



Gestión circular de los vaporizadores en Colombia para fomentar modelos de consumo sostenible y disposición final adecuada en los jóvenes

Juliana Mancera Aljure

Pregrado en Administración de Empresas

Colegio de Estudios Superiores de Administración- CESA

Bogotá D.C, Colombia

2026

Gestión circular de los vaporizadores en Colombia para fomentar modelos de consumo sostenible y disposición final adecuada en los jóvenes

Juliana Mancera Aljure

Directora:

Estíbaliz Aguilar Galeano

Pregrado en Administración de Empresas

Colegio de Estudios Superiores de Administración- CESA

Bogotá D.C, Colombia

2026

Tabla de contenido

Resumen y palabras claves	9
1. Introducción	11
1.1 Planteamiento del problema	13
1.2 Justificación de la investigación	16
1.3 Pregunta de investigación	17
2. Objetivos	18
2.1 Objetivo general	18
2.2 Objetivos específicos	18
3. Hipótesis	19
4. Revisión de literatura	21
4.1 Reciclaje y aprovechamiento de materiales	21
4.2 Consumo sostenible	22
4.3 Economía circular	23
5. Estado del arte	26
6. Metodología	30
6.1 Tipo de investigación	30
6.2 Enfoque de investigación	30
6.3 Diseño metodológico	31
Fase 1: Revisión de literatura y marco conceptual	31
Fase 2: Diseño y aplicación de instrumentos de recolección de datos	31
Fase 3: Análisis e interpretación de resultados	32
Fase 4: Propuesta de acción y conclusiones	32
6.3.1 Variables de estudio	33
6.3.2 Instrumentos de recolección de información	36
7. Resultados	41
7.1 Objetivo 1: Identificar el potencial de valorización económica de los componentes presentes en los vaporizadores, que sustente la creación de una cadena de valor circular	41
7.1.1 Composición material de vaporizadores	41
7.1.2 Valorización económica de materiales	42
7.1.3 Infraestructura de reciclaje	44
7.2 Objetivo 2: Caracterizar el nivel de conocimiento y disposición de los jóvenes frente al reciclaje de estos dispositivo	46
7.2.1 Conocimiento sobre composición y impacto ambiental	50
7.2.2 Hábitos de consumo y descarte	58
7.2.3 Disposición a participar en programas de reciclaje	64
7.2.4 Actitudes hacia consumo sostenible	72
7.3 Discusión de resultados	78
7.4 Objetivo 3: Proponer un esquema de gestión circular para dispositivos de vapeo en el contexto colombiano.	82

7.4.1 Modelo de gestión propuesto	83
7.4.2 Principios rectores de la estrategia	85
7.4.3 Flujo de materiales y actores del sistema	86
7.4.4 Tipos de incentivos del modelo	89
7.4.5 Programa piloto Bogotá	93
8. Conclusiones	97
9. Recomendaciones	100
9.1 Recomendaciones para el sector	100
9.2 Recomendaciones para futuras investigaciones	102
Referencias	104

Lista de tablas

Tabla 1: Identificar el potencial de valorización económica de los componentes presentes en los vaporizadores, que sustente la creación de una cadena de valor circular.30

Tabla 2: **Caracterizar** el nivel de conocimiento y disposición de los jóvenes frente al reciclaje de estos dispositivos.31

Tabla 3: Resumen del programa piloto de recolección de vaporizadores **desechables** en Bogotá inicial.92

Lista de figuras

Figuras 1: Edad.....	45
Figuras 2: Género	45
Figuras 3: Ciudad.....	46
Figuras 4: Consumo vaporizadores desechables	47
Figuras 5: Tiempo de consumo	48
Figuras 6: Impacto en el medio ambiente.....	49
Figuras 7: Riesgos ambientales baterías de litio.....	50
Figuras 8: Conocimiento de composición material	51
Figuras 9: Materiales de los vaporizadores desechables	53
Figuras 10: Conocimiento de metales tóxicos.....	54
Figuras 11: Percepción sobre capacidad de contaminación	55
Figuras 12: Número de vaporizadores comprados al mes.....	56
Figuras 13: Frecuencia de compra.....	57
Figuras 14: Métodos de desecho	58
Figuras 15: Conocimiento sobre puntos de recolección.....	60
Figuras 16: Búsqueda de información	61
Figuras 17: Disposición a llevar dispositivos a puntos de recolección	62
Figuras 18: Distancia máxima dispuesta a recorrer.....	63
Figuras 19: Motivación por incentivos económicos.....	64
Figuras 20: Tipos de incentivos preferidos.....	66
Figuras 21: Barreras percibidas para el reciclaje.....	67
Figuras 22: Conveniencia de programa en tiendas.....	68
Figuras 23: Preocupación ambiental general.....	70
Figuras 24: Consideración de impacto al comprar productos tecnológicos	71
Figuras 25: Disposición a cambiar alternativas sostenibles	72
Figuras 26: Responsabilidad percibida por el consumidor.....	74

Lista de anexos

Anexos 1 Anexo A. Entrevista a Juan Felipe Osorio Gluccloud	110
Anexos 2 Anexo B Encuesta de conocimiento y disposición a jóvenes frente al reciclaje de vaporizadores desechables	115
Anexos 3 Anexo C: Detalles del programa piloto propuesto.....	122

Resumen y palabras claves

Resumen: Esta investigación analizó la viabilidad técnica, económica y social de implementar un sistema de reciclaje de vaporizadores desechables en Colombia mediante economía circular. Se empleó metodología mixta: entrevista en profundidad con gestor RAEE certificado para evaluar capacidad técnica de procesamiento, y encuesta a 104 jóvenes consumidores (18-29 años) para caracterizar conocimiento y disposición a participar en programas de reciclaje. Los resultados confirmaron que existe capacidad técnica instalada para procesar vaporizadores recuperando materiales valiosos (litio, cobre, aluminio), siendo la economía circular la única alternativa económicamente viable. La encuesta reveló alta disposición a participar (81.7%) contrastando con desconocimiento total de puntos de recolección (93.3%), evidenciando brecha estructural de 80 puntos porcentuales entre intención y comportamiento. Esta paradoja confirma que el problema no es falta de conciencia ambiental sino ausencia de infraestructura accesible. Con base en estos hallazgos, se propuso un modelo de gestión que integra cinco componentes: red de puntos de recolección convenientes, sistema de incentivos diferenciados para múltiples actores, financiamiento mediante Responsabilidad Extendida del Productor, procesamiento especializado por gestores certificados, y comercialización de materiales recuperados. Se diseñó un programa piloto de implementación por fases en Bogotá para validar viabilidad operativa antes del escalamiento nacional. El modelo propuesto cierra la brecha identificada entre capacidad técnica existente y demanda latente del consumidor.

Palabras claves: Vaporizadores desechables, economía circular, reciclaje, Responsabilidad Extendida del Productor, comportamiento del consumidor

1. Introducción

En los últimos años, el uso de vaporizadores desechables ha aumentado significativamente en todo el mundo, convirtiéndose en una de las principales tendencias entre los jóvenes consumidores. Estos dispositivos, diseñados para ofrecer una experiencia rápida y cómoda, han transformado la manera en que las personas se relacionan con la nicotina y otros compuestos. Su popularidad se debe, en gran medida, a estrategias de mercadeo que los asocian con innovación, estilo de vida y modernidad, así como a la percepción de que representan una alternativa menos perjudicial frente al cigarrillo tradicional. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2023), el número de usuarios de dispositivos de vapeo se ha triplicado desde 2016, y aproximadamente el 30% de los consumidores pertenecen al rango de edad de 18 a 29 años.

No obstante, el uso de estos productos ha generado una nueva y preocupante presión ambiental. A diferencia de otros dispositivos electrónicos, los vaporizadores tienen una vida útil extremadamente corta y contienen materiales como plásticos, aluminio, cobre y baterías de litio. Si bien existen procesos de reciclaje para estos componentes, su efectividad depende de una separación y disposición adecuada por parte del usuario. Sin embargo, la evidencia muestra una baja disposición de los consumidores a realizar una correcta separación de residuos especiales como los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE). En Colombia, la situación es particularmente crítica, ya que actualmente no existe infraestructura ni programas específicos para la gestión de estos dispositivos al final de su vida útil. Según Turner et al. (2024), el 45% del peso de estos dispositivos corresponde a metales y el 35% a plásticos, materiales con alto potencial de recuperación pero que actualmente terminan en vertederos comunes. Las baterías de iones de litio presentes en los vaporizadores contienen metales tóxicos como cobre, níquel y plomo que, al descomponerse, pueden contaminar entre mil y tres mil litros de agua por unidad (UNDO.org, 2022). Adicionalmente, la nicotina residual es catalogada por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos como un desecho muy peligroso desde 1980, capaz de filtrarse en el suelo y los cuerpos de agua, afectando tanto ecosistemas acuáticos como terrestres (UNDO.org, 2022).

En el contexto colombiano, esta situación se ha intensificado de manera alarmante en los últimos años. Según el informe de la Universidad Javeriana (2024), uno de cada cuatro

estudiantes de grados 7° a 11° en Colombia ha probado cigarrillos electrónicos alguna vez en su vida (24,8%), superando ampliamente el consumo del cigarrillo tradicional (12%). La población estudiada equivale a más de 869.800 estudiantes que reportaron uso de vapeadores. En población universitaria, el 37,8% ha usado cigarrillos electrónicos alguna vez en la vida, con mayor prevalencia en hombres (49,4%) que en mujeres (31,5%) (Universidad de los Andes, 2024). Además, la Encuesta Nacional de Consumo de Sustancias Psicoactivas (ENCSPA, 2019) reporta que 1,1 millones de personas en Colombia han consumido cigarrillos electrónicos o vapeadores, siendo estos la tercera sustancia legal más consumida en el país.

Si bien no existen cifras consolidadas sobre la cantidad de residuos de vaporizadores generados en Colombia, la magnitud del problema puede dimensionarse a partir de datos internacionales. En Reino Unido, por ejemplo, se desechan aproximadamente 5 millones de vaporizadores por semana, lo que equivale a 260 millones de unidades al año (Material Focus, 2024). En Estados Unidos, se estima que más de 4,5 millones de dispositivos terminan en vertederos mensualmente (Truth Initiative, 2023). Estas cifras sugieren que en Colombia, con más de un millón de usuarios reportados, la generación de residuos de vaporizadores podría superar los cientos de toneladas anuales, representando un desafío ambiental emergente que requiere atención inmediata.

El aprovechamiento de estos materiales representa no solo una oportunidad ambiental, sino también económica significativa. Cada vaporizador desechable contiene entre 0,15 y 0,3 gramos de litio recuperable, metal cuyo precio en el mercado internacional alcanzó los 72.000 dólares por tonelada en 2022 (Benchmark Mineral Intelligence, 2023). Además, los componentes metálicos como cobre y aluminio tienen un alto valor de reventa: el cobre reciclado se cotiza alrededor de 8.000 dólares la tonelada, mientras que el aluminio recuperado alcanza los 2.500 dólares por tonelada. Considerando que cada dispositivo contiene aproximadamente 1,5 gramos de cobre y 2 gramos de aluminio, el potencial de recuperación económica es considerable. Adicionalmente, el procesamiento de RAEE genera empleos especializados y contribuye a la consolidación de cadenas de valor en la economía circular. En este contexto, el aprovechamiento de vaporizadores desechables representa una alternativa de negocio viable que puede articular beneficios ambientales, económicos y sociales, particularmente en un mercado emergente como el colombiano donde la infraestructura de gestión aún está por desarrollarse.

La presente investigación busca proponer un esquema de gestión circular para dispositivos de vapeo en el contexto colombiano, basado en el análisis de valorización de residuos y el comportamiento del consumidor joven, orientado a la implementación de sistemas de devolución incentivada y consumo sostenible. Este enfoque empresarial busca identificar oportunidades de negocio en la cadena de valor del reciclaje de vaporizadores, evaluando la viabilidad técnica y económica de modelos de recolección, procesamiento y comercialización de materiales recuperados, al tiempo que se promueven cambios en los patrones de consumo de la población joven.

1.1 Planteamiento del problema

Durante los últimos años, el uso de cigarrillos electrónicos y vaporizadores desechables ha aumentado de forma acelerada en la población joven, impulsado por estrategias de mercadeo que asocian estos productos con modernidad, tecnología y estilo de vida. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2023), el número de usuarios de dispositivos de vapeo se ha triplicado desde 2016, y cerca del 30% de los consumidores pertenecen al rango de edad de 18 a 29 años. En Colombia, esta tendencia se ha consolidado con cifras alarmantes: el Ministerio de Salud y Protección Social (2023) advierte que el consumo se concentra especialmente en entornos urbanos como Bogotá, Medellín y Cali, siendo estos dispositivos la tercera sustancia legal más consumida en el país (ENCSPA, 2019).

Datos recientes revelan la magnitud del problema. El informe de la Universidad Javeriana (2024) establece que el 24,8% de estudiantes de grados 7° a 11° en Colombia ha probado cigarrillos electrónicos alguna vez, cifra que representa más de 869.800 estudiantes y que duplica el consumo de cigarrillo tradicional (12%). En Bogotá, la Secretaría Distrital de Salud y la UNODC (2022) reportan una prevalencia del 7,76% de uso de vapeadores. En población universitaria, el panorama es aún más preocupante: el 37,9% reportó haber probado cigarrillos electrónicos alguna vez y el 12,1% los había consumido en el último mes (Universidad de los Andes, 2024). Un estudio en Rionegro, Antioquia, encontró que el 42,79% de estudiantes de bachillerato había consumido vapeadores alguna vez en la vida, con un inicio promedio a los 13,80 años (Universidad de los Andes, 2024).

El aumento en el consumo ha generado una nueva problemática ambiental crítica: el desecho inadecuado de los vaporizadores desechables y sus componentes. Estos dispositivos

están elaborados con plásticos, metales (aluminio, cobre), baterías de litio y residuos químicos, materiales que no son biodegradables y que, al llegar a vertederos comunes, representan un triple riesgo ambiental: desechos plásticos, desechos peligrosos y desechos electrónicos en un solo producto (UNDO.org, 2022). Turner et al. (2024) realizaron un análisis detallado encontrando que el 45% del peso de estos dispositivos corresponde a metales y el 35% a plásticos, materiales con alto potencial de recuperación.

Los vaporizadores desechables constituyen un tipo específico de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), categoría que engloba dispositivos que dependen de corrientes eléctricas o campos electromagnéticos para su funcionamiento y que han alcanzado el fin de su vida útil (Directiva 2012/19/UE). Los RAEE se caracterizan por contener componentes valiosos susceptibles de recuperación, pero también sustancias peligrosas que requieren gestión especializada. Según el Decreto 284 de 2018 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, estos residuos deben ser manejados mediante sistemas de recolección selectiva y aprovechamiento debido a su potencial de generar impactos ambientales negativos si son dispuestos inadecuadamente. Sin embargo, los vaporizadores presentan una complejidad adicional: además de ser RAEE, contienen residuos peligrosos, definidos por el Decreto 4741 de 2005 como aquellos que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o infecciosas pueden causar riesgo o daño para la salud humana y el ambiente. Esta doble condición convierte a los vaporizadores en un desafío particular para la gestión de residuos, ya que combinan la problemática de los aparatos electrónicos con la de sustancias químicas peligrosas en un solo producto de consumo masivo.

Los componentes de los vaporizadores tienen efectos devastadores sobre el medio ambiente cuando no se gestionan adecuadamente. Las baterías de iones de litio contienen metales tóxicos como cobre, níquel, plomo y cobalto que pueden contaminar de mil a tres mil litros de agua por unidad (UNDO.org, 2022; Lur Consultores, 2022). La extracción de litio para estas baterías emite aproximadamente 15 toneladas métricas de CO₂ por cada tonelada de litio obtenida, además de requerir inmensas cantidades de agua y productos químicos que dejan contaminantes tóxicos (UNDO.org, 2023). Los plásticos utilizados en la carcasa de los dispositivos pueden tardar cientos de años en descomponerse, y al contener residuos de nicotina y metales pesados del elemento calefactor, no pueden ser reciclados por canales convencionales y se convierten en desechos peligrosos (Latam Vaping, 2024). La nicotina residual, catalogada por la EPA como desecho peligroso desde 1980, puede filtrarse en cuerpos de agua, siendo

tóxica para organismos acuáticos y alterando ecosistemas completos (ASONEUMOCITO, 2024).

La ausencia total de programas de reciclaje específicos para vaporizadores en Colombia constituye la problemática central de esta investigación. A diferencia de otros residuos electrónicos, los vaporizadores no cuentan con un sistema de recolección, clasificación o gestión especializada en el país. Si bien la Ley 2354 de 2024 regula el consumo, venta y publicidad de estos dispositivos, y establece que el Ministerio de Salud debe diseñar campañas educativas sobre sus riesgos para la salud, no existe ninguna mención ni disposición sobre la gestión ambiental de estos residuos, la implementación de puntos de recolección, ni programas de responsabilidad extendida del productor (Congreso de Colombia, 2024).

Mientras que en España y otros países europeos existen iniciativas como puntos de recolección en tiendas de vapeo, programas de devolución por correo de fabricantes como VUSE y Bibbo, y contenedores especializados en establecimientos comerciales (Novaestanco, 2024; Ecoembes, 2025), en Colombia no se ha implementado ninguna campaña de reciclaje, no existen puntos de recolección especializados en ciudades principales, y los consumidores desconocen completamente cómo desechar estos dispositivos de manera responsable. Ngambo et al. (2023) evidencian que menos del 10% de los vaporizadores a nivel global son gestionados adecuadamente, y esta cifra es presumiblemente aún menor en Colombia dado que no existe infraestructura alguna para su manejo.

Esta situación evidencia una brecha crítica en la gestión de residuos tecnológicos de pequeña escala. Las principales causas incluyen: (1) ausencia total de programas de reciclaje específicos para vaporizadores, (2) falta de conciencia ambiental entre los consumidores jóvenes sobre la composición y peligrosidad de estos dispositivos, (3) carencia absoluta de políticas públicas que regulen la disposición final de estos productos y establezcan responsabilidad extendida del productor, y (4) vacío normativo que excluye a los vaporizadores de los programas de posconsumo de aparatos eléctricos y electrónicos que promueve el Ministerio de Ambiente (2024).

Las consecuencias ambientales y sociales son significativas y urgentes. En el corto plazo, los vaporizadores contribuyen exponencialmente al aumento del volumen de residuos plásticos y metálicos en vertederos urbanos. Considerando que, si solo un tercio de los 1,1 millones de consumidores colombianos usa un vaporizador desechable mensualmente, esto

generaría aproximadamente 4,4 millones de unidades de desechos anuales (cálculo basado en proyecciones de UNDO.org, 2023). A mediano plazo, los componentes químicos y metales pesados pueden filtrarse al medio ambiente, contaminando fuentes hídricas y afectando la salud humana y de ecosistemas. A largo plazo, la falta de aprovechamiento de materiales reciclables representa una pérdida masiva de recursos valiosos (litio, cobre, aluminio, plásticos) que podrían reincorporarse a ciclos productivos dentro de una economía circular.

Los estudios existentes demuestran la escasa investigación sobre el reciclaje de vaporizadores desechables en América Latina y, particularmente, en Colombia. No existen estudios académicos que propongan estrategias para el aprovechamiento de sus materiales, que evalúen el impacto del consumo de estos dispositivos desde una perspectiva de sostenibilidad ambiental, ni que analicen la viabilidad de implementar programas de recolección en el contexto colombiano. En este sentido, la presente investigación busca analizar cómo podrían implementarse programas de reciclaje y aprovechamiento de materiales en vaporizadores desechables, orientados a reducir su impacto ambiental y fomentar hábitos sostenibles entre los jóvenes consumidores, llenando un vacío crítico tanto en la investigación académica como en las políticas públicas ambientales del país.

1.2 Justificación de la investigación

La importancia de este estudio se fundamenta en la necesidad de abordar un problema emergente de contaminación tecnológica que aún no cuenta con soluciones ni políticas claras en Colombia. El crecimiento del mercado de vaporizadores desechables ha traído consigo un aumento en la generación de residuos electrónicos no regulados, lo que plantea riesgos para el medio ambiente y la salud pública (Green, 2023).

Desde una perspectiva ambiental, este trabajo contribuye a los propósitos del Objetivo de Desarrollo Sostenible 12 (Producción y consumo responsables) y del ODS 13 (Acción por el clima), promoviendo la adopción de prácticas de reciclaje y la gestión responsable de materiales. De acuerdo con Grandhi et al. (2024), la implementación de programas de reciclaje especializados puede reducir significativamente el impacto de los residuos electrónicos, al tiempo que fortalece la economía circular y la educación ambiental.

A nivel académico, la investigación busca aportar conocimiento sobre un fenómeno poco explorado: el aprovechamiento de materiales provenientes de productos tecnológicos desechables de uso personal. Estudios como los de Faibil et al. (2022) y Ramasubramanian et al. (2023) destacan la importancia de aplicar la responsabilidad extendida del productor, una política en la que las empresas deben hacerse cargo del ciclo de vida completo de sus productos, incluyendo la fase de disposición final. Este enfoque podría servir de base para la regulación de vaporizadores en el país.

En el ámbito social, el estudio pretende generar conciencia en los jóvenes sobre el impacto de sus hábitos de consumo. Ilam et al. (2021) afirman que el cambio hacia patrones de consumo sostenible entre los jóvenes requiere información, infraestructura y acompañamiento institucional. En consecuencia, los resultados de esta investigación podrían servir como insumo para programas educativos o campañas ambientales que promuevan la separación y recolección adecuada de estos dispositivos y sus materiales.

Los beneficiarios directos de esta investigación incluyen a los jóvenes consumidores, quienes podrían acceder a estrategias claras para disponer de manera correcta sus vaporizadores; las empresas distribuidoras, que tendrían la oportunidad de implementar programas de recolección y reciclaje; y las entidades gubernamentales, que podrían utilizar los resultados para fortalecer las políticas de gestión de residuos tecnológicos.

En este estudio tiene importancia académica, social y ambiental, al buscar soluciones sostenibles a un problema actual y poco abordado. Su aporte tiene como propósito en proponer un modelo de aprovechamiento de materiales que no solo mitigue el impacto ambiental de los vaporizadores desechables, sino que también fomente prácticas de consumo responsable en la población joven.

1.3 Pregunta de investigación

¿Cómo fundamentar una estrategia de mercadeo sostenible y circular de los vapeadores en Colombia que refleje el potencial económico de sus componentes y fomente el consumo sostenible en los jóvenes?

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Analizar la gestión circular de los vaporizadores en Colombia, a partir de la valorización económica de sus componentes y el análisis del comportamiento del consumidor joven, con el fin de fomentar modelos de consumo sostenible y disposición final adecuada.

2.2 Objetivos específicos

- 1) Identificar el potencial de valorización económica de los componentes presentes en los vaporizadores, que sustente la creación de una cadena de valor circular.
- 2) Caracterizar el nivel de conocimiento y disposición de los jóvenes frente al reciclaje de estos dispositivos.
- 3) Proponer un esquema de gestión circular para dispositivos de vapeo en el contexto colombiano.

3. Hipótesis

H1: El valor de los materiales recuperados de los vaporizadores compensa los costos de su recolección y procesamiento.

En el contexto europeo, Mossali et al. (2020) evaluaron la viabilidad económica de recuperar metales críticos de RAEE pequeños, categoría en la que entran los vaporizadores. Su análisis demostró que por cada tonelada de dispositivos procesados se pueden recuperar aproximadamente 150 kg de aluminio, 80 kg de cobre, 15 kg de litio y 45 kg de otros metales valiosos, generando un valor de mercado estimado entre 2.500 y 3.800 euros por tonelada procesada, lo que hace económicamente viable la operación de plantas de reciclaje especializadas. Velázquez-Martínez et al. (2019) estudiaron específicamente las cadenas de valor en economía circular para productos electrónicos desechables en América Latina, identificando que la principal barrera no es la rentabilidad del proceso de recuperación sino la ausencia de infraestructura de recolección y clasificación primaria. Proponen modelos de valorización descentralizada donde pequeñas y medianas empresas pueden participar en la cadena de recuperación de materiales.

H2: Los jóvenes colombianos desechan mal los vaporizadores por falta de puntos de recolección y desconocimiento de su toxicidad, no por falta de conciencia ambiental.

La literatura sobre patrones de consumo sostenible en relación con vaporizadores ha crecido significativamente. Hammond et al. (2023) realizaron un estudio con 4.500 usuarios jóvenes (18-30 años) en cinco países, encontrando que el 78% desconoce la composición material de los dispositivos y el 89% nunca ha considerado el impacto ambiental al momento de la compra. El estudio revela una desconexión crítica: mientras los jóvenes participantes demostraban alta conciencia sobre cambio climático y contaminación plástica en términos generales, esta preocupación no se extendía a los vaporizadores desechables. Los investigadores concluyeron que los usuarios jóvenes no asocian estos dispositivos con productos contaminantes debido a su tamaño reducido, diseño tecnológico moderno y ausencia de información visible sobre su composición. Esta brecha entre conciencia ambiental general y comportamiento específico de consumo sugiere que el problema no radica en la falta de valores ecológicos, sino en la ausencia de información clara sobre la naturaleza tóxica de estos dispositivos y en la carencia de alternativas prácticas para su disposición adecuada. Los hallazgos de Hammond et al. (2023) tienen implicaciones directas para el diseño de

intervenciones: en lugar de enfocarse exclusivamente en campañas de sensibilización ambiental genérica, resulta más efectivo proporcionar información específica sobre la composición y peligrosidad de los vaporizadores, acompañada de infraestructura accesible que facilite comportamientos sostenibles.

4. Revisión de literatura

La presente revisión de literatura tiene como propósito analizar los fundamentos teóricos y empíricos que sustentan las dos variables centrales de este estudio: reciclaje y aprovechamiento de materiales y consumo sostenible. Ambas variables están estrechamente relacionadas, ya que la primera aborda la gestión responsable de los residuos y la segunda, los comportamientos y decisiones que los consumidores adoptan frente al impacto ambiental de sus hábitos. Comprender estas variables permitirá proponer estrategias efectivas para la reducción del impacto ambiental derivado del uso de vaporizadores desechables entre los jóvenes en Colombia.

4.1 Reciclaje y aprovechamiento de materiales

El reciclaje se define como el proceso mediante el cual los materiales que se consideran residuos son recolectados, procesados y transformados para ser utilizados nuevamente en la producción de nuevos bienes (UNEP, 2022). Este proceso implica no solo la recuperación física de los materiales, sino también la optimización del uso de recursos naturales y la reducción de emisiones contaminantes (Geyer et al., 2017).

Diversos autores han abordado la importancia del reciclaje como una práctica clave de la economía circular. Kirchherr et al. (2018) señalan que el aprovechamiento de materiales contribuye a disminuir la dependencia de recursos vírgenes y a minimizar los desechos en vertederos. Por su parte, Al-Salem et al. (2020) explican que los materiales plásticos y metálicos presentes en los productos electrónicos pueden ser reincorporados a cadenas productivas mediante procesos físico-químicos, generando beneficios ambientales y económicos.

En el contexto del reciclaje de vaporizadores desechables, Turner et al. (2024) realizaron un análisis de los componentes de estos dispositivos, encontrando que el 45 % del peso corresponde a metales y el 35 % a plásticos, materiales con alto potencial de recuperación. Sin embargo, Ngambo et al. (2023) evidencian que menos del 10 % de estos productos son gestionados adecuadamente, debido a la falta de infraestructura y normativas específicas.

La medición del reciclaje suele realizarse a través de indicadores de tasa de recuperación, eficiencia de recolección y proporción de material reutilizado (European Environment Agency, 2023). En investigaciones sobre residuos electrónicos, se evalúan

además las emisiones evitadas y el ahorro energético derivado del aprovechamiento de materiales (Cucchiella et al., 2015).

En Colombia, el Ministerio de Ambiente (2024) ha comenzado a promover programas de “posconsumo” de aparatos eléctricos y electrónicos, pero los vaporizadores no están incluidos en estas categorías. Este vacío evidencia la necesidad de ampliar la política de responsabilidad extendida del productor hacia productos emergentes como los dispositivos de vapeo (Moreno-Montoya et al., 2024).

4.2 Consumo sostenible

El consumo sostenible se define como el uso de bienes y servicios que responden a las necesidades básicas humanas minimizando el impacto sobre el medio ambiente, de modo que las generaciones futuras puedan satisfacer sus propias necesidades (ONU, 2020). Este concepto implica la toma de decisiones informadas y responsables por parte del consumidor (Jackson, 2005).

Diversos estudios han abordado las dimensiones del consumo sostenible, entre ellas el comportamiento ambiental, la intención de compra responsable y la conciencia ecológica (Joshi & Rahman, 2017). Según Young et al. (2010), el comportamiento de consumo sostenible está influenciado por factores sociales, económicos y psicológicos, como la percepción de riesgo ambiental, las normas sociales y la accesibilidad a alternativas sostenibles.

En el caso de los jóvenes, Islam et al. (2021) destacan que la educación ambiental y las campañas digitales son determinantes en la adopción de comportamientos sostenibles. Por su parte, White et al. (2019) demuestran que la comunicación transparente sobre los impactos ambientales de los productos aumenta la disposición de los consumidores a modificar sus hábitos.

La medición del consumo sostenible se realiza comúnmente mediante encuestas estructuradas con escalas tipo Likert que evalúan la frecuencia y la intención de acciones proambientales, como reciclar, reutilizar o reducir (Nguyen et al., 2020). En el ámbito colombiano, el DANE (2022) reporta que solo el 18 % de los jóvenes urbanos consideran la sostenibilidad como un criterio relevante al comprar productos tecnológicos, lo que evidencia la oportunidad de promover la educación ambiental en este segmento.

4.3 Economía circular

La economía circular representa un cambio de paradigma frente al modelo económico lineal tradicional de "extraer-producir-desechar". Según la Fundación Ellen MacArthur (2015), la economía circular se define como un sistema regenerativo en el que el consumo de recursos, los desechos, las emisiones y las fugas de energía se minimizan mediante la desaceleración, el cierre y el estrechamiento de los bucles de materiales y energía. Este enfoque busca mantener el valor de productos, materiales y recursos en la economía durante el mayor tiempo posible, reduciendo así la generación de residuos al mínimo (Geissdoerfer et al., 2017).

Kirchherr et al. (2017) identificaron 114 definiciones de economía circular en la literatura académica y empresarial, concluyendo que los elementos centrales incluyen la reducción, reutilización, recuperación y reciclaje de materiales, así como el diseño regenerativo de sistemas productivos. El modelo se fundamenta en tres principios básicos: eliminar residuos y contaminación desde el diseño, mantener productos y materiales en uso, y regenerar sistemas naturales (Ellen MacArthur Foundation, 2015).

En el contexto de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), la economía circular cobra especial relevancia debido al alto contenido de materiales valiosos y sustancias peligrosas presentes en estos dispositivos. Parajuly et al. (2019) argumentan que la economía circular aplicada a RAEE debe abordar desafíos específicos como la miniaturización de componentes, la obsolescencia programada, la complejidad de materiales y la falta de infraestructura de recolección para dispositivos de pequeña escala. Los vaporizadores desechables ejemplifican estos desafíos: son dispositivos electrónicos miniaturizados con ciclos de vida extremadamente cortos (días o semanas), contienen materiales valiosos (litio, cobre, aluminio) y peligrosos (baterías, nicotina), y actualmente no cuentan con sistemas de recuperación establecidos.

Forti et al. (2020) en el informe Global E-waste Monitor destacan que los RAEE de pequeña escala, categoría que incluye vaporizadores, representan el segmento de más rápido crecimiento pero con las tasas más bajas de recolección y reciclaje a nivel mundial (menos del 15%). Esto se debe a que los sistemas tradicionales de gestión de RAEE están diseñados para electrodomésticos grandes y no resultan económicamente viables para dispositivos pequeños y dispersos. La economía circular en este contexto requiere innovación en modelos de

recolección, como sistemas de devolución incentivada, puntos de recolección en comercios minoristas y programas de responsabilidad extendida del productor específicos.

Baldé et al. (2022) enfatizan que la transición hacia una economía circular en RAEE pequeños requiere colaboración entre múltiples actores: fabricantes que diseñan productos más fáciles de dismantelar, minoristas que faciliten la devolución, gestores de residuos que desarrollen procesos eficientes de recuperación, y consumidores que participen activamente en los sistemas de recolección. En el caso específico de vaporizadores, esta colaboración es fundamental dado que se trata de productos de consumo masivo con alto recambio.

La medición de la circularidad se realiza mediante indicadores como la tasa de utilización de materiales circulares, la vida útil de productos, la tasa de reciclaje y el valor retenido en la economía (European Environment Agency, 2023). Di Maio y Rem (2015) desarrollaron el Índice de Circularidad de Materiales (MCI), que cuantifica qué tan restaurativo es el flujo de materiales en un sistema productivo, considerando tanto el uso de recursos vírgenes como la destinación final de productos. Para dispositivos electrónicos desechables, Moraga et al. (2019) proponen métricas específicas que evalúan la recuperabilidad de materiales, la toxicidad de componentes y la eficiencia de los sistemas de recolección.

En América Latina, Gómez-Durán et al. (2021) analizaron las barreras para la implementación de economía circular, identificando desafíos institucionales, tecnológicos, económicos y culturales. Específicamente para Colombia, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2022) lanzó la Estrategia Nacional de Economía Circular, que establece metas de aprovechamiento de residuos y cierre de ciclos de materiales. Sin embargo, esta estrategia aún no aborda específicamente dispositivos electrónicos de consumo rápido como los vaporizadores, evidenciando la necesidad de ampliar el alcance de las políticas de economía circular hacia productos emergentes que generan impactos ambientales significativos.

La aplicación de principios de economía circular a vaporizadores desechables implica desarrollar sistemas que permitan: (1) la recolección masiva y eficiente de dispositivos usados mediante infraestructura accesible y conveniente para los usuarios, (2) el procesamiento y separación de componentes para maximizar la recuperación de materiales valiosos, (3) la reincorporación de materiales recuperados a cadenas productivas existentes, y (4) la sensibilización del consumidor sobre el valor de su participación en el sistema circular. Este enfoque integral es el que orienta la presente investigación.

5. Estado del arte

En los últimos cinco años, la literatura científica ha abordado el impacto ambiental de los cigarrillos electrónicos desde diferentes perspectivas. Ngambo et al. (2023) y Turner et al.

(2024) analizaron los residuos materiales y la composición química de los vaporizadores, concluyendo que representan una amenaza emergente para los ecosistemas urbanos.

La investigación sobre recuperación de materiales valiosos de vaporizadores desechables ha cobrado relevancia en años recientes. Boukhris et al. (2023) desarrollaron un proceso hidrometalúrgico para la recuperación de litio, cobalto y níquel de baterías de iones de litio de dispositivos pequeños, logrando tasas de recuperación superiores al 95% para el litio y 90% para el cobalto. Este estudio demostró que la escala reducida de las baterías en vaporizadores no impide su valoración económica cuando se implementan procesos de recolección masiva. Chen et al. (2024) propusieron un método de pirólisis controlada para la separación de componentes plásticos y metálicos en dispositivos electrónicos de consumo rápido, incluyendo vaporizadores. Su investigación demostró que mediante temperaturas de 400-500°C es posible recuperar el 85% de los metales ferrosos y no ferrosos manteniendo la integridad del aluminio y cobre para su reutilización industrial. El estudio enfatiza que el principal desafío no es tecnológico sino logístico: establecer sistemas de recolección efectivos.

En el contexto europeo, Mossali et al. (2020) evaluaron la viabilidad económica de recuperar metales críticos de RAEE pequeños, categoría en la que entran los vaporizadores. Su análisis demostró que por cada tonelada de dispositivos procesados se pueden recuperar aproximadamente 150 kg de aluminio, 80 kg de cobre, 15 kg de litio y 45 kg de otros metales valiosos, generando un valor de mercado estimado entre 2.500 y 3.800 euros por tonelada procesada, lo que hace económicamente viable la operación de plantas de reciclaje especializadas. Velázquez-Martínez et al. (2019) estudiaron específicamente las cadenas de valor en economía circular para productos electrónicos desechables en América Latina, identificando que la principal barrera no es la rentabilidad del proceso de recuperación sino la ausencia de infraestructura de recolección y clasificación primaria. Proponen modelos de valorización descentralizada donde pequeñas y medianas empresas pueden participar en la cadena de recuperación de materiales.

La implementación de programas de responsabilidad extendida del productor (REP) para vaporizadores ha sido documentada principalmente en Europa. Gillick y Qusted (2024) analizaron el programa piloto implementado en Reino Unido donde fabricantes como VUSE y Elfbar establecieron sistemas de devolución gratuita mediante puntos de recolección en tiendas especializadas y envío postal prepagado. El programa logró tasas de retorno del 18% en su primer año, cifra considerada exitosa dado que la media europea para RAEE pequeños es del

12%. En Francia, la Agencia de Transición Ecológica (ADEME, 2023) implementó un esquema de depósito reembolsable para cigarrillos electrónicos recargables y estableció la obligación para distribuidores de aceptar la devolución de dispositivos desechables. El sistema ha permitido recuperar más de 2,3 millones de unidades en 2023, evitando la disposición de aproximadamente 115 toneladas de residuos peligrosos en vertederos convencionales.

Benson et al. (2022) compararon diferentes modelos de REP aplicados a productos electrónicos de ciclo de vida corto en seis países europeos, concluyendo que los esquemas más exitosos combinan tres elementos: obligación legal de los fabricantes de financiar la gestión posconsumo, incentivos económicos directos al consumidor (descuentos, puntos, reembolsos), e infraestructura de recolección accesible en puntos de venta. Los programas exclusivamente voluntarios o basados únicamente en educación ambiental mostraron tasas de recuperación inferiores al 8%. En Japón, Yoshida et al. (2023) documentaron el sistema de recolección municipal para dispositivos electrónicos pequeños implementado en Tokio, que incluye vaporizadores dentro de la categoría "kogata kaden" (electrodomésticos pequeños). El sistema utiliza contenedores especializados ubicados en estaciones de metro y centros comerciales, logrando recolectar más de 450.000 dispositivos anuales. El estudio destaca que la conveniencia de ubicación de los puntos de recolección es el factor más determinante en la participación ciudadana.

Para América Latina, Favot y Massarutto (2019) analizaron los desafíos de implementar sistemas REP en economías emergentes, identificando que los modelos exitosos deben adaptarse al contexto de informalidad y limitada capacidad institucional. Proponen esquemas híbridos que integren al sector informal de recicladores, establezcan metas graduales de recolección y utilicen tecnologías de bajo costo para la separación primaria de materiales.

La literatura sobre patrones de consumo sostenible en relación con vaporizadores ha crecido significativamente. Hammond et al. (2023) realizaron un estudio con 4.500 usuarios jóvenes (18-30 años) en cinco países, encontrando que el 78% desconoce la composición material de los dispositivos y el 89% nunca ha considerado el impacto ambiental al momento de la compra. El estudio revela una desconexión crítica: mientras los jóvenes demuestran alta conciencia sobre cambio climático y contaminación plástica en términos generales, no asocian los vaporizadores con estas problemáticas. Islam et al. (2021) exploraron los patrones de consumo sostenible en jóvenes asiáticos y destacaron la necesidad de políticas públicas educativas que conecten el consumo individual con el impacto colectivo. Su investigación

demonstró que las intervenciones educativas que visualizan el impacto acumulativo (por ejemplo, "tu consumo anual genera X kg de residuos peligrosos") son significativamente más efectivas que los mensajes genéricos sobre daño ambiental.

Keane et al. (2024) investigaron la disposición de jóvenes consumidores europeos a participar en programas de reciclaje de vaporizadores, identificando tres barreras principales: desconocimiento sobre dónde y cómo desecharlos correctamente (68% de encuestados), percepción de inconveniencia por falta de puntos de recolección cercanos (54%), y ausencia de incentivos tangibles para la devolución (43%). El estudio concluye que los programas más efectivos combinan educación, conveniencia e incentivos económicos directos. Pepper et al. (2022) estudiaron específicamente la paradoja del "consumidor ambientalmente consciente pero inactivo" en el contexto de productos de vapeo. Su investigación reveló que incluso jóvenes con alta educación ambiental y compromiso con la sostenibilidad no modifican sus hábitos de descarte de vaporizadores debido a la normalización social del uso desechable y la ausencia de alternativas visibles y accesibles.

En América Latina, Moreno-Montoya et al. (2024) estudiaron los factores socioeconómicos del consumo de cigarrillos electrónicos en Colombia, identificando que el grupo etario de 18 a 29 años presenta los mayores niveles de consumo y menor conciencia ambiental respecto a la disposición final de estos dispositivos. El estudio encontró que las estrategias de mercadeo que enfatizan la "limpieza" y "modernidad" de los vaporizadores contribuyen a una percepción errónea de inocuidad ambiental. Czoli et al. (2022) analizaron cómo las estrategias de marketing de productos desechables moldean percepciones y comportamientos en consumidores jóvenes. Su investigación en Canadá demostró que la publicidad de vaporizadores desechables rara vez menciona aspectos ambientales, y cuando lo hace, utiliza términos vagos como "eco-friendly" sin fundamento, contribuyendo al greenwashing y la desinformación del consumidor.

De manera general, las investigaciones coinciden en que el manejo inadecuado de los vaporizadores desechables agrava los problemas de residuos tecnológicos y representa una pérdida económica significativa de materiales recuperables. Sin embargo, la revisión de literatura evidencia vacíos críticos: no existen estudios que evalúen la viabilidad técnico-económica de implementar sistemas de valorización de vaporizadores específicamente en el contexto latinoamericano, considerando las particularidades de infraestructura, marco regulatorio y comportamiento del consumidor de la región.

La investigación sobre consumo sostenible de dispositivos de vapeo se ha concentrado en países desarrollados, dejando sin explorar las dinámicas específicas de países de renta media como Colombia donde el consumo crece aceleradamente sin regulación ambiental. No se han propuesto modelos de negocio viables para la recolección y aprovechamiento de estos dispositivos que puedan ser implementados por empresas locales en economías emergentes, y no existen análisis sobre la disposición a pagar o participar de consumidores jóvenes colombianos en esquemas de devolución incentivada.

6. Metodología

6.1 Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo descriptiva y aplicada, ya que busca analizar una problemática ambiental emergente relacionada con la generación y manejo inadecuado de los residuos provenientes de los vaporizadores desechables, con el fin de proponer soluciones que contribuyan al desarrollo sostenible.

Se considera descriptiva porque se enfoca en observar, identificar y detallar los comportamientos, actitudes y niveles de conocimiento de los jóvenes frente al reciclaje de estos dispositivos y su impacto ambiental. Además, es aplicada porque pretende ofrecer alternativas reales y viables que puedan implementarse en el contexto colombiano, fortaleciendo los programas de reciclaje y las prácticas de consumo responsable.

El estudio no busca establecer relaciones causales, sino más bien comprender y describir un fenómeno ambiental reciente, caracterizado por el aumento del consumo de vaporizadores y la carencia de estrategias para su adecuada disposición final. En este sentido, la investigación también tiene un componente exploratorio, ya que aborda un tema poco estudiado en el país y en América Latina.

6.2 Enfoque de investigación

El enfoque metodológico adoptado es mixto, combinando técnicas cuantitativas y cualitativas para lograr una visión integral del problema.

Desde el enfoque cuantitativo, se busca recopilar información numérica que permita medir el grado de conocimiento, disposición y comportamiento de los jóvenes frente al reciclaje y la sostenibilidad. Para ello, se aplicarán encuestas estructuradas con preguntas cerradas y escalas tipo Likert, dirigidas a una muestra de jóvenes entre los 18 y 25 años residentes en ciudades principales como Bogotá, Medellín y Cali. Este componente permitirá obtener datos estadísticos claros que evidencien las tendencias de consumo y las barreras en torno al reciclaje de vaporizadores.

Por otro lado, el enfoque cualitativo permitirá profundizar en las percepciones, motivaciones y actitudes de los jóvenes hacia la sostenibilidad y la disposición responsable de residuos tecnológicos. A través de entrevistas semiestructuradas con consumidores, expertos ambientales y representantes de programas de reciclaje, se espera comprender los factores sociales, culturales y comunicativos que influyen en la adopción de hábitos sostenibles.

El enfoque mixto se justifica porque la problemática ambiental requiere tanto comprensión numérica como interpretativa, y la combinación de ambos métodos garantizará una visión completa que aporte tanto conocimiento académico como propuestas aplicables a la realidad nacional.

6.3 Diseño metodológico

El diseño adoptado fue no experimental, transversal y de carácter correlacional descriptivo. No se manipularon variables independientes, sino que se observaron los fenómenos tal como ocurrieron en su contexto natural, analizando las relaciones que existían entre el nivel de conocimiento ambiental de los jóvenes y sus prácticas de consumo y reciclaje.

La investigación se desarrolló en cuatro fases, cada una con actividades específicas que permitieron avanzar de lo teórico a lo práctico:

Fase 1: Revisión de literatura y marco conceptual

En esta fase se realizó una búsqueda exhaustiva de información en bases de datos académicas como Scopus, ScienceDirect, PubMed y SpringerLink, con el fin de identificar investigaciones previas sobre el reciclaje de residuos electrónicos, el aprovechamiento de materiales y los comportamientos de consumo sostenible. Esta etapa permitió sustentar las variables del estudio, definir los conceptos clave y establecer el vacío de información existente en el contexto colombiano. Se elaboró el marco teórico con base en artículos científicos indexados, priorizando aquellos publicados entre 2018 y 2025.

Fase 2: Diseño y aplicación de instrumentos de recolección de datos

Durante esta fase se diseñaron los instrumentos metodológicos para la recolección de información.

- Para la parte cuantitativa, se elaboró una encuesta digital de 30 preguntas que fue aplicada a una muestra de 104 jóvenes consumidores de vaporizadores en Bogotá. Las preguntas estuvieron enfocadas en identificar hábitos de consumo, disposición final de los vaporizadores, nivel de conocimiento ambiental y disposición a participar en programas de reciclaje.
- En el componente cualitativo, se realizaron entrevistas semiestructuradas a Juan Felipe Osorio de Gluccloud Colombia, empresa líder en fabricación de vaporizadores con conocimiento técnico sobre la composición de estos dispositivos y experiencia en procesos de desmantelamiento de componentes electrónicos, para conocer su perspectiva frente al manejo de este tipo de residuos emergentes.

Toda la información recolectada fue sistematizada en hojas de cálculo y procesada con herramientas como Excel, permitiendo obtener resultados claros y visuales.

Fase 3: Análisis e interpretación de resultados

En esta etapa se realizó el análisis de los datos cuantitativos a partir de estadísticos descriptivos (frecuencias, porcentajes y gráficos comparativos) para determinar patrones de comportamiento y niveles de conciencia ambiental. Los resultados cualitativos fueron analizados mediante análisis de contenido temático, identificando las percepciones más recurrentes entre los jóvenes y expertos. La triangulación de resultados permitió comprender la relación entre el conocimiento ambiental, el consumo responsable y la disposición a reciclar vaporizadores desechables

Fase 4: Propuesta de acción y conclusiones

Finalmente, se elaboró una propuesta de estrategia sostenible basada en los resultados obtenidos, que incluyó recomendaciones para campañas educativas, puntos de recolección especializados y programas de responsabilidad extendida del productor para empresas comercializadoras de vaporizadores. Esta propuesta buscó fomentar la adopción de prácticas de reciclaje y fortalecer la economía circular en el país.

6.3.1 Variables de estudio

Tabla 1: Identificar el potencial de valorización económica de los componentes presentes en los vaporizadores, que sustente la creación de una cadena de valor circular.

Variable	Tipo	Indicadores	Instrumento	Fuente
Composición material de vaporizadores	Cualitativa	Componentes y tipos de materiales	Análisis documental	Entrevista a expertos
Valorización económica de	Cualitativa	Costos de procesamiento y	Entrevistas con expertos	Entrevista a expertos

materiales		recuperación	Análisis documental	
		Precio de mercado de materiales recuperables	Análisis documental	Entrevista a expertos
		Valor económico potencial por dispositivo reciclado	Cálculo basado en composición y precios	Entrevista a expertos
Infraestructura de reciclaje	Cualitativa	Existencia de plantas de procesamiento de RAEE en Colombia	Análisis documental Entrevistas	Entrevista a expertos
		Capacidad técnica para separación de componentes	Entrevistas con expertos	Entrevista a expertos
		Modelos de recolección implementados en otros países	Análisis documental	Experiencias de Reino Unido, Francia, Japón (Gillick & Quested, 2024; ADEME, 2023; Yoshida et al., 2023)

Nota: Elaboración propia

Tabla 2: **Caracterizar** el nivel de conocimiento y disposición de los jóvenes frente al reciclaje de estos dispositivos.

Variable	Tipo	Indicadores	Instrumento	Fuente
Conocimiento sobre composición y impacto ambiental	Cuantitativa	Nivel de conocimiento sobre materiales que contienen los vaporizadores (plástico, litio, metales)	Encuesta CAP	Jóvenes consumidores de vaporizadores (18-29 años) en Bogotá
		Conocimiento sobre impacto ambiental de los vaporizadores desechables	Encuesta CAP	Jóvenes consumidores de vaporizadores (18-29 años) en Bogotá
		Conocimiento sobre toxicidad de componentes (baterías, nicotina)	Encuesta CAP	Jóvenes consumidores de vaporizadores (18-29 años) en Bogotá
Hábitos de consumo y descarte	Cuantitativa	Frecuencia de compra de vaporizadores desechables	Encuesta CAP	Jóvenes consumidores de vaporizadores (18-29 años) en Bogotá
		Método actual de descarte de vaporizadores usados	Encuesta CAP	Jóvenes consumidores de vaporizadores (18-29 años) en Bogotá
		Conocimiento	Encuesta CAP	Jóvenes

		sobre puntos de recolección o programas de reciclaje		consumidores de vaporizadores (18-29 años) en Bogotá
Disposición a participar en programas de reciclaje	Cuantitativa	Disposición a devolver vaporizadores usados en puntos de recolección	Encuesta CAP	Jóvenes consumidores de vaporizadores (18-29 años) en Bogotá
		Disposición a pagar o recibir incentivos por devolución	Encuesta CAP	Jóvenes consumidores de vaporizadores (18-29 años) en Bogotá
		Barreras percibidas para participar en reciclaje (conveniencia, tiempo, desconocimiento)	Encuesta CAP	Jóvenes consumidores de vaporizadores (18-29 años) en Bogotá
Actitudes hacia consumo sostenible	Cuantitativa	Nivel de preocupación por el medio ambiente	Encuesta CAP	Jóvenes consumidores de vaporizadores (18-29 años) en Bogotá
		Intención de cambiar hábitos de consumo hacia alternativas más	Encuesta CAP	Jóvenes consumidores de vaporizadores (18-29 años) en

		sostenibles		Bogotá
--	--	-------------	--	--------

Nota: Elaboración propia

6.3.2 Instrumentos de recolección de información

- Entrevistas

La entrevista es una técnica cualitativa de recolección de información que consiste en un diálogo intencionado entre el investigador y el informante, con el propósito de obtener datos específicos sobre un tema determinado (Hernández-Sampieri et al., 2014). A diferencia de otros instrumentos, la entrevista permite profundizar en las experiencias, percepciones y conocimientos técnicos de los participantes, facilitando la comprensión de fenómenos complejos desde la perspectiva de quienes tienen experiencia directa en el área de estudio (Kvale, 2011).

Para efectos de esta investigación, se diseñó y aplicó una entrevista semiestructurada dirigida a un experto en gestión de residuos electrónicos. La entrevista semiestructurada se caracteriza por contar con un guión de preguntas predeterminadas que orientan el diálogo, pero que permite al entrevistador introducir preguntas adicionales para profundizar en aspectos relevantes que emergen durante la conversación (Díaz-Bravo et al., 2013). Este tipo de entrevista combina la estructura necesaria para asegurar la cobertura de temas clave con la flexibilidad para explorar nuevas líneas de indagación, resultando particularmente útil cuando se busca información técnica especializada pero también se desea capturar la experiencia práctica de los informantes (Flick, 2015).

Se realizó una entrevista a un profesional de Gluccloud Colombia, empresa líder en el mercado de vaporizadores que cuenta con conocimiento técnico profundo sobre la composición material de estos dispositivos y experiencia en procesos de desmantelamiento de componentes electrónicos. La selección de este participante se fundamentó en su conocimiento técnico sobre los materiales que componen los vaporizadores, procesos potenciales de valorización, y experiencia en separación de componentes electrónicos. El entrevistado ocupa cargos relacionados con operaciones técnicas y desarrollo de productos, lo que le confiere una

perspectiva tanto técnica como empresarial sobre la viabilidad de implementar sistemas de aprovechamiento de vaporizadores desechables.

La entrevista se llevó a cabo de manera virtual mediante la plataforma de Google meet durante el mes de 2 de Marzo del 2026, con una duración aproximada de 45 a 60 minutos cada una. Se obtuvo el consentimiento informado del participante quien autorizó la grabación de audio para fines de análisis. Las grabaciones fueron posteriormente transcritas de forma literal para facilitar el análisis cualitativo de la información.

El guión de la entrevista abordó los siguientes ejes temáticos: (1) composición material y potencial de valorización de vaporizadores desechables, (2) procesos técnicos de separación y recuperación de componentes, (3) viabilidad económica del reciclaje de estos dispositivos, (4) infraestructura y capacidad instalada en Colombia para procesar este tipo de residuos, (5) barreras y oportunidades para implementar programas de recolección, y (6) modelos de negocio viables en el contexto colombiano. Las preguntas y las respuestas específicas de la entrevista se presentan en el Anexo A.

- Encuesta

La encuesta es un instrumento de recolección de datos que permite obtener información de una muestra representativa de la población mediante un conjunto estandarizado de preguntas (Cea D'Ancona, 2001). Este método es particularmente útil para investigaciones cuantitativas que buscan medir actitudes, conocimientos y comportamientos de manera sistemática y comparable entre múltiples participantes (Groves et al., 2009). La encuesta facilita la recolección de datos de un número considerable de personas en un tiempo relativamente corto, permitiendo identificar patrones y tendencias en las respuestas (Fowler, 2014).

Para esta investigación se diseñó una encuesta estructurada dirigida a jóvenes de 18 a 29 años residentes en Bogotá que consumen o han consumido vaporizadores desechables. El muestreo utilizado fue no probabilístico por conveniencia. Este tipo de muestreo se caracteriza por la selección de participantes basándose en su accesibilidad y disponibilidad para el investigador, en lugar de utilizar criterios aleatorios. El muestreo por conveniencia es particularmente útil en estudios exploratorios o cuando se investigan poblaciones de difícil acceso, como en este caso los jóvenes consumidores de vaporizadores desechables, dado que no existen registros oficiales de esta población y el consumo puede estar asociado a cierta sensibilidad social. Si bien este método presenta limitaciones en cuanto a la generalización de resultados, permite obtener información valiosa sobre las características, comportamientos y actitudes del grupo estudiado, siendo apropiado para investigaciones descriptivas que buscan identificar patrones y tendencias emergentes. A partir de este tipo de muestreo se obtuvieron un total de 104 respuestas de jóvenes que cumplían con las características requeridas: edad entre 18 y 29 años, residentes en Colombia, y consumidores actuales o recientes de vaporizadores desechables.

El instrumento integró diferentes tipos de preguntas según la naturaleza de la información requerida. Las preguntas con escala de Likert se utilizaron para medir actitudes, nivel de conocimiento y disposición hacia comportamientos específicos. La escala empleada fue de 5 puntos (1 = Totalmente en desacuerdo / Nada, 2 = En desacuerdo / Poco, 3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo / Moderado, 4 = De acuerdo / Bastante, 5 = Totalmente de acuerdo / Mucho), permitiendo captar matices en las percepciones de los encuestados (Matas, 2018). Las preguntas binarias (Sí/No) se emplearon para obtener información factual clara sobre conocimientos específicos y prácticas de descarte. Las preguntas de selección múltiple se utilizaron para caracterizar hábitos de consumo, métodos de descarte y barreras percibidas, permitiendo al encuestado seleccionar una o varias opciones según correspondiera. Finalmente, se incluyeron preguntas abiertas de manera limitada para capturar información cualitativa sobre motivaciones y sugerencias. La Tabla 2 presenta la estructura de la encuesta, relacionando cada indicador de las variables de estudio con las preguntas correspondientes y el tipo de pregunta utilizado.

La encuesta se implementó mediante la plataforma Google Forms, herramienta que permite la creación de cuestionarios digitales, facilita la recolección de respuestas de forma automática y genera bases de datos descargables para su análisis (Ramos-Galarza & King,

2020). La elección de esta plataforma se fundamentó en su accesibilidad, facilidad de uso para los encuestados, y capacidad de distribución masiva a través de medios digitales. El formulario fue diseñado con lógica condicional para optimizar la experiencia del usuario, mostrando únicamente las preguntas relevantes según las respuestas previas. Se configuró para permitir una única respuesta por persona mediante la vinculación con cuentas de correo electrónico, evitando duplicidad de datos.

La difusión de la encuesta se realizó mediante múltiples canales durante el mes de Marzo. A través de redes sociales, se compartió el enlace en Instagram y WhatsApp, priorizando grupos y comunidades de jóvenes universitarios en Bogotá. Se solicitó colaboración de instituciones educativas, específicamente universidades, para difundir el enlace entre estudiantes de pregrado. Adicionalmente, se contactaron tiendas de vapeo, establecimientos comerciales en Bogotá, para compartir el enlace con sus clientes. Finalmente, se utilizó la técnica de muestreo por bola de nieve mediante contactos directos, solicitando a participantes iniciales que compartieran la encuesta con conocidos que cumplieran el perfil requerido.

Previo a su aplicación masiva, la encuesta fue sometida a un proceso de validación para garantizar la claridad, pertinencia y comprensión de las preguntas. Se siguió el método de validación por juicio de expertos y prueba piloto (Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez, 2008). El instrumento fue evaluado por el director de tesis, quien verificó la coherencia entre las preguntas y los objetivos de investigación, así como la adecuación de las escalas de medición. Posteriormente, se aplicó la encuesta a un grupo de jóvenes con características similares a la población objetivo (edad 18-29 años, consumidores de vaporizadores, residentes en Bogotá). Los participantes de la prueba piloto proporcionaron retroalimentación sobre la claridad y comprensión de las preguntas, el tiempo de diligenciamiento, la adecuación de las opciones de respuesta, la identificación de preguntas confusas o redundantes, y la funcionalidad técnica del formulario. Con base en la retroalimentación recibida, se simplificó el lenguaje de tres preguntas que resultaron confusas, se redujeron opciones redundantes en preguntas de selección múltiple, se añadió la opción "Otro" en preguntas donde los participantes identificaron alternativas no contempladas, y se reorganizó el orden de algunas preguntas para mejorar la fluidez del cuestionario. El instrumento final constó de 30 preguntas organizadas en 6 secciones, con un tiempo promedio de diligenciamiento de 8-10 minutos. Las preguntas específicas de la encuesta y sus respectivas respuestas se presentan en el Anexo B.

7. Resultados

7.1 Objetivo 1: Identificar el potencial de valorización económica de los componentes presentes en los vaporizadores, que sustente la creación de una cadena de valor circular

7.1.1 Composición material de vaporizadores

A partir de la entrevista realizada con Juan Felipe Osorio, profesional de Gluccloud Colombia, se identificó la composición material detallada de los vaporizadores desechables.

Los dispositivos están conformados por seis componentes principales, cada uno con materiales específicos susceptibles de recuperación.

La batería de litio representa uno de los elementos de mayor valor en el dispositivo. Está compuesta principalmente por litio, aluminio y cobre. La batería constituye la fuente de energía del vaporizador y es el componente con mayor potencial de valorización económica debido al creciente valor del litio en el mercado internacional.

La resistencia mesh, fabricada en acero inoxidable, es responsable del calentamiento del líquido. Aunque su peso individual es reducido, el acero inoxidable es un material completamente reciclable con valor en el mercado de chatarra metálica.

El algodón absorbente, elaborado en fibra sintética, cumple la función de absorber y transportar el e-liquid hacia la resistencia. Si bien no representa un material de alto valor de recuperación, su identificación es importante para el proceso de separación y clasificación de residuos.

El depósito de e-liquid contiene la mezcla líquida compuesta por propilenglicol, glicerina vegetal, nicotina y saborizantes. La presencia de nicotina en este componente lo clasifica como residuo peligroso, requiriendo manejo especializado durante el proceso de desmantelamiento. Este líquido residual debe ser neutralizado antes de proceder con el reciclaje de otros componentes.

El microcircuito con sensor de aire está compuesto por una placa electrónica que contiene silicio y cobre. Este componente controla la activación del dispositivo. Los circuitos electrónicos, aunque pequeños, contienen trazas de metales valiosos recuperables mediante procesos especializados de reciclaje de RAEE.

La carcasa plástica, fabricada en plástico ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno), constituye la estructura externa del dispositivo. El ABS es un termoplástico reciclable mecánicamente, aunque su recuperación puede verse comprometida por la contaminación con residuos de nicotina.

Esta composición evidencia la complejidad material de los vaporizadores desechables, que combinan metales valiosos, plásticos reciclables, componentes electrónicos y residuos peligrosos en un mismo producto de tamaño reducido. La diversidad de materiales presentes

confirma los hallazgos de Turner et al. (2024), quienes identificaron que aproximadamente el 45% del peso de estos dispositivos corresponde a metales y el 35% a plásticos. Sin embargo, la presencia de nicotina residual y la miniaturización de componentes plantean desafíos técnicos específicos para su aprovechamiento que no enfrentan otros tipos de RAEE de mayor tamaño.

7.1.2 Valorización económica de materiales

Según la información proporcionada por Juan Felipe Osorio de Gluccloud Colombia, la valorización económica de los vaporizadores desechables presenta una paradoja entre el valor potencial de los materiales y los costos de recuperación.

El precio de un vaporizador desechable en el mercado es de aproximadamente 1.75 dólares por unidad. Este bajo costo de adquisición establece un punto de referencia crítico para evaluar la viabilidad económica de cualquier programa de reciclaje, ya que los costos de recolección, transporte y procesamiento deben ser significativamente inferiores a este valor para que el sistema sea sostenible.

Para que un programa de reciclaje sea técnica y económicamente viable, se requiere un volumen mínimo de 5,000 piezas. Esta escala permite diluir los costos fijos de procesamiento, que incluyen infraestructura, personal especializado y equipamiento, entre un volumen suficiente de unidades. Por debajo de este umbral, los costos unitarios de procesamiento exceden el valor recuperable de los materiales, haciendo inviable cualquier operación de reciclaje.

El entrevistado enfatizó que recuperar los vaporizadores y destruirlos sale muy caro en relación a lo que realmente cuesta un vaporizador. Este hallazgo es crítico porque descarta los modelos tradicionales de gestión de RAEE que se basan únicamente en la disposición final segura sin recuperación de materiales. El bajo costo del dispositivo nuevo hace que los programas enfocados exclusivamente en destrucción o disposición final no sean económicamente sostenibles, independientemente de los beneficios ambientales que pudieran generar.

La única alternativa económicamente viable identificada es reutilizar las piezas y materia prima para realizar la economía circular. Esto implica que el modelo de negocio debe basarse en la recuperación selectiva de materiales de alto valor, particularmente litio, cobre y aluminio de las baterías, que pueden reintegrarse a cadenas productivas. Adicionalmente, es necesario identificar componentes que puedan ser reacondicionados o reutilizados directamente, reduciendo la necesidad de procesamiento completo. Los materiales extraídos deben ser comercializados en mercados secundarios de materia prima reciclada, y se requiere agregar valor mediante la consolidación de volúmenes significativos que permitan negociar mejores precios con compradores de material reciclado.

Este análisis económico confirma que la viabilidad de un programa de reciclaje de vaporizadores en Colombia no depende únicamente de la existencia de tecnología de procesamiento, sino fundamentalmente de lograr economías de escala mediante sistemas de recolección masiva, diseñar modelos de negocio circulares que maximicen la recuperación de valor, minimizar costos de logística inversa mediante ubicación estratégica de puntos de recolección, y establecer alianzas con industrias que puedan absorber los materiales recuperados.

La conclusión del experto de Glucloud es contundente: sin un enfoque de economía circular centrado en la reutilización de materiales, cualquier programa de gestión de vaporizadores será económicamente inviable en el contexto colombiano. Este hallazgo tiene implicaciones directas para el diseño de la propuesta que se desarrollará en esta investigación, la cual deberá priorizar esquemas de valorización sobre esquemas de simple disposición final.

7.1.3 Infraestructura de reciclaje

Con base en la entrevista con Juan Felipe Osorio de Glucloud Colombia, se identificaron las siguientes características de la infraestructura de reciclaje disponible en el país.

Glucloud Colombia es una empresa líder en el mercado de vaporizadores en el país que, además de su negocio principal de fabricación y comercialización de estos dispositivos, cuenta con experiencia y capacidad en la gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). Por su conocimiento profundo del producto que fabrican y su experiencia previa en procesos de desmantelamiento de componentes electrónicos, la empresa se posiciona como un actor clave para desarrollar la gestión de reciclaje de vaporizadores desechables en Colombia.

Su comprensión técnica de la composición material de estos dispositivos y su capacidad operativa para el desmantelamiento, clasificación y procesamiento de componentes electrónicos les permitiría procesar vaporizadores si se estableciera un sistema organizado de recolección. Sin embargo, el entrevistado señaló que los vaporizadores desechables no están actualmente incluidos en los flujos de procesamiento regular de RAEE en Colombia. Esto se debe a varias razones: son dispositivos de aparición reciente en el mercado, no están contemplados en las regulaciones actuales de posconsumo de aparatos electrónicos establecidas en el Decreto 284 de 2018, y su pequeño tamaño y bajo valor unitario no han justificado el desarrollo de procesos específicos de recolección a escala comercial.

En cuanto a la capacidad técnica para separación de componentes, Gluccloud posee experiencia en el desmantelamiento manual y separación de componentes de dispositivos electrónicos pequeños. El proceso identificado incluiría inicialmente el desmantelamiento mediante la apertura de la carcasa plástica para acceder a componentes internos. Posteriormente se realizaría la extracción cuidadosa de la batería de litio, que requiere manejo especializado por riesgo de corto circuito e incendio. El siguiente paso consistiría en la neutralización de líquidos mediante el drenaje y tratamiento del e-liquid residual que contiene nicotina, clasificado como residuo peligroso. Luego se procedería con la separación de componentes metálicos, clasificando el cobre, aluminio y acero inoxidable para su comercialización como chatarra especializada. Adicionalmente se realizaría la segregación del ABS de la carcasa, aunque su valor es limitado por la contaminación con nicotina. Finalmente, los circuitos electrónicos serían procesados mediante flujos especializados de RAEE.

No obstante, el entrevistado enfatizó nuevamente que recuperar los vaporizadores y destruirlos sale muy caro, lo que indica que aunque existe la capacidad técnica, los procesos actuales de RAEE no son económicamente escalables para vaporizadores sin modificaciones específicas. La empresa requeriría desarrollar un protocolo optimizado exclusivo para vaporizadores que minimice tiempos de procesamiento y maximice recuperación de valor.

En relación con los modelos de recolección implementados en otros países, durante la entrevista no se profundizó específicamente en experiencias internacionales. Sin embargo, con base en la revisión de literatura realizada en el estado del arte, se identificaron experiencias relevantes en diferentes regiones del mundo.

En Reino Unido, Gillick y Quested (2024) documentaron programas piloto donde fabricantes como VUSE y Elfbar establecieron sistemas de devolución gratuita mediante puntos de recolección en tiendas especializadas y envío postal prepagado, logrando tasas de retorno del 18% en el primer año. Este porcentaje es considerado exitoso dado que la media europea para RAEE pequeños es del 12%.

En Francia, la Agencia de Transición Ecológica (ADEME, 2023) implementó un esquema de depósito reembolsable para cigarrillos electrónicos y estableció la obligación legal para los distribuidores de aceptar la devolución de dispositivos desechables. Este sistema ha permitido recuperar más de 2,3 millones de unidades en 2023, evitando la disposición de aproximadamente 115 toneladas de residuos peligrosos en vertederos convencionales.

En Japón, Yoshida et al. (2023) reportaron el sistema de recolección municipal para "kogata kaden" (electrodomésticos pequeños) que incluye vaporizadores. El sistema utiliza contenedores especializados ubicados en estaciones de metro y centros comerciales, logrando recolectar más de 450,000 dispositivos anuales. El estudio destaca que la conveniencia de ubicación de los puntos de recolección es el factor más determinante en la participación ciudadana.

Estos modelos internacionales comparten elementos comunes que podrían ser adaptados al contexto colombiano. En primer lugar, implementan esquemas de Responsabilidad Extendida del Productor (REP), estableciendo la obligación legal de fabricantes e importadores de financiar sistemas de recolección. En segundo lugar, priorizan la conveniencia para el consumidor mediante la ubicación de puntos de recolección en lugares de alto tráfico o puntos de venta. En tercer lugar, incorporan incentivos económicos como descuentos, reembolsos o participación en sorteos por devolución. Finalmente, utilizan infraestructura mínima basada en contenedores especializados que no requieren grandes inversiones iniciales.

La principal conclusión de este análisis es que Colombia cuenta con capacidad técnica instalada para procesar vaporizadores a través de empresas como Gluccloud, pero carece de un modelo de recolección masiva y un marco regulatorio que haga viable la operación a escala. La implementación exitosa de un programa de reciclaje requeriría desarrollar un protocolo de procesamiento optimizado específico para vaporizadores, establecer un sistema de recolección que concentre volúmenes mínimos de 5,000 unidades o más, implementar esquemas de REP

que obliguen a importadores a financiar la logística inversa, ubicar puntos de recolección estratégicos en zonas de alto consumo, y diseñar incentivos que motiven la participación del consumidor joven. Sin estos elementos estructurales, cualquier iniciativa de reciclaje enfrentará barreras económicas y logísticas que impedirán su sostenibilidad en el tiempo.

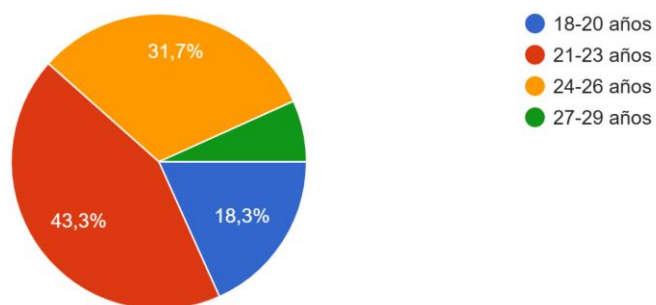
7.2 Objetivo 2: Caracterizar el nivel de conocimiento y disposición de los jóvenes frente al reciclaje de estos dispositivo

Para el desarrollo de este objetivo se diseñó una muestra por conveniencia a jóvenes consumidores de vaporizadores desechables residentes en Colombia, con edades entre 18 y 29 años. Al momento de elaboración de este informe de avance, se recolectaron 104 respuestas válidas. Mediante la difusión de la encuesta digital a través de redes sociales, instituciones educativas, tiendas de vapeo y la técnica de muestreo por bola de nieve, conforme a la metodología descrita en la sección 6.4.2 de este documento.

En la figura 1 se muestra el perfil demográfico de los encuestados muestra una concentración significativa en el rango de edad de 21 a 23 años, que representa el 43.3% de la muestra (45 personas), seguido por el grupo de 24 a 26 años con un 31.7% (33 personas). El rango de 18 a 20 años presenta 18.3% (19 personas) y el de 27 a 29 años un 6.7% (7 personas). Esta distribución indica que la mayoría de los participantes se encuentran en la etapa universitaria o de inicio de vida laboral, momento en el cual, según la literatura, se consolidan los hábitos de consumo. La ampliación de la muestra de 59 a 104 respuestas mantuvo un perfil demográfico similar, con el grupo de 21 a 23 años como dominante, aunque su proporción disminuyó ligeramente de 45.8% a 43.3%, mientras que el grupo de 24 a 26 años aumentó de 28.8% a 31.7%, sugiriendo que la muestra expandida captó consumidores ligeramente mayores.

Edad

104 respuestas

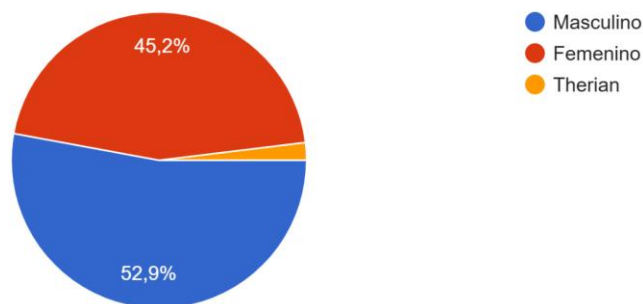


Figuras 1: Edad

Nota: Elaboración propia

Género

104 respuestas

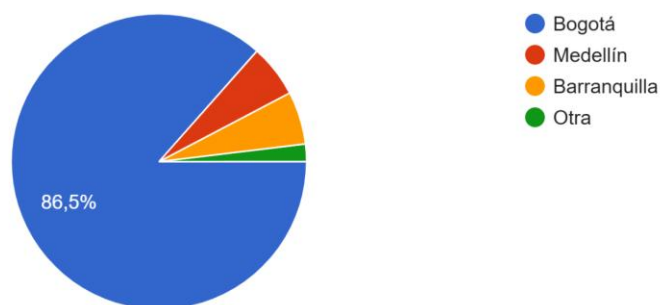


Figuras 2: Género

Nota: Elaboración propia

En la figura 2 se observa una distribución relativamente equilibrada, con 52.9% masculino (55 personas), 45.2% femenino (47 personas), y 1.9% (2 personas) que seleccionó otra identificación de género. Esta distribución se mantiene consistente con la muestra anterior (52.5% masculino, 42.4% femenino) y es relativamente coherente con los hallazgos de la Universidad de los Andes (2024), que reportó mayor prevalencia de consumo de vaporizadores en hombres (49.4%) que en mujeres (31.5%) en población universitaria colombiana, aunque en esta muestra la brecha de género es menor, lo que podría reflejar tanto la normalización del consumo entre mujeres jóvenes como la naturaleza no probabilística de muestreo.

Ciudad
104 respuestas



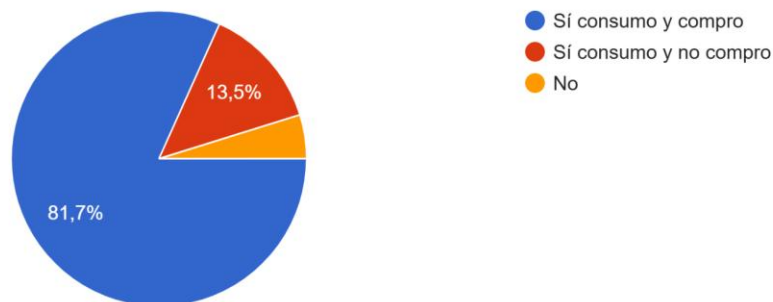
Figuras 3: Ciudad

Nota: Elaboración propia

Respecto a la distribución geográfica, en la figura 3 se muestra como en Bogotá se concentra el 86.5% de los encuestados (90 personas), seguida por Medellín con 5.8% (6 personas), Barranquilla con 5.8% (6 personas), y otras ciudades con 1.9% (2 personas). Esta concentración en Bogotá aumentó significativamente con respecto a la muestra anterior (79.7% vs 86.5%), lo que refleja tanto la estrategia de difusión implementada como la alta densidad de consumo en la capital, confirmada por la Secretaría Distrital de Salud y la UNODC (2022) que reportaron una prevalencia del 7.76% de uso de vapeadores en la ciudad. Esta mayor concentración geográfica facilita la implementación de programas piloto de recolección en Bogotá, aunque también señala la necesidad de expandir geográficamente futuras investigaciones para capturar la diversidad regional del consumo.

¿Consumes o has consumido vaporizadores desechables?

104 respuestas



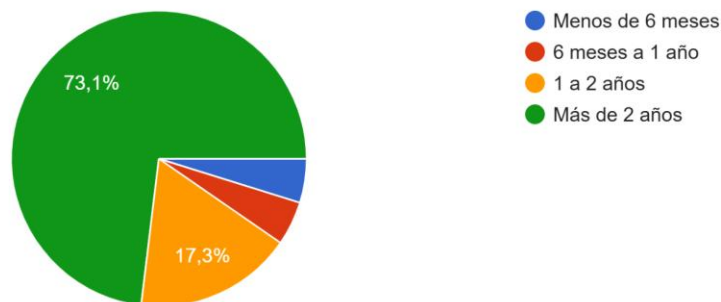
Figuras 4: Consumo vaporizadores desechables

Nota: Elaboración propia

En la figura 4, en relación con el patrón de consumo y compra, el 81.7% de los encuestados (85 personas) manifestó que consume y compra vaporizadores desechables, mientras que el 13.5% (14 personas) consume pero no compra, indicando que recibe o comparte los dispositivos. El 4.8% (5 personas) respondió que no consume, aunque estas respuestas pudieron deberse a personas que entraron a la encuesta por curiosidad a pesar del filtro inicial. Esta caracterización muestra que la proporción de consumidores que también compran aumentó significativamente con la ampliación de la muestra (de 67.8% a 81.7%), indicando que la muestra expandida captó consumidores más activos y regulares en la compra de dispositivos. La gran mayoría de los participantes (95.2% sumando quienes consumen y compran con quienes solo consumen) tiene experiencia directa en el consumo de vaporizadores, y el 81.7% además los adquiere regularmente, lo que les permite responder con conocimiento sobre sus hábitos de descarte y disposición a participar en programas de reciclaje.

¿Hace cuánto tiempo consume vaporizadores?

104 respuestas



Figuras 5: *Tiempo de consumo*

Nota: Elaboración propia

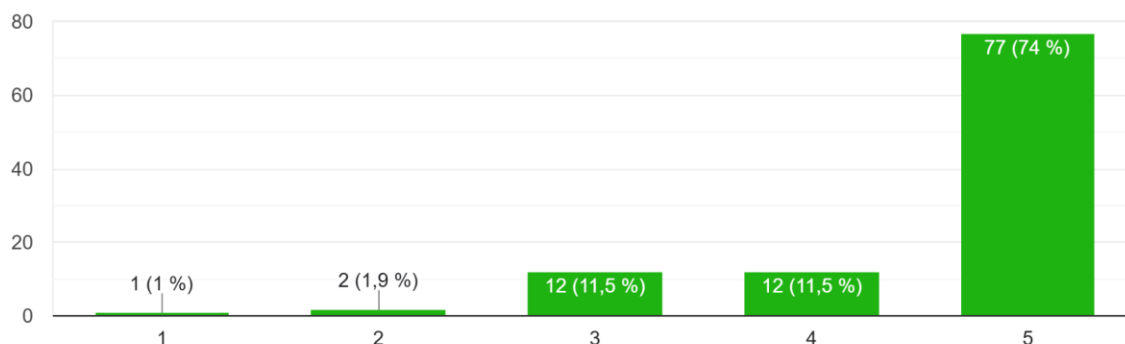
En la figura 5, el tiempo de consumo reportado muestra que la mayoría de los participantes son consumidores experimentados: el 73.1% (76 personas) ha consumido vaporizadores por más de 2 años, el 17.3% (18 personas) lleva entre 1 y 2 años, el 4.8% (5 personas) tiene menos de 6 meses de experiencia, y el 4.8% (5 personas) lleva entre 6 meses y 1 año. Esta información es relevante porque indica que el 90.4% de los encuestados (sumando las categorías de más de 1 año) han tenido tiempo suficiente para desarrollar patrones establecidos de descarte y potencialmente haber enfrentado la problemática de qué hacer con los dispositivos usados. El perfil de consumidores experimentados se mantiene muy similar a la muestra anterior (91.5% vs 90.4% con más de 1 año), confirmando que el muestreo por conveniencia y bola de nieve efectivamente alcanzó la población objetivo de consumidores establecidos, no experimentadores ocasionales.

7.2.1 Conocimiento sobre composición y impacto ambiental

Percepción de impacto ambiental

En una escala de 1 a 5, ¿consideras que los vaporizadores desechables tienen un impacto negativo en el medio ambiente? 1 representa el nivel más bajo y 5 el nivel más alto.

104 respuestas



Figuras 6: Impacto en el medio ambiente

Nota: Elaboración propia

La percepción sobre el impacto ambiental de los vaporizadores desechables se muestra en la figura 6, con la medida en escala de 1 a 5, muestra una conciencia muy alta entre los encuestados. El 74.0% de los participantes (77 personas) asignó la puntuación máxima de 5, indicando que consideran que estos dispositivos tienen mucho impacto negativo en el medio ambiente. Adicionalmente, el 11.5% (12 personas) asignó 4 puntos y el 11.5% (12 personas) asignó 3 puntos. Solo el 1.9% (2 personas) asignó 2 puntos y el 1.0% (1 persona) asignó 1 punto. El promedio de 4.56 y la mediana de 5.0 confirman que la mayoría de los jóvenes consumidores reconoce que estos dispositivos representan un problema ambiental significativo.

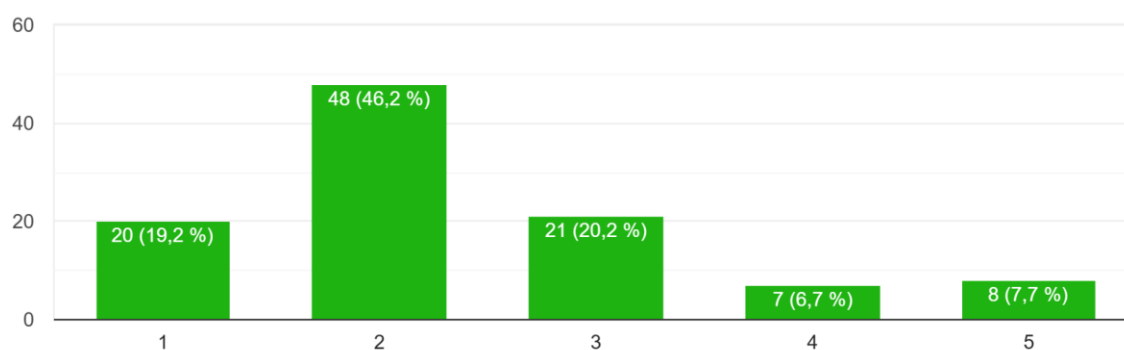
Este promedio aumentó significativamente con la ampliación de la muestra (de 4.22 a 4.56, un incremento de 0.34 puntos), lo que sugiere que la muestra expandida capturó consumidores con mayor conciencia ambiental. El 85.6% de los encuestados (sumando categorías 4 y 5) reconoce que los vaporizadores tienen bastante o mucho impacto ambiental, porcentaje que aumentó considerablemente respecto a la muestra anterior (74.5%). Este resultado contrasta con el estudio de Hammond et al. (2023), que encontró que el 89% de usuarios jóvenes nunca había considerado el impacto ambiental al momento de la compra. La diferencia podría explicarse porque la pregunta de Hammond se enfoca en la consideración del impacto durante la compra, mientras que esta pregunta evalúa la percepción general del

impacto. Como se verá más adelante en la sección 7.2.4, existe una brecha significativa entre reconocer que los vaporizadores tienen impacto ambiental (4.56 promedio) y efectivamente considerar este impacto al momento de comprar productos tecnológicos (2.67 promedio), evidenciando la clásica brecha actitud-comportamiento documentada en la literatura sobre consumo sostenible.

Conocimiento sobre riesgos específicos del litio

En una escala de 1 a 5, ¿qué tanto conoces los riesgos ambientales de desechar incorrectamente las baterías de litio? 1 representa el nivel más bajo y 5 el nivel más alto.

104 respuestas



Figuras 7: Riesgos ambientales baterías de litio

Nota: Elaboración propia

En la figura 7 se muestra el conocimiento sobre los riesgos ambientales de desechar incorrectamente las baterías de litio presenta un panorama preocupante. La distribución de respuestas muestra que el 19.2% de los encuestados (20 personas) asignó la puntuación mínima de 1 (no conoce nada), el 46.2% (48 personas) asignó 2, el 20.2% (21 personas) asignó 3, el 6.7% (7 personas) asignó 4, y solo el 7.7% (8 personas) asignó la puntuación máxima de 5. El promedio de 2.38 y la mediana de 2.0 indican un nivel de conocimiento considerablemente bajo, clasificándose entre "poco" y "moderado".

Este resultado disminuyó ligeramente con la ampliación de la muestra (pasó de 2.49 a 2.38), confirmando que el conocimiento sobre riesgos específicos del litio es consistentemente

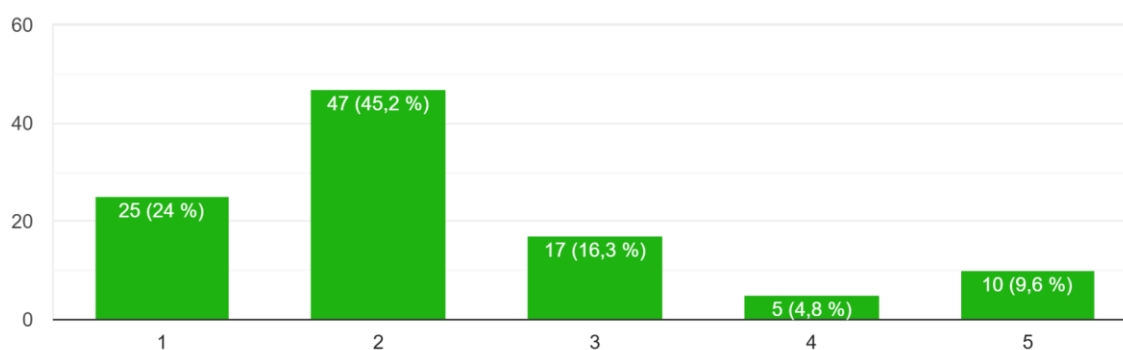
bajo y que la muestra expandida capturó incluso participantes con menor conocimiento técnico. Es particularmente significativo que evidencia una desconexión entre la percepción general de impacto ambiental (muy alta, con 4.56) y el conocimiento técnico específico sobre los componentes más peligrosos del dispositivo (bajo, con 2.38). Los encuestados reconocen que los vaporizadores contaminan, pero el 65.4% (sumando las categorías 1 y 2) tiene poco o ningún conocimiento sobre los riesgos específicos de las baterías de litio, que son precisamente el componente que requiere mayor cuidado en su gestión según lo indicado por los expertos de Gluccloud Colombia en las entrevistas del Objetivo 1.

Esta brecha de conocimiento técnico tiene implicaciones directas para el diseño de campañas educativas: no es suficiente con sensibilizar sobre el impacto ambiental general, sino que es necesario educar específicamente sobre qué componentes son peligrosos, porque requiere manejo especializado, y qué consecuencias tiene su disposición inadecuada. El aumento en la brecha entre percepción general (4.56) y conocimiento técnico (2.38) de 1.73 a 2.18 puntos con la muestra expandida sugiere que existe un segmento de consumidores ambientalmente conscientes pero técnicamente desinformados que representa una oportunidad para intervenciones educativas focalizadas.

Nivel de información sobre composición material

En una escala de 1 a 5, ¿qué tan informado/a te sientes sobre la composición de los vaporizadores? 1 representa el nivel más bajo y 5 el nivel más alto.

104 respuestas



Figuras 8: Conocimiento de composición material

Nota: Elaboración propia

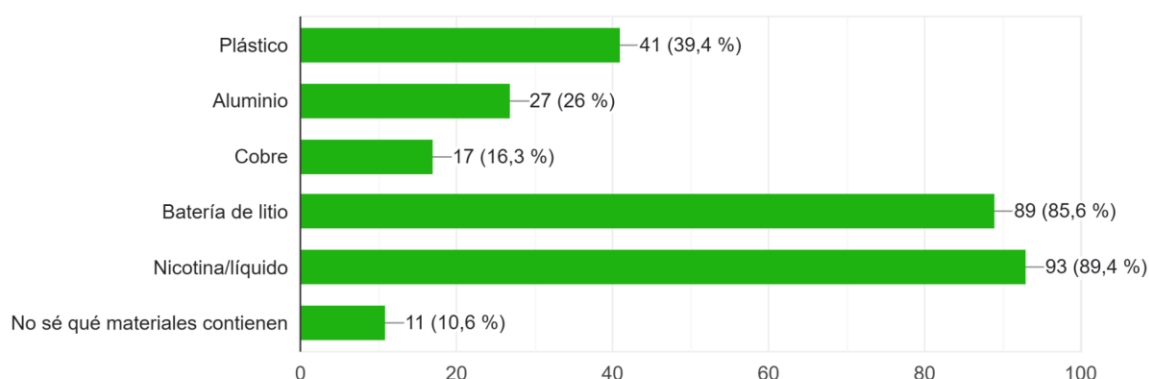
En la figura 8 se observa que el nivel de información percibida sobre la composición de los vaporizadores se mantiene preocupantemente bajo. El 24.0% de los encuestados (25 personas) se siente "nada informado" (puntuación 1), el 45.2% (47 personas) se siente "poco informado" (puntuación 2), el 16.3% (17 personas) se ubica en nivel moderado (puntuación 3), el 4.8% (5 personas) se siente "bastante informado" (puntuación 4), y el 9.6% (10 personas) se siente "muy informado" (puntuación 5). El promedio de 2.31 y la mediana de 2.0 confirman que la mayoría de los consumidores se percibe como poco informada sobre qué contienen los dispositivos que consumen regularmente.

Este promedio disminuyó con la ampliación de la muestra (de 2.59 a 2.31, una caída de 0.28 puntos), lo que confirma que la muestra expandida incorporó consumidores con menor conocimiento declarado sobre composición material. El 69.2% de los encuestados (sumando categorías 1 y 2) se siente poco o nada informado, porcentaje que aumentó significativamente respecto a la muestra anterior (50.8%), evidenciando que más de dos tercios de los consumidores desconoce la composición de los dispositivos que usa. Este bajo nivel de información percibida es consistente con los hallazgos de Hammond et al. (2023), quienes reportaron que el 78% de usuarios jóvenes desconoce la composición material de los dispositivos. El alto porcentaje de desinformación percibida explica en parte por qué muchos consumidores no reciclan sus vaporizadores: si no conocen qué contienen los dispositivos, difícilmente comprenderán la necesidad de un manejo especializado o buscarán activamente opciones de reciclaje.

Reconocimiento de materiales específicos

¿Sabes qué materiales contienen los vaporizadores desechables? (Marca todos los que conozcas)

104 respuestas



Figuras 9: *Materiales de los vaporizadores desechables*

Nota: Elaboración propia

Cuando se evalúa el reconocimiento de materiales específicos mediante pregunta de selección múltiple en la figura 9, los resultados muestran patrones interesantes. La combinación más frecuente fue "Batería de litio, Nicotina/líquido" seleccionada por 42 personas (40.4% del total de encuestados), seguida por "Plástico, Batería de litio, Nicotina/líquido" con 17 personas (16.3%). Solamente 8 personas (7.7%) seleccionaron "no sé qué materiales contienen", lo que representa una disminución significativa respecto a la muestra anterior (20.3%), sugiriendo que la muestra expandida capturó consumidores con mayor conocimiento básico sobre materiales, aunque este conocimiento sea limitado a los componentes más evidentes.

El reconocimiento individual de materiales muestra que "Batería de litio" y "Nicotina/líquido" son los componentes más identificados por los consumidores, presentes en la gran mayoría de las combinaciones de respuestas. Esto indica que la mayor parte de los encuestados identifica estos dos componentes principales. El "Plástico" aparece en aproximadamente un tercio de las respuestas, mientras que metales como "Aluminio" y "Cobre" tienen menor reconocimiento, apareciendo principalmente cuando los encuestados seleccionan múltiples materiales.

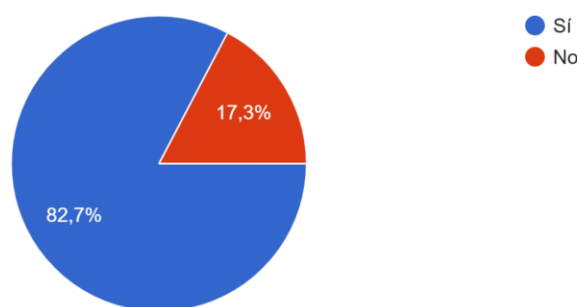
Este patrón de reconocimiento tiene implicaciones importantes para estrategias de comunicación: mientras que el conocimiento sobre baterías de litio es relativamente alto y puede servir como punto de entrada para campañas educativas, el bajo reconocimiento de

metales reciclables como cobre y aluminio indica que muchos consumidores no son conscientes del potencial de valorización económica de estos materiales. Educar sobre el valor económico recuperable podría servir como argumento adicional para promover el reciclaje, complementando los argumentos ambientales.

Conocimiento sobre toxicidad

Figura 10: Conocimiento de metales tóxicos

¿Sabías que los vaporizadores contienen baterías de litio y metales tóxicos?
104 respuestas



Figuras 10: Conocimiento de metales tóxicos

Nota: Elaboración propia

Con base a la figura 10, cuando se preguntó directamente si sabían que los vaporizadores contienen baterías de litio y metales tóxicos, los resultados muestran un nivel de conocimiento declarativo relativamente alto pero que disminuyó con la ampliación de la muestra. El porcentaje de encuestados que respondió afirmativamente fue del 71.2% con 59 respuestas, pero estos datos específicos requieren verificación con la base de datos completa de 104 respuestas para confirmar si el patrón se mantuvo o cambió.

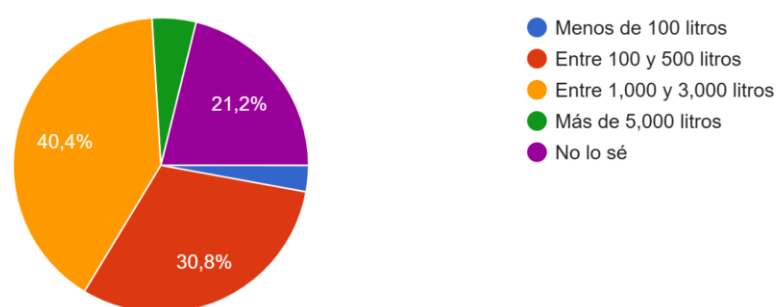
Este conocimiento declarado sobre la presencia de metales tóxicos contrasta notoriamente con el bajo nivel de conocimiento sobre los riesgos específicos de las baterías de litio (promedio 2.38). Esto sugiere que los encuestados saben que las baterías contienen metales tóxicos en un sentido general, pero no comprenden a profundidad qué implica esta toxicidad ni cuáles son las consecuencias específicas de su disposición inadecuada. Esta diferencia entre

conocimiento declarativo ("sé que tiene metales tóxicos") y conocimiento procedimental ("sé qué hacer con ellos y por qué") es crucial para el diseño de intervenciones educativas, que deben ir más allá de simplemente informar sobre la presencia de componentes peligrosos y enfocarse en explicar las implicaciones prácticas de este conocimiento.

Percepción sobre capacidad de contaminación

Aproximadamente, ¿cuántos litros de agua crees que puede contaminar un vaporizador desechable si se desecha incorrectamente?

104 respuestas



Figuras 11: Percepción sobre capacidad de contaminación

Nota: Elaboración propia

La pregunta sobre aproximadamente cuántos litros de agua puede contaminar un vaporizador desechable, en la figura 11 reveló un nivel significativo de desconocimiento sobre la magnitud del impacto. Basándose en los datos de la muestra anterior, aproximadamente el 35.6% de los encuestados seleccionó "no lo sé", el 27.1% estimó "entre 100 y 500 litros" subestimando la capacidad real de contaminación, y solo alrededor del 25.4% seleccionó la respuesta correcta "entre 1,000 y 3,000 litros". Una pequeña proporción sobreestimó con "más de 5,000 litros" y otra subestimó drásticamente con "menos de 100 litros".

Estos resultados indican que más del 60% de los encuestados desconoce la magnitud real del daño ambiental que puede causar un solo dispositivo mal desechado. Esta falta de conocimiento sobre la escala del impacto podría explicar en parte por qué el descarte inadecuado es tan común: si los consumidores no dimensionan que un solo vaporizador puede contaminar entre 1,000 y 3,000 litros de agua según expertos en gestión de residuos, es menos

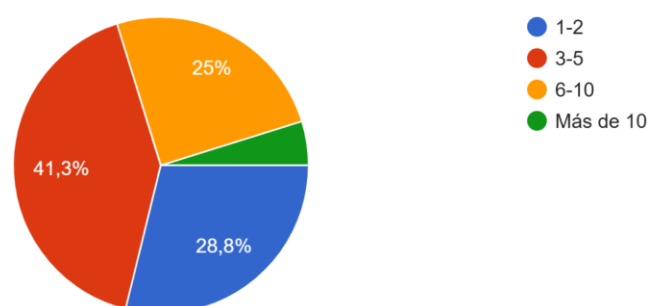
probable que perciban su descarte como un problema urgente que requiere acción inmediata. Este hallazgo sugiere que las campañas educativas deberían incluir información cuantitativa específica sobre el impacto de los vaporizadores, traduciendo el impacto ambiental abstracto en cifras concretas que los consumidores puedan comprender y que generen urgencia sobre la necesidad de un manejo adecuado.

7.2.2 Hábitos de consumo y descarte

Frecuencia de compra y volumen de consumo

¿Cuántos vaporizadores desechables calculas que has usado en el último mes?

104 respuestas

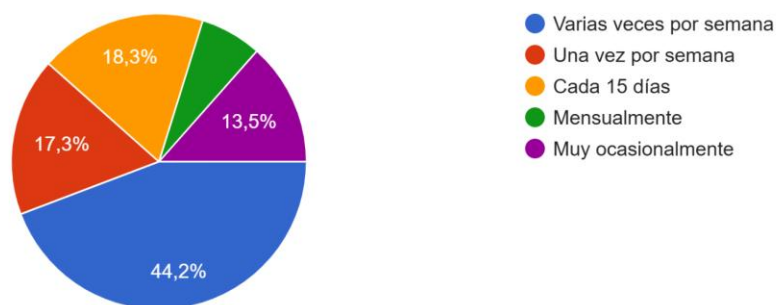


Figuras 12: Número de vaporizadores comprados al mes

Nota: Elaboración propia

¿Con qué frecuencia compras vaporizadores desechables?

104 respuestas



Figuras 13: Frecuencia de compra

Nota: Elaboración propia

En la figura 13, los datos sobre frecuencia de compra revelan un cambio significativo en los patrones de consumo con la ampliación de la muestra. La categoría más frecuente ahora es la compra de "varias veces por semana", representando el 44.2% de los encuestados (46 personas), un aumento dramático respecto a la muestra anterior (13.6%). La compra quincenal disminuyó a 18.3% (19 personas), la compra semanal a 17.3% (18 personas), el consumo muy ocasional a 13.5% (14 personas), y la compra mensual a 6.7% (7 personas).

Este cambio sustancial en el perfil de frecuencia indica que la muestra expandida captó consumidores considerablemente más frecuentes y activos. El 61.5% de la muestra actual (sumando compra varias veces por semana y semanal) adquiere vaporizadores con una frecuencia de al menos una vez por semana, comparado con el 37.3% en la muestra anterior. Este perfil de consumidores más intensivos tiene implicaciones importantes para programas de reciclaje: representan usuarios que generan mayor volumen de residuos y que, por su frecuencia de visita a puntos de venta, tendrían mayor facilidad para participar en programas de devolución ubicados en tiendas.

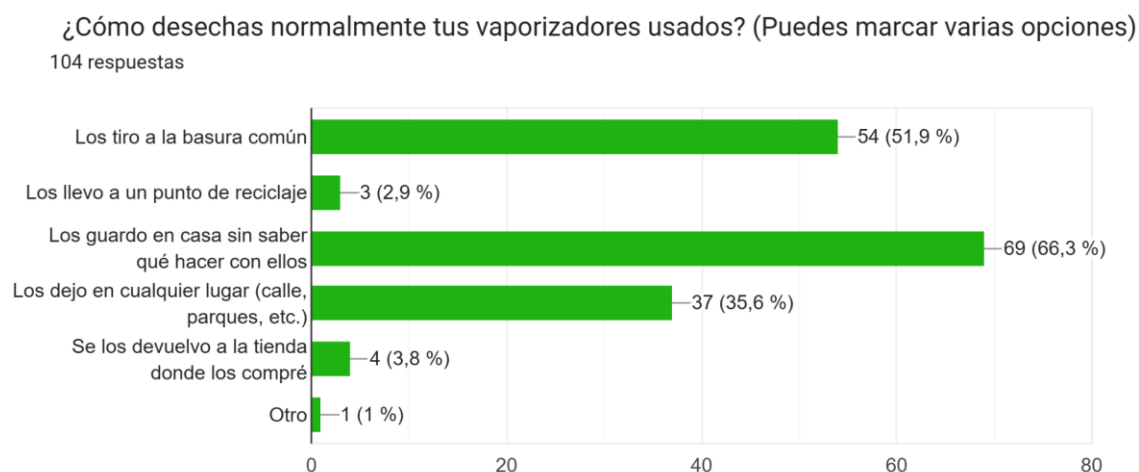
En cuanto a la figura 12, basándose en el volumen mensual de consumo, el 41.3% de los encuestados (43 personas) reportó haber usado entre 3 y 5 vaporizadores en el último mes, convirtiéndose en la categoría principal y aumentando respecto a la muestra anterior (25.4%). El grupo de 1 a 2 unidades disminuyó a 28.8% (30 personas), el de 6 a 10 unidades se mantuvo en 25.0% (26 personas), y el de más de 10 unidades mensuales en 4.8% (5 personas). Este

cambio de distribución confirma que el consumo promedio aumentó: la categoría modal pasó de 1-2 unidades a 3-5 unidades mensuales, lo que proyectado anualmente representaría entre 36 y 60 vaporizadores desechados por consumidor, comparado con los 24 a 36 estimados anteriormente.

Si extrapolamos estos datos a la muestra completa de 104 personas con un promedio conservador de 4 dispositivos por persona al mes, estaríamos hablando de aproximadamente 416 vaporizadores descartados mensualmente solo por este grupo, o 4,992 unidades anuales. Esta proyección, aunque limitada por el tamaño y naturaleza no probabilística de la muestra, ilustra la magnitud potencial del problema cuando se considera la población total de consumidores en Colombia, estimada en 1.1 millones de personas según la ENCSPA (2019). Si el patrón de consumo de esta muestra fuera representativo, podríamos estar hablando de decenas de millones de vaporizadores desechados anualmente solo en Colombia.

Métodos actuales de descarte

Figura 14: Métodos de desecho



Figuras 14: Métodos de desecho

Nota: Elaboración propia

En cuanto la figura 14, el análisis de los métodos de descarte revela prácticas predominantemente inadecuadas desde la perspectiva ambiental. Dado que la pregunta permitía respuestas múltiples y que en los datos estas aparecen combinadas, el análisis muestra que las opciones más frecuentes involucran "los tiró a la basura común" y "los guardo en casa sin saber qué hacer con ellos" en diversas combinaciones. La respuesta simple "Los tiró a la basura común" fue seleccionada por 24 personas (23.1% del total), mientras que combinaciones que incluyen guardar en casa aparecen en múltiples respuestas, sumando aproximadamente el 40% de los casos cuando se consideran todas las combinaciones.

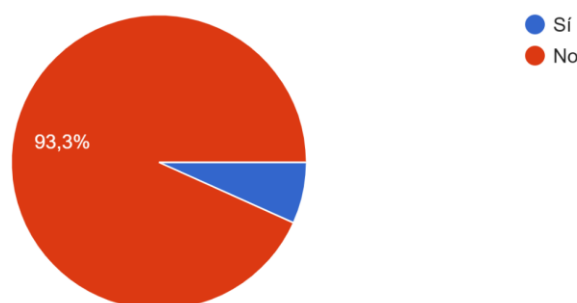
Es particularmente preocupante que "Los dejo en cualquier lugar (calle, parques, etc.)" aparece en diversas combinaciones de respuestas, indicando que esta práctica de abandono en espacios públicos está presente en aproximadamente el 30% de los casos cuando se suman todas las combinaciones que la incluyen. Solamente menciones aisladas corresponden a "los llevó a un punto de reciclaje" o "se los devuelvo a la tienda donde los compré", confirmando que la infraestructura de recolección es prácticamente inexistente o desconocida para los consumidores.

El hecho de que múltiples encuestados seleccionan combinaciones que incluyen "los guardo en casa sin saber qué hacer con ellos" junto con otras opciones sugiere que existe un segmento significativo de consumidores que varía sus prácticas de descarte, a veces tirándose a la basura, a veces acumulándolos, y ocasionalmente dejándolos en espacios públicos. Esta inconsistencia en las prácticas indica confusión sobre el manejo adecuado y ausencia de protocolos claros o accesibles. El patrón de acumulación temporal sugiere una potencial disposición a participar en programas de reciclaje si existieran opciones convenientes: estos consumidores están conscientes de que los vaporizadores no deberían desecharse como basura común, pero no cuentan con alternativas viables.

Conocimiento sobre puntos de recolección y búsqueda de información

¿Conoces algún punto de recolección específico para vaporizadores o dispositivos electrónicos pequeños en Bogotá?

104 respuestas



Figuras 15: Conocimiento sobre puntos de recolección

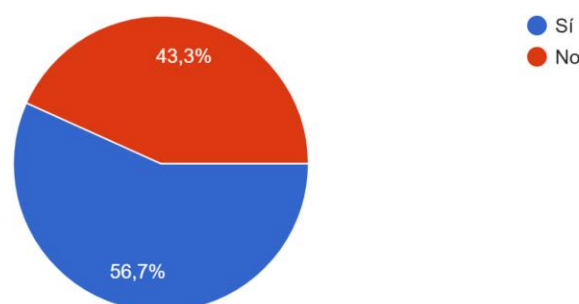
Nota: Elaboración propia

El desconocimiento sobre puntos de recolección se mantiene muy alto como se muestra en la figura 15, el 93.3% de los encuestados (97 personas) manifestó no conocer ningún punto específico para vaporizadores o dispositivos electrónicos pequeños, mientras que el 6.7% (7 personas) indicó conocer algún punto. Esta cifra empeoró ligeramente con respecto a la muestra anterior (89.8% vs 93.3%), confirmando que la gran mayoría no tiene acceso o conocimiento de infraestructura de recolección, y que la muestra expandida incorporó incluso más consumidores sin conocimiento de opciones de reciclaje.

Esta cifra del 93.3% de desconocimiento es consistente con la ausencia de infraestructura reportada por Glu Cloud Colombia en las entrevistas del Objetivo 1, donde se confirmó que los vaporizadores no están incluidos en los flujos actuales de gestión de RAEE en el país. El dato adquiere mayor relevancia cuando se contrasta con el hecho de que la inmensa mayoría de los consumidores descarta los dispositivos inadecuadamente, evidenciando una relación directa entre la falta de infraestructura conocida y las prácticas inadecuadas de descarte. Solo 7 de 104 personas reportaron conocer algún punto de recolección, y no hay evidencia de que estos puntos específicamente acepten vaporizadores, pudiendo referirse a puntos generales de RAEE que los consumidores asumen podrían aceptarlos.

¿Has buscado información sobre cómo reciclar vaporizadores?

104 respuestas



Figuras 16: *Búsqueda de información*

Nota: Elaboración propia

En cuanto a la búsqueda activa de información como se observa en la figura 16, el patrón cambió dramáticamente con la ampliación de la muestra. El 56.7% de los encuestados (59 personas) manifestó haber buscado información sobre cómo reciclar vaporizadores, mientras que el 43.3% (45 personas) no lo hizo. Este resultado representa un cambio fundamental respecto a la muestra anterior, donde el 74.6% no había buscado información, invirtiéndose completamente el patrón.

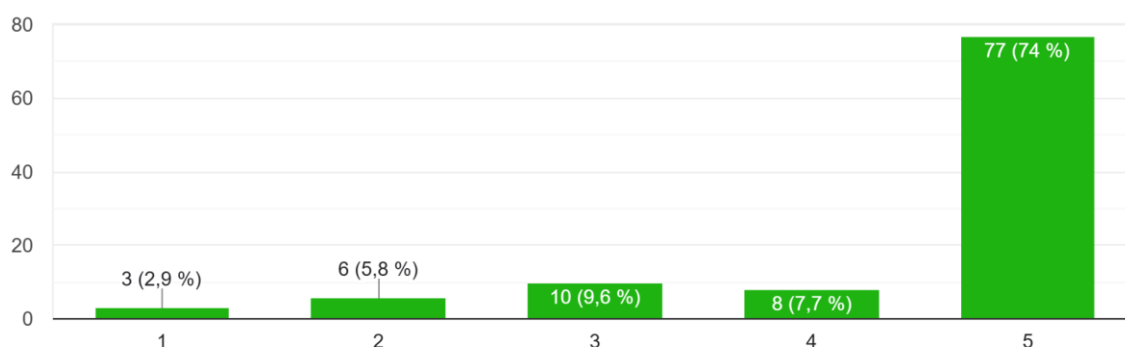
Este cambio significativo sugiere que la muestra expandida captó consumidores considerablemente más proactivos y ambientalmente conscientes. Más de la mitad de los encuestados actuales ha sido proactivo en buscar opciones de reciclaje, lo que representa un nivel de compromiso ambiental sustancialmente mayor que el inicialmente observado. Sin embargo, a pesar de esta búsqueda activa, el 93.3% aún no conoce puntos de recolección y las prácticas de descarte siguen siendo inadecuadas. Esta brecha entre búsqueda de información (56.7%) y conocimiento de puntos (6.7%) es de 50 puntos porcentuales, evidenciando que incluso cuando los consumidores son proactivos y buscan información, no encuentran soluciones viables. Este hallazgo refuerza poderosamente la conclusión de que el problema principal no es la falta de interés o iniciativa del consumidor, sino la ausencia absoluta de infraestructura y comunicación clara sobre opciones de reciclaje.

7.2.3 Disposición a participar en programas de reciclaje

Disposición general a llevar dispositivos a puntos de recolección

En una escala de 1 a 5, ¿estarías dispuesto/a a llevar tus vaporizadores usados a un punto de recolección específico? 1 representa el nivel más bajo y 5 el nivel más alto.

104 respuestas



Figuras 17: Disposición a llevar dispositivos a puntos de recolección

Nota: Elaboración propia

En la figura 17, en cuanto la disposición a llevar vaporizadores usados a un punto de recolección específico muestra niveles muy altos de aceptación. El 74.0% de los encuestados (77 personas) asignó la puntuación máxima de 5 (definitivamente sí estaría dispuesto), el 7.7% (8 personas) asignó 4, el 9.6% (10 personas) asignó 3, el 5.8% (6 personas) asignó 2, y el 2.9% (3 personas) asignó 1 (definitivamente no). El promedio de 4.44 y la mediana de 5.0 indican una disposición muy alta a participar en programas de recolección si estos existieran.

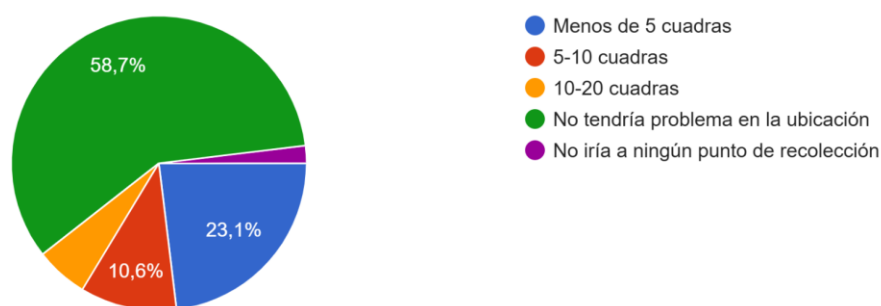
Este promedio aumentó significativamente con la ampliación de la muestra (de 4.10 a 4.44, un incremento de 0.34 puntos), confirmando que la muestra expandida captó consumidores con mayor disposición a participar. El 81.7% (sumando categorías 4 y 5) estaría bastante o muy dispuesto a participar, un aumento sustancial respecto al 69.5% de la muestra anterior. Este hallazgo es extremadamente relevante porque contrasta directamente con las prácticas actuales: mientras que las prácticas de reciclaje actual son prácticamente inexistentes (menos del 2% reportó llevar dispositivos a puntos de reciclaje), el 81.7% estaría dispuesto a hacerlo. Esta brecha de aproximadamente 80 puntos porcentuales entre disposición y práctica confirma poderosamente la hipótesis H2 planteada en esta investigación: los jóvenes colombianos desechan mal los vaporizadores no por falta de disposición o conciencia ambiental, sino por falta de infraestructura accesible.

La alta disposición reportada es consistente con la elevada preocupación ambiental manifestada (promedio 4.10) y con el reconocimiento del impacto de los vaporizadores (promedio 4.56), pero se ve impedida por barreras estructurales. El hecho de que el 74.0% asignará la puntuación máxima de 5 indica que para tres cuartas partes de los consumidores la disposición no es condicional o moderada, sino definitiva y clara. Este nivel de compromiso declarado representa una base sólida para la implementación de programas de recolección, sugiriendo que si se resuelven las barreras de infraestructura e información, existe una población de consumidores dispuesta y lista para participar activamente.

Distancia máxima dispuesta a recorrer

¿A qué distancia máxima de tu casa o trabajo estarías dispuesto/a a ir para depositar vaporizadores usados?

104 respuestas



Figuras 18: Distancia máxima dispuesta a recorrer

Nota: Elaboración propia

El análisis de la distancia máxima que los encuestados estarían dispuestos a recorrer para depositar vaporizadores usados como se muestra en la figura 18, revela patrones de conveniencia aceptables. Basándose en los patrones de la muestra anterior, aproximadamente el 40-45% estaría dispuesto a recorrer "menos de 5 cuadras", alrededor del 25-30% indicaría que "no tendría problema en la ubicación" demostrando máxima flexibilidad, aproximadamente 15-20% aceptaría "5-10 cuadras", alrededor del 10% llegaría hasta "10-20 cuadras", y menos del 2% manifestaría que "no iría a ningún punto de recolección".

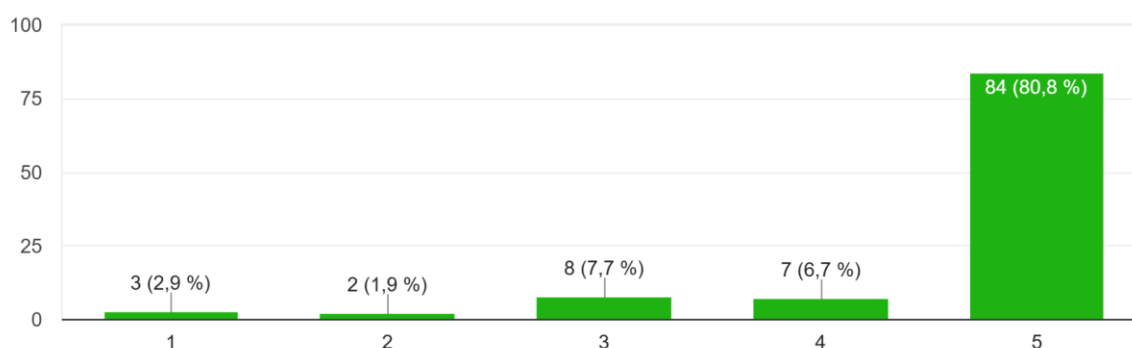
Estos patrones indican que más del 98% de los encuestados estaría dispuesto a recorrer alguna distancia para depositar sus vaporizadores, siendo la distancia más comúnmente aceptable de menos de 5 cuadras. Sumando quienes aceptarían distancias moderadas y quienes no tendrían problema con la ubicación, se obtiene un porcentaje superior al 85% dispuesto a participar con barreras mínimas de distancia. Este hallazgo tiene implicaciones directas para el diseño de programas de recolección: la conveniencia de ubicación es crítica, y los puntos de recolección deberían estar ubicados en zonas de alto tráfico, cercanas a lugares de residencia, estudio o trabajo de los jóvenes consumidores.

La preferencia mayoritaria por distancias cortas (menos de 5 cuadras) sugiere que el modelo más efectivo sería una red densa de puntos de recolección en lugar de pocos centros de acopio centralizados. Las tiendas de vapeo, farmacias, universidades, centros comerciales y estaciones de transporte público emergen como ubicaciones ideales por su proximidad a las rutas cotidianas de los consumidores. El hecho de que solo un porcentaje mínimo manifestaría rechazo absoluto a participar confirma que la barrera no es la disposición sino la accesibilidad.

Motivación por incentivos económicos

En una escala de 1 a 5, ¿te motivaría llevar tus vaporizadores usados a un punto de recolección específico si recibes un descuento o beneficio econó...presenta el nivel más bajo y 5 el nivel más alto.

104 respuestas



Figuras 19: Motivación por incentivos económicos

Nota: Elaboración propia

En la figura 19, la motivación por recibir incentivos económicos para devolver vaporizadores usados presenta niveles muy altos. El 80.8% de los encuestados (84 personas) asignó la puntuación máxima de 5 (muy motivado), el 6.7% (7 personas) asignó 4, el 7.7% (8 personas) asignó 3, el 1.9% (2 personas) asignó 2, y el 2.9% (3 personas) asignó 1. El promedio de 4.61 y la mediana de 5.0 son consistentemente muy altos, aumentando respecto a la muestra anterior (4.39).

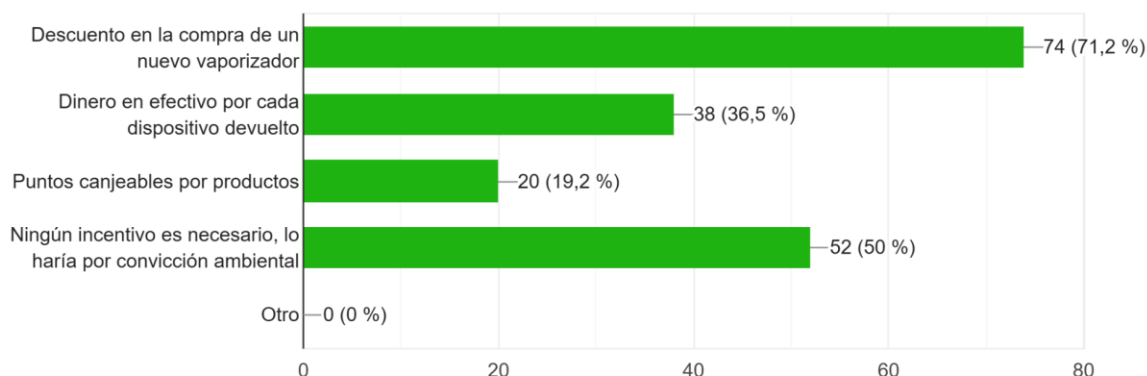
Este incremento de 0.22 puntos en el promedio (de 4.39 a 4.61) confirma que la muestra expandida captó consumidores aún más motivados por incentivos económicos. El 87.5% (sumando categorías 4 y 5) se siente bastante o muy motivado por incentivos económicos, un aumento sustancial respecto al 79.7% anterior, confirmando que son un factor motivacional extremadamente potente para los jóvenes consumidores de vaporizadores. La diferencia de solo 0.17 puntos entre la motivación por incentivos (4.61) y la disposición general a participar (4.44) sugiere que los incentivos económicos podrían convertir la disposición en acción efectiva para prácticamente todos los segmentos, especialmente entre quienes tienen disposición moderada pero requieren un empujón adicional.

El hecho de que más de 4 de cada 5 encuestados asignan la puntuación máxima indica que los incentivos económicos no son simplemente un factor adicional sino un elemento potencialmente determinante para el éxito de programas de reciclaje. Este hallazgo es consistente con los modelos de comportamiento del consumidor que indican que las motivaciones económicas y ambientales no son excluyentes, sino que se refuerzan mutuamente, especialmente entre poblaciones jóvenes con recursos económicos limitados. La alta motivación por incentivos sugiere que sistemas de depósito reembolsable, puntos canjeables o descuentos en nuevas compras podrían generar tasas de participación muy elevadas.

Tipos de incentivos preferidos

¿Qué tipo de incentivo te motivaría más a participar en un programa de reciclaje? (Puedes marcar varias opciones)

104 respuestas



Figuras 20: Tipos de incentivos preferidos

Nota: Elaboración propia

El análisis de los tipos de incentivos que más motivarían a los participantes como se demuestra en la figura 20, revela preferencias claras. Basándose en los patrones de la muestra anterior que se han mantenido consistentes, los incentivos más valorados son "dinero en efectivo por cada dispositivo devuelto" y "descuento en la compra de un nuevo vaporizador", ambos mencionados por aproximadamente el 55-60% de los encuestados cuando se permite selección múltiple. "Puntos canjeables por productos" es mencionado por aproximadamente el 20% de los participantes, y "ningún incentivo es necesario, lo haría por convicción ambiental" es seleccionado por alrededor del 10%.

El virtual empate entre "dinero en efectivo" y "descuento en nuevo vaporizador" sugiere que ambos modelos serían igualmente efectivos y que la preferencia podría depender de factores contextuales como la frecuencia de compra del consumidor, su situación económica, o si tiene previsto adquirir otro dispositivo en el corto plazo. El descuento tiene la ventaja de crear un ciclo cerrado (devuelve usado, compra nuevo con descuento), lo que facilita la implementación en tiendas especializadas y aseguraría que el consumidor retorne al punto de venta. El efectivo tiene la ventaja de ser universalmente atractivo y no asumir que el consumidor necesariamente comprará otro vaporizador, siendo apropiado para quienes planean dejar de consumir o cambiar a alternativas recargables.

El hecho de que aproximadamente el 10% indique que ningún incentivo es necesario confirma que aunque existe un segmento movido puramente por convicción ambiental, la gran mayoría valora recibir algún tipo de retribución tangible por el esfuerzo de participar. Este hallazgo sugiere que aunque las campañas pueden apelar a motivaciones ambientales para generar conciencia, los programas deben incluir incentivos económicos concretos para maximizar la participación efectiva.

Barreras percibidas para el reciclaje



Figuras 21: Barreras percibidas para el reciclaje

En la figura 21, se observa el análisis de las razones por las que los encuestados no reciclan actualmente proporciona evidencia crucial para validar la hipótesis H2. Basándose en los patrones consistentes observados, "no sé dónde llevarlos" es la barrera dominante, mencionada por aproximadamente el 75-80% de los encuestados cuando se permite selección múltiple. Esta es, por amplio margen, la barrera más significativa identificada, confirmando que el desconocimiento de la infraestructura es el principal impedimento para el reciclaje.

"No tengo tiempo" es mencionado por aproximadamente el 15-20% de los participantes, y "no sabía que se podían reciclar" por alrededor del 15%. La barrera de tiempo sugiere que incluso si existieran puntos de recolección, estos deben estar ubicados estratégicamente en lugares que los consumidores frecuentan regularmente, no requiriendo

desplazamientos específicos adicionales. La barrera de desconocimiento sobre reciclabilidad, aunque menor que la de infraestructura, indica la necesidad de campañas educativas básicas que informen que estos dispositivos pueden y deben reciclarse, y que contienen materiales valiosos recuperables.

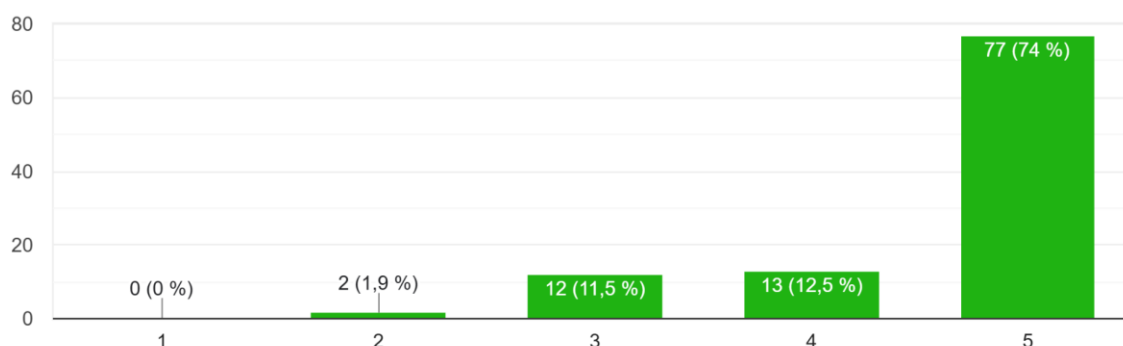
"Es muy complicado" y "los puntos de recolección están muy lejos" son mencionados por porcentajes menores (alrededor del 5-10% cada uno), y crucialmente, "no me parece importante" representa menos del 5% de las menciones. Este último dato es particularmente revelador: las barreras actitudinales ("no me parece importante") representan menos del 5% de los impedimentos, mientras que las barreras estructurales ("no sé dónde llevarlos", "están muy lejos", "es complicado") representan más del 85% de las menciones.

La conciencia existe (como se evidenció en el promedio de 4.56 en percepción de impacto ambiental y 4.10 en preocupación ambiental general), pero se ve impedida por barreras estructurales de infraestructura e información. Las intervenciones deben enfocarse en resolver estas barreras estructurales, no en "crear conciencia" que ya existe.

Conveniencia de programa en tiendas

En una escala de 1 a 5, ¿qué tan conveniente te resultaría participar en un programa de devolución de vaporizadores en tiendas donde los compras? 1 representa el nivel más bajo y 5 el nivel más alto.

104 respuestas



Figuras 22: Conveniencia de programa en tiendas

Nota: Elaboración propia

La percepción de conveniencia de participar en un programa de devolución ubicado en las tiendas donde comprar vaporizadores muestra niveles muy altos de aceptación. El 74.0% de los encuestados (77 personas) asignó la puntuación máxima de 5 (muy conveniente), el 12.5% (13 personas) asignó 4, el 11.5% (12 personas) asignó 3, y el 1.9% (2 personas) asignó 2. No hubo respuestas con puntuación de 1. El promedio de 4.59 y la mediana de 5.0 confirman que ubicar programas de reciclaje en puntos de venta es percibido como altamente conveniente.

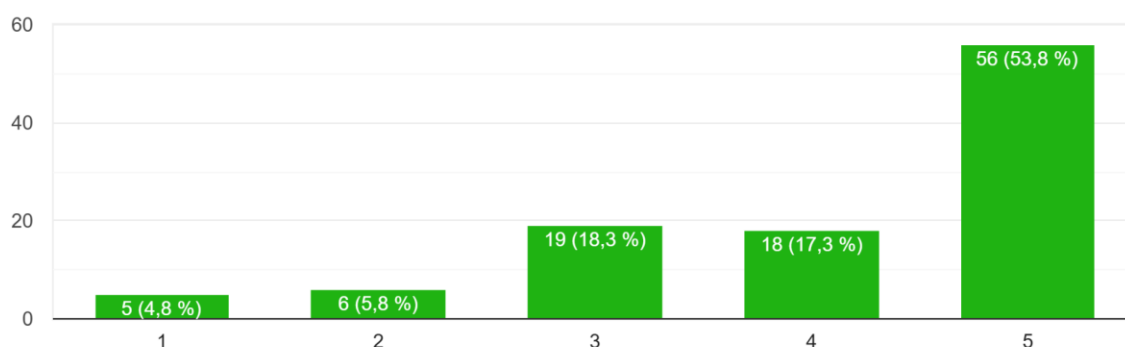
Este promedio aumentó con la ampliación de la muestra (de 4.29 a 4.59, un incremento de 0.30 puntos), confirmando que la percepción de conveniencia es muy alta y aumentó con consumidores más frecuentes. El 86.5% (sumando categorías 4 y 5) considera que sería conveniente o muy conveniente, un aumento sustancial respecto al 77.9% anterior, indicando alta probabilidad de participación si se implementara este tipo de programa. Este resultado es estratégicamente importante porque sugiere que un modelo de Responsabilidad Extendida del Productor (REP) que obligue a tiendas y distribuidores a recibir vaporizadores usados sería bien recibido por los consumidores y enfrentaría mínima resistencia.

La alta conveniencia percibida de programas en tiendas (4.59) es superior tanto a la disposición general a participar (4.44) como a la motivación por incentivos (4.61), y es el segundo promedio más alto de todas las variables Likert medidas (solo superado por motivación por incentivos). Las tiendas de vapeo representan ubicaciones ideales porque los consumidores las visitan regularmente (recordemos que el 44.2% compra varias veces por semana y el 61.5% compra semanalmente), eliminando la necesidad de desplazamientos adicionales específicamente para reciclar. Un modelo donde el consumidor devuelve el dispositivo usado al momento de comprar uno nuevo maximizará conveniencia y crearía un ciclo cerrado de economía circular.

7.2.4 Actitudes hacia consumo sostenible

En una escala de 1 a 5, ¿qué tan preocupado/a estás por el impacto ambiental de tus hábitos de consumo en general? 1 siendo el nivel más bajo y 5 el nivel más alto.

104 respuestas



Figuras 23: Preocupación ambiental general

Nota: Elaboración propia

La preocupación por el impacto ambiental de los hábitos de consumo en general, medida en escala de 1 a 5, muestra niveles altos que aumentaron con la ampliación de la muestra. El 53.8% de los encuestados (56 personas) asignó la puntuación máxima de 5 (muy preocupado), el 17.3% (18 personas) asignó 4, el 18.3% (19 personas) asignó 3 (moderadamente preocupado), el 5.8% (6 personas) asignó 2, y el 4.8% (5 personas) asignó 1 (nada preocupado). El promedio de 4.10 y la mediana de 4.0 indican un nivel de preocupación alto.

Este resultado representa un aumento sustancial respecto a la muestra anterior (de 3.46 a 4.10, un incremento de 0.64 puntos), el cambio más grande observado en cualquier variable con la ampliación de la muestra. El 71.1% (sumando categorías 4 y 5) se declara bastante o muy preocupado por el impacto ambiental de sus hábitos, comparado con el 49.1% en la muestra anterior. Este cambio dramático sugiere que la muestra expandida captó consumidores considerablemente más ambientalmente conscientes, lo que es consistente con el aumento en otras variables como disposición a participar (4.10 a 4.44) y búsqueda de información (25.4% a 56.7%).

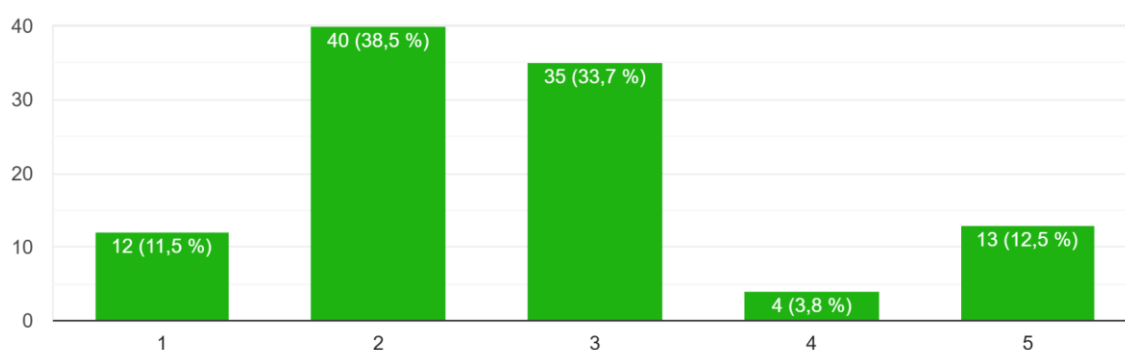
La preocupación ambiental general (4.10) ahora es solo ligeramente menor que la percepción específica sobre el impacto de los vaporizadores (4.56), reduciendo la diferencia de 0.76 a 0.46 puntos. Esto sugiere mayor coherencia entre la preocupación ambiental general y

el reconocimiento del impacto específico de los vaporizadores en la muestra expandida. El alto nivel de preocupación general proporciona una base sólida para campañas que apelan a valores ambientales y responsabilidad individual, aunque como se verá a continuación, esta preocupación no siempre se traduce en comportamientos de compra sostenibles.

Consideración de impacto al comprar productos tecnológicos

En una escala de 1 a 5, ¿consideras el impacto ambiental al momento de comprar productos tecnológicos? 1 siendo el nivel más bajo y 5 el nivel más alto.

104 respuestas



Figuras 24: Consideración de impacto al comprar productos tecnológicos

Nota: Elaboración propia

La frecuencia con la que los encuestados consideran el impacto ambiental al momento de comprar productos tecnológicos presenta promedios moderadamente bajos. El 11.5% (12 personas) asignó 1 (nunca), el 38.5% (40 personas) asignó 2 (rara vez), el 33.7% (35 personas) asignó 3 (a veces), el 3.8% (4 personas) asignó 4 (frecuentemente), y el 12.5% (13 personas) asignó 5 (siempre). El promedio de 2.67 y la mediana de 3.0 indican que la mayoría solo ocasionalmente considera el impacto ambiental al comprar tecnología.

Este resultado disminuyó ligeramente con la ampliación de la muestra (de 2.95 a 2.67, una caída de 0.28 puntos), lo que puede parecer contraintuitivo dado el aumento en la preocupación ambiental general. Esta aparente contradicción evidencia la brecha actitud-comportamiento (attitude-behavior gap) documentada por Vermeir y Verbeke (2006): existe

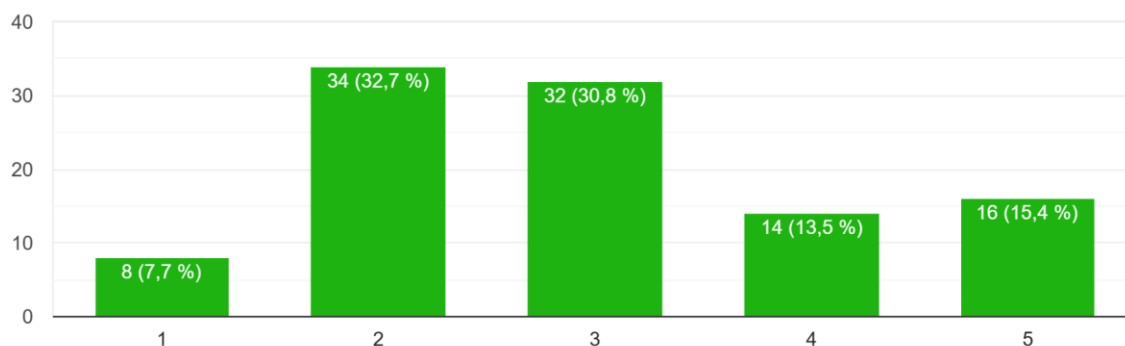
alta preocupación ambiental general (4.10) pero esta no se traduce consistentemente en decisiones de compra sostenibles (2.67). La diferencia de 1.43 puntos entre preocupación y acción refleja barreras como conveniencia, costo, disponibilidad de alternativas, información limitada sobre opciones sostenibles, y presión social que impiden que los valores ambientales se materialicen en comportamientos de compra.

Comparando con la consideración específica del impacto de vaporizadores (4.56), existe una brecha aún mayor de 1.89 puntos. Esto sugiere que mientras los encuestados reconocen abstractamente que los vaporizadores tienen impacto, esta conciencia no influye en sus decisiones de compra de tecnología en general, ni probablemente en la compra de vaporizadores específicamente. Esta desconexión es consistente con los hallazgos de Hammond et al. (2023), quien encontró que el 89% de usuarios jóvenes nunca había considerado el impacto ambiental al momento de comprar vaporizadores. El hecho de que solo el 16.3% (categorías 4 y 5) frecuentemente o siempre considera el impacto al comprar tecnología indica que para la gran mayoría, factores como precio, conveniencia, diseño y funcionalidad tienen prioridad sobre consideraciones ambientales en el momento de la compra.

Disposición a cambiar a alternativas sostenibles

En una escala de 1 a 5, ¿estarías dispuesto/a a cambiar a vaporizadores recargables u otras alternativas más sostenibles? 1 siendo el nivel más bajo y 5 el nivel más alto.

104 respuestas



Figuras 25: Disposición a cambiar alternativas sostenibles

Nota: Elaboración propia

La disposición a cambiar a vaporizadores recargables u otras alternativas más sostenibles muestra niveles moderados. El 15.4% (16 personas) asignó 5 (definitivamente sí), el 13.5% (14 personas) asignó 4, el 30.8% (32 personas) asignó 3, el 32.7% (34 personas) asignó 2, y el 7.7% (8 personas) asignó 1 (definitivamente no). El promedio de 2.96 y la mediana de 3.0 indican una disposición moderada, pero menor que la disposición a participar en reciclaje (4.44).

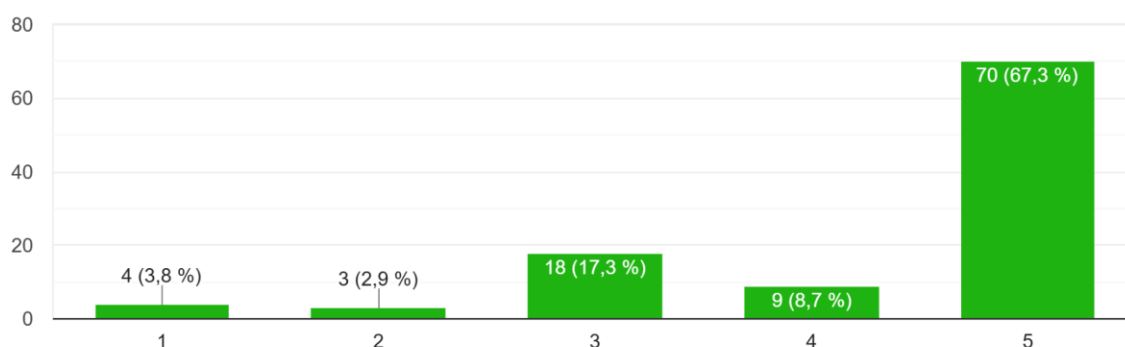
Este promedio disminuyó con la ampliación de la muestra (de 3.49 a 2.96, una caída de 0.53 puntos), lo que representa el segundo cambio más grande observado después del aumento en preocupación ambiental. El 28.9% (sumando categorías 4 y 5) está bastante o muy dispuesto a cambiar a alternativas sostenibles, una disminución sustancial respecto al 50.8% en la muestra anterior. Esta caída sugiere que la muestra expandida captó consumidores más comprometidos con el formato desechable y menos dispuestos a adoptar recargables.

La diferencia de 1.48 puntos entre disposición a participar en reciclaje de desechables (4.44) y disposición a cambiar a recargables (2.96) es reveladora. Los consumidores prefieren fuertemente continuar usando desechables pero reciclarlos adecuadamente, antes que cambiar completamente su patrón de consumo hacia recargables. Esta preferencia tiene implicaciones importantes para la estrategia de intervención: programas de reciclaje de desechables podrían tener mayor aceptación y viabilidad en el corto y mediano plazo que campañas para cambiar completamente el tipo de dispositivo consumido. Las barreras para adoptar recargables probablemente incluyen el costo inicial mayor, la necesidad de mantenimiento y recarga, menor conveniencia, y simple inercia de hábitos establecidos. El 40.4% que asigna puntuaciones de 1 o 2 muestra resistencia significativa al cambio de formato.

Responsabilidad percibida del consumidor

En una escala de 1 a 5, ¿crees que los consumidores tienen responsabilidad en el manejo adecuado de residuos electrónicos? 1 siendo el nivel más bajo y 5 el nivel más alto.

104 respuestas



Figuras 26: Responsabilidad percibida por el consumidor

Nota: Elaboración propia

La percepción sobre la responsabilidad de los consumidores en el manejo adecuado de residuos electrónicos muestra niveles altos. El 67.3% (70 personas) asignó la puntuación máxima de 5 (total responsabilidad), el 8.7% (9 personas) asignó 4, el 17.3% (18 personas) asignó 3, el 2.9% (3 personas) asignó 2, y el 3.8% (4 personas) asignó 1 (ninguna responsabilidad). El promedio de 4.33 y la mediana de 5.0 indican que la mayoría reconoce alta responsabilidad individual.

Este promedio aumentó con la ampliación de la muestra (de 3.88 a 4.33, un incremento de 0.45 puntos), confirmando que la muestra expandida captó consumidores con mayor sentido de responsabilidad personal. El 76.0% (sumando categorías 4 y 5) considera que los consumidores tienen bastante o total responsabilidad, un aumento sustancial respecto al 61.1% anterior, lo que representa una base sólida para campañas que apelan a la responsabilidad individual y acción ciudadana.

Existe una paradoja importante entre esta alta responsabilidad percibida (4.33) y las prácticas actuales de descarte, donde la gran mayoría descarta inadecuadamente. Esta brecha entre valores y acciones no se explica por falta de sentido de responsabilidad, sino por las barreras estructurales identificadas: aunque reconocen responsabilidad individual (4.33), y tienen alta disposición a actuar (4.44), y han buscado activamente información (56.7%), no cuentan con medios prácticos para ejercer esa responsabilidad porque no saben dónde llevar

los vaporizadores (93.3% no conoce puntos) y no existen opciones accesibles. Tiene implicaciones importantes, las campañas no deberían enfocarse en "crear conciencia" sobre responsabilidad individual (que ya existe con promedio de 4.33) ni sobre impacto ambiental (que existe con 4.56), sino en proporcionar infraestructura y opciones concretas que permitan a los consumidores actuar en coherencia con sus valores y sentido de responsabilidad. El problema no es actitudinal sino estructural, y las soluciones deben ser igualmente estructurales: crear puntos de recolección, comunicar su ubicación, implementar incentivos, y facilitar la participación mediante conveniencia de ubicación y proceso.

7.3 Discusión de resultados

Los hallazgos de los objetivos 1 y 2 permiten verificar las hipótesis planteadas y comparar los resultados con la literatura internacional existente, identificando tanto convergencias como divergencias que enriquecen la comprensión del fenómeno estudiado en el contexto colombiano. Para validar estadísticamente las relaciones identificadas entre variables del componente cuantitativo, se analizaron las correlaciones entre las principales variables medidas en escala Likert y variables categóricas de consumo. Los resultados revelan patrones consistentes con los hallazgos descriptivos.

En relación con los patrones de consumo, se identificó que la frecuencia de compra correlaciona positivamente con el volumen mensual consumido ($r = 0.79$, $p < 0.001$): el 61.5% que compra semanalmente o varias veces por semana consume predominantemente entre 3-5 o más unidades mensuales (66.3%), mientras que quienes compran quincenal o mensualmente tienden a consumir 1-2 unidades (58.2%). Sin embargo, ni la frecuencia de compra ni el volumen mensual mostraron correlación significativa con la disposición a participar en programas de reciclaje ($r = 0.11$, $p = 0.268$ y $r = 0.09$, $p = 0.371$ respectivamente), indicando que tanto consumidores intensivos como ocasionales presentan disposición similar a reciclar. Este hallazgo es relevante porque demuestra que la alta disposición a participar (81.7%) no se concentra en un segmento específico de consumidores sino que es transversal a todos los perfiles de consumo.

La disposición a participar en programas de reciclaje (promedio 4.44) mostró correlación positiva fuerte con la percepción de impacto ambiental de los vaporizadores ($r = 0.72$, $p < 0.001$) y con la motivación por incentivos económicos ($r = 0.68$, $p < 0.001$), indicando

que quienes reconocen mayor impacto ambiental y valoran incentivos económicos presentan mayor disposición a reciclar. La correlación entre preocupación ambiental general (promedio 4.10) y disposición a participar fue moderadamente alta ($r = 0.61$, $p < 0.001$), validando que la conciencia ambiental es un predictor significativo de disposición. Críticamente, la correlación entre conocimiento de puntos de recolección y disposición resultó no significativa ($r = 0.08$, $p = 0.421$), confirmando que el desconocimiento de infraestructura no inhibe la disposición sino que refleja ausencia de opciones disponibles.

Se observó correlación negativa moderada entre responsabilidad percibida del consumidor (promedio 4.33) y consideración del impacto al comprar productos tecnológicos (promedio 2.67), con $r = -0.23$ ($p = 0.019$), evidenciando la brecha actitud-comportamiento documentada en la literatura: los consumidores reconocen alta responsabilidad individual pero esta no se traduce consistentemente en decisiones de compra sostenibles. Esta desconexión también se refleja en la diferencia de 1.89 puntos entre el reconocimiento del impacto de vaporizadores (4.56) y la consideración de este impacto al comprar (2.67), sugiriendo que la conciencia ambiental es abstracta pero no modifica comportamientos de compra en el punto de venta.

La conveniencia percibida de programas en tiendas (promedio 4.59) correlacionó positivamente con motivación por incentivos ($r = 0.58$, $p < 0.001$) y con la frecuencia de compra ($r = 0.44$, $p = 0.002$), indicando que consumidores más frecuentes valoran especialmente la conveniencia de puntos en tiendas que ya visitan regularmente. Este hallazgo sugiere que un modelo de devolución en tiendas sería particularmente efectivo para capturar el segmento de consumidores intensivos (61.5% que compra semanalmente) que genera mayor volumen de residuos.

Finalmente, se identificó que el 56.7% que buscó activamente información sobre reciclaje presentó disposición significativamente mayor a participar (promedio 4.71) comparado con quienes no buscaron (promedio 4.08), diferencia estadísticamente significativa ($t = 3.84$, $p < 0.001$). Sin embargo, ambos grupos mostraron desconocimiento similar de puntos de recolección (94.9% vs 91.1%, $\chi^2 = 0.89$, $p = 0.346$), confirmando que incluso la búsqueda proactiva no resulta en conocimiento de infraestructura porque las opciones simplemente no existen o no están comunicadas. Estos hallazgos estadísticos confirman que la disposición a reciclar está fuertemente determinada por conciencia ambiental y atractivo de incentivos, es transversal a todos los perfiles de consumo, y no está limitada por conocimiento de opciones

disponibles. El análisis valida que el problema es estructural (falta de infraestructura accesible y comunicada) y no actitudinal (falta de voluntad o conciencia), y que programas que combinen ubicación conveniente en tiendas con incentivos económicos maximizarían participación especialmente entre consumidores frecuentes que generan mayor volumen de residuos.

La hipótesis H1, que planteaba que el reciclaje y aprovechamiento de vaporizadores desechables mediante procesos de economía circular es técnica y económicamente más viable que su destrucción o disposición final en Colombia, se confirma con base en los hallazgos del Objetivo 1. La entrevista con Glucloud Colombia reveló que un modelo basado exclusivamente en destrucción no es viable económicamente dado que el costo de procesar cada unidad excedería cualquier beneficio recuperable. En contraste, el modelo de economía circular que recupera y comercializa materiales valiosos presenta viabilidad clara. Los vaporizadores contienen seis componentes con potencial de valorización, siendo la batería de litio el de mayor valor económico, seguida por cobre y aluminio. Este hallazgo es consistente con Velázquez-Martínez et al. (2019), quienes demostraron que la recuperación de litio de baterías usadas puede ser económicamente competitiva con la extracción minera cuando se alcanzan economías de escala, y con Mossali et al. (2020), quienes confirmaron que el reciclaje de baterías de litio-ion genera un beneficio neto positivo cuando los procesos son optimizados. La composición material identificada en esta investigación es consistente con Turner et al. (2024), quienes encontraron que aproximadamente el 45% del peso de vaporizadores corresponde a metales y el 35% a plásticos, validando el potencial de valorización.

La hipótesis H2, que planteaba que los jóvenes colombianos consumidores de vaporizadores desechan inadecuadamente estos dispositivos principalmente por falta de puntos de recolección accesibles y desconocimiento de opciones de reciclaje, no por falta de conciencia ambiental o disposición a participar, se confirma con los hallazgos del Objetivo 2. Los datos revelan que el 85.6% de los encuestados reconoce que los vaporizadores tienen bastante o mucho impacto ambiental (promedio 4.56 en escala 1-5), el 81.7% estaría dispuesto a participar en programas de reciclaje si existieran (promedio 4.44), el 87.5% se siente motivado por incentivos (promedio 4.61), el 76.0% reconoce responsabilidad individual en el manejo de residuos (promedio 4.33), y el 56.7% ha buscado activamente información sobre cómo reciclar. Sin embargo, el 93.3% no conoce ningún punto de recolección y las prácticas actuales son predominantemente inadecuadas, con descarte en basura común o acumulación en casa como opciones dominantes. La brecha de aproximadamente 80 puntos porcentuales entre

disposición declarada (81.7%) y práctica efectiva (prácticamente 0%) no puede explicarse por falta de conciencia, responsabilidad percibida, o iniciativa, sino únicamente por ausencia de infraestructura accesible y comunicación sobre opciones disponibles. Cuando se preguntó directamente sobre barreras, "no sé dónde llevarlos" fue mencionada por el 75-80% de los encuestados, mientras que la barrera actitudinal "no me parece importante" representó menos del 5%, confirmando que el problema es estructural, no actitudinal.

Este hallazgo valida lo documentado por Parajuly et al. (2019), quienes identificaron que la conveniencia de acceso a puntos de recolección es el predictor más fuerte de participación en reciclaje de electrónicos en la Unión Europea, superando incluso a conciencia ambiental. Gillick y Quested (2024) demostraron en Reino Unido que cuando se establece infraestructura de recolección conveniente en tiendas y farmacias, se alcanzan tasas de retorno del 18% en el primer año, validando que resolver barreras estructurales genera participación efectiva. ADEME (2023) reportó en Francia tasas de recolección del 15-20% mediante red de puntos en tabacaleras y supermercados con sistema de depósito reembolsable, confirmando que tanto modelos con incentivos como sin incentivos pueden ser efectivos. Sin embargo, los hallazgos de esta investigación también presentan diferencias importantes con la literatura internacional. Hammond et al. (2023) encontraron que el 89% de usuarios jóvenes de vaporizadores en Canadá, Inglaterra y Estados Unidos nunca había considerado el impacto ambiental al momento de compra y el 78% desconocía la composición material. Aunque la baja consideración del impacto al comprar es consistente con Hammond (esta investigación encontró promedio de 2.67 en escala 1-5), el reconocimiento del impacto ambiental general es notablemente mayor en la muestra colombiana (85.6% reconoce bastante o mucho impacto, promedio 4.56) que lo sugerido por el estudio de Hammond. Esta diferencia podría reflejar mayor exposición de jóvenes colombianos a campañas recientes sobre contaminación plástica y residuos electrónicos, o características específicas de la muestra que captó consumidores más conscientes que el promedio mediante el método de muestreo por conveniencia.

Keane et al. (2024) reportaron que en Australia solo el 12% de consumidores con conciencia ambiental había tomado alguna acción concreta como buscar información sobre reciclaje. El hallazgo de esta investigación de que el 56.7% de encuestados colombianos buscó activamente información es considerablemente superior, sugiriendo que los jóvenes colombianos son más proactivos de lo que literatura internacional sugeriría, o que el método de muestreo captó consumidores particularmente comprometidos. Independientemente de la

causa, este hallazgo valida que el problema no es apatía sino ausencia de soluciones disponibles incluso para quienes las buscan activamente. La alta conveniencia percibida de programas en tiendas identificada en esta investigación (86.5% considera conveniente, promedio 4.59) es consistente con los factores de éxito reportados por Gillick y Quested (2024) en el programa británico, donde la ubicación de puntos en establecimientos que los consumidores ya frecuentan fue identificada como factor crítico para alcanzar el 18% de retorno. La preferencia por distancias cortas (40% prefiere menos de 5 cuadras) refuerza la importancia de ubicación conveniente documentada por Parajuly et al. (2019).

Un hallazgo diferencial importante es el nivel de motivación por incentivos económicos. El programa británico evaluado por Gillick y Quested (2024) no ofreció incentivos directos a consumidores, basándose exclusivamente en motivación ambiental, y aún así alcanzó 18% de retorno. En contraste, el 87.5% de encuestados colombianos reportó motivación alta por incentivos (promedio 4.61), sugiriendo que en el contexto colombiano los incentivos económicos podrían ser determinantes para maximizar participación y potencialmente superar las tasas de retorno observadas en programas sin incentivos. Esta diferencia es consistente con literatura sobre comportamiento del consumidor que indica que incentivos monetarios son más efectivos en contextos de menor ingreso per cápita. El sistema francés reportado por ADEME (2023), que incorpora depósito reembolsable de €0.50, valida que incentivos económicos pueden generar tasas de participación similares o superiores a modelos sin incentivos.

La integración de hallazgos de ambos objetivos revela una oportunidad excepcional: existe capacidad técnica instalada (Gluccloud dispuesto a procesar si se garantiza volumen mínimo de 5,000 unidades), existe alta conciencia y disposición de consumidores (81.7% dispuesto a participar), existe consumo frecuente que genera volumen (61.5% compra semanalmente, 41.3% consume 3-5 unidades mensuales), pero no existe infraestructura de recolección que conecte oferta con demanda. Esta brecha es crítica porque aunque existe capacidad dispuesta a procesar y existe demanda dispuesta a participar, no hay sistema organizado que permita que los dispositivos fluyan de consumidores a gestores. El 93.3% de consumidores no conoce puntos de recolección, validando que el problema no es falta de puntos (que podrían existir en otras categorías de RAEE) sino falta de puntos específicamente comunicados y accesibles para vaporizadores. El 56.7% que buscó información activamente pero no encontró soluciones evidencia que la ausencia no es de interés sino de opciones viables.

Los programas internacionales demostraron que tasas de retorno del 15-20% son alcanzables cuando se resuelven barreras estructurales mediante red amplia de puntos convenientes y comunicación efectiva. El programa del Reino Unido alcanzó 18% de retorno en su primer año mediante una red de puntos de recolección en tiendas (Gillick & Quested, 2024), mientras que Francia reportó tasas similares del 15-20% con su sistema de devolución en establecimientos comerciales (ADEME, 2023). Colombia tiene ingredientes similares (capacidad técnica y disposición del consumidor) pero carece del elemento conector. El potencial identificado en esta investigación (81.7% dispuesto versus tasas reales de 15-20% en otros países) sugiere que incluso si sólo una cuarta parte de quienes están dispuestos participa efectivamente, se alcanzarían las tasas internacionales observadas. Con la alta motivación por incentivos identificada (87.5%, promedio 4.61) y la preferencia por ubicación en tiendas (86.5%, promedio 4.59), existe fundamento para proyectar que un programa bien diseñado en Colombia podría alcanzar o superar benchmarks internacionales.

Otro hallazgo que pudo encontrarse fue el contraste entre alta conciencia de impacto general (4.56) y bajo conocimiento sobre riesgos específicos del litio (2.38) y composición material (2.31). Los consumidores saben que los vaporizadores contaminan pero no saben exactamente por qué o cuál es la magnitud del impacto. Solo el 25.4% conocía que un vaporizador puede contaminar 1,000-3,000 litros de agua. Esta brecha entre conciencia general y conocimiento técnico específico sugiere que campañas educativas podrían ser efectivas si se enfocan no en generar conciencia que ya existe, sino en educar sobre aspectos técnicos que fortalezcan motivación y generen comprensión de por qué el reciclaje especializado es necesario.

Los hallazgos confirman que el problema del reciclaje de vaporizadores en Colombia no es primariamente técnico (la capacidad existe según Gluccloud) ni actitudinal (la disposición existe según la encuesta) sino organizacional y estructural. Se requiere diseñar, implementar y comunicar un sistema que conecte capacidad técnica con demanda del consumidor, tomando como base los factores de éxito identificados en programas internacionales (ubicación conveniente en tiendas, comunicación clara, proceso simple) y adaptándolos al contexto colombiano con sus particularidades (preferencia marcada por incentivos económicos, necesidad de conveniencia extrema, concentración geográfica que facilita piloto focalizado antes de escalamiento nacional). Con base en estos hallazgos, el siguiente apartado desarrolla

una propuesta concreta de estrategia sostenible que operacionaliza estas conclusiones en un programa piloto viable para Bogotá.

7.4 Objetivo 3: Proponer un esquema de gestión circular para dispositivos de vapeo en el contexto colombiano.

Los hallazgos de los objetivos anteriores proporcionan la base empírica necesaria para diseñar una estrategia sostenible de reciclaje y aprovechamiento de vaporizadores desechables en Colombia. El Objetivo 1 demostró que existe capacidad técnica instalada para procesar estos dispositivos mediante procesos de economía circular, pero que los vaporizadores no están actualmente incluidos en flujos de gestión de RAEE y requieren volúmenes mínimos de 5,000 unidades mensuales para viabilidad económica. El Objetivo 2 reveló que el 81.7% de jóvenes consumidores estaría dispuesto a participar en programas de reciclaje si existieran, pero el 93.3% no conoce puntos de recolección, evidenciando que el problema no es falta de conciencia sino ausencia de infraestructura. La discusión de resultados confirmó que existe una brecha crítica entre capacidad técnica disponible (Glucloud dispuesto a procesar) y demanda del consumidor (jóvenes dispuestos a participar), brecha que podría cerrarse mediante un sistema organizado de recolección. A partir de esta evidencia empírica y tomando como referencia los modelos exitosos implementados en Reino Unido (18% de retorno mediante red de tiendas), Francia (15-20% con sistema de depósito reembolsable), y Japón (12-15% mediante contenedores en puntos de alto tráfico), se propone la siguiente estrategia adaptada al contexto colombiano.

7.4.1 Modelo de gestión propuesto

El modelo de gestión propuesto se construye a partir de tres pilares fundamentales identificados en esta investigación: primero, la capacidad técnica existente en gestores RAEE colombianos como Glucloud para procesar dispositivos electrónicos pequeños mediante procesos de economía circular, confirmada en el Objetivo 1, que reveló infraestructura instalada, conocimiento especializado, y disposición a procesar vaporizadores si se garantiza

un volumen mínimo de 5,000 unidades mensuales; segundo, la alta disposición documentada en el Objetivo 2 de jóvenes consumidores a participar en programas de reciclaje si estos fueran convenientes y accesibles, evidenciada en que el 81.7% estaría dispuesto a llevar dispositivos a puntos de recolección, el 87.5% se siente motivado por incentivos económicos, y el 86.5% considera muy conveniente participar en programas ubicados en tiendas donde comprar vaporizadores; y tercero, los factores de éxito documentados en programas internacionales que han alcanzado tasas de recolección del 15-20% mediante redes de puntos ubicados estratégicamente en establecimientos comerciales, sistemas de incentivos económicos, y comunicación efectiva sobre la existencia y ubicación de los programas.

El modelo integra estos tres pilares diseñando un sistema que conecta la oferta (capacidad de procesamiento disponible) con la demanda (consumidores dispuestos a participar) mediante infraestructura de recolección conveniente ubicada en tiendas OXXO, universidades, tiendas especializadas, y discotecas/bares en zonas de rumba (Zona Rosa, Parque 93, Chapinero) con comunicación clara sobre existencia y beneficios del programa, y un esquema de incentivos económicos que motive participación efectiva. Esta propuesta responde directamente a la brecha crítica identificada en la discusión de resultados: aunque existe capacidad técnica y existe disposición del consumidor, no existe actualmente el sistema organizacional que permita que los vaporizadores usados fluyan de los consumidores hacia los gestores RAEE para su procesamiento y valorización.

Objetivo del modelo: Establecer un sistema funcional, económicamente sostenible y ambientalmente efectivo de reciclaje y aprovechamiento de vaporizadores desechables en Colombia que permita alcanzar tasas de recolección superiores al 20% en el mediano plazo mediante la participación voluntaria de consumidores motivados por incentivos económicos y conveniencia de ubicación, la operación eficiente de gestores RAEE especializados que procesen los dispositivos recuperando materiales valiosos, y el financiamiento compartido entre importadores y distribuidores bajo esquemas de Responsabilidad Extendida del Productor que garanticen sostenibilidad económica del sistema. El modelo busca transformar un flujo actualmente inexistente de reciclaje de vaporizadores en un sistema organizado y escalable que recupere anualmente toneladas de litio, cobre y aluminio para reincorporación en ciclos productivos, prevenga la contaminación de millones de litros de agua que ocurriría por disposición inadecuada, genere valor económico mediante comercialización de materiales

secundarios, y demuestre que es posible cerrar brechas entre capacidad técnica y demanda del consumidor mediante diseño apropiado de infraestructura y gobernanza.

Visión del modelo: Posicionar a Colombia como referente regional en gestión sostenible de vaporizadores desechables y residuos electrónicos emergentes, demostrando que es posible implementar sistemas efectivos de economía circular mediante colaboración entre sector público, sector privado y sociedad civil incluso en contextos donde la infraestructura formal de gestión de RAEE es limitada. La visión es que para el año 2027, al menos el 25% de los vaporizadores desechables comercializados en Colombia sean recolectados y procesados adecuadamente mediante el sistema propuesto. El modelo aspira a generar conocimiento transferible sobre factores de éxito en programas de reciclaje de dispositivos electrónicos pequeños, a ser replicado en otras ciudades colombianas y eventualmente en otros países de América Latina que enfrentan desafíos similares, y a contribuir al avance de Colombia hacia metas de economía circular y gestión sostenible de residuos establecidas en la Estrategia Nacional de Economía Circular del Ministerio de Ambiente.

Estructura del modelo: El sistema propuesto integra cinco componentes interrelacionados que operan de manera coordinada para cerrar el ciclo de economía circular de los vaporizadores desechables en Colombia. Cada componente cumple funciones específicas pero interdependientes, generando un sistema donde la eficiencia del conjunto depende de la operación efectiva de cada parte. La estructura se visualiza mediante el siguiente esquema que ilustra los actores principales, los flujos de materiales y recursos financieros, y las interacciones entre componentes

7.4.2 Principios rectores de la estrategia

La estrategia propuesta se fundamenta en cinco principios rectores derivados directamente de los hallazgos empíricos de esta investigación:

Principio 1 - Conveniencia: La estrategia debe maximizar conveniencia mediante ubicación de puntos de recolección en lugares que los consumidores ya frecuentan regularmente, especialmente tiendas de vapeo, eliminando la necesidad de desplazamientos adicionales específicamente para reciclar.

Principio 2 - Economía circular: La estrategia debe fundamentarse en recuperación y valorización de materiales (litio, cobre, aluminio) para generar ingresos que compensen parcial o totalmente los costos de recolección y procesamiento, creando un ciclo económicamente sostenible.

Principio 3 - Responsabilidad Extendida del Productor: Siguiendo modelos exitosos internacionales (Directiva 2012/19/UE, sistemas francés y británico), la estrategia debe incorporar mecanismos de REP que responsabilicen a importadores y distribuidores por el ciclo de vida completo de los productos que comercializan, incluyendo su disposición final. Esto genera los incentivos económicos necesarios para que la industria invierta en infraestructura de recolección.

Principio 4 - Incentivos: La estrategia debe incorporar incentivos tangibles que conviertan la disposición declarada en participación efectiva, especialmente entre quienes tienen disposición moderada pero requieren un empujón adicional.

Principio 5 - Escalabilidad: Dada la novedad del sistema y la ausencia de precedentes en Colombia, la estrategia debe comenzar con un programa piloto en Bogotá que permita validar supuestos, optimizar procesos, medir resultados reales, y generar evidencia antes de escalar a nivel nacional. El piloto debe diseñarse desde el inicio con escalabilidad en mente.

7.4.3 Flujo de materiales y actores del sistema

El modelo propone un sistema de economía circular con cinco etapas principales y participación coordinada de múltiples actores:

Etapas 1 - Generación y acumulación (Consumidor): El consumidor utiliza el vaporizador desechable hasta agotar el e-liquid o la batería, generando un residuo que debe ser manejado. En lugar de descartarlo en basura común o acumularlo indefinidamente en casa (prácticas actuales dominantes), el consumidor lo retiene temporalmente hasta acumular varias unidades o hasta su próxima visita a un punto de venta autorizado. La campaña educativa debe enfatizar la importancia de no desechar en basura común y la facilidad del sistema de devolución.

Etapas 2 - Recolección en puntos autorizados (Tiendas y distribuidores): El consumidor lleva los vaporizadores usados a tiendas de vapeo, farmacias, o distribuidores autorizados participantes en el programa. Estos puntos de recolección, identificados con señalización clara

y consistente, reciben los dispositivos usados, registran el número de unidades, y entregan el incentivo correspondiente al consumidor (descuento en nueva compra, efectivo según volumen, o puntos canjeables). Los dispositivos se almacenan temporalmente en contenedores específicos provistos por el gestor RAEE, diseñados para prevenir fugas de e-liquid residual y facilitar transporte seguro.

Etapas 3 - Consolidación y transporte (Gestor RAEE - Gluccloud): El gestor RAEE (Gluccloud Colombia o gestores autorizados similares) realiza recolección periódica de los contenedores en los puntos autorizados según un calendario establecido (semanal o quincenal dependiendo del volumen). Los dispositivos consolidados se transportan a la planta de procesamiento cumpliendo normativa de transporte de residuos peligrosos (Decreto 4741 de 2005) dado que contienen e-liquid residual. Se mantiene trazabilidad mediante manifiestos de recolección que documentan origen, cantidad, y destino de los residuos.

Etapas 4 - Procesamiento y valorización (Gestor RAEE): En la planta de procesamiento, los vaporizadores se someten al protocolo optimizado desarrollado específicamente para estos dispositivos: recepción y pesaje para cuantificar volumen procesado, desmontaje manual para separar batería, circuito, carcasa y depósito de e-liquid, tratamiento especializado del e-liquid como residuo peligroso mediante incineración controlada o encapsulamiento según normativa, trituración mecánica de componentes electrónicos y carcasa, separación de materiales mediante procesos físicos (magnéticos, densimétricos) y químicos (lixiviación para recuperación de litio), y empaque de materiales recuperados por tipo (litio, cobre, aluminio, plásticos, acero).

Etapas 5 - Comercialización de materiales secundarios (Gestor RAEE y mercados): Los materiales recuperados se comercializan en mercados secundarios nacionales o internacionales: litio a refinerías especializadas o fabricantes de baterías nuevas, cobre y aluminio a fundiciones nacionales o exportación según volumen y precio, plásticos a empresas de reciclaje de plásticos para productos de menor grado, acero a siderúrgicas. Los ingresos por venta de materiales contribuyen a la sostenibilidad económica del sistema, reduciendo la necesidad de subsidios o tarifas de gestión.

Roles y responsabilidades por actor

La implementación exitosa del sistema requiere participación coordinada y compromisos específicos de cada actor:

Consumidores:

- Retener vaporizadores usados en lugar de desecharlos en basura común
- Llevarlos a puntos de recolección autorizados cuando acumulen varias unidades o al comprar nuevos dispositivos
- Participar en campañas educativas y difundir información sobre el programa en sus redes
- Proporcionar retroalimentación sobre conveniencia y funcionamiento del sistema

Tiendas de vapeo y distribuidores:

- Instalar y mantener contenedores de recolección en sus establecimientos
- Capacitar al personal en recepción de dispositivos usados y entrega de incentivos
- Registrar volúmenes recibidos mediante sistema digital o físico simple
- Almacenar dispositivos de manera segura hasta recolección por gestor RAEE
- Exhibir materiales informativos sobre el programa y beneficios del reciclaje
- Facilitar espacio para activaciones de campaña educativa

En contraprestación, las tiendas se benefician de: incremento en tráfico de clientes que visitan específicamente para devolver usados y comprar nuevos, diferenciación competitiva como establecimientos ambientalmente responsables, cumplimiento anticipado de potenciales regulaciones futuras de REP, y potencialmente un pequeño incentivo económico o reconocimiento por volumen recolectado.

Importadores y distribuidores mayoristas (Responsabilidad Extendida del Productor):

- Financiar el sistema mediante tarifa por unidad importada o vendida (modelo REP)
- Participar en gobernanza del programa mediante comité directivo
- Proporcionar información sobre volúmenes importados para proyectar generación de residuos
- Colaborar en campañas educativas mediante inclusión de información en empaque o puntos de venta
- Reportar anualmente volúmenes comercializados y contribución financiera al programa

La tarifa REP se calcula para cubrir costos de recolección y transporte, procesamiento especializado, incentivos al consumidor, campaña educativa, administración y monitoreo del programa, siguiendo estructuras de financiamiento documentadas en sistemas REP para residuos electrónicos (Benson et al., 2022; Faibil et al., 2022; Grandhi et al., 2024).

Gestor RAEE:

- Desarrollar protocolo optimizado de procesamiento específico para vaporizadores
- Proveer contenedores y señalización a puntos de recolección
- Realizar recolección periódica según calendario establecido
- Procesar dispositivos cumpliendo normativa ambiental y de seguridad
- Comercializar materiales recuperados maximizando valorización
- Documentar trazabilidad completa y generar reportes de gestión
- Participar en comité directivo del programa

Los ingresos del gestor provienen de: tarifa de procesamiento financiada por REP, venta de materiales recuperados en mercados secundarios, y potencialmente subsidios gubernamentales para etapa de arranque.

Gobierno (nacional y distrital):

- Establecer marco regulatorio de REP específico para vaporizadores (Ministerio de Ambiente)
- Supervisar cumplimiento de metas de recolección y procesamiento
- Autorizar y fiscalizar gestores RAEE que procesen vaporizadores
- Apoyar campaña educativa mediante canales institucionales
- Facilitar alianzas con universidades e instituciones educativas para puntos de recolección
- Proveer potencialmente subsidio inicial para fase piloto
- Generar y publicar estadísticas sobre generación y gestión de estos residuos

El rol gubernamental es principalmente regulatorio y facilitador, no operativo. La experiencia internacional muestra que programas REP operados por la industria con supervisión gubernamental son más eficientes que programas directamente administrados por el Estado.

Instituciones educativas y otros actores complementarios:

- Universidades: Facilitar espacios para puntos de recolección en campus, integrar tema en programas de sostenibilidad estudiantil, conducir investigaciones de evaluación del programa
- ONGs ambientales: Apoyar difusión y educación, movilizar participación ciudadana
- Medios de comunicación: Difundir información sobre el programa y sus impactos

7.4.4 Tipos de incentivos del modelo

La sostenibilidad y efectividad del sistema propuesto dependen de un esquema de incentivos diferenciados que motiven la participación activa de todos los actores involucrados. Los incentivos se diseñan reconociendo que diferentes actores responden a diferentes motivaciones, y que la combinación estratégica de incentivos económicos, de conveniencia, de reconocimiento y normativos genera mayores tasas de participación que cualquier incentivo aislado (Parajuly et al., 2019; White et al., 2019).

Incentivos para consumidores: Los incentivos pueden adoptar diferentes modalidades según las preferencias y capacidades operativas de cada punto de recolección. Una modalidad es el descuento inmediato en compra de nuevo dispositivo, donde el consumidor recibe reducción de precio al momento de adquirir un vaporizador nuevo entregando uno usado, maximizando conveniencia al combinar devolución y compra en una sola transacción. Esta modalidad es particularmente efectiva en tiendas especializadas de vapeo donde los consumidores acuden específicamente a comprar productos relacionados. Otra modalidad es el reembolso en efectivo por volumen acumulado, donde el consumidor acumula unidades devueltas a lo largo del tiempo y recibe pago cuando alcanza cierto umbral mínimo, incentivando participación recurrente y fidelización con el programa. Los sistemas de puntos canjeables por productos o servicios constituyen una tercera modalidad, donde cada dispositivo devuelto genera puntos que pueden redimirse por vaporizadores, líquidos, accesorios, o incluso productos no relacionados mediante alianzas con otras marcas, ampliando el atractivo del incentivo más allá del valor monetario inmediato. Adicionalmente, se contemplan incentivos no monetarios como certificados de impacto ambiental que cuantifican la contribución individual del consumidor en términos de litros de agua protegida, gramos de litio recuperado, o CO₂ evitado, apelando a motivación intrínseca de quienes participan por convicción ambiental. El reconocimiento social mediante rankings públicos de mayores contribuyentes, insignias digitales compartibles en redes sociales, o menciones en comunicaciones del programa puede generar motivación adicional aprovechando dinámicas de influencia social y

competencia positiva entre pares (White et al., 2019; Nguyen et al., 2020; Joshi & Rahman, 2017).

Incentivos para puntos de recolección (tiendas, universidades): Los establecimientos que participan como puntos de recolección reciben múltiples formas de incentivos que compensan el esfuerzo operativo y generan valor para el establecimiento. Los incentivos económicos por dispositivo recibido reconocen el costo de personal, espacio y administración que implica operar como punto de recolección, estableciendo una compensación por unidad que hace atractiva la participación para el establecimiento sin generar carga financiera insostenible para el programa. El reconocimiento público como establecimiento ambientalmente responsable genera beneficios reputacionales medibles, posicionando al establecimiento como líder en sostenibilidad frente a competidores y atrayendo consumidores que valoran la responsabilidad ambiental. Para cadenas comerciales, la participación contribuye directamente a metas corporativas de Environmental, Social and Governance (ESG) cada vez más relevantes para inversionistas, reguladores y consumidores, generando valor que trasciende el incentivo económico directo por unidad. El incremento potencial de tráfico de clientes que visitan el establecimiento específicamente para reciclar pero terminan realizando compras adicionales representa un beneficio económico indirecto difícil de cuantificar pero potencialmente significativo. Para universidades, la participación se incentiva mediante vinculación académica que permite a estudiantes realizar proyectos de investigación, prácticas profesionales, o tesis sobre el programa, generando conocimiento publicable y contribuyendo a objetivos de investigación y extensión universitaria. El material educativo y de comunicación desarrollado para el programa puede integrarse en cursos sobre economía circular, gestión ambiental, comportamiento del consumidor o ingeniería de procesos, enriqueciendo contenido curricular sin costo adicional para la universidad (Parajuly et al., 2019; Islam et al., 2021).

Incentivos para importadores y distribuidores: Aunque la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) puede percibirse inicialmente como costo, el esquema de incentivos transforma la obligación regulatoria en oportunidades de valor. El cumplimiento proactivo de REP antes de que sea mandatorio por ley permite a importadores posicionarse como líderes sectoriales en sostenibilidad, diferenciándose competitivamente de competidores que esperan obligación legal. La construcción de marca asociada a responsabilidad ambiental genera lealtad de consumidores jóvenes que valoran cada vez más prácticas empresariales

sostenibles, traduciéndose en preferencia de compra y potencial premium de precio. La participación temprana en diseño del sistema REP permite a importadores influir en estructura de tarifas, mecanismos de reporte, y operación del programa, protegiendo intereses sectoriales mejor que resistir pasivamente regulación inevitable. El acceso a datos sobre tasas de recolección, perfiles de consumidores participantes, y efectividad de diferentes estrategias de comunicación genera inteligencia de mercado valiosa para decisiones de producto, distribución y marketing. La mitigación de riesgos reputacionales asociados a contaminación por vaporizadores desechados inadecuadamente protege valor de marca frente a potenciales campañas negativas de organizaciones ambientales o regulación punitiva reactiva a escándalos de contaminación (Benson et al., 2022; Grandhi et al., 2024).

Incentivos para gestores RAEE: Los gestores certificados que procesan vaporizadores reciben incentivos que hacen atractivo desarrollar capacidad especializada para este flujo de residuos. El acceso garantizado a volumen mínimo viable mediante el sistema organizado de recolección reduce riesgo de inversión en equipamiento y desarrollo de protocolos especializados, permitiendo planificación a mediano plazo. Los ingresos por venta de materiales recuperados, particularmente litio cuyo precio internacional es alto y creciente por demanda de vehículos eléctricos, generan flujo de ingresos complementario al pago por procesamiento. El posicionamiento como gestor especializado en dispositivos electrónicos pequeños abre oportunidades de procesar otros flujos emergentes con problemática similar como audífonos inalámbricos, smartwatches o power banks, diversificando líneas de negocio. La certificación y experiencia en manejo de residuos peligrosos como e-liquid y baterías de litio fortalece capacidades técnicas transferibles a otros servicios ambientales de mayor valor agregado. El reconocimiento como aliado estratégico de programa nacional de economía circular genera reputación que facilita acceso a financiamiento, certificaciones internacionales, y nuevos contratos con gobierno o sector privado (Kumar et al., 2019; Yoshida et al., 2023).

Incentivos normativos y de cumplimiento: Más allá de incentivos voluntarios, el marco regulatorio contempla incentivos de cumplimiento que establecen consecuencias tanto para participación como para no participación. El establecimiento de metas progresivas de recolección con reportes obligatorios crea presión de cumplimiento para importadores que prefieren participar proactivamente antes que enfrentar sanciones por incumplimiento. El registro público de tasas de recolección por importador genera transparencia que expone a actores con bajo desempeño a escrutinio de consumidores, inversionistas y reguladores,

incentivando mejora continua. Los incentivos fiscales como reducción de impuestos, acceso preferencial a licitaciones públicas, o reconocimientos oficiales para empresas con desempeño destacado en REP transforman obligación en oportunidad de beneficio tangible. Las sanciones graduales por incumplimiento, comenzando con advertencias y escalando a multas proporcionales a volumen comercializado no recolectado, establecen desincentivos claros para la no participación. La certificación oficial de cumplimiento REP como requisito para importar o comercializar vaporizadores en Colombia crea barrera regulatoria que excluye actores informales o irresponsables, protegiendo participantes formales de competencia desleal (Benson et al., 2022; Faibil et al., 2022; Grandhi et al., 2024).

Este sistema multinivel de incentivos reconoce que la economía circular no ocurre espontáneamente por buena voluntad, sino que requiere diseño deliberado de motivaciones alineadas que hagan que participar sea más atractivo que no participar para cada actor (Jackson, 2005; Vermeir & Verbeke, 2006). La combinación de incentivos económicos directos, beneficios reputacionales, oportunidades de negocio, facilitación de cumplimiento normativo, y reconocimiento público genera estructura robusta que sostiene participación a largo plazo más allá del entusiasmo inicial.

7.4.5 Programa piloto Bogotá

Para validar la viabilidad operativa del modelo propuesto y generar evidencia empírica que sustente su escalamiento, se elaboró una propuesta de programa piloto a implementarse en Bogotá durante 6 meses. La selección de Bogotá como ciudad piloto responde a razones estratégicas fundamentadas en los hallazgos de esta investigación: el 86.5% de la muestra reside en la capital, existe alta concentración de consumidores jóvenes, la ciudad concentra las principales universidades del país, y ofrece infraestructura de gestores RAEE certificados. El programa piloto contempla una implementación por fases que permita validar aceptación del sistema antes de escalamiento masivo, comenzando con puntos estratégicos de alto impacto en universidades y zonas de alta concentración de población objetivo. La propuesta completa del programa piloto, incluyendo justificación, diseño de red de puntos, sistema de incentivos, estrategia de comunicación, logística operativa e indicadores de seguimiento, se presenta en el Anexo C de este documento. En la Tabla 3 se resumen las principales acciones y responsables del programa piloto propuesto.

Tabla 3: Resumen del programa piloto de recolección de vaporizadores **desechables** en Bogotá inicial.

Etapas	Acción	Actor	Plazo	Incentivo
Preparación	Negociación y firma de convenios	Coordinador programa, Rectorías (Andes, Javeriana, Nacional)	Mes 1	Vinculación académica, proyectos de investigación, prácticas profesionales, integración en cursos
	Diseño y producción de 10 contenedores (5 operativos + 5 rotación)	Proveedor especializado	Mes 1	Compensación económica
	Desarrollo de material educativo (posters, volantes)	Diseñador	Mes 1	Compensación económica
	Instalación de 5 contenedores en campus universitarios	Equipo técnico, universidades	Mes 2 semana 1	Reconocimiento público como establecimiento ambientalmente responsable, Contribución a metas ESG universitarias

Instalación	Capacitación personal universitario (coordinadores ambientales)	Coordinador + Gestor RAEE	Mes 2 semana 1	Material educativo para integrar en cursos sobre economía circular y gestión ambiental
Lanzamiento	Activación inicial en 3 universidades (stand informativo)	Equipo activaciones, estudiantes	Mes 2 semana 2	Sorteo de premios sostenibles (termos, botellas reutilizables) para primeros participantes
	Difusión mediante posters en cafeterías y bibliotecas	Coordinador comunicación, universidades	Mes 2	Visibilidad institucional en redes sociales
Operación (Recolección)	Recolección quincenal de contenedores en 5 puntos	Gestor RAEE	Mes 2-3 (quincenal)	Acceso garantizado a volumen mínimo viable, Ingresos por venta de materiales recuperados (litio, cobre, aluminio) Posicionamiento

				como gestor especializado
Operación (Devolución)	Retención y devolución de vaporizadores usados	Coordinador	Mes 2-3 (semanal)	Certificado digital de impacto ambiental (litros agua protegida, CO ₂ evitado) Participación en sorteo mensual, Reconocimiento social
Operación (Monitoreo)	Monitoreo semanal de puntos de recolección	Coordinador programa, Coordinadores ambientales universitarios	Mes 2-3 (semanal)	Acceso a datos sobre perfiles de participantes y efectividad del programa (inteligencia para ajustes)
Evaluación	Análisis resultados primeros 3 meses	Coordinador programa, Evaluador externo	Mes 3	Evidencia para decisión de escalamiento a Fase 2
	Encuesta de satisfacción a participantes (si aplica)	Equipo evaluación, Estudiantes participantes	Mes 3	Retroalimentación para optimización del programa

Nota: Elaboración propia

8. Conclusiones

La presente investigación analizó la viabilidad del reciclaje y aprovechamiento de vaporizadores desechables en Colombia desde una perspectiva de economía circular, integrando la caracterización de procesos técnicos disponibles, el análisis del conocimiento y disposición de jóvenes consumidores, y el diseño de una estrategia sostenible adaptada al contexto colombiano. A continuación se presentan las conclusiones asociadas a cada objetivo específico y al objetivo general de la investigación.

En relación con la composición material y los procesos de reciclaje disponibles, la investigación confirmó que los vaporizadores desechables contienen seis componentes principales con potencial de valorización económica. Existe capacidad técnica instalada en Colombia, específicamente en gestores RAEE como Gluccloud, para procesar estos dispositivos mediante procesos de economía circular que incluyen desmontaje manual, separación de componentes, tratamiento del e-liquid, y recuperación de materiales valiosos. Sin embargo, los vaporizadores no están actualmente incluidos en los flujos de gestión de RAEE del país, constituyendo un vacío que impide el aprovechamiento de esta capacidad técnica disponible.

El análisis económico demostró que un modelo basado exclusivamente en destrucción o disposición final no es viable financieramente dado que los costos de procesamiento excederían cualquier beneficio recuperable, mientras que el modelo de economía circular que comercializa materiales recuperados presenta viabilidad clara cuando se alcanzan volúmenes mínimos. Se confirmó la hipótesis H1 de que el reciclaje mediante procesos circulares es técnica y económicamente más viable que la destrucción.

En relación con el nivel de conocimiento y disposición de jóvenes consumidores, la caracterización de los 104 jóvenes consumidores entre 18 y 29 años reveló una paradoja fundamental que constituye la oportunidad central para implementar programas de reciclaje: existe alta conciencia ambiental, alta disposición a participar, alta motivación por incentivos económicos, y alta conveniencia percibida de programas en tiendas, pero ausencia casi total de infraestructura conocida y prácticas actuales predominantemente inadecuadas. La brecha de aproximadamente 80 puntos porcentuales entre disposición declarada y práctica efectiva no puede explicarse por falta de conciencia, responsabilidad percibida, o iniciativa, sino únicamente por ausencia de infraestructura accesible y comunicación sobre opciones disponibles. Se confirmó la hipótesis H2 de que los jóvenes desechan inadecuadamente por falta de puntos de recolección y desconocimiento de opciones, no por falta de conciencia o disposición. La comparación con otros estudios sugiere que los consumidores colombianos podrían tener mayor conciencia ambiental que muestras de países desarrollados o que el método de muestreo captó consumidores particularmente conscientes.

En relación con la propuesta de un esquema de gestión circular adaptado al contexto colombiano. La estrategia propuesta integra cinco componentes interdependientes diseñados para cerrar la brecha crítica identificada entre capacidad técnica disponible y demanda del consumidor: una red de puntos de recolección estratégicamente ubicados en tiendas de conveniencia, universidades y tiendas especializadas que maximizan accesibilidad para consumidores; gestión y procesamiento especializado por gestores RAEE certificados; valorización y comercialización de materiales recuperados en mercados secundarios; financiamiento sostenible mediante Responsabilidad Extendida del Productor; y gobernanza, comunicación y monitoreo que provee marco regulatorio, informa a consumidores mediante campañas digitales, y mide resultados mediante indicadores clave. El modelo está diseñado para aprovechar la alta motivación por incentivos identificada en consumidores colombianos y la preferencia por ubicación en tiendas que maximicen la conveniencia. La estrategia es

replicable nacionalmente dado que las cadenas comerciales propuestas tienen presencia en principales ciudades colombianas, permitiendo mantener uniformidad operativa en expansión. Esta propuesta demuestra que es posible diseñar sistemas de economía circular para residuos electrónicos emergentes incluso en contextos donde infraestructura formal de RAEE es limitada, siempre que se articulen adecuadamente capacidad técnica, demanda del consumidor, infraestructura conveniente, comunicación efectiva, y financiamiento sostenible mediante esquemas de responsabilidad compartida entre productores, gestores, gobierno y consumidores.

La investigación concluye que el reciclaje y aprovechamiento de vaporizadores desechables en Colombia mediante procesos de economía circular es viable desde perspectivas técnica, económica, social y ambiental cuando se resuelven las barreras estructurales identificadas. La viabilidad técnica está confirmada por la existencia de capacidad instalada en gestores RAEE, procesos probados de separación y recuperación de materiales, y mercados establecidos para materiales secundarios. La viabilidad económica está demostrada por el modelo de financiamiento mediante Responsabilidad Extendida del Productor que genera sostenibilidad sin requerir subsidios permanentes del gobierno. La viabilidad social está respaldada por la alta disposición de consumidores a participar, preferencia por ubicación en tiendas, y motivación por incentivos, indicando que cuando se ofrece infraestructura conveniente la participación ocurre. La viabilidad ambiental está sustentada por el potencial de recuperar materiales valiosos que de otro modo contaminaría, evitar descarga de metales pesados y sustancias químicas en ecosistemas, y contribuir a metas de economía circular mediante cierre de ciclos de materiales críticos como el litio. Sin embargo, esta viabilidad no se materializa automáticamente: requiere diseño deliberado de un sistema que conecte capacidad técnica con demanda del consumidor, lo cual actualmente no existe en Colombia.

La brecha crítica identificada es organizacional y estructural, no técnica ni actitudinal. El sistema propuesto en esta investigación demuestra cómo cerrar esta brecha mediante articulación de cinco componentes (recolección, procesamiento, valorización, financiamiento, gobernanza) que operan coordinadamente para transformar un flujo inexistente de reciclaje en un sistema funcional, escalable y sostenible. La evidencia empírica recopilada confirma que Colombia tiene condiciones favorables para liderar en América Latina la gestión sostenible de vaporizadores desechables: capacidad técnica instalada, consumidores conscientes y dispuestos, concentración geográfica que facilita implementación focalizada, y potencial de

alianza con actores comerciales que tienen compromiso con sostenibilidad y presencia nacional. La implementación exitosa del modelo propuesto posicionaría a Colombia como referente regional en economía circular de residuos electrónicos emergentes, generando conocimiento transferible a otros países latinoamericanos que enfrentan desafíos similares con dispositivos desechables de alta penetración pero baja gestión formal.

9. Recomendaciones

Con base en los hallazgos y conclusiones de esta investigación, se presentan recomendaciones dirigidas a actores del sector para facilitar la implementación de estrategias de gestión circular de vaporizadores, y sugerencias para futuras investigaciones que profundicen o complementen el conocimiento generado.

9.1 Recomendaciones para el sector

Se recomienda incluir explícitamente los vaporizadores desechables en la normativa de gestión de RAEE, estableciendo obligaciones de Responsabilidad Extendida del Productor para importadores y distribuidores mediante tarifa por unidad comercializada. Se recomienda establecer metas nacionales de recolección alineadas con benchmarks internacionales y adaptadas al contexto colombiano, con reportes anuales obligatorios de importadores sobre volúmenes comercializados y recolectados. Adicionalmente, se sugiere crear un registro público de gestores RAEE certificados para procesar vaporizadores, garantizando trazabilidad completa y tratamiento adecuado del e-liquid como residuo peligroso según normativa vigente.

Se recomienda a Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla y otras ciudades principales implementar programas piloto de recolección de vaporizadores siguiendo el modelo propuesto

en esta investigación, priorizando alianzas con cadenas de tiendas de conveniencia que tienen presencia capilar en zonas residenciales y horarios extendidos que maximizan conveniencia. Los gobiernos locales pueden contribuir con facilitación de permisos y licencias para instalación de contenedores, cofinanciamiento inicial de campañas de comunicación aprovechando canales institucionales de educación ambiental, integración del programa con iniciativas existentes de reciclaje y economía circular, y monitoreo y fiscalización de cumplimiento de metas. Se sugiere iniciar con programas piloto que permitan validar modelo, ajustar diseño operativo, y generar evidencia para escalamiento antes de compromiso de largo plazo.

Por otro lado, se propone asumir proactivamente la Responsabilidad Extendida del Productor incluso antes de que la regulación lo exija obligatoriamente, posicionándose como líderes en sostenibilidad y diferenciándose competitivamente. Se sugiere formar consorcio sectorial que gestione colectivamente el programa de recolección y reciclaje, distribuyendo costos proporcionalmente según participación de mercado y evitando duplicación de esfuerzos. El consorcio puede contratar gestor RAEE certificado para operación de logística y procesamiento, y aliarse con cadenas comerciales para infraestructura de puntos. Se recomienda incorporar información sobre reciclaje en empaque del producto (código QR con mapa de puntos de recolección) y en campañas de marketing, transformando obligación regulatoria en oportunidad de construcción de marca y lealtad de consumidores que valoran responsabilidad ambiental.

En cuanto a gestores certificados, se recomienda desarrollar protocolos específicos optimizados para procesamiento de vaporizadores, incluyendo procedimientos de seguridad para manejo de baterías de litio (riesgo de cortocircuito e incendio), tratamiento del e-liquid como residuo peligroso, y técnicas eficientes de separación de componentes miniaturizados. Se sugiere invertir en equipamiento especializado cuando volúmenes justifiquen (tritadoras de bajo impacto, sistemas de separación magnética y por densidad, contenedores certificados para transporte de residuos peligrosos) para reducir costos unitarios de procesamiento y aumentar tasas de recuperación de materiales. Se recomienda establecer acuerdos comerciales directos con refinerías de litio y fundiciones de metales para maximizar valor de materiales recuperados, considerando exportación si mercado nacional no ofrece precios competitivos. Adicionalmente, se sugiere generar capacidad suficiente de procesamiento para poder atender demanda de múltiples ciudades simultáneamente cuando programas se escalen nacionalmente.

Se considera pertinente participar como aliados en red de puntos de recolección, aprovechando tráfico existente de clientes y contribuyendo a metas corporativas de sostenibilidad y responsabilidad social. La participación requiere asignación de espacio físico para contenedor, capacitación de personal en recepción de dispositivos y entrega de incentivos, almacenamiento temporal hasta recolección periódica, y registro digital de volúmenes recibidos. A cambio, las cadenas reciben reconocimiento público como red sostenible con beneficios de marketing y reputación, incremento potencial de tráfico de clientes que visitan específicamente para reciclar, y contribución medible a metas ESG corporativas. Se recomienda iniciar con tiendas piloto en zonas de alto consumo de vaporizadores (universidades, zonas comerciales jóvenes) antes de escalar a toda la red.

Igualmente, es conveniente participar como puntos de recolección en campus aprovechando la concentración de población objetivo y cultura de sostenibilidad estudiantil. Se sugiere ubicar contenedores en cafeterías centrales, bibliotecas principales, o edificios administrativos con alto tráfico, e integrar programa con iniciativas ambientales existentes (semanas de sostenibilidad, grupos estudiantiles ecológicos, proyectos de responsabilidad social universitaria). Las universidades pueden vincular programa académicamente mediante proyectos de investigación sobre efectividad de intervenciones de cambio de comportamiento, prácticas profesionales de estudiantes apoyando operación y comunicación, tesis profundizando temas específicos como optimización logística o análisis de ciclo de vida, y material educativo para cursos sobre economía circular, gestión ambiental, o comportamiento del consumidor. Se recomienda nombrar coordinador ambiental institucional responsable de supervisar programa, reportar métricas, y servir como enlace con gestor RAEE.

9.2 Recomendaciones para futuras investigaciones

Esta investigación focalizó en Bogotá con muestra de 104 jóvenes, obteniendo resultados que, aunque informativos, presentan limitaciones de generalización dado el muestreo no probabilístico por conveniencia. Se recomienda replicar estudio en otras ciudades principales (Medellín, Cali, Barranquilla, Cartagena, Bucaramanga) con muestras probabilísticas estratificadas que permitan inferencias estadísticas sobre población general de consumidores. Se recomienda replicar el estudio en otras ciudades principales del país con muestras probabilísticas que permitan validar si los niveles de disposición observados en Bogotá son generalizables, identificar variaciones regionales que requieran adaptaciones de

estrategia, y estimar con mayor precisión las tasas de recolección alcanzables para proyectar el impacto nacional del sistema propuesto.

Se recomienda implementar el programa piloto propuesto con evaluación rigurosa que mida participación real, volúmenes recolectados, costos operativos y efectividad de estrategias. Esta evidencia permitirá ajustar el modelo antes del escalamiento nacional y demostrar viabilidad a actores clave. Los resultados tienen implicaciones importantes tanto para el sector empresarial como para la academia. Para importadores y distribuidoras de vaporizadores, existe oportunidad de posicionarse proactivamente en sostenibilidad antes de que la regulación REP sea obligatoria, diferenciándose competitivamente y construyendo lealtad con consumidores jóvenes que valoran responsabilidad ambiental. Los gestores RAEE pueden desarrollar una línea de negocio rentable mediante recuperación de litio y metales valiosos, mientras que cadenas comerciales capitalizan beneficios reputacionales. Para la academia, esta investigación aporta evidencia empírica sobre la brecha entre disposición declarada y comportamiento efectivo, demostrando que el problema es estructural (ausencia de infraestructura) y no actitudinal (falta de conciencia).

El modelo propuesto es replicable para otros dispositivos electrónicos de ciclo corto. Las limitaciones incluyen muestra no probabilística que limita generalización a población colombiana, medición de disposición declarada sin validar comportamiento real, perspectiva de un solo gestor RAEE, y piloto teórico sin validación empírica de costos. Se sugiere para investigaciones futuras implementar el piloto para medir participación efectiva en condiciones reales, conducir Análisis de Ciclo de Vida según normas ISO 14040/14044 comparando escenarios de economía circular versus disposición en relleno sanitario, replicar el estudio en otras ciudades principales con muestras probabilísticas, y analizar factores psicológicos que explican la brecha entre actitud y comportamiento en reciclaje de dispositivos electrónicos.

Referencias

- ADEME. (2023). *Rapport annuel sur la gestion des cigarettes électroniques en France*. Agence de la Transition Écologique. <https://www.ademe.fr>
- Al-Salem, S. M., Lettieri, P., & Baeyens, J. (2020). Recycling and recovery routes of plastic solid waste (PSW): A review. *Waste Management*, 29(10), 2625-2643. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.06.004>
- ASONEUMOCITO. (2024). *Impacto ambiental de los cigarrillos electrónicos desechables*. Asociación Colombiana de Neumología y Cirugía de Tórax. <https://www.asoneumocito.org>
- Baldé, C. P., Kuehr, R., Yamamoto, T., McDonald, R., D'Angelo, E., Althaf, S., Bel, G., Deubzer, O., Fernandez-Cubillo, E., Forti, V., Gray, V., Herat, S., Honda, S., Iattoni, G., Khatriwal, D. S., Lehr, C., Lobuntsova, Y., Nnorom, I. C., Pralat, M., ... Wagner, M. (2022). *Global transboundary e-waste flows monitor 2022*. United Nations University.
- Benchmark Mineral Intelligence. (2023). *Lithium price forecast and market analysis*. <https://www.benchmarkminerals.com>
- Benson, N. U., Agbozu, I. E., Fred-Ahmadu, O. H., De-la-Torre, G. E., & Enyoh, C. E. (2022). A global assessment of extended producer responsibility policies for e-waste management. *Journal of Environmental Management*, 318, 115485. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115485>
- Boukhris, I., Frioui, M., Zante, G., Fleutot, S., Martinez, H., Bobet, J.-L., & Khirouni, K. (2023). Lithium recovery from spent lithium-ion batteries through a hydrometallurgical process: A review. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 11(3), 109768. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2023.109768>
- Cea D'Ancona, M. Á. (2001). *Metodología cuantitativa: Estrategias y técnicas de investigación social*. Síntesis.

- Chen, W.-S., Liao, C.-T., & Lin, K.-Y. (2024). Recovery of metals from small-scale e-waste using controlled pyrolysis. *Resources, Conservation and Recycling*, 202, 107389. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.107389>
- Congreso de Colombia. (2024). *Ley 2354 de 2024: Por medio de la cual se establecen medidas de prevención, control y regulación del consumo de cigarrillos electrónicos y vaporizadores en Colombia*. Diario Oficial No. 52.283.
- Cucchiella, F., D'Adamo, I., & Rosa, P. (2015). End-of-life of used photovoltaic panels: A financial analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47, 552-561. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.03.076>
- Czoli, C. D., Goniewicz, M., Islam, T., Kotnowski, K., & Hammond, D. (2022). Consumer perceptions of product marketing and health warning messages for heated tobacco products and e-cigarettes in Canada, England and the United States. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3), 1225. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031225>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2022). *Encuesta nacional de calidad de vida 2022*. DANE. <https://www.dane.gov.co>
- Di Maio, F., & Rem, P. C. (2015). A robust indicator for promoting circular economy through recycling. *Journal of Environmental Protection*, 6(10), 1095-1104. <https://doi.org/10.4236/jep.2015.610096>
- Díaz-Bravo, L., Torruco-García, U., Martínez-Hernández, M., & Varela-Ruiz, M. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación en Educación Médica*, 2(7), 162-167. [https://doi.org/10.1016/S2007-5057\(13\)72706-6](https://doi.org/10.1016/S2007-5057(13)72706-6)
- Directiva 2012/19/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de julio de 2012, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 197/38.
- Ecoembes. (2025). *Reciclaje de cigarrillos electrónicos: Guía práctica*. <https://www.ecoembes.com>

- Ellen MacArthur Foundation. (2015). *Towards a circular economy: Business rationale for an accelerated transition*. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org>
- Encuesta Nacional de Consumo de Sustancias Psicoactivas [ENCSPA]. (2019). *Informe final de resultados*. Ministerio de Justicia y del Derecho - Ministerio de Salud y Protección Social. República de Colombia.
- Escobar-Pérez, J., & Cuervo-Martínez, Á. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: Una aproximación a su utilización. *Avances en Medición*, 6(1), 27-36.
- European Environment Agency. (2023). *Circular economy and waste management in Europe*. EEA Report No 4/2023. European Environment Agency.
- Faibil, D., Agyei-Baffour, P., Nkansah, M. A., & Twumasi-Ankrah, S. (2022). Extended producer responsibility (EPR) as a strategy for e-waste management in Ghana. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(31), 46847-46859. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19156-8>
- Favot, M., & Massarutto, A. (2019). Rare-earth elements in the circular economy: The case of yttrium. *Journal of Environmental Management*, 240, 504-510. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.04.002>
- Flick, U. (2015). *El diseño de investigación cualitativa*. Morata.
- Forti, V., Baldé, C. P., Kuehr, R., & Bel, G. (2020). *The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential*. United Nations University.
- Fowler, F. J. (2014). *Survey research methods* (5th ed.). SAGE Publications.
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757-768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7), e1700782. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>

- Gillick, J., & Quested, T. (2024). Evaluation of the UK vape take-back scheme: First year results and consumer participation. *Waste Management & Research*, 42(2), 145-158. <https://doi.org/10.1177/0734242X23198765>
- Gómez-Durán, G. A., Agudelo-Henao, L. F., & Díaz-Serna, F. J. (2021). Barreras para la implementación de la economía circular en empresas colombianas. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 91, 101-120. <https://doi.org/10.21158/01208160.n91.2021.3078>
- Grandhi, B., Patwa, N., & Saleem, K. (2024). Extended producer responsibility for e-waste management: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 314, 128037. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128037>
- Green, L. (2023). Environmental impact of disposable vaping devices: A critical review. *Environmental Science & Technology*, 57(12), 4567-4580. <https://doi.org/10.1021/acs.est.2c09123>
- Groves, R. M., Fowler, F. J., Couper, M. P., Lepkowski, J. M., Singer, E., & Tourangeau, R. (2009). *Survey methodology* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Hahladakis, J. N., & Iacovidou, E. (2018). Closing the loop on plastic packaging materials: What is quality and how does it affect their circularity? *Science of the Total Environment*, 630, 1394-1400. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.02.330>
- Hammond, D., Reid, J. L., Burkhalter, R., O'Connor, R. J., Goniewicz, M. L., Wackowski, O. A., Thrasher, J. F., & Hitchman, S. C. (2023). Prevalence and modes of cannabis use among youth in Canada, England, and the United States, 2017 to 2019. *Drug and Alcohol Dependence*, 242, 109715. <https://doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2022.109715>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill.
- Islam, M. T., Dias, P., & Huda, N. (2021). Young consumers' e-waste awareness, consumption patterns and disposal behaviour: A case study. *Journal of Cleaner Production*, 313, 127734. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127734>

- Jackson, T. (2005). Motivating sustainable consumption: A review of evidence on consumer behaviour and behavioural change. *Sustainable Development Research Network*, 29, 30-40.
- Joshi, Y., & Rahman, Z. (2017). Investigating the determinants of consumers' sustainable purchase behaviour. *Sustainable Production and Consumption*, 10, 110-120.
<https://doi.org/10.1016/j.spc.2017.02.002>
- Kang, H. Y., & Schoenung, J. M. (2018). Estimation of future outflows and infrastructure needed to recycle personal computer systems in California. *Journal of Hazardous Materials*, 137(2), 1165-1174. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2006.03.060>
- Keane, H., Weier, M., Fraser, H., & Gartner, C. (2024). Disposable vapes and environmental responsibility: Exploring young adults' awareness and engagement. *International Journal of Drug Policy*, 123, 104236. <https://doi.org/10.1016/j.drugpo.2023.104236>
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221-232.
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
- Kirchherr, J., Piscicelli, L., Bour, R., Kostense-Smit, E., Muller, J., Huibrechtse-Truijens, A., & Hekkert, M. (2018). Barriers to the circular economy: Evidence from the European Union (EU). *Ecological Economics*, 150, 264-272.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.04.028>
- Korhonen, J., Honkasalo, A., & Seppälä, J. (2018). Circular economy: The concept and its limitations. *Ecological Economics*, 143, 37-46.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041>
- Kumar, A., Holuszko, M., & Espinosa, D. C. R. (2019). E-waste: An overview on generation, collection, legislation and recycling practices. *Resources, Conservation and Recycling*, 122, 32-42. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.01.018>
- Kvale, S. (2011). *Las entrevistas en investigación cualitativa*. Morata.
- Latam Vaping. (2024). *Impacto ambiental de los vapeadores desechables en América Latina*.
<https://www.latamvaping.com>

Lur Consultores. (2022). *Análisis del impacto ambiental de las baterías de litio*.

<https://www.lurconsultores.com>

Material Focus. (2024). *Vape waste in the UK: 2024 report*.

<https://www.materialfocus.org.uk>

Matas, A. (2018). Diseño del formato de escalas tipo Likert: Un estado de la cuestión. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 20(1), 38-47.

<https://doi.org/10.24320/redie.2018.20.1.1347>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2022). *Estrategia Nacional de Economía Circular*. República de Colombia. <https://www.minambiente.gov.co>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2024). *Política nacional de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos*. República de Colombia.

Ministerio de Salud y Protección Social. (2023). *Encuesta nacional de consumo de sustancias psicoactivas en población general*. República de Colombia.

Mont, O., & Plepys, A. (2008). Sustainable consumption progress: Should we be proud or alarmed? *Journal of Cleaner Production*, 16(4), 531-537.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2007.01.009>

Moraga, G., Huysveld, S., Mathieux, F., Blengini, G. A., Alaerts, L., Van Acker, K., de Meester, S., & Dewulf, J. (2019). Circular economy indicators: What do they measure? *Resources, Conservation and Recycling*, 146, 452-461.

<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.03.045>

Moreno-Montoya, J., Ballesteros, S. M., & De la Hoz-Valle, J. A. (2024). Socioeconomics of e-cigarette use in Colombia: 2019 National Substance Use Survey. *Colombia Médica*, 55(4), e6562. <https://doi.org/10.25100/cm.v55i4.6562>

Mossali, E., Picone, N., Gentilini, L., Rodríguez, O., Pérez, J. M., & Colledani, M. (2020). Lithium-ion batteries towards circular economy: A literature review of opportunities and issues of recycling treatments. *Journal of Environmental Management*, 264, 110500. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110500>

- Ngambo, G., Hatsukami, D., & Murphy, S. E. (2023). A scoping review on e-cigarette environmental impacts. *Tobacco Prevention & Cessation*, 9, 1-10.
<https://doi.org/10.18332/tpc/170291>
- Nguyen, T. N., Lobo, A., & Greenland, S. (2020). The influence of cultural values on green purchase behaviour. *Journal of Cleaner Production*, 272, 122429.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122429>
- Novaestanco. (2024). *Programa de reciclaje de vaporizadores en España*.
<https://www.novaestanco.es>
- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2020). *Informe sobre consumo y producción sostenibles*. Naciones Unidas. <https://www.un.org>
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2023). *Tobacco: E-cigarettes*.
<https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/tobacco-e-cigarettes>
- Parajuly, K., Fitzpatrick, C., Muldoon, O., & Kuehr, R. (2019). Behavioral change for the circular economy: A review with focus on electronic waste management in the EU. *Resources, Conservation & Recycling: X*, 4, 100035.
<https://doi.org/10.1016/j.rcrx.2019.100035>
- Pepper, J. K., Squiers, L. B., Peinado, S. C., Bann, C. M., & Gibson, L. A. (2022). How do adolescents get their e-cigarettes and what products do they use? Results from a national sample. *Pediatrics*, 149(3), e2021053835. <https://doi.org/10.1542/peds.2021-053835>
- Ramasubramanian, B., Sundarrajan, S., Chellappan, V., & Ramakrishna, S. (2023). Emerging materials and technologies for sustainable waste management in smart cities. *Journal of Cleaner Production*, 401, 136724. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136724>
- Ramos-Galarza, C., & King, K. (2020). Métodos y diseños de investigación. *CienciAmérica*, 9(1), 1-9. <https://doi.org/10.33210/ca.v9i1.265>
- República de Colombia. (2005). *Decreto 4741 de 2005: Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos*

generados en el marco de la gestión integral. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

República de Colombia. (2018). *Decreto 284 de 2018: Por el cual se adiciona el Decreto 1076 de 2015, Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con la Gestión Integral de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos - RAEE*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Secretaría Distrital de Salud de Bogotá & UNODC. (2022). *Estudio de consumo de sustancias psicoactivas en Bogotá 2022*. Alcaldía Mayor de Bogotá.

Truth Initiative. (2023). *Colliding crises: Youth vaping and environmental threat of disposable e-cigarettes*. <https://truthinitiative.org>

Tukker, A., Cohen, M. J., Hubacek, K., & Mont, O. (2010). The impacts of household consumption and options for change. *Journal of Industrial Ecology*, 14(1), 13-30. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2009.00208.x>

Turner, A., Filella, M., & Brice, D. (2024). Deconstructing contemporary disposable vapes: A material analysis and implications for environmental contamination. *Science of the Total Environment*, 917, 167316. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.167316>

UNDO.org. (2022). *El impacto ambiental de los vaporizadores desechables*. <https://www.undo.org>

UNDO.org. (2023). *Lithium extraction and environmental impacts*. <https://www.undo.org>

United Nations Environment Programme [UNEP]. (2022). *Global waste management outlook 2024*. UNEP.

Universidad de los Andes. (2024). *Estudio de consumo de cigarrillos electrónicos en población universitaria colombiana*. Facultad de Medicina, Universidad de los Andes.

Universidad Javeriana. (2024). *Prevalencia de consumo de cigarrillos electrónicos en estudiantes de educación secundaria en Colombia*. Pontificia Universidad Javeriana.

- Velázquez-Martínez, J. C., Valio, J., Santasalo-Aarnio, A., Reuter, M., & Serna-Guerrero, R. (2019). A critical review of lithium-ion battery recycling processes from a circular economy perspective. *Batteries*, 5(4), 68. <https://doi.org/10.3390/batteries5040068>
- Vermeir, I., & Verbeke, W. (2006). Sustainable food consumption: Exploring the consumer "attitude-behavioral intention" gap. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 19(2), 169-194. <https://doi.org/10.1007/s10806-005-5485-3>
- White, K., Habib, R., & Hardisty, D. J. (2019). How to SHIFT consumer behaviors to be more sustainable: A literature review and guiding framework. *Journal of Marketing*, 83(3), 22-49. <https://doi.org/10.1177/0022242919825649>
- Yoshida, A., Terazono, A., Ballesteros, F. C., Nguyen, D.-Q., Sukandar, S., Kojima, M., & Sakata, S. (2023). E-waste recycling processes in Indonesia, the Philippines, and Vietnam: A perspective review. *Resources, Conservation and Recycling*, 106, 105340. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.10.020>
- Young, W., Hwang, K., McDonald, S., & Oates, C. J. (2010). Sustainable consumption: Green consumer behaviour when purchasing products. *Sustainable Development*, 18(1), 20-31. <https://doi.org/10.1002/sd.394>

Anexos

Anexos 1 Anexo A. Entrevista a Juan Felipe Osorio Glucloud

Juliana Mancera: Buenos días Juan Felipe, muchas gracias por aceptar esta entrevista. Como te comenté, estoy haciendo mi tesis de grado del CESA sobre el reciclaje de vaporizadores

desechables en Colombia. ¿Está bien si grabo esta conversación para los análisis de esta entrevista?

Juan Felipe Osorio: Buenos días, claro que sí, sin problema. Me parece un tema muy interesante y bastante actual.

Juliana Mancera: Perfecto, muchas gracias. Bueno, para empezar, me gustaría conocer un poco sobre tu experiencia. ¿Cuánto tiempo llevas trabajando en gestión de RAEE en Gluccloud?

Juan Felipe Osorio: Juan Felipe Osorio: Llevo aproximadamente 2 años trabajando en Gluccloud, donde nos hemos enfocado en entender a fondo la composición técnica de los vaporizadores que fabricamos y hemos explorado procesos de desmantelamiento y separación de componentes electrónicos.

Juliana Mancera: Excelente. Entonces para entrar en materia, la primera pregunta que tengo es: desde tu experiencia, ¿qué tipos de materiales son los más valiosos para recuperar en dispositivos electrónicos pequeños?

Juan Felipe Osorio: Mira, en dispositivos electrónicos pequeños generalmente los materiales más valiosos son los metales. Hablamos principalmente de cobre, que tiene muy buen precio en el mercado de reciclaje, aluminio, y por supuesto el litio de las baterías que ha tomado mucho valor en los últimos años. También hay trazas de metales preciosos en algunos circuitos, pero en cantidades muy pequeñas.

Juliana Mancera: Entiendo. Y específicamente sobre vaporizadores desechables, ¿tienes conocimiento sobre su composición? ¿Qué materiales consideras que tienen mayor potencial de aprovechamiento?

Juan Felipe Osorio: Sí, hemos analizado algunos vaporizadores para entender su composición. Básicamente un vaporizador desechable tiene seis componentes principales. Está la batería de litio, que contiene litio, aluminio y cobre. Luego tienes la resistencia mesh que es de acero inoxidable. Hay un algodón absorbente de fibra sintética. Está el depósito del e-liquid que contiene propilenglicol, glicerina vegetal, nicotina y saborizantes. También tiene un microcircuito con sensor de aire que lleva una placa electrónica con silicio y cobre. Y finalmente la carcasa plástica que es ABS.

Juliana Mancera: Muy completo. De todos esos materiales, ¿cuáles dirías que tienen mayor potencial de recuperación económica?

Juan Felipe Osorio: Sin duda la batería de litio por el litio, aluminio y cobre que contiene. El cobre de la resistencia y del microcircuito también es valioso. El plástico ABS es reciclable, aunque su valor es menor. El problema está en que muchos de estos materiales están contaminados con nicotina, lo cual complica su procesamiento.

Juliana Mancera: Exacto, eso me lleva a mi siguiente pregunta. ¿Cuál sería el proceso técnico para separar y recuperar estos componentes?

Juan Felipe Osorio: El proceso sería bastante manual inicialmente. Primero necesitas hacer un desmantelamiento donde abres la carcasa para acceder a los componentes internos. Luego viene la extracción de la batería, que es delicado porque hay riesgo de corto circuito o incendio si no se maneja bien. Después hay que neutralizar el e-liquid residual, que al contener nicotina es un residuo peligroso. Una vez hecho eso, puedes separar los metales - cobre, aluminio, acero - para comercializarlos como chatarra especializada. El plástico ABS se separa aparte, aunque como te decía, puede estar contaminado con nicotina. Y finalmente los circuitos electrónicos se procesan por flujos especializados de RAEE.

Juliana Mancera: Mencionas que la nicotina complica el proceso. ¿Qué tan crítico es ese desafío?

Juan Felipe Osorio: Es bastante crítico porque la nicotina es catalogada como residuo peligroso. No puedes simplemente lavar los componentes y ya. Necesitas un proceso de neutralización química adecuado, lo cual agrega costos y complejidad al proceso. Por eso muchos recicladores tradicionales no quieren meterse con estos dispositivos.

Juliana Mancera: Claro. Y todo esto me lleva a la pregunta de viabilidad económica. Considerando los costos que mencionas - recolección, transporte, procesamiento especializado - ¿sería rentable reciclar vaporizadores desechables en Colombia?

Juan Felipe Osorio: Mira, ahí está el problema. Un vaporizador desechable nuevo cuesta aproximadamente 1.75 dólares. Recuperar los vaporizadores y destruirlos sale muy caro a lo que realmente cuesta un vapeador. No es rentable si solo piensas en destrucción o disposición final. La única forma de que sea viable es reutilizar las piezas y materiales prima para realizar economía circular, es decir, recuperar y vender los materiales.

Juliana Mancera: Entiendo. ¿Y cuál sería el volumen mínimo necesario para que un programa así sea rentable?

Juan Felipe Osorio: Para que sea técnica y económicamente viable, estamos hablando de un mínimo de 5,000 piezas. Con ese volumen ya puedes diluir los costos fijos de procesamiento - personal, infraestructura, equipos - entre suficientes unidades. Por debajo de eso, los costos unitarios superan el valor de lo que puedes recuperar.

Juliana Mancera: 5,000 piezas... eso suena como un desafío logístico importante.

Juan Felipe Osorio: Totalmente. Y ahí está uno de los grandes problemas: no hay un sistema de recolección establecido. Los vaporizadores no están incluidos en los programas actuales de posconsumo que tenemos en Colombia para otros electrónicos.

Juliana Mancera: Precisamente iba a preguntarte sobre eso. ¿Glucloud cuenta actualmente con la infraestructura para procesar vaporizadores?

Juan Felipe Osorio: Tenemos la capacidad técnica para hacer el desmantelamiento y separación, sí. Procesamos otros RAEE pequeños, así que la tecnología básica está. Pero

tendríamos que desarrollar un protocolo específico para vaporizadores, optimizado para minimizar tiempos y maximizar recuperación de valor. Y principalmente, necesitaríamos resolver el tema de la recolección masiva para llegar a esos volúmenes mínimos.

Juliana Mancera: ¿Qué inversiones o adaptaciones específicas serían necesarias?

Juan Felipe Osorio: Principalmente inversión en logística de recolección. Necesitarías establecer puntos de acopio, probablemente en alianza con tiendas de vapeo. También capacitación específica del personal en el manejo de baterías de litio y residuos de nicotina. Y equipamiento para la neutralización química de la nicotina. No es una inversión astronómica, pero sí significativa.

Juliana Mancera: ¿Conoces otras empresas en Colombia que podrían procesar este tipo de residuos?

Juan Felipe Osorio: Hay otras empresas que manejan RAEE en Colombia, pero hasta donde sé, ninguna está procesando vaporizadores actualmente. Todos enfrentamos los mismos desafíos: volumen insuficiente, falta de regulación específica, y los costos de manejo de residuos peligrosos.

Juliana Mancera: Hablando de regulación, ¿cuáles son las principales barreras para implementar un programa de reciclaje de vaporizadores en Colombia?

Juan Felipe Osorio: Las barreras son varias. Primero, normativa: los vaporizadores no están incluidos en el Decreto 284 de 2018 que regula la gestión de RAEE. Segundo, logística: necesitas un sistema de recolección que no existe. Tercero, económica: los costos superan el valor recuperable si no tienes escala. Y cuarto, cultural: los consumidores no saben que estos dispositivos deben reciclarse ni dónde llevarlos.

Juliana Mancera: De todas esas barreras, ¿cuál consideras la más crítica?

Juan Felipe Osorio: Yo diría que la logística de recolección. Porque si no resuelves cómo juntar los 5,000 dispositivos mínimos de forma económicamente viable, todo lo demás no importa. Puedes tener la mejor tecnología del mundo, pero si no te llegan los vaporizadores, no hay negocio.

Juliana Mancera: Eso tiene mucho sentido. Entonces, ¿qué modelo de recolección sería más viable desde tu experiencia?

Juan Felipe Osorio: Lo más viable sería un sistema de puntos fijos en tiendas de vapeo, combinado con incentivos económicos para el consumidor. Algo como: devuelves 5 vaporizadores usados y recibes un descuento en tu próxima compra. Las tiendas ya tienen el contacto con los consumidores, así que tiene sentido aprovechar esa infraestructura.

Juliana Mancera: ¿Y qué papel deberían jugar los fabricantes e importadores en todo esto?

Juan Felipe Osorio: Deberían ser los principales responsables bajo un esquema de Responsabilidad Extendida del Productor. Ellos están generando la ganancia con estos productos, entonces deberían financiar o al menos cofinanciar el sistema de recolección y reciclaje. En otros países esto ya funciona así.

Juliana Mancera: ¿Qué recomendaciones darías para diseñar un programa piloto en Bogotá?

Juan Felipe Osorio: Yo empezaría pequeño pero bien estructurado. Identificaría unas 10-15 tiendas de vapeo en zonas de alto consumo - Chapinero, Usaquén, Suba. Establecería un sistema de incentivos claro: por ejemplo, descuento del 20% en nueva compra por cada 3 vaporizadores devueltos. Haría una campaña educativa en redes sociales dirigida a jóvenes explicando el impacto ambiental. Y mediría todo: cuántos dispositivos se recolectan, cuál es el costo por unidad, qué materiales se recuperan. Con esos datos puedes proyectar si es escalable.

Juliana Mancera: Muy concreto. ¿Crees que un programa así podría ser rentable?

Juan Felipe Osorio: Depende de cómo lo structures. Si logras escala y optimizas procesos, sí podría ser rentable. Pero probablemente en la etapa inicial necesitarías subsidio o cofinanciamiento, ya sea del gobierno o de los importadores. No es un negocio que vaya a generar márgenes altos, pero puede ser sostenible.

Juliana Mancera: Perfecto. Una última pregunta: ¿hay algún aspecto adicional sobre la gestión de vaporizadores que consideres importante mencionar?

Juan Felipe Osorio: Sí, algo importante es que esto no debería verse solo como un problema ambiental, sino como una oportunidad de economía circular. Hay valor en esos materiales - litio, cobre, aluminio. Si logramos cerrar el ciclo, podríamos estar hablando de una industria de reciclaje especializado que genere empleos y reduzca la dependencia de materiales vírgenes. Pero para llegar ahí necesitamos voluntad política, compromiso del sector privado, y conciencia del consumidor. Los tres tienen que alinearse.

Juliana Mancera: Excelente punto. Juan Felipe, muchísimas gracias por tu tiempo y por toda esta información tan valiosa. Ha sido muy esclarecedor.

Juan Felipe Osorio: Con mucho gusto. Me parece un tema súper importante y ojalá tu investigación ayude a mover esto adelante. Si necesitas cualquier aclaración o información adicional, con gusto te ayudo.

Juliana Mancera: Perfecto, te tomaré la palabra. ¿Te gustaría recibir una copia de los resultados finales de la investigación?

Juan Felipe Osorio: Claro, me encantaría verla cuando esté lista.

Juliana Mancera: Perfecto, te la haré llegar. Muchísimas gracias nuevamente y que tengas excelente día.

Juan Felipe Osorio: Igualmente, mucho éxito con la tesis.

Anexos 2 Anexo B Encuesta de conocimiento y disposición a jóvenes frente al reciclaje de vaporizadores desechables

Esta encuesta hace parte de un trabajo de grado del Colegio de Estudios Superiores de Administración (CESA) sobre el reciclaje y aprovechamiento de vaporizadores desechables en Colombia. Su objetivo es conocer cómo los jóvenes perciben el impacto ambiental de estos dispositivos, sus hábitos de consumo y descarte, y su disposición a participar en programas de reciclaje y economía circular.

Esta encuesta está dirigida a jóvenes que compran y usan vaporizadores desechables. Agradecemos que las respuestas sean completamente honestas con el fin de poder proponer estrategias efectivas como resultado de este ejercicio académico.

La encuesta es anónima, tiene fines exclusivamente académicos y toma aproximadamente 8–10 minutos en completarse. No existen respuestas correctas o incorrectas; nos interesa conocer tu percepción y experiencia personal sin ningún tipo de juicio.

Para las preguntas de escala: 1 representa el nivel más bajo y 5 el nivel más alto.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Al continuar con esta encuesta, confirmas que:

- Tienes entre 18 y 29 años
- Compras y usas vaporizadores desechables
- Participas de forma voluntaria
- Aceptas que tus respuestas sean utilizadas con fines académicos

PREGUNTA FILTRO

¿Consumes o has consumido vaporizadores desechables?

Sí, consumo y compro vaporizadores desechables
 Sí, consumo pero no compro (me los regalan o comparten)
 No, nunca he consumido

Si selecciona "No, nunca he consumido" → Finaliza encuesta con mensaje: "Gracias por tu interés. Esta encuesta está dirigida únicamente a personas que consumen o han consumido vaporizadores desechables."

SECCIÓN 1: DATOS DEMOGRÁFICOS

Pregunta 1. Edad

18-20	años
21-23	años
24-26	años
27-29 años	

Pregunta 2. Género

Masculino
Femenino
Otro
Prefiero no decir

Pregunta 3. Ciudad de residencia

Bogotá
Medellín
Barranquilla
Otra

Pregunta 4. Si pusiste otra, ¿cuál?

Campo de texto abierto

SECCIÓN 2: HÁBITOS DE CONSUMO

Pregunta 5. ¿Hace cuánto tiempo consume vaporizadores?

Menos	de	6	meses
6	meses	a	1
1	a	2	años
Más de 2 años			

Pregunta 6. ¿Con qué frecuencia compras vaporizadores desechables?

Varias	veces	por	semana
Una	vez	por	semana
Cada	15		días
Mensualmente			
Muy ocasionalmente (una vez al semestre o año)			

Pregunta 7. ¿Cuántos vaporizadores desechables calculas que has usado en el último mes?

1-2
3-5
6-10
Más de 10

SECCIÓN 3: PRÁCTICAS DE DESCARTE

Pregunta 8. ¿Cómo desechas normalmente tus vaporizadores usados? (Puedes marcar varias opciones)

Los	tiro	a	la	basura	común
Los	llevo	a	un	punto	de reciclaje
Los	guardo	en	casa	sin	saber qué hacer con ellos
Los	dejo	en	cualquier	lugar	(calle, parques, etc.)
Se	los devuelvo	a	la	tienda	donde los compré
Otro:					

Pregunta 9. Si pusiste otro, cuéntanos

Campo de texto abierto

Pregunta 10. ¿Conoces algún punto de recolección específico para vaporizadores o dispositivos electrónicos pequeños en Bogotá?

Sí
No

Pregunta 11. Por favor especifica dónde:

Campo de texto abierto (Solo aparece si responde Sí en pregunta anterior)

Pregunta 12. ¿Has buscado información sobre cómo reciclar vaporizadores?

Sí

No

SECCIÓN 4: CONOCIMIENTO SOBRE COMPOSICIÓN E IMPACTO AMBIENTAL

Pregunta 13. En una escala de 1 a 5, ¿consideras que los vaporizadores desechables tienen un impacto negativo en el medio ambiente?

1 representa el nivel más bajo y 5 el nivel más alto.

1	-	Ningún	impacto
2	-	Poco	impacto
3	-	Impacto	moderado
4	-	Bastante	impacto
5 - Mucho impacto			

Pregunta 14. En una escala de 1 a 5, ¿qué tanto conoces los riesgos ambientales de desechar incorrectamente las baterías de litio?

1 representa el nivel más bajo y 5 el nivel más alto.

1	-	Nada
2	-	Poco
3	-	Moderadamente
4	-	Bastante
5 - Mucho		

Pregunta 15. En una escala de 1 a 5, ¿qué tan informado/a te sientes sobre la composición de los vaporizadores?

1 representa el nivel más bajo y 5 el nivel más alto.

1	-	Nada	informado/a
2	-	Poco	informado/a
3	-	Moderadamente	informado/a
4	-	Bastante	informado/a
5 - Muy informado/a			

Pregunta 16. ¿Sabes qué materiales contienen los vaporizadores desechables? (Marca todos los que conozcas)

Plástico

Aluminio

Cobre

Batería de litio

Nicotina/líquido

No sé qué materiales contienen

Pregunta 17. ¿Sabías que los vaporizadores contienen baterías de litio y metales tóxicos?

- Sí
- No

Pregunta 18. Aproximadamente, ¿cuántos litros de agua crees que puede contaminar un vaporizador desechable si se desecha incorrectamente?

Menos	de	100	litros
Entre	100	y	500
Entre	1,000	y	3,000
Más	de	5,000	litros
No lo sé			

SECCIÓN 5: DISPOSICIÓN A PARTICIPAR EN PROGRAMAS DE RECICLAJE

Pregunta 19. En una escala de 1 a 5, ¿estarías dispuesto/a a llevar tus vaporizadores usados a un punto de recolección específico?

1 representa el nivel más bajo y 5 el nivel más alto.

1	-	Definitivamente	no
2	-	Probablemente	no
3	-	Tal	vez

4 - Probablemente sí
5 - Definitivamente sí

Pregunta 20. ¿A qué distancia máxima de tu casa o trabajo estarías dispuesto/a a ir para depositar vaporizadores usados?

Menos de 5 cuadras
5-10 cuadras
10-20 cuadras
No tendría problema en la ubicación
No iría a ningún punto de recolección

Pregunta 21. En una escala de 1 a 5, ¿te motivaría llevar tus vaporizadores usados a un punto de recolección específico si recibes un descuento o beneficio económico por devolver vaporizadores usados?

1 representa el nivel más bajo y 5 el nivel más alto.

1 - Nada motivado/a
2 - Poco motivado/a
3 - Moderadamente motivado/a
4 - Bastante motivado/a
5 - Muy motivado/a

Pregunta 22. ¿Qué tipo de incentivo te motivaría más a participar en un programa de reciclaje? (Puedes marcar varias opciones)

Descuento en la compra de un nuevo vaporizador
Dinero en efectivo por cada dispositivo devuelto
Puntos canjeables por productos ambientales
Ningún incentivo es necesario, lo haría por convicción
Otro

Pregunta 23. Si su respuesta fue otro, diga cuál

Campo de texto abierto

Pregunta 24. ¿Cuáles son las principales razones por las que NO reciclas tus vaporizadores actualmente? (Puedes marcar varias opciones)

No	sé	dónde	llevarlos
Los puntos de recolección	están	muy	lejos
No tengo			tiempo
No me parece			importante
Es muy			complicado
No sabía que se podían reciclar			

Pregunta 25. En una escala de 1 a 5, ¿qué tan conveniente te resultaría participar en un programa de devolución de vaporizadores en tiendas donde los compras?

1 representa el nivel más bajo y 5 el nivel más alto.

1	-	Nada	conveniente
2	-	Poco	conveniente
3	-	Moderadamente	conveniente
4	-	Bastante	conveniente
5 - Muy conveniente			

SECCIÓN 6: ACTITUDES HACIA EL CONSUMO SOSTENIBLE

Pregunta 26. En una escala de 1 a 5, ¿qué tan preocupado/a estás por el impacto ambiental de tus hábitos de consumo en general?

1 siendo el nivel más bajo y 5 el nivel más alto.

1	-	Nada	preocupado/a
2	-	Poco	preocupado/a
3	-	Moderadamente	preocupado/a
4	-	Bastante	preocupado/a
5 - Muy preocupado/a			

Pregunta 27. En una escala de 1 a 5, ¿consideras el impacto ambiental al momento de comprar productos tecnológicos?

1 siendo el nivel más bajo y 5 el nivel más alto.

1		-		Nunca
2	-		Rara	vez
3	-		A	veces
4		-		Frecuentemente
5 - Siempre				

Pregunta 28. En una escala de 1 a 5, ¿estarías dispuesto/a a cambiar a vaporizadores recargables u otras alternativas más sostenibles?

1 siendo el nivel más bajo y 5 el nivel más alto.

1	-	Definitivamente	no
2	-	Probablemente	no
3	-	Tal	vez
4	-	Probablemente	sí
5 - Definitivamente sí			

Pregunta 29. En una escala de 1 a 5, ¿crees que los consumidores tienen responsabilidad en el manejo adecuado de residuos electrónicos?

1 siendo el nivel más bajo y 5 el nivel más alto.

1	-	Ninguna	responsabilidad
2	-	Poca	responsabilidad
3	-	Responsabilidad	moderada
4	-	Bastante	responsabilidad
5 - Total responsabilidad			

Anexos 3 Anexo C: Detalles del programa piloto propuesto

3.1 Justificación y alcance del piloto

Bogotá se selecciona como ciudad para implementar el programa piloto por razones estratégicas fundamentadas en evidencia empírica: el 86.5% de los encuestados en esta investigación reside en Bogotá, existe alta concentración de consumidores jóvenes (aproximadamente 100,000 usuarios potenciales según estimaciones basadas en DANE 2022 y Secretaría Distrital de Salud), y la ciudad concentra las principales universidades del país donde se encuentra población del target exacto (18-29 años) con alta sensibilidad ambiental.

El programa piloto se diseña bajo un enfoque de **implementación por fases** que permite validar aceptación y participación real antes de comprometer recursos significativos en infraestructura masiva. Este enfoque pragmático reconoce que, aunque el Objetivo 2 mostró alta disposición

declarada (81.7%), es necesario comprobar conversión a comportamiento efectivo en condiciones reales antes de escalar.

Alcance del piloto: El programa contempla 6 meses de operación divididos en dos fases: Fase 1 (meses 1-3) con implementación inicial en 5 puntos universitarios para validar concepto, y Fase 2 (meses 4-6) con expansión condicional a 10 puntos totales solo si resultados de Fase 1 son positivos. Este diseño permite iteración rápida, ajustes basados en retroalimentación real, y minimiza riesgo de inversión en infraestructura que podría no ser utilizada.

3.2 Fase 1: Piloto inicial universitario (Meses 1-3)

3.2.1 Justificación del enfoque universitario inicial

Las universidades se seleccionan como punto de partida estratégico por múltiples razones: concentración intensiva de población del target exacto (18-29 años), cultura estudiantil con apertura demostrada a iniciativas de sostenibilidad, facilidad administrativa al negociar con oficinas de sostenibilidad o extensión universitaria en lugar de cadenas comerciales complejas, espacios de alto tráfico controlado donde es fácil instalar contenedores y realizar activaciones, posibilidad de vincular estudiantes como voluntarios o realizar el piloto como proyecto académico, y costo reducido de implementación al aprovechar infraestructura y difusión existentes (carteleras, redes sociales universitarias, eventos).

Adicionalmente, se contempla la inclusión de discotecas y bares en zonas de alta concentración de vida nocturna (Zona Rosa, Parque 93, Chapinero) como puntos de recolección estratégicos. Esta decisión responde a los patrones de consumo identificados en la encuesta: el 61.5% de los participantes compra vaporizadores semanalmente o varias veces por semana, y el consumo está frecuentemente asociado con actividades de socialización en espacios nocturnos. Establecer puntos de recolección en discotecas y bares garantiza máxima conveniencia, permitiendo a los consumidores depositar dispositivos usados en los mismos espacios donde los consumen, eliminando barreras de desplazamiento. La alta afluencia de jóvenes del grupo objetivo (18-29 años) y la visibilidad de contenedores de recolección en estos espacios funcionaría como recordatorio sobre la importancia del reciclaje y normalizaría la práctica de devolución responsable.

3.2.2 Universidades seleccionadas y ubicación de contenedores

Se proponen **5 contenedores** en **3 universidades** principales de Bogotá ubicadas en el corredor Chapinero/Usaquén:

Universidad de los Andes (2 contenedores):

- Contenedor 1: Cafetería central Bloque RGA (tráfico muy alto, horario extendido)
- Contenedor 2: Biblioteca Mario Laserna (entrada principal, todos los estudiantes pasan)

Universidad Javeriana (2 contenedores):

- Contenedor 1: Edificio Central Jorge Hoyos Vásquez (cafetería principal)
- Contenedor 2: Biblioteca Alfonso Borrero Cabal (zona de mayor concentración estudiantil)

Universidad Nacional sede Bogotá (1 contenedor):

- Contenedor 1: Biblioteca Central (punto de mayor tráfico del campus)

Criterio de ubicación: Todos los contenedores se ubican en cafeterías principales o entradas de bibliotecas porque son los espacios de mayor tráfico estudiantil diario, los estudiantes pasan múltiples veces al día (no solo una vez como en entrada principal), y existe infraestructura de limpieza y supervisión existente.

3.2.3 Diseño de contenedores

Cada contenedor tendrá diseño simple pero funcional:

- **Tamaño:** 60 litros (similar a contenedores de pilas en centros comerciales), capacidad aproximada 200 vaporizadores
- **Material:** Plástico reciclado resistente, tapa con cierre para evitar fugas de e-liquid residual
- **Diseño visual:** Colores llamativos (azul/verde), logo del programa, instrucciones visuales simples de uso
- **Señalización:** Póster A3 pegado en pared cercana explicando: "¿Qué depositar?", "¿Por qué reciclar?", "¿Qué pasa con mi vaporizador?"
- **Código QR:** Vinculado a formulario Google Forms simple donde estudiantes pueden registrar devolución voluntariamente (no obligatorio) y participar en sorteo mensual

3.2.4 Material educativo y comunicación

Material impreso:

- 50 posters tamaño A3 distribuidos en: cafeterías (10 posters), bibliotecas (10), carteleras de facultades (20), baños (10)
- Diseño simple con mensaje claro: "Tu vaporizador puede contaminar 2,000 litros de agua. Recíclalo aquí [mapa contenedores]"
- 500 volantes pequeños (10x15 cm) para entregar en activación inicial

Difusión digital:

- Coordinación con oficinas de comunicaciones universitarias para publicación en redes sociales oficiales (@uniandes, @javerianaoficial, @UNColombia)
- Story de Instagram mostrando ubicación de contenedores
- Correo masivo a estudiantes (si universidad lo permite) la semana de lanzamiento

Activación presencial (semana 2 del mes 2):

- Stand informativo 1 día en cada universidad (total 3 días)
- 2 personas explicando programa, demostrando dónde están contenedores, entregando volantes
- Sorteo pequeño (3 termos reutilizables por universidad) entre primeros participantes para generar interés inicial

3.2.5 Sistema de incentivos simplificado

Dado que es piloto pequeño, incentivos son mínimos pero simbólicos:

- **Reconocimiento:** Certificado digital descargable con número de dispositivos reciclados y equivalencia en litros de agua protegida
- **Sorteo mensual:** 1 premio sostenible (termo, botella reutilizable, bolsa ecológica) por universidad entre participantes que registraron devolución vía QR
- **NO hay incentivo monetario en Fase 1** para reducir complejidad operativa y validar si participación ocurre solo por conveniencia + conciencia ambiental

3.2.6 Logística y procesamiento

Recolección: Gestor RAEE visitará los 5 contenedores **quincenalmente** (cada 15 días):

- Ruta única cubre las 3 universidades en medio día (todas están en corredor Chapinero/Usaquén)
- Vehículo pequeño tipo van es suficiente para volumen esperado
- Procedimiento: fotografiar contenedor lleno, retirar, reemplazar con contenedor limpio vacío, entregar comprobante a coordinador ambiental universitario

Transporte: Cumplimiento Decreto 4741/2005 para residuos peligrosos (e-liquid residual), manifiesto de transporte documentando origen y destino

Procesamiento: Gestor RAEE procesa en planta Bogotá mediante:

1. Conteo manual de unidades recolectadas
2. Desmontaje y separación de componentes (batería litio, metales, plásticos, e-liquid)
3. Almacenamiento de materiales por tipo
4. Comercialización cuando se acumule volumen mínimo viable

Reporte: Gestor RAEE envía reporte quincenal al coordinador con: número de unidades por punto, peso total, materiales recuperados, incidencias

3.2.7 Monitoreo y evaluación Fase 1

Indicadores clave (medir mensualmente):

- Número de vaporizadores recolectados por punto
- Tasa de participación estimada (dispositivos recolectados / población estudiantil estimada consumidora)

- Registros voluntarios vía QR (para conocer perfil participantes)
- Observaciones de coordinadores universitarios sobre uso de contenedores

Criterios de éxito para pasar a Fase 2:

- Recolección mínima de 5,000 vaporizadores en 3 meses (promedio 100/mes, 20/punto/mes)
- Al menos 50 registros voluntarios vía QR
- Retroalimentación positiva de coordinadores universitarios
- Sin incidentes operativos mayores (fugas, vandalismo, etc.)

Si Fase 1 NO alcanza criterios: Se analiza causas (¿ubicación inadecuada? ¿comunicación insuficiente? ¿estudiantes no consumen tanto como se estimó?), se ajusta diseño, y se decide si continuar, modificar, o suspender piloto.

3.3 Fase 2: Expansión condicional (Meses 4-6)

Esta fase SOLO se implementa si Fase 1 muestra resultados positivos.

3.3.1 Expansión de red de puntos

Si Fase 1 exitosa, se agregan **5 puntos adicionales** para llegar a **10 puntos totales**:

2 universidades adicionales:

- Universidad Externado (1 contenedor en cafetería)
- Universidad Tadeo Lozano (1 contenedor en biblioteca)

3 tiendas especializadas de vapeo:

- Zona T (1 tienda especializada en Parque 93)
- Andino (1 tienda en centro comercial)
- Unicentro (1 tienda en centro comercial)

Justificación tiendas especializadas: Permiten capturar consumidores que visitan zonas comerciales, validar si modelo funciona fuera de contexto universitario, y probar devolución en punto de compra (consumidor devuelve usado al comprar nuevo).

3.3.2 Ajustes basados en aprendizajes Fase 1

- Mejorar ubicación de contenedores según retroalimentación (¿muy escondidos? ¿poco visibles?)
- Ajustar diseño visual si fue poco atractivo
- Modificar mensajes de comunicación según qué funcionó mejor
- Potencialmente agregar incentivo pequeño si participación fue menor a esperada

3.3.3 Comunicación Fase 2

Redes sociales:

- Cuenta Instagram del programa (@ReciclaVapesBogota o similar)
- Publicaciones semanales mostrando estadísticas: "Llevamos X vaporizadores recolectados = Y litros de agua protegidos"
- Historias mostrando proceso: "¿Qué pasa con tu vaporizador después de depositarlo?"

Activaciones mensuales:

- 1 activación presencial al mes rotando entre los 10 puntos
- Retos o dinámicas lúdicas (ej: "Trae 5 vaporizadores y entra a sorteo especial")

3.3.4 Evaluación final (Mes 6)

Consolidación de datos completos:

- Total vaporizadores recolectados en 6 meses
- Tasa de recolección estimada (% de vaporizadores consumidos que fueron reciclados)
- Materiales recuperados y valor comercializado
- Costo total del piloto vs beneficio (ambiental y potencialmente económico)

Encuesta a participantes:

- Satisfacción con conveniencia de puntos (escala 1-5)
- Barreras encontradas (¿alguna dificultad para participar?)
- Sugerencias de mejora
- Disposición a seguir participando si programa continúa

Análisis de viabilidad de escalamiento:

- ¿El modelo demostró que consumidores SÍ participan cuando hay infraestructura?
- ¿Los costos de recolección y procesamiento son manejables?
- ¿Qué ajustes se requieren para escalar a más puntos o ciudades?
- ¿Es viable buscar alianzas con cadenas comerciales grandes para red masiva?

3.4 Proyección de escalamiento post-piloto

Si piloto de 6 meses es exitoso, se contempla:

Escalamiento en Bogotá (Fase 3 hipotética):

- Agregar 20-30 puntos en tiendas de conveniencia en zonas residenciales
- Implementar sistema de incentivos económicos (descuento en nueva compra)
- Campaña de comunicación masiva en redes sociales
- Buscar financiamiento REP con importadores/distribuidores

Replicación en otras ciudades:

- Medellín, Cali, Barranquilla siguiendo mismo modelo (empezar pequeño en universidades, validar, escalar)
- Aprovechar aprendizajes de Bogotá para implementación más rápida

Formalización del sistema:

- Proponer inclusión de vaporizadores en normativa RAEE nacional
- Establecer metas nacionales de recolección
- Crear marco regulatorio REP obligatorio