



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE QUITO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**CÁLCULO Y ACTUALIZACIÓN DE HUELLA DE CARBONO EN LA  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO CAMPUS GIRÓN  
PARA LOS AÑOS 2022 -2023**

Trabajo de Titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniero Ambiental

**AUTOR: RUBÉN ALEXANDER SILVA GUILLÉN**

**TUTOR: XIMENA DEL ROCÍO BORJA VELA**

Quito - Ecuador

2026

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN**

Yo, Rubén Alexander Silva Guillén con documento de identificación N.º 1719931626 manifiesto que:

Soy el autor responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 30 de marzo del año 2026

Atentamente,



---

Rubén Alexander Silva Guillén

1719931626

## **CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Rubén Alexander Silva Guillén con documento de identificación No. 1719931626, expreso voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Trabajo Experimental: “Cálculo y Actualización de Huella de Carbono en la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito campus Girón para los años 2022-2023”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero Ambiental, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 30 de marzo del año 2026

Atentamente,



---

Rubén Alexander Silva Guillén

1719931626

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Ximena del Rocío Borja Vela con documento de identificación N.º, 1711223584, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: CÁLCULO Y ACTUALIZACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN LA UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA, SEDE QUITO CAMPUS GIRÓN PARA LOS AÑOS 2022 - 2023, realizado por Rubén Alexander Silva Guillén con documento de identificación N.º 1719931626, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Trabajo Experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana

Quito, 30 de marzo del año 2026

Atentamente,



---

Ing. Ximena del Rocío Borja Vela M.Sc.

1711223584

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado a mis padres, por ser el sustento inquebrantable de cada paso que he dado en esta carrera y en la vida.

A mi familia entera, que con su cariño silencioso me enseñó que los grandes logros se construyen en equipo.

A mis amigos más cercanos, los que estuvieron en las buenas y malas, quienes a su manera hacían lo posible para seguir en el desarrollo del mismo.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi tutor Ing. Ximena Borja, por su paciencia infinita guiando cada cálculo y revisión, sin sus observaciones puntuales sobre ISO 14064, este trabajo no tendría la solidez técnica que tiene.

A los docentes de Ingeniería Ambiental de la UPS, quienes con gran paciencia han sabido guiar, corregir, apoyar en el transcurso del mismo.

A mis padres, que, aunque no entendían del todo el tema realizado, siempre confiaron y me recordaron por qué empezamos esto.

Y a mis amigos no solo de la carrera, sino de la vida, quienes nunca dejaron de alentarme incluso cuando ya quería bajar los brazos y no seguir.

Gracias a todos por hacer posible que un estudiante de pregrado arme un inventario de huella de carbono que realmente sirva para la UPS.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN .....	ix
ABSTRACT.....	3
1 INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Planteamiento del Problema .....	2
1.1.1. Conceptos fundamentales de gases de efecto invernadero (GEI).....	3
1.1.2. Clasificación de emisiones por alcances.....	3
1.1.3. Metodologías de cuantificación y calidad.....	4
1.1.4. Integración con normativas ecuatorianas y globales .....	4
1.1.5. Manejo de incertidumbres y mejora continua.....	5
1.1.6. Familia ISO 14064: estructura alcances .....	5
1.1.7. Aplicación en ingeniería ambiental ecuatoriana .....	5
1.1.8. Principios de cuantificación y reporte.....	6
1.2 Diagnóstico .....	6
1.3 Pronóstico .....	7
1.4 Delimitación.....	7
1.5 Formulación del Problema.....	8
1.6 Objetivos.....	9
1.6.1 General.....	9
1.6.2 Específicos .....	9
1.7 Justificación .....	10
2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	12
2.1 Marco Conceptual.....	12
2.1.1 Cambio Climático .....	12
2.1.2 Gases de efecto invernadero .....	12
2.1.3 Tipo de gases de efecto invernadero.....	14
2.1.4 Inventario de Emisiones.....	15
2.1.5 Calentamiento Global .....	16
2.1.6 Huella de Carbono .....	19
2.1.7 Metodología Nte Inen-Iso 14064.....	20
3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
3.1 Área de Estudio.....	22
3.2 Tipo de investigación y diseño .....	23

3.3	Población y Muestra .....	24
3.4	Investigación descriptiva .....	24
3.5	Investigación descriptiva .....	25
3.6	Procedimiento Operativo .....	25
3.7	Factores de emisión.....	25
3.8	Técnicas de cálculo de la Huella de Carbono .....	25
3.9	Inventario de emisiones de gases .....	26
3.10	Cálculo de emisiones .....	26
3.10.1	Consumo diésel.....	27
3.10.2	Consumo energético.....	28
3.10.3	Cálculo aguas residuales .....	28
3.10.4	Emisiones por generación de residuos .....	29
3.10.5	Cálculo total .....	29
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	30
4.1	Resultados .....	30
4.1.1	Toneladas de CO <sub>2</sub> por consumo de diésel estacionario.....	30
4.1.2	Toneladas de CO <sub>2</sub> por consumo energético .....	31
4.1.3	Toneladas de CO <sub>2</sub> en aguas residuales (DQO).....	33
4.1.4	Toneladas de CO <sub>2</sub> emitidos por Residuos .....	34
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	39
5.1	Conclusiones .....	39
5.2	Recomendaciones .....	39
5.2.1	Gestión del consumo eléctrico (prioridad alta).....	40
5.2.2	Gestión de aguas residuales .....	40
5.2.3	Manejo de residuos sólidos.....	40
5.2.4	Gestión institucional .....	40
6	BIBLIOGRAFÍA .....	41
7	ANEXOS .....	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Vista superior UPS - campus Girón .....	23
Figura 2: Gráfico comparativo emisión de CO2, años 2022-2023 .....	31
Figura 3: Gráfico comparativo emisión de CO2 por consumo energético, años 2022-2023.....	32
Figura 4: Niveles de DQO en bloque "A" .....	33
Figura 5: Niveles de DQO en bloque "B" .....	34
Figura 6: Clasificación de residuos.....	35

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Potencial de calentamiento global para los gases de efecto invernadero (GEI).....	13
Tabla 2: Consumo de Diesel .....	30
Tabla 3: Resultados emisión CO2 por consumo Energético .....	31
Tabla 4:Tabla comparativa emisión de CO2 por consumo energético, años 2022-2023 .....	32
Tabla 5: Datos obtenidos por clasificación de residuos.....	34
Tabla 6: Porcentaje de residuos generados en el lapso de recolección.....	36

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Muestreo de agua residuales .....	44
Anexo 2: Muestra completa .....	44
Anexo 3: Residuos generados campus Girón .....	45
Anexo 4: Residuos generados campus Girón .....	45
Anexo 5: análisis de DQO .....	46
Anexo 6: Factura Empresa Eléctrica Quito S.A. ....	46

## RESUMEN

Esta investigación aborda el cálculo y la actualización de la huella de carbono en la Universidad Politécnica Salesiana, Campus Girón, aplicando la metodología estandarizada de la norma NTE INEN-ISO 14064-1:2019, de acuerdo con los requisitos del Sistema Nacional de Inventario de Gases de Efecto Invernadero (SINGEI). Se adoptó un diseño descriptivo cuantitativo para caracterizar las emisiones organizacionales clasificadas por alcances, identificando las principales fuentes asociadas a las operaciones académicas y los servicios auxiliares del campus.

El procedimiento metodológico incluyó la delimitación de los límites operacionales, la recolección sistemática de datos de actividad a través de facturas de energía y muestreo representativo de descargas de laboratorio, la aplicación de factores de emisión locales y el análisis descriptivo de los patrones de emisión. Los resultados resaltan la preeminencia de la demanda eléctrica como foco principal, seguida de la generación de residuos orgánicos de los laboratorios de ingeniería ambiental, revelando particularidades del campus en comparación con estudios previos realizados en sedes salesianas en Quito.

La discusión sitúa estos hallazgos frente a investigaciones institucionales pioneras, evidenciando la evolución en la composición del alcance y las oportunidades específicas de gestión. Entre las principales contribuciones se encuentra la metodología validada para inventarios anuales y recomendaciones prácticas orientadas a la certificación PECC, fortaleciendo el vínculo con el programa de Ingeniería Ambiental a través de una herramienta de cálculo estandarizada.

**Palabras Clave:**

Huella de carbono, ISO 14064-1, UPS Campus Girón, inventario de gases de efecto invernadero (GEI), Sistema Nacional de Inventario de Gases de Efecto Invernadero SINGEI, ingeniería ambiental.

## ABSTRACT

This research addresses the calculation and updating of the carbon footprint at the Universidad Politécnica Salesiana, Girón Campus, applying the standardized methodology of NTE INEN-ISO 14064-1:2019 standard in accordance with Sistema Nacional de Inventario de Gases de Efecto Invernadero (SINGEI) requirements. A quantitative descriptive design was adopted to characterize organizational emissions classified by scopes, identifying main sources associated with academic operations and campus auxiliary services.

The methodological procedure included delimitation of operational boundaries, systematic collection of activity data through energy bills and representative sampling of laboratory discharges, application of local emission factors, and descriptive analysis of emission patterns. The results highlight the preeminence of electrical demand as the primary focus, followed by organic waste generation from environmental engineering laboratories, revealing particularities of the campus compared to previous studies conducted at Salesian locations in Quito.

The discussion positions these findings against pioneering institutional research, evidencing evolution in scope composition and specific management opportunities. Among the main contributions is the validated methodology for annual inventories and practical recommendations oriented toward PECC certification, strengthening linkage with the Environmental Engineering program through a standardized calculation tool.

### **Keys words:**

carbon footprint, ISO 14064-1, UPS Girón Campus, greenhouse gases (GHG) inventory, Sistema internacional de gases de efecto invernadero (SINGEI), environmental engineering.

# 1 INTRODUCCIÓN

Las instituciones de educación superior desempeñan un rol relevante dentro de la dinámica social y productiva, no solo por su función formativa, sino también por el impacto ambiental asociado a sus actividades cotidianas referente a el funcionamiento diario de una institución, es inevitable el uso invariable de fluido de energía, la producción de residuos y el aprovechamiento de recursos naturales y combustibles, lo que en conjunto termina aportando a la muestra de la liberación de gases (GEI). A pesar de ello, en numerosos casos estas emisiones no son cuantificadas de forma sistemática, esto limita la posibilidad de realizar estrategias efectivas de reducción.

Diversas investigaciones realizadas en universidades ecuatorianas han demostrado. Se ha identificado que el uso de energía eléctrica lo más importantes factores favorecen a la generación de emisiones de gases de efecto invernadero, alcanzando porcentajes superiores al 70% del total de la Huella de Carbono Corporativa (UTEQ, 2023). Esta situación adquiere mayor relevancia en el contexto nacional, caracterizado por un sistema eléctrico dependiente de condiciones climáticas variables. Durante los periodos de sequía registrados entre 2024 y 2025, la reducción en la generación hidroeléctrica incrementó la participación de centrales térmicas, lo que derivó en un aumento del indicador de intensidad de carbono del sistema eléctrico nacional hasta valores cercanos a 0.092tCO<sub>2</sub>eq/MWh (ARCONEL, 2025).

Frente a este escenario, las universidades, y en particular aquellas que forman profesionales en el área ambiental, enfrentan el desafío de evaluar de manera objetiva su contribución al cambio climático. La cuantificación de emanaciones asociadas al gasto de electricidad, uso de

combustibles fósiles, generación de residuos sólidos y descargas de aguas residuales constituye un paso indispensable para la proyección ambiental y la resolución basada en evidencia.

En este contexto, la norma ISO 14064-1 (ISO,2018), proporciona este enfoque metodológico permite estructurar de manera ordenada la elaboración de registros organizacionales de (GHG), facilitando la clasificación de las emisiones en tres niveles: las directas (Alcance 1), las coligadas al consumo de energía adquirida (Alcance 2) y aquellas indirectas vinculadas a la cadena de valor (Alcance 3). La aplicación de este tipo de normativa contribuye a obtener resultados consistentes, transparentes y comparables, además de asegurar su coherencia con los lineamientos del (SINGEI) y las obligaciones internacionales asumidos por el Ecuador en el marco del Acuerdo Climático de París. (Unidas, 2015)

La finalidad de este estudio es evaluar y actualizar la huella de carbono de la Institución (UPS), sede Quito, campus Girón., correspondiente a los años 2022 y 2023. Mediante el uso de factores de emisión locales y la aplicación de la normativa ISO 14064-1, se busca identificar las principales fuentes emisoras y generar datos técnicos que use de base para fortalecer la gestión ambiental institucional.

## **1.1 Planteamiento del Problema**

La base teórica para el cálculo de la huella de carbono se sustenta en base al marco normativo internacional referente a la familia ISO 14060, la cual establece lineamientos estandarizados para el parámetro, el reporte y la verificación de efluvios y remociones de gases de efecto invernadero (GEI). En este contexto, la norma ISO 14064-1:2018 define los criterios necesarios para la elaboración de inventarios organizacionales, considerando límites tanto operativos como organizacionales y contando las emisiones en tres categorías: Alcance 1,

correspondiente a emisiones directas bajo control de la organización; Alcance 2, relacionado con emisiones indirectas derivadas del consumo de energía adquirida; y Alcance 3, que incluye otras emisiones indirectas vinculadas a la cadena de valor., aplicables a contextos ecuatorianos como universidades o laboratorios donde predominan consumos energéticos y residuos. ISO 14064-1:2018. Esta estructura responde a la necesidad de datos transparentes y verificables, alineados con directrices del (IPCC) 2006 y su refinamiento 2019 (IPCC, 2019), que guían conversiones a equivalentes de CO<sub>2</sub> (tCO<sub>2</sub>e) mediante factores de emisión locales del SINGEL.

### ***1.1.1. Conceptos fundamentales de gases de efecto invernadero (GEI)***

Dentro de los gases de efecto invernadero (GEI) se identifican siete compuestos principales regulados por el acuerdo internacional de reducción de emisiones, como el CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, PFC, SF<sub>6</sub> y NF<sub>3</sub>. (Sánchez López, 2014), cuantificados (GWP) a horizontes de 20, 100 o 500 años, con CO<sub>2</sub> como referencia unitaria (GWP=1). La ecuación básica para emisiones es  $E=A \times EF \times GWP$ , donde A representa actividad (ej. kWh consumidos), EF el elemento de emisión (kgCO<sub>2</sub>e/unidad) y GWP y el alcance total, adaptada en Ecuador para fuentes como electricidad (0.0005 tCO<sub>2</sub>e/kWh) o diésel (2.68 kgCO<sub>2</sub>e/L). En ingeniería ambiental, esta metodología integra análisis de ciclo de vida (ACV) parcial, priorizando relevancia sobre exhaustividad para evitar subestimaciones en alcances indirectos. (ISO 14064-1:2018).

### ***1.1.2. Clasificación de emisiones por alcances***

El núcleo operativo clasifica emisiones en tres categorías estandarizadas: Alcance 1 abarca fuentes directas propiedad o controladas (combustión fija/móvil, procesos químicos, fugas de HFC en refrigeración); Alcance 2, indirectas por generación de energía adquirida (electricidad, vapor, calefacción); y Alcance 3, todas las restantes (transporte upstream/downstream, bienes/servicios,

residuos, viajes de empleados, activos arrendados), que suelen representar 70-90% del total en entidades terciarias como universidades. (ISO 14064-1:2018). La ecuación general  $E_{total} = \sum(A_i \times EF_i \times GWP_i)$  aplica métodos escalonados: Tier 1 (factores IPCC genéricos), Tier 2 (país/específicos, ej. 0.48 kgCO<sub>2</sub>e/kWh Ecuador 2023), Tier 3 (mediciones directas), con priorización de Tier 2 para robustez en Pichincha.

### **1.1.3. Metodologías de cuantificación y calidad**

La recolección de datos actividad (A) proviene de medidores, facturas o estimaciones proxy, validados por controles de calidad (revisión por pares, calibración anual). Para aguas residuales o residuos, factores locales convierten DQO (mgO<sub>2</sub>/L) a CH<sub>4</sub> vía IPCC (0.25 kgCH<sub>4</sub>/kg DQO degradado), multiplicado por GWP, ajustado por tratamiento anaeróbico. ISO 14064-2 COMPLEMENTA CON PROTOCOLOS PARA PROYECTOS (línea base, adicionales, leakage), calculando créditos como *Reducción = baseline – emisiones<sub>proyecto</sub>*, verificables bajo Parte 3 mediante muestreo estadístico y niveles de garantía (limitada: 10% materialidad; razonable: 5%)

### **1.1.4. Integración con normativas ecuatorianas y globales**

En Ecuador, la NTE INEN-ISO 14064-1:2019 armoniza con Ley Orgánica de Cambio Climático (2018), mandatando reportes al SINGEI para sectores > 25.000 tCO<sub>2</sub>e/año, con OEC acreditados por ESA para verificaciones ISO 14064-3 que habilitan sellos MAE. estudios locales refuerzan esta teoría: la UPS cuantificó 1.250 tCO<sub>2</sub>e en Quito usando límites por control, identificando electricidad (45%) y transporte (30%) como hotspots; ESPOCH en LABSU destacó fugas HFC (15%); USFQ actualizó inventarios con gobernanza de datos, reduciendo incertidumbre del 25% al 8%. Esta sinergia con greenhouse gases (GHG) Protocol (Capítulo 5: Alcances) asegura interoperabilidad corporativa.

### ***1.1.5. Manejo de incertidumbres y mejora continua***

Análisis de sensibilidad cuantifica variabilidad (ej. Monte Carlo para rangos EF +-20%), reportado en declaraciones greenhouse gases (GHG) con planes de mitigación (mejorar medición, expandir Alcance 3). En PDCA de ISO 14001, cláusula 9.12 mide desempeño GEI como KPI, con metas SMART (reducir 4.2% anual Alcance 1-2), integrando herramientas digitales como Excel con macros para escenarios “qué fuera sí”.

### ***1.1.6. Familia ISO 14064: estructura alcances***

La norma ISO 14064-1 orienta el diseño de inventarios anuales, exigiendo principios de exactitud (+-5% de incertidumbre), consistencia temporal, transparencia (documentación de supuestos) y completitud, con gestión de calidad que incluye auditorías internas y revisión por pares. La Parte 2:2019 aplica a proyectos de mitigación, calculando líneas base y créditos por reducciones verificables; mientras la Parte 3:2019 detalla validación (ex ante) y verificación (ex post) por organismos acreditados, con niveles materialidad (ej. 5% para alto riesgo). En Ecuador, la NTE INEN – ISO 14064-1:2019 adopta esta familia, integrándola al sistema internacional de gases de efecto invernadero (SINGEI) para reportes nacionales que alimentan (NDC), facilitando certificaciones MAE como el distintivo Huella de Carbono.

### ***1.1.7. Aplicación en ingeniería ambiental ecuatoriana***

Estudios locales ilustran su implementación: Paspuezan y Mozo (2023) cuantificaron 1.250TCO<sub>2e</sub>/año en obras salesianas de Quito, delimitando límites por control financiero y usando factores locales para combustible; similares, tesis en ESPOCH y USFQ destacan brechas en alcance 3 (transporte, papel), resueltas con integración con ISO 14001:2015, donde la condición

6.1.2 identifica los gases climáticos (GEI) como gases atmosféricos significativos, habilitando PDCA para reducción progresiva (meta 4.2% anual) (ISO 14001:2015).

### ***1.1.8. Principios de cuantificación y reporte***

La norma enfatiza identificación de fuentes (combustión estacionaria, procesos fugitivos, aguas residuales), selección de métodos (nivel 1: factores IPCC; nivel 2: específicos; nivel 3: medición directa) y manejo de incertidumbres vía análisis cualitativo/cuantitativo. Reportes deben incluir declaración de gases de la atmosfera verificable, con mejoras continuas documentadas, alineadas a los gases antropógenos (GEI) para compatibilidad corporativa.

Debido a su condición de país en desarrollo, Ecuador presenta una alta vulnerabilidad frente a diversos factores externos, tanto de origen natural como antrópico. A nivel global, su aporte a los efluentes de (CO<sub>2</sub>) es reducido, representando menos del 0,5%. Sin embargo, de acuerdo con (INGEI) correspondiente al año 2012, las exhalaciones alcanzaron aproximadamente 627,16 unidades de CO<sub>2</sub> equivalente. Dentro de este total, el sector energético, así como un principal alternativa con un 46,63%, seguido en el USCUS, que aporta un 25,35%. En tercer lugar, se ubica el sector agrícola con un 18,17%, mientras que los procesos industriales y el manejo de residuos contribuyen con un 5,67% y 4,19%, respectivamente, sumando en conjunto cerca del 10% de las emisiones nacionales. (García García, 2021)

## **1.2 Diagnóstico**

Estudios previos realizados en obras salesianas de la ciudad de Quito evidencian la ausencia de una actualización continua de el progreso de listas de gases que atrapan el calor .Investigaciones como la desarrollada por Paspuezan y Mozo (2023) estimaron emisiones conjuntas del orden de 802 tCO<sub>2</sub>e para los campus Girón y Sur en el año 2021, identificando al transporte como la

principal fuente emisora. Sin embargo, dichas estimaciones presentaron limitaciones asociadas a la disponibilidad de información y a la cobertura parcial del Alcance 3.

En el campus Girón, la falta de un inventario actualizado desde el año 2014 ha generado vacíos de información que dificultan el seguimiento de tendencias y la estimación de dimensiones de disminución. Asimismo, se ha identificado una alta dependencia del suministro eléctrico nacional, así como la generación de aguas residuales con cargas orgánicas significativas provenientes de laboratorios, sin sistemas de pretratamiento adecuados.

### **1.3 Pronóstico**

Con un crecimiento de alumnos, se tiene previsto para años siguientes los consumos sigan aumentando en cuanto a los alcances 1 y 2; teniendo en cuenta que el mayor consumo registrado es del gasto de electricidad, por lo que se debe tener en cuenta un escenario moderado (paneles 150 kWp + pretratamiento DQO).

Cabe resaltar que se necesita un inventario de emisiones de carbono anual actualizado.

### **1.4 Delimitación**

En marco de años pasados en el país, en los cuales se conocía poco o nada la existencia de la Huella de Carbono y su utilidad, sin embargo, con el incremento en casos por afección del cambio climático se ha ido tomando más en cuenta; de tal manera que hoy en día distintas entidades privadas cuentan con certificación y optimizaciones en base a los resultados. Si bien es cierto con respecto a años pasados grandes empresas hoy cuentan con certificaciones desde el Ministerio de Ambiente y Energía (MAE). Siendo una herramienta importante como Ingeniero Ambiental es que se realiza el cálculo y actualización dentro del establecimiento de educación superior, sede Quito, campus Girón.

## **1.5 Formulación del Problema**

- ¿En qué cantidad se produjo el aumento de emisiones de CO<sub>2</sub>, campus Girón debido al regreso a clases después de la pandemia?
- ¿Cómo afecta el consumo de recursos no renovables?

## **1.6 Objetivos**

### **1.6.1 General**

- Realizar la actualización de la Huella de Carbono con datos pos pandemia según la normativa ISO 14064-2:2019 en la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito campus Girón para los años 2022 – 2023.

### **1.6.2 Específicos**

- Desarrollar el inventario de gases de efecto invernadero y calcular la huella de carbono mediante la ISO 14064-1:2019 de operaciones que se llevan en la Universidad Politécnica Salesiana, campus Girón, ubicada en Quito, Ecuador
- Establecer indicadores de sostenibilidad en base a la actualización de la huella de carbono de los años 2022 – 2023.
- Identificar salidas de agua residual dentro del campus Girón, para realizar tomas de muestras y cuantificar en estas la demanda química de oxidación (DQO).

## **1.7 Justificación**

Actualizar la huella climática en una institución de educación superior, sede Quito, campus Girón, responde a la insuficiente información técnica confiable que facilite la identificación, análisis y gestión de los importantes orígenes de muestra de gases de gases contaminantes. La ausencia de inventarios actualizados limita la capacidad institucional para establecer líneas base, monitorear tendencias y diseñar acciones de mitigación coherentes con la normativa ambiental vigente.

La implementación de la norma ISO 14064-1 fortalece el proceso de cuantificación al proporcionar un marco metodológico sólido, en el que se establecen criterios claros para definir los límites organizacionales y operativos, es la apropiada elección de factores de liberación de contaminantes y el manejo de la incertidumbre. Este enfoque permite obtener resultados consistentes y comparables con estudios similares realizados en otras instituciones de educación superior, así como, a nivel nacional e internacional.

Desde el ámbito institucional, desarrollar el inventario aporta al fortalecimiento de la gestión ambiental.

Desde una visualización institucional, el desarrollo de este registro contribuye al fortalecimiento de la gestión ambiental universitaria y facilita el cumplimiento de las disposiciones establecidas en la legislación ecuatoriana relacionada con cambio climático. Asimismo, genera insumos técnicos que pueden ser utilizados para la formulación de planes de eficiencia energética, manejo de residuos y reducción de impactos ambientales.

En el ámbito académico, la investigación constituye un aporte significativo para la carrera de Ingeniería Ambiental, al proporcionar una base empírica que favorece la aplicación práctica de estándares internacionales y promueve el desarrollo de competencias técnicas en la cuantificación

de emisiones. De esta manera, el estudio trasciende el cumplimiento de un requisito académico y se consolida como una herramienta rentable para la planificación y mejora del desempeño ambiental colectivo.

## 2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1 Marco Conceptual

#### 2.1.1 *Cambio Climático*

La crisis climática puede entenderse como una modificación en los patrones del clima que ocurre a lo largo de largas fases de tiempo, que van a partir de décadas hasta millones de años. Estos cambios no solo afectan los promedios del clima, sino también la forma en que se muestran los fenómenos meteorológicos, como el aumento o disminución de eventos extremos. (Pallmall, 2021).

Según (Giddens & Echavarren, 2010). “En la actualidad, este tema ha tomado gran relevancia tanto en el ámbito político como en la sociedad en general, siendo considerado uno de los mayores retos del siglo XXI.”.

Las causas pueden estar afines con procesos naturales, como variaciones en la actividad solar o expulsiones volcánicas, pero también con acciones humanas que alteran la disposición de la atmósfera o el uso del suelo. En este contexto, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) señala que este fenómeno se debe, en gran medida, a la influencia humana, diferenciándolo de las variaciones naturales del clima. (CMNUCC.2014)

#### 2.1.2 *Gases de efecto invernadero*

La mayoría de estos gases se producen durante procesos de combustión en la industria, aunque también pueden generarse de forma natural o por actividades humanas. Entre ellos, el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) destaca por su influencia, pero hoy en día lo más preocupante es el incremento progresivo de su concentración en la atmósfera, provocados de manera directa o indirecta por los procesos realizados por las empresas, organizaciones, productos o servicios; Es

por tanto un inventario , Su medición se realiza en tn de CO<sub>2</sub> son relativamente iguales , tomando en cuenta los seis gases establecidos en el Protocolo de Kioto: dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, HFCs,PFCs y SF<sub>6</sub> . (IHOBE, 2012).

En esta categoría también se incluyen gases artificiales generados por la actividad industrial, como los clorofluorocarbonos (CFC) y otros gases fluorados, reconocidos por su fuerte efecto sobre la capa de ozono. De igual forma, los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), provenientes de la producción de fertilizantes y otros procesos industriales, están asociados a problemas como la lluvia ácida (Sánchez López, 2014).

El efecto de estos gases en el calentamiento depende tanto de la cantidad presente en la atmósfera como de su capacidad para retener calor. Por ello, un gas con mayor potencial de calentamiento global tendrá un impacto más significativo en el ascenso de la temperatura.

El (PCG) se utiliza para evaluar la capacidad de un gas de efecto invernadero de retener calor en la atmósfera, tomando como referencia al dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), al cual se le asigna un valor de 1.

*Tabla 1: Potencial de calentamiento global para los gases de efecto invernadero (GEI)*

Gas de efecto invernadero	Potencial de calentamiento global
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	1
Metano (CH <sub>4</sub> )	21-23
Óxido nitroso (N <sub>2</sub> O)	230-310
Perfluorocarbonos ((PFC)	5.700-11.900
Hidrofluorocarbonos (HFC)	13.000-14.000
Hexafluoruro de carbono (SF <sub>6</sub> )	23.000

*Tomado de: (Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial Gobierno Vasco, 2013)*

### **2.1.3 Tipo de gases de efecto invernadero**

- **Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)**

El dióxido de carbono es considerado el gas más relevante, principalmente por su estrecha relación con las actividades humanas y su significativa contribución al calentamiento global. Su presencia en la atmósfera está asociada, en gran medida, al uso de combustibles fósiles en procesos industriales y en el transporte. Además, puede generarse tanto por la combustión de materiales como petróleo, carbón y biomasa, como por fenómenos naturales, entre ellos erupciones volcánicas e incendios forestales. (MAATE, 2025).

- **Metano (CH<sub>4</sub>)**

El metano es el segundo gas de efecto invernadero de mayor importancia entre aquellos de larga permanencia en la atmósfera, contribuyendo aproximadamente con un 17% al forzamiento radiactivo. Cerca del 40% de sus emisiones provienen de fuentes naturales, como los humedales y ciertos organismos, mientras que alrededor del 60% está vinculado a actividades humanas, entre ellas la ganadería, el cultivo de arroz, la explotación de combustibles fósiles, los vertederos y la quema de biomasa. En términos de concentración, este gas ha mostrado un incremento significativo en las últimas décadas, alcanzando niveles muy superiores a los registrados en la era preindustrial.

- **Óxido Nitroso (NO<sub>2</sub>)**

El óxido nitroso se origina tanto de fuentes naturales como de actividades humanas, con una participación aproximada del 60% y 40%, respectivamente. Sus principales fuentes incluyen los océanos, los suelos, la quema de biomasa, el uso de fertilizantes y diversos procesos industriales. Este gas no solo contribuye al calentamiento global, sino que también desempeña un papel importante en la degradación de la capa de ozono estratosférico. Asimismo, aporta cerca del 6% al forzamiento radiactivo de los gases de efecto invernadero de larga duración. (MAATE, 2025)

- **Hidrofluorocarbonos (HFC)**

Los hidrofluorocarbonos corresponden a un grupo de gases sintéticos utilizados principalmente en sistemas de refrigeración y climatización. Aunque su permanencia en la atmósfera es relativamente corta, se caracterizan por tener un alto potencial de calentamiento global, lo que los convierte en contaminantes climáticos relevantes. (MAATE, 2025).

- **Hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>)**

El hexafluoruro de azufre es un gas incoloro, inodoro, no inflamable y químicamente muy estable, lo que le permite mantenerse sin reaccionar en condiciones ambientales normales. Debido a sus propiedades físicas y eléctricas, es ampliamente utilizado en la industria eléctrica.

#### **2.1.4 *Inventario de Emisiones***

El cálculo de la huella de carbono inicia con la identificación de las fuentes de emisión que serán consideradas en el análisis. Este proceso permite contabilizar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) generadas por una determinada actividad.

Las emisiones directas corresponden a aquellas que provienen de fuentes que son propiedad o están bajo el control de la organización, como el uso de combustibles fósiles o el consumo energético interno. En cambio, las emisiones indirectas se originan como consecuencia de las actividades de la entidad, pero provienen de fuentes externas que no están bajo su control, como el transporte, la gestión de residuos o el uso de productos por parte de los consumidores.

### ***2.1.5 Calentamiento Global***

El calentamiento global se refiere al aumento progresivo de la temperatura media del planeta, fenómeno que está estrechamente relacionado con el incremento de la concentración de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en la atmósfera. Este comportamiento evidencia una intensificación del efecto invernadero. Aunque ambos términos suelen emplearse como sinónimos, es importante diferenciarlos: el calentamiento global describe el aumento de temperatura, mientras que el efecto invernadero corresponde al proceso que lo genera (Caballero, Lozano y Ortega, 2007).

La generación de gases de efecto invernadero varía según el contexto en el que se analice, ya que factores como la cantidad de personas, las actividades desarrolladas, el consumo de recursos y la producción de residuos influyen directamente en los niveles de emisión registrados en cada lugar.

### ***Objetivos de desarrollo sostenible***

Se pone como referencia a la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible es una iniciativa internacional que busca impulsar un modelo de desarrollo más justo, inclusivo y sostenible, constituye un esfuerzo internacional orientado a responder de manera integrada a los principales desafíos sociales, económicos y ambientales que enfrentan los países. A través de diecisiete objetivos interrelacionados, esta agenda propone un cambio progresivo en los modelos de

desarrollo, priorizando la equidad social, la protección ambiental y el crecimiento económico responsable (Unidas, 2015).

Desde una perspectiva social, los primeros objetivos se centran en la disminución de la pobreza y el hambre, así como la mejora en áreas clave como la salud, la educación y la igualdad de género. En este sentido, se entiende que el desarrollo no depende solo de la economía, sino también de que las personas puedan acceder a servicios y oportunidades en condiciones justas. Esto es efectivo a servicios básicos y oportunidades, especialmente para los grupos históricamente excluidos (PNUD, 2020)

➤ **ODS 6. Agua limpia y saneamiento**

Este objetivo busca garantizar la disponibilidad de agua en condiciones adecuadas, promoviendo su gestión sostenible y asegurando el acceso universal a servicios de saneamiento.

➤ **ODS 7. Energía asequible y no contaminante**

Se enfoca en facilitar el acceso a energía segura, sostenible y moderna, impulsando el uso de fuentes renovables y fomentando la eficiencia energética.

➤ **ODS 12. Producción y consumo responsable**

Tiene como propósito incentivar el uso eficiente de los recursos naturales, disminuir la generación de residuos y promover prácticas sostenibles en los procesos de producción y consumo.

➤ **ODS 13. Acción por el clima**

Destaca la importancia de implementar medidas urgentes frente al cambio climático, orientadas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y fortalecer la capacidad de adaptación ante sus efectos.

### **2.1.6 CO<sub>2</sub> equivalente**

La huella de carbono se expresa en términos de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e o CO<sub>2</sub>eq), ya que este gas se utiliza como referencia para comparar el impacto de los diferentes gases de efecto invernadero (GEI), debido a su mayor presencia en la atmósfera.

### **2.1.7 Carbono neutro**

El concepto de carbono neutro está vinculado al compromiso de organizaciones, instituciones y personas de asumir la responsabilidad por el impacto climático de sus actividades. Alcanzar la neutralidad de carbono implica que la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos sea equivalente a la cantidad que se logra reducir o compensar, logrando así un balance neto igual a cero.

En la práctica, esto no significa eliminar completamente las emisiones, sino cuantificarlas de manera precisa, reducirlas progresivamente mediante acciones como la mejora en la eficiencia energética, el uso de energías renovables o la optimización de procesos, y complementar estas medidas con estrategias de compensación.

compensar aquellas emisiones que no pueden eliminarse. Estas compensaciones suelen realizarse a través de proyectos ambientales certificados, como la reforestación, la conservación de bosques o la generación de energía limpia, que contribuyen a la captura o reducción de carbono en otros lugares.

Desde un enfoque ambiental y social, la carbono neutralidad representa una herramienta clave frente al cambio climático, ya que promueve una gestión responsable de los recursos y fomenta la toma de decisiones sostenibles. Además, permite visibilizar el daño real de las actividades del hombre sobre el clima y facilita la planificación de estrategias de mejora continua. Tal como señalan organismos internacionales, *“la neutralidad de carbono es un paso fundamental*

*para limitar el aumento de la temperatura global y reducir los riesgos asociados al cambio climático” (Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC, 2021)*

### **2.1.6 Huella de Carbono**

La huella de carbono es un indicador ambiental que permite cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) generadas por una actividad, organización o servicio. Su medición constituye una herramienta clave para promover la ecoeficiencia, ya que facilita la identificación de oportunidades para reducir el consumo energético, considerado una de las principales fuentes de emisiones a nivel global (Rodríguez, Belfort y Udaquiola, 2014).

Estas emisiones se originan principalmente a partir de procesos de combustión asociados a actividades industriales; sin embargo, también pueden generarse de manera natural o como resultado de acciones humanas. Entre los gases de efecto invernadero, el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) destaca por su mayor incidencia, aunque actualmente el aumento de emisiones está estrechamente relacionado con las actividades desarrolladas por empresas, organizaciones y servicios.

En este contexto, la huella de carbono se entiende como un inventario de emisiones de GEI, el cual se expresa en términos de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>eq). Esta medida considera los principales gases establecidos en el Protocolo de Kioto, como el CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, PFCs, HFCs y SF<sub>6</sub> (IHOBE, 2012).

Asimismo, dentro de esta clasificación se incluyen gases de origen artificial, generados principalmente por la industria, como los clorofluorocarbonos (CFC) y otros compuestos fluorados, reconocidos por su impacto negativo sobre la capa de ozono. De igual manera, los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), provenientes de la producción de fertilizantes y otros procesos industriales, están asociados a problemáticas ambientales como la lluvia ácida (Sánchez López, 2014).

La huella de carbono se consolida como una herramienta práctica y confiable para evaluar el impacto ambiental de una institución, ya que permite cuantificar las emisiones generadas en sus actividades cotidianas. Esto facilita la identificación de las principales fuentes de emisión y contribuye a la formulación de estrategias orientadas a su reducción, así como a la disminución de la dependencia de combustibles fósiles. (Benayas, Fiandrino, Bollati, & Goldar, 2022)ç

### **2.1.7 Metodología Nte Inen-Iso 14064**

El verdadero músculo técnico lo aporta ISO 14064-1: ofrece directrices generales para gestionar y cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero dentro de una organización. (International Organization for Standardization, 2018). Aquí entran los tres niveles o "tiers" del IPCC que dan precisión: Tier 1 usa promedios globales (rápido pero impreciso, incertidumbre 50%), Tier 2 aplica datos país-específicos del SINGEI (electricidad 0,48 kgCO<sub>2e</sub>/kWh, ideal para Ecuador), y Tier 3 mide directo en chimeneas (costoso para campus). En mi caso, Tier 2 dominó con EF del MAATE 2025, reduciendo error a 8%, tal como Jarrín Proaño (2023) reportó en Quito con variación similar (p. 62).

- ***NTE INEN-ISO 14064-1. "Gases de Efecto Invernadero. Especificaciones y orientaciones, a nivel de la organización, para la cuantificación y la declaración de las emisiones y reducciones de gases de efecto invernadero"*** (ISO., 2018).
- ***NTE INEN-ISO 14064-2. "Gases de Efecto Invernadero. Especificaciones y orientaciones, a nivel de proyecto, para la cuantificación, la monitorización y la declaración de las reducciones y de las mejoras en la eliminación de gases de efecto invernadero"*** (ISO., 2018). Esta segunda edición detalla los principios y requisitos para

determinar las líneas base, y hacer seguimiento, cuantificar e informar emisiones del proyecto. Se centra en los proyectos de GEI o en actividades basadas en proyectos diseñados específicamente para reducir las emisiones de GEI o aumentar las remociones de GEI. Proporciona una base para los proyectos de GEI a verificar y validar. La norma establece los lineamientos necesarios para el diseño, desarrollo y gestión de inventarios de gases de efecto invernadero (GEI) en organizaciones, así como para la elaboración de informes asociados a estos. Incluye criterios para definir los límites de las emisiones y remociones, cuantificar las emisiones generadas por la organización e identificar acciones orientadas a mejorar la gestión de los GEI. Además, contempla directrices relacionadas con el aseguramiento de la calidad del inventario, la elaboración de reportes, la auditoría interna y las responsabilidades institucionales en los procesos de verificación.

- Por su parte, la NTE INEN-ISO 14064-2 se enfoca en el ámbito de proyectos, estableciendo principios y requisitos para la determinación de líneas base, el monitoreo, la cuantificación y el reporte de reducciones de emisiones o incrementos en la remoción de GEI. Esta norma está orientada a iniciativas diseñadas específicamente para mitigar emisiones o potenciar su captura, proporcionando una base técnica para su validación y verificación.
- Finalmente, la NTE INEN-ISO 14064-3 define los criterios para la validación y verificación de las declaraciones de gases de efecto invernadero. En este sentido, describe el proceso que debe seguirse, incluyendo la planificación, los procedimientos de evaluación y la revisión de la información reportada, aplicable tanto a inventarios organizacionales como a proyectos y huellas de carbono de productos.

### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Área de Estudio

El área de investigación se dio lugar en la Universidad Politécnica Salesiana, Sede Quito campus Girón, ubicada en el sector de las Universidades, Av. Isabel la católica.

Los periodos tomados en cuenta son: 01 de enero – 31 de diciembre de los años 2022 y 2023, la sede universitaria conforma docentes, administrativos y estudiantes. Cada obra salesiana oferta distintas carreras académicas según su campus.

- Administración de Empresas
- Arquitectura
- Biomedicina
- Biotecnología
- Comunicación
- Contabilidad y Auditoría
- Ciencias Económicas
- Leyes
- Diseño Multimedia
- Educación
- Educación Básica
- Educación Temprana
- Manejo y Liderazgo
- Ingeniería Industrial
- Negocio Digital

- Odontología
- Psicología
- Psicología Clínica

*Figura 1: Vista Superior UPS - campus Girón*



*Las zonas dentro de los cuadros amarillos representan los bloques A y B de la UPS, campus Girón*

### **3.2 Tipo de investigación y diseño**

La presente investigación reviste carácter cuantitativo descriptivo, orientado a caracterizar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el Campus Girón de la Universidad Politécnica Salesiana durante el periodo enero-diciembre 2022 – 2023. Siguiendo a (Hernández Sampieri et al. 2014), se optó por este diseño “*para precisar o explicar con exactitud lo que se manifiesta en un fenómeno particular*”, sin manipular variables, mediante recolección de datos reales de consumo energéticos y vertidos residuales. Este enfoque replica metodologías de tesis

locales como la de Dávila y Varela (2014), quienes aplicaron descriptiva transversal para inventario baseline en UPS Quito Sur.

### **3.3 Población y Muestra**

La población comprende todas las fuentes emisoras del GEI en campus (aproximadamente 20: generadores, red eléctrica, laboratorios, transporte de empleados). Se revisó datos agregados anuales (facturas CELEC, EPMAPS, COMBUSTIBLE). Criterio de inclusión: control operativo directo (ISO 14064-1, cláusula 4.3).

Tamaño muestral justificado por saturación datos administrativos, similar a Paspuezan y Mozo (2023, p. 52).

#### **Fuentes de recopilación de información**

- Departamento de Administración e Inventarios
- Departamento de Gestión de Talento Humano
- Departamento Técnico de Sede de Seguridad Salud y Medio Ambiente
- Laboratorios
- Departamento Financiero

### **3.4 Investigación descriptiva**

La investigación descriptiva se utiliza cuando se busca describir con precisión lo que sucede en un contexto determinado, sin intervenir en los factores involucrados. Este tipo de enfoque permite observar la realidad tal como es, por ejemplo, al analizar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el campus Girón de la Universidad Politécnica Salesiana. Según (Hernández Sampieri et al. 2014), este enfoque cuantitativo se limita a “*narrar, precisar o explicar con precisión lo que se manifiesta en un fenómeno*”, ideal para inventarios de línea base que

documentan consumos reales y sus impactos en tCO<sub>2</sub>e, sin probar relaciones casuales. (Hernández Sampieri et al. 2014).

### 3.5 Investigación descriptiva

- **Matriz Excel ISO 14064:** hoja estructurada con fórmulas  $E = A \times EF \times GWP$  (TIER 2 SINGEI). Materiales: laptop, licencias Office 365.
- **Fuentes secundarias:** Facturas EPMAPS/CELEC (kWh, L diésel), Portal Compras Públicas, base SINGEI EF 2025.

### 3.6 Procedimiento Operativo

- **Preparación:** Mapear fuentes vía inspección in situ y checklist ISO 14064-1 (clausula 4.2), obtener EF SINGEI/MAE.
- **Campo:** recolectar muestras DQO, facturas mensuales, encuestas movilidad.
- **Cálculo:** consolidar Excel, análisis Pareto hotspots, incertidumbre sensitiva ( $\pm 10\%$ ).
- **Control de calidad:** Triangulación (datos 2022 vs datos 2023), revisiones pares.

### 3.7 Factores de emisión

Son cifras que representan la cantidad de GEI liberados a la atmósfera, que están relacionados con la liberación del contaminante.

### 3.8 Técnicas de cálculo de la Huella de Carbono

Cuando uno se enfrenta al reto de medir la huella de carbono en un campus como el Girón de la UPS, lo que llama la atención son los distintos caminos que existen para llegar a números sólidos. No se trata de multiplicar consumo por factores mágicos; hay un orden lógico que viene de años de estandarización internacional, adaptado aquí en Ecuador con sus particularidades

locales. Pienso en cómo Paspuezan y Mozo (2023), trabajando en obras salesianas cercanas, empezaron revisando cada generador y factura eléctrica antes de meterse en cálculos complejos - una lección práctica que guía el proceso (p. 56).

El punto de partida siempre cae en el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero. Este documento, nacido de consensos globales, divide emisiones en tres alcances claros: los directos de tus propias operaciones (alcance 1, como diésel en generadores), lo indirectos por electricidad comprada (alcance 2) y esa enorme caja negra de la cadena de suministro (alcance 3, donde entran residuos y viajes). para Girón, prioricé alcances 1 -2 completos y 3 parcial (residuos y DQO), siguiendo el consejo de Cornejo Villacís (s.f.) de “empezar por lo controlable antes de expandir” (p. 41).

### **3.9 Inventario de emisiones de gases**

Aspectos que se considera aplicar:

- Combustible estacionario
- Energía eléctrica
- Agua potable
- Agua residual
- Residuos solidos

### **3.10 Cálculo de emisiones**

La información recolectada para el cálculo de cada alcance fue obtenida gracias a los departamentos administrativos de la Universidad Politécnica Salesiana, a continuación, se presenta las fórmulas utilizadas y haciendo énfasis en la que obtenemos la cantidad de CO<sub>2</sub>.

### 3.10.1 Consumo diésel

Con los datos obtenidos se realizó el cálculo del consumo de diésel estacionario utilizado en las instalaciones del campus Girón, aplicando las siguientes fórmulas:

#### ***Cantidad CO<sub>2</sub> (kg)***

$$\begin{aligned} &= \text{Densidad} \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \times \text{m}^3 \times \text{Poder Calorífico} \left( \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} \right) \\ &\times \text{Factor de emisión CO}_2 \left( \frac{\text{kg}}{\text{MJ}} \right) \end{aligned}$$

#### ***Cantidad CH<sub>4</sub> (kg)***

$$\begin{aligned} &= \text{Densidad} \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \times \text{m}^3 \times \text{Poder Calorífico} \left( \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} \right) \\ &\times \text{Factor de emisión CH}_4 \left( \frac{\text{kg}}{\text{MJ}} \right) \end{aligned}$$

#### ***Cantidad NO<sub>2</sub> (kg)***

$$\begin{aligned} &= \text{Densidad} \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \times \text{m}^3 \times \text{Poder Calorífico} \left( \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} \right) \\ &\times \text{Factor de emisión NO}_2 \left( \frac{\text{kg}}{\text{MJ}} \right) \end{aligned}$$

$$\mathbf{Cantidad\ CO_2\ (t) = \frac{Cantidad\ CO_2(kg)}{1000}}$$

$$\mathbf{Cantidad\ CH_4\ (t) = \frac{Cantidad\ CH_4(kg)}{1000}}$$

$$\mathbf{Cantidad\ NO_2\ (t) = \frac{Cantidad\ NO_2(kg)}{1000}}$$

### **Toneladas Totales CO<sub>2</sub>**

$$= \text{Cantidad CO}_2 \text{ t} + (\text{Cantidad CH}_4 \text{ t} \times \text{PCG CH}_4) \\ + (\text{Cantidad NO}_2 \text{ t} \times \text{PCG NO}_2)$$

#### **3.10.2 Consumo energético**

Con los datos proporcionados por el director técnico de administración e inventario, de la Universidad Politécnica Salesiana, se realizó el cálculo del consumo energético, utilizado en las instalaciones del campus Girón, aplicando la siguiente fórmula:

*Emisión CO<sub>2</sub>e*

$$= (\text{Consumo eléctrico (kWh)} \times \text{Factor Emisión eléctrico} \left( \frac{\text{gCO}_2}{\text{kWh}} \right) \\ \times \text{PCG CO}_2)$$

#### **3.10.3 Cálculo aguas residuales**

Se tomó muestras de las principales cajas de salida de agua residual, todo con la finalidad de obtener los mejores resultados.

*HC<sub>AR</sub>(t CO<sub>2</sub>e)*

$$= \frac{\text{DQO} \times B_0 \times \text{MCF} \times \text{GWP}_{\text{CH}_4}}{1.000}$$

➤ *DQO = Carga orgánica (kg  $\frac{\text{DQO}}{\text{año}}$ )*

➤ *B<sub>0</sub> =*

*Potencial máximo de CO<sub>2</sub>(0,25 kg  $\frac{\text{CO}_2}{\text{kg}}$  DQO)*

➤ *MCF = Factor de corrección de metano (0,1 – 0,8)*

➤ *GWP<sub>CO<sub>2</sub></sub> =*

*Potencial de calentamiento global de CO<sub>2</sub>(28)*

### 3.10.4 Emisiones por generación de residuos

La toma de datos fue realizada mediante la clasificación de los residuos producidos en dos días y poder así tener una muestra aproximada.

*Toneladas de CO<sub>2</sub>e*

$$= M * FE_{res}$$

➤ *M =*

*Masa de residuos orgánicos (toneladas)*

➤ *FE<sub>res</sub> = Factor de emisión (kg  $\frac{CO_2e}{ton}$ )*

### 3.10.5 Cálculo total

Una vez aplicadas las fórmulas, obtenemos la cantidad de CO<sub>2</sub>eq que vamos a utilizar y así poder mediante el uso de gráficas representar los resultados.

$$HC_{total} = HC_{energía} + HC_{comb} + HC_{AR} + HC_{res}$$

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Resultados

Se presenta a continuación los resultados obtenidos mediante la aplicación de las distintas fórmulas y aplicación de parámetros.

#### 4.1.1 Toneladas de CO<sub>2</sub> por consumo de diésel estacionario

Se elaboró los cuadros comparativos de cada año, dando como resultado los datos para el cálculo de huella de carbono; se tiene como resultados las siguientes comparaciones.

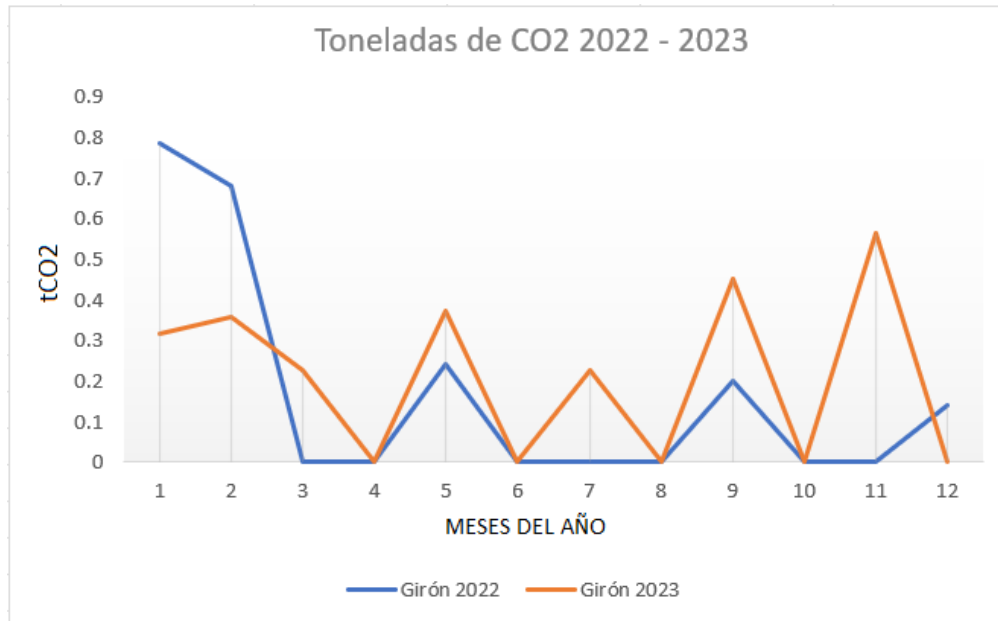
*Tabla 2: Consumo de Diesel*

<b>Cantidad (t)</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>
<b>Cantidad tCO<sub>2</sub></b>	2.0357	2.5054
<b>Cantidad tCH<sub>4</sub></b>	0.00008	0.0001
<b>Cantidad tN<sub>2</sub>O</b>	0.00002	0.00002
<b>TOTAL, tCO<sub>2</sub>eq</b>	2.04271	2.51400

*Cantidad de CO<sub>2</sub>eq emitido en los años 2022 y 2023, realizado por Rubén Silva*

En el mundo las emisiones de GEI son el gran problema a la hora de tratar la huella de carbón, tomando esto en cuenta la emisión de CO<sub>2</sub> por las distintas industrias, transporte, etc., sin embargo, sigue siendo la más utilizada por su costo, facilidad de obtención y que en general todo sobre la industria funciona con los derivados de combustibles fósiles, entre estos el Diesel.

Figura 2: Gráfico comparativo emisión de CO2, años 2022-2023



Emisión de CO<sub>2</sub>eq para los años 2022-2023, elaborado por Rubén Silva

La cantidad de CO<sub>2</sub> generado acorde a los datos obtenidos permitió conocer que en el año 2023 presenta un incremento del 20% de CO<sub>2</sub>eq; por lo que se debe tener muy en cuenta este tipo de crecimiento, mediante el uso o implementación de alternativas que permitan de una manera eficiente la reducción de emisiones por parte de la Universidad Politécnica Salesiana, campus Girón.

#### 4.1.2 Toneladas de CO<sub>2</sub> por consumo energético

Tabla 3: Resultados emisión CO<sub>2</sub> por consumo Energético

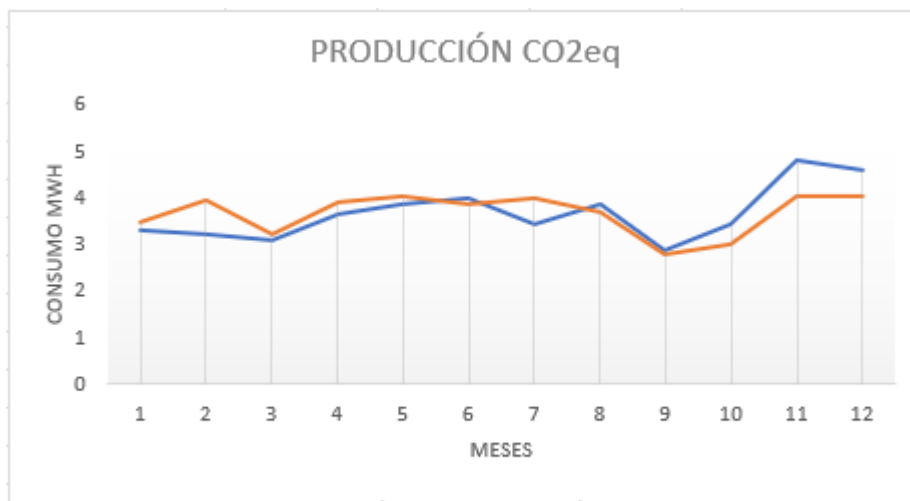
	2022	2023

<b>Consumo anual (MWh)</b>	477.82896	476.02117
<b>Factor de Emisión (MWh)</b>	0.092	0.092
<b>Toneladas de CO<sub>2</sub></b>	43.96026	43.79394

*Fuente 1: Rubén Silva, análisis consumo energético*

Al analizar los datos obtenidos, se evidencia que el consumo eléctrico bajó debido a la implementación de paneles solares en ciertos lugares, de igual manera, el uso más consciente de la energía eléctrica en el campus.

*Figura 3: Gráfico comparativo emisión de CO<sub>2</sub> por consumo energético, años 2022-2023*



*Fuente 2: Rubén Silva, análisis consumo energético*

Existe una similitud en ciertos meses en cuanto al consumo, ya que la mayor cantidad del tiempo hay una demanda constante de energía, sin embargo, se puede denotar que el año 2022 tiene un mayor consumo con respecto al año 2023. El uso de nuevas tecnologías al igual que una mayor concientización ayuda a tener los niveles permisibles más controlados.

### 4.1.3 Toneladas de CO<sub>2</sub> en aguas residuales (DQO)

Las emisiones de CO<sub>2</sub> a causa de las descargas de aguas residuales dentro de la UPS fueron tomadas en cada bloque del campus Girón, ya que cuenta con dos bloques, cada uno con su propia caja de descarga; obteniendo los siguientes resultados.

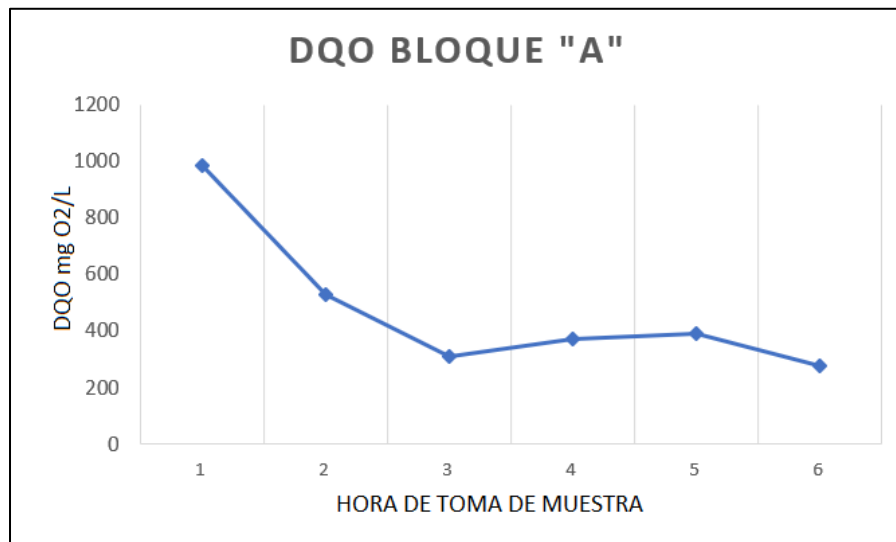
Tabla 4: Resultados emisión CO<sub>2</sub> en aguas residuales a partir de resultados de DQO

	BLOQUE A	BLOQUE B
<b>DQO</b>	722.6	477.83
<b>Factor de Emisión</b>	0.2	0.2
<b>Toneladas de CO<sub>2</sub></b>	4.04	2.67

Fuente 3: Rubén Silva, datos obtenidos a partir de datos de DQO

A continuación, observamos como la calidad de agua sube en el bloque A, ya que no cuenta con laboratorios que provoquen la emisión de aguas residuales contaminadas.

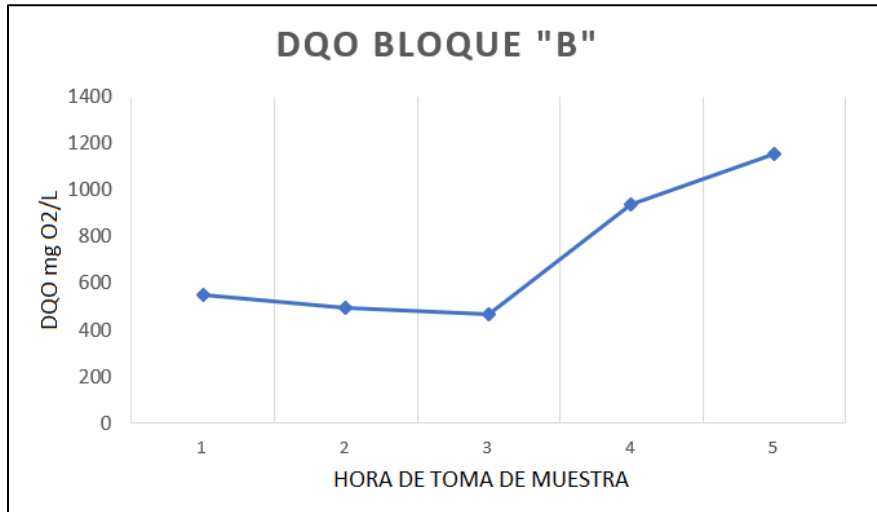
Figura 4: Niveles de DQO en bloque "A"



Fuente 4: Rubén Silva, niveles de DQO en el transcurso del día

Se evidencia que los niveles de DQO, conforme transcurre el día de clases baja debido a la presencia nula de laboratorios, sin embargo, las mañanas son altas ya que una tubería de descarga pertenece a una parte que cuenta con descargas sanitarias (duchas).

*Figura 5: Niveles de DQO en bloque "B"*



*Fuente 5: Rubén Silva, niveles de DQO en el transcurso del día*

Se evidencia los niveles de DQO iniciando en un rango medio, por el uso de regaderas del gimnasio, conforme transcurre el día las descargas se mezclan de lugares como: laboratorios, baños, comedor.

#### **4.1.4 Toneladas de CO<sub>2</sub> emitidos por Residuos**

Mediante la clasificación de residuos obtenidos desde cero, hasta el día próximo a su recolección se pudo tomar una muestra para poder tener una idea y aproximar los resultados semanales. Recopilamos los siguientes resultados.

*Tabla 5: Datos obtenidos por clasificación de residuos*

<b>Peso (kg/m<sup>3</sup>)</b>	87
--------------------------------	----

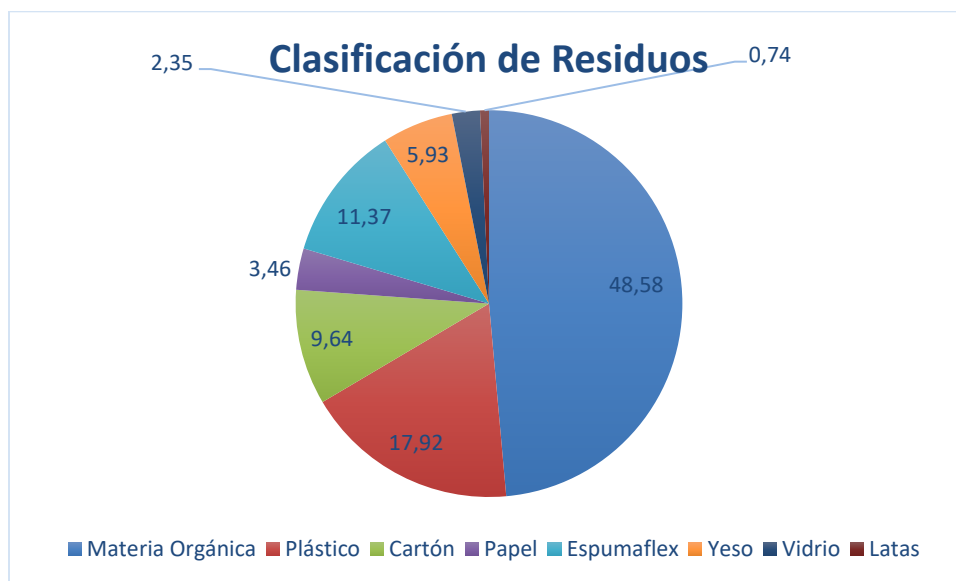
<b>Factor de Emisión</b>	600
<b>Toneladas de CO<sub>2</sub></b>	0.0052

*Fuente 6: Rubén Silva, CO2 emitido por Residuos*

Los valores presentados en la *Tabla 5*, el peso específico se obtiene de la división de residuos para el volumen del contenedor; el factor de emisión está identificado dentro de la normativa ISO 14064.

Para la obtención de estos resultados se trabajó con distintos colaboradores para agilizar el proceso, ya que se debía clasificar de la mejor manera manteniendo en cuenta ciertos parámetros en cuanto al residuo, ya sea vidrio, cartón, plásticos, materia orgánica

*Figura 6: Clasificación de residuos*



*Fuente 7: Rubén Silva, datos obtenidos a partir de clasificación de residuos obtenidos desde día de inicio de generación hasta el día de recolección*

Mediante la clasificación se puede corroborar que la mayor generación por parte del campus Girón es de residuos orgánicos, seguido por plásticos; siendo de esta manera que podemos tener una idea de la generación mensual de residuos.

*Tabla 6: Porcentaje de residuos generados en el lapso de recolección*

<b>Tipo de Residuo</b>	<b>Porcentaje</b>
Materia orgánica	48.58 %
Plástico	17.92 %
Espumaflex	11.37 %
Cartón	9.64 %
Yeso	5.93 %
Papel	3.46 %
Vidrio	2.35 %
Latas	0.74 %

*Fuente 11: Rubén Silva, porcentaje obtenido por residuo*

Mediante la clasificación, se evidencia la diferencia que hay entre la generación de cada tipo de residuo dentro de la obra salesiana, campus Girón; la caracterización fue realizada con la acumulación de residuos de dos días; teniendo en cuenta que el vehículo de recolección pasa cada dos días.

Los resultados obtenidos evidencian que el consumo de energía eléctrica constituye la principal fuente de emisiones en el campus Girón (43.8 tCO<sub>2</sub>eq, 83% del total), seguido por las emisiones asociadas a las descargas de aguas residuales que presentaron una demanda química de oxígeno de 6.7 tCO<sub>2</sub>eq por DQO, 722 mg/L en Bloque A y 477 mg/L en Bloque B, valores en 80.5% y 19.3% respectivamente superiores sobre el límite del MAE 400 mg/L para vertidos no industriales en cada bloque respectivamente, y la generación de residuos sólidos (0.005 tCO<sub>2</sub>eq). Esta distribución concuerda con Paspuezan & Mozo (2023), quienes identifican Alcance 2 superior en UPS (vs. su Alcance 3 en cuanto a transporte con un 63%) lo reportado en estudios previos realizados en instituciones de educación superior, aunque se identifican particularidades propias del campus vinculadas a la presencia y uso intensivo de laboratorios.

La comparación con investigaciones desarrolladas en otras sedes universitarias pone en evidencia la importancia de considerar las características operativas específicas de cada campus al momento de diseñar estrategias de mitigación. Los autores Paspuezan & Mozo (2023), para el campus Sur y Girón (2021) priorizaron el Alcance 3 transporte (63%, 507tCO<sub>2</sub>eq) sin cuantificar aguas residuales, los autores Dávila & Varela (2014) en el campus Sur omitió DQO. En contraste, el presente estudio identifica 6.7tCO<sub>2</sub>eq por aguas residuales (DQO 722 mg/L Bloque A, 80% sobre el límite de 400 mg/L del MAE), ausente en estudios previos. En el caso del campus Girón, la relevancia (12.6% del total vs 0% en comparaciones) de las emisiones asociadas a aguas residuales sugiere la necesidad de implementar medidas focalizadas que complementen las acciones tradicionales orientadas a la eficiencia energética.

Asimismo, el análisis realizado evidencia limitaciones relacionadas con la cobertura del Alcance 3, particularmente en lo referente a proveedores y servicios externalizados, lo cual

responde a la disponibilidad restringida de información. Esta situación refuerza la necesidad de fortalecer los sistemas de gestión de datos institucionales para mejorar la exhaustividad de futuros inventarios.

En términos generales, el estudio demuestra que la aplicación sistemática de la norma ISO 14064-1 permite generar información robusta y útil para la toma de decisiones, siempre que se garantice la actualización periódica del inventario y la integración de los resultados en la planificación ambiental institucional.

## **5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 Conclusiones**

La actualización de la huella de carbono del campus Girón de la Universidad Politécnica Salesiana, desarrollada acorde a los lineamientos de la norma ISO 14064-1, permitió identificar de manera sistemática las principales fuentes de emisión asociadas a las actividades institucionales durante los años 2022 y 2023. El inventario elaborado constituye una línea base técnica confiable para la gestión ambiental universitaria.

Los resultados evidenciaron que el consumo de energía eléctrica representa la mayor contribución a la huella de carbono del campus (83%, 43.8 tCO<sub>2</sub>eq de 52.9 tCO<sub>2</sub>eq total), seguido por las emisiones asociadas a las descargas de aguas residuales (12.6%, 6.7 tCO<sub>2</sub>eq por DQO 722 mg/L), residuos sólidos (<0.01%, 0.005 tCO<sub>2</sub>eq) y el uso de combustibles fósiles (4.7%, 2.51 tCO<sub>2</sub>eq). Esta distribución es consistente con patrones observados en otras instituciones de educación superior con características operativas similares, tal y como lo mencionan (Dávila Collaguazo & Varela Rosario, Determinación de la huella de carbono en la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur. Tesis UPS, 2014)

### **5.2 Recomendaciones**

En base a los resultados obtenidos, se detalla medidas para la reducción del consumo que no sean de difícil acceso para ser implementadas.

### **5.2.1 Gestión del consumo eléctrico (prioridad alta)**

- Implementar un plan de eficiencia energética (iluminación LED, sensores de movimiento, optimización de horarios).
- Realizar auditorías energéticas periódicas para identificar pérdidas y consumos innecesarios.
- Evaluar la instalación de energías renovables (paneles solares).
- Promover campañas de uso responsable de la energía en la comunidad universitaria.

### **5.2.2 Gestión de aguas residuales**

- Implementar programas de uso eficiente del agua.
- Monitorear periódicamente la calidad del efluente.

### **5.2.3 Manejo de residuos sólidos**

- Fortalecer programas de separación en la fuente y reciclaje.
- Implementar compostaje para residuos orgánicos.
- Reducir la generación mediante campañas institucionales.

### **5.2.4 Gestión institucional**

- Implementar un sistema continuo de monitoreo bajo la norma NTE INEN-ISO 14064-1.
- Establecer metas de reducción de GEI a corto y mediano plazo.

El estudio pone de manifiesto la necesidad de institucionalizar la actualización periódica del inventario de GEI, a fin de garantizar la continuidad en el seguimiento de las emisiones y evaluar de manera objetiva la efectividad de las medidas de mitigación implementadas.

## 6 BIBLIOGRAFÍA

- Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial Gobierno Vasco. (2013). *7 METODOLOGÍAS PARA EL CÁLCULO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO*. Alda: Ihobe S.A. . Obtenido de [https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/7metodologias\\_gei/es\\_def/adjuntos/7METODOLOGIAS.pdf](https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/7metodologias_gei/es_def/adjuntos/7METODOLOGIAS.pdf)
- ARCONE. (2025). *Factor de Emisión CO2 del SNI Ecuador*.
- Benayas, J., Fiandrino, A., Bollati, A., & Goldar, M. (2022). *Huella de Carbono Universitaria*. UNLitoral.
- Caballero, M., Lozano, S., & Ortega, B. (2007). EFECTO INVERNADERO, CALENTAMIENTO GLOBAL Y CAMBIO CLIMÁTICO: UNA PERSPECTIVA DESDE LAS CIENCIAS DE LA TIERRA. *REVISTA DIGITAL UNIVERSITARIA*, 5 - 12.
- climatico, G. I. (2014). *CAMBIO CLIMÁTICO 2014, IMPACTOS, ADAPTACIÓN Y VULNERABILIDAD*. IPCC. Obtenido de [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WGIIAR5-IntegrationBrochure\\_es-1.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WGIIAR5-IntegrationBrochure_es-1.pdf)
- Cornejo Villacís, M. D. (s.f.). *Cuantificación huella carbono GHG Protocol e ISO 14064-1*. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec>
- Dávila Collaguazo, F. J., & Varela Rosario, D. S. (2014). *Determinación de la huella de carbono en la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur. Tesis UPS*.
- Dávila Collaguazo, F. J., & Varela Rosario, D. S. (2014). *Determinación huella carbono UPS Quito Sur*. Quito.

- Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P., & Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología investigación* (6a ed. ed.). McGraw-Hill.
- García García, S. L. (2021). *Determinación de la Huella de Carbono en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, provincia de Los Ríos*. Quevedo.
- Giddens, A., Echavarren, J., & }. (2010). *La política del cambio climático*. Madrid: Alianza Editorial.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
- IHOBE. (5 de Junio de 2012). Obtenido de <https://www.ihobe.eus/Documentos/imagenpaginas/Sem2012/SE-2012-05-28-ponencia%20ml.pdf>
- Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC. (2021). Sixth Assessment Report: Climate Change 2021.
- International Organization for Standardization. (2018). *ISO 14064-1: Gases de efecto invernadero. Parte 1: Especificaciones con orientación general a nivel de la organización*. Ginebra: ISO.
- ISO. (2018). *ISO 14064-1:2018. Gases de efecto invernadero - Parte 1: Especificaciones con orientación a nivel de organización* . Ginebra.
- Jarrín Proaño, M. D. (2023). *Huella de carbono obras salesianas. Tesis UPS*.
- Pallmall, A. (2021). *EL CAMBIO CLIMÁTICO, UNA AMENAZA GLOBAL*. Sevilla: Ediciones Alfar S.A.
- Paspuezan Freire, J. A., & Mozo Freire, A. F. (2023). *Determinación huella carbono ISO 14064 obras salesianas Quito*.

- PNUD, P. d. (2020). *Guía para la implementación de los ODS*.
- Rodríguez, R., Belfort, A., & Udaquiola, S. (2014). Gestión ambiental empresarial: cálculo de la huella de carbono en la industria vitivinícola.
- Sánchez López, F. (2014). *EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO*. España: ELEARNING S.L.
- Sepúlveda, G. (2023). *Huella de Carbono de la red de universidades EELISA*.
- UAL. (2023). *Informe de Huella de Carbono UAL 2023*.
- UCACUE. (2022). *Estimación de la huella de carbono de la Universidad Católica de Cuenca*. Cuenca.
- Unidas, N. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*.
- UTEQ. (2023). *Determinación de la Huella de Carbono en la Universidad Técnica Equinoccial*. Quito.
- Vilches Moreno, R. J. (2015). *Determinación huella de carbono UPS Sur*. Quito: La Granja.

## 7 ANEXOS

### *Anexo 1: Muestreo de agua residuales*



*Fuente 8: tomando muestras de agua residual campus Girón - bloque B*

### *Anexo 2: Muestra completa*



*Fuente 9: Rubén Silva, muestra completa de agua residual, bloque B*

*Anexo 3: Residuos generados campus Girón*



*Fuente 10: Rubén Silva, clasificación de residuos*

*Anexo 4: Residuos generados campus Girón*



*Fuente 11: Rubén Silva, pesaje de residuos clasificados*

## Anexo 5: análisis de DQO



### INFORME DE RESULTADOS ÁREA AMBIENTAL

INF. No. 2025-0673-1-3

SOLICITADO POR <sup>1</sup>	BONILLA YUPA MARIA JOSE		
DIRECCION DEL CLIENTE <sup>2</sup>	QUITO		
MUESTRA DE <sup>3</sup>	AGUA		
DESCRIPCION <sup>3</sup>	BLOQUE B-1M		
FECHA DE RECEPCION:	21/2/2025	HORA DE RECEPCION:	12H30
FECHA DE ANÁLISIS:	DEL 02/12/2025AL 11/12/2025		
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	11/12/2025		
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA			
CARACTERÍSTICA:	TURBIA	ESTADO:	LÍQUIDO
		CONTENIDO:	3 LITROS
OBSERVACIONES:	* Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.		

RESULTADOS				
PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	MÉTODOS	INCERTIDUMBRE %
DQO	mgO <sub>2</sub> /L	552	M-GO-AM-23/METODO OXIDATIVO Y COLORIMETRICO MERCK 28, 29, 112, 132 /	11

3: Datos proporcionados por el cliente y de su responsabilidad.

\* Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE\*

Fuente 12: Laboratorio de Química – UCE

## Anexo 6: Factura Empresa Eléctrica Quito S.A.



Empresa Eléctrica Quito S.A.E.E.Q.  
Matriz: Bartolome de las Casas E1-24 y Av. 10 de Agosto  
Ruc: 1790053881001  
Contribuyente especial, resolución No. 5388  
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

Nro. factura 001-099-087635151  
Nro. doc. interno 2116401512  
Fecha de emisión 05-09-2023  
Fecha de vencimiento 20-09-2023  
Número de autorización 0509202301179005388100120019990876351510042901517



K200004712648

VALOR TOTAL: 2119,98

### Información del Consumidor

CUENTA CONTRATO	200004712648	Código Único Eléctrico	1400087415
Razón social	Ley de protección de datos	Tipo de tarifa ARCONEL	BTCCCD31 - BT Comercial con Demanda Horaria
RUC	Ley de protección de datos	Geocódigo	1401T002000100 Unidad de Lectura 1401T002
Dirección del servicio	AV 12 DE OCTUBRE	Ley de protección de datos	
Ejecutivo de cuentas	MENDEZ PADILLA KARINA ANDREA telf: 02542860 ext: 3708 e-mail: kmendez@eeq.com.ec		

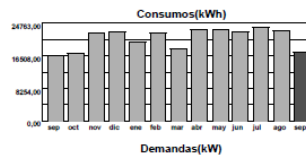
### 1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor	90002316	Días facturados	31	Factor de multiplicación	40,00
Tipo de consumo	leído	Fecha hasta	01-09-2023	Fac Gest de la Demanda	0,6875
Fecha desde	02-08-2023			Factor de potencia (FP)	0,9998
				Penalización bajo FP	0,0000

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo interno Transformador	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía act. hor. A (08h00-18h00)	01-09-2023	12578,74	12323,71		10201,16	0,00	10201,16	kWh	897,70
Energía act. hor. B (18h00-22h00)	01-09-2023	3375,57	3308,88		2663,92	0,00	2663,92	kWh	234,42
Energía act. hor. C (22h00-08h00)	01-09-2023	5549,67	5435,17		4579,96	0,00	4579,96	kWh	320,80
Energía reactiva total	01-09-2023	551,62	543,31		332,52	0,00	332,52	kVarm	
Demanda máx. hor. A (08h00-18h00)	01-09-2023	1,65			1,65	0,00	1,65	kW	
Demanda máx. hor. B (18h00-22h00)	01-09-2023	1,13			1,13	0,00	1,13	kW	
Demanda máx. hor. C (22h00-08h00)	01-09-2023	0,53			0,53	0,00	0,53	kW	
Demanda facturable	01-09-2023	65,92			65,92	0,00	65,92	kW	189,53

### 2. Valores Pendientes

VALORES PENDIENTES (2) 0,00



### Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Valor Consumo	1462,72
Comercialización	1,41
Valor Demanda	189,53
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	1643,66
Servicio Alumbrado Público General	116,06
Subtotal Alumbrado Público (APG)	116,06
Base I.V.A. 0%	1758,72
I.V.A. 0%	0,00
<b>TOTAL SE Y APG (1)</b>	<b>1758,72</b>

Fuente 13: Empresa Eléctrica Quito S.A.