

# SECRETARÍA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Facultad de Ciencias Económicas - Universidad Nacional de Misiones  
Documentos de Trabajo - ISSN 2953-5107

## Sostenibilidad empresarial: un manual para la medición de la Huella de Carbono en PyMEs

Documento de Trabajo N° 21  
Marzo 2024

Roffé, Mariano Andrés

## **DOCUMENTO DE TRABAJO N° 21**

**Marzo de 2024**

Los documentos de trabajo de la FCE-UNaM se difunden con el propósito de generar comentarios y debate, no habiendo estado sujetos a revisión de pares. Las opiniones expresadas en este trabajo son de los autores y no necesariamente representan las opiniones de la Facultad o la Secretaría de Ciencia y Tecnología.

Cita sugerida:

**Roffé, M. A. (2024). Sostenibilidad empresarial: Un manual para la medición de la Huella de Carbono en PYMES. Documento de Trabajo FCE-UNaM N° 21**

# **Sostenibilidad empresarial: Un manual para la medición de la Huella de Carbono en PYMES**

Mariano Andrés Roffé  
Facultad de Ciencias Económicas  
Universidad Nacional de Misiones  
mariano.roffe@fce.unam.edu.ar

## **RESUMEN**

El presente trabajo aborda la importancia de la medición y reducción de la huella de carbono en PYMES en el contexto del cambio climático y la necesidad de transitar hacia modelos económicos más sostenibles. Los objetivos del estudio incluyen definir conceptualmente la huella de carbono en empresas, identificar sus beneficios, desarrollar un manual práctico para su implementación, evaluar barreras y desafíos, y proporcionar recomendaciones para su integración en la gestión empresarial. La metodología se basó en una revisión de la literatura y análisis de la información recopilada. Las principales conclusiones resaltan la importancia de esta medida para promover la sostenibilidad empresarial, los desafíos que enfrentan las PYMES para su implementación y la necesidad de un enfoque práctico y proactivo para superar estas barreras. En resumen, el trabajo ofrece una guía integral para abordar la huella de carbono en PYMES, contribuyendo así al avance del conocimiento en el campo de la sostenibilidad empresarial.

**PALABRAS CLAVE:** Huella de carbono; PYMES; Sostenibilidad empresarial; Prácticas empresariales sostenibles.

## **INTRODUCCIÓN**

### **Fundamentación**

La creciente preocupación por el cambio climático y la necesidad imperante de transitar hacia un modelo económico más sostenible han puesto en el centro de atención la importancia de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a nivel global (Cont et al., 2022).

En este contexto, las PYMES tienen un rol esencial de acuerdo con Roffé y González (2023), dado que representan una parte significativa del entramado empresarial a nivel mundial y tienen el potencial de generar un impacto considerable en la reducción de los GEI.

Por otro lado, la implementación de medidas para medir y reducir la huella de carbono en las PYMES no solo contribuye a mitigar el cambio climático, sino que también puede generar beneficios económicos, mejorar la reputación empresarial y fortalecer la competitividad en un

mercado cada vez más consciente del medio ambiente (Vorontsova et al., 2022; Betti et al., 2018).

### **Problema**

Muchas PYMES enfrentan barreras significativas de diversas índoles para abordar la medición y reducción de su huella de carbono. Estas barreras pueden incluir por ejemplo la falta de conocimiento y recursos técnicos, la percepción de que las acciones sostenibles son costosas o disruptivas para el negocio, y la ausencia de incentivos claros para la adopción de prácticas empresariales sostenibles (Franco y Rodrigues, 2021; Chien et al., 2022).

Por otro lado, la carencia de orientación práctica y herramientas específicas para la implementación de medidas de reducción de emisiones puede dificultar aún más el proceso para las PYMES (Chien et al., 2022; Hrovatin et al., 2021).

En este contexto, surge la necesidad de desarrollar un enfoque ágil, práctico y accesible que permita a las PYMES medir, gestionar y reducir eficazmente su huella de carbono, superando las barreras existentes y aprovechando los beneficios asociados con la sostenibilidad empresarial.

### **Objetivos**

- Definir conceptualmente la huella de carbono en empresas, haciendo énfasis en las PYMES.
- Identificar beneficios de la medición y reducción de la huella de carbono en PYMES.
- Desarrollar un manual práctico para la implementación de la medición de la huella de carbono en PYMES.
- Evaluar barreras y desafíos para la implementación de la medición de la huella de carbono en PYMES.
- Proporcionar recomendaciones para la integración de la medición de la huella de carbono en la gestión empresarial de PYMES.

### **Metodología**

El diseño metodológico se basó en las siguientes actividades:

-Revisión de la literatura: Se llevó a cabo una revisión de la literatura sobre la huella de carbono en PYMES en fuentes secundarias como libros y artículos científicos (de bases de datos Scopus, Science Direct y Google Académico). Adicionalmente, fueron considerados sitios web oficiales de instituciones con trayectoria en la temática (Global Reporting Initiative [GRI], Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], United Nations [UN], Global Change

Data Lab [GCDL], Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]), informes de organizaciones internacionales y documentos gubernamentales.

-Síntesis y análisis de la información: Se sintetizó y analizó la información recopilada en la fase anterior, identificando patrones, tendencias y recomendaciones relevantes para la implementación de la medición de la huella de carbono en PYMES.

### **Aportes**

El presente trabajo realiza contribuciones al campo de la sostenibilidad empresarial al proporcionar un enfoque práctico y sencillo para que las PYMES aborden y traten la medición y reducción de su huella de carbono.

Mediante la identificación de barreras, beneficios, desafíos y la proposición de recomendaciones concretas, se procura facilitar la integración de prácticas sostenibles en la gestión empresarial diaria de las PYMES.

Estos aportes no solo tienen el potencial de mejorar la eficiencia ambiental de las PYMES, sino que también pueden fortalecer su competitividad a largo plazo en un contexto empresarial cada vez más enfocado en la sostenibilidad (Muhmad y Muhamad, 2020).

## **DESARROLLO**

### **Huella de carbono en PYMES**

La huella de carbono constituye una medida que evalúa la cantidad total de gases de efecto invernadero (GEI) liberados en la atmósfera como resultado de diversas actividades humanas (producción, transporte y consumo). Es fundamental para comprender y mitigar el impacto ambiental que generan las grandes empresas y las PYMES (Ministerio de Economía Argentina, 2023).

La huella de carbono es un indicador ambiental que representa las emisiones de gases GEI asociadas a las actividades humanas. Estas incluyen emisiones directas (como la quema de combustibles fósiles) y emisiones indirectas (como la generación de electricidad utilizada por las empresas). Se mide en toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO<sub>2</sub>eq) e incluye una amplia gama de gases como dióxido de carbono, metano y óxido nitroso (Saavedra Farfán, 2020; Ministerio de Economía Argentina, 2023).

### **Beneficios de la medición y reducción de la huella de carbono en PYMES**

Los beneficios que genera la medición y reducción de la huella de carbono van más allá del impacto ambiental, alcanzando aspectos económicos y de imagen (Purwandani y Michaud,

2021). Según el Ministerio de Economía Argentina (2023), uno de los beneficios clave consiste en la identificación de oportunidades de eficiencia energética y ahorro de costos. De esta manera, las PYMES tienen la posibilidad de identificar unidades organizativas o áreas en las que pueden reducir su consumo de energía y optimizar sus tareas y procesos, lo que puede resultar en una disminución de los costos operativos.

La reducción de la huella de carbono puede mejorar la imagen de la empresa y aumentar la fidelidad del cliente. De acuerdo con Frohmann y Olmos (2013), las empresas que manifiestan un compromiso con el desarrollo sostenible pueden ganar la confianza de los consumidores conscientes del medio ambiente, lo que puede traducirse en una mayor demanda de productos y servicios. Esto no solo fortalece la posición competitiva de la empresa en el mercado, sino que también puede generar nuevas oportunidades de negocio y colaboración.

Otro beneficio importante es el cumplimiento de regulaciones ambientales y la mitigación de riesgos legales asociados (Dayaratne y Gunawardana, 2015). Según Giama y Papadopoulos (2018), las PYMES que adoptan estas prácticas están mejor preparadas para cumplir con las regulaciones ambientales en constante evolución y pueden evitar multas y sanciones regulatorias. Además, el cumplimiento también contribuye a la preparación para futuras regulaciones que puedan ser requisitos para exportar productos y/o servicios (Ministerio de Economía Argentina, 2023).

La creación de ventajas competitivas es otro beneficio para las empresas que adoptan estas prácticas (Sánchez, 2019). La tendencia a un consumo responsable y el incremento de la conciencia ambiental en los consumidores desplaza del mercado a las PYMES que no contemplan el desarrollo sostenible en su gestión cotidiana.

Cada vez más inversores y socios comerciales están considerando prácticas de sostenibilidad en su toma de decisiones. Calcular la huella de carbono puede demostrar un compromiso claro con el medio ambiente por parte de las empresas y atraer inversores y socios de cooperación con ideas afines (Muhmad y Muhamad, 2020).

Medir la huella de carbono puede fomentar la innovación y alentar a las PYMES a desarrollar procesos más amigables con el medio ambiente. Además, la adaptación temprana a prácticas sostenibles prepara a las empresas para futuras regulaciones y tendencias del mercado (Ministerio de Economía Argentina, 2023).

Por último, la reducción de las emisiones de las PYMES contribuye a los esfuerzos globales para mitigar el cambio climático. Sus efectos individuales pueden parecer pequeños, pero combinados pueden marcar una gran diferencia (Roffé y González, 2023).

## **Manual práctico para la implementación de la medición de la huella de carbono**

### **Directrices del IPCC y Normas para cuantificar los GEIs**

De acuerdo con el 4to módulo del Curso de Huella de Carbono del Ministerio de Economía Argentina (sobre el que se basa toda esta sección del cálculo de la huella de carbono), las Directrices del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero representan una herramienta fundamental para orientar la elaboración de registros exhaustivos de gases de efecto invernadero (Ministerio de Economía Argentina, 2023). Estas pautas, de acceso público, están disponibles para su descarga y utilización por parte de cualquier individuo interesado en la materia. Aunque en su concepción inicial estuvieran destinadas a la medición de emisiones a nivel nacional, estas directrices muestran una versatilidad notable al ser adaptadas para evaluar la huella de carbono en contextos organizacionales.

Clasificadas en tres niveles de complejidad, denominados nivel 1, nivel 2 y nivel 3, las directrices proporcionan un marco estructurado para realizar cálculos precisos. En el nivel 1, se emplean cálculos teóricos basados en factores predefinidos para diversas regiones geográficas, prescindiendo de factores específicos del sistema productivo. Por otro lado, el nivel 2 utiliza las ecuaciones del IPCC, aunque se adaptan con factores propios del país o región, lo que incrementa la precisión de las estimaciones. Finalmente, el nivel 3 implica la realización de mediciones directas en campo, una técnica menos común pero reconocida por su alta precisión. Estas directrices proporcionan una información detallada y exhaustiva para aquellos interesados en profundizar en la cuantificación de las emisiones de gases de efecto invernadero.

En cuanto a las Normas para la Cuantificación de GEIs a nivel global, se destacan varias regulaciones ampliamente reconocidas. Entre ellas, se encuentran las normas ISO 14.064, desarrolladas por la Organización Internacional de Normalización (ISO), que establecen directrices y requisitos para la cuantificación, reporte y verificación de las emisiones de GEI a nivel organizacional. Esta serie de normas incluye principios generales para la medición histórica de emisiones, enfoque en proyectos y emisiones futuras, y verificación de los informes de GEI.

Además, el GHG Protocol, desarrollado por el World Resources Institute (WRI) y el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), proporciona una metodología estándar para la medición y gestión de las emisiones de GEI, abordando aspectos como el alcance de las emisiones y los factores de emisión. Otro enfoque relevante es el Bilan Carbone, desarrollado por la Agencia de Medio Ambiente y Gestión de la Energía (ADEME) en Francia, que permite a las organizaciones evaluar y gestionar sus emisiones de GEI a nivel organizacional.

El British Standard Institution (BSI) ha desarrollado la norma BS 8555, que ofrece un enfoque estructurado y gradual para mejorar el desempeño ambiental y reducir las emisiones de GEI, centrándose específicamente en los sistemas de gestión ambiental.

Es fundamental destacar que cada organización tiene la libertad de seleccionar la norma que mejor se adapte a sus necesidades y objetivos particulares. En este estudio, nos enfocaremos en la norma ISO 14.064-1 como referencia principal para la medición de GEI, disponible en una versión local en Argentina a través del Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM): la norma IRAM-ISO 14.064-1 (Ministerio de Economía Argentina, 2023).

### **Principios esenciales de la Norma IRAM-ISO 14.064-1**

La Norma IRAM-ISO 14.064-1 establece los fundamentos y requisitos generales para medir las emisiones de GEI y sus reducciones, aplicables a organizaciones de diversos sectores y tamaños. Resumidamente, se destacan los siguientes principios clave:

**Pertinencia:** Consiste en elegir las fuentes, sumideros, reservorios de GEI, datos y metodologías apropiadas para satisfacer las necesidades del usuario previsto, adaptando la información para que sea relevante y útil.

**Integridad:** Implica incluir todas las emisiones y remociones pertinentes de GEI, garantizando que ninguna fuente o actividad relevante quede fuera del análisis.

**Coherencia:** Permite comparaciones significativas en la información sobre los GEI, manteniendo una estructura y metodología consistentes a lo largo del tiempo y entre informes para facilitar la evaluación de los cambios en las emisiones.

**Exactitud:** Se refiere a reducir el sesgo y la incertidumbre en la medida de lo posible, empleando métodos precisos de medición y recopilación de datos para obtener resultados confiables.

**Transparencia:** Implica divulgar información suficiente y adecuada sobre los GEI para permitir que los usuarios tomen decisiones con confianza, asegurando que la información esté disponible y sea comprensible.

### **Límites del Inventario, de la Organización y del Informe**

Los límites del Inventario de GEI representan una faceta crucial en la evaluación de la huella de carbono de una entidad. Estos límites abarcan dos aspectos primordiales: los límites de la organización y los límites del informe. A continuación, se procederá a detallar ambos aspectos.

Los límites de la organización hacen referencia a las fronteras que una entidad debe definir al elaborar su informe sobre los GEI. Estas fronteras revisten una importancia crítica para determinar qué actividades serán incluidas en el informe y cuáles serán excluidas. Dado que una organización puede estar conformada por una o múltiples instalaciones, y estas instalaciones pueden generar emisiones de GEI desde una o múltiples fuentes, la consolidación de las emisiones a nivel de instalación puede seguir dos enfoques principales:

a) Enfoque de Control: Bajo este enfoque, la organización considera todas las emisiones y remociones de GEI en las instalaciones sobre las cuales tiene control operativo o control financiero.

b) Enfoque de Participación en el Capital: En este caso, la organización es responsable de una parte de las emisiones y/o remociones de GEI de las instalaciones respectivas.

Es fundamental destacar que cuando una instalación es propiedad o está bajo el control de múltiples organizaciones, todas estas entidades deben adoptar el mismo enfoque de consolidación para dicha instalación. Por lo tanto, resulta esencial que la organización documente y comunique de manera clara el enfoque de consolidación seleccionado.

Por otro lado, en cuanto a los límites del informe, la organización debe establecer y documentar los mismos, lo que implica la identificación de las emisiones directas e indirectas de GEI asociadas a sus operaciones.

En lo que respecta a las emisiones directas de GEI, la organización debe cuantificarlas por separado para diferentes gases, tales como CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NF<sub>3</sub>, SF<sub>6</sub>, y otros grupos relevantes de GEI, expresándolas en toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>eq). Esto constituye un requisito obligatorio para todas las organizaciones.

En cuanto a las emisiones indirectas de GEI, la organización debe definir cuáles serán incluidas en su inventario, estableciendo criterios basados en su importancia. Aunque la presentación de informes sobre estas emisiones es opcional, es imperativo no omitir emisiones significativas. La organización debe identificar, evaluar y reportar las emisiones indirectas relevantes, justificando cualquier exclusión. Los criterios para esta determinación pueden tener en cuenta aspectos como la cantidad, el impacto, la disponibilidad de datos y la precisión de la información disponible.

### **Categorías de emisiones de GEI**

**Categoría 1:** Comprende las emisiones directas de GEI, las que se generan directamente a partir de las actividades y operaciones de una organización, proviniendo de fuentes bajo su control directo o propiedad. Estas emisiones están estrechamente relacionadas con las operaciones de la organización y pueden originarse en la quema de combustibles fósiles, procesos industriales y otras actividades vinculadas a sus instalaciones. Ejemplos de estas fuentes incluyen vehículos motorizados, equipos estacionarios de combustión, procesos industriales y/o emisiones fugitivas.

**Categoría 2:** Se centra en las emisiones de GEI asociadas con la energía importada, las que son indirectas y están relacionadas con la electricidad, calor o vapor adquiridos y utilizados por la organización. Aunque estas emisiones no están directamente bajo el control o propiedad de la organización, son esenciales para su funcionamiento y deben ser reportadas. Por ejemplo, si una organización compra electricidad de una red que utiliza combustibles fósiles para generar energía, debe considerar las emisiones indirectas asociadas al consumo eléctrico.

**Categoría 3:** Se abordan las emisiones indirectas de GEI por transporte, las que provienen de fuentes ubicadas fuera de los límites de la organización y están relacionadas con el transporte. Estas emisiones, principalmente móviles, se generan debido al consumo de combustible en equipos de transporte de diversas modalidades, como ferrocarril, marítimo, aéreo y carreteras. Si la organización posee o controla estos equipos de transporte, estas emisiones se consideran directas y se incluyen en la Categoría 1. Ejemplos de estas fuentes incluyen el transporte de bienes y el transporte de personas.

**Categoría 4:** Se refiere a las emisiones indirectas de GEI por productos utilizados por la organización. Estas emisiones provienen de fuentes ubicadas fuera de los límites de la organización y están relacionadas con los bienes utilizados por la misma. Ejemplos de estas fuentes incluyen emisiones asociadas a los productos comprados, bienes de capital utilizados

por la organización, y servicios utilizados, como disposición de residuos sólidos y líquidos, consultoría, limpieza, entre otros.

**Categoría 5:** Aborda las emisiones indirectas de GEI asociadas con el uso de productos de la organización durante etapas posteriores al proceso de producción. Estas emisiones pueden variar considerablemente, ya que la organización generalmente no tiene conocimiento del destino exacto de sus productos durante todas las etapas de su vida útil.

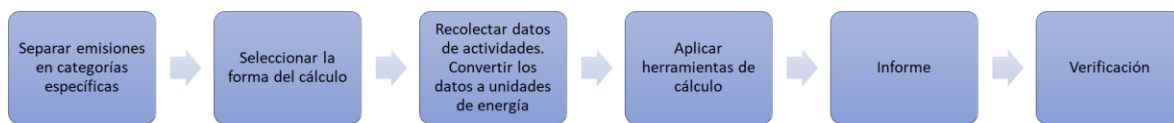
**Categoría 6:** Está diseñada para capturar cualquier emisión o remoción específica de la organización que no se pueda clasificar en ninguna otra categoría. La organización es responsable de definir el contenido de esta categoría, que puede incluir, por ejemplo, emisiones asociadas a inversiones realizadas por la organización.

### **Cálculo de la Huella de Carbono Paso a Paso**

En esta sección se presenta un procedimiento de seis pasos destinado a evaluar la huella de carbono de una empresa, tomado del trabajo del Ministerio de Economía Argentina (2023).

#### **Figura 1**

##### *Procedimiento para la medición de la huella de carbono*



*Nota.* Elaboración propia en base a Ministerio de Economía Argentina (2023).

Con el propósito de contextualizar de manera práctica, se emplea como ejemplo una PYME con 20 empleados especializada en la fabricación de juegos infantiles.

#### **Descripción de la empresa ejemplo:**

La empresa en cuestión opera en una planta industrial que realiza diversas actividades, entre las que se incluyen el conformado de metal, corte, plegado y pintura. Para llevar a cabo su producción, la organización adquiere materias primas como plásticos preformados y tubos de acero, así como insumos como electrodos para soldadura. En términos de energía, la empresa emplea electricidad para alimentar su maquinaria industrial y sistemas de iluminación, gasoil para el generador eléctrico en casos de cortes de suministro eléctrico, y gas natural para calefacción y procesos específicos en la planta. La flota de la empresa consta de tres vehículos, dos de los cuales se dedican a la distribución de productos a los clientes, mientras que el tercero es utilizado por el equipo comercial para visitas a clientes y proveedores. Además de la planta

industrial, las instalaciones incluyen oficinas técnicas y comerciales donde trabajan los empleados administrativos y el equipo de ventas.

### **Paso 1: Identificación de las Fuentes de Emisiones**

El primer paso en la medición de la huella de carbono de la organización implica reconocer las fuentes de emisión de GEI. Este paso es fundamental para comprender el origen de las emisiones dentro de la organización y establecer las bases para cuantificar y gestionar eficientemente la huella de carbono.

Es esencial incluir todas las fuentes significativas de GEI y excluir aquellas cuya contribución a las emisiones de GEI no sea relevante. En caso de excluir alguna fuente, es crucial identificarla y explicar la razón de su exclusión, siguiendo las categorías y subdivisiones establecidas en la norma IRAM ISO 14.064-1.

- **Emisiones y remociones directas de GEI**

- Fuentes móviles: Consumo de nafta y gasoil para la flota de vehículos propios.

- Fuentes fijas: Consumo de gas natural y gasoil del generador eléctrico.

- Emisiones fugitivas: Mantenimiento de un aire acondicionado de 3000 frigorías durante el año evaluado.

- **Emisiones indirectas de GEI debido a la energía importada**

- Consumo eléctrico de la planta industrial y oficinas.

- **Emisiones indirectas de GEI relacionadas con el transporte**

- Fletes de materias primas compradas para la producción.

- Viaje comercial para visitar a clientes en colectivo de larga distancia.

- Una noche de hotel para una visita comercial.

- Traslados diarios del personal desde sus hogares al lugar de trabajo.

- **Emisiones indirectas de GEI debido a productos utilizados por la organización**

- Acero.

- Plásticos.

- Electrodos.

- Pinturas.
- Film y cartón para embalajes.
- Productos de oficina.
- Productos de limpieza.
- Servicio privado de recolección de residuos.

- **Emisiones indirectas de GEI asociadas con el uso de productos de la organización**

- La empresa no cuenta con información suficiente para el cálculo de estas emisiones.

- **Otras emisiones indirectas de GEI de origen diverso**

- La empresa no cuenta con información suficiente para el cálculo de estas emisiones.

Siguiendo esta estructura, se logra una comprensión completa de las fuentes de emisiones en la organización, permitiendo avanzar hacia la medición efectiva de la huella de carbono.

## **Paso 2: Selección del Método de Cálculo**

La segunda etapa en la medición de la huella de carbono organizacional implica la elección del método de cálculo que se empleará para determinar las emisiones de GEI. Esta decisión reviste importancia fundamental para garantizar la precisión de la medición, y deben considerarse las siguientes opciones:

- **Medición Directa de Emisiones de GEI:**

Este método conlleva la medición directa de las emisiones de GEI mediante la monitorización de concentraciones y flujos de gases en las fuentes de emisión. Aunque es la alternativa más precisa, suele resultar costosa y compleja de implementar.

- **Uso de Factores de Emisión Documentados:**

Este método se fundamenta en la utilización de factores de emisión documentados. Estos factores son coeficientes calculados que establecen la relación entre las emisiones de GEI y una medida de actividad en una fuente de emisión específica. Por ejemplo, se pueden emplear factores de emisión para estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> originadas por la quema de diésel en vehículos en función de la cantidad de diésel consumido y la distancia recorrida.

Ejemplo ilustrativo: La combustión es un proceso común que genera emisiones directas de CO<sub>2</sub>. No obstante, los enfoques para cuantificar estas emisiones pueden variar desde simples hasta complejos.

- **Nivel Sencillo:** Se recopilan datos de actividad (volumen de combustible por ejemplo) de los recibos de suministro de combustible, y se calculan las emisiones multiplicando el volumen anual de combustible por el factor de emisión por defecto del IPCC.
- **Nivel Complejo:** Se realiza un seguimiento continuo del flujo de gas natural con dispositivos de medición precisos, y se determina el factor de emisión mediante un cromatógrafo de gas que analiza la composición del gas natural. Este enfoque asegura una alta precisión, pero demanda más recursos técnicos y financieros.

La elección entre estos métodos dependerá de la disponibilidad de datos, los recursos financieros y técnicos de la organización, así como del nivel de precisión requerido. En términos generales, se recomienda la medición directa siempre que sea posible, si bien los factores de emisión documentados pueden constituir una opción válida cuando la medición directa resulta difícil de implementar.

### **Paso 3: Recopilación de Datos**

En esta tercera etapa del proceso de medición de la huella de carbono organizacional, se subraya la importancia de establecer procedimientos sólidos para recolectar los datos necesarios en el inventario de emisiones. Este paso es crucial para asegurar la calidad y precisión de la información utilizada en el cálculo de las emisiones de GEI.

Se recomienda:

- **Desarrollo de Procedimientos Eficientes de Recolección de Datos:** Es esencial crear procedimientos de recolección de datos eficientes que permitan obtener y registrar información de manera consistente año tras año. Esto asegura que los datos sean comparables a lo largo del tiempo, lo que facilita la identificación de tendencias y cambios en las emisiones.
- **Análisis de Tendencias Históricas:** Comparar la información actual con datos históricos es una práctica valiosa. Esto permite identificar cambios significativos en las emisiones de GEI y entender cómo han evolucionado con el tiempo. También ayuda a evaluar el impacto de las medidas de reducción implementadas.

- **Comparación con Fuentes de Referencia:** Comparar los datos obtenidos con información de fuentes de referencia externas, como datos estadísticos gubernamentales o datos proporcionados por asociaciones industriales, puede ser beneficioso. Esta comparación puede ayudar a validar los datos de la organización y verificar su precisión.

Establecer procedimientos sólidos de recolección de datos es esencial para garantizar la calidad y confiabilidad de la información utilizada en el cálculo de las emisiones de GEI.

### **Ejemplo del Paso 3: Recolección de Datos**

Siguiendo con el ejemplo de la empresa fabricante de juegos infantiles, a continuación, se presenta la información recopilada:

- **Emisiones y Remociones Directas de GEI:**
  - a. **Fuentes Móviles:** Se han registrado los consumos de litros de nafta de la flota de vehículos a través de los recibos de abastecimiento.
  - b. **Fuentes Fijas:** La cantidad de metros cúbicos de gas natural se documentó a partir de las facturas de servicio, así como los litros de gasoil registrados en los recibos de compra de combustible.
  - c. **Emisiones Fugitivas:** El proveedor de servicios de mantenimiento proporcionó datos sobre la cantidad de gas R410A recargado en los equipos de aire acondicionado.
- **Emisiones Indirectas de GEI Debido a la Energía Importada:**
  - a. Se han registrado los datos de las facturas eléctricas correspondientes a todo el año evaluado.
- **Emisiones Indirectas de GEI Relacionadas con el Transporte:**
  - a. **Fletes:** Información detallada sobre la distancia recorrida y el tipo de vehículo utilizado para el transporte de productos.
  - b. **Viajes Comerciales:** Datos de distancia recorrida y tipo de vehículo utilizado en los viajes comerciales.

c. **Traslados Diarios del Personal:** Encuesta realizada a los colaboradores para obtener información sobre la distancia y medio de transporte utilizado en sus desplazamientos desde sus hogares hasta el lugar de trabajo.

- **Emisiones Indirectas de GEI Debido a Productos Utilizados por la Organización:**

- a. Información recopilada sobre la cantidad y costos asignados de los materiales y servicios utilizados durante el año.

Estos procedimientos sólidos de recolección de datos permiten a la organización obtener información precisa y completa para calcular sus emisiones de GEI de manera efectiva.

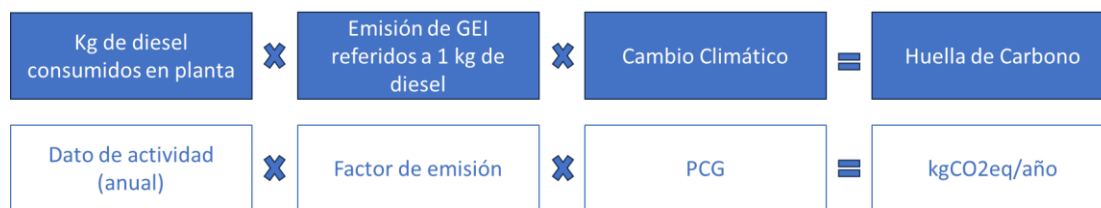
#### Paso 4: Cálculos

En el cuarto paso de la evaluación de la huella de carbono empresarial, se emplean instrumentos de análisis para convertir los datos de actividades en resultados relevantes. En este contexto, se delinean los procesos esenciales a seguir:

- **Vinculación de Datos y Factores de Emisión:** Es crucial establecer una correlación entre los datos de actividades recolectados y los factores de emisión pertinentes. Cada fuente de emisión se examina individualmente, y se aplican los factores de emisión correspondientes.

#### Figura 2

##### *Fórmula de cálculo 1*



*Nota.* Elaboración propia en base a Ministerio de Economía Argentina (2023).

Por ejemplo, se realizan conversiones a dióxido de carbono equivalente [CO<sub>2</sub>e], ya que los diversos gases GEI poseen diferentes Potenciales de Calentamiento Global (PCG). Por consiguiente, las emisiones individuales se transforman en equivalentes de CO<sub>2</sub> utilizando factores de conversión determinados según los PCG. Este proceso permite expresar todas las emisiones en una única unidad, el CO<sub>2</sub>e, lo que simplifica la comparación y la evaluación global de la huella de carbono.

### Figura 3

#### Fórmula de cálculo 2



*Nota.* Elaboración propia en base a Ministerio de Economía Argentina (2023).

Este paso desempeña un papel crucial en la conversión de los datos recopilados en una medida uniforme y comparable de la huella de carbono de la entidad. La conversión a CO<sub>2</sub>e contribuye a estandarizar la evaluación y a obtener una visión más precisa del impacto climático general de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), lo que facilita la toma de decisiones más fundamentadas para la gestión y disminución de estas emisiones.

### Paso 5: Reporte

El quinto paso en el proceso de evaluación de la huella de carbono organizacional se enfoca en la elaboración de un informe que proporcione una visión completa y transparente de las emisiones de GEI de la entidad. En este informe se detallan aspectos fundamentales que deben ser abordados, entre ellos:

- **Detalles sobre las fuentes de emisiones:** El informe debe ofrecer una descripción pormenorizada de las fuentes de emisiones de GEI dentro de la organización, incluyendo actividades y procesos específicos que generan dichas emisiones.
- **Lista de fuentes incluidas o excluidas:** Debe proporcionarse un listado de las fuentes consideradas en el cálculo de la huella de carbono, así como aquellas excluidas, acompañadas de una explicación clara de dichas exclusiones.
- **Comparación con períodos anteriores:** Se requiere incluir información comparativa con años anteriores para evaluar la evolución de las emisiones y detectar tendencias a lo largo del tiempo.
- **Periodo de reporte:** Es necesario especificar claramente el período de tiempo que cubre el informe, es decir, el lapso durante el cual se recopilaron los datos y se realizaron los cálculos.
- **Identificación de tendencias en los datos:** El informe debe resaltar cualquier tendencia discernible en los datos de emisiones de GEI, facilitando la comprensión de cómo han variado dichas emisiones con el tiempo.

- Evaluación del progreso hacia objetivos empresariales: Si la organización ha establecido objetivos relacionados con la reducción de emisiones, el informe debe incluir una sección que analice el progreso hacia la consecución de dichos objetivos.
- Consideración de incertidumbres: Deben abordarse las incertidumbres presentes en los datos y emisiones reportados, junto con posibles causas de dichas incertidumbres, además de proporcionar recomendaciones para mejorar la calidad de los datos.
- Descripción de eventos y cambios relevantes: Cualquier evento o cambio significativo que haya impactado en los datos reportados, como adquisiciones, desinversiones, avances tecnológicos, modificaciones en las metodologías de cálculo, entre otros, debe ser detallado en el informe.

Además de las emisiones de GEI absolutas, las empresas suelen evaluar su desempeño a través de métricas normalizadas o indicadores de cociente, permitiendo una evaluación más precisa y comparativa del rendimiento. Ejemplos de estos cocientes incluyen la intensidad de emisión de producto, la intensidad de servicio y la intensidad de ventas.

### **Paso 6: Verificación de la huella**

En el sexto paso del proceso de medición de la huella de carbono organizacional, se realiza la verificación. Este proceso implica una evaluación imparcial de la exactitud, integridad y conformidad de la información sobre los gases de efecto invernadero (GEI) reportada por la empresa. La verificación es esencial para garantizar la credibilidad y fiabilidad de los resultados. Aquí se describen los aspectos fundamentales de esta etapa:

- **Verificación Interna:** Se lleva a cabo dentro de la empresa por personal no involucrado en el proceso de contabilidad y reporte de GEI. Aunque no es tan independiente como la verificación externa, sigue siendo crucial para asegurar la fiabilidad de la información. Esta revisión interna puede ser especialmente valiosa para empresas que están desarrollando sus capacidades internas para gestionar los GEI.
- **Verificación Externa:** Implica que una tercera parte independiente de la empresa realice la evaluación. Esta tercera parte examina minuciosamente los datos, cálculos y procedimientos utilizados en la medición de la huella de carbono. La verificación externa aumenta significativamente la credibilidad del inventario de GEI al ser realizada por un organismo imparcial y experto en el tema.

Por último, existen diversos entes que pueden realizar la verificación de la huella de carbono:

- **IRAM:** El Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM) es una entidad reconocida que puede realizar esta verificación.
- **Certificadoras Privadas:** Empresas de certificación privadas también pueden desempeñar un papel importante en la verificación de la huella de carbono organizacional. Estas entidades tienen experiencia en la evaluación de prácticas ambientales y pueden ofrecer servicios de verificación independiente.

### **Barreras y desafíos para la implementación de la huella de carbono en PYMES**

Una de las principales dificultades identificadas es la carencia de recursos financieros y técnicos. De acuerdo con Sureeyatanapas et al. (2021), muchas PYMES no cuentan con los recursos necesarios para llevar adelante evaluaciones exhaustivas de su huella de carbono y mucho menos para implementar medidas efectivas de reducción de emisiones.

La falta de conciencia y capacitación es otra barrera importante según Nordin et al. (2014). Muchas PYMES carecen de conocimientos y capacidades técnicas acerca de cómo medir y reducir su huella de carbono, como también sobre los beneficios asociados con la adopción de prácticas sostenibles. Esto puede dificultar la implementación de medidas efectivas y limitar el compromiso de la alta dirección y los empleados.

Otra barrera importante es la percepción de que las acciones sostenibles son costosas o disruptivas para el negocio (Bhanot et al., 2015). Algunas PYMES se muestran reacias a tomar medidas para reducir su huella de carbono debido a preocupaciones sobre los costos y a que las medidas de sostenibilidad afecten la productividad y la competitividad de la empresa. Esta idea errónea puede obstaculizar la adopción de prácticas sostenibles y limitar el progreso en la mitigación del cambio climático.

### **Recomendaciones para la implementación de la medición de la huella de carbono en PYMES**

Un enfoque práctico y proactivo es esencial para superar los obstáculos y desafíos asociados con la implementación de la medición de la huella de carbono en las PYMES, de acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA). Se debe comenzar con una evaluación exhaustiva de la situación actual de la empresa en términos de emisiones de gases GEI. De esta manera, se puede comprender el alcance y la magnitud de las emisiones de la empresa y establecer objetivos realistas de reducción.

Es importante también, involucrar a todas las partes interesadas en el proceso, desde el ápice estratégico hasta los empleados del nivel operativo. Según Frohmann y Olmos (2013), la participación y el compromiso de las empresas en todos los niveles es clave para el éxito a largo plazo de las iniciativas de reducción de emisiones. Esto puede incluir formar un equipo multidisciplinario dedicado a la gestión de la sostenibilidad y asignar recursos específicos para implementar medidas de reducción de la huella de carbono.

Otra recomendación importante es utilizar las herramientas y recursos disponibles para facilitar la medición y gestión de las emisiones de gases GEI. Existen diversas herramientas gratuitas de acceso público para el cálculo de la huella de carbono, como por ejemplo la Plataforma de Huella de Carbono de Carbon Trust y la Calculadora de Huella de Carbono de la Global Reporting Initiative (GRI), entre otras.

Finalmente, es importante establecer un sistema de seguimiento y presentación de informes para monitorear el progreso hacia las metas de reducción de emisiones y comunicar de manera transparente los resultados a todas las partes interesadas. La transparencia y la rendición de cuentas son esenciales para sostener el compromiso de sostenibilidad de una empresa y generar confianza con los inversores, los clientes y la comunidad en general (Ministerio de Economía Argentina, 2023).

## **CONCLUSIONES**

Se puede concluir que medir y reducir la huella de carbono de las PYMES es un aspecto esencial para abordar los desafíos del cambio climático. Esta medida no sólo es muy importante desde el punto de vista medioambiental, sino que también aporta beneficios económicos y de imagen a la empresa. La adopción de prácticas sostenibles puede traer beneficios, incluida la identificación de oportunidades de eficiencia energética y ahorro de costos, así como mejorar la reputación de una empresa y atraer nuevos clientes.

Sin embargo, existen algunas barreras importantes que dificultan la implementación de medidas para reducir la huella de carbono de las PYMES. La falta de recursos financieros y técnicos, así como la idea errónea de que las prácticas sostenibles son costosas o perjudiciales para el negocio, son algunos de los obstáculos a superar. Es fundamental abordar estas barreras de manera proactiva y adoptar un enfoque práctico que involucre a todas las partes interesadas, desde la alta dirección hasta los empleados del nivel operativo. Para superar estos obstáculos, se recomiendan varios pasos, como una evaluación exhaustiva de la situación actual de la empresa, involucrando a todas las partes relevantes en el proceso, utilizando herramientas y

recursos disponibles, y estableciendo mecanismos de monitoreo y presentación de informes para monitorear el progreso hacia la reducción de emisiones.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Betti, G., Consolandi, C., & Eccles, R. G. (2018). The Relationship between Investor Materiality and the Sustainable Development Goals: A Methodological Framework. *Sustainability*, *10*(7), 2248. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/su10072248>
- Bhanot, N., Rao, P., & Deshmukh, S. (2015). Enablers and barriers of sustainable manufacturing: Results from a survey of researchers and industry professionals. *Procedia CIRP*, *29*, 562–567. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.01.036>
- Chien, F., Kamran, H. W., Nawaz, M. A., Thach, N. N., Long, P. D., & Baloch, Z. A. (2022). Assessing the prioritization of barriers toward green innovation: small and medium enterprises Nexus. *Environment, Development and Sustainability*, *24*, 1897–1927. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01513-x>
- Cont, W., Belfiori, E., Rodríguez Pardina, M., Rojas, D., Fernández, S., Bonifaz, J. L., & ... Vanoli, C. (2022). *Ideal 2022: Energía, agua y salud para un mejor medio ambiente*. Caracas: CAF. Obtenido de <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1980>
- Dayaratne, S. P., & Gunawardana, K. D. (2015). Carbon footprint reduction: a critical study of rubber production in small and medium scale enterprises in Sri Lanka. *Journal of Cleaner Production*, *103*, 87-103. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.09.101>
- Franco, M., & Rodrigues, M. (2021). Sustainable practices in SMEs: reducing the ecological footprint. *Journal of Business Strategy*, *42*(2), 137-142. Obtenido de <https://doi.org/10.1108/JBS-07-2019-0136>
- Frohmann, A., & Olmos, X. (2013). Huella de carbono, exportaciones y estrategias empresariales frente al cambio climático. *Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Colección documentos de proyectos*. Santiago de Chile: Naciones Unidas. Cooperación Española. Obtenido de <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/5e0a7d7c-98bf-4678-8136-6c34bc9e2ebf/content>
- Giana, E., & Papadopoulos, A. M. (2018). Carbon footprint analysis as a tool for energy and environmental management in small and medium-sized enterprises. *International*

*Journal of Sustainable Energy*, 37(1), 21-29. Obtenido de <https://doi.org/10.1080/14786451.2016.1263198>

Hrovatin, N., Cagno, E., Dolšak, J., & Zorić, J. (2021). How important are perceived barriers and drivers versus other contextual factors for the adoption of energy efficiency measures: An empirical investigation in manufacturing SMEs. *Journal of Cleaner Production*, 323. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129123>

Ministerio de Economía Argentina. (2023). Introducción a la huella de carbono. *Curso Huella de Carbono en PYMES*. Secretaría de Industria y Desarrollo Productivo. Dirección de Industria Sostenible.

Muhmad, S. N., & Muhamad, R. (2020). Sustainable business practices and financial performance during pre- and post-SDG adoption periods: a systematic review. *Journal of Sustainable Finance & Investment*. doi:10.1080/20430795.2020.1727724

Nordin, N., Ashari, H., & Hassan, M. (2014). Drivers and barriers in sustainable manufacturing implementation in Malaysian manufacturing firms. *In Proceedings of the 2014 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, Bandar Sunway*, (págs. 687–691). Malasia.

Purwandani, J., & Michaud, G. (2021). What are the drivers and barriers for green business practice adoption for SMEs? *Environ Syst Decis*, 41, 577–593. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s10669-021-09821-3>

Roffé, M. A., & González, F. A. (2023). El impacto de las prácticas sostenibles en el desempeño financiero de las empresas: Una revisión de la literatura. *Revista Científica Visión de Futuro*, 28(1), 195-220. Obtenido de <https://visiondefuturo.fce.unam.edu.ar/index.php/visiondefuturo/article/view/839>

Saavedra Farfán, E. (2020). Huella de carbono- emisiones de GEI por uso del sistema de iluminación de la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú. *Tecnia*, 30(1), 121-138. Obtenido de <https://dx.doi.org/10.21754/tecnica.v30i1.827>

Sánchez, J. (2019). *Recursos naturales, medio ambiente y sostenibilidad: 70 años de pensamiento de la CEPAL* (Vol. Libros de la CEPAL). Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Obtenido de

<https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/e43ad745-6b7d-48e4-a016-b753fdd3b659/content>

- Sureeyatanapas, P., Yodprang, K., & Varabuntoonvit, V. (2021). Drivers, barriers and benefits of product carbon footprinting: a state-of-the-art survey of Thai manufacturers. *Sustainability*, 13(12), 6543. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/su13126543>
- Vorontsova, A., Rieznyk, O., Treus, A., Oleksich, Z., & Ovcharova, N. (2022). Do environmental protection investments contribute to environmentally-oriented SDGS? *Environmental Economics*, 13(1), 141-154. doi:10.21511/ee.13(1).2022.12