



Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Industrial



REVISTA INDUSTRIAL 4.0

ISSN 2958-017x

Edición Impresa Nro. 9
Junio 2024

PRESENTACIÓN

El Revista Industrial 4.0, florece en su novena edición digital, en cinco años de fructífera labor de publicación de artículos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación. La plataforma de la Carrera de Ingeniería Industrial, luce más que nunca como una palestra de la producción científica, que busca mostrar a la sociedad y al mundo, los ribetes de la generación de conocimiento de hombres y mujeres profesionales, que indagan nuevas vetas del saber.



M. Sc. Ing. Fernando Sanabria Camacho
Director Instituto Investigaciones Industriales

Hoy más que nunca la academia necesita ser protagonista, en un contexto en el que la humanidad, busca soluciones a sus múltiples problemas de subsistencia. El propio desarrollo tecnológico, ha despegado sin medir consecuencias, efectos e impactos de tipo social y ambiental. La variable económica parece ser la que prevalece en todo momento, aunque carente de la consideración de las previsiones del riesgo. Por ello, es vital que la academia fortalezca sus instrumentos de gestión de la ciencia, tecnología e innovación, con visión de pertinencia y sostenibilidad.

Dicho proceso se consolida con la fase culminante de la difusión y transferencia de los resultados intermedios y finales, las lecciones aprendidas, los hallazgos, las innovaciones y el potencial de esperanza que los investigadores, deben mostrar y compartir. Por ello, la importancia de la oportunidad que la Revista Industrial 4.0 ofrece a la comunidad académica y científica de ingeniería industrial y las disciplinas complementarias. Por el impulso demostrado, sin duda, ocupará el sitio de las revistas especializadas indexadas de Latinoamérica, en el corto plazo.

M.Sc. Ing. Fernando Sanabria Camacho
Director Instituto Investigaciones Industriales

**Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Industrial**

**Dra. María Eugenia García Moreno
Dr. Tito Estévez Martini
Ing. Freddy Gutierrez Barea
Ing. Miguel Muñoz Black
Ing. Franz José Zenteno Benítez**

**Rectora
Vicerrector
Decano Facultad de Ingeniería
ViceDecano Facultad de Ingeniería a.i.
Director de Carrera Ingeniería Industrial**

**Revista Industrial 4.0
Edición Impresa N° 9 - Junio 2024
Impresa: ISSN 2958-017X
En Línea: ISSN-L 2958-0188**

**Comite Editor:
Ing. Mónica Lino Humerez
Ing. Grover Sanchez Eid
Ing. Fernando Sanabria Camacho**

**Diseño Versión Impresa & web:
Ing. Enrique Orosco Crespo**

**Imagen Tapa:
Carrera de Ingeniería Industrial**

**Imprenta:
Walking Graf**

**Depósito Legal:
4-3-68-20**

**Web:
<https://industrial.umsa.bo/revistaindustrial-40>
Email:
revistaindustrial4.0@umsa.bo**

**Av. Mcal. Santa Cruz N° 1175, Plaza del Obelisco
Mezzanine, Edificio Facultad de Ingeniería
TEI. 2205000-2205067, Int. 1402
Campus Universitario, Cota Cota - calle 30**

MEDICIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO SEGÚN LA NORMA NB/ISO 14064-1:2020 EN EL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES INDUSTRIALES COMO ESTRATEGIA PIONERA ORIENTADA A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA UMSA.

Tania Ángela Terán Mita
tateran@umsa.bo
ORCID iD 0000-0003-4301-670X

Rodolfo Mauricio Álvarez Velasco
rmaalvarezpg@umsa.edu.bo

ORCID iD 0000-0002-5265-3885

Recibido: 30 de abril; aprobado: 6 de julio

1. Resumen

En el marco de la coyuntura actual sobre el cambio climático y la medidas de adaptación, se ha cuantificado las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) originadas por las actividades del Instituto de Investigaciones Industriales (IIIFI), desarrolladas en sus instalaciones del Campus Universitario de Cota Cota, bajo lineamientos de la NB/ISO 14064-1:2020, para ello, se ha identificado los procesos dentro del IIIFI que emitan GEI de forma directa e indirecta, y se ha realizado su cuantificación bajo una metodología válida; finalmente se han propuesto medidas técnicas y administrativas para la disminución de los aportes de GEI del IIIFI.

Para cuantificar las emisiones indirectas relacionadas con el consumo de energía eléctrica, a través de los servicios de una empresa especializada, se realizó la medición del consumo de energía eléctrica del IIIFI en su máxima capacidad de demanda. Asimismo, se consideró la contribución directa de energía eléctrica de la Planta Solar Fotovoltaica del Instituto de Investigaciones Eléctricas. Para realizar la cuantificación de las emisiones indirectas relacionadas con el transporte de estudiantes y docentes, primeramente, se hizo una encuesta (al 95% de estudiantes y 100% de docentes) a través de la cual se recopiló información referente a la distancia, tipo de transporte y frecuencia con la que los estudiantes se desplazan a las instalaciones del IIIFI del Campus de Cota Cota, desde diferentes puntos de origen.

De los resultados presentados, se puede inferir que el **86 %** de la contribución de GEI proviene de la combustión de gasolina por el transporte de los estudiantes al IIIFI del Campus Cota Cota, mientras que el consumo de energía eléctrica representa sólo el 13% de las contribuciones de GEI. Las emisiones de GEI los extintores, refrigeradores por el uso de garrafas de GLP, son excluidos por considerarse emisiones no significativas respecto al transporte de los estudiantes o consumo de energía eléctrica del IIIFI (<<1%).

2. Palabras clave

Emisiones, Gases de Efecto Invernadero, NB/ISO 14064-1

3. Introducción

En la actualidad, las consecuencias del cambio climático se están evidenciando de manera contundente y devastadora tanto para los sistemas naturales como para la población. De hecho, los gases de efecto invernadero (GEI) son gases atmosféricos que impulsan el cambio climático global, ya que absorben y retienen la radiación infrarroja, contribuyendo al calentamiento global (National Geographic, 2023). En este sentido, para medir el impacto climático de las actividades humanas es importante la cuantificación de las emisiones de GEI (Dióxido de carbono - CO₂, Metano - CH₄, Óxido nitroso N₂O, Hidro-fluoro-carbonos - HFCs, Per-fluoro-carbonos - PFCs, Hexa-fluoruro de azufre- SF₆), y así desarrollar estrategias efectivas de mitigación.

Una de las iniciativas para combatir el calentamiento global, fue el Protocolo de Kioto establecida en la Cumbre del Clima (diciembre de 1997), este es un acuerdo internacional auspiciado por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) cuyo objetivo era el compromiso de todas las partes firmantes para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (BBVA, 2023). En este contexto es que nace la medición de la Huella de Carbono, la misma que se define como una sumatoria de GEI y remociones de GEI en un sistema producto, expresadas como CO₂ equivalente y basadas en una evaluación del ciclo de vida, utilizando la categoría de impacto única de cambio climático (ISO/IBNORCA, 2020), actualmente se aplica la norma ISO 14067:2020 la misma que especifica los principios, requisitos y directrices para la cuantificación y el informe de la Huella de Carbono de un Producto (HCP).

Las organizaciones productivas en general, las instituciones de educación y/o formación, al igual que otras organizaciones del sector público y privado y la sociedad en general, tienen un papel fundamental en la lucha contra el cambio climático. La generación de emisiones de GEI es prácticamente generalizada; específicamente en el caso de las universidades, estas emisiones se generan a través del consumo de energía, del transporte, la generación de residuos y las actividades de investigación, entre los más importantes. En el contexto nacional, son pocas las instituciones académicas que han medido GEI, un ejemplo puntual es la Universidad Católica Boliviana (UCB - Campus Tupuraya) donde realizaron la

estimación de las emisiones de CO₂ de los estudiantes de la UCB (Campus Tupuraya) por el uso de transporte (Fernández Vázquez & Andrea Lazzo, 2018), sin embargo, en el sector productivo en general son pocas las organizaciones que realizan la medición de la huella de carbono (y huella de agua) ya que la normativa ambiental no exige su medición (Terán Mita, 2023).

La norma NB/ISO 14064-1, proporciona un marco internacionalmente reconocido para la cuantificación, el reporte/informe y la verificación del inventario de GEI de una organización (ISO/IBNORCA, 2020). Esta norma es particularmente relevante para las instituciones educativas y de formación, ya que les ofrece una guía sistemática para la medición de GEI. La implementación de la norma ISO 14064-1 en estas instituciones genera beneficios diversos como: la identificación, priorización y la gestión eficiente de sus fuentes de emisiones, reducción de costos de energía, transporte y otros gastos operativos, mejora de la imagen pública y generación de ventajas competitivas respecto a la competencia, entre otros varios con repercusiones positivas.

En este sentido, en el marco de la Responsabilidad Social Universitaria, el IIIIFI tiene el desafío de cuantificar sus emisiones de GEI como muestra de su compromiso con el cuidado del medio ambiente y a la adaptación y/o mitigación al cambio climático. El encargo social asignado a la UMSA (así, como al sistema universitario boliviano en general), no solamente tiene una connotación formadora, sino también de constituirse en ejemplo de buenas prácticas ambientales, sociales, económicas, técnicas y tecnológicas, entre otros. Este estudio tiene el objetivo de medir las emisiones de GEI del IIIIFI, con el fin de establecer estrategias de eficiencia energética que tengan una implicancia o impacto en la planificación estratégica de la UMSA.

4. Metodología

La elaboración del presente informe ha sido realizada siguiendo las directrices dadas por la NB/ISO 14064-1:2020 (ISO/IBNORCA, 2020). La norma constituye el estándar de los principios y requisitos para el diseño, desarrollo y gestión de inventarios de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para compañías y organizaciones, y para la presentación de informes para estos inventarios. Asimismo, incluye los requisitos para determinar los límites de emisión de GEI, cuantificar las emisiones y remociones de GEI de la organización e identificar las actividades o acciones específicas de la compañía con el objeto de mejorar la gestión de dichas emisiones. Los factores de emisión considerados en el presente

inventario fueron los establecidos por el IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (IPCC, 2023). Asimismo, es importante señalar que fueron considerados documentos propios del IIIFI y documentos de apoyo de mediciones y servicios que fueron solicitados exclusivamente para contribuir a la medición de los GEI del IIIFI.

4.1. Periodo del informe

Se realiza el inventario de GEI para un año natural, o el equivalente a dos semestres académicos. Siguiendo los lineamientos de la Norma ISO 14064-1, el año base tiene que comprender un período específico con datos representativos y verificables; en el caso del IIIFI, para cuantificar los gases de efecto invernadero relacionados con las actividades académicas, se ha establecido como año base el año 2023, sólo en el caso de la contribución de energía eléctrica por parte de la Planta Solar Fotovoltaica (del Instituto de Investigaciones Eléctricas), se toma como referencia los datos de las gestiones 2021 y 2022; años en los que se consideraron que había información suficiente para realizar el inventario.

4.2. Límites de la Organización

El IIIFI es una Unidad Académica dependiente de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Mayor de San Andrés, que desarrolla actividades relacionadas con investigación científica, prestación de servicios de asesoramiento a diversos sectores (productivo, empresarial, comercial, ambiental, otros), así como el desarrollo de actividades académicas. Para efectos de la medición de los GEI, se considera el Campus Universitario de la Universidad Mayor de San Andrés, ubicado en la Avenida Andrés Bello, entre calles 30 y 31 de Cota Cota, en ciudad de La Paz. En el año 2022, el IIIFI logró obtener la certificación ISO 9001:2015, su Sistema de Gestión de la Calidad está en funcionamiento, prueba de ello es la aprobación de su última auditoría de mantenimiento en octubre del 2023.

Asimismo, para la medición y cuantificación de las emisiones de GEI del IIIFI, se considerarán sus acciones en el campo de la investigación y sus actividades académicas desarrolladas en sus instalaciones (prácticas de laboratorio, clases teóricas) de diferentes asignaturas de la Carrera de Ingeniería Industrial, ambas actividades incluyen el transporte de un importante número de estudiantes hacia el IIIFI. Se realizó un relevamiento de información al 95% de los estudiantes y 100% de docentes. La información obtenida permite

cuantificar las distancias de traslado al IIIFI del Campus de Cota Cota, medios y/o tipo de vehículo utilizado para el transporte y/o traslado y la frecuencia de asistencia a estas instalaciones. Las asignaturas de la Carrera de Ingeniería Industrial que desarrollan actividades académicas en las instalaciones del IIIFI, implica un promedio de 460 estudiantes por semestre (es necesario considerar que este promedio fue realizado de acuerdo a la cantidad de estudiantes inscritos en cada asignatura en los últimos dos periodos académicos) que acuden al IIIFI entre 1 y dos veces por semana.

Las instalaciones del IIIFI se encuentran distribuidas en un predio de tres (3) plantas, dentro de los cuales se tienen ambientes y laboratorios que cuentan con diversos equipos electrónicos, de combustión, así como extintores, utilizados para desarrollar las distintas actividades de investigación, académicas y de asesoramiento, los mismos que fueron inventariados. La mayor parte de los equipos son de tipo eléctrico; en mucho menor proporción se cuenta en alguno de sus laboratorios con equipos de combustión (garrafas GLP), de refrigeración, así como extintores.

4.3. Categorías de emisión consideradas

Se consideraron las emisiones de GEI, generadas por actividades cotidianas del IIIFI durante el periodo definido en el estudio; considerando los tipos de emisiones presentados en la Tabla 1.

Tabla 1. Tipos y fuentes de emisión de GEI del IIIFI

Tipo de emisión	Fuentes de emisión
Directa	Combustible (GLP), gases refrigerantes y extintores
Indirecta	Energía Eléctrica (importada)
Indirecta	Combustibles

Para definir la contribución de las fuentes directas (GLP, refrigerante HCF134a, carga de CO₂ de los extintores) e indirectas (gasolina por transporte), se consideró la base de datos de factores de emisión, poderes caloríficos default y potenciales de calentamiento global provenientes del 6^{to} reporte del IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, 2022).

Para el caso de energía importada se consideró el factor de emisión para el Sistema Interconectado Nacional de Bolivia (SIN) para el año 2022 en base a reporte de factores emisión de combustibles y de energía eléctrica proporcionado por Díaz, L.

y Álvarez, M. (2022) (Díaz & Alvarez, 2022), cuyos datos se muestran a continuación (en toneladas, t):

Tabla 2. Factores de emisión utilizados para las fuentes directas e indirectas

Emisor	Unidad	t CO ₂ e	t CO ₂	t CH ₄	t N ₂ O	Fuente
GLP	kg	0,0029930	0,0029846	0,0000070	0,0000013	6 ^{to} reporte del IPCC
HCF 134 ^a	Kg	1,4300000	1,4300000	-	-	
CO ₂	Kg	0,0010000	0,0010000	-	-	
Gasolina	L	0,0022696	0,0022104	0,0000314	0,0000279	
Energía eléctrica	kWh	0,0002858		-	-	Díaz, L. & Álvarez, M., 2022

5. Cálculo/Cuantificación del Inventario cuantificado de Emisiones de GEI

5.1 Emisiones Directas

Para definir la contribución de las fuentes directas (GLP, refrigerante HCF134, carga de CO₂ de los extintores) fueron considerados los factores de emisión de la Tabla 2.

Tabla 3. Emisiones directas por combustión del IIIFI

Fuente emisora	Cantidad	Peso total (kg)	t CO ₂ e	t CO ₂	t CH ₄	t N ₂ O
Garrafa de GLP	6	60	0,17958	0,179076	0,00042	0,000078

Fuente: Elaboración con base en información proporcionada por el IIIFI y datos de la tabla 2.

Para la cuantificación de las emisiones de gases refrigerantes, se considera que el almacenamiento de HFC 134a de los equipos con los que cuenta el IIIFI es de 0,5 kg, de acuerdo con lineamientos del IPCC (2000) la pérdida de carga de gas refrigerante en este tipo de equipos se encuentra entre el 0,1 a 0,5% por año. No se cuenta con un registro de pérdida de carga desde la adquisición de los equipos, es así que, para el presente caso se considerará una pérdida máxima de 0,5% en la última gestión. A continuación, en la tabla 4 se presenta las emisiones directas por gases refrigerantes.

Tabla 4. Emisiones directas por fugas de GEI en el IIIFI

Fuente emisora	Cantidad de equipos	Fuga total de HCF 134a (kg)	t CO ₂ e
Fuga de HCF 134a	5	0,0125	0,017875

Fuente: Elaboración con base en información proporcionada por el IIIFI y datos de la tabla 2.

La información que consigna la tabla 4 indica que el IIIFI emite 0,0179 t de CO₂ equivalente, esto debido a la fuga de refrigerante HCF134a de los cinco (5) equipos refrigerantes con los que se cuenta.

Es necesario considerar que en las últimas gestiones no se tiene registro del uso de los extintores contra incendio, y debido a la recarga anual de los mismos, no se considera la pérdida de carga de CO₂ de los mismos, por tanto *no presentan emisiones de gases de efecto invernadero*.

5.2 Emisiones Indirectas

Para cuantificar las emisiones indirectas, debido a que el IIIFI comparte el medidor de consumo de energía eléctrica con otros Institutos de Investigación colindantes, se realizó la medición de consumo de energía eléctrica exclusivamente del IIIFI en su máxima demanda. Esta medición se realizó a través de los servicios de una empresa especializada.

Asimismo, es importante señalar que el IIIFI recibe una contribución directa de energía eléctrica de la **Planta Solar Fotovoltaica del Instituto de Investigaciones Eléctricas** el cual distribuye la energía colectada a cuatro (4) institutos (sin cuantificación específica de aporte a cada instituto), entre ellos al IIIFI. Para realizar una estimación promedio ponderada, se solicitó al Instituto de Investigaciones Eléctricas un reporte de la energía eléctrica generada y distribuida de manera mensual, correspondientes a los dos últimos años concluidos hasta el momento de la emisión del informe (2021 y 2022), dando un promedio bianual de 6 168,00 kWh.

Para el cálculo de la emisión de GEI en la unidad de medida estándar (t de CO₂ equivalente) se considerará el factor de emisión presentado por el IPCC, que tiene un valor de 0,000285761 t de CO₂.

Tabla 5. Cálculo del consumo promedio de energía eléctrica del IIIFI

CONSUMO DE ENERGÍA ELECTRICA DEL IIIFI	Cantidad	CO ₂ equivalente (t CO ₂ eq/kWh)
Máxima Capacidad de Demanda (A 8 Horas/Día) (Kwh)	6087,2	1,739
Capacidad Promedio de Demanda (A 4 Horas/Día) (Kwh)	3043,6	0,870
Aporte Promedio del Sistema de Paneles Solares del Instituto de Investigaciones Eléctricas	1542,1	0,441
Promedio de Energía Eléctrica Efectiva Del IIIFI (A 8 Horas/Día) (Kwh/mes)	1501,5	0,429
Promedio de Energía Eléctrica Efectiva Del IIIFI (A 8 Horas/Día) (Kwh/año)	18018,0	5,149

Para realizar la cuantificación de las emisiones indirectas relacionadas con el transporte de estudiantes y docentes, primeramente, se colectó información del 95% de estudiantes y del 100 % de docentes. Los resultados proporcionaron información referente a la distancia de

transporte (km), tipo de transporte y frecuencia con la que los estudiantes se desplazan a las instalaciones del IIIFI del Campus de Cota Cota, desde diferentes puntos de origen. En este marco, se obtuvieron los resultados mostrados en la tabla 6:

Tabla 1. Cálculo del CO₂ equivalente respecto al consumo promedio de combustible por el traslado de los estudiantes al IIIFI

Materia/ Asignatura	Promedio de estudiantes por semestre	Combustible consumido calculado* (L de gasolina /año)	CO ₂ equivalente (t CO ₂ eq/L)	t CO ₂	t CH ₄	t N ₂ O
Asignatura 1	60	2506,6	7,502	7,48	0,0175	0,00326
Asignatura 2	60	342,6	1,025	1,02	0,0024	0,00045
Asignatura 3	80	929,5	2,782	2,77	0,0065	0,00121
Asignatura 4	60	331,0	0,991	0,99	0,0023	0,00043
Asignatura 5	63	559,6	1,675	1,67	0,0039	0,00073
Asignatura 6	60	1515,9	4,537	4,52	0,0106	0,00197
Asignatura 7	80	900,0	2,694	2,69	0,0063	0,00117
Total		7085,1	21,206	21,15	0,0496	0,00921

A continuación, en la tabla 7 se presenta el inventario de emisiones de gases de efecto invernadero – GEI de fuentes de emisión directos e indirectos del IIIFI.

Tabla 7. Inventario de emisiones de CO₂ equivalente del IIIFI

FUENTE	Tipo de emisión	Cantidad (t CO ₂ eq)	Porcentaje
Combustión de GLP	Directa	0,18	0,68
Fuga de refrigerante HCF 134a	Directa	0,02	0,07
Combustión de gasolina por el transporte de los estudiantes al IIIFI del Campus de Cota Cota	Indirecta	21,21	79,86
Consumo de Energía Eléctrica IIIFI	Indirecta	5,15	19,39
TOTAL		26,55	100,00

Fuente: Elaboración con base en información proporcionada por el IIIFI y datos de las tablas 4, 5 y 6.

En este sentido, para la cuantificación de las emisiones de fuentes directas, se excluirán las garrapas de GLP, así como los refrigeradores y las heladeras que utilizan hidrofluorocarbono (HFC) 134a como fluido refrigerante, además de cinco extintores de incendios que utilizan CO₂ como carga, por considerarse emisiones no significativas respecto al transporte de los estudiantes o consumo de energía eléctrica del IIIFI (<<1%).

5.3 Emisiones totales de gases de efecto invernadero del IIIFI.

Una vez considerado el criterio de corte de 2%, a continuación, en la tabla 8 se presentan las emisiones totales de gases de efecto invernadero - GEI del IIIFI.

Tabla 8. Inventario de emisiones de CO₂ equivalente del IIIFI aplicando el criterio de corte

Fuente	Tipo de emisión	Cantidad (t CO ₂ eq)	Porcentaje
Combustión de gasolina por el transporte de los estudiantes al IIIFI del Campus Cota Cota	Indirecta	21,21	80,46
Consumo de Energía Eléctrica	Indirecta	5,15	19,54
Total		26,36	100,00

Fuente: Elaboración con base en información proporcionada por el IIIFI y datos de la tabla 5, 6 y 7.

6. Iniciativas para la reducción de los GEI

En el marco de la Responsabilidad Social Universitaria, la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) tiene el desafío de cumplir con la normativa nacional e internacional orientadas al cuidado del medio ambiente y a la adaptación y/o mitigación al cambio climático. El encargo social asignado a la UMSA (así, como al sistema universitario boliviano en general), no solamente tiene una connotación formadora, sino también de constituirse en ejemplo de buenas prácticas ambientales, sociales, económicas, técnicas y tecnológicas, entre otros. Los resultados mostrados en el presente informe de inventario de Gases de Efecto Invernadero (GEI), establecen desafíos de acciones de eficiencia energética en la UMSA con base en una medición y/o cuantificación objetiva y cuya metodología está establecida en normativa internacional (NB/ISO 14064-1), buscando de esta manera establecer estrategias de eficiencia energética que tengan una implicancia o impacto en la planificación estratégica de la UMSA, estas podrían estar orientadas a:

- Establecer programas de eficiencia energética en el IIIFI (recambio a focos led, implementación de un sistema de ahorro de energía en equipos y máquinas, entre

otros) y en el resto de los institutos establecidos en el Campus Universitario de Cota Cota, en una primera instancia. El fin último es replicar estas acciones a nivel Universidad (UMSA).

- Realizar una reingeniería de la planificación académica, de manera que se pueda optimizar el traslado de los estudiantes hacia el campus de Cota Cota. Esta acción, podría además de disminuir el aporte de los GEI por utilización de combustible, también tendrá una repercusión positiva en la economía de los estudiantes y en la logística académica de los mismos.
- Involucrar a toda la entidad académica (UMSA) hacia la aplicación de metodologías basadas en normativa internacional (NB/ISO) para el inventario de GEI y la determinación de la Huella de Carbono.

7. Conclusiones

Es así que, una vez realizada la medición y cuantificación de las emisiones de gases de efecto invernadero del IIIFI, se concluye que las emisiones indirectas son consideradas como significativas, siendo el transporte de estudiantes al IIIFI la fuente de mayor emisión, representando un 80,46% de las emisiones totales, siendo el restante el consumo de energía eléctrica. En su totalidad, el IIIFI en una gestión emite 26,36 t CO₂eq. Producto de estos resultados, se espera implementar estrategias de eficiencia energética que tengan una implicancia o impacto en la planificación estratégica del IIIFI y de la UMSA.

8. Bibliografía

- BBVA. (11 de Agosto de 2023). *Objetivos de Desarrollo Sostenible - ¿Qué es el protocolo de Kioto y cuál era su objetivo?* Obtenido de <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-protocolo-de-kioto-y-cual-era-su-objetivo/>
- Datosmacro. (02 de Febrero de 2022). *Datosmacro*. Recuperado el 14 de Septiembre de 2023, de <https://datosmacro.expansion.com/energia-y-medio-ambiente/emisiones-co2/bolivia#:~:text=Las%20emisiones%20de%20CO2%20en%202021%20han%20sido%20e%2022%2C428,de%20menos%20a%20m%C3%A1s%20contaminantes.>
- Díaz, L., & Álvarez, M. (2022). *Reporte de factores emisión de combustibles y de energía eléctrica*. La Paz.
- Fernández Vázquez, M., & Andrea Lazzo, N. (Marzo de 2018). Estimación de las emisiones de CO₂ de los estudiantes de la UCB (Campus Tupuraya), por el uso de transporte y propuestas de mitigación. *ACTA NOVA*, 8(3), 433 - 45.
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2022). *Sexto informe de evaluación del IPCC: Cambio Climático 2022*.
- Instituto de Investigaciones Industriales. (2021). *Plan Estratégico Institucional 2021-2025*. La Paz.
- IPCC. (02 de Diciembre de 2023). *Base de datos de factores de emisión - Intergovernmental Panel on Climate Change*. Obtenido de <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/main.php>
- ISO/IBNORCA. (2020). *NB/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* (Segunda ed.). La Paz, Bolivia.
- ISO/IBNORCA. (2020). *NB/ISO 14067. Gases de efecto invernadero – Huella de carbono de productos – Requisitos y directrices para cuantificación*. La Paz, Bolivia.
- Terán, T. A. (Mayo de 2023). Aplicación de indicadores ambientales de eficiencia en el marco de la circularidad: Una aproximación al sector productivo industrial de los municipios de La Paz y El Alto. (S. G. Sanabria F., Ed.) *Revista Industrial 4.0*. N°6(2).

Bodas de Marmol

85

*Años Formando
Profesionales Exitosos*

**Todos los Derechos Reservados
Carrera de Ingeniería Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad Mayor de San Andrés**

La Paz - Bolivia 2024