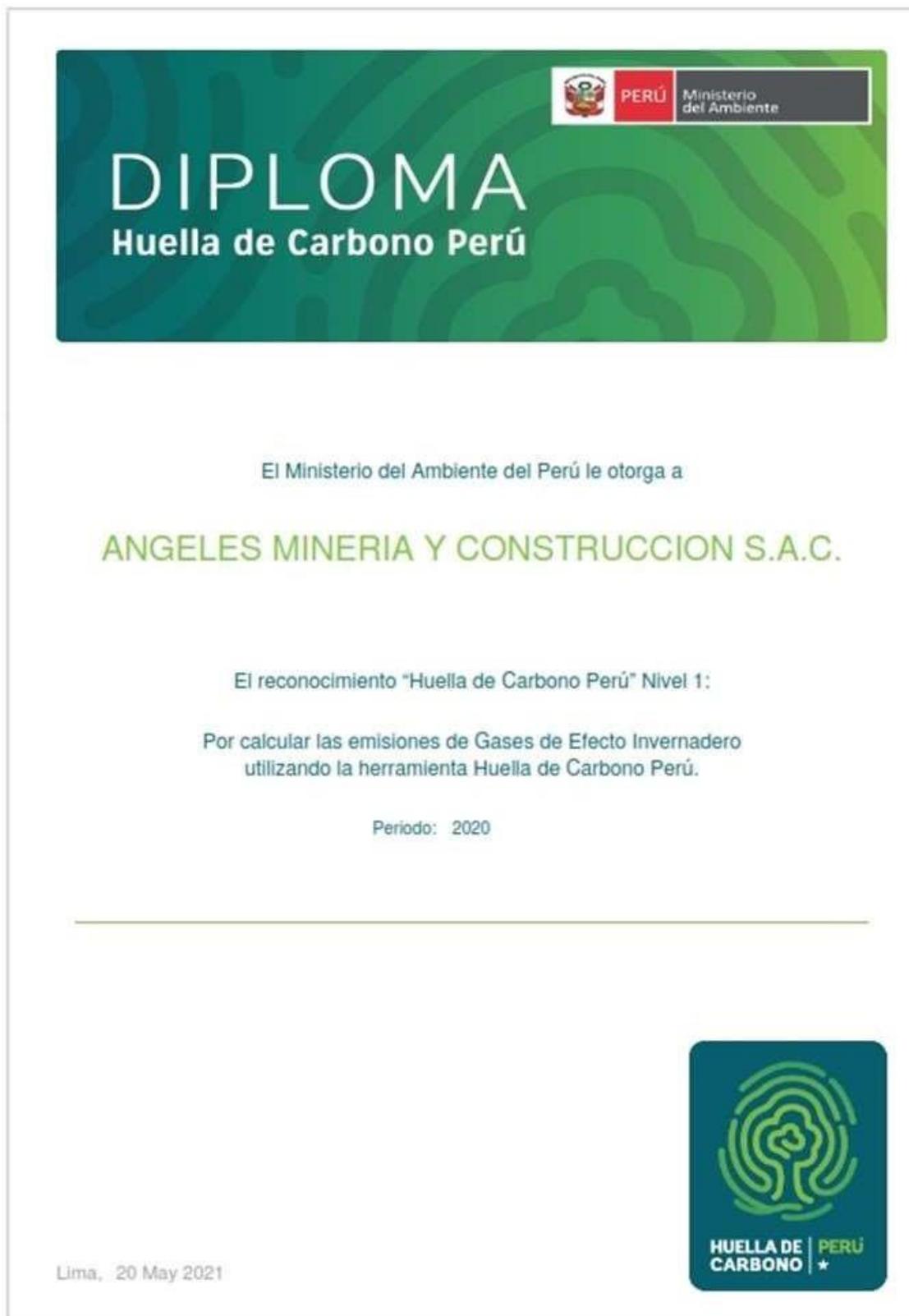


**Recarga de agua de planta de potabilización de agua**



**Aplicación de aditivo H4, cloruro de magnesio. Para control de polvo**

Anexo 9: Diploma de reconocimiento – medición de huella de carbono Ángeles MYC SAC



## Anexo 10: Uso aditivo NEO SOIL DUST



# NEO SOIL DUST

AGENTE ESTABILIZADOR DE SUELOS Y CONTROLADOR DE POLVO

### Descripción

**NEO SOIL DUST** es un aditivo líquido compuesto por bio-polímeros, diseñado para mejorar las propiedades aglomerantes, controlar el polvo y estabilizar los suelos, produciendo una superficie durable y resistente.

El **NEO SOIL DUST** tiene propiedades adhesivas, que enlazan las partículas superficiales formando una superficie más densa, más compacta.

### Aplicaciones principales

- Caminos de suelo suelto y gravoso.
- Caminos no pavimentados.
- Caminos elaborados con agregados manufacturados.
- Para Taludes y pilas stock (materiales sueltos).
- Cuando se requiera minimizar la emisión de polvo.
- Para todo tipo de obra (civil y carreteras).

### Beneficios

- Proporciona una mejor superficie, disminuyendo el lavado del suelo por agentes como la lluvia y humedad.
- Reduce el costo de mantenimiento y reparación de caminos.
- Reduce la erosión.
- Disminuye la permeabilidad del suelo reduciendo la formación de pozas y barro, mejorando la seguridad en la conducción.
- Forma una superficie compacta y firmemente aglomerada, mejorando la tracción, confort y seguridad de los vehículos que transitan la vía.
- Los caminos tratados con el producto pueden ser utilizados inmediatamente después de su aplicación, permitiendo disponibilidad máxima de la vía de tránsito.

### Propiedades

Apariencia : Líquido

Color : Marrón claro

pH : 4.70 +/- 0.5

Densidad : 1.182 +/- 0.01 g/ml

### Instrucciones de uso

Para uso como sellado superficial, aplique por dispersión de 0.15 a 1.8 litros por m<sup>2</sup>, posterior a una nivelación que permita la eliminación de boches y resaltes, además de proporcionar una superficie perfilada y pendiente adecuada para un drenaje óptimo del agua de lluvia. En general, se debe repetir la aplicación con cierta periodicidad (alrededor de seis meses), dependiendo del tránsito de vehículos en número y su carga relacionada.

Para un resultado óptimo, se recomienda tener material suelto en la superficie para que pueda compactarse después de la aplicación de NEO SOIL DUST, permitiendo tener una carpeta de rodado uniforme de 3 pulgadas de espesor. Este material suelto debe tener como mínimo una humedad inicial de alrededor de 5%, de lo contrario, **NEO SOIL DUST** no quedará adecuadamente homogeneizado, disminuyendo la posibilidad de un tratamiento exitoso.

En ocasiones, la aplicación posterior de un sellado superficial con **NEO SOIL DUST** puede ser necesaria, para lo cual se debe aplicar, por dispersión, una dosis de 1 a 1,5 litros por m<sup>2</sup>.

PAVIMENTOS

## NEO SOIL DUST

AGENTE ESTABILIZADOR DE SUELOS Y CONTROLADOR DE POLVO

### 000 Dosificación

El **NEO SOIL DUST** puede ser utilizado en una dosificación de 0.15 – 1.8 l/m<sup>2</sup>, de acuerdo a las características deseadas. Se recomienda hacer aplicaciones previas para establecer la dosis apropiada.

Clasificación del suelo	Primera aplicación (l/m <sup>2</sup> )	Aplicación para mantenimiento (l/m <sup>2</sup> )
Para supresión de polvo		
- Suelos Arcillosos	0.25 – 0.50	0.15 – 0.25
- Suelos Arenosos	0.50 – 1.00	0.25 – 0.50
Para estabilización de suelos		
	1.00 – 1.50	0.50 – 0.70

### 000 Presentación

**NEO SOIL DUST** se ofrece en cilindros de 250 kg y baldes de 20 kg

### 000 Precauciones / Restricciones

- Se debe proteger el **NEO SOIL DUST** contra el congelamiento.
- Es recomendable aplicar el producto cuando la superficie del suelo este ligeramente húmeda.
- Los resultados varían según las características físicas del suelo.
- No utilice aire para su agitación.
- En caso de dudas comunicarse con nuestro Departamento de Ingeniería respecto al uso del producto.
- Consultar la Hoja de Seguridad del producto si presenta efectos en la salud.

### 000 Manejo y Almacenamiento

Mantener en lugar seco y protegido de la humedad y exposición directa al calor.

**Vida útil de Almacenamiento:** 12 meses.



Programa para la aplicación de Aditivo NEO SOIL DUST y Monitoreo de partículas

Intervencion	Periodo 1 (2021)												Periodo 2 (2022)											
	may	jun	jul	ago	set	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	set	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr
Dosis de Impacto 1	■	■	■	■																				
Dosis de Conservacion 1				■	■	■	■	■																
Dosis de Conservacion 2							■	■	■	■	■													
Dosis de Conservacion 3										■	■	■	■	■										
Dosis de Impacto 2															■	■	■	■	■					
Dosis de Conservacion 4																	■	■	■	■	■			
Dosis de Conservacion 5																					■	■	■	■
Monitoreo de particulas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	

- Tiempo de ejecucion 25 días (Dosis de impacto)
- Tiempo de ejecucion 13 días (Dosis de conservación)
- Tiempo de cobertura 90 días
- Constante cada 15 días