TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

"ANÁLISIS DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR Y PROPUESTA DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN EN EL CONTEXTO DE LA COVID-19"

Tesis para optar al título profesional de:

INGENIERA AMBIENTAL

Presentado por:

Daniella Loayza Pastor (0000-0002-8149-3593)

Asesor:

Wilmer Lescano Lozada (0000-0002-8273-4969)

Lima – Perú

2023

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 13 de abril del 2023.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Mg. Ing. Mirtha Rosario Nazario Ramirez
Miembro: Mg. Lic. Vanessa Caldas Mundo
Miembro: Mg. Ing. Fabiola Herrera Oré

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

"ANÁLISIS DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR Y PROPUESTA DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN EN EL CONTEXTO DE LA COVID-19"

Presentada por la/el estudiante/bachiller:

- **Daniella Loayza Pastor**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Asesorado por: Mg. Ing. Wilmer Lescano Lozada

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño del estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental en la sustentación, concluyen de manera unánime (X) por mayoría simple ( ) calificar a:

Tesista: Daniella Loayza Pastor			Nota (en letras): (Quince)15
Aprobado (X)	Aprobado - Muy buena ( )	Aprobado - Sobresaliente ( )	Desaprobado ( )

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



Mg. Ing. Mirtha Rosario Nazario Ramirez
Presidente



Mg. Lic. Vanessa Caldas Mundo
Miembro 1



Mg. Ing. Fabiola Herrera Ore
Miembro 2



Mg. Ing. Wilmer Lescano Lozada
Asesor

T // (511) 610 6738
informes@cientifica.edu.pe
cientifica.edu.pe

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS / TRABAJO DE INVESTIGACIÓN[1]

Lima, 26 de junio del 2023

Señor,
Dr. Carlos Zavalaga Reyes

Director General de Investigación, Desarrollo e Innovación
Universidad Científica del Sur
Presente. –

De nuestra consideración,

Yo: Daniella Loayza Pastor, egresada de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con el asesor de tesis Wilmer Lescano Lozada, declaramos que este informe final de tesis/trabajo de investigación titulado: Análisis de la huella de carbono de la Universidad Científica del Sur y propuesta de alternativas de mitigación en el contexto de la COVID-19, sustentado para obtener el título profesional de Ingeniero Ambiental es original.

Es decir, no contiene plagio parcial ni total, cuando se utilizó información de fuentes externas se reconoció la autoría mediante la adecuada citación y los resultados obtenidos son producto entero de mi investigación y no han sido falseados ni fabricados. Todo esto en cumplimiento del Código de ética en la investigación, Reglamento del Comité de Integridad Científica, Reglamento de Propiedad Intelectual, Normas y procedimientos de los trabajos de investigación para la obtención de títulos profesionales y grados académicos [2], que afirmamos conocer en su totalidad.

Por ello, en caso de identificarse alguna situación de plagio, falsificación o fabricación de resultados, nos allanamos al proceso de investigación que establezca la Universidad y las posibles sanciones que pudieran surgir.

Firmamos en conformidad con lo declarado,

Firma tesista
DNI: 74356087

Firma del asesor de tesis
DNI: 42825654

[1] En conformidad con la Resolución del Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD
[2] Los documentos están en: https://investigacion.cientifica.edu.pe/reglamentos/

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Análisis de la huella de carbono de la Universidad Científica del Sur y propuesta de alternativas de mitigación en el contexto de la COVID-19

Carbon footprint assessment of Universidad Científica del Sur and mitigation alternatives proposal in the context of COVID-19

Daniella Loayza Pastor [a] y Wilmer Lescano Lozada [b]

[a] *Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú. daniella.loayza.pastor@gmail.com*
[b] *ALWA Ingeniería Sostenible, Lima, Perú. wilmer.lescano@alwa.pe*

Resumen
Esta investigación tuvo como objetivo proponer medidas de mitigación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) del Campus Villa de la Universidad Científica del Sur tomando como punto de partida la medición de su huella de carbono (HC) del año 2020, el cual es considerado un año atípico debido a las restricciones por la COVID-19. Se aplicó la metodología planteada en el Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte del Protocolo de Gases de Efecto Invernadero y la ISO 14 064-1. Se obtuvo que las fuentes de emisiones más importantes en el año 2020 fueron el consumo de energía eléctrica (38.76%), transporte de alumnos, docentes y administrativos (31.20%), transporte de agua (19.17%), crianza de animales (6.26%) y viajes laborales (6.08%), respectivamente. Se propuso la instalación de paneles solares, concientizar sobre la eficiencia energética, promover el uso de movilidad sostenible, hacer la conexión a la red pública de agua potable y fomentar las conferencias virtuales como medidas de mitigación.

Palabras clave: huella de carbono; medidas de mitigación; GEI; Campus.

Abstract
This research aimed to propose mitigation measures for Greenhouse Gases (GHG) of the Campus Villa of the Universidad Científica del Sur based on the carbon footprint assessment for the year 2020, considered an atypical year due to the restrictions by the COVID-19. The methodology applied was proposed in the GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard and ISO 14 064-1. It was obtained that the most important sources of emissions in the year 2020 were the consumption of electrical energy (38.76%), transport of students, teachers, and administrative staff (31.20%), water transport (19.17%), livestock (6.26%) and work trips (6.08%), respectively. The installation of solar panels, raising awareness about energy efficiency, promoting the use of sustainable mobility, connecting to the public drinking water network, and promoting virtual conferences were proposed as mitigation measures.

Keywords: carbon footprint; mitigation measures; GHG; Campus.

1 Introducción

Desde el Acuerdo de París, países de todo el mundo se proponen metas con diferentes niveles de ambición que buscan reducir sus emisiones de GEI para conjuntamente mantener la anomalía de la temperatura media global muy por debajo de los 2°C en comparación con los niveles preindustriales [1]. Dichas metas son conocidas como las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC) de cada país y contienen acciones de mitigación y adaptación [1,2].

El Perú, siendo el tercer país más megadiverso y considerado "particularmente vulnerable" al cambio climático, ha cumplido con presentar dos metas ambiciosas en sus NDC, comprometiéndose a limitar sus emisiones, no condicionadamente, a 208.8 $MtCO_2eq$ (millones de toneladas de CO_2 equivalentes) y a 179 $MtCO_2eq$, condicionadamente al financiamiento internacional, al 2030 [3–5]. En este contexto, el Ministerio del Ambiente creó la herramienta Huella de Carbono Perú (HC Perú), la cual cuenta con un sistema de reconocimiento, a fin de registrar las emisiones GEI y fomentar las acciones de las empresas e instituciones para mitigar o compensar dichas emisiones [6].

La Universidad Científica del Sur (Científica), objeto de este estudio, cuenta con carreras en diversas áreas con un enfoque medioambiental y de sostenibilidad innovador para una universidad peruana [7]. Por ello, formó el Equipo de Sostenibilidad Ambiental, conformado por estudiantes, egresados y docentes; quienes se encargaron de elaborar la HC de los años 2019, 2020 y 2021 utilizando la herramienta HC Perú. Puesto que esta investigación tiene como objetivo proponer alternativas de mitigación de GEI de la Científica a partir del cálculo de la HC del 2020; se trabajó en conjunto con el Equipo de Sostenibilidad Ambiental.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

A fines del año 2019, se detectó en Wuhan, China, un brote de casos de "neumonía de causa desconocida" [8]. Investigaciones dictaminaron que se trataba de un nuevo coronavirus, denominado COVID-19; y, el 11 de marzo del 2020, se declaró una pandemia cuyo origen fue el coronavirus en mención [8].

El domingo 15 de marzo del 2020, mediante un mensaje a la Nación, el entonces presidente de la República del Perú, Martín Vizcarra, decretó que el país entero entraría a una cuarentena por dos semanas a partir del 16 de marzo para combatir la pandemia [9]. Se impuso varias restricciones durante la cuarentena, como el libre tránsito, las reuniones o cualquier evento que pueda generar aglomeraciones, e incluso se instauró inmovilizaciones obligatorias en horarios establecidos en todo el país. Asimismo, la cuarentena fue prorrogada en diversas ocasiones hasta el mes de julio, cuando empezaron a disminuir las restricciones de manera progresiva en las regiones y, posteriormente, se inició la reactivación de actividades de acuerdo al sector al que pertenecen las empresas [10,11]. El 16 de marzo, la Científica, como todo el Perú, se vio obligada a cerrar sus puertas y reinventarse para poder continuar con la enseñanza, esta vez virtual, en los ciclos 2020-1 y 2020-2.

Si bien el 2020 es considerado un año atípico para una medición de HC, debido a que solo se desarrollaron actividades con normalidad hasta el 15 de marzo; sí se continuaron algunas actividades durante el resto del año. Además, el verdadero objetivo de la HC es reducir las emisiones, lo que se consigue con el análisis periódico del indicador. Es por ello que la presente investigación considera imprescindible la medición de la HC del año 2020 de la Científica para poder proponer medidas de mitigación de sus emisiones, a fin de conseguir mantener la línea de sostenibilidad de la Universidad y contribuir con el compromiso planteado por el país.

2 Metodología

2.1 Huella de carbono (HC)

Se utilizó la metodología planteada en el Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte del Protocolo de Gases de Efecto Invernadero del World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) y el World Resources Institute (WRI) [12]. Además, se complementó con la Norma ISO 14 064-1:2018 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 [13].

2.1.1 Límites organizacionales

Para delimitar las instalaciones de la Científica que serán objeto de la medición de la HC se aplicó el enfoque de control operacional [12, 13]. Bajo el mismo, se contabilizó el total de las emisiones de GEI correspondientes al Campus Villa, que se encuentra bajo el control de la Científica.

2.1.2 Límites operacionales

Se definió los límites operacionales a través de los Alcances 1, "emisiones directas"; 2 "emisiones indirectas de consumo de electricidad adquirida", y 3, "otras emisiones indirectas" [12]. La ISO 14 064-1:2018 clasifica las fuentes de emisiones directas e indirectas en seis categorías [13], bajo las cuales también se presentan los resultados.

2.1.3 Identificación de fuentes

Mediante una revisión minuciosa de las actividades desarrolladas en el Campus Villa, se identificó las fuentes de emisiones y se clasificó las mismas dentro del alcance correspondiente (Tabla 1).

Tabla 1.
Fuentes de emisión identificadas y trabajadas en la HC.

Alcance	Fuente de emisión
Alcance 1	Generación de otra energía
	Aguas residuales
	Crianza de animales
	Uso de extintores de CO_2
Alcance 2	Consumo de energía eléctrica
Alcance 3	Transporte de alumnos, docentes y administrativos
	Generación de residuos sólidos
	Transporte de residuos sólidos
	Consumo de papel
	Viajes laborales

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

	Transporte de agua
Sumidero	Áreas verdes

Fuente: Los autores.

Algunas fuentes de emisiones fueron identificadas, pero excluidas del cálculo debido a diferentes motivos (Tabla 2).

Tabla 2.
Fuentes de emisión excluidas del cálculo.

Alcance	Fuente de emisión	Motivo de exclusión
Alcance 1	Uso de fertilizantes	No se adquirió fertilizantes en 2020
	Fugas de aire acondicionado	No se realizó recargas, bajas ni adquisiciones de equipos refrigerantes en 2020
Alcance 3	Transporte de materiales para oficina y otros	No hubo data suficiente para el cálculo
	Consumo de combustible en servicios tercerizados (equipos de jardinería, cafeterías y puestos de comida)	No hubo data suficiente para el cálculo

Fuente: Los autores.

2.1.4 Recopilación del nivel de actividad

Se elaboró fichas de recopilación de información para cada fuente de emisión identificada, las cuales se envió a los responsables para completar el nivel de actividad (Tabla 3).

Tabla 3.
Nivel de actividad recopilado según fuente de emisión.

Fuente de emisión/sumidero	Nivel de actividad
Generación de otra energía	Cantidad de combustible por tipo y por mes
Aguas residuales	Volumen de agua tratada por PTAR, DQO de entrada y de salida por mes
Crianza de animales	Número de animales por especie
Uso de extintores de CO_2	Número de extintores de CO_2 dados de baja en 2020 y carga usada/fugada
Consumo de energía eléctrica	Energía consumida por mes
Transporte de alumnos, docentes y administrativos	Tipos de transporte utilizados, número de viajes semanales, total de días al año y distancia recorrida
Generación de residuos sólidos	Cantidad de residuos por tipo
Transporte de residuos sólidos	Número de viajes, peso transportado y distancia recorrida
Consumo de papel	Cantidad y tipo de papel
Viajes laborales	Número de viajes y distancia recorrida
Transporte de agua	Número de viajes, peso transportado y distancia recorrida
Áreas verdes	Número de ejemplares por especie

Fuente: Los autores.

En el caso de la fuente "Transporte de alumnos, docentes y administrativos", se elaboró una encuesta para conocer los diferentes transportes y km recorridos por las personas en sus viajes ida y vuelta al Campus Villa. También, se preguntó sobre el consumo de papel, generación de residuos en el Campus y hábitos de consumo energéticos en el contexto del teletrabajo o clases virtuales.

Debido a las restricciones por la COVID-19, no se desarrollaron actividades académicas presenciales después del 16 de marzo del 2020; por lo que solo se consideró el periodo entre el 02 de enero y el 15 de marzo en la encuesta y para el cálculo de las emisiones por transporte.

La población utilizada para el cálculo de la muestra de la encuesta fue de 10,975 alumnos, 1,833 docentes y 574 administrativos para el Campus Villa en 2020. Para la población de alumnos, se estimó el promedio de estudiantes de pregrado matriculados en el 2020-1 y 2020-2. Utilizando un nivel de confianza de 95% y 5% de error para alumnos y docentes y 92.5% de nivel de confianza y 7.5% de error para administrativos, se obtuvo una muestra de 372 alumnos, 318 docentes y 114 administrativos.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

2.1.5 Cálculo de emisiones

De manera general, se realizó multiplicando el nivel de actividad recopilado para cada fuente de emisiones con el factor de emisión correspondiente (ec. 1) [13].

$$Emisiones\ GEI_F = nivel\ de\ actividad_F * factor\ de\ emisión_F \quad (1)$$

Donde F es la fuente de emisión identificada.
Luego, se realizó la sumatoria de las emisiones GEI de todas las fuentes identificadas para determinar la HC (ec. 2).

$$Huella\ de\ carbono = \sum_F Emisiones\ GEI_F \quad (2)$$

La mayoría de las fuentes de emisiones identificadas emiten más de un tipo de GEI, por lo cual fue necesaria la aplicación del Potencial de Calentamiento Global (PCG) a fin de obtener emisiones equiparables en toneladas de CO_2 equivalentes (tCO_2eq) [14, 15].

Para los cálculos en las fuentes Generación de otra energía, Aguas residuales, Crianza de animales y Generación de residuos sólidos, se utilizó el procedimiento, las fórmulas y los factores de emisión presentados en las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero y el Refinamiento de 2019 [16–24]. Asimismo, en la fuente Crianza de animales, se complementaron los factores de emisión con los presentados en la herramienta HC Perú y en el documento de Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre [25, 26]. En cuanto al factor de emisión utilizado en la fuente Consumo de energía eléctrica, también se obtuvo de la herramienta HC Perú [26].

Con respecto a las fuentes de Transporte de alumnos, docentes y administrativos, Transporte de residuos sólidos, Consumo de papel, Viajes laborales y Transporte de agua; se siguió el procedimiento y los factores de emisión proporcionados por los Factores de conversión GEI para reportes de empresas del Gobierno del Reino Unido[27].

Para el sumidero de Áreas verdes se utilizó los factores de captura de CO_2 de las especies identificadas en el Campus Villa o especies del mismo género [28]. Para algunas especies como el árbol majoe (*Hibiscus sp.*), el floripondio (*Brugmansia suaveolens*), la palmera areca (*Dypsis lutescens*) y los arbustos tecomaría (*Tecomaria capensis*) y laurel (*Laurus nobilis*) fue necesario calcular un promedio de captura de CO_2. Además, se obtuvo información de los cercos de arbustos en metros, por lo que se utilizó el dato de densidad arbórea de 57 árboles/hectárea a fin de estimar el número de ejemplares de especies. [29].

En cuanto a la fuente Generación de otra energía se utilizó el valor calórico neto (VCN) para los combustibles y se consideró que el 5% del volumen corresponde a biocombustible [30,31].

2.1.6 Análisis de incertidumbre

Se evaluó la incertidumbre de manera cualitativa, debido a que no se conoce el valor de la incertidumbre de varios factores de emisión usados para fuentes indirectas. El análisis se realizó al nivel de actividad de cada fuente o sumidero y se consideró el nivel más común como la incertidumbre final del nivel de actividad de la HC (Tabla 4) [32].

Tabla 4.
Criterios para incertidumbre.

Nivel de incertidumbre	Descripción
Limitado *(L)*	Información del nivel de actividad obtenida de estimaciones por juicio de experto. No se puede reproducir fácilmente el nivel de actividad en la mayoría de casos.
Aceptable *(A)*	El nivel de actividad se obtiene de cálculos fácilmente reproducibles. Uso de encuestas con un intervalo de confianza mínimo de 90% y un porcentaje de error máximo de 10%.
Razonable *(R)*	Existe evidencia documentaria que respalda el nivel de actividad, como boletas de venta, facturas, informes, entre otros. Los datos pueden ser obtenidos de mediciones con equipos calibrados.

Fuente: Ministerio del Ambiente, *s.f.*

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

2.2 Medidas de mitigación

Se eligieron las medidas de mitigación a analizar y proponer considerando las fuentes de emisión más significativas para la HC del 2020 y los proyectos o iniciativas que puedan contribuir a reducir las emisiones GEI.

La metodología utilizada para analizar cuantitativamente las medidas de mitigación se basó en la aplicada para proponer las opciones de mitigación de las iNDC peruanas [33], evaluando los siguientes aspectos:

a. Descripción de la medida y su alcance geográfico.
b. Línea base de la fuente de emisiones que se busca mitigar, llamado *Business as usual* (BAU).
c. Supuestos si se mantiene un escenario BAU.
d. Nivel de contribución de la medida.
e. Supuestos de implementación del proyecto.
f. Estimación de indicadores financieros.

2.2.1 Fecha de inicio y periodo de análisis de medidas

Se consideró que todas las medidas de mitigación propuestas inicien en el año 2023 y se analizó su influencia por un periodo de 15 años, hasta el año 2037.

2.2.2 Línea base (BAU) y supuestos

Se utilizó el nivel de actividad recopilado y las emisiones calculadas para el año 2020 en la línea base de cada fuente. Luego, se usó dicha información para desarrollar los supuestos si se mantiene el escenario BAU; proyectando el nivel de actividad, las emisiones relacionadas y el costo asociado anualmente desde el año 2023 hasta el 2037.

Los supuestos de implementación del proyecto se basaron en el nivel de contribución de la medida, el costo de implementación y los costos de operación anuales para obtener las emisiones y reducciones en el escenario de implementación de la medida.

2.2.3 Proyección del nivel de actividad y HC

Se aplicó diferentes metodologías para proyectar el nivel de actividad en los escenarios BAU y de implementación de las medidas. En cada una se estimó una tasa de variación anual, haciendo uso de información de los años 2019, 2020 y 2021. Para las medidas “Paneles solares” y “Eficiencia energética”, la tasa utilizada corresponde al porcentaje de variación del consumo de energía eléctrica del mes de enero entre el 2019 y 2020. Dicha tasa fue aplicada mediante el método del valor futuro para proyectar el consumo al 2023 y hasta el 2037 [34].

En la medida “Movilidad sostenible”, se proyectó la población total de la comunidad universitaria del 2023 haciendo uso de una tasa de variación calculada mediante el método incremental aplicado a la población registrada para los años 2019, 2020 y 2021 [35]. Luego, se estimó las emisiones totales para el 2023 usando el indicador de emisiones per cápita por tipos de transporte, obtenido de los resultados de la estimación de la HC del 2019, realizada por el equipo de Sostenibilidad Ambiental de la Científica. Estas emisiones fueron proyectadas hasta el año 2037 usando la misma tasa de variación.

En el caso de la medida “Red pública de agua”, se estimó la tasa de variación aplicando el método incremental a la variación entre los consumos promedios anuales de agua de cisternas del 2019, 2020 y 2021 [35]. Esta tasa fue utilizada posteriormente para proyectar el consumo del 2023 al 2037.

Para la medida “Conferencias virtuales”, se aplicó el método de datos sustitutos para estimar los viajes aéreos en los años 2020 y 2021 [36]. Luego, se calculó la tasa de variación usando el método incremental y se aplicó a las proyecciones del 2023 hasta el 2037[35].

A fin de comparar el escenario BAU con un escenario de aplicación de todas las medidas, se realizó una proyección de la HC a partir de la medición del 2019. Esto debido a que las emisiones registradas para el 2020 no son representativas por las restricciones por la COVID-19. Para calcular la tasa de variación de la HC de un campus universitario, se aplicó el método incremental al indicador de emisiones per cápita de la Universidad Nacional de Costa Rica del 2012 al 2014 [37].

2.2.4 Contribuciones de las medidas y costos asociados

Se planteó la contribución de cada medida de manera que reduzca las emisiones GEI sin incurrir en elevados gastos de instalación y operativos.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Se utilizó diferentes fuentes de información para estimar los costos de implementación de cada proyecto; tales como propuestas económicas de proveedores, el costo asociado a charlas de concientización, costos de instalación de conexiones nuevas y la suscripción y pagos mensuales por el uso de softwares [38–41]. Asimismo, se utilizaron los pliegos tarifarios de servicio de luz, agua y alcantarillado para proyectar el costo de dichos servicios al 2037 [42–44].

En algunos casos, el beneficio asociado a la medida se estimó calculando el costo de la compra de bonos de carbono para compensar las emisiones GEI que la medida planteada reduciría. Para ello, se utilizó el precio social al carbono definido en el 2020, de US$ 7.17 [45].

2.2.5 Indicadores financieros

El análisis de indicadores financieros se basó en lo propuesto en la Guía Metodológica para la evaluación económica de las medidas de mitigación del cambio climático [46]. Los indicadores financieros utilizados son el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Análisis Costo Beneficio (B/C). Para estimar la Tasa de Descuento (TD), se utilizó la tasa de interés real promedio activa del mercado anual del 2020 (9.9%) [47], y la fórmula de valor presente [34]. En el caso de la medida Paneles solares, se utilizó la TD indicada por un posible proveedor en su propuesta económica (8%).

3 Resultados

Los resultados obtenidos de la medición de la HC se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5.
HC de la Científica del 2020 en tCO_2eq.

Alcance	Fuente de emisión *(nivel de incertidumbre)*	Emisiones GEI (tCO_2eq)	%	Categoría ISO 14064-1
Sumidero	Áreas verdes *(A)*	-13.97	-2.74%	
Alcance 1	Generación de otra energía *(R)*	1.48	0.29%	
	Emisiones biogénicas antropogénicas	0.00	0.00%	1
	Aguas residuales *(A)*	3.42	0.67%	
	Crianza de animales *(R)*	31.93	6.26%	
	Uso de extintores de CO_2 *(R)*	0.01	0.00%	
Alcance 2	Consumo de energía eléctrica *(R)*	197.7	38.76%	2
Alcance 3	Transporte de alumnos, docentes y administrativos *(A)*	159.15	31.20%	
	Transporte de residuos sólidos *(R)*	0.09	0.02%	3
	Viajes laborales *(R)*	31.00	6.08%	
	Transporte de agua *(R)*	97.80	19.17%	
	Consumo de papel *(R)*	0.87	0.17%	4
	Generación de residuos sólidos *(R)*	0.56	0.11%	
	Total	510.04	100%	

Fuente: Los autores.

La HC de la Científica para el 2020 indica que las mayores emisiones GEI provienen de fuentes indirectas; teniendo el Alcance 3 el 56.75% de las emisiones y el Alcance 2, el 38.76% (Fig. 1). En la clasificación por categorías, la más significativa es la Categoría 3 (56.47%), seguida de la Categoría 2 (38.76%) (Fig. 1). El nivel de incertidumbre identificado es razonable.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

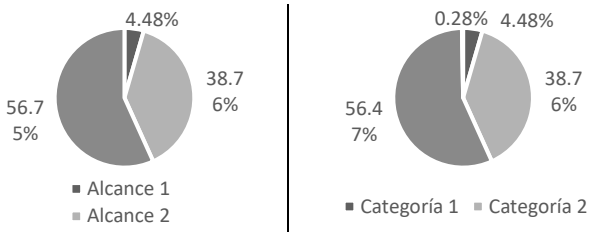


Figura 1. Porcentaje de aporte a la HC, según clasificación de fuentes de emisión en alcances y categorías.
Fuente: Los autores.

En la Fig. 2 se aprecia el aporte de cada fuente de emisión y sumideros a la HC de la Científica en el 2020.

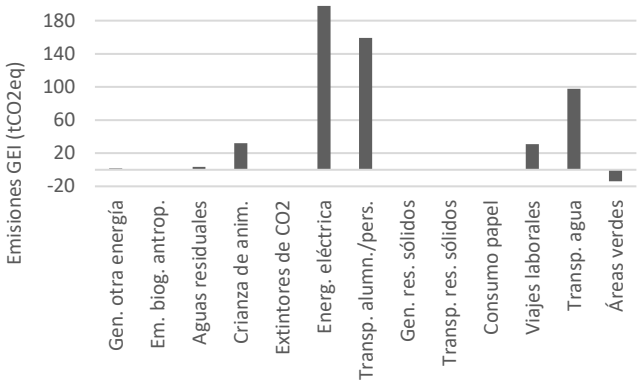


Figura 2. Emisiones GEI de cada fuente y sumidero identificado en el 2020.
Fuente: Los autores.

De lo señalado anteriormente, se observa que las cinco fuentes más importantes son “Consumo de energía eléctrica” (38.76%); “Transporte de alumnos, docentes y administrativos” (31.20%); “Transporte de agua” (19.17%); “Crianza de animales” (6.26%), y “Viajes laborales” (6.08%). Se planteó medidas de mitigación para cuatro de estas fuentes, las cuales representan el 95.21% de la HC (Tabla 6).

Tabla 6.
Descripción de medidas de mitigación propuestas y sus contribuciones.

Fuente de emisiones	Medida de mitigación	Contribución de la medida
Consumo de energía eléctrica	Paneles solares	Instalación de un sistema fotovoltaico piloto de 10.235 kWp
	Eficiencia energética	Disminuir el 5% del consumo de energía eléctrica mediante charlas de concientización sobre eficiencia energética
Transporte de alumnos, docentes y administrativos	Movilidad sostenible	Lograr que el 15% de personas que usan taxi y auto propio (gasolina) usen transporte público y que el 6%, usen bicicleta mediante charlas de concientización e incentivos
Transporte de agua	Red pública de agua	Abastecimiento del agua potable y alcantarillado mediante red pública
Viajes laborales	Conferencias virtuales	Fomentar conferencias virtuales para reducir el 25% de los viajes aéreos

Fuente: Los autores.

Algunos ejemplos de incentivos para alcanzar ciertas metas de viajes comprobados en bicicleta o transporte público son vales de consumo en las cafeterías del Campus, poleras con el logo de la Científica o un día libre para los colaboradores.

El impacto de la implementación de estas medidas fue estimado hasta el 2037 (Tabla 7). El análisis final consistió en calcular la reducción de emisiones, la inversión neta (VAN) y el costo marginal (Tabla 8).

Tabla 7.
Indicadores económicos al 2037 por medida de reducción.

Medida de mitigación	VAN	TIR	B/C
Paneles solares	7,310.77	9%	1.10
Eficiencia energética	512,918.25	2465%	40.53
Movilidad sostenible	585,051.33	1032%	55.11
Red pública de agua	-101,551.96	No factible	-32.62
Conferencias virtuales	4,656,434.26	22321%	9,016.25

Fuente: Los autores.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Tabla 8.
Reducción de emisiones GEI e indicadores finales al 2037.

Medida de mitigación	Reducción de emisiones al 2037 (tCO_2eq)	Inversión neta (PEN)	Costo marginal (PEN/tCO_2eq)
Paneles solares	39.21	7,310.77	186.46
Eficiencia energética	305.38	512,918.25	1,679.63
Movilidad sostenible	60,669.40	585,051.33	9.64
Red pública de agua	1,825.72	-101,551.96	-55.62
Conferencias virtuales	9,016.25	4,656,434.26	516.45
Total	71,855.95	5,660,162.65	2,336.56

Fuente: Los autores.

Con los resultados obtenidos de las reducciones anuales de cada medida, se proyectó la HC de la Científica y las reducciones derivadas de la implementación de las cinco medidas propuestas (Fig. 3).

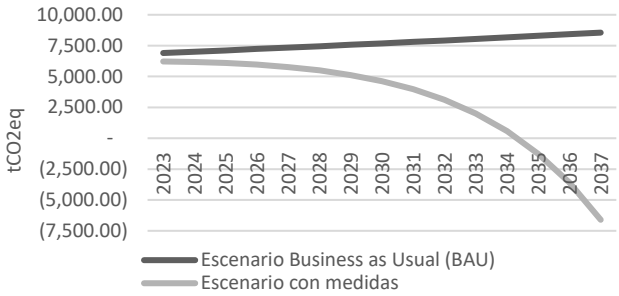


Figura 3. Proyección de emisiones y comparación de escenarios sin medidas (BAU) y con medidas.
Fuente: Los autores.

En la encuesta realizada a alumnos y personal, se consultó por los residuos que más generó el encuestado dentro del Campus Villa y por el consumo de papel por semestre (Fig. 4,5). Para los residuos, se trabajó el gráfico con 323 respuestas válidas de alumnos; 60, de administrativos, y 162, de docentes. Mientras que, para el papel, se trabajó con 541 respuestas válidas de alumnos; 81, de administrativos, y 290, de docentes.

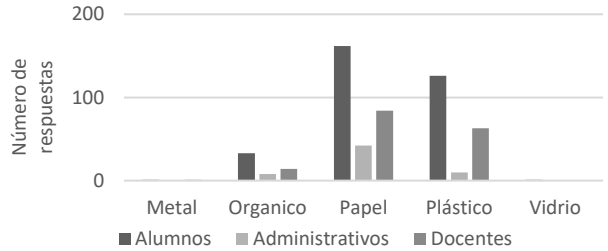


Figura 4. Residuo que más generaron los encuestados dentro del Campus Villa en 2020.
Fuente: Los autores.

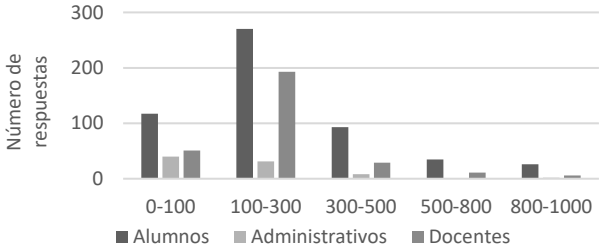


Figura 5. Número de hojas de papel que utilizaron los encuestados por semestre en el Campus Villa en 2020.
Fuente: Los autores.

Adicionalmente, se consultó en la encuesta por los hábitos de alumnos y personal durante las clases virtuales y el teletrabajo. En este análisis se contó con las respuestas de 579 alumnos, 114 administrativos y 318 docentes, y se evaluó el consumo de energía derivado de usar un equipo electrónico y luminarias para las actividades señaladas (Fig. 6,7). Los resultados del consumo energético asociado a estos aparatos se proyectaron al total de alumnos (10,975), docentes (1,833) y administrativos (574) para estimar el consumo energético en casa derivado de actividades de la Científica (Tabla 9).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Tabla 9.
Consumo energético derivado de aparatos usados en el teletrabajo en 2020.

Tipo de aparato	Proyección de consumo del total de personas (kWh/año)		
	Alumnos	Docentes	Administrativos
Laptop	530,527.77	70,934.48	37,040.56
Computadora de escritorio	780,668.96	143,169.23	77,538.94
Tablet	2,745.78	123.31	0.00
Celular	10,207.21	597.33	249.00
Fluorescente	11,059.44	4,237.92	473.70
Foco LED	274,561.79	43,843.69	14,501.90
Foco ahorrador	135,826.05	26,981.01	13,027.91
Foco incandescente	90,535.52	7,948.80	6,382.00
Foco halógeno	46,694.40	17,483.52	126.00
Otro	34,144.62	0.00	0.00
Total	1,916,701.54	315,319.29	149,340.01

Fuente: Los autores.

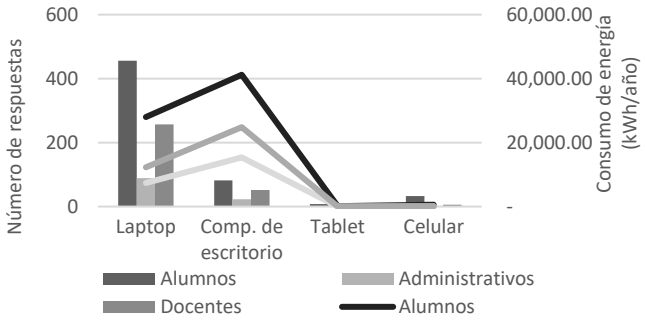


Figura 6. Equipo electrónico que más usaron los encuestados para el teletrabajo y clases virtuales y el consumo de energía asociado.
Fuente: Los autores.

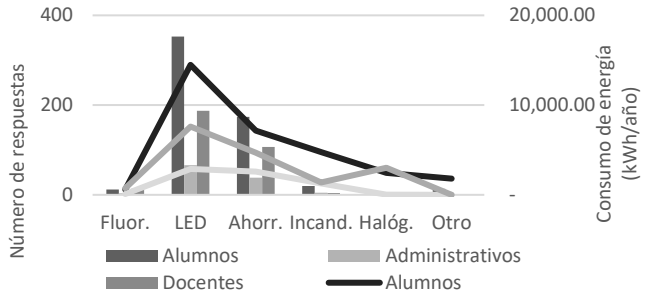


Figura 7. Luminaria que más usaron los encuestados para el teletrabajo y clases virtuales y el consumo de energía asociado.
Fuente: Los autores.

4 Discusión de resultados

La HC de la Científica en 2020 fue de 510.04 tCO_2eq. Del cálculo de la HC del 2019, realizado con la herramienta HC Perú, se obtuvo 6,492 tCO_2eq [48]. Según estos datos, la variación en las emisiones del 2019 al 2020 es de -92.14%; no obstante, dicha reducción se debe a que solo se desarrollaron actividades con normalidad durante los primeros dos meses y medio del año, por lo que no es adecuado comparar los resultados de ambos años

Con respecto al porcentaje de participación por alcance, en 2019 se reportó 0.0% en Alcance 1, 5.2% en Alcance 2 y 94.7% en Alcance 3; siendo las fuentes más significativas transporte casa trabajo (73.5%), transporte aéreo (10.8%), transporte terrestre (10.2%) y consumo de electricidad (5.2%) [48]. La participación de los alcances es similar a la del 2020; ya que en ambas huellas se encontró que el Alcance 3 reunió la mayor cantidad de emisiones, seguido del Alcance 2. Las fuentes más significativas en 2019 fueron las relacionadas al transporte de alumnos y personal y a los viajes laborales, lo que difiere a los resultados del 2020 por las restricciones impuestas por la COVID-19. De igual manera, la fuente "Transporte de alumnos, docentes y administrativos" tuvo una participación importante, encontrándose como la segunda fuente más significativa en 2020.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

El indicador de emisiones per cápita de la Científica para el 2020 es de 38.11 $kgCO_2eq$ y ha sido comparado con los indicadores de otras universidades latinoamericanas del mismo año (Tabla 10) [49].

Tabla 10.
Comparación de indicadores per cápita del 2020 de otras universidades.

País	Universidad	Indicador per cápita 2020 (kgCO2eq/persona)
Perú	Universidad Científica del Sur	38
	Universidad del Pacífico	97
Colombia	Universidad Nacional de Colombia – Sede Manizales	41
	Universidad de la Sabana	61
México	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	53
	Universidad de Guadalajara	24
Brasil	Universidade do Sul de Santa Catarina	23

Fuente: Los autores y Gonzáles, C. y Franco, F. (2021)

En el análisis económico de las medidas de mitigación propuestas se obtuvo un TIR mayor al 100% en "Eficiencia energética", "Movilidad sostenible" y "Conferencias virtuales". Esto se debió a tres factores: falta de bibliografía e información de consumo para estimar las tasas de variación, que resultaron muy altas; la inversión es muy pequeña en comparación con sus beneficios y algunas metas resultaron ser muy altas, lo que se tradujo en un ahorro sustancial de dinero. La combinación de estos factores elevó los indicadores financieros de los proyectos; sin embargo, igual se puede considerar como un buen indicador de que las medidas son viables y se requeriría un estudio más profundo al respecto. Para la medida "Red pública de agua", no se obtuvo un valor para el TIR, por lo que se colocó como "No factible". Esto pudo deberse a que es necesario tener valores positivos y negativos en el flujo de efectivo para el cálculo del TIR; sin embargo, esta medida resulta más costosa que el escenario BAU, comprar agua de cisternas.

La inversión neta analizada corresponde al VAN obtenido para cada medida de mitigación, por lo que todos los valores positivos indican una buena inversión y el valor negativo, una pérdida económica. En cuanto al costo marginal, este corresponde al costo de reducir una tonelada más de CO_2eq de cada medida.

Evaluando estos indicadores económicos y las reducciones de manera conjunta, el proyecto más viable es "Movilidad sostenible", ya que presenta un VAN elevado y la mayor reducción al 2037. Los proyectos "Conferencias virtuales", "Eficiencia energética" y "Paneles solares" son también viables tanto económicamente como en su aporte a la reducción de emisiones, siendo "Conferencias virtuales" el proyecto con más reducciones de estos tres y "Paneles solares", el proyecto con menos reducciones. Finalmente, el proyecto "Red pública de agua" no demuestra ser rentable económicamente por sí solo; sin embargo, presenta grandes reducciones en las emisiones. Por ello, se puede recomendar la implementación de este proyecto en conjunto con algún otro que pueda compensar el déficit.

En la revisión de la proyección de emisiones GEI de los escenarios BAU y con medidas de mitigación, se obtuvo que, de implementarse todas las medidas planteadas en 2022, la Científica sería carbono negativo a partir del 2035. Este resultado se debe a las tasas de variación anual utilizadas en las proyecciones de cada medida, las cuales difieren entre sí debido a la falta de datos comparativos en el nivel de actividad y para establecer una tasa anual de aumento de la HC de la Científica. Se recomienda que se continúe con el cálculo de la HC a fin de poder definir tasas de variación más adecuadas en un próximo estudio de medidas de mitigación.

Las respuestas obtenidas de la encuesta sobre el consumo de papel y la generación de residuos en el Campus muestran que, si bien el papel y el plástico son los residuos más generados en el Campus, el consumo de papel por persona por semestre es razonable. Se debe tener en cuenta que estas preguntas eran opcionales en la encuesta e iban dirigidas a personas que hayan asistido al Campus en 2020; por lo que se tuvo menos respuestas válidas para trabajar.

En este estudio también se utilizó la encuesta para conocer los hábitos de alumnos y personal durante el desarrollo de las clases virtuales y teletrabajo en el contexto de la COVID-19. En cuanto a los equipos electrónicos más utilizados por la comunidad universitaria, destacó la laptop; sin embargo, el consumo energético más alto corresponde a la computadora de escritorio. Sobre las luminarias, los tipos más utilizados son los LED y focos ahorradores, respectivamente; lo que demuestra una cultura energética. Asimismo, estos tipos de luminarias tuvieron el mayor consumo energético.

El consumo energético estimado para estas categorías de aparatos fue proyectado al total de la población del 2020, obteniéndose un consumo total de 2,381,360.84 kWh/año, lo que equivale a 370.22 tCO_2eq. Si bien este consumo no fue considerado dentro del cálculo de la HC, esta decisión fue tomada debido a la falta de una metodología para años atípicos

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

como fue el 2020. Es decisión del responsable del cálculo considerar dentro del Alcance 3 las emisiones derivadas del consumo energético en casa de trabajadores o alumnos en el caso de instituciones educativas; ya que son emisiones generadas a partir de actividades de la Universidad, pero sobre las cuales no tiene control. Se recomienda que este aspecto sea evaluado en posteriores investigaciones y mediciones de HC para entidades que mantengan actividades tanto remotas como presenciales.

5 Conclusiones

En esta investigación se midió la HC de la Científica del año 2020, obteniéndose 510.04 tCO_2eq. Estos resultados no son comparables con mediciones anteriores, ya que en el 2020 no se realizaron actividades con normalidad después del 16 de marzo por la pandemia de la COVID-19. De igual manera, se propusieron diversas medidas de mitigación diseñadas para las principales fuentes de emisiones del año medido, las cuales aportarían con diferentes niveles de reducciones hasta el 2037. Se encontró viables por sí solos a cuatro de los cinco proyectos; sin embargo, se recomienda considerar la medida "Red pública de agua" en conjunto con otro proyecto. Además, se recomienda realizar un estudio más detallado de las medidas propuestas si se desean implementar, así como comparar con estudios previos y experiencias ya realizadas en la Universidad Científica del Sur, tales como la instalación de una planta de ósmosis inversa y el cambio a luminarias LED y otros equipos para mejorar la eficiencia energética. Así también, es recomendable promover el cálculo de la HC de la Científica, no solo para mantener una periodicidad; sino para obtener más indicadores que permitan un mejor análisis de medidas de mitigación, como las tasas de variación.

Finalmente, se sugiere el desarrollo de estudios del consumo y generación de residuos en campus universitarios, puesto que se podrían encontrar oportunidades de mejora que contribuyan a la reducción de la HC.

Referencias

[1] Organización de las Naciones Unidas. Acuerdo de París de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC) [en línea]. 2015 [fecha de consulta 22 de agosto de 2022). Disponible en: https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf

[2] Ministerio del Ambiente. Contribuciones Nacionalmente Determinadas [en línea]. 2020 [fecha de consulta 21 de agosto de 2020]. Disponible en: http://www.minam.gob.pe/cambioclimatico/ndc/

[3] Plataforma digital única del Estado peruano - Ministerio del Ambiente. Perú ocupa el tercer lugar con mayor número de especies de ranitas de cristal [en línea]. 2019 [fecha de consulta 21 de agosto de 2022]. Disponible en: https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/70872-peru-ocupa-el-tercer-lugar-con-mayor-numero-de-especies-de-ranitas-de-cristal

[4] Ministerio del Ambiente. La Contribución Nacional del Perú - iNDC: agenda para un desarrollo climáticamente responsable [en línea]. 2016 [fecha de acceso 21 de agosto de 2022]. Disponible en: https://www.minam.gob.pe/cambioclimatico/wp-content/uploads/sites/11/2015/12/LA-CONTRIBUCI%c3%93N-NACIONAL-DEL-PER%c3%9a1.pdf

[5] Gobierno del Perú. Contribuciones determinadas a nivel nacional del Perú: Reporte de actualización periodo 2021-2030 [en línea]. 2020 [fecha de acceso 21 de agosto de 2022]. Disponible en: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1675213/Reporte%20de%20Actualizaci%C3%B3n%20de%20las%20NDC%20del%20Per%C3%BA%20al%202030.pdf

[6] Ministerio del Ambiente. Huella de Carbono Perú: ¿Por qué es importante? [en línea]. 2018 [fecha de consulta 21 de agosto de 2022]. Disponible en: https://huellacarbonoperu.minam.gob.pe/huellaperu/#/importante

[7] Universidad Científica del Sur. Política ambiental de la Científica [en línea]. 2019 [fecha de acceso 21 de agosto de 2022]. Disponible en: https://www.cientifica.edu.pe/sostenibilidad-en-la-cientifica/politica-ambiental-la-cientifica

[8] Organización Mundial de la Salud. Cronología de la respuesta de la OMS a la COVID-19 [en línea]. 2021 [fecha de acceso 21 de agosto de 2022]. Disponible en: https://www.who.int/es/news/item/29-06-2020-covidtimeline

[9] BBC News Mundo. Coronavirus: Perú decreta cuarentena general en el país y el cierre de fronteras durante 15 días ante la pandemia de COVID-19 [en línea]. 16 de marzo de 2020 [fecha de acceso 21 de agosto de 2022]. Disponible en: https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-51902989

[10] Redacción RPP. Así se aplica la cuarentena y el toque de queda a nivel nacional a partir de este 1 de julio [en línea]. 1 de julio de 2020 [fecha de acceso 21 de agosto de 2022]. Disponible en: https://rpp.pe/peru/actualidad/coronavirus-en-peru-asi-se-aplicara-la-cuarentena-y-el-toque-de-queda-a-nivel-nacional-a-partir-del-1-de-julio-noticia-1276125?ref=rpp

[11] Plataforma digital única del Estado peruano - COVID-19. Conocer si mi empresa puede reiniciar labores durante el estado de emergencia [en línea]. 2022 [fecha de acceso 21 de agosto 2022]. Disponible en: https://www.gob.pe/9020-conocer-si-mi-empresa-puede-reiniciar-labores-despues-del-estado-de-emergencia

[12] World Resources Institute y World Business Council For Sustainable Development. Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte del Protocolo de Gases de Efecto Invernadero [en línea], Edición revisada. 2004 [fecha de acceso 4 de agosto de 2022]. Disponible en https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/protocolo_spanish.pdf

[13] Organización Internacional de Normalización. ISO 14064-1. 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. 2018.

[14] Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [en línea], Suiza, IPCC, 2014 [fecha de acceso 20 de agosto de 2022], p. 124, Annexes. Disponible en: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/01/SYRAR5-Glossary_en.pdf

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

[15] Myhre, G. et al. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [en línea], Geneva, IPCC, 2013 [fecha de acceso 20 de agosto de 2022], p. 731, Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. Disponible en: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf
[16] IPCC. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories [en línea], Japón, Institute for Global Environmental Strategies (IGES), 2006 [fecha de acceso 20 de febrero de 2022], vol. 2, cap. 3, Mobile Combustion. Disponible en https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html
[17] IPCC. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories [en línea], Japón, IGES, 2006 [fecha de acceso 20 de febrero de 2022], vol. 5, cap. 6, Wastewater treatment and discharge. Disponible en https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol5.html
[18] IPCC. 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories [en línea], Suiza, IPCC, 2019 [fecha de acceso 13 de julio de 2022], vol. 5, cap. 6, Wastewater treatment and discharge. Disponible en https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/vol5.html
[19] IPCC. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories [en línea], Japón, IGES, 2006 [fecha de acceso 20 de febrero de 2022], vol. 4, cap. 10, Emissions from livestock and manure management. Disponible en https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html
[20] IPCC. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories [en línea], Japón, IGES, 2006 [fecha de acceso 20 de febrero de 2022], vol. 4, cap. 11, N2O emissions from managed soils, and CO2 emissions from lime and urea application. Disponible en https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html
[21] IPCC. 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories [en línea], Suiza, IPCC, 2019 [fecha de acceso 13 de julio de 2022], vol. 4, cap. 10, Emissions from livestock and manure management. Disponible en https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/vol4.html
[22] IPCC. 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories [en línea], Suiza, IPCC, 2019 [fecha de acceso 13 de julio de 2022], vol. 4, cap. 11, N2O Emissions from Managed Soils, and CO2 Emissions from Lime and Urea Application. Disponible en https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/vol4.html
[23] IPCC. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories [en línea], Japón, IGES, 2006 [fecha de acceso 20 de febrero de 2022], vol. 5, cap. 3, Solid waste disposal. Disponible en https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol5.html
[24] IPCC. 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories [en línea], Suiza, IPCC, 2019 [fecha de acceso 13 de julio de 2022], vol. 5, cap. 3, Solid Waste Disposal. Disponible en https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/vol5.html
[25] IPCC. Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero [en línea], Japón, IGES, 2000 [fecha de acceso 05 de mayo de 2022], cap. 4, Agricultura. Disponible en https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/spanish/gpgaum_es.html
[26] Ministerio del Ambiente. Calculadora pública de huella de carbono organizacional y el sistema de reconocimiento y compensación. 2018.
[27] Department for Business, Energy & Industrial Strategy y Department for Environment Food and Rural Affairs. UK Government GHG Conversion Factors for Company Reporting [en línea]. 2020 [fecha de acceso 26 de febrero de 2022]. Disponible en: https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2020
[28] Domínguez, A. Estimaciones de captura de los parques y emisiones de CO2 vehicular en Tijuana, B.C. (Maestría en Administración Integral del Ambiente) [en línea], México, El Colegio de la Frontera Norte y Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, 2016 [fecha de acceso 17 de junio de 2020], 120 pp. Disponible en https://www.colef.mx/posgrado/wp-content/uploads/2016/12/TESIS-Dom%C3%ADnguez-Madrid-Ana-Yurendy.pdf
[29] ALWA Ingeniería Sostenible. Comunicación personal. 2022.
[30] Dirección General de Eficiencia Energética. Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del sector Energía 2016 Categorías: Combustión estacionaria y Emisiones fugitivas [en línea], Perú, Ministerio de Energía y Minas. 2020 [fecha de acceso 19 de febrero de 2022], 144 pp. Disponible en: https://infocarbono.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2021/06/RAGEI_2016Energia-Estacionaria_Ajustado-MINAM-11-06-21.pdf
[31] Ministerio de Energía y Minas. Decreto Supremo N° 021-2007-EM, Aprueban Reglamento para la Comercialización de Biocombustibles [en línea]. 2007 [fecha de acceso 19 de febrero de 2022]. Disponible en: https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Hidrocarburos/Legislacion/Biocombustibles/Decreto%20Supremo%20No%20021-2007-EM.pdf
[32] Ministerio del Ambiente. Guía Técnica Huella de Carbono Perú [en línea]. [Fecha de acceso 8 de agosto de 2022]. Disponible en: https://huellacarbonoperu.minam.gob.pe/huellaperu/#/metodoCalculo
[33] Comisión Multisectorial. Anexo: Supuestos y Metodologías contempladas como parte de las Contribuciones Nacionales en Mitigación [en línea]. 2015 [fecha de acceso 8 de agosto de 2022]. Disponible en: https://www.minam.gob.pe/indcs/wp-content/uploads/sites/100/2015/06/Supuestos-y-Metodolog%c3%adas-contempladas-como-parte-de-las-Contribuciones-Nacionales-en-Mitigaci%c3%b3n.pdf
[34] Sullivan, W., Wicks, E. y Luxhoj, J. Ingeniería Económica de DeGarmo [en línea], Duodécima edición, México, Pearson Educación, 2004 [fecha de acceso 10 de agosto de 2022], cap. 4, Aplicación de las relaciones dinero-tiempo. Disponible en: https://www.academia.edu/47698094/Ingenier%C3%ADa_Econ%C3%B3mica_De_DeGarmo_12va_edici%C3%B3n
[35] Universidad Nacional de Trujillo. Métodos de proyección estadística [en línea]. [fecha de acceso 10 de agosto de 2022]. Disponible en: https://www.academia.edu/16557434/Metodos_de_Proyeccion_estadistica
[36] IPCC. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories [en línea], Japón, IGES, 2006 [fecha de acceso 20 de febrero de 2022], vol. 1, cap. 5, Time series consistency. Disponible en https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol1.html
[37] Chavarría-Solera, F., Molina-León, O., Gamboa-Venegas, R. y Rodríguez-Flores, J. Medición de la huella de carbono de la Universidad Nacional de Costa Rica para el periodo 2012-2014. Rumbo a la carbono neutralidad. UNICIENCIA, 30 (2), pp. 47-62. 2016. DOI: http://dx.doi.org/10.15359/ru.30-2.4
[38] Waira Energía S.A.C. Propuesta de sistema fotovoltaico de conexión a red. 2022.
[39] Medrano, L. y Vargas, A. Estimación del costo-beneficio a partir de la planificación de un sistema de gestión de energía bajo los criterios de la NTC ISO 50001:2019, en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales Sede Ciudadela Universitaria El Porvenir (Título de Administradora Ambiental) [en línea], Colombia, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2021 [fecha de acceso 15 de agosto de 2022]. Disponible en: https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/26442/VargasRicoAngieXiomara2021.pdf?sequence=10&isAllowed=y
[40] Plataforma digital única del Estado peruano. Solicitar conexión del servicio de agua potable y alcantarillado [en línea]. 2019 [fecha de acceso 11 de agosto de 2022]. Disponible en: https://www.gob.pe/659-solicitar-conexion-del-servicio-de-agua-potable-y-alcantarillado-solicitar-conexion-en-lima-metropolitana-y-callao

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

[41] Microsoft. Encuentra el plan de Microsoft Teams adecuado para tus necesidades [en línea]. 2022 [fecha de acceso 17 de agosto de 2022]. Disponible en: https://www.microsoft.com/es-ww/microsoft-teams/compare-microsoft-teams-options?market=pe&activetab=pivot%3aprimaryr1

[42] Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería. Pliego Tarifario Máximo del Servicio Público de Electricidad [en línea]. 2022 [fecha de acceso 10 de agosto de 2022]. Disponible en: https://www.osinergmin.gob.pe/Tarifas/Electricidad/PliegoTarifario?Id=150000

[43] Servicio de Agua Potable y Alcantarillado De Lima. Estructura tarifaria [en línea]. 2022 [fecha de acceso 11 de agosto de 2022]. Disponible en: https://www.sedapal.com.pe/storage/objects/1web-estructura-tarifaria-agua-potable-y-alcantarillado-rgg-n-200-2022-gg-del-05052022-publicada-07052022-20220628113831.pdf

[44] Servicio de Agua Potable y Alcantarillado De Lima. Estructura tarifaria [en línea]. 2021 [fecha de acceso 11 de agosto de 2022]. Disponible en: https://www.sedapal.com.pe/storage/objects/1-estructura-tarifaria-agua-y-alcantarillado.pdf

[45] Plataforma digital única del Estado peruano - Ministerio del Ambiente. Viceministro Quijandría: "El precio al carbono es un mecanismo que cobra mayor relevancia si buscamos alcanzar la ambición climática del Perú." [en línea]. 2020 [fecha de acceso 17 de agosto de 2022]. Disponible en: https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/81533-viceministro-quijandria-el-precio-al-carbono-es-un-mecanismo-que-cobra-mayor-relevancia-si-buscamos-alcanzar-la-ambicion-climatica-del-peru

[46] Ministerio del Ambiente. Guía Metodológica para la Evaluación Económica de las Medidas de Mitigación del Cambio Climático [en línea], Perú, Ministerio del Ambiente. 2018 [fecha de acceso 8 de agosto de 2022]. Disponible en: https://drive.google.com/drive/folders/1AHwLVn71PaOpdQ_pqVETrSb5rdEnZZVY

[47] Banco Central de Reserva del Perú. MN - Promedio activa (TAMN) – Real [en línea]. [Fecha de acceso 12 de agosto de 2022]. Disponible en: https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/anuales/resultados/PM06252MA/html

[48] Calculadora Pública de Huella de Carbono Organizacional y Sistema de Reconocimiento y Compensación. Reporte de huella de carbono corporativa [en línea]. 2021 [fecha de acceso 26 de agosto de 2022]. Disponible en: https://huellacarbonoperu.minam.gob.pe/huellaperu/#/listadoInscritos/99

[49] Gonzáles, C. y Franco, F. Estimación de la huella de carbono en la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, Boletín Ambiental Instituto de Estudios Ambientales - IDEA - Sede Manizales [en línea], 185, noviembre, 2021 [fecha de acceso 26 de agosto de 2022]. Disponible en: http://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/81900/BoletinAmbiental185EstimaciondelahuelladecarbonoenlaUniversidadNacionaldeColombiaSedeManizales.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Daniella Loayza Pastor, recibió el grado de Bachiller en Ingeniería Ambiental de la Universidad Científica del Sur en 2021. Trabaja actualmente como Asistente de Responsabilidad Social Corporativa en una empresa del sector turismo y dirigiendo el proceso de implementación de un Sistema de Gestión Sostenible Regional, como parte de una certificación de turismo sostenible. Fue parte del Equipo de Sostenibilidad Ambiental de la Universidad Científica del Sur y participó en el proceso de verificación de la huella de carbono 2019 y la medición de las huellas de carbono del 2020 y 2021.
ORCID: 0000-0002-8149-3593

Wilmer Lescano Lozada, Especialista en Gestión del Cambio Climático por más de 10 años, postulante a ser Máster en "Gestión Ambiental para el Desarrollo Sostenible". Responsable de Sostenibilidad Ambiental de la Universidad Científica del Sur (noviembre 2021 a Julio 2022); miembro del subcomité técnico de Normalización de Gases de Efecto Invernadero (SCTNGEI) en INACAL. Reconocido por el MINAM en the UNFCCC Roster of Experts1, como experto nacional en cambio climático, cuya especialización incluye: desarrollo de inventarios de GEI; monitoreo, reporte y verificación de emisiones de GEI y manejo de metodologías para medidas de mitigación de GEI. Docente del curso de huella de carbono en: UCSUR, UALM, TUV Rheinland Perú.
ORCID: 0000-0002-8273-4969

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ANEXO

EVIDENCIA DE ENVÍO A REVISTA CIENTÍFICA

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Envio de articulo

Daniella Loayza Pastor <daniella.loayza.pastor@gmail.com>
para revista.lyrasur

Estimados señores,

Buenas noches, es un gusto saludarlos.
La presente es para hacer envío de mi Artículo de investigación científica y tecnológica, titulado "Análisis de la huella de carbono de la Universidad Científica del Sur y propuesta de alternativas de mitigación en el contexto de la COVID-19" a su revista.

Cordialmente,
Daniella Loayza

Un archivo adjunto- Analizado por Gmail



Articulo_Análisis ...

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

RESOLUCIÓN DIRECTORAL ACADÉMICA DE CARRERA N° 078-2021-DACIA-DAFCA-U. CIENTIFICA

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Lima, 11 de marzo de 2021

VISTO:
El informe de revisión independiente académica y la aprobación de un Comité de Ética del proyecto de tesis titulado: **"ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR DESPUÉS DEL ANÁLISIS DE LA HUELLA DE CARBONO"**, presentado por:

- **Daniella Loayza Pastor**

CONSIDERANDO:
Que, de acuerdo al Reglamento General de la Universidad Científica del Sur y los reglamentos de pregrado para obtener el título profesional de **Ingeniero(a) Ambiental** en la **Facultad de Ciencias Ambientales**, se debe desarrollar un trabajo de investigación.

Que, de acuerdo a la normativa vigente de la Universidad Científica del Sur, en uso de las atribuciones conferidas al Director Académico de Carrera.

SE RESUELVE:
Aprobar e inscribir el proyecto de tesis titulado: **"ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR DESPUÉS DEL ANÁLISIS DE LA HUELLA DE CARBONO"** con N° de registro: **N° 309-2020-PRE11**, y establecer el inicio del periodo de ejecución del mencionado proyecto.

Nombrar al docente/colaborador **Wilmer Lescano Lozada** como asesor(a) para el desarrollo de la tesis en cuestión.

Regístrese, comuníquese y archívese,

Mg. Gonzalo Francisco Flores Roca
Director Académico
Carrera de Ingeniería Ambiental

T // (511) 610 6738
informes@cientifica.edu.pe
cientifica.edu.pe

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis