

Reporte Huella de Carbono Corporativa

2024
Tubacero



Contenido

Introducción.....	3
Contexto.....	3
Alcance del Proyecto.....	4
Límite Organizacional.....	4
Fuentes de Emisión.....	4
Alcance 1.....	4
Alcance 2.....	5
Alcance 3.....	5
Resultados Tubacero.....	6
Contribuyentes de alcance 1 y 2 en 2024.....	6
Contribuyentes de alcance 3 en 2024.....	7
Resultados Monterrey.....	8
Contribuyentes de alcance 1 y 2 en 2024.....	8
Contribuyentes de alcance 3 en 2024.....	9
Resultados San Nicolás.....	9
Contribuyentes de alcance 1 y 2 en 2024.....	10
Contribuyentes de alcance 3 en 2024.....	10
Resultados García.....	12
Contribuyentes de alcance 1 y 2 en 2024.....	12
Contribuyentes de alcance 3 en 2024.....	13
Resultados Pánuco.....	14
Contribuyentes de alcance 1 y 2 en 2024.....	14
Contribuyentes de alcance 3 en 2024.....	15
Resultados Salinas.....	16
Contribuyentes de alcance 1 y 2 en 2024.....	16
Contribuyentes de alcance 3 en 2024.....	17
Análisis comparativo entre 2023 y 2024.....	18
Resultados globales.....	18
Resultados por planta.....	19
Objetivos de Reducción.....	24
Indicadores de Intensidad de Emisiones.....	26

Medidas de Mitigación.....	27
Cultura Sostenible.....	27
Concientización ambiental y capacitación.....	28
Medidas de eficiencia energética.....	29
Medidas de energía renovable.....	31
Medidas de cadena sostenible.....	31
Medidas de movilidad y viajes bajos en carbono.....	31
Medidas de gestión de residuos.....	32
Medidas de gestión hídrica.....	33
Conclusiones.....	34
Limitaciones.....	34
Calidad de datos.....	34
Anexo A: Metodología de Cálculo.....	35
Anexo B: Factores de emisión.....	36
Anexo C: Consumo energético en proceso productivos de Tubacero.....	40
Glosario.....	41
Referencias.....	42

Introducción

El calentamiento global y el cambio climático se han convertido en desafíos de impacto económico global. Para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), gobiernos y organizaciones están implementando medidas basadas en la cuantificación, monitoreo, reporte y verificación de GEI con el objetivo de mitigar los efectos ambientales negativos (ISO, 2018).

El Protocolo de Gases de Efecto Invernadero Estándar Corporativo (PGEIEC) ofrece pautas para que las empresas y organizaciones puedan elaborar un inventario de GEI, midiendo y reportando los seis GEI contemplados en el Protocolo de Kioto (WRI, 2015).

Este reporte presenta la **medición de huella de carbono, alcance 1, 2 y 3 de Tubacero para el año 2024.**

Contexto

La huella de carbono se define como la suma de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) liberados a la atmósfera por actividades humanas, sean estas de individuos, organizaciones o comunidades. En este reporte, su cuantificación se fundamenta en el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero Estándar Corporativo (PGEIEC), un marco internacional ampliamente reconocido que estandariza la medición y el reporte de emisiones.

Para llevar a cabo la contabilización de las emisiones, el PGEIEC las clasifica en tres alcances principales, según el origen de los GEI:

1. **Alcance 1** (Emisiones directas):

Corresponden a las emisiones que se generan en fuentes que la organización posee o controla de manera directa. Ejemplos incluyen la quema de combustibles en calderas o vehículos propios y los procesos industriales que emiten GEI internamente.

2. **Alcance 2** (Emisiones indirectas asociadas a la energía comprada):

Incluyen las emisiones derivadas de la generación de electricidad, el vapor, la calefacción o la refrigeración que la organización adquiere de proveedores externos. Aunque la compañía no las genere directamente, es responsable de su impacto por ser consumidora de dichos servicios energéticos.

3. **Alcance 3** (Otras emisiones indirectas a lo largo de la cadena de valor):

Se trata de todas aquellas emisiones que no están incluidas en el alcance 1 o 2 y que ocurren tanto aguas arriba (upstream) como aguas abajo (downstream) de las operaciones de la organización. Esto abarca aspectos como la producción y el transporte de insumos, los viajes de negocio, el uso y la disposición final de los productos, y otras actividades indirectas ligadas a la cadena de valor.

Alcance del Proyecto

El siguiente reporte presenta la medición de huella de carbono corporativa de Tubacero. Como primera fase del ejercicio de cuantificación de emisiones, este ejercicio se enfocará en la cuantificación de emisiones identificadas en el alcance 1, 2 y 3 durante el año 2024. Adicionalmente, se presentará el objetivo de reducción de emisiones aplicable alineado a la ciencia climática, así como también las estrategias de mitigación relevantes para Tubacero.

Límite Organizacional

Para determinar la huella de carbono de Tubacero, se han identificado las ubicaciones que formarán parte del estudio con base al principio de control operativo. El análisis incluye las instalaciones donde la organización tiene autoridad para establecer procedimientos operativos relacionados con la gestión de emisiones de GEI. Para este análisis se toman en cuenta las siguientes plantas:

- Planta Monterrey
- Planta San Nicolás
- Planta García
- Planta Pánuco
- Planta Salinas

Fuentes de Emisión

Siguiendo las directrices del PGEIEC, a continuación se describen las fuentes de emisión consideradas en la medición de la huella de carbono de Tubacero para el año 2024:

Alcance 1

El alcance 1 hace referencia a las emisiones directas y cubre todas las emisiones provenientes de fuentes propias controladas por la empresa. Para Tubacero, se identificó como fuente de emisión:

- Operaciones

- Flotilla de vehículos
- Emisiones de proceso
- Emisiones fugitivas

Alcance 2

El alcance 2 incluye las emisiones indirectas resultantes de la compra de electricidad. Para Tubacero se identificó:

- Consumo de electricidad convencional

Alcance 3

El alcance 3 se refiere a otras emisiones indirectas que se producen dentro de la cadena de valor. Para Tubacero se identificó como fuentes de emisión a lo largo de su cadena de valor:

- Compra de material
- Transporte de material
- Transporte de producto final
- Almacenamiento de producto final
- Viajes de negocio y alojamiento
- Desplazamiento de empleados
- Generación y gestión de residuos
- Suministro y tratamiento de agua

Resultados Tubacero

Durante el año 2024 se estimó una generación de 158,253 toneladas de CO₂e por parte de las 5 plantas de Tubacero. Las emisiones directas representaron el 0.92%, mientras que las emisiones indirectas debido a la compra de electricidad contribuyeron en un 6.2%. Con respecto a la cadena de valor, las otras emisiones indirectas representan el 92.88% de la huella de carbono corporativa.

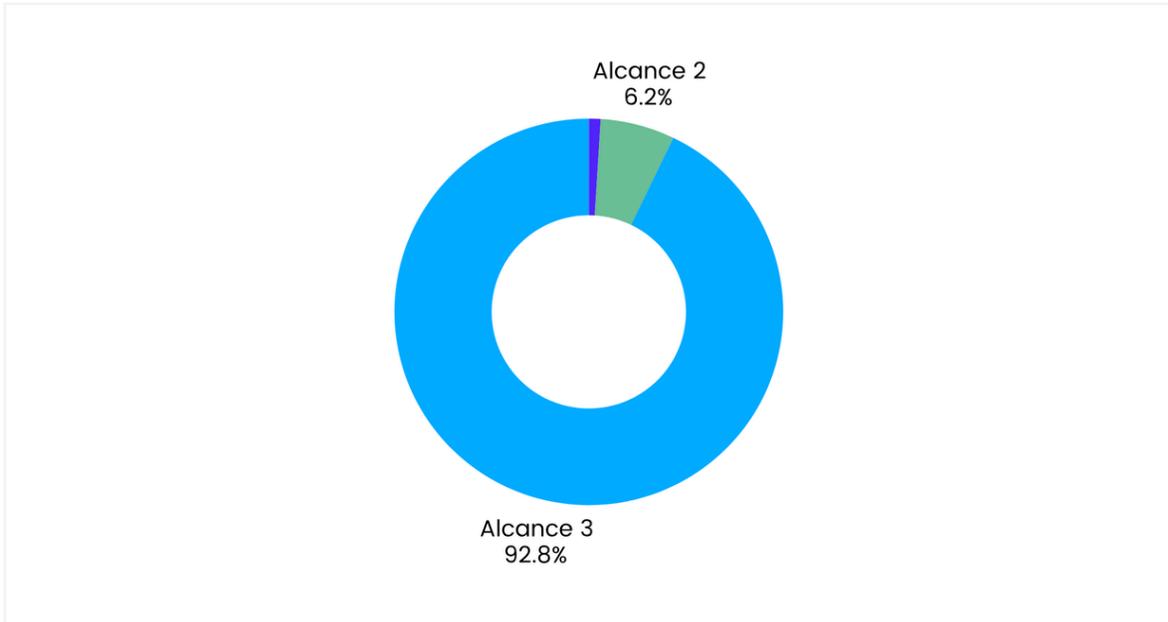


Figura 1. Desglose de Huella de Carbono Tubacero durante todo el año 2024.

Contribuyentes de alcance 1 y 2 en 2024

Las emisiones del alcance 1 y 2 de Tubacero representaron el 7.2% de las emisiones totales generadas en el 2024, contribuyendo con 11,256 toneladas de CO₂e.

- 684.6 tCO₂e a partir de las operaciones.
- 703.9 tCO₂e a partir de la flotilla de vehículos.
- 4.4 tCO₂e debido a emisiones de proceso.
- 144.8 tCO₂e debido a emisiones fugitivas.
- 9,799 tCO₂e por el consumo de electricidad.

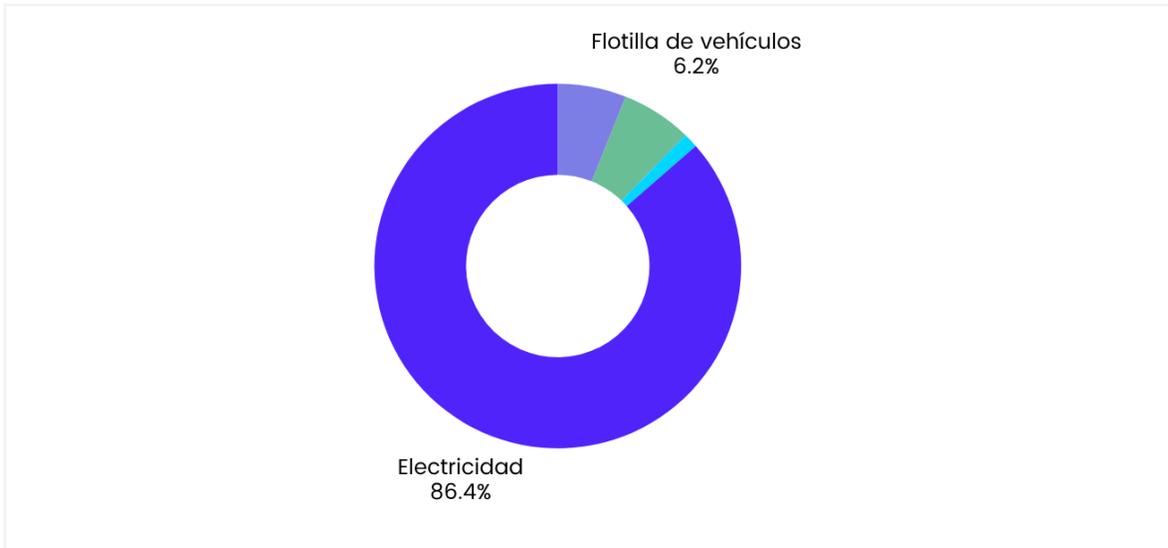


Figura 2. Fuentes de emisión que contribuyeron al alcance 1 y 2 de la Huella de Carbono Tubacero durante el año 2024.

Contribuyentes de alcance 3 en 2024

El alcance 3 de Tubacero representó el 92.8% de las emisiones totales de los meses enero-diciembre 2024 contribuyendo con 146,916 toneladas de CO₂e.

- 137,805.9 tCO₂e por compra de material.
- 3,847.7 tCO₂e por transporte de material.
- 3,101.3 tCO₂e por transporte de producto.
- 85.1 tCO₂e por viajes de negocio.
- 427.9 tCO₂e por desplazamiento de empleados.
- 1,626.8 tCO₂e por generación y gestión de residuos.
- 21.2 tCO₂e por el suministro y tratamiento de agua.

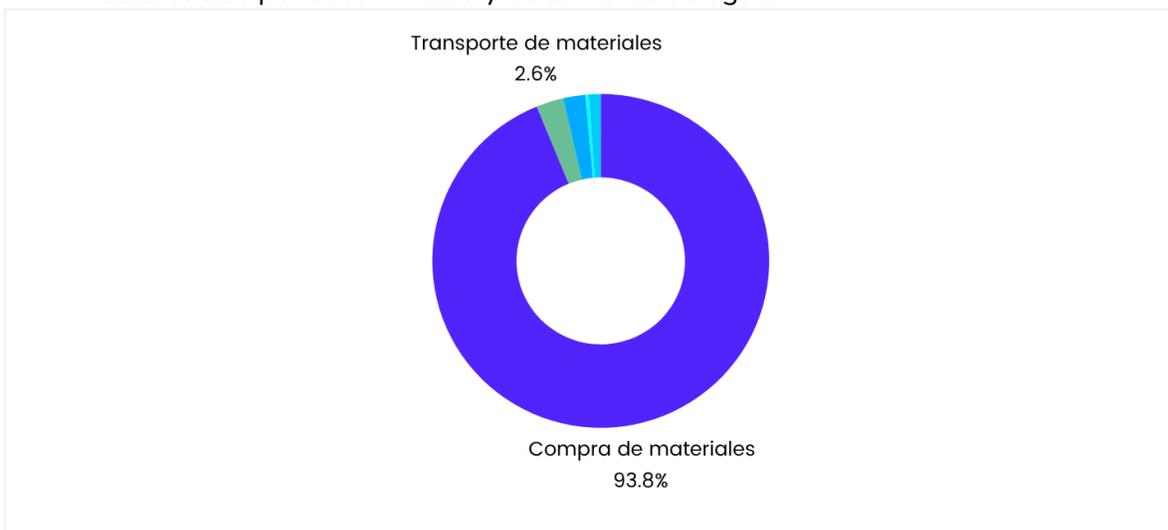


Figura 3. Fuentes de emisión que contribuyeron al alcance 3 de la Huella de Carbono Tubacero durante el año 2024.

Resultados Monterrey

Un total de 69,972 toneladas de CO₂e fueron generadas por las actividades del alcance 1, 2 y 3 de Monterrey durante el año 2024, en el periodo de Enero-Diciembre. Las emisiones directas representaron el 1%, mientras que las emisiones indirectas de electricidad contribuyeron en un 8%. Con respecto a la cadena de valor, las otras emisiones indirectas representan el 91% de la huella de carbono corporativa.

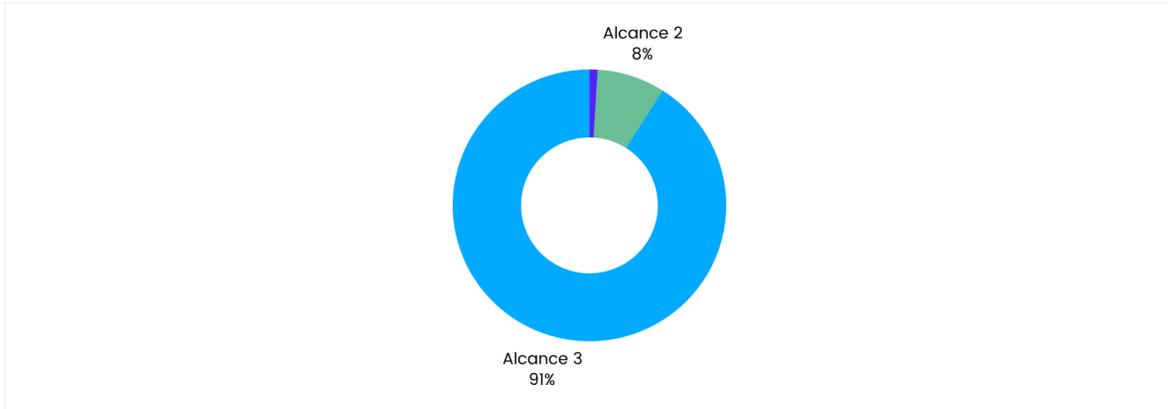


Figura 4. Desglose de Huella de Carbono Monterrey durante todo el año 2024.

Contribuyentes de alcance 1 y 2 en 2024

- 369.6 tCO₂e debido a las operaciones.
- 280 tCO₂e a partir de la flotilla de vehículos.
- 64.0 tCO₂e debido a emisiones fugitivas.
- 5,608 tCO₂e por el consumo de electricidad.

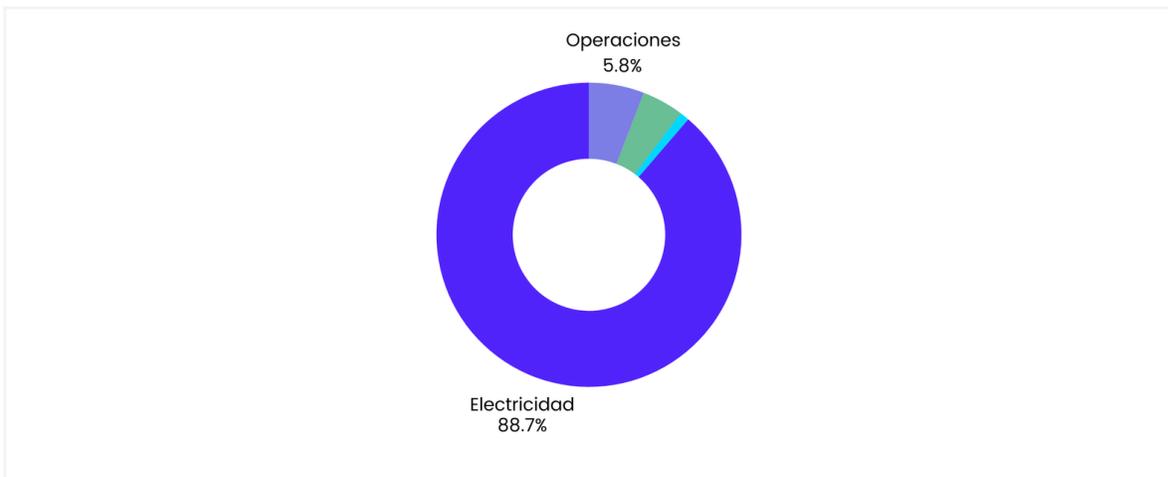


Figura 5. Fuentes de emisión que contribuyeron al alcance 1 y 2 de la Huella de Carbono Monterrey durante el año 2024.

Contribuyentes de alcance 3 en 2024

- 61,562.6 tCO₂e por compra de material.
- 882.2 tCO₂e por transporte de material.
- 5.8 tCO₂e por transporte de producto.
- 85.1 tCO₂e por viajes de negocio.
- 140.0 tCO₂e por desplazamiento de empleados.
- 961.7 tCO₂e por generación y gestión de residuos.
- 13.1 tCO₂e por el suministro y tratamiento de agua.



Figura 6. Fuentes de emisión que contribuyeron al alcance 3 de la Huella de Carbono Monterrey durante el año 2024.

Resultados San Nicolás

Un total de 1,112 toneladas de CO₂e fueron generadas por las actividades del alcance 1, 2 y 3 de San Nicolás durante el año 2024, en el periodo de Enero-Diciembre. Las emisiones directas representaron el 7.2%, mientras que las emisiones indirectas de electricidad contribuyeron en un 34.6%. Con respecto a la cadena de valor, las otras emisiones indirectas representan el 58.2% de la huella de carbono corporativa.

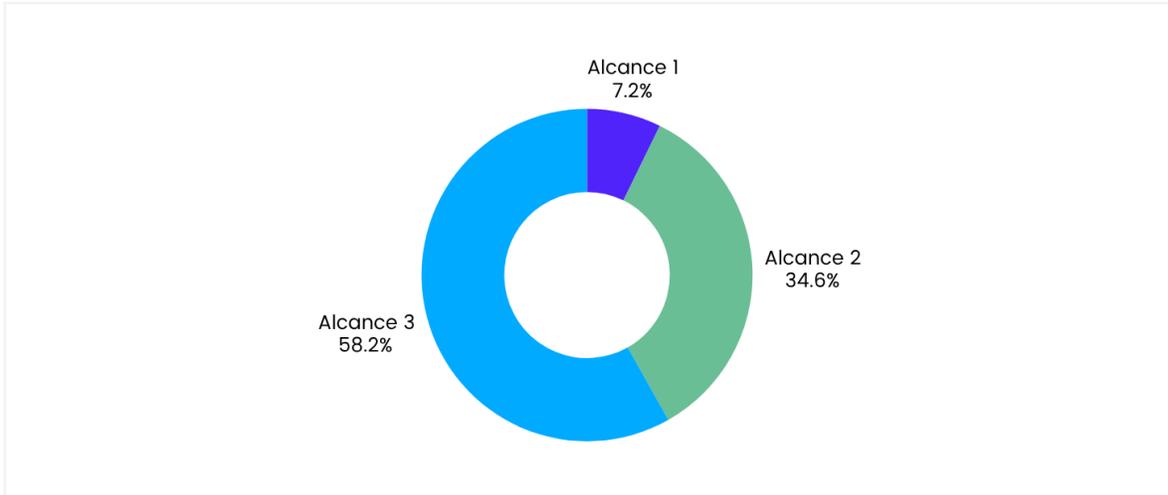


Figura 7. Desglose de Huella de Carbono San Nicolás durante todo el año 2024.

Contribuyentes de alcance 1 y 2 en 2024

- 36.9 tCO₂e debido a las operaciones.
- 43.7 tCO₂e a partir de la flotilla de vehículos.
- 385 tCO₂e por el consumo de electricidad.

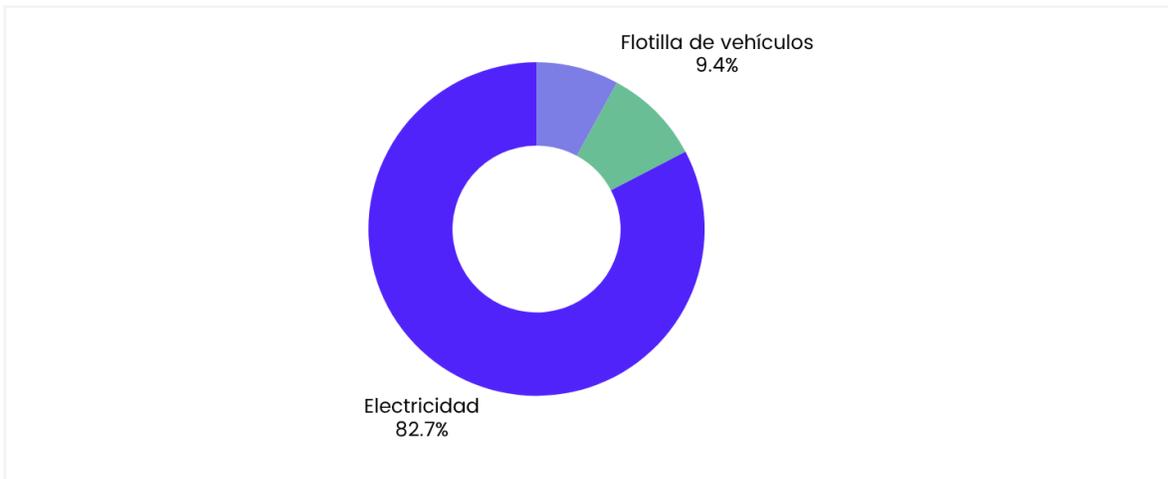


Figura 8. Fuentes de emisión que contribuyeron al alcance 1 y 2 de la Huella de Carbono San Nicolás durante el año 2024.

Contribuyentes de alcance 3 en 2024

- 523.2 tCO₂e por compra de material.
- 0.5 tCO₂e por transporte de material.
- 8.07 tCO₂e por desplazamiento de empleados.
- 114.75 tCO₂e por generación y gestión de residuos.
- 0.48 tCO₂e por el suministro y tratamiento de agua.

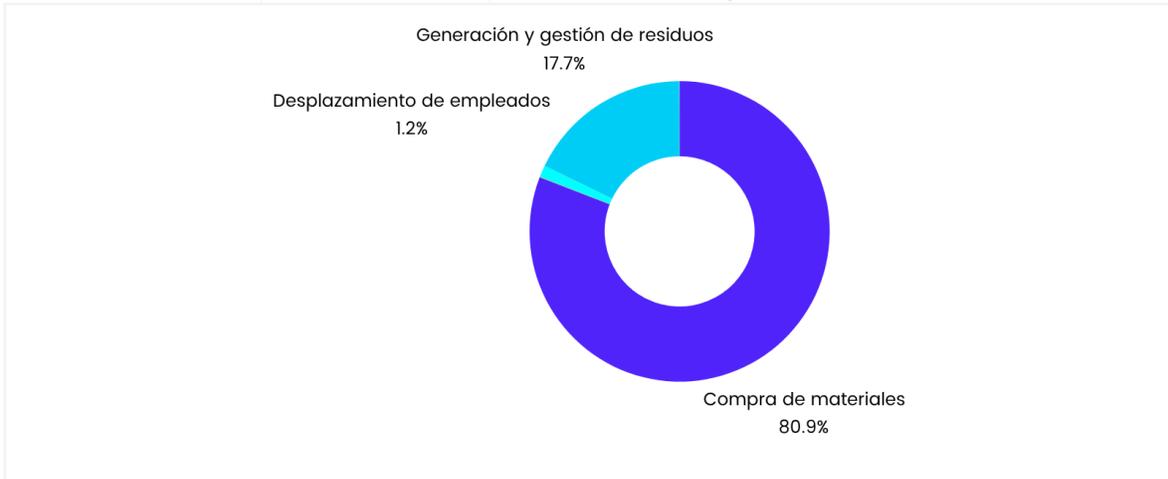


Figura 9. Fuentes de emisión que contribuyeron al alcance 3 de la Huella de Carbono San Nicolás durante el año 2024.

Resultados García

Un total de 76,979.2 toneladas de CO₂e fueron generadas por las actividades del alcance 1, 2 y 3 de García durante el año 2024, en el periodo de Enero-Diciembre. Las emisiones directas representaron el 0.1%, mientras que las emisiones indirectas de electricidad contribuyeron en un 0.5%. Con respecto a la cadena de valor, las otras emisiones indirectas representan el 99.5% de la huella de carbono corporativa.

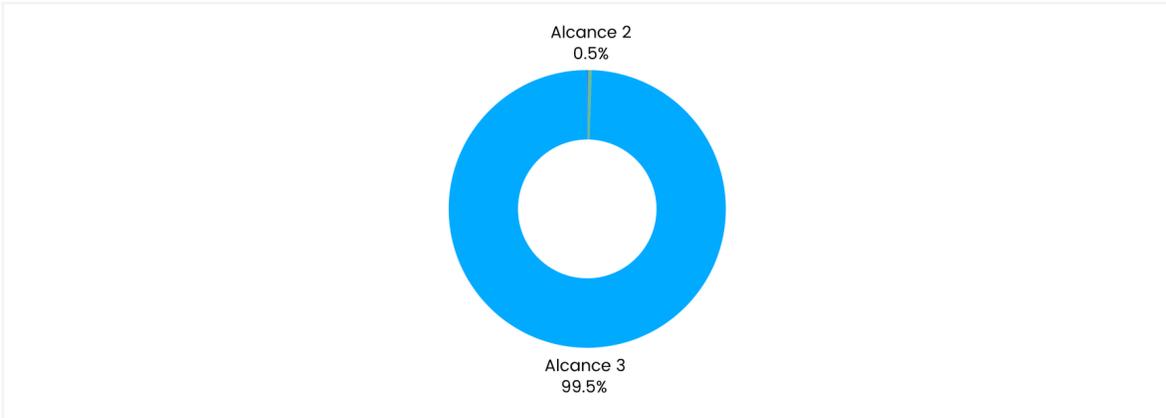


Figura 10. Desglose de Huella de Carbono García durante todo el año 2024.

Contribuyentes de alcance 1 y 2 en 2024

- 50.8 tCO₂e a partir de las operaciones.
- 4.40 tCO₂e debido a emisiones de proceso.
- 0.32 tCO₂e debido a emisiones fugitivas.
- 349.40 tCO₂e por el consumo de electricidad.

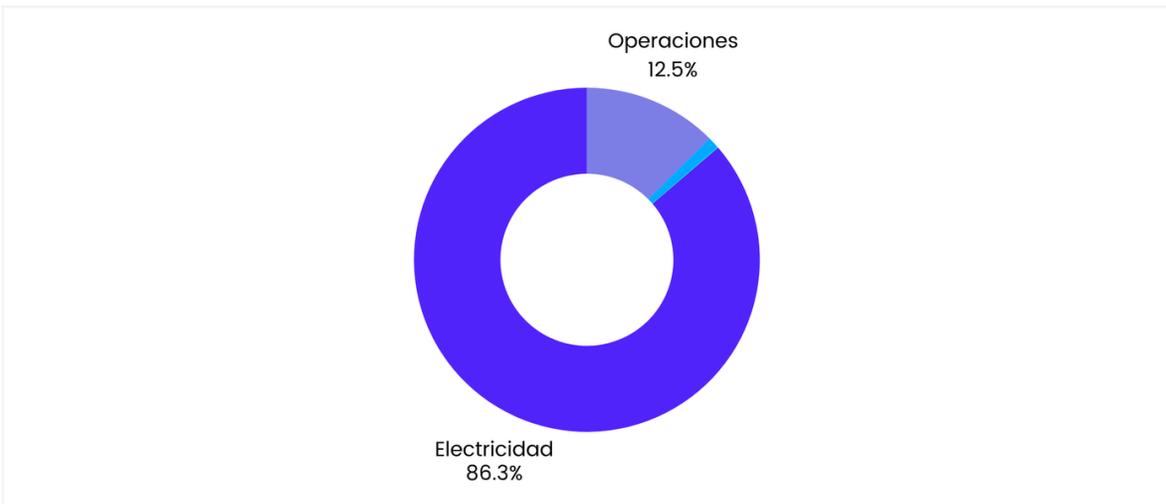


Figura 11. Fuentes de emisión que contribuyeron al alcance 1 y 2 de la Huella de Carbono García durante el año 2024.

Contribuyentes de alcance 3 en 2024

- 72,291.65 tCO₂e por compra de material.
- 2,963.11 tCO₂e por transporte de material.
- 1,174.03 tCO₂e por transporte de producto.
- 68.34 tCO₂e por desplazamiento de empleados.
- 76.73 tCO₂e por generación y gestión de residuos.
- 0.44 tCO₂e por el suministro y tratamiento de agua.

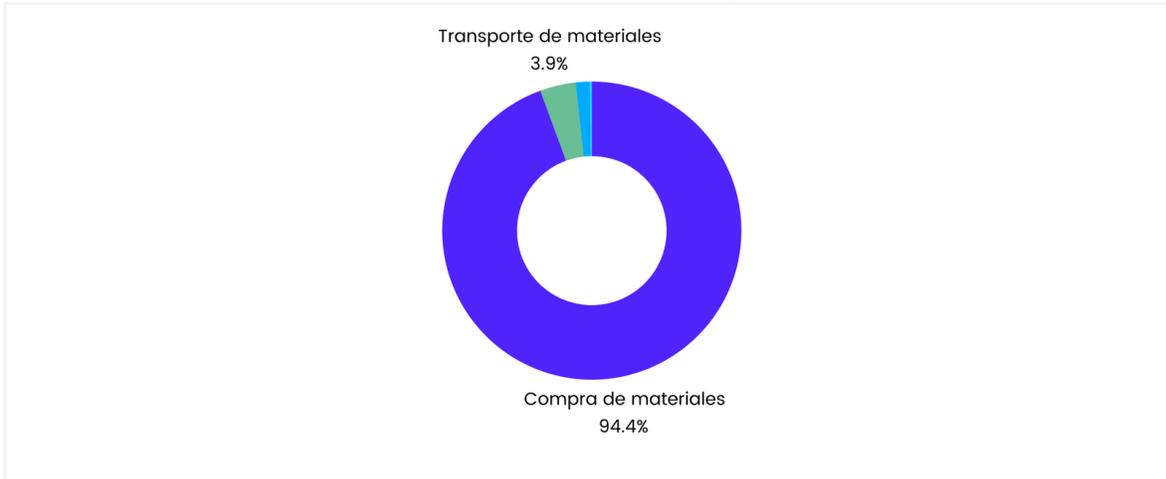


Figura 12. Fuentes de emisión que contribuyeron al alcance 3 de la Huella de Carbono García durante el año 2024.

Resultados Pánuco

Un total de 1,952.1 toneladas de CO₂e fueron generadas por las actividades del alcance 1, 2 y 3 de Pánuco durante el año 2024, en el periodo de Enero-Diciembre. Las emisiones directas representaron el 10%, mientras que las emisiones indirectas de electricidad contribuyeron en un 46%. Con respecto a la cadena de valor, las otras emisiones indirectas representan el 44% de la huella de carbono corporativa.

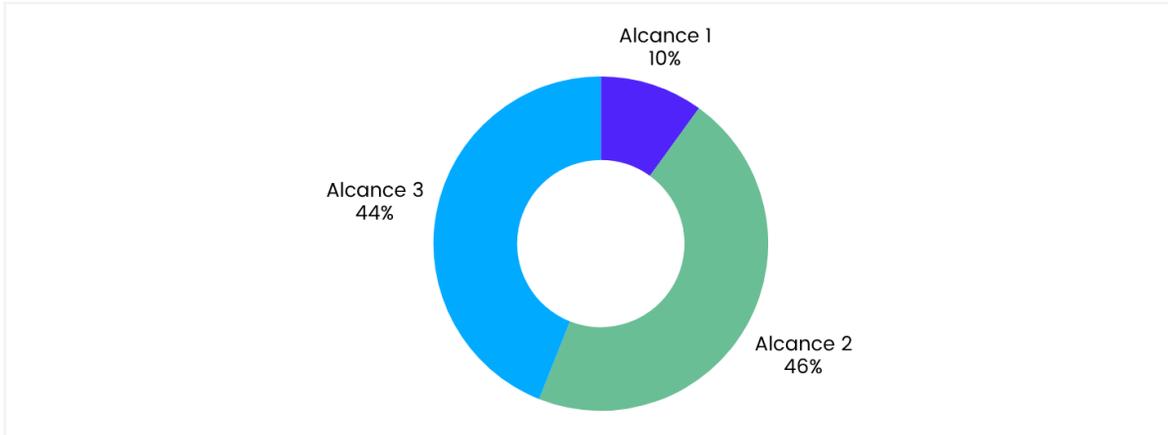


Figura 13. Desglose de Huella de Carbono Pánuco durante todo el año 2024.

Contribuyentes de alcance 1 y 2 en 2024

- 101.2 tCO₂e debido a las operaciones.
- 14.5 tCO₂e a partir de la flotilla de vehículos.
- 79.11 tCO₂e debido a emisiones fugitivas.
- 898.61 tCO₂e por el consumo de electricidad.

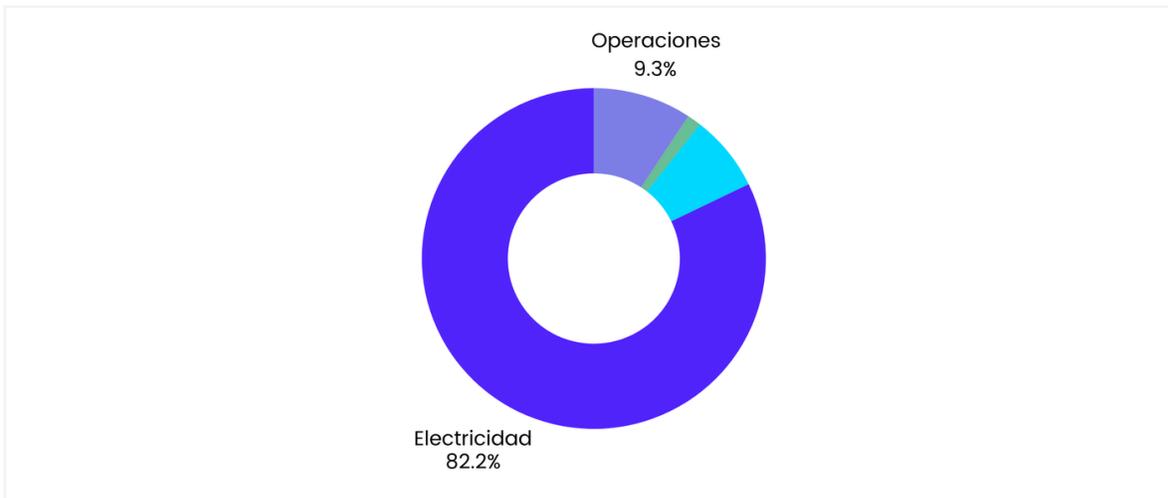


Figura 14. Fuentes de emisión que contribuyeron al alcance 1 y 2 de la Huella de Carbono Pánuco durante el año 2024.

Contribuyentes de alcance 3 en 2024

- 189.10 tCO₂e por compra de material.
- 1.22 tCO₂e por transporte de material.
- 130.20 tCO₂e por transporte de producto.
- 160.63 tCO₂e por desplazamiento de empleados.
- 375.34 tCO₂e por generación y gestión de residuos.
- 2.15 tCO₂e por el suministro y tratamiento de agua.

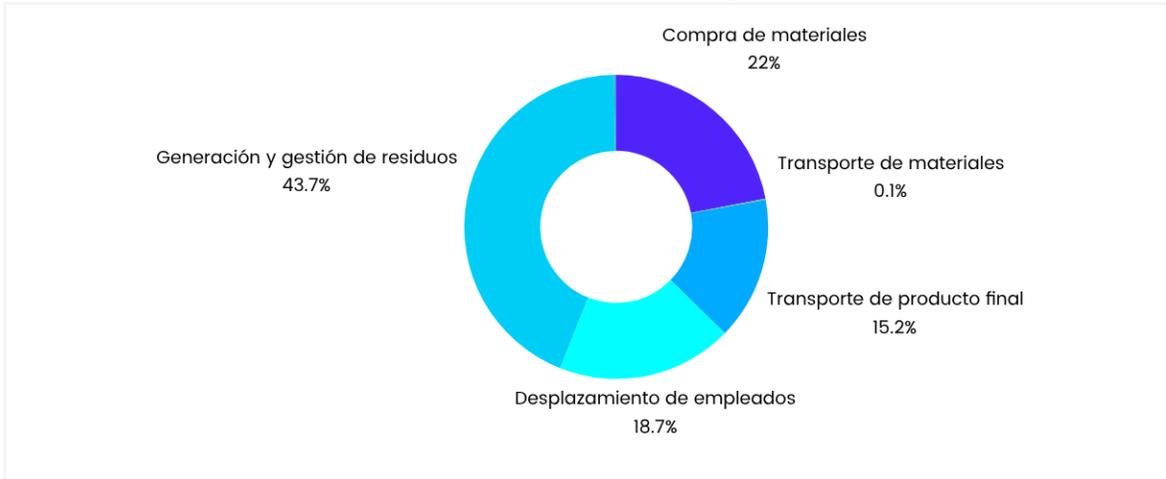


Figura 15. Fuentes de emisión que contribuyeron al alcance 3 de la Huella de Carbono Pánuco durante el año 2024.

Resultados Salinas

Un total de 8,237.1 toneladas de CO₂e fueron generadas por las actividades del alcance 1, 2 y 3 de Salinas durante el año 2024, en el periodo de Enero-Diciembre. Las emisiones directas representaron el 5.7%, mientras que las emisiones indirectas de electricidad contribuyeron en un 31.2%. Con respecto a la cadena de valor, las otras emisiones indirectas representan el 63.2% de la huella de carbono corporativa.

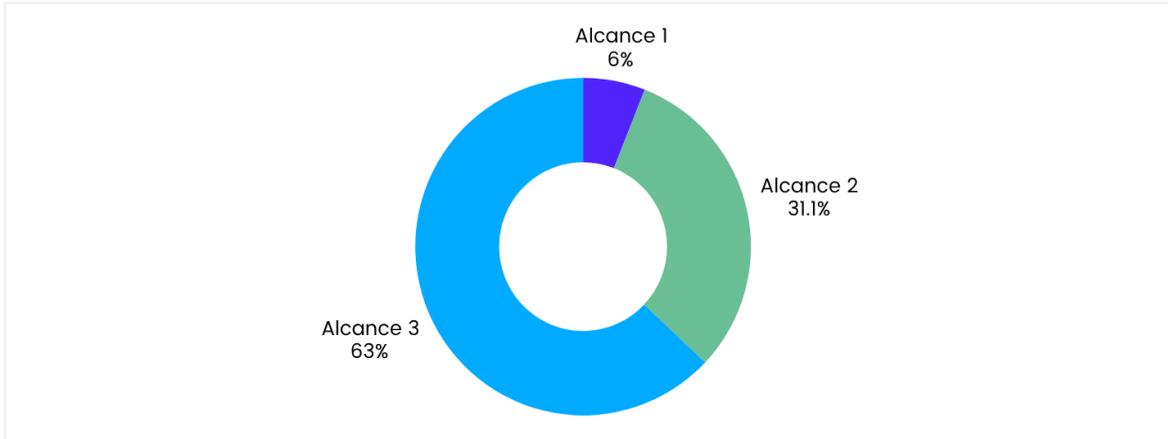


Figura 16. Desglose de Huella de Carbono Salinas durante todo el año 2024.

Contribuyentes de alcance 1 y 2 en 2024

- 126.1 tCO₂e debido a las operaciones.
- 365.6 tCO₂e a partir de la flotilla de vehículos.
- 1.30 tCO₂e debido a emisiones fugitivas.
- 2,558.49 tCO₂e por el consumo de electricidad.

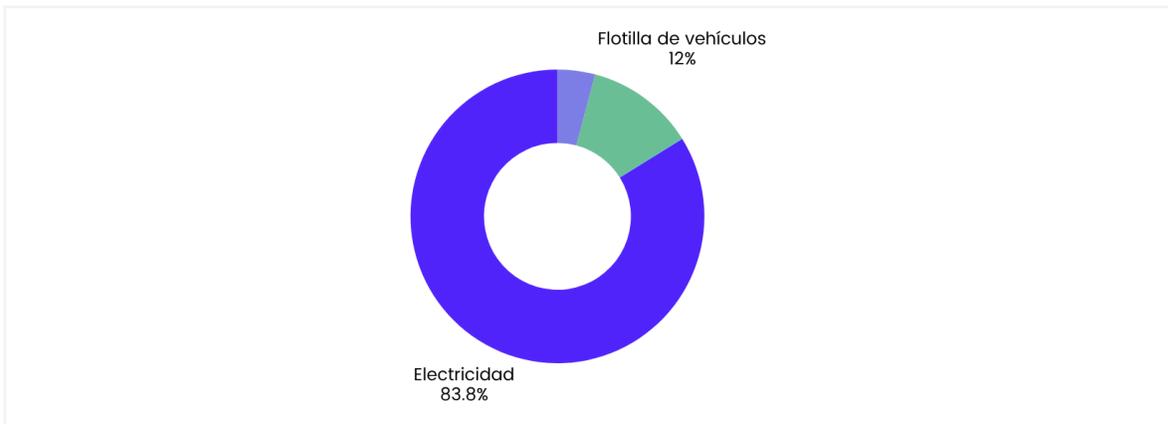


Figura 17. Fuentes de emisión que contribuyeron al alcance 1 y 2 de la Huella de Carbono Salinas durante el año 2024.

Contribuyentes de alcance 3 en 2024

- 3,239.43 tCO₂e por compra de material.
- 0.64 tCO₂e por transporte de material.
- 1,791.24 tCO₂e por transporte de producto.
- 50.90 tCO₂e por desplazamiento de empleados.
- 98.26 tCO₂e por generación y gestión de residuos.
- 5.10 tCO₂e por el suministro y tratamiento de agua.

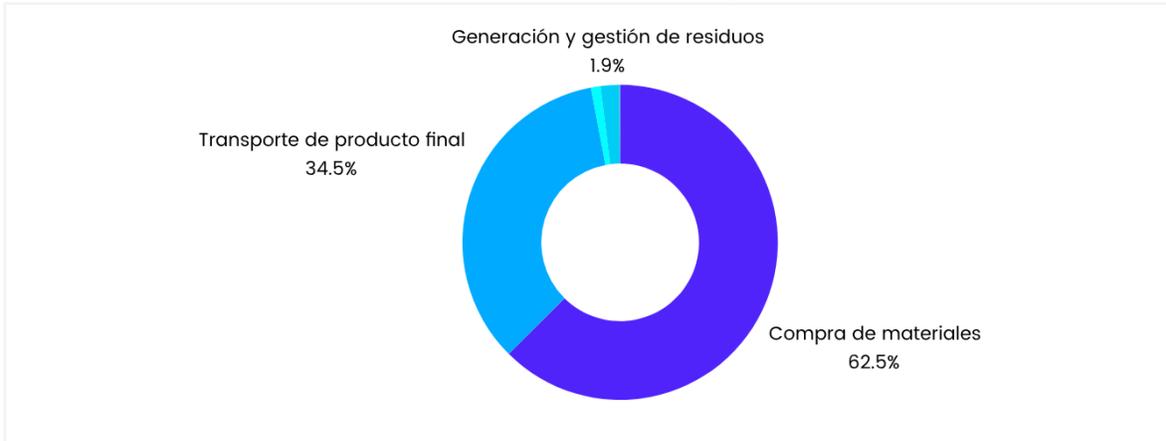


Figura 18. Fuentes de emisión que contribuyeron al alcance 3 de la Huella de Carbono Salinas durante el año 2024.

Análisis comparativo entre 2023 y 2024

Con el propósito de evaluar el comportamiento de las emisiones generadas por Tubacero y sus cinco plantas, se llevó a cabo un análisis comparativo entre los años 2023 y 2024.

Resultados globales

En el análisis global, es evidente que las emisiones han disminuido en la gran mayoría de las categorías asociadas con los alcances de la huella de carbono de Tubacero. Esta disminución ha sido reflejo del decremento en la producción dentro de las plantas de la empresa.

Sin embargo, se identificó un incremento del 77.27 % en las emisiones de proceso (alcance 1) durante 2024 respecto al año anterior. Este aumento se relaciona con la ejecución de recargas para actividades de oxicorte que no se realizaron en 2023. Adicionalmente, se observó un aumento de 35.37% en las emisiones derivadas de viajes de negocios por la alza de los mencionados traslados. Por su parte, el incremento en residuos se debe a limpiezas de fosas realizadas durante periodos sin producción en distintas plantas, lo que generó mayores volúmenes de desecho, particularmente residuos peligrosos.

Empresa: Tubacero		2023	2024
A1		32,724	1,537.6
Operaciones		30,206	684.6
Flotilla de vehículos		1,288	703.9
Emisiones de Proceso		1	4.4
Emisiones fugitivas		1,229	144.8
A2		17,364	9,799.2
Electricidad		17,364	9,799.2
A3		1,656,543	146,916.0
Compra de materiales		1,437,698	137,805.9
Transporte de materiales		207,872	3,847.7
Transporte de producto final		7,215	3,101.3
Almacén de producto final		0	
Viaje de negocio		55	85.1
Desplazamiento de empleados		2,038	427.9
Home Office		0	0.0
Gestión de residuos		1,294	1,484.6
Transporte de residuos		353	142.2
Suministro y tratamiento de agua		54	21.2
TOTAL (A1+2+3)		1,706,631	158,252.8

Resultados por planta

Planta Monterrey

En esta planta se identificó un aumento de 35% en las emisiones por viajes de negocio (alcance 3), atribuible a los desplazamientos del personal directivo. Asimismo, se detectó un incremento en las emisiones asociadas a la generación y transporte de residuos (60% y 46%, respectivamente), debido a limpiezas de fosas que elevaron el volumen de residuos gestionados durante 2024.

Planta Monterrey	2023	2024
A1	1,350	714
Operaciones	422	370
Flotilla de vehículos	497	280
Emisiones de Proceso		0
Emisiones fugitivas	431	64
A2	6,435	5,608
Electricidad	6,435	5,608
A3	298,939	63,651
Compra de materiales	269,027	61,563
Transporte de materiales	27,918	882
Transporte de producto final	176	6
Almacén de producto final		
Viaje de negocio	55	85
Desplazamiento de empleados	1,343	140
Home Office		
Gestión de residuos	379	939
Transporte de residuos	12	23
Suministro y tratamiento de agua	28	13
TOTAL (A1+2+3)	306,724	69,972

Planta San Nicolás

Se registró un aumento en las emisiones asociadas a la generación de residuos, principalmente por un incremento en residuos peligrosos y residuos sólidos urbanos (domésticos) generados durante las remodelaciones realizadas en las instalaciones de la planta San Nicolás en 2024.

Planta San Nicolás	2023	2024
A1	600	81
Operaciones	510	37
Flotilla de vehículos	52	44
Emisiones de Proceso	0	0
Emisiones fugitivas	37	0
A2	729	385
Electricidad	729	385
A3	960	647
Compra de materiales	796	523
Transporte de materiales	46	1
Transporte de producto final	22	0
Almacén de producto final		
Viaje de negocio	0	0
Desplazamiento de empleados	20.5	8
Home Office		
Gestión de residuos	72	114
Transporte de residuos	0.03	1
Suministro y tratamiento de agua	2	1
TOTAL (A1+2+3)	2,288	1,112

Planta García

Si bien la producción de la planta García disminuyó, otros procesos industriales continuaron sus operaciones, por ende, existió una alza en la compra de materias primas dentro de esta planta. Por otro lado, el aumento en las emisiones de proceso se atribuye a la realización de recargas para actividades de oxicorte durante el mismo año. También, similar a otras plantas, hubo un incremento en la generación de residuos, que resultó en mayores emisiones asociadas a gestión y transporte de estos.

De todas las instalaciones, la planta García ha sido la única que refleja un aumento en la huella de carbono total asociadas con las actividades de esta planta.

Planta García	2023	2024
A1	135	56
Operaciones	96	51
Flotilla de vehículos	9	0
Emisiones de Proceso	1	4
Emisiones fugitivas	29	0
A2	420	349
Electricidad	420	349
A3	59,379	76,574
Compra de materiales	52,374	72,292
Transporte de materiales	4,983	2,963
Transporte de producto final	1,908	1,174
Almacén de producto final		
Viaje de negocio		0
Desplazamiento de empleados	92.0	68
Home Office		
Gestión de residuos	22	77
Transporte de residuos	0.08	0.20
Suministro y tratamiento de agua	1	0
TOTAL (A1+2+3)	59,933	76,979

Planta Pánuco

Se observó una disminución significativa en las emisiones en todos los alcances de la huella de carbono. Este descenso está directamente relacionado con la reducción en los niveles de producción registrados en 2024.

Planta Pánuco	2023	2024
A1	21,057	195
Operaciones	20,294	101
Flotilla de vehículos	31	15
Emisiones de Proceso		0
Emisiones fugitivas	732	79
A2	5,224	899
Electricidad	5,224	899
A3	1,164,110	859
Compra de materiales	986,823	189
Transporte de materiales	174,892	1
Transporte de producto final	872	130
Almacén de producto final		
Viaje de negocio		0
Desplazamiento de empleados	497	161
Home Office		
Gestión de residuos	671	285
Transporte de residuos	338	90
Suministro y tratamiento de agua	16	2
TOTAL (A1+2+3)	1,190,390	1,952

Planta Salinas

El análisis reveló un incremento en las emisiones fugitivas (alcance 1) como resultado de las recargas de extintores realizadas en 2024.

En cuanto a las emisiones por transporte de residuos, aunque el volumen total de residuos generados fue menor que en 2023, en 2024 se generaron residuos peligrosos, tipo de residuo que se requiere trasladar a destinos más lejanos para su gestión, aumentando así las emisiones asociadas al transporte.

Planta Salinas	2023	2024
A1	9,583	493
Operaciones	8,884	126
Flotilla de vehículos	698	366
Emisiones de Proceso		0
Emisiones fugitivas	0	1
A2	4,557	2,559
Electricidad	4,557	2,559
A3	133,156	5,186
Compra de materiales	128,677	3,239
Transporte de materiales	33	1
Transporte de producto final	4,238	1,791
Almacén de producto final		
Viaje de negocio		0
Desplazamiento de empleados	86	51
Home Office		
Gestión de residuos	150	70
Transporte de residuos	2	28
Suministro y tratamiento de agua	6	5
TOTAL (A1+2+3)	147,295.85	8,237

Objetivos de Reducción

Desde su año base 2023, se ha sugerido que Tubacero adopte el compromiso de reducir de manera absoluta el 42% de sus emisiones de carbono a 2030, con una disminución anual del 7%.

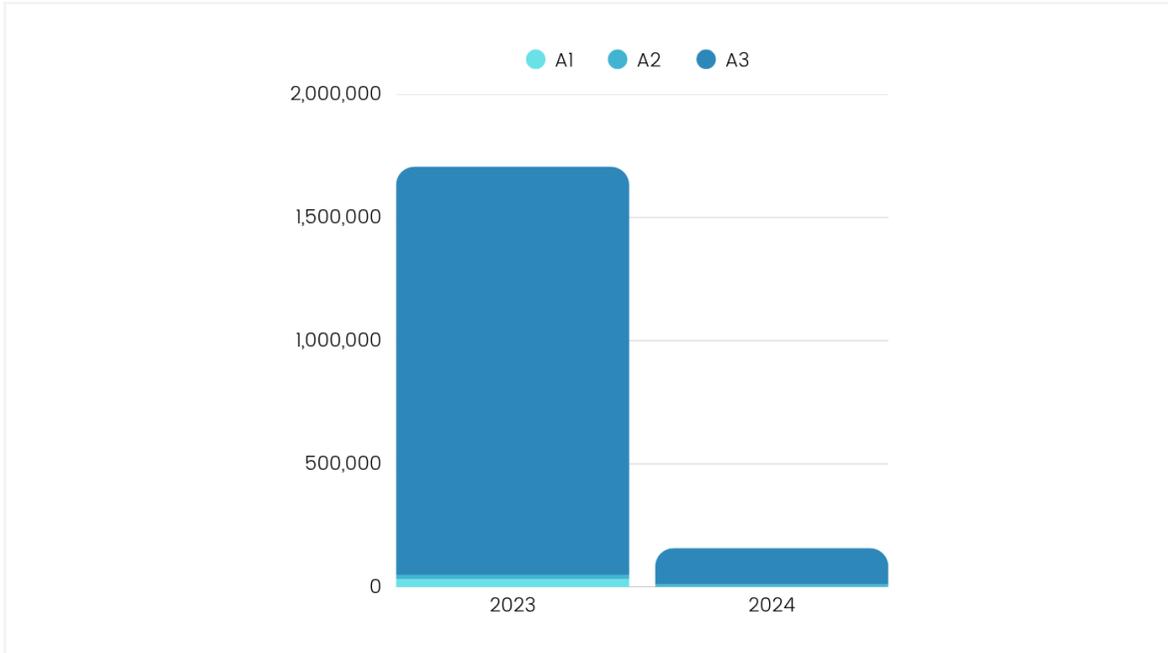


Figura 19. Comparativo de emisiones totales de 2023 y 2024.

Tomando esto en cuenta la proyección del objetivo de reducción y la comparativa de las emisiones reales durante el periodo 2023-2024 se visualizan de la siguiente manera.

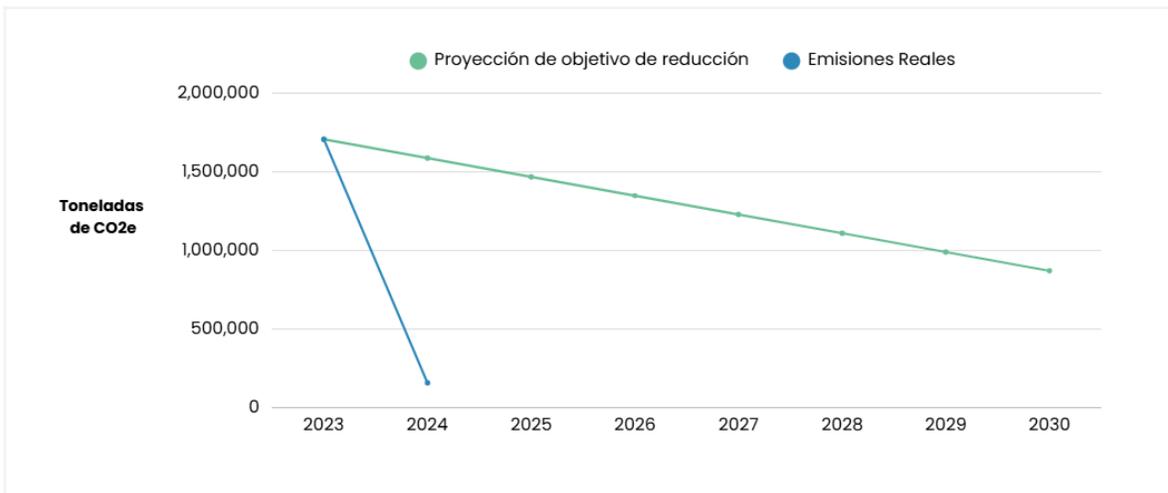


Figura 20. Comparativo de emisiones totales de 2023 y 2024.

La disminución observada en las emisiones se derivada de las fluctuaciones que Tubacero ha experimentado en el último año con respecto a la producción de sus procesos durante el 2024. En este contexto, y en línea con los principios de los **Objetivos Basados en Ciencia** (SBTi) para limitar el aumento de la temperatura global a menos de 1.5°C, se recomienda que la empresa formalice su compromiso con esta iniciativa, orientándose a la **reducción de la intensidad de emisiones**.

Adherirse a la SBTi representa múltiples beneficios para Tubacero, incluyendo:

- Ventaja competitiva y posicionamiento como líder en sostenibilidad dentro del sector.
- Mayor capacidad de gestión de riesgos y resiliencia ante regulaciones climáticas futuras.
- Estímulo a la innovación tecnológica y mejora en la eficiencia operativa.
- Fortalecimiento de la cadena de valor a través de criterios ambientales más estrictos.

Con el objetivo de facilitar este compromiso, se sugiere adoptar una **ruta sectorial** específica para la industria del acero, alineada con la ciencia climática. Esta ruta contempla:

- Reducción de la intensidad de emisiones de Alcance 1 y 2 en un **25 a 30 %** al año 2030, en comparación con un año base por definir.
- Reducción absoluta de emisiones de Alcance 3 en un **25 a 42 %** al año 2030, respecto al mismo año base.

Ruta de Descarbonización

Se propone una **Ruta de Descarbonización** estructurada en fases y basada en las directrices de la iniciativa Science-Based Targets (SBTi).

Fase 1: Eficiencia y preparación tecnológica

En esta etapa se busca maximizar la eficiencia de los activos actuales, optimizando procesos y reduciendo consumos energéticos. Asimismo, se establecerán las bases para la integración futura de tecnologías limpias.

Fase 2: Implementación tecnológica

A partir de los aprendizajes y desarrollos obtenidos en la fase anterior, se iniciará la implementación de tecnologías de bajas emisiones, priorizando aquellas que hayan sido validadas mediante proyectos piloto.

Indicadores de Intensidad de Emisiones

A fin de facilitar la comparación con respecto al 2023 y 2024, a continuación se presenta un análisis de la intensidad de emisiones asociadas con las actividades de Tubacero. La intensidad de emisiones, también conocida como la intensidad de carbono, se refiere a la cantidad de emisiones de GEI producidas por una unidad de actividad.

A solicitud de Tubacero, las unidades de actividad para el procesamiento de los tubos son de metros de tubo procesado y del proceso de recubrimiento son metros cuadrados de tubo recubierto; esto dado que estas son las unidades características de cada proceso.

En este análisis se toman en cuenta las emisiones de alcance 1 y 2, las cuales representan el consumo energético de las actividades productivas.

Emisiones por unidad de actividad según el proceso

	MTY	PÁNUCO	SALINAS
Data del 2023			
Emisiones A1+A2 (tCO ₂ e)	7,785	26,280	14,140
Metro de tubo procesado (m)	383,783.04	357,353.09	60,799.84
Metro cuadrado recubierto (m ²)	NA	981,247.65	740,619.73
Data del 2024			
Emisiones A1+A2 (tCO ₂ e)	6,322	1,093	3,052
Metro de tubo procesado (m)	442,060.00	18,044.62	2,334.16
Metro cuadrado recubierto (m ²)	NA	24,266.61	444,951.41
Emisiones por tubería procesada (tCO₂e / metro de tubo procesado)			
Año 2023	0.0203	0.0368	0.0419
Año 2024	0.0143	0.0327	0.0131
Tendencia	-29.50%	-11.01%	-68.77%
Emisiones por recubrimiento (tCO₂e / m² de tubo recubierto)			
Año 2023	NA	0.0134	0.0157
Año 2024	NA	0.0207	0.0068
Tendencia	NA	54.78%	-56.63%

Las emisiones por unidad de actividad en todas las plantas de Tubacero, a excepción del proceso de recubrimiento en Planta Pánuco, han mostrado una disminución. Esta reducción se asocia con las iniciativas de eficiencia energética implementadas tras la medición del año base 2023.

Medidas de Mitigación

Considerando las principales fuentes de emisión identificadas en los alcances 1, 2 y 3 durante el año 2024, se proponen las siguientes medidas con el objetivo de que Tubacero avance en el cumplimiento de sus metas de reducción, integrándolas de manera efectiva en sus operaciones.

Cultura Sostenible

Se ha demostrado que las empresas cuyos consejos de administración, colaboradores y empleados participan en un programa de educación sobre sostenibilidad y su impacto ambiental tienen más probabilidades de obtener resultados positivos en sus estrategias. Es por esto que, se propone:

- 1) Integrar metas de acción climática en la estrategia general de Tubacero. Se sugiere adoptar un objetivo de reducción basado en ciencia climática.
- 2) Establecer un comité de acción climática con colaboradores responsables de sostenibilidad en el nivel ejecutivo con obligaciones específicas. El rol de los Climate Champions o Embajadores Climáticos será promover y comunicar regularmente los avances en sostenibilidad a toda la organización.
- 3) Implementar Políticas Ambientales que permitan estandarizar prácticas responsables en cuanto a eficiencia energética, gestión y manejo de residuos, movilidad y proveeduría sostenible.
- 4) Desarrollar campañas de sensibilización ambiental y capacitación de prácticas sostenibles a colaboradores dentro de la organización
 - a) Involucrar a los colaboradores en acciones de sustentabilidad mediante talleres y formación sobre comportamientos y acciones bajas en emisiones de carbono.
- 5) Crear canales accesibles para comunicar metas, logros y ejemplos concretos del impacto que las acciones sostenibles tienen en la organización. Asimismo, fomentar el diálogo bidireccional, y que los empleados propongan ideas y den retroalimentación.
- 6) Definir indicadores clave de desempeño (KPIs) relacionados con sostenibilidad, como reducción de emisiones o ahorro energético. Adaptar objetivos y estrategias con base en los resultados y aprendizajes.

Concientización ambiental y capacitación

Los talleres de concientización ambiental representan una herramienta efectiva para sensibilizar y capacitar a los empleados, fomentando prácticas responsables y contribuyendo a los objetivos de sostenibilidad de la empresa. Es por esto que se proponen los siguientes talleres:

- 1) **Proveedores sostenibles:** Sensibilizar sobre la importancia de adquirir materiales y servicios a proveedores sostenibles. Se abordarán criterios para la selección de insumos con menor impacto ambiental, como aquellos que sean reciclables, reutilizables o producidos con prácticas sostenibles. Se promoverá la integración de criterios de sostenibilidad en los procesos de adquisición para contribuir a una cadena de suministro más responsable.
- 2) **Transporte bajo en carbono:** Capacitar a las áreas de logística, compras y distribución/ventas en la adopción de estrategias para reducir las emisiones asociadas al transporte de materia prima y productos terminados. Se abordarán buenas prácticas como la selección de proveedores logísticos con flotas eficientes o bajas en carbono, la optimización de rutas y cargas, así como la evaluación de modos de transporte alternativos con menor impacto ambiental.
- 3) **Eficiencia energética:** Reforzar en los colaboradores las buenas prácticas ya establecidas para la reducción del consumo eléctrico en los espacios de trabajo. Se hará énfasis en continuar aplicando medidas de gestión energética y aprovechamiento de tecnologías que contribuyen a reducir costos operativos y la huella de carbono.
- 4) **Gestión y manejo de residuos:** Sensibilizar al personal respecto al impacto ambiental y los riesgos asociados de los residuos peligrosos. El objetivo es identificar oportunidades para su valorización como la reutilización, reciclaje o aprovechamiento energético, con el fin de evitar su confinamiento como destino final.
- 5) **Movilidad sostenible:** Promover el uso de transporte sostenible entre los colaboradores mediante el fomento del transporte público, el uso compartido del coche y el teletrabajo. Haciendo particular hincapié en prácticas que disminuyan el impacto de fuentes móviles críticas, es decir, el uso del automóvil particular.
- 6) **Viajes de negocios bajos en carbono:** Capacitar a los colaboradores en la adopción de prácticas para minimizar el impacto ambiental de sus viajes de negocios. Se darán a conocer herramientas para medir la huella de carbono de los desplazamientos y compensar su impacto.
 - a) Conocer el impacto ambiental de los diferentes modos de transporte (aéreo, terrestre, etc.), y buenas prácticas en alimentación, movilidad y consumo durante los viajes de negocios y sus respectivas estadías.

- b) Identificar qué certificaciones, distintivos e indicadores son relevantes al momento de elegir un alojamiento durante los viajes de negocios.

Medidas de eficiencia energética

Implementar medidas de eficiencia energética contribuirá a la mitigación de los efectos del cambio climático. En relación a las emisiones por uso de electricidad en edificios (oficinas y plantas de producción) a nivel Tubacero se proponen las siguientes medidas:

Medidas de eficiencia energética: iluminación

- 1) Creación y cumplimiento de una política interna de ahorro de energía que asegure el uso adecuado de la electricidad.
- 2) Verificar el cambio a luces LED en instalaciones, así como la instalación de sensores de movimiento en áreas de baja ocupación.
- 3) De ser posible, separar y unificar las salas de iluminación en un solo interruptor por cada área.
- 4) Realizar mantenimientos periódicos en las unidades para ahorro energético.
- 5) Limpieza de ventanas, tragaluces y coberturas de plástico de focos.
- 6) Aprovechar la luz y el aire natural para reducir la dependencia de la iluminación y el aire acondicionado.

Medidas de eficiencia energética: oficina

- 7) Al terminar la jornada laboral cerciorarse de que todo quede apagado y desconectar los aparatos eléctricos cuando no estén en uso o al finalizar el día.
- 8) Configurar, si es posible, el modo de ahorro de energía en computadoras, impresoras y monitores.
- 9) Sustituir equipos de oficina por otros certificados por ENERGY STAR (o similar).
- 10) Utilizar enchufes automáticos para la desconexión total de equipos fuera del horario laboral.
- 11) Validar que el sistema operativo Windows aplique las "Recomendaciones de energía del sistema".
- 12) Implementar programación horaria o temporizadores para el apagado automático.

Medidas de eficiencia energética: operaciones

Además de las medidas generales, se proponen acciones específicas para los equipos utilizados en las operaciones de Tubacero:

Montacargas de combustión

- 13) Transicionar gradualmente hacia montacargas 100 % eléctricos.
- 14) Sustituir modelos antiguos por montacargas a gas natural con sistemas de inyección y convertidores catalíticos de tres vías.
- 15) Implementar mantenimiento preventivo para mejorar la eficiencia del motor.
- 16) Usar neumáticos adecuados para reducir la resistencia al rodamiento.
- 17) Sustituir el combustible por biocombustibles.
- 18) Establecer rutas optimizadas y reducir los tiempos de operación.

Plantas generadoras (diésel)

- 19) Usar combustible diésel ultrabajo en azufre.
- 20) Cambiar a biocombustibles como mezclas con biodiésel.
- 21) Instalar filtros de partículas diésel (DPF) o sistemas de reducción catalítica selectiva (SCR).
- 22) Mantenimiento preventivo frecuente como cambio de filtros, inyectores y limpieza de sistema de escape.
- 23) Sustituir por modelos más nuevos y eficientes, con motores de menor consumo.
- 24) Implementar registro de consumo y horas de operación para identificar mejoras en eficiencia.

Hornos de gas natural (comedor)

- 25) Mantenimiento preventivo a quemadores, válvulas, sensores, etc., para asegurar funcionamiento y evitar sobreconsumos o fugas.
- 26) Mejorar el aislamiento para reducir las pérdidas de calor.
- 27) Sustituir quemadores por tecnologías más eficientes.
- 28) Implementar mejoras en planificación de cocina para evitar ciclos ineficientes.

Medidas de energía renovable

Implementar soluciones basadas en energía renovable fortalecerá la mitigación de los efectos del cambio climático y reducirá la dependencia de fuentes fósiles. En relación con las emisiones derivadas del consumo eléctrico a nivel Tubacero, se proponen las siguientes medidas:

- 1) Validar la posibilidad de instalar un sistema de energía fotovoltaica limpia.

- a) Comprar energía renovable mediante acuerdos de compra de energía (iRECs) en caso de que no sea posible la instalación de paneles solares.
- 2) Optar por la generación propia de electricidad con fuentes renovables (PPA).

Medidas de cadena sostenible

Más del 70% de las emisiones de carbono a nivel mundial provienen de la cadena de valor, por lo que se proponen las siguientes estrategias:

- 1) Crear política de cadena de valor donde se prioriza el uso de modos de transporte bajos en carbono.
- 2) Priorizar la compra de materia a proveedores con prácticas de producción responsables y que sean fáciles de reutilizar/reciclar.
- 3) Involucrar a proveedores para que presente los factores de emisión de sus productos y reporten sus medidas de mitigación de emisiones.
- 4) Identificar oportunidades para optimizar los procesos para lograr una mayor eficiencia, así como la reducción del tiempo.
- 5) Evaluar servicios logísticos que operen con flotas más eficientes, bajas en carbono o que utilicen combustibles alternativos (ej. biocombustibles).
- 6) Mejorar la planificación de rutas para el transporte de materia prima y producto terminado.

Medidas de movilidad y viajes bajos en carbono

Se proponen las siguientes estrategias para el desplazamiento de empleados, tanto en alcance 1 (flotilla) como en alcance 3:

Flotilla de vehículos

- 1) Evaluar la viabilidad de implementar un programa de leasing que facilite el acceso a vehículos nuevos, altamente eficientes y con tecnologías libres de combustión interna.
- 2) Implementar la planificación de rutas y mantenimiento preventivo para mejorar la eficiencia operativa de la flotilla de vehículos de Tubacero.
- 3) Usar combustibles de menor cadena de carbono o bajos en carbono.
- 4) Sustituir progresivamente la flotilla por unidades más eficientes.

Desplazamiento de colaboradores

- 5) Proporcionar alternativas al uso de automóvil particular y prácticas que disminuyan el impacto ambiental del uso de este, como la implementación del programa de carpooling para la reducción de uso de gasolina.

- 6) Motivar la caminata, el uso de bicicleta y/o uso de transporte público por medio de incentivos hacia los empleados, por parte de Tubacero.
- 7) Promover la planificación de rutas directas y cortas.

Viajes de negocio

- 8) Implementación de política en donde se jerarquicen los métodos de transporte disponibles para viajes de negocio y priorizar aquellos que sean más amigables con el medio ambiente.
 - a) De ser posible, priorizar que la modalidad de las reuniones sea en línea sobre los viajes de negocio.
- 9) Evitar vuelos en escalas, priorizando vuelos directos, y optimizar las reuniones presenciales.
- 10) Fomentar el uso de clase económica y aerolíneas con flotas más eficientes.
- 11) Considerar la compensación de emisiones por vuelos aéreos.

Alojamiento

- 12) Determinar criterios que permitan identificar opciones de alojamiento que sean sostenibles. Por ejemplo, mapear una lista de posibles hospedajes que cuenten con certificaciones como Edificios LEED, NMX-171 Hoteles Verdes, Biosphere para Hoteles, etc.
- 13) Priorizar hospedajes cercanos al lugar de trabajo para reducir transporte adicional.
- 14) Fomentar estadías más cortas y optimizadas, y el uso de servicios como transporte colectivo del hotel o bicicletas compartidas, si están disponibles.

Medidas de gestión de residuos

Una gestión adecuada de residuos reduce emisiones de GEI y mejora el entorno laboral. Las acciones sugeridas son:

- 1) Desarrollo de política interna para implementar un plan de gestión y reducción de residuos.
- 2) Robustecer la separación de residuos por tipo y ubicación con contenedores y áreas específicas.
- 3) Optar por servicios de gestión de residuos que garanticen la valorización y reincorporación de los residuos previamente separados, priorizando el manejo circular, sobre todo a los residuos peligrosos.
- 4) Priorizar la implementación de compostaje de residuos orgánicos en sitio o con proveedor autorizado.

Medidas de gestión hídrica

Una gestión eficiente del agua contribuye a la sostenibilidad operativa, reduce el consumo del recurso, y minimiza impactos ambientales. Las acciones sugeridas son:

- 1) Sustituir inodoros y mingitorios por modelos de bajo flujo.
- 2) Instalar aireadores y reductores de flujo en lavabos y regaderas.
- 3) Instalar detectores de movimiento o temporizadores en grifos.
- 4) Realizar campañas internas de concientización sobre el uso responsable del agua.
- 5) Dar mantenimiento preventivo a tuberías e instrumentación (válvulas, sellos) para evitar fugas.

Conclusiones

Tubacero ha decidido dar ejemplo promoviendo la medición de su huella de carbono corporativa del año 2024. La realización de este proyecto permitió definir las fuentes de emisión críticas relacionadas con las operaciones de la empresa, establecer objetivos de mitigación e identificar medidas para la reducción de emisiones a través del tiempo de acuerdo a la ciencia climática.

Aunado a lo anterior, la iniciativa de Tubacero contribuye al cumplimiento de la agenda 2030, al alinearse a los ODS 7-energía asequible y no contaminante, 12-producción y consumo responsable y 13-acción por el clima. Estos objetivos buscan la medición de consumo energético, la eficiencia mediante energías renovables y la medición de huella de carbono para la reducción y compensación de emisiones.

Limitaciones

La principal limitante del estudio corresponde a la disponibilidad de información primaria proporcionada por los proveedores de Tubacero, específicamente en relación con los factores de emisión de los materiales clave utilizados en los procesos de producción. Por ello, se ha recurrido a factores de emisión de fuentes secundarias, afectando así la precisión de los cálculos.

Esta limitación subraya la importancia de una colaboración con la cadena de suministro para obtener información precisa y específica sobre las emisiones asociadas con los materiales utilizados.

Calidad de datos

Esta medición de huella de carbono se realizó utilizando la información proporcionada por Tubacero. Los datos están sujetos a la veracidad, precisión y validación de la organización.

Anexo A: Metodología de Cálculo

Tabla 1: Toneladas de CO2e de Alcance 1, 2 y 3.

Empresa:		Tubacero	MTY	Pánuco	Salinas	García	San Nicolás
A1	0.97%	1,537.6	713.7	194.8	493.0	55.5	80.6
Operaciones		684.6	369.6	101.2	126.1	50.8	36.9
Flotilla de vehículos		703.9	280.0	14.5	365.6	0.0	43.7
Emisiones de Proceso		4.4	0.0	0.0	0.0	4.4	0.0
Emisiones fugitivas		144.8	64.0	79.1	1.3	0.3	0.0
A2	6.19%	9,799.2	5,608.0	898.6	2,558.5	349.4	384.6
Electricidad		9,799.2	5,608.0	898.6	2,558.5	349.4	384.6
A3	92.84%	146,916.0	63,650.5	858.6	5,185.6	76,574.3	647.0
Compra de materiales	87.08%	137,805.9	61,562.6	189.1	3,239.4	72,291.6	523.2
Transporte de materiales	2.43%	3,847.7	882.2	1.2	0.6	2,963.1	0.5
Transporte de producto final	1.96%	3,101.3	5.8	130.2	1,791.2	1,174.0	0.0
Almacén de producto final							
Viaje de negocio	0.05%	85.1	85.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Desplazamiento de empleados	0.27%	427.9	140.0	160.6	50.9	68.3	8.1
Gestión de residuos	0.94%	1,484.6	939.2	285.2	70.1	76.5	113.5
Transporte de residuos	0.09%	142.2	22.5	90.1	28.1	0.2	1.2
Suministro y tratamiento de agua	0.01%	21.2	13.1	2.2	5.1	0.4	0.5
TOTAL (A1+2+3)		158,252.8	69,972.2	1,952.1	8,237.1	76,979.2	1,112.2

Anexo B: Factores de emisión

Tabla 2: Factores de emisión utilizados para el cálculo de emisiones de Tubacero 2024.

Alcance 1			
Fuente de emisión	FE	Unidades	Fuente
LPG	1.52	kgCO2e/L	RENE, 2024
Gas natural	2.19	kgCO2e/m3	RENE, 2024
Gasolina	2.55	kgCO2e/L	RENE, 2024
Diésel	2.87	kgCO2e/L	RENE, 2024
R-22	1760.00	kg CO2e/kg	DEFRA, 2024
R-410A	1924.00	kg CO2e/kg	DEFRA, 2024
R-134A	1300.00	kg CO2e/kg	DEFRA, 2024
Madera	43.89	kgCO2e/ton	DEFRA, 2024
CO2 (oxicorte y extintores)	1.00	kgCO2e/kg	DEFRA, 2024
Aceite Refrigerante Mobilcut	1750	kgCO2e/ton	IPCC, 2006
Alcance 2			
Fuente de emisión	FE	Unidades	Fuente
Electricidad MX	0.44	kgCO2e/kwh	SEMARNAT, 2024
Alcance 3			
Fuente de emisión	FE	Unidades	Fuente
Transporte marítimo	0.016	kgCO2e/tkm	DEFRA, 2024
Transporte terrestre	0.097	kgCO2e/tkm	DEFRA, 2024
Transporte producto final tubería	0.097	kgCO2e/tkm	DEFRA, 2024
Acero	4005.14	kgCO2e/ton	DEFRA, 2024
Acero TERNIUM	1.70	ton CO2e/ton	Actualizado de Reporte 2023
			Reporte de sustentabilidad 2021
Acero ARCELORMITTAL	1.51	ton CO2e/ton	
Óxido de aluminio	1237.00	kg CO2e/ton	Winnipeg 2012
Dióxido de silicio (SiO2)	5000.00	kg CO2e/ton	Carbon Cloud 2024
Fluoruro de calcio	1.00	kg CO2e/ton	Winnipeg 2012
Óxido de magnesio	521.97	kg CO2e/ton	IPCC 2006
Dióxido de manganeso	1500.00	kg CO2e/ton	IPCC 2006
Oxido de hierro	800.00	kg CO2e/ton	IPCC 2006
Dióxido de titanio	2000.00	kg CO2e/ton	IPCC 2006
Hierro	35.40	kgCO2e/ton	Ecofys 2009
Manganeso	5000.00	kg CO2e/ton	IPCC 2006
Molibdenum	3000.00	kg CO2e/ton	IPCC 2006
Madera	269.50	kg CO2e/ton	DEFRA, 2024
Cobre	4000.00	kgCO2e/ton	Ekman et al. 2017
Aluminio	9122.64	kgCO2e/ton	UK 2022
Cianoacrilato de Metilo	8000.00	kgCO2e/ton	Klebstoffe, 2014

Reporte Huella de Carbono Corporativa Tubacero: 2024

			https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/bgp/3_2_Adipic_Acid_Nitric_Acid_Producti
Ácido nítrico	2000.00	kgCO2e/ton	on.pdf
Plástico liviano	2574.16	kgCO2e/ton	UK 2022
Plástico rígido	3276.71	kgCO2e/ton	UK 2022
			Minerals Free Full-Text A Review of the Carbon Footprint of Cu and Zn Production from Primary and Secondary Sources (mdpi.com)
Latón	3500.00	kgCO2e/ton	
Acetona	5000.00	kgCO2e/ton	Chen, L., & Liu, S. (2021)
			https://www.yulex.com/post/rubber-chronicle-19-co2e-emissions-of-natural-rubber-neoprene-geoprene-an
Barniz	3180.00	kgCO2e/ton	d-sbr
Cristal	1402.77	kgCO2e/ton	UK 2022
Plástico PVC	3413.08	kgCO2e/ton	UK 2022
			Minerals Free Full-Text A Review of the Carbon Footprint of Cu and Zn Production from Primary and Secondary Sources (mdpi.com)
Bronce	5500.00	kgCO2e/ton	
			American Petroleum Institute (API). (2023). "Environmental Performance of Lubricants". Disponible en: API
Aceite	2.00	kgCO2e/L	
Masking tape (papel 80% + caucho 20%)	1135.52	kgCO2e/ton	https://link.springer.com/article/10.1007/s13762-
Pila Alcalina	4633.48	kgCO2e/ton	UK 2022
Resistol 5000 (Acetona 70% + Acetato de etilo 30%)	1820.00	kgCO2e/ton	https://biotechnologyforbiofuels.biomedcen

Reporte Huella de Carbono Corporativa Tubacero: 2024

			tra.com/articles/10.1186/s13068-020-01784-y
Tela	22310.00	kgCO2e/ton	UK 2023
piedra (carburo de silicio)	2620.00	kgCO2e/ton	Mühlbauer et al. 2024
Policarbonato	5200.00	kgCO2e/ton	https://highlinepc.com/low-global-warming-potential-polycarbonate/
Crayon Industrial (cera)	2500.00	kgCO2e/ton	https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/otherdata/2A_Ceramics_Other_Production.xlsx
Thinner	3000.00	kgCO2e/ton	Li, H., & Zhang, Y. (2021)
Oxígeno O2 (GAS)	280.00	kgCO2e/ton	American Chemistry Council
Aceite turbina	3.08	kgCO2e/L	Climatiq
Desengrasante	3000.00	kgCO2e/ton	Chen, X., & Zhao, Q. (2021)
GAS BUTANO	3350.00	kgCO2e/ton	IEA
Yeso	150.00	kgCO2e/ton	Winnipeg
Nitrocelulosa (piroxilina)	2000.00	kgCO2e/ton	Winnipeg, 2012
Esmalte	1000.00	kgCO2e/ton	Winnipeg, 2012
Gel (compuestos cerámicos)	5000.00	kgCO2e/ton	Monfort, 2010
grasa de litio	2500.00	kgCO2e/ton	Winnipeg, 2012
Cloro	1100.00	kgCO2e/ton	Carbón Cloud 2024
alcohol etílico (biomasa)	1000.00	kgCO2e/ton	EIA
Agua destilada	5.00	kg CO2e/m3	UK 2023
ALÚMINA	15000.00	kgCO2e/ton	Winnipeg, 2012
Resina	2000.00	kgCO2e/ton	Asokan, M., & Jayaraman, V. (2022). "Environmental impact assessment of Bakelite production."
Ácido clorhídrico	750.00	kgCO2e/ton	Chemical & Engineering News. (2023). "Hydrochloric Acid Production and Environmental Impact". Disponible en: C&EN
ÁCIDO SULFHÍDRICO (GAS)	1000.00	kgCO2e/ton	American Chemistry Council

Reporte Huella de Carbono Corporativa Tubacero: 2024

NITRÓGENO (GAS)	320.00	kgCO2e/ton	American Chemistry Council
Ácido acético	2000.00	kgCO2e/ton	Carbon Cloud 2024
CLORURO DE SODIO (SAL)	100.00	kgCO2e/ton	www.ipcc-ngqip.iges.or.jp
Anticongelante (etilenglicol)	3500.00	kgCO2e/ton	Prestone. (2023)
Hule	3335.57	kgCO2e/ton	UK 2023
Pintura	3.6430	kg CO2/kg	Vasquez, W. J. (2021)
Cuero	3500.00	kg CO2e/ton	Bahua et al. 2024
Plomo	590.00	kgCO2e/ton	UK 2023
polipropileno	1.58	kg co2e/kg	Alsabri et al., 2021
Barniz negro	3180.00	kgCO2e/ton	Yulex 2023
Barniz claro	3180.00	kgCO2e/ton	Winnipeg 2012
Epoxi	7.70	kg CO2e/L	IPCC 2006
Avión	0.17	kgCO2e/km.pasajero	DEFRA, 2024
Transporte terrestre (Gasolina)	0.16	kgCO2e/km	DEFRA, 2024
Metro	0.035	kgCO2e/km.pasajero	DEFRA, 2024
Vehículo	0.165	kgCO2e/km.pasajero	DEFRA, 2024
Camión	0.13	kgCO2e/km.pasajero	DEFRA, 2024
Motocicleta	0.114	kgCO2e/km.pasajero	DEFRA, 2024
Reciclaje (Papel/cartón, PET, Chatarra)	6.41	kgCO2e/ton	DEFRA, 2024
Relleno sanitario (Cascarilla)	1.26	kgCO2e/ton	DEFRA, 2024
Relleno sanitario (Basura doméstica)	497.04	kgCO2e/ton	DEFRA, 2024
Relleno sanitario (Orgánico)	655.99	kgCO2e/ton	DEFRA, 2024
Confinamiento (Residuos peligrosos)	520.33	kgCO2e/ton	DEFRA, 2024
Transporte terrestre (Residuos)	0.0975	kgCO2e/ton	DEFRA, 2024
Suministro y tratamiento de agua	0.34	kgCO2e/m3	DEFRA, 2024
Garrafones de agua	0.35	kgCO2e/m3	DEFRA, 2024

Glosario

Calentamiento global: Aumento de la temperatura media de la Tierra. Se debe a la acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera por las actividades humanas.

Cambio climático: Variación del clima sobre la Tierra, en su mayoría, se atribuye a factores naturales y a la actividad humana.

Gases de efecto invernadero: Compuestos que atrapan el calor en la atmósfera y contribuyen al calentamiento global. Entre los más relevantes están el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), y el óxido nitroso (N₂O).

Protocolo de gases de efecto invernadero: Estándar internacional para la medición, gestión y reducción de emisiones de GEI en organizaciones y gobiernos.

Toneladas de CO₂e: Unidad de medida que permite comparar el impacto de diferentes GEI en términos de su equivalencia en dióxido de carbono, considerando su potencial de calentamiento global.

Factor de emisión: Valor que indica la cantidad de GEI emitidos por unidad de actividad o consumo de un recurso específico, como el uso de combustibles fósiles o electricidad.

Objetivos basados en ciencia: Metas de reducción de emisiones alineadas con los límites científicos para limitar el calentamiento global a 1.5°C o bien por debajo de 2°C, según el Acuerdo de París.

Ruta de descarbonización: Estrategia de reducción progresiva de emisiones de GEI de una empresa, sector o país, con el fin de alcanzar la neutralidad de carbono en un plazo determinado.

Referencias

- About us | GHG Protocol. (2024, July 3). <https://ghgprotocol.org/about-us>
- 7 steps for delivering net zero supply chains. (2022, February 17). World Economic Forum. <https://www.weforum.org/agenda/2022/02/7-steps-for-delivering-net-zero-supply-chains/>
- Álvarez, M. et al. (2020). "Carbon Footprint of Sodium Hydroxide Production: A Comparative Analysis". *Journal of Cleaner Production*.
- American Chemistry Council. (2024, September 12). American Chemistry Council. <https://www.americanchemistry.com/>
- Antonanzas, J., & Quinn, J. C. (2024). Carbon footprint assessment of natural rubber derived from Liberian hevea trees. *International Journal of Environmental Science and Technology*. <https://doi.org/10.1007/s13762-024-05678-6>
- Asokan, M., & Jayaraman, V. (2022). "Environmental impact assessment of Bakelite production."
- August 14, 2023 Issue | Chemical & Engineering News. (n.d.). Chemical & Engineering News. <https://cen.acs.org/magazine/101/10126.html>
- Bahua, H., Wijayanti, S. P., Putra, A. S., Ariyani, N. R., Isharyadi, F., Nuha, N., Paminto, A. K., Mulyono, M., Djarot, I. N., Widyastuti, N., Sitomurni, A. I., Setiawan, A. a. R., & Handayani, T. (2024). Life cycle assessment (LCA) of leather-like materials from mycelium: Indonesian case study. *The International Journal of Life Cycle Assessment*. <https://doi.org/10.1007/s11367-024-02351-5>
- Budsberg, E., Morales-Vera, R., Crawford, J. T., Bura, R., & Gustafson, R. (2020). Production routes to bio-acetic acid: life cycle assessment. *Biotechnology for Biofuels*, 13(1). <https://doi.org/10.1186/s13068-020-01784-y>
- Chen, L., & Liu, S. (2021). "Environmental Impact Assessment of Paint Removers." ScienceDirect. Disponible en: ScienceDirect
- Chen, X., & Zhao, Q. (2021). "Environmental Impact Assessment of Industrial Degreasers." ScienceDirect. Disponible en: ScienceDirect
- De Medio Ambiente Y Recursos Naturales, S. (n.d.). Registro Nacional de Emisiones RENE. gob.mx. <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/registro-nacional-de-emisiones-rene>
- Department for Energy Security and Net Zero. (2023, June 28). *Greenhouse gas reporting: conversion factors 2023*. GOV.UK. <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factor-s-2023>
- Environmental performance. (n.d.). <https://www.api.org/oil-and-natural-gas/environment/environmental-performance>
- Greenhouse gas inventories. (n.d.). City of Winnipeg. <https://www.winnipeg.ca/services-programs/trees-environment/climate-action/greenhouse-gas-inventories>
- How to build a green supply chain. (n.d.). British Business Bank. <https://www.british-business-bank.co.uk/business-guidance/guidance-articles/sustainability/sustainable-suppliers-how-to-build-a-green-supply-chain>

- Hu, A. H., Kuo, C., Hong, C., & Huang, L. H. (2018). Carbon Footprint Assessment of Recycling Fluorspar from Waste Calcium Fluoride (CaF₂) Sludge. In *Springer eBooks* (pp. 685–693). https://doi.org/10.1007/978-981-10-7290-1_57
- Ley General de Cambio Climático: Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación. (2024). In CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC.pdf>
- Li, H., & Zhang, Y. (2021). "Environmental Impact Assessment of Industrial Solvents." ScienceDirect. Disponible en: ScienceDirect
- Mühlbauer, A., Keiner, D., Galimova, T., & Breyer, C. (2024). Analysis of production routes for silicon carbide using air as carbon source empowering negative emissions. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 29(1). <https://doi.org/10.1007/s11027-023-10100-6>
- Norma Mexicana PROY-NMX-SAA-14064-3-IMNC-2020. (2021, December 8). SEGOB. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5637597&fecha=08/12/2021#gsc.tab=0
- Rubber Chronicle 19: CO₂E emissions of natural rubber, neoprene, geoprene and SBR / YULEX®.* (n.d.). <https://www.yulex.com/post/rubber-chronicle-19-co2e-emissions-of-natural-rubber-neoprene-geoprene-and-sbr>
- Prestone. (2023, September 6). *Prestone® Total Protection*. Prestone® Total Protection. <https://prestone.com/>

