

INFORME DE HUELLA DE CARBONO DE PRODUCTO

Compumax

Monitor de 24" MLCX24

Agosto 2025

Contenido

GLOSARIO.....	4
ACRÓNIMOS.....	5
1 OBJETIVO DEL ESTUDIO	7
2 ASIGNACIÓN.....	7
3 ALCANCE DEL ESTUDIO	7
3.1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	7
3.2 UNIDAD FUNCIONAL Y FUNCIÓN DEL SISTEMA	7
3.3 FLUJO DE REFERENCIA	7
3.4 DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS DEL PRODUCTO O SU CICLO DE VIDA	8
3.5 LÍMITES DEL SISTEMA	8
3.5.1 COBERTURA TEMPORAL	9
3.5.2 COBERTURA TECNOLÓGICA	9
3.5.3 COBERTURA GEOGRÁFICA	9
3.6 LIMITACIONES Y SUPOSICIONES.....	9
3.7 ESCENARIOS DE IMPACTO HCP	10
3.8 REQUISITOS DE CALIDAD DE DATOS	10
4 INVENTARIO DE CICLO DE VIDA.....	12
4.1 DATOS POR ETAPAS	12
4.1.1 PRODUCCIÓN	12
4.1.2 TRANSPORTE AGUAS ARRIBA.....	12
4.1.3 TRANSPORTE AGUAS ABAJO	13
4.1.4 EMPAQUE DEL PRODUCTO	13
4.1.5 USO DEL PRODUCTO	13
4.1.6 FIN DE VIDA DEL PRODUCTO.....	14
5 EVALUACIÓN HUELLA DE CARBONO DE PRODUCTO	14
5.1 METODOLOGÍA IPCC.....	14
5.2 DISTRIBUCIÓN IMPACTOS.....	16
5.3 RESULTADOS.....	16
6 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	17
7 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	18
8 BIBLIOGRAFÍA	18

Fecha de publicación	Agosto de 2025
Título del reporte	Huella de carbono de producto (HCP) Monitor de 24" MLCX24
Declaración de responsabilidad	La información de este reporte ha sido compilada y calculada de fuentes creíbles. La aplicación de los datos es estrictamente bajo criterio y responsabilidad del lector, no se asume ningún daño por parte de los autores causado por el uso de la información contenida en este documento.
Equipo del proyecto	Compumax: Soledad Santos (soledad.santos@compumax.com) Centro de Formación Sostenible: Jenny Lorena Victoria (contacto@centrodeformacionsostenible.com)
Unidad Funcional	Monitor de 24" MLCX24
Alcance geográfico	El equipo Monitor de 24" MLCX24 es ensamblado en las instalaciones de Compumax Computer SAS. Ubicadas en la Carrera 106 15 - 25 Manzana 15 Bodega 99, Bogotá, Colombia. La mayoría de los componentes provienen de China.
Metodología	Huella de carbono de producto según la metodología ISO14067

GLOSARIO

- **CICLO DE VIDA:** Etapas consecutivas e interrelacionadas de un sistema del producto, desde la adquisición de materia prima o de su generación a partir de recursos naturales hasta la disposición final.
- **ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA:** recopilación y evaluación de las entradas, las salidas y los impactos ambientales potenciales de un sistema del producto a través de su ciclo de vida.
- **ANÁLISIS DEL INVENTARIO DE CICLO DE VIDA ICV:** fase del análisis del ciclo de vida que implica la recopilación y la cuantificación de entradas y salidas para un sistema del producto a través de su ciclo de vida.
- **EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL CICLO DE VIDA:** Fase del análisis del ciclo de vida dirigida a conocer y evaluar la magnitud y cuán significativos son los impactos ambientales potenciales de un sistema de producto a través de todo el ciclo de vida del producto.
- **INTERPRETACIÓN DEL CILO DE VIDA:** fase del análisis del ciclo de vida en la que los hallazgos del análisis del inventario o de la evaluación del impacto, o de ambos, se evalúan en relación con el objetivo y el alcance definidos, para llegar a conclusiones y recomendaciones.
- **SISTEMA DE PRODUCTO:** es el conjunto de etapas que componen el ciclo de vida en estudio. Un sistema puede tener varias funciones y las seleccionadas para el estudio dependen del objetivo y el alcance del ACV.
- **UNIDAD FUNCIONAL:** es la unidad de referencia en la cual se expresan, desde un punto de vista.
 - matemático, los datos de entrada y salida.
- **PROCESO:** Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.
- **FLUJO ELEMENTAL:** materia o energía que entra al sistema bajo estudio, que ha sido extraído del medio ambiente sin una transformación previa por el ser humano, o materia o energía que sale del sistema bajo estudio, que es liberado al medio ambiente sin una transformación posterior por el ser humano.
- **CO₂ equivalente (CO₂ e):** Unidad universal de medida que indica el potencial de calentamiento global (PCG) de cada uno de los 6 gases efecto invernadero, expresado en términos del PCG de una unidad de dióxido de carbono. Se utiliza para evaluar la liberación de diferentes GEI contra un común denominador.
- **EMISIONES:** Liberación de Gases Efecto Invernadero a la atmósfera.
- **FACTOR DE EMISIÓN:** Factor que permite estimar emisiones de GEI a partir de los datos de actividades disponibles (como toneladas de combustible consumido, toneladas de producto producido) y las emisiones totales de GEI.
- **GASES EFECTO INVERNADERO (GEI):** Componentes gaseosos que se encuentran en la atmósfera y su origen es natural y antrópico. Los GEI son los 6 gases que están listados en el Protocolo de Kioto: dióxido de carbono (CO₂); metano (CH₄); óxido nitroso (N₂O); hidrofluorocarbonos (HFCs); perfluorocarbonos (PFCs); y hexafluoruro de azufre (SF₆).
- **HUELLA DE CARBONO DE PRODUCTO (HCP):** Es la cantidad de Gases Efecto Invernadero –emitidos a la atmósfera por efecto directo o indirecto de un individuo, organización o evento.
- **POTENCIAL DE CALENTAMIENTO GLOBAL - PCG:** Factor que describe el impacto de la fuerza de radiación de una unidad con base en la masa de un GEI determinado, con relación a la unidad equivalente de dióxido de carbono en un periodo determinado.
- **IPCC:** Panel Intergubernamental de Cambio Climático.

ACRÓNIMOS

HPC Huella de carbono de producto

EICV Evaluación del impacto del ciclo de vida

ICV Análisis del inventario del ciclo de vida

GWP Potencial de calentamiento global

IPCC Panel intergubernamental de cambio climático

CO₂e Dióxido de carbono equivalente

RESUMEN

Para cumplir con los criterios de EPEAT y comprender cómo la evaluación de la huella de carbono de producto puede ayudar al desarrollo de equipos más sostenibles, Compumax ha desarrollado un análisis para su producto Monitor de 24" MLCX24. El estudio se realiza de acuerdo con los lineamientos establecidos en las normas ISO 14067:2021.

El análisis de la huella de carbono del producto contempla desde la extracción de la materia prima hasta el final de la vida útil de los equipos. En el caso de la unidad funcional desarrollada por Compumax, se ha estimado una vida útil de 5 años, con un consumo asociado al reportado por la certificación Energy Star.

El estudio incluye la evaluación del índice de calentamiento global, una categoría de impacto basada en el método de evaluación del IPCC, robusta y aceptada ampliamente por la comunidad científica mundial.

La elaboración de la huella de carbono de producto para el Monitor de 24" MLCX24 se enmarca dentro de los requisitos establecidos por EPEAT para la renovación de la certificación ambiental del equipo. Esta evaluación cuantitativa, desarrollada bajo la norma ISO 14067:2021, permite demostrar el cumplimiento del criterio que exige la estimación del impacto climático del producto a lo largo de su ciclo de vida. Al proporcionar una medición transparente y basada en estándares internacionales, Compumax fortalece su posición frente a los compromisos ambientales requeridos por EPEAT, al tiempo que consolida su enfoque hacia la mejora continua del desempeño ambiental de sus productos tecnológicos.

1 OBJETIVO DEL ESTUDIO

El estudio tiene como objetivo evaluar los impactos ambientales potenciales de la huella de carbono del Monitor de 24" MLCX24 con el fin de obtener la ecoetiqueta EPEAT. Los resultados del estudio serán publicados a los consumidores y no están previstos para realizar aseveraciones comparativas de carácter público.

2 ASIGNACIÓN

La asignación se realizó con base en la participación del SKU en la producción y en los consumos agregados de energía, agua y generación de residuos. Se determinó la participación del SKU (25,53 %) frente al total producido y se aplicó como factor de reparto a dichos consumos. Finalmente, los consumos asignados se normalizaron dividiéndolos por la cantidad total de SKUs producidos.

3 ALCANCE DEL ESTUDIO

3.1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Monitor de 24" MLCX24, (**Fig. 1**) es desarrollado en China y distribuido en Colombia.



Fig. 1. Unidad funcional

3.2 UNIDAD FUNCIONAL Y FUNCIÓN DEL SISTEMA

La unidad funcional del estudio es 1 servicio de visualización provisto por un monitor 24" MLCX24 a 1920×1080 @ 60 Hz, durante 5 años, con un perfil de uso de 28,91 kWh/año (Energy Star), 8 h/día y 250 días/año (2 000 h/año).

El sistema de producto bajo estudio tiene la función de cumplir tareas comunes de la informática moderna, desde el apartado de visualización, puede emplearse tanto para temas de oficina como también para videojuegos.

3.3 FLUJO DE REFERENCIA

El flujo de referencia correspondiente es 1 monitor 24" MLCX24 completo, incluyendo fuente/cable de poder, accesorios de venta y empaque, necesarios para entregar la UF definida.

3.4 DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS DEL PRODUCTO O SU CICLO DE VIDA

Las etapas del ciclo de vida del producto contemplan una unidad funcional que luego de ser desarrollada tendrá una vida útil aproximada de 5 años tal como se muestra en la Fig. 2.

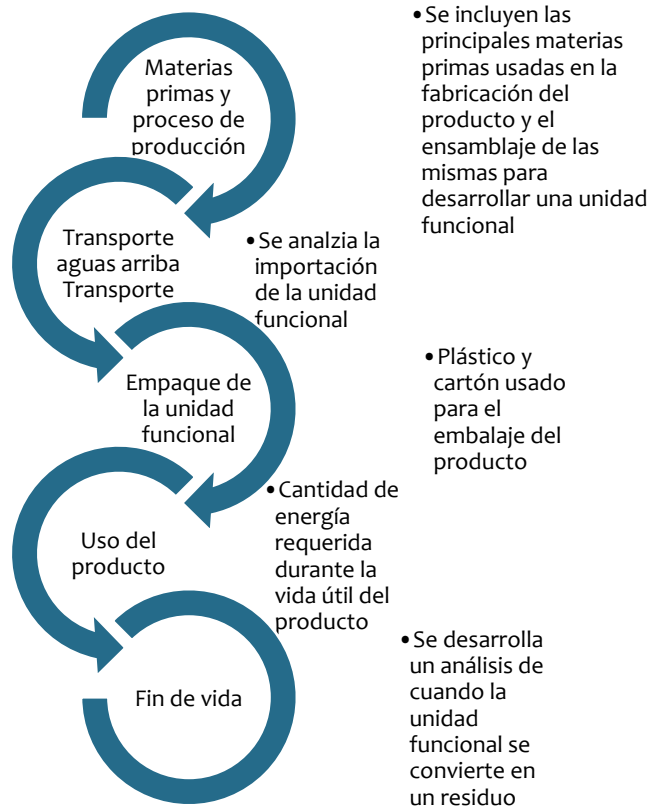


Fig. 2. Etapas del ciclo de vida

3.5 LÍMITES DEL SISTEMA

El estudio incluye:

- Producción de pantalla en china
- Proceso de empaque
- Transporte aguas arriba y aguas abajo
- Uso del producto
- Disposición final del producto

Se excluye:

- Repuestos usados durante la vida útil de la unidad funcional
- Reusó de partes
- Producción de bienes de capital (fábricas, etc.)

La razón por la que se han realizado las exclusiones es que no se dispone de la información suficiente sobre la recuperación de materiales y reúso en la zona de estudio.

3.5.1 COBERTURA TEMPORAL

Los datos tomados para el presente inventario corresponden a los del año 2024, de acuerdo con las condiciones de producción actuales y los criterios de evaluación de EPEAT se la huella de carbono de producto será representativa por 3 años.

3.5.2 COBERTURA TECNOLÓGICA

Este estudio evalúa los impactos del producto en términos de huella de carbono desde la extracción de la materia prima hasta el final de la vida del producto basado en una combinación global de producción y tecnología. Los datos relativos a la producción primaria han sido recogidos a través de Compumax y sus colaboradores. Los datos asociados a equivalencias u otras estimaciones han sido recogidos de organismos oficiales o bases de datos certificadas por terceros.

3.5.3 COBERTURA GEOGRÁFICA

El producto es elaborado en China y su revisión, distribución, uso y disposición final se desarrollan en Colombia.

3.6 LIMITACIONES Y SUPOSICIONES

Las siguientes suposiciones fueron consideradas:

- En la planta el 25,53% de producción corresponde a el ensamblaje de la unidad funcional, por ello, para estimar datos globales se toma siempre como referencia dicho valor respecto al total.
- El consumo de energía eléctrica en el proceso de ensamble corresponde a la relación entre la energía total consumida por la planta y la producción total de las unidades funcionales.
- El consumo de agua en el proceso de ensamble corresponde principalmente a la gestión administrativa, este se calcular a partir de la cantidad total de agua consumida por la planta y la producción total de las unidades funcionales, teniendo como año de referencia el 2024.
- Para el proceso de ensamblaje no se tienen en cuenta perdidas por transmisión y distribución de la energía consumida.
- Para la producción de materias primas, incluido el empaque, se usaron datos globales de Ecoinvent 3.11
- Para la etapa de uso del producto se tiene en cuenta la vida útil promedio de la unidad funcional y sus respectivos consumos de energía eléctrica.

- En este estudio no se reportan por separado las emisiones y remociones biogénicas de GEI. La decisión se fundamenta en (i) limitaciones de datos primarios y secundarios para caracterizar de forma consistente los aportes biogénicos —por ejemplo, la mezcla efectiva de biocombustibles en los países y periodos donde ocurre el transporte— y (ii) su baja relevancia material frente a la unidad funcional evaluada, cuyos procesos y materiales principales no implican captura ni liberación significativa de carbono biogénico.

3.7 ESCENARIOS DE IMPACTO HCP

En el presente informe se evalúan dos escenarios diferenciados en términos de impacto climático asociado a la Huella de Carbono de Producto (HCP), conforme a los lineamientos de la norma ISO 14067:2018. El objetivo de este análisis comparativo es identificar el efecto potencial que tendría el cambio en la fuente de energía utilizada durante la fase de uso del producto.

- **Escenario 1 – Energía Convencional:** Se considera un contexto en el que el producto opera bajo una matriz energética basada en fuentes convencionales, predominantemente de origen fósil, representativas del mix energético promedio nacional. Este escenario refleja las condiciones actuales o de referencia en mercados donde no se ha realizado una transición energética significativa.
- **Escenario 2 – Energía Renovable:** Se plantea un escenario hipotético en el cual el producto es alimentado exclusivamente mediante fuentes de energía renovables (por ejemplo, solar, eólica o hidroeléctrica), eliminando las emisiones indirectas asociadas al consumo eléctrico durante su fase de uso.

3.8 REQUISITOS DE CALIDAD DE DATOS

Los datos de uso de energía y agua se tomaron de fuentes directas proporcionadas por Compumax. Mientras que los datos de componentes y transportes provienen de fuentes secundarias con un máximo de 10 años de antigüedad.

La calidad de los datos se evaluó con base en los siguientes criterios:

- **Precisión:** se refiere a las fuentes de datos, métodos de adquisición y métodos de verificación. Datos fiables son aquellos que se han verificado y medido directamente en terreno. El Criterio está relacionado con la cuantificación del flujo. Para los de uso directo de agua y energía la precisión es alta cuando provienen de medidores. Para el resto de datos la calidad es alta cuando son datos cuantificados en el inventario de la empresa.
- **Integridad:** representa la exhaustividad de los datos recolectados. Los datos son completos cuando todos los elementos necesarios para realizar una actividad son cuantificados. Se considera que los datos son altamente íntegros cuando se incluyen todos los datos importantes en la categoría o tipo de dato.
- **Representatividad:** evalúa la correlación geográfica y tecnológica (reflejan los datos de la realidad). Los datos directos son altamente representativos por sí mismos, pues son tomados del mismo proceso. Los datos de uso indirecto se evalúan según la

representatividad del set de datos usado para modelarlos. La representatividad tecnológica es alta cuando la tecnología del set de datos usado es la misma que la de la producción del insumo utilizado. La representatividad geográfica es alta cuando el set de datos proviene de la misma región de donde se produce el insumo modelado.

- **Consistencia:** evalúa si la metodología del estudio se aplica de la misma manera para todos los datos.
- **Reproducibilidad:** evalúa si la información acerca de los datos y el método utilizado permite producir los resultados del estudio.
- **Incertidumbre:** entrega una evaluación cualitativa de la incertidumbre de los datos.

La evaluación de calidad de datos varía entre Alto, Suficiente, Medio y Bajo. La **tabla 1** muestra la evaluación de la calidad de los datos del estudio.

Tabla 1. Criterios para calificación cualitativa de confiabilidad/precisión de datos

Alta	Los datos cumplen con el criterio requerido de confiabilidad/precisión para el caso bajo consideración. Esto significa que es un dato medido y proporcionado directamente por la empresa.
Suficiente	Datos verificados por suposiciones o mediciones no auditadas (documentos proporcionados por personal de empresa o literatura)
Media	Datos no auditados basados en suposiciones o estimaciones de un experto. Se considera que este tipo de datos puede usarse pero su confiabilidad/precisión puede ser mejorada.
Baja	Datos estimados sin base sólida. Estos datos no cumplen con el criterio requerido de confiabilidad/precisión para el caso bajo consideración.

De acuerdo con lo anterior a continuación se presenta la evaluación de datos y una asignación de incertidumbre cualitativa a los mismos según la fuente de información:

Tabla 2. Resultados evaluación calidad de datos

Etapas del ciclo de vida	Observación	Evaluación calidad del dato	Incertidumbre
Materias primas y proceso de producción	Se incluyen las principales materias primas usadas en la fabricación del producto y el ensamblaje de estas para desarrollar la unidad funcional.	Media	30%
Transporte (aguas arriba)	Se analiza la importación y los traslados necesarios para disponer de la unidad funcional en el punto de ensamblaje/venta.	Suficiente	20%
Empaque de la unidad funcional	Plástico y cartón usados para el embalaje del producto.	Suficiente	20%
Uso del producto	Cantidad de energía requerida durante la vida útil del producto.	Alta	10%

Etapa del ciclo de vida	Observación	Evaluación calidad del dato	Incertidumbre
Fin de vida	Análisis cuando la unidad funcional se convierte en un residuo (p. ej., disposición, reciclaje, recuperación).	Suficiente	20%

4 INVENTARIO DE CICLO DE VIDA

4.1 DATOS POR ETAPAS

Para realizar la evaluación de impactos y la interpretación de resultados de la HCP se ha dividido el ciclo de vida del producto en 6 etapas: producción, transporte aguas arriba, transporte aguas abajo, empaque, uso y fin de vida.

4.1.1 PRODUCCIÓN

Corresponde a la obtención de materias primas y producción del computador, esta información se tomó de Ecoinvent 3.11. haciendo una asignación para el tamaño de pulgadas de la unidad funcional para esto se tienen en cuenta las matrices energéticas de los países en donde se desarrollan las partes (China¹) y se ensamblan (Colombia²). Se confirma que, aunque el reporte inicia en la fase de producción, el modelado del inventario de ciclo de vida (LCI) ha sido tomado de la base de datos Ecoinvent, la cual incluye la extracción y el procesamiento de materias primas.

4.1.2 TRANSPORTE AGUAS ARRIBA

El transporte aguas arriba se refiere a todo el transporte de los materiales a ensamblar provenientes desde China hasta Colombia. Para el análisis de esta etapa se contemplan las distancias de la **tabla 2**:

Tabla 3. Distancias transporte aguas arriba.

Detalle trayecto	Tipo de transporte	Distancia km	Locación – Ecoinvent	Fuente de datos de la distancia
Transporte de planta a puerto (promedio)	Transporte de carga, camión 16-32 toneladas métricas, EURO4 ³	20	Promedio mundial	Promedio de la ciudad de recorrido en la ciudad de Bogotá

¹ <https://ecoquery.ecoinvent.org/3.11/cutoff/dataset/12812/documentation>

² <https://ecoquery.ecoinvent.org/3.11/cutoff/dataset/16992/documentation>

³ <https://ecoquery.ecoinvent.org/3.11/cutoff/dataset/8695/documentation>

Detalle trayecto	Tipo de transporte	Distancia km	Locación – Ecoinvent	Fuente de datos de la distancia
Puerto a puerto (Shanghái - Buenaventura)	Transporte de carga marítimo en container ⁴	16.800	Promedio mundial	Sea Distance
Puerto a planta (Buenaventura - Bogotá)	Transporte de carga, camión 16-32 toneladas métricas, EURO4	505	Promedio mundial	Google maps

4.1.3 TRANSPORTE AGUAS ABAJO

El transporte aguas abajo relaciona la distancia que recorre la unidad funcional desde el punto donde se ensambla. En la **tabla 3** se relacionan los recorridos planteados teniendo en cuenta que el producto se distribuye en la misma ciudad donde se ensambla y se realizará su disposición final.

Tabla 4. Distancias transporte aguas abajo

Detalle trayecto	Tipo de transporte	Distancia km	Fuente de datos de la distancia
Planta - sitio de distribución	Transporte de carga, camión 16-32 toneladas métricas, EURO4	15	Promedio de recorrido de una ciudad grande
Sitio de distribución - usuario final	Transporte de carga, camión 16-32 toneladas métricas, EURO4	15	Promedio de recorrido de una ciudad grande
Sitio de uso final - disposición final	Transporte de carga, camión 16-32 toneladas métricas, EURO4	15	Promedio de recorrido de una ciudad grande

4.1.4 EMPAQUE DEL PRODUCTO

Para evaluar el empaque con el cual se distribuye la unidad funcional se calcularon datos promedios para el peso de una caja⁵ de cartón y el plástico⁶ usado para empacar una computadora.

4.1.5 USO DEL PRODUCTO

⁴ <https://ecoquery.ecoinvent.org/3.11/cutoff/dataset/21876/documentation>

⁵ <https://ecoquery.ecoinvent.org/3.11/cutoff/dataset/6269/documentation>

⁶ <https://ecoquery.ecoinvent.org/3.11/cutoff/dataset/2988/documentation>

Para evaluar el consumo de energía del producto durante su vida útil se tomó como referencia un lapso de 5 años, siendo este el único escenario de uso evaluado. Según los datos suministrados por la certificación Energy Star se tomó la energía total consumida en un año la cual es de 28,91 kWh usando la matriz energética colombiana⁷.

4.1.6 FIN DE VIDA DEL PRODUCTO

Se toma como referencia el dato de la masa del computador para analizar el impacto que genera como residuo electrónico.

5 EVALUACIÓN HUELLA DE CARBONO DE PRODUCTO

La evaluación de impactos ha sido realizada conforme a la metodología de la Organización Internacional de Normalización (ISO por sus siglas en inglés) ISO 14067:2021.

5.1 METODOLOGÍA IPCC

El método de evaluación de impactos usado en este estudio es IPCC 2021 con la categoría Climate Change: fossil – Global Warming Potential (GWP100), la base de datos utilizada es Ecoinvent 3.11 y el software mediante el cual se obtuvieron los resultados es OpenLCA. La metodología IPCC 2021 cuenta con la versión AR6 y a su vez permite conocer la huella de carbono del producto tal como se muestra en la **Fig. 4**.

⁷ <https://ecoquery.ecoinvent.org/3.11/cutoff/dataset/16992/documentation>

Impact category	Indicator	ID	handling of biogenic CO2	method/standard/guideline				type	flow														
				IPCC 2021	IPCC 2021 (incl. biogenic CO2)	ISO 14067	EN15804			biogenic	Methane, non-fossil	Carbon dioxide, non-fossil	Carbon dioxide, in air	Carbon dioxide, non-fossil, resource correction	Methane, from soil or biomass stock	Carbon dioxide, from soil or biomass stock	Carbon dioxide, to soil or biomass stock	Carbon monoxide, fossil	Nitric oxide	VOC, volatile organic compounds	Carbon monoxide, non-fossil	Carbon monoxide, from soil or biomass stock	other GHGs
climate change: total (excl. biogenic CO2)	GWP100	A		x		(x)	(x)	x		x					x	x	x						x
climate change: total (incl. biogenic CO2)	GWP100	B			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x									x
climate change: fossil	GWP100	C		x (= D + E)		x (= D + E)	x																x
climate change: fossil (excl. aircraft emissions)	GWP100	D		x		(x)																	x
climate change: aircraft emissions	GWP100	E		x		x																	x
climate change: direct land use change	GWP100	F		x (= G + H)		x (= G + H)	x (= G + H)								x	x	x						
climate change: emissions from direct land use change	GWP100	G		x		(x)	(x)								x	x							
climate change: removals from direct land use change	GWP100	H		x		(x)	(x)										x						
climate change: biogenic (excl. CO2)	GWP100	I		x				x		x													
climate change: biogenic (incl. CO2)	GWP100	J			x (= J + K)	x (= J + K)	x (= J + K)	x	x	x	x	x											
climate change: biogenic emissions (incl. CO2)	GWP100	K			x	(x)	(x)			x													
climate change: biogenic removals (incl. CO2)	GWP100																						
climate change: total (excl. biogenic CO2, incl. SLCFs)	GWP100			x		(x)	(x)	x		x					x	x	x	x	x	x	x	x	x
climate change: total (incl. biogenic CO2, incl. SLCFs)	GWP100				x	(x)	(x)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
climate change: fossil (excl. biogenic CO2, incl. SLCFs)	GWP100			x		(x)	(x)										x	x	x				x
climate change: direct land use change (incl. SLCFs)	GWP100			x		(x)	(x)								x	x	x						x
climate change: biogenic (excl. CO2, incl. SLCFs)	GWP100			x		(x)	(x)	x												x			
climate change: total (excl. biogenic CO2)	GWP20			x				x		x					x	x	x	x	x	x	x	x	x
climate change: total (excl. biogenic CO2)	GWP500			x				x		x					x	x	x	x	x	x	x	x	x
climate change: total (excl. biogenic CO2)	GTP50			x				x		x					x	x	x	x	x	x	x	x	x
climate change: total (excl. biogenic CO2)	GTP100			x				x		x					x	x	x	x	x	x	x	x	x

Fig. 3. Metodología IPCC⁸

⁸ <https://support.ecoinvent.org/guidance-on-ipcc-methods?utm>

5.2 DISTRIBUCIÓN IMPACTOS

Toda la información de producción se obtuvo de la base de datos Ecoinvent 3.11. Con base en ella, se realizó el cálculo de la huella de carbono para monitores de 17 pulgadas y televisores de 25 pulgadas, debido a la limitada disponibilidad de información específica sobre estos procesos. El cálculo consistió en aplicar una función de impacto mediante una ecuación lineal y, posteriormente, ajustar el valor al caso de estudio, correspondiente a una pantalla de 24 pulgadas.

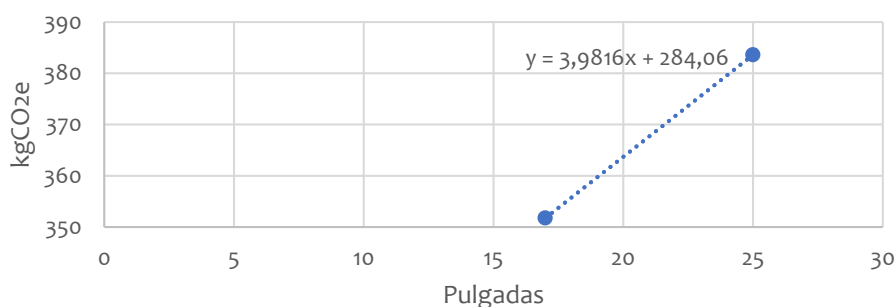


Fig. 4. Gráfica de asignación de impactos

5.3 RESULTADOS

Los resultados obtenidos del análisis de huella de carbono del producto indican que las emisiones totales generadas a lo largo de su ciclo de vida ascienden a **412,12 kgCO2e** por unidad funcional. La etapa con mayor contribución fue la de producción de la pantalla, representando aproximadamente el 92,15% del total de emisiones, seguida por la etapa de uso del computador. Estos resultados permiten identificar los puntos críticos del proceso productivo desde la perspectiva del cambio climático, y constituyen una base técnica sólida para proponer estrategias de reducción, optimización de procesos o sustitución de materiales con menor impacto ambiental.

Tabla 5. Resultado de la huella de carbono del equipo

Impacto ambiental	Etapas	Resultado	%
Calentamiento global kgCO2e	Producción computador	379,77	92,15%
	Transporte aguas arriba	0,62	0,15%
	Transporte aguas abajo	0,02	0,00%
	Empaque	1,28	0,31%
	Uso del computador	30,29	7,35%
	Fin de vida	0,14	0,03%
Total		412,12	100,00%

Con base en los datos previamente expuestos en la [tabla 4](#) y en la [Fig. 5](#), se ha construido la siguiente gráfica para facilitar la interpretación de la contribución relativa de cada etapa del ciclo de vida a la huella de carbono del producto. Esta representación visual permite evidenciar de

manera clara y comparativa cómo se distribuyen las emisiones de GEI entre las distintas fases del proceso. Se destaca nuevamente la etapa de producción del computador, la cual presenta el mayor aporte en términos de CO₂e, lo que refuerza su papel como punto crítico a seguir considerando en futuras estrategias de mitigación.

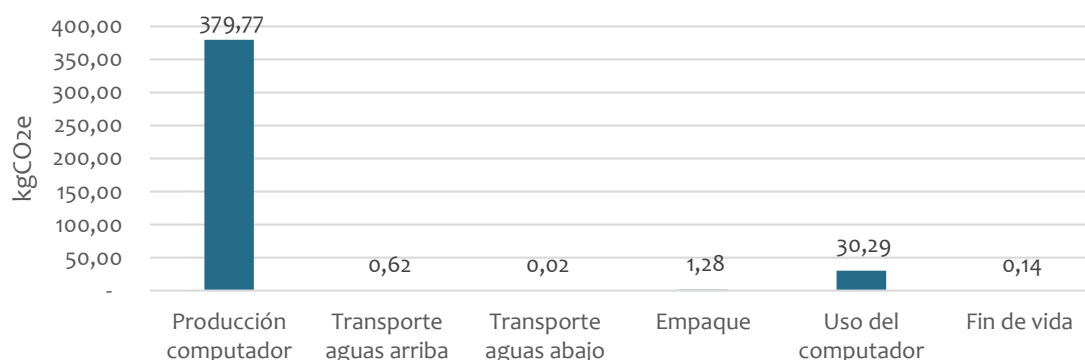


Fig. 5. Huella de carbono del producto por etapas.

6 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El análisis se llevó a cabo utilizando datos promedio globales disponibles en la base de datos seleccionada. Con el fin de establecer una comparación representativa, se centró la evaluación en la etapa de uso del producto, dado que las etapas bajo control operacional de Compumax han sido objeto de gestión y mejora continua en los últimos años. Los resultados consolidados, correspondientes exclusivamente a la categoría de impacto calentamiento global (Global Warming Potential - GWP), se presentan en la siguiente **tabla 5**:

Tabla 6. Resultados análisis de sensibilidad

Etapa	Promedio global	Matriz energética	Variación
		limpia	
Producción computador	379,77	379,77	0,00%
Transporte aguas arriba	0,62	0,62	0,00%
Transporte aguas abajo	0,02	0,02	0,00%
Empaque	1,28	1,28	0,00%
Uso del computador	30,29	-	100,00%
Fin de vida del computador	0,14	0,14	0,00%
Total	412,12	381,83	7,35%

7 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

La huella de carbono del producto Monitor de 24" MLCX24 revela que la mayor contribución al impacto ambiental se genera durante la etapa de producción del equipo, la cual representa aproximadamente el 92% del total de emisiones, equivalente a 379,77 kgCO₂e. La etapa de uso del computador también tiene una participación importante, aportando cerca del 7,75%, con 31,37 kgCO₂e. Por otro lado, las etapas de transporte, empaque y fin de vida del producto contribuyen con cantidades menores y relativamente constantes, lo que indica que su impacto respectivo es limitado en comparación con las fases de producción y uso.

Un hallazgo relevante es el análisis de sensibilidad que evalúa un escenario en el cual la matriz energética utilizada durante el uso del computador sería limpia, es decir, basada en fuentes renovables. En este escenario, las emisiones en la fase de uso se reducen a cero, logrando una disminución total del impacto del producto en un 7,75%, pasando de 412,12 kg a 381,83 kgCO₂e. Este resultado subraya la importancia de la transición energética hacia fuentes renovables, ya que tiene un efecto directo y significativo en la disminución de las emisiones asociadas al ciclo de vida del producto.

En síntesis, los resultados obtenidos indican que las estrategias de reducción de la huella de carbono deben priorizarse en dos frentes principales: primero siguiendo con la optimización continua de los procesos de fabricación, que constituyen la etapa con mayor contribución al impacto global, y el aprovechamiento progresivo de una matriz energética más limpia en el contexto de la transición energética en Colombia. Por su baja participación en el perfil de emisiones, las etapas asociadas al transporte y a la gestión del fin de vida del producto presentan un margen limitado de mitigación, por lo que no representan una prioridad inmediata en términos de intervención. Este enfoque permite orientar los recursos hacia las acciones con mayor potencial de reducción efectiva en el impacto ambiental del producto a lo largo de su ciclo de vida.

8 BIBLIOGRAFÍA

ISO. (2018). ISO 14044: Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines. Geneva: International Organization for Standardization.

UNE-EN ISO 14040:2006 Environmental management. Life Cycle Analysis. Principles and reference framework

UNE-EN ISO 14064-1:2019 Greenhouse gases. Part 1: Specification with guidance, at the organization level, for the quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals

UNE-EN ISO 14067:2021 Greenhouse gases. Carbon footprint of products. Requirements and guidelines for quantification

UNE-EN 16258:2013 Methodology for the calculation and declaration of energy consumption and greenhouse gas emissions in transport services (freight and passenger transport)

IEEE 1680.1 (2018) IEEE Standard for Environmental and Social Responsibility Assessment of Computers and Displays

Energy Star, E. (n.d.). ENERGY STAR ® Program Requirements for Computers Partner Commitments. Retrieved November 12, 2022, from www.energystar.gov/partners