



Análisis de la cadena de suministro de joyería y sus retos desde una perspectiva logística y sostenible.

Trabajo de Grado

Isabella TORRES MENDOZA

Bogotá D-C

2025



Análisis de la cadena de suministro de joyería y sus retos desde una perspectiva logística y sostenible.

Trabajo de Grado

Isabella TORRES MENDOZA – Administración
Negocios Internacionales

Dra. Imen Nouira

Bogotá D-C

2025

Declaración de originalidad y autonomía

Declaro bajo la gravedad del juramento, que he escrito el documento de título “Analysis of the jewelry supply chain and its challenges from a logistic and sustainable perspective” en la opción de grado de Doble Titulación y que por lo tanto, su contenido es original.

Declaro que he indicado clara y precisamente todas las fuentes directas e indirectas de información y que este trabajo no ha sido entregado a ninguna otra institución con fines de calificación o publicación.

Isabella Torres Mendoza

Declaración de exoneración de responsabilidad

Declaro que la responsabilidad intelectual del presente trabajo es exclusivamente de su autor. La Universidad del Rosario no se hace responsable de contenidos, opiniones o ideologías expresadas total o parcialmente en él.

Isabella Torres mendoza

Tabla de contenido

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE	9
ABSTRACT AND KEY WORDS	11
1 Introducción.....	13
2 LITERATURE REVIEW	18
2.1 Importancia y evolución de los procesos en la elaboración de joyería	18
2.2 Mercado de joyería hoy	20
2.3 Cadena de suministro de joyería	21
2.4 Relación de la sostenibilidad en el mercado de joyería	25
2.5 Logística en la Cadena de Suministro de la Joyería.....	26
2.6 Elementos para el modelado de las cadenas de suministro	29
2.7 Mapeo de la cadena de suministro	32
3 METODOLOGÍA.....	37
4 ANÁLISIS & RESULTADOS	41
4.1 Diferencias entre cadenas de suministro tradicionales y la cadena de la joyería	41
4.2 Análisis general de la cadena de suministro de la joyería.....	45
4.2.1 Extracción de materias primas	45
4.2.2 Transporte de materias primas	47
4.2.3 Procesamiento y transformación.....	49

4.2.4	Fabricación y comercialización de joyas	51
4.2.5	Actores gubernamentales	53
4.3	Identificación de actores y sus enlaces.....	56
4.3.1	Actores en la extracción de materias primas.....	56
4.3.2	Actores y enlaces en el transporte de materias primas	57
4.3.3	Actores en el procesamiento y transformación.....	58
4.3.4	Actores en la fabricación y comercialización	59
4.3.5	Actores gubernamentales y reguladores	60
4.4	Resultados de las entrevistas en la industria de la joyería.....	61
4.5	Diseño de la cadena de suministro de la joyería	65
4.5.1	Dimensiones de la cadena de suministro de la joyería	65
4.5.2	Aspectos de la cadena de suministro de la joyería.....	69
4.5.3	Otros factores de la cadena de suministro de la joyería.....	70
4.5.4	Mapeo de la cadena de suministro de la joyería	70
4.6	Análisis de caso Tiffany & Co.	73
4.7	Desafíos logísticos de las prácticas sostenibles.....	76
5	CONCLUSIONES & RECOMENDACIONES	82
6	LIMITACIONES.....	89
7.	REFERENCIAS	92

Índice de figuras

Figura 1 Dimensiones de las cadenas de suministro.....	30
Figura 2 Niveles de agregación en las cadenas de suministro	35
Figura 3 Ilustración de la metodología a aplicar.....	40
Figura 4 Diferencias cadenas de suministro tradicionales y de la joyería	44
Figura 5 Principales actores gubernamentales de la cadena de suministro	55
Figura 6 Proceso de la cadena de suministro	63
Figura 7 Certificaciones y estándares de la cadena de suministro de oro y diamantes	67
Figura 8 Mapeo de la cadena de suministro de la joyería propuesto	72

Índice de tablas

Tabla 1 Documentos revisados para soportar el mapeo de la cadena	38
Tabla 2 Tiempo de operación de las empresas entrevistadas.....	62

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

Este trabajo de investigación se realizó con el objetivo de identificar los principales desafíos logísticos en la cadena de suministro de joyería que dificultan la implementación de prácticas sustentables. Este proyecto se desarrolló teniendo en cuenta la creciente demanda de prácticas sustentables en la industria de la joyería por parte de los consumidores que cada vez están más conscientes de la responsabilidad social y ambiental de sus compras, lo que afecta directamente a la cadena de suministro de joyería al estar relacionada con la industria minera en cuanto a la obtención de sus materias primas y que presenta problemas asociados a impactos ambientales negativos y asociación a problemas sociales en las zonas donde se extraen estos materiales.

El enfoque metodológico se centra en tres aspectos, siendo el primero una revisión de literatura que nos permitió identificar literatura relevante tanto de la industria minera como de la joyería con el fin de contar con los elementos para el análisis de la cadena de suministro de joyería que abarca desde la extracción de materias primas hasta la entrega del producto a los clientes. Un segundo aspecto relacionado con una entrevista a actores de la cadena de suministro de la minería de esmeraldas y la joyería en Colombia y un tercer aspecto que incluye el análisis de un caso de estudio de la empresa Tiffany & Co.

Los resultados del estudio permitieron realizar el mapeo de la cadena de suministro de joyería

con la identificación de los diferentes actores de la cadena y utilizando las teorías relacionadas con el modelamiento de cadenas de suministro a través de mapas de redes de suministro adecuados para la cadena de suministro de joyería. Las conclusiones del estudio muestran los retos logísticos para incluir prácticas sostenibles en la cadena de suministro identificados en términos de la integración efectiva de los actores, más que una exclusión de los empresarios artesanales que constituyen una parte importante del estudio. Además, se identificaron desafíos en términos de la normatividad y sus impactos reales en la inclusión de la sostenibilidad en la cadena.

Palabras clave: cadena de suministro de joyería, sostenibilidad, logística, minería, materias primas, trazabilidad, prácticas éticas, consumo responsable, actores de la cadena de suministro, mapeo de la cadena de suministro.

ABSTRACT AND KEY WORDS

This research work was carried out with the aim of identifying the main logistical challenges in the jewelry supply chain that hinder the implementation of sustainable practices. This project was developed taking into account the growing demand for sustainable practices in the jewelry industry by consumers who are increasingly aware of the social and environmental responsibility of their purchases, which directly affects the jewelry supply chain as it is related to the mining industry in terms of obtaining its raw materials and which has problems associated with negative environmental impacts and association with social problems in the areas where these materials are extracted.

The methodological approach focuses on three aspects, the first being a literature review that allowed us to identify relevant literature from both the mining and jewelry industries in order to have the elements for analyzing the jewelry supply chain that covers from the extraction of raw materials to the delivery of the product to customers. A second aspect related to an interview with actors in the emerald mining and jewelry supply chain in Colombia and a third aspect that includes the analysis of a case study of the company Tiffany & Co.

The results of the study allowed the mapping of the jewelry supply chain with the identification of the different actors in the chain and using the theories related to the modeling of

supply chains through supply network maps suitable for the jewelry supply chain. The conclusions of the study show the logistical challenges to include sustainable practices in the supply chain identified in terms of the effective integration of the actors, rather than an exclusion of artisanal entrepreneurs who constitute an important part of the study. In addition, challenges were identified in terms of regulations and their real impacts on the inclusion of sustainability in the chain.

Keywords: jewelry supply chain, sustainability, logistics, mining, raw materials, traceability, ethical practices, responsible consumption, supply chain actors, supply chain mapping.

1 Introducción

La evolución de la sociedad se ha visto relacionada con el mercado de la joyería evidenciando su importancia durante largos periodos de tiempo, en este mercado actualmente, se incluyen artículos como collares, aretes, pulseras, relojes entre otros que se utilizan como una extensión de la personalidad. En el año 2023 este sector tenía un tamaño del mercado de cerca de USD 353,26 mil millones (Grand View Research, 2023), con una proyección para 2024 en un valor de alrededor de 310,900 millones de dólares. Los principales países que se han beneficiado de esta industria son, en primer lugar, India seguido de China y Estados Unidos y en cuarto y quinto lugar se ubican Japón y Rusia (Statista, 2024); estas cifras incluyen el mercado de alta joyería y joyería de moda. Asimismo, se espera que para 2028 crezca a una tasa del 3,53%, según la tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR).

El posicionamiento del mercado de la joyería es indudable y su futuro se proyecta como un mercado rentable, dado que, los productos no de lujo son lo que se comercializan en su mayoría debido a su accesibilidad para un mercado amplio de personas en todo el mundo. Igualmente, es un mercado que tiene gran influencia en la cultura y la historia por su relación con la identidad cultural y su uso en diferentes partes del mundo y sociedades a través de los siglos, en este sentido, además de ser considerado como adornos es un símbolo de poder, estatus social y religioso, llegando a influenciar hasta las creencias espirituales de muchas culturas, por lo que tiene un potencial para generar un poderoso crecimiento en la industria (Pointon, 2009).

Algunos aspectos que han influenciado en su evolución son, el acceso a este negocio a través del canal online, en el cual, tanto compradores, distribuidores como fabricantes están implementando estrategias digitales, así como el aumento en el mercado de joyería masculina, que también está creciendo y muestra un cambio cultural más amplio en la moda masculina y la redefinición de la masculinidad (Grand View Research, 2023). Durante las últimas décadas, la creciente venta de anillos dentro del segmento de consumo masculino se ha posicionado como una tendencia clave que se ha apoderado del mercado, debido a mejoras en la investigación de mercado realizada para el desarrollo de diseños de joyería masculina y al cambio de conciencia de la moda entre los hombres de todo el mundo.

Un aspecto relevante que vale la pena mencionar y que ha impactado la cadena de suministro de la joyería es la creciente demanda de transparencia y sostenibilidad, la cual ha llevado a los consumidores a exigir productos cuya procedencia y recorrido sean claramente rastreables (Moraes et al, 2017), esto implica para las empresas conocer el origen de un producto y seguir su recorrido a través de todos los niveles de la cadena de suministro hasta su conversión en un producto terminado (Armano & Joy, 2022). Estas nuevas exigencias de parte de los clientes representan un desafío importante en un mercado como el de la joyería, además de revalorizar la sabiduría transmitida de generación en generación para el correcto procesamiento de las piedras preciosas. Este conocimiento, fundamental para la creación de joyería de alta calidad, se integra ahora con prácticas modernas que garantizan tanto la sostenibilidad como el respeto por las tradiciones culturales, enriqueciendo y prolongando así la herencia cultural en la industria joyera (Moraes et al, 2017).

La gestión de estas piezas de alto valor comercial es compleja y se compone de tres tipos de operación: upstream, midstream y downstream (Somboonwivat & Atthirawong, 2009). La

cadena de suministro de joyería incluye procesos de producción y extracción de materias primas como diamantes, metales preciosos y gemas, entre otros. Posteriormente, existen procesos intermedios entre las operaciones downstream y upstream, donde las materias primas se refinan y se les agrega valor para los clientes. Por ejemplo, el proceso de corte de piedras preciosas es fundamental, ya que es el medio para transformar una piedra en bruto en una piedra preciosa procesada lista para ser utilizada en joyería para la venta, multiplicando su valor en el mercado. Finalmente, están los procesos reales de producción y diseño de joyería como producto final para su distribución y flujo en la industria minorista (Borstrock, 2021).

Así mismo, las regulaciones legales tienen una influencia significativa en el abastecimiento, la producción y el comercio de artículos de joyería. Estas medidas rigen sobre todo la implementación de operaciones éticas y el cumplimiento de estándares ambientales, prácticas mineras responsables y condiciones laborales justas. Su impacto directo se refleja en la cadena de suministro y los requisitos que esta debe cumplir teniendo en cuenta los diferentes contextos económicos y sociales en los que se encuentra cada país. En la industria de la joyería, sistemas de trazabilidad como programas de certificación (por ejemplo, el oro Fairmined) y esquemas respaldados por grabados láser en piedras preciosas (como los diamantes éticos canadienses) han ganado importancia (Armano & Joy, 2022), los cuales garantizan la ética y la sostenibilidad, e influyen en las decisiones de compra, ya que los consumidores valoran la calidad y el origen responsable.

Aunque en la literatura se encuentran trabajos relacionados con la industria joyera (Somboonwiwat & Atthirawong, 2009) y algunos estudios enfocados en la industria minera (Hanai, 2021), no se han encontrado estudios que presenten una visión integrada de la cadena de suministro de la joyería de forma amplia y, en menor cantidad trabajos que integren la

sostenibilidad y la logística en su análisis, lo cual representa una brecha en la literatura académica que este trabajo busca llenar. Por esta razón, se considera necesario analizar los estudios existentes en cada industria de forma independiente y relacionar estos conceptos en un único marco teórico que permita comprender la cadena de suministro de la industria joyera de manera integral.

De acuerdo con lo anterior, la pregunta de investigación que este estudio desea explorar es: ¿Cuáles son los principales desafíos logísticos en la cadena de suministro de la joyería que dificultan la implementación de prácticas sostenibles? Para poder responder adecuadamente a esta pregunta es necesario tener en cuenta los planteamientos anteriores y la importancia, cada vez mayor de las expectativas de los consumidores en cuanto al aumento de hábitos de consumo éticos y sostenibles.

Por lo tanto, este trabajo de investigación se ubica dentro de la literatura académica relacionada con la gestión de la cadena de suministro y la sostenibilidad, para lo cual se utiliza un marco teórico del análisis de redes de suministro con el fin de mapear y analizar las interconexiones entre los diferentes actores, aplicadas a la cadena de suministro de la joyería. Con base en esta teoría se identifican cuellos de botella y áreas de mejora, que se convierten en los desafíos de la cadena de suministro analizada, en cuanto a los aspectos logísticos y de sostenibilidad. De esta manera, este estudio es relevante para los profesionales de negocios, dado que, presenta una visión integrada de la cadena de suministro de la joyería y describe las principales barreras para convertirla en una cadena de suministro sostenible.

Para el desarrollo de este trabajo de investigación se utilizan métodos cualitativos como las entrevistas a expertos de la industria joyera, combinado con el análisis y mapeo de la cadena de suministro como la teoría que soporta los análisis y permite contar con la visión integrada de

esta cadena y sus diferentes actores. Estos enfoques tienen como objetivo identificar y enfatizar los procesos que pueden ser mejorados para incluir la sostenibilidad dentro de la cadena de suministro de la joyería y a su vez determinar las barreras en aspectos logísticos que actualmente, retrasan la aplicación efectiva de la sostenibilidad y la transparencia en este tipo de industrias de tanta importancia en el mercado mundial.

En este orden de ideas, el documento se ha organizado comenzando con la revisión de literatura que muestra las teorías y conceptos relevantes para el desarrollo de los objetivos del proyecto, continuando con la presentación de la metodología a aplicar donde se describe cómo será utilizado el enfoque del análisis de redes de suministro seleccionado para este estudio y como se integra este enfoque con la recolección de información primaria por medio de las entrevistas a expertos de la industria joyera. Seguido a esto, se presentan los resultados los cuales incluyen el mapeo de la cadena de suministro de la joyería y la identificación de los cuellos de botella del proceso asociados con la implementación de la sostenibilidad, finalmente, se muestran las conclusiones y recomendaciones prácticas y se discuten las limitaciones del estudio incluyendo las direcciones futuras para la investigación.

2 LITERATURE REVIEW

2.1 Importancia y evolución de los procesos en la elaboración de joyería

Los fundamentos de la joyería se establecen como una actividad artesanal, que se ha ido desarrollando y evolucionando desde hace siglos. Sus inicios se remontan a la Edad de Piedra y el Paleolítico cuando elementos como huesos, minerales naturales y/o conchas servían como ornamento para nuestros antepasados, estos tiempos generaron la necesidad de desarrollar mecanismos como la minería para la extracción de estos materiales como Mina de Gavà en Cataluña que supera los 6.000 años.

Con la llegada de la Edad del Bronce se produjo un gran avance con la introducción del conocimiento de los metales en las comunidades. Por un lado, ayudó al avance de las tecnologías y herramientas para la extracción de piedras preciosas, y por otro, dio paso al arte de la orfebrería que se inició con la implementación de técnicas pioneras como el repujado, el granulado o la filigrana (López, 2020).

En la época de Mesopotamia y el Antiguo Egipto ya se había adquirido cierta experiencia en la fabricación de joyas, logrando artefactos similares a los diseños actuales. El principal tratamiento para los metales fue la granulación, especialmente para el oro y la plata, además del conocimiento y disponibilidad de piedras como amatistas, corales, jaspe, turquesas, cuarzos u

ónix, lo que motivó la implementación de mejoras en los procesos para incrustar las piedras en los diferentes materiales metalúrgicos. Los primeros camafeos (DEF) fueron realizados por los antiguos griegos, utilizando técnicas como el vaciado y el veteado. La cultura romana clásica hizo de la joyería un elemento básico en la vida cotidiana, ya que elementos como horquillas y peinetas tenían la sofisticación de joyería, utilizando componentes como marfil, cerámica, porcelana y bronce (López, 2020).

La joyería fenicia en Iberia supuso un importante avance en la historia al ser una de las primeras civilizaciones en innovar tanto en las técnicas utilizadas gracias al descubrimiento de la soldadura de oro, y en sustituir las joyas macizas por piezas huecas con diferentes rellenos. Con el descubrimiento de América se amplió enormemente la gama de metales y piedras preciosas, por lo que la joyería durante la Edad Media y el Renacimiento tuvo un gran impulso, creándose la necesidad de evolucionar y mejorar las técnicas y procesos en esta labor. Posteriormente, hacia los siglos XVII y XIX, los diamantes se convirtieron en la piedra preciosa más valiosa y demandada por la gente debido a un aumento en el poder adquisitivo de los consumidores y su disposición a gastar dinero. De la misma manera, el mercado se motivó a modernizar constantemente técnicas, como la estampación, para el corte de diamantes y otras piedras. La aparición del diamante marcó un antes y un después en esta industria, ya que se divide en dos categorías, joyería y joyería con diamantes. Además, se creó un nuevo tipo de negocio con el fin de imitar aquellas piezas decorativas a las que algunas personas no podían acceder por falta de afluencia económica, utilizando nuevos materiales de bajo coste.

Las técnicas y herramientas han ido evolucionando a lo largo de los años y atendiendo a las necesidades del contexto de cada época, se puede observar que en un principio los cambios fueron mucho más significativos, pero desde los años 50, aproximadamente, hasta la actualidad

se han ido implementando. Los nuevos conocimientos se centraron mayoritariamente en el diseño de las piezas en las tendencias cambiantes de la industria que tenemos hoy en día, y no tanto en los procesos de manipulación de la materia prima en sí.

2.2 Mercado de joyería hoy

En los últimos 50 años han existido diferentes líderes en el mercado, siguiendo la tradición, predominaba la joyería tipo italiana y francesa, además de la producción europea que es considerada el principal centro de operaciones de la industria de artículos de lujo a nivel mundial. Gracias a la globalización y el desarrollo económico de los países en desarrollo, países como China, India y Emiratos Árabes Unidos se han convertido en los principales productores y/o exportadores de joyería en los últimos años. Para China, su actual desempeño en la producción de oro, se considera el factor más importante que le permitió convertirse en un significativo competidor en este mercado, de igual manera, la presencia de gemas y joyas provenientes de la India fue su potenciador en el mercado especialmente por su cultura tradicional y riqueza en conocimientos artesanales (Orús, 2024).

Todo este proceso y dinamismo dentro de la industria se concluye actualmente en un mercado perteneciente principalmente al área minorista, que además se divide en cinco categorías diferentes: la más preponderante corresponde a la joyería nupcial con un 30%,

seguida de la joyería de moda con un 22%, la comercialización de relojes aporta el 18%, las piedras y los metales preciosos representan el 15% cada uno (Rudnicka et al., 2010).

2.3 Cadena de suministro de joyería

Aunque el mercado se ha ramificado de esta manera, todavía tienen una base común que es su cadena básica de elaboración y suministro, los procesos pueden volverse más especializados dependiendo de la categoría de joyería, pero los procesos iniciales son igualmente fundamentales en todo tipo de joyería. Con esto cabe aclarar que para la realización de este trabajo se considera la definición de cadena de suministro como la integración de todas las partes involucradas, directa o indirectamente, en la satisfacción de la demanda de los clientes. Esto indica que el concepto de cadena de suministro va más allá de las fuentes principales como el fabricante y los proveedores, incluyendo también a los transportistas, almacenes, minoristas y, por supuesto, al cliente final (Chopra & Meindl, 2014).

Este concepto integra funciones dentro de la organización verticalmente, como desarrollo de nuevos productos, distribución, finanzas, servicio al cliente, marketing y gestión de operaciones. Estos, a su vez, se fusionan en torno a actividades como la compra de materiales, su transformación en bienes finales o semifinales y la gestión de la recepción y finalización de las solicitudes de los usuarios (González & Prado, 2016).

La cadena de suministro de joyería está estructurada sobre el complemento de un trío de cadenas de suministro internas de la industria, que son la cadena de suministro interna de la industria de piedras preciosas y metales, la cadena de suministro interna de la industria de joyería y la cadena de suministro que conecta las dos mencionadas anteriormente (Somboonwiwat & Atthirawong, 2009). La industria de las piedras preciosas se basa principalmente en técnicas manuales, que se explicarán más adelante, mientras que las otras dos industrias están fuertemente respaldadas por conocimientos más recientes como el marketing y los avances tecnológicos.

Las etapas pertenecientes a la cadena de suministro de piedras preciosas, como los diamantes, generalmente se basan en el proceso de exploración, extracción (industria que cuenta con procesos logísticos independientes), clasificación, corte y pulido. En esta etapa, la industria puede optar por ir directamente al comercio minorista, ofreciendo las piezas preciosas solas/rústicas, o se pueden realizar otros procesos para aumentar aún más el valor y la calidad del producto, ya que el cliente final suele apreciar más las gemas incorporadas en un artículo de joyería en sí, en lugar de obtener solo la piedra.

En el caso de la segunda opción, se deben agregar a la cadena de suministro procedimientos como la creación de joyas, la regulación y la venta del producto final. Un aspecto importante es resaltar que como se mencionó la joyería se ha convertido en una industria minorista líder (Rudnicka et al., 2010).

El proceso de exploración y posterior excavación en las minas se puede realizar de diferentes formas, sin embargo, la minería artesanal suele ser la más utilizada y la más básica (Rudnicka et al., 2010). En el ranking de las empresas más influyentes en minería hay representación de Reino Unido, China, Brasil, Estados Unidos e India.

Sin embargo, la minería artesanal se practica principalmente en países económicamente desfavorecidos como África occidental, Angola, el Congo y Liberia, ya que no utiliza herramientas ni equipos costosos (Rudnicka et al., 2010). Hay otros tres tipos de minería, que se han descrito únicamente centrándose en los diamantes con tanto detalle, pero que se utilizan en general en todo tipo de piedras preciosas, que son la minería de roca dura, la técnica de excavación de diamantes, la minería de placer y la minería a cielo abierto. La primera se describe en (Rudnicka et al., 2010) como una técnica en la que es necesario construir un túnel y cuartos de almacenamiento bajo tierra, sostenidos por una roca. También es necesario un pozo para acceder a las salas, evidentemente para incursionar en este tipo de minería se requiere de conocimientos y herramientas más especializadas.

No hay mucha experiencia en metodología marítima ya que es relativamente nueva, cuando el proceso minero se realiza cerca de la superficie o a lo largo de tuberías de kimberlita, se aplica la minería a cielo abierto, es decir, la extracción se realiza a través de la apertura de un pozo. Finalmente, en la última técnica mencionada, los objetos se extraen directamente de la superficie y no se incurre en excavación (Cano-Londoño et al., 2023). Esta primera etapa es sumamente importante para toda la cadena de suministro ya que representa la extracción de la materia prima que será trabajada a lo largo de toda la cadena, por lo que se debe obtener el mejor material posible para lograr un producto final satisfactorio.

La siguiente etapa es la categorización y purificación de las piedras y gemas, los lineamientos para esto pueden variar entre empresas, pero las características básicas que se observan son la forma, color, tamaño, porcentaje de pureza y peso. A través de esta clasificación se comienza a hacer una aproximación al valor comercial de cada pieza, cuanto mayor sea el tamaño y/o peso mayor será el valor. Luego se procede al corte, aunque algunas

piezas suelen omitirlo y pasar directamente al pulido. Para realizar el proceso de corte es fundamental utilizar herramientas adecuadas a cada tipo de piedra, para cuidar y mantener su valor, incluso hoy en día se buscan personas especializadas específicamente para este trabajo ya que esta es la etapa que permite a las piedras en bruto incrustarlas o adjuntarlo a una joya preestablecida.

El mercado en constante actualización ha respondido a esta necesidad al ver la magnitud del impacto que puede generar un error en este proceso y se ha apoyado en la tecnología utilizando programas para diseñar las piezas en programas computarizados que permiten una visión 3D de esta antes de proceder a cortar. Estos programas se han ido especializando de tal manera que incluso pueden hacer sugerencias sobre la forma ideal de cortar las piezas evitando cualquier error y reduciendo el desperdicio de material (Vega & Muñoz, 2019). A este punto hay que llegar antes de tomar cualquiera de los dos caminos explicados anteriormente (directo al mercado abierto -minoristas- o a mayoristas).

En la actualidad, además de los procesos mencionados anteriormente, para lograr una estrategia competitiva es prácticamente obligatorio considerar la gestión de la cadena de suministro (Armano & Joy, 2022), en donde es necesario encontrar formas de reducir costos en la producción y al mismo tiempo satisfacer las expectativas de los consumidores, en este aspecto, las mejores opciones se encuentran en la investigación constante para analizar cada proceso e identificar dónde se puede optimizar o cambiar aquello que no está siendo competitivo en el mercado, así como encontrar la forma más eficiente y rápida de implementar mejoras.

2.4 Relación de la sostenibilidad en el mercado de joyería

Cuando se habla de una industria joyera sustentable se hace referencia a múltiples aspectos que se están vulnerando para poder llevar a cabo esta industria de manera tradicional. Por otro lado, la ética se ha vuelto tan importante como la sostenibilidad en esta industria, y según Linda Armano y Annamma Joy en “Encoding Values and Practices in Ethical Jewellery Purchasing: A Case History of Italian Ethical Luxury Consumption”, está especialmente relacionada con fenómenos de globalización, actividad minera, cadena de suministro y prácticas laborales. Estos dos conceptos también abarcan aspectos como la minería de oro justa y la minería de diamantes justa y libre de conflicto (Department of Toxic Substances Control California, 2024). Esta es una preocupación creciente entre los consumidores y, por tanto, entre las empresas de este sector. La preocupación por parte de las empresas se debe a dos grandes ámbitos. En primer lugar, deben dar respuesta a la demanda de sus clientes, quienes actualmente están siendo más exigentes y rigurosos a la hora de optar por comprar más sostenibles y amigables con el medio ambiente, también están creando conciencia y oposición en materia de Greenwashing, por lo que es necesario analizar a fondo los procesos internos y externos de las empresas que están haciendo su trabajo para contribuir a reducir el daño ambiental (Castilla, 2023); sin dejar de lado que existe conocimiento de los frecuentes abusos a los derechos humanos en las industrias que conforman el mercado joyero, como la minería.

En segundo lugar, pero no menos importante, las empresas son conscientes de que trabajar

con sustancias que generan un gran impacto de contaminación, a largo plazo puede terminar afectando gravemente a sus trabajadores ya que son ellos quienes manipulan y tienen el contacto más cercano con múltiples químicos peligrosos que se implementan como ácidos, solventes, gases comprimidos, entre otros (Department of Toxic Substances Control California, 2024).

La recurrencia de prácticas poco éticas y/o sustentables ha llevado a la creación de múltiples grupos activistas, organizaciones sin fines de lucro e incluso organizaciones gubernamentales internacionales para asegurar la práctica de procesos éticos y amigables con el medio ambiente. En esta búsqueda por mejorar la industria, las certificaciones han tomado un valor importante porque para que una marca tenga cierta acreditación que respalde sus procesos de fabricación y en general a lo largo de la cadena de suministro, se deben cumplir ciertos requisitos dependiendo del tipo de certificación que tenga la marca. También se han vuelto populares entre los consumidores que buscan utilizar productos sostenibles, ya que les facilita realizar su propia investigación.

Sin embargo, estas mismas certificaciones han sido criticadas por grupos activistas principalmente, quienes afirman que no se está investigando lo suficiente para otorgar las certificaciones, o que no se están exigiendo medidas mínimas para considerar a una empresa como sostenible (Moraes et al., 2017).

2.5 Logística en la Cadena de Suministro de la Joyería

La logística, desde un ámbito general y desde su importancia estratégica en las organizaciones, se puede entender como las actividades necesarias que permiten llevar los materiales y productos de los proveedores a los clientes (Vacar, 2019), de esta manera se evidencia su relación directa con la cadena de suministro de cualquier producto, lo que implica que la logística es la que permite que los flujos dentro de la cadena de suministro funcionen correctamente y sean eficientes para lograr los objetivos y cumplir con las expectativas de los clientes. En este sentido, la logística está relacionada con diferentes aspectos de las organizaciones como la gestión de inventarios, de proveedores, transporte, almacenamiento de materiales y procesos de distribución (Vacar, 2019) y se enfoca en su gestión y mejora de su eficiencia.

Teniendo claro a que se refiere la logística en las organizaciones y su relación con la cadena de suministro, es posible analizar los aspectos logísticos de la cadena de suministro de la joyería los cuales tienen particularidades importantes debido a la naturaleza de las materias primas necesarias y al alto nivel de especialización de cada producto, aunque, como se mencionó anteriormente, existen procesos generales para la conversión de los materiales en los productos finales que los clientes adquieren en el mercado de la joyería (Armano & Joy, 2022). Estos aspectos particulares son los que sirven de soporte para el análisis de la cadena de suministro, tanto de la minería como de la industria joyera.

En las primeras etapas de la cadena de suministro de la minería, en cuanto a la exploración y extracción requiere aspectos logísticos relacionados con el cuidado, protección y transporte de los materiales, dado que, los países y regiones de donde se obtienen estos metales y las piedras preciosas necesarias para la industria joyera suelen estar ubicadas en lugares remotos y con problemas políticos (Hilson, Hilson, & McQuilken, 2016), lo cual representa particularidades

logísticas que deben ser abordadas. Los procesos siguientes en la cadena de suministro que une la minería y la industria joyera se refieren a la clasificación, corte y pulido de estos metales y piedras preciosas para poder ser comercializados en la industria joyera, estos procesos se realizan en diferentes regiones donde los aspectos logísticos están enfocados en la reducción de costos, aprovechamiento de materiales y también en los procesos de transporte de estas materias primas ya procesadas para ser entregadas a los interesados.

Como se mencionó anteriormente, la entrega de las materias primas procesadas inicialmente se realiza en tres caminos: directo al mercado abierto -minoristas- o a mayoristas y dependiendo de cada destino, los procesos logísticos son diferentes y requieren de particularidades relacionadas principalmente con el almacenamiento, seguridad, transporte, tiempos de entrega y estándares de calidad necesarios para entregar las materias primas a los clientes (Fisher, 2018) de acuerdo con las necesidades de cada uno y con los requisitos legales, sanitarios y de calidad requeridos, por lo que, de estos criterios y su debida aplicación desde la logística son los que permiten determinar los precios a obtener por estos productos.

También, es importante mencionar que, las industrias de la joyería pueden estar interesadas en obtener las piedras en bruto para poder darles el valor que esperan, o bien, pueden tener sus propios empleados encargados del diseño, corte y pulido de las piezas para sus productos diseñados previamente, por lo que, los flujos de materiales y de información en este punto de la cadena de suministro adquieren una mayor complejidad y requieren de un análisis más detallado para poder ser comprendidos más profundamente.

Luego, se comienza a entrar en la cadena de suministro de la industria joyera con la fabricación de las piezas que han de ser vendidas a los clientes finales, allí se debe considerar un elemento fundamental que es la personalización y especialización de la fabricación, aunque

los procesos en general son similares. Los procesos logísticos asociados a esta etapa corresponden a la gestión de inventarios de materias primas (metales y piedras preciosas), gestión de proveedores, planeación de la producción, transporte y almacenamiento, y se incluye un aspecto relacionado con la entrega del producto final a los clientes, la cual puede realizarse directamente, a través de distribuidores, o a través de las propias tiendas físicas de la empresa, esto en el caso de empresas grandes. En el caso del comercio minoristas, se deben incluir los procesos de gestión de existencias, gestión de proveedores, transporte y almacenamiento, así como los aspectos de seguridad asociados y particulares de este tipo de productos (Armano & Joy, 2022).

Finalmente, los aspectos logísticos de la cadena de suministro de la joyería deben incluir el empaque, embalaje y entrega del producto al cliente, con base en las expectativas de los clientes que adquieren los productos finales, incorporando aspectos como el transporte, calidad y diseño que puedan transmitir al cliente lo que se espera y lograr la satisfacción de estos como resultado de los procesos logísticos descritos (Dominguez, Ageron, & Neubert, 2010).

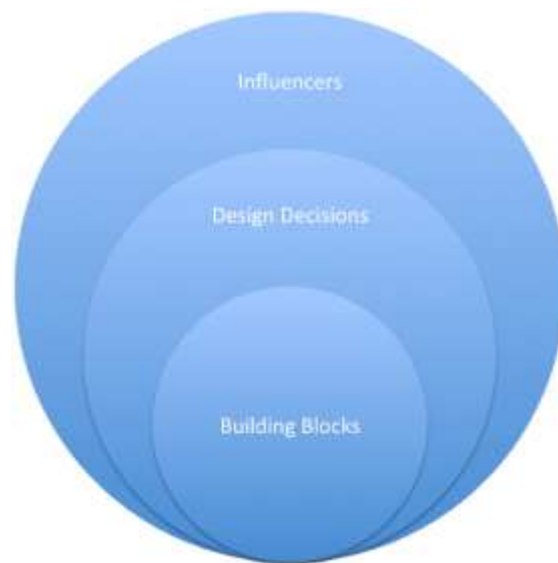
2.6 Elementos para el modelado de las cadenas de suministro

El modelado de las cadenas de suministro ha sido de gran importancia para su entendimiento y para soportar la toma de decisiones en cuanto a estructura y capacidades de la cadena, así como en las interrelaciones existentes entre los diferentes actores participantes, por lo tanto, debe incluir los objetivos de su diseño, que deben estar alineados con los objetivos

empresariales y con las necesidades del cliente final. Autores como Melnyk, Narasimhan y DeCampos (2014) plantean que el diseño de una cadena de suministro debe tener en cuenta tres dimensiones: los factores de influencia, las decisiones de diseño, y los elementos básicos. Los factores de influencia son los aspectos del entorno que pueden afectar las cadenas de suministro, los cuales condicionan las decisiones estratégicas, entre los que se tiene en cuenta el ciclo de vida de los productos, las características del mercado, y el contexto político y económico, son los primeros que deben definirse para poder hacer un diseño adecuado de la cadena de suministro.

Figura 1

Dimensiones de las cadenas de suministro



Nota: Adaptado de Melnyk, S. A., Narasimhan, R., & DeCampos, H. A. (2014). Supply chain design: Issues, challenges, frameworks and solutions. *International Journal of Production Research*, 52(7), 1887-1896. <https://doi.org/10.1080/00207543.2013.787175>

Las decisiones de diseño se realizan y establecen con base en los factores determinantes, allí se incluyen la definición de la estructura general de la cadena, la estrategia de abastecimiento y la configuración de la red social y de relaciones dentro de la cadena, las cuales

deben alinearse con los objetivos de su diseño. En cuanto a los elementos básicos se refieren a la infraestructura física, los sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP), los contratos, y el capital social, entre otros (Melnyk, Narasimhan, & DeCampos, 2014), es decir, se pueden asociar con los aspectos logísticos que soportan los flujos dentro de la cadena de suministro.

Otros autores como Boudouda & Boufaida (2012), consideran que el diseño adecuado de una cadena de suministro debe incluir cuatro aspectos: el aspecto de recursos, el aspecto organizacional, el aspecto funcional y el aspecto de interacción. El aspecto de recursos está centrado en el flujo de productos a lo largo de la cadena de suministro, por lo cual en este aspecto es necesario identificar el producto final y las materias primas necesarias, de esta forma se tiene una idea general de los puntos de inicio y fin de la cadena, además es importante definir el entorno de producción y las organizaciones que puedan estar involucradas en este aspecto.

En el aspecto organizacional es necesario identificar la empresa central de la cadena de suministro, con el fin de ampliar las redes de flujos con respecto a los diferentes actores relacionados con esta empresa central, desde proveedores, hasta clientes hasta tener una lista de todos los actores desde las materias primas más básicas y se determinan las interrelaciones entre estos actores identificados para tener una idea general de cómo está estructurada la cadena (Boudouda & Boufaida, 2012). Para el aspecto funcional se requiere de la descripción de los procesos y actividades que componen la cadena de suministro de la manera más detallada posible con el fin de identificar más actores y determinar los niveles de mando dentro de la cadena. Finalmente, en el aspecto de interacción se define la estructura de comunicación entre los distintos actores de la cadena de suministro, aquí se deben identificar los niveles existentes, es decir, proveedores, centro de producción, minoristas, distribuidores, clientes y determinar si

están relacionados entre sí o tienen una cadena de suministro diferente.

También existen elementos del modelado que permiten analizar las cadenas de suministro basado en una sucesión de etapas, como lo plantean Calleja et al., (2018) en el cual se pueden generalizar las actividades de una cadena en cuatro macroprocesos: obtención-producción, recolección, abastecimiento y entrega, sobre los cuales se realiza el análisis de los diferentes actores involucrados en cada proceso y se determinan sus interrelaciones para poder modelar adecuadamente la cadena de suministro. Este enfoque puede ser complementado con la determinación de las dimensiones de la gestión de la cadena de suministro, propuesto por Brandenburg & Rebs (2015), las cuales se incluyen el tipo de actores dentro de la cadena de suministro, donde se considera que de manera general existen seis dimensiones: fabricante, transportador, distribuidor, minorista, industria central y autoridades legales, los cuales se incluyen en el modelado de la cadena de suministro y se analizan de acuerdo con su importancia e interrelaciones.

2.7 Mapeo de la cadena de suministro

De acuerdo con MacCarthy et al., (2022) el mapeo de la cadena de suministro es una herramienta utilizada para realizar una representación gráfica de las relaciones y flujos dentro de la cadena, su importancia se encuentra en que muestra de una manera fácil de entender cómo están integrados y cómo se comunican los diferentes actores de la cadena. Esta herramienta es considerada como un modelo que permite representar la realidad de la complejidad en las

cadena de suministro y su enfoque puede variar dependiendo del propósito y la jerarquía del sistema de suministro, algunos autores consideran necesario diferenciarlo del mapeo del flujo de valor con el cual suele confundirse, por lo que se considera adecuado, hacer esta diferenciación. Mientras que, el mapeo de la cadena de suministro se enfoca en las actividades dentro de las empresas participantes y se utiliza de manera general para desarrollar y comunicar estrategias a nivel interno dentro de las organizaciones, el mapeo del flujo de valor está centrado en las actividades que agregan valor a lo largo de la cadena y tiene un enfoque más táctico u operativo (Fabbe, Lechaptois, & Spring, 2020).

Una vez se tiene clara esta diferencia, es importante mencionar que, el mapeo es un proceso que inicia con la identificación del objetivo del negocio y finaliza con el desarrollo de un mapa completo que incluye la estructura de la cadena haciendo uso de los elementos del mapeo se realiza el diseño del estado actual y futuro, aunque, este proceso no está completamente estandarizado a pesar de los diversos estudios al respecto (MacCarthy, Ahmed, & Demirel, 2022). Para realizar correctamente el mapeo de una cadena de suministro se debe tener en cuenta los elementos que lo componen, comenzando por los nodos que son aquellos que representan a los participantes primarios, en estos se incluyen los proveedores de materiales y los servicios de distribución y que también incluyen participantes secundarios, que son, por ejemplo, las agencias de aduanas y las compañías financieras, que aunque no están directamente relacionadas como actores fundamentales de la cadena, son actores que permiten que los procesos dentro de la cadena se procesen y funcionen (Mubarik, y otros, 2021).

Otro elemento del mapeo hace referencia a los enlaces que son los que permiten representar los flujos entre los nodos, que incluyen materiales, información y costos y que pueden ser unidireccionales, es decir, ir en una sola dirección, o pueden ser bidireccionales, es

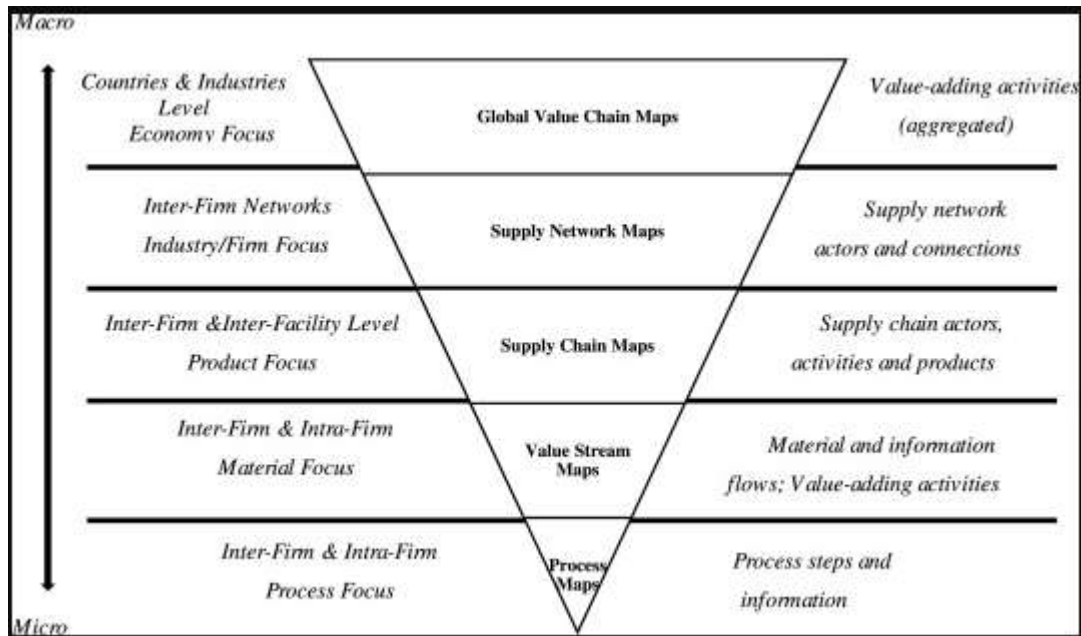
decir, que van en ambas direcciones de acuerdo con el tipo de transacciones que se realicen y su identificación es la que permite visualizar la influencia de cada parte de la cadena en el resto de los nodos (MacCarthy, Ahmed, & Demirel, 2022). Los nodos y enlaces son los elementos más básicos y necesarios para realizar un mapeo de la cadena de suministro, sin embargo, también pueden incluirse otros aspectos como las ubicaciones geográficas de los actores primarios y una descripción de sus instalaciones para tener información de si se trata de un puerto, un centro de distribución o una planta de producción, para contar con un mayor detalle y tener todo el panorama de la cadena y sus relaciones.

También puede incluirse los límites del sistema de suministro analizado, es decir, si se va a tener en cuenta solo los proveedores y clientes cercanos o se va a incluir toda la cadena de suministro completa y también determinar el nivel de detalle que se espera obtener, por ejemplo si solo se tendrán en cuenta los proveedores del material, o se identifican los transportistas, proveedores de insumos entre otros (Mubarik, Kusi-Sarpong, Govindan, Khan, & Oyedijo, 2023).

En el análisis y mapeo de las cadenas de suministro existen diferentes niveles de análisis que se conocen como el nivel de jerarquía de la cadena, el cual va desde los niveles macro a micro, como se observa en la siguiente figura.

Figura 2

Niveles de agregación en las cadenas de suministro



Nota: Análisis y mapeo de las cadenas de suministro basado en los niveles de jerarquía expuestos. Fuente: MacCarthy, B. L., Ahmed, W. A., & Demirel, G. (2022). Mapping the supply chain: Why, what and how? *International Journal of Production Economics*, 250, 108688. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108688>

De acuerdo con la figura presentada se encuentra que en el nivel macro se realizan los mapas de la cadena de valor global, los cuales proporcionan una representación holística de las redes de producción globales y los flujos comerciales de productos básicos o industrias a escala global, estos mapas suelen ser de nivel nacional y su enfoque es el concepto de comercio de valor agregado (de Backer & Miroudot, 2014). En el segundo nivel de jerarquía se realizan mapas de redes de suministro que son altamente complejas e incluyen múltiples niveles entre distintas empresas y se centran en las actividades que agregan valor y las que no, generalmente diseñan este tipo de mapas para industrias completas con el fin de determinar la estructura general e identificar las conexiones entre actores (Frederick, 2019).

En el tercer nivel de jerarquía se diseñan mapas para representar una parte de una red de suministro centrada en un solo producto o familia de productos y no en toda la industria, detalla los involucrados en la producción y distribución de los materiales que fluyen a través de esta cadena. En el cuarto nivel de jerarquía se pueden encontrar el diseño del mapeo del flujo de valor, que uno de los más usados de acuerdo con la literatura consultada y sirve para mostrar los flujos de materiales en una empresa en particular (Haefner, Kraemer, Stauss, & Lanza, 214). En el nivel inferior o micro de la jerarquía se encuentra el mapa de procesos el cual es el que muestra cómo se interrelacionan los procesos o actividades dentro de una empresa.

3 METODOLOGÍA

Para el análisis de la cadena de suministro de la joyería se aplicó una metodología que combina tres aspectos, el primero en el que se realiza un mapeo de la cadena de suministro de la joyería, por medio del mapa de redes de suministro descrito en la revisión de literatura (MacCarthy et al., 2022; Mubarik et al., 2023), para obtener este mapa se analizó la información disponible acerca de la cadena de suministro de la minería y de la industria joyera de modo que se puedan determinar los actores involucrados, las relaciones existentes, los nodos secundarios, las interrelaciones entre actores y los procesos aplicados en cada parte de la cadena.

Teniendo en cuenta este estudio se pretende tomar la información existente sobre la cadena de suministro de joyería, recopilarla y unirla porque, si bien existen trabajos que investigan el tema, estos están divididos entre sus componentes, por ejemplo, se describe la cadena de suministro sólo para determinadas piedras preciosas, y no existe ningún documento que consolide las prácticas realizadas con carácter general para todo tipo de materias primas. Por otro lado, no existen documentos que estudien en profundidad la relación entre la cadena de suministro y la sostenibilidad, ni expliquen cómo las operaciones logísticas pueden ser una estrategia para lograr el desarrollo de la industria hacia un futuro más sostenible y ético.

Para obtener la información que se incluyó en el análisis de fuentes secundarias, se realizaron varias búsquedas de información secundaria en fuentes especializadas como bases de datos, particularmente, Springer Link, Scopus, Science Direct y Web of Science, con diferentes

ecuaciones de búsqueda de acuerdo con la información necesaria para la identificación de los actores y nodos de la cadena de suministro, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1

Documentos revisados para soportar el mapeo de la cadena

Base de datos	Ecuación de búsqueda	Resultados	Revisados	Incluidos
Springer link	"jewelry supply chain" OR "jewellery supply chain"	6	3	1
Scopus		10	8	2
Science Direct		13	7	1
Web of Science		1	1	1
Total		30	19	5
Scopus	"mining supply chain"	53	30	4
	"supply chain" AND "precious stones" OR "gemstones"	17	13	5
Total		100	62	14

Nota: Búsqueda información secundaria. Elaborado a partir de información de bases de datos

Se observa en la tabla la columna de resultados donde se ubica el número de publicaciones totales encontradas con cada una de las ecuaciones de búsqueda, inicialmente se buscaron artículos relacionados con la cadena de suministro de la joyería, sin embargo, se encontraron pocos resultados por lo que fue necesario realizar la investigación en varias bases de datos, se encontraron en total 30 artículos en este tema de los cuales, al hacer una revisión por los títulos y resumen se seleccionaron 19 artículos que fueron revisados en detalle, y de los cuales, solo 5 se incluyeron para el análisis de los resultados.

También se realizaron búsquedas en cuanto a la cadena de suministro de la minería y de las piedras preciosas con el fin de cubrir toda la cadena de suministro que es objeto de estudio de este trabajo de investigación, donde se encontraron una mayor cantidad de publicaciones. En total se obtuvieron 100 artículos de las búsquedas, de los cuales se revisaron 62 y se incluyeron finalmente, 14 que se eligieron teniendo en cuenta que se enfoquen en análisis relacionados con la cadena de suministro de la joyería, en alguno de los eslabones que la componen y también se incluyeron algunos estudios de caso particulares, el detalle de los 14 artículos elegidos se puede observar en el Apéndice A.

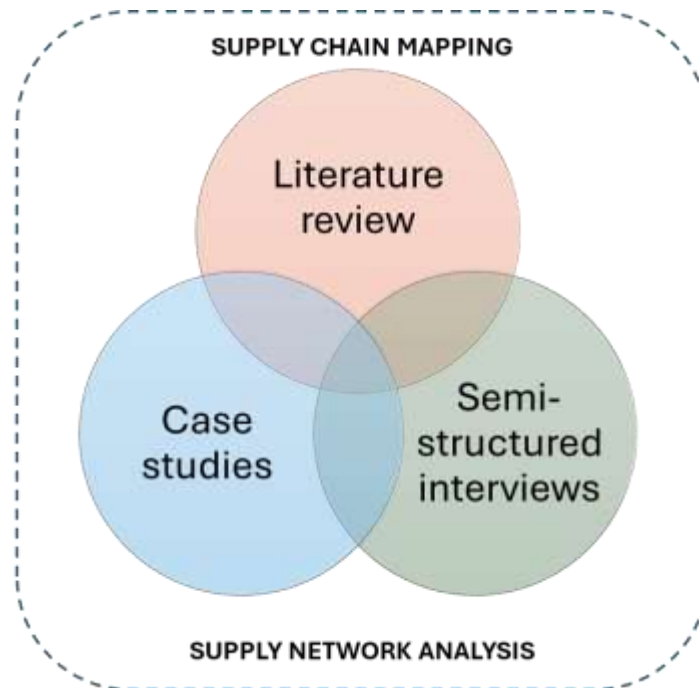
El segundo aspecto incluido se refiere a un estudio de caso el cual fue elegido la empresa Tiffany & Co. Teniendo en cuenta su trayectoria y sus avances en la implementación de certificaciones de sostenibilidad y sus esfuerzos por lograr la trazabilidad de las piezas y materias primas que se usan en la fabricación de sus productos, este estudio de caso permite evidenciar los desafíos logísticos en materia de sostenibilidad que se requieren en esta cadena de suministro.

Un tercer aspecto de la metodología se refiere a la recolección de información primaria por medio de entrevistas a representantes de pequeñas joyerías en Colombia, a través de las cuales se podrá obtener una perspectiva más cercana, y también se incluirán datos de empresas más pequeñas y sus procesos, las entrevistas fueron realizadas a través de un formulario de Google que se envió a conocidos y sus contactos para obtener información centrada en los procesos y las cadenas de suministro de la joyería y el detalle de cómo manejan actualmente los procesos previos a la venta de las joyas, además de indagar acerca de la relación con sus proveedores, riesgos de la empresa y procesos de fabricación dentro de la misma empresa. Las entrevistas se realizaron en el mes de julio de 2024 y en total se obtuvieron 57 respuestas. De

acuerdo con lo anterior, en la siguiente figura se muestra una ilustración de la metodología aplicada.

Figura 3

Ilustración de la metodología a aplicar



Nota: Metodología aplicada en el trabajo de investigación. Fuente: Propia

A través de la aplicación de esta metodología es posible responder a la pregunta de investigación planteada en este trabajo de investigación y contar con un análisis de la cadena de suministro de la joyería que incluya desde la extracción de las materias primas hasta la entrega de las piezas de joyería a los clientes finales.

4 ANÁLISIS & RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados del análisis de la cadena de suministro de la joyería con base en la revisión de literatura y la metodología definida anteriormente, el capítulo comienza con una descripción de las diferencias entre cadenas de suministro tradicionales y la cadena de la joyería, seguido del análisis general de la cadena de suministro de la joyería donde se indican las particularidades y la aplicación de la literatura, seguidamente, se presentan los resultados de las entrevistas realizadas. Con esta información se describen los actores y sus enlaces para poder tener los aspectos básicos de la cadena para luego, presentar el diseño de la cadena de suministro de la joyería por medio de un mapa de redes de suministro, como siguiente aspecto, se presenta el análisis del estudio de caso de la empresa Tiffany & Co., para finalmente, identificar los principales desafíos logísticos de aplicación de la sostenibilidad en la cadena de la joyería.

4.1 Diferencias entre cadenas de suministro tradicionales y la cadena de la joyería

Las cadenas de suministro tradicionales y la cadena de la joyería, cuentan con algunas diferencias en aspectos como la complejidad, estructura y la operatividad relacionada con

características únicas de los productos, además en cuanto a las expectativas del mercado y los desafíos logísticos y de sostenibilidad que se encuentran a lo largo de toda la cadena (Heidingsfelder, 2019). En términos de estructura las cadenas de suministro tradicionales suelen tener una configuración lineal en la que los flujos de materiales y productos se mueven a través de procesos bien definidos de producción, distribución y venta, sus principales problemáticas están enfocadas en aumentar la eficiencia y reducir costos (Chi, Huang, & Georgec, 2020), teniendo en cuenta que las materias primas de estas cadenas de suministro suelen ser abundantes y de fácil acceso, lo que permite un suministro constante y una planificación basada en la demanda.

Por el contrario, en la cadena de suministro de la joyería las materias primas son escasas y de difícil acceso, si se toma en cuenta que son metales y piedras preciosas que no son abundantes en el mundo, además de ser productos de alta complejidad y valor, donde aspectos como la trazabilidad, legitimidad y calidad son importantes, mucho más que en una cadena de suministro tradicional. Estas características particulares demandan una gestión de recursos adecuada y procesos logísticos para la obtención de las materias primas que necesariamente deben incluir los aspectos éticos y ambientales, no solo los económicos, para poder responder a las demandas del mercado de la joyería actuales (Keller-Aviram, 2021). En este contexto, las regulaciones en cuanto a la extracción y el respeto a los derechos humanos asociado con los procesos de minería que se requieren actualmente por parte de diferentes organismos internacionales también deben ser tenidos en cuenta como requisitos y parte de la cadena de suministro de la joyería (Hilson, Hilson, & McQuilken, 2016).

En cuanto a las características de los productos que fluyen a través de las cadenas de suministro, en las cadenas tradicionales suelen ser productos estandarizados que ya tiene

definidas sus necesidades logísticas o que son relativamente fáciles de lograr con las facilidades tecnológicas y de transporte actuales, sin embargo, en la cadena de la joyería los productos requieren de procesos con alta especialización y personalización, además de un especial cuidado por los detalles, por lo que, el procesamiento de las piedras y piezas debe ser realizado por personal con conocimientos del valor y de diseño de los materiales, lo que implica requisitos de calidad mucho más específicos y rigurosos que los que se requieren en una cadena tradicional (Armano & Joy, 2022).

El aspecto relacionado con la ética y la sostenibilidad en las cadenas de suministro tradicionales, a pesar de ser un aspecto importante y necesario, no tiene la misma relevancia que en la cadena de la joyería, teniendo en cuenta que, los productos tradicionales pueden implementar mejoras en sus procesos o innovaciones en productos que no necesariamente están asociadas con problemáticas ambientales o sostenibles. Por el contrario, en la cadena de suministro de la joyería, las cuestiones éticas relacionadas con las problemáticas presentes en los procesos de extracción de las materias primas pueden hacer la diferencia entre una empresa y otra, y los aspectos medioambientales asociados a la minería son fundamentales para los resultados y para el mercado actual de la joyería, por lo que, estos dos aspectos tienen una importancia particular en esta cadena y existe una presión social para implementar prácticas que sean sostenibles y a la relación con temas públicos como los “diamantes de sangre” y la minería no responsable (Hilson, Gillani, & Kutaula, 2018).

De la misma manera, aunado a la presión social, existe una presión económica del mercado por incluir estas prácticas sostenibles en la cadena de suministro de la joyería, con la, cada vez mayor, importancia que los consumidores le están dando a estos temas que ha generado otro tipo de retos logísticos como garantizar la transparencia de la procedencia de los

materiales, el apoyo a conflictos en otros países del mundo, responsabilizando cada vez más a las empresas no solo de un buen producto sino de un producto ambientalmente sostenible y en particular en la joyería éticamente responsable (Franken & Schütte, 2022), esta situación evidencia la necesidad de un análisis conjunto que unifique las cadenas de suministro de la minería y de la industria joyera. De acuerdo con lo anterior, se presenta la siguiente figura en la cual se resumen las principales diferencias entre las cadenas de suministro tradicionales y la cadena de la joyería.

Figura 4

Diferencias cadenas de suministro tradicionales y de la joyería

ASPECT	TRADITIONAL SUPPLY CHAIN	JEWELRY SUPPLY CHAIN
STRUCTURE	Linear configuration Well-defined processes	Highly complex and valuable products
PROBLEMS	Increase efficiency and reduce costs	Resource management and ethical and environmental aspects
RAW MATERIALS	Abundant and easily accessible, constant supply	Scarce and difficult to Access
PRODUCTS	Standardized	Specialized and personalized
ETHICS AND SUSTAINABILITY	Low relevance or importance	Fundamental for companies
MARKET DEMANDS	Innovation and low costs	Transparency in origin

3

El entendimiento de estas diferencias es la base para poder analizar la cadena de suministro de la joyería, dado que, no puede ser analizada bajo los preceptos de cadenas de suministro tradicionales y requiere un espacio particular para los aspectos éticos y sostenibles.

4.2 Análisis general de la cadena de suministro de la joyería

El primer paso para el análisis general de la cadena de suministro de la joyería es entender que los procesos que la conforman deben considerar desde la extracción de las materias primas en las diferentes minas donde se encuentran los metales y piedras preciosas que son necesarios para la fabricación de los productos y debe incluir hasta la entrega de los productos al cliente final. En estos procesos se requiere de la participación de múltiples actores que desempeñan roles diversos y se ubican en diferentes regiones del mundo, por lo que para la identificación de los nodos primarios y secundarios es necesario analizar en detalle cada uno de los estos procesos, este análisis se realiza con base en los documentos incluidos en el estudio, tal como se mencionó en la metodología.

4.2.1 Extracción de materias primas

La extracción de las materias primas corresponde al primer proceso de la cadena, por lo que está relacionado con la minería de metales preciosos como el oro, la plata y piedras preciosas como diamantes, topacio, esmeraldas entre otras. Las principales regiones donde se

realiza este proceso se ubican en África, Sudamérica y Asia, dado que, es allí donde se tiene la mayor cantidad de estos recursos naturales (Moraes et al., 2017). Como se describió en la revisión de literatura, los procesos de minería pueden ser realizados a gran escala o a pequeña escala, lo que implica actores diferentes, pues en el primer caso se refiere a grandes corporaciones multinacionales y en el segundo a mineros artesanales (Keller-Aviram, 2021).

Esta fase del proceso de la cadena de suministro de la joyería, donde se extraen las materias primas, permite entender algunos de los principales desafíos en materia ambiental, social y económica de toda la cadena, en particular con la extracción de oro y piedras preciosas. De manera general y en cuanto a la extracción del oro se encuentran dos tipos de actores, la minería industrial o de gran escala y la minería artesanal o de pequeña escala, los cuales vale la pena incluir y analizar de forma separada, debido a su importancia en esta cadena y como fuente importante de materias primas y a sus particularidades sociales y ambientales (Heidingsfelder, 2019).

En la minería a gran escala que es realizada por grandes empresas, se tienen como parte importante el cumplimiento de estándares para su operación, este actor inicial de la cadena de suministro se refiere a multinacionales o empresas de tamaño medio que realizan sus procesos de forma tecnificada y tiene acceso a mercados internacionales, mientras que, la minería de pequeña escala o artesanal es realizada por personas en las comunidades locales donde se encuentran las materias primas, sus procesos son empíricos de baja tecnificación y con una baja inversión en infraestructura, este actor es relevante incluirlo en el análisis de la cadena de suministro, teniendo en cuenta que entre 10 y 15 millones de mineros trabajan en este sector del oro (Heidingsfelder, 2019).

En relación con las materias primas de las piedras preciosas, tanto los diamantes como las

piedras de color, tiene una industria que abarca cerca de 47 países en todo el mundo, pero que no ha logrado su formalización ni una trazabilidad de sus productos desde la mina, debido principalmente a que, en su mayoría son extraídas por medio de la minería a pequeña escala en las comunidades donde se encuentran estos yacimientos, sus principales problemáticas se encuentran en las condiciones laborales, riesgos para la salud, uso de químicos peligrosos (Archuleta, 2016).

El planteamiento de alternativas sostenibles en este primer eslabón de la cadena de suministro refleja una importancia particular teniendo en cuenta sus impactos, no solo ambientales sino a nivel social y económico (Fattahi, Mosadegh, & Hasani, 2021) en ambas formas de minería dado que, la minería de gran escala tiene efectos en la degradación del suelo, la violación de los derechos humanos y conflictos con las comunidades locales, mientras que la de pequeña escala el usos de químicos peligrosos, riesgos ambientales y para la salud de los trabajadores (Hilson, Gillani, & Kutaula, 2018).

4.2.2 Transporte de materias primas

El siguiente proceso tiene que ver con el transporte de las materias primas para que ingresen a la red logística de la cadena la cual tiene particularidades especialmente enfocadas en garantizar la seguridad de bienes de alto valor y permite llevar los materiales de las minas a la etapa de transformación, los actores involucrados en este proceso corresponden a intermediarios

y comerciantes que son aquellos comerciantes locales que compran estos materiales, ya sea para venderlos a mercados locales o a mercados más grandes, también se encuentran los exportadores que son los que compran los materiales en bruto para enviarlos a países donde se realiza la transformación especializada para ser vendidos a mayor precio a la industria joyera (Hanai, 2021).

En este proceso de la cadena de suministro se encuentra una red de instalaciones interconectadas las cuales permiten llevar las materias primas a las plantas de procesamiento, utilizando diferentes medios como carreteras, conductos, ferrocarriles, ríos y océanos, como lo plantean Njualem y Ogundare (2022). En el caso del oro este metal tiene tres compradores principales: aplicaciones industriales, joyería y fines financieros, para el caso del presente estudio, solo se toma en cuenta el oro que es destinado a la joyería (Heidingsfelder, 2019).

En relación con las piedras preciosas, en particular con los diamantes, el proceso de transporte depende de los compradores, dado que, por ejemplo, el Sistema de Certificación del Proceso de Kimberley (PK) realiza envíos etiquetados y sellados de estas materias primas a los joyeros, sin embargo, no es tan eficiente en disminuir la ilegalidad de las piedras, pues solamente incluye la trazabilidad desde el proceso de pulido y no, desde la mina. Otros sistemas como el de los diamantes certificados de Canadá, si permiten garantizar su trazabilidad desde la mina donde fueron extraídos hasta el cliente final, debido a las condiciones particulares de este país que es libre de conflictos, en comparación con países de África (Armano & Joy, 2022).

En un caso particular como el analizado por Vincent et al (2021) relacionado con la tanzanita que se extrae en Tanzania, se encontró que, uno de sus principales mercados es China, por lo que este segmento de la cadena de suministro muestra que, las piedras preciosas extraídas viajan a las instalaciones de corte, ubicadas casi exclusivamente en la India, y las gemas

terminadas se venden a los joyeros chinos, donde se puede observar la importancia de Asia en este mercado, como un actor relevante en la cadena de las materias primas.

4.2.3 Procesamiento y transformación

El siguiente proceso en la cadena de suministro de la joyería es el de procesamiento y transformación donde se pueden realizar procesos como la fundición de metales, el corte y pulido de piedras preciosas. En este proceso los actores son muy diversos, pueden ser empresas que realizan todo el proceso desde el corte y pulido hasta la fabricación de las joyas, o bien estar compuesto por pequeños talleres artesanales especializados en el corte y pulido de manera independiente, para luego ser entregadas a las empresas que fabrican las joyas, o también se pueden encontrar personas que cortan, pulen y fabrican las joyas y las envían al mercado minorista de joyería (Carrigan et al., 2017).

En el caso del oro los procesos de fundición y refinamiento son básicos, por lo que una vez extraídos deben enviarse a las refinadoras y fundidoras para lograr su introducción en la cadena de la industria joyera. Estas empresas son actores importantes en la cadena de suministro dado que, de no ser por esta transformación del oro extraído de las minas, no puede contarse con oro puro para ser comercializado en las diferentes industrias que lo requieren para sus procesos, de acuerdo con Heidingsfelder (2019) este constituye un cuello de botella en la cadena de valor al ser un paso crítico para obtener una materia prima comercializable.

En relación con las piedras preciosas, los procesos de transformación incluyen corte, pulido y otros tratamientos altamente especializados que generalmente se llevan a cabo en centros de beneficio en países como India, China y Tailandia, también se pueden realizar en los países donde se extraen las piedras como en el caso de Colombia (esmeraldas) y Sri Lanka (zafiros) que poseen la especialización para lograr este proceso de las piedras directamente, sin intermediarios (Makki & Ali, 2019). En los casos donde la producción se realiza principalmente a pequeña escala las piedras llegan a diferentes sitios de beneficio especializados de manera “ilegal” por medio una red de diferentes actores a menudo conocidos como "corredores" o "intermediarios" (Irwin & Shortell, 2017).

Lo anterior se debe a que, a diferencia de la industria de los diamantes donde se tienen grandes empresas, la industria de las gemas de color se realiza predominantemente a través de pequeñas cooperativas de mineros y rara vez involucra un interés minero multinacional (Makki & Ali, 2019). En el caso particular de Tailandia, uno de los principales países donde se realiza la transformación de las gemas de color cuenta con al menos 10.000 hábiles cortadores de piedras preciosas, los cuales han recibido apoyo de parte del gobierno y se han diseñado modelos educativos que incluyen carreras para profesionales en esta área, lo cual ha aumentado su posición en este segmento de la cadena de suministro.

En este sector, se encuentran dos principales rutas de donde provienen las gemas, la primera es proveedores externos que llevan las piedras a Tailandia para su procesamiento las cuales provienen principalmente de India, Birmania, Sri Lanka, Colombia, Brasil, y África su ingreso puede ser formal o informal y son comercializadas en mercados locales prominentes como el distrito de Silom en Bangkok y Chanthaburi. La segunda ruta de donde provienen estas gemas es la frontera del país donde firmas establecidas como World Sapphire y Pranda tiene

personal que se dedica a viajar a los países productores directamente para comprar las gemas y llevarlas a Tailandia para ser procesadas.

Una vez son adquiridas las piedras por alguna de las rutas mencionadas, se procede a su clasificación, preformado, corte y pulido, que se realiza por artesanos altamente capacitados, estos talleres pueden ser formales o informales como hogares rurales que se dedican a estas labores (Lawson & Chowdhury, 2022). Las piezas cortadas y pulidas tienen diferentes destinos, pueden venderse a joyeros en mercados locales o también puede llevarse a ferias internacionales en países como Hong Kong, Estados Unidos, Europa y China. En este segmento se encuentra una mayor especialización de los trabajos y, por tanto, una mayor concentración de estos procesos en lugares particulares, a diferencia del eslabón de extracción (Brandao, de Alencar, & de Oliveira, 2021) por lo cual la trazabilidad de las materias primas desde este punto de la cadena es más accesible que desde la extracción.

4.2.4 Fabricación y comercialización de joyas

La siguiente etapa de la cadena de suministro es el diseño, fabricación y comercialización de las joyas, que se realiza con procesos que requieren especialización y personalización de los productos en donde se pueden fabricar piezas únicas o bien, responder a una línea de productos específica. Los actores que se pueden identificar son, por un lado, pequeños talleres donde se fabrican las joyas y distribuidos a minoristas en todo el mundo, o también pueden realizarse por

grandes empresas que se dedican a este segmento en la industria joyera (Lawson & Chowdhury, 2022). Las materias primas, como se mencionó anteriormente, provienen de las minas en diferentes partes del mundo y son transportadas y procesadas de formal o informalmente lo cual puede hacer la diferencia en temas de trazabilidad de la pieza.

En la actualidad, este proceso se encuentra directamente relacionado con los aspectos éticos debido a las tendencias del cuidado del medio ambiente por los problemas asociados al cambio climático y a la sostenibilidad, dado que, los consumidores cada vez se preocupan más por los temas del origen de sus productos para no apoyar empresas que realicen procesos sin tener un impacto en toda la cadena de suministro (Moraes et al., 2017). En este sentido, se han generado acciones enfocadas en la implementación de estos aspectos, como el Proceso de Kimberley que implica la certificación de diamantes libres de conflicto (Hilson et al, 2018), exige que todos los comerciantes de diamantes en bruto, diamantes pulidos y joyas que contienen diamantes declaren que las piedras proceden de fuentes legítimas.

En cuanto a los metales preciosos, en particular el oro se encuentran iniciativas como el Estándar de Oro Fairmined que se creó con el objetivo de generar impactos positivos para los mineros y sus comunidades, particularmente enfocado a impactar en la minería artesanal o de pequeña escala influyendo en la inclusión del desarrollo sostenible y mejores prácticas en este segmento de la cadena (Keller-Aviram, 2021). Aunque el impacto se encuentra en la extracción, este certificado puede ser aplicado por las grandes empresas en la industria joyera, teniendo en cuenta el enfoque de la cadena de suministro y su gestión.

Otras alternativas como el Oro de Comercio justo también han sido diseñadas, sin embargo, de acuerdo con diferentes autores (Keller-Aviram, 2021; Hanai, 2021; Irwin & Shortell, 2017) su efectividad es muy baja debido a que su implementación no ha sido masiva

en los actores de la cadena de suministro, es decir, muy pocas empresas han usado estos mecanismos o se han certificado en estos aspectos, por lo que el desafío en su implementación aun es grande, además, porque la mayor parte de los comercializadores en la este segmento de la cadena son minoristas que no poseen los medios para estas certificaciones.

Finalmente, se puede mencionar la tendencia relacionada con el reciclaje de materiales que se ha desarrollado en los últimos años, para disminuir los impactos de la extracción de metales preciosos y para generar una economía circular dentro de la cadena de suministro, lo anterior teniendo en cuenta que los metales preciosos pueden ser reciclados muchas veces sin perder sus propiedades naturales (Keller-Aviram, 2021), esta iniciativa ha tomado fuerza tanto en grandes empresas como en minoristas que reciclan joyas antiguas para crear productos nuevos.

4.2.5 Actores gubernamentales

Además de los procesos de la cadena de suministro de la joyería analizados anteriormente, en su comprensión general es importante tener en cuenta los actores gubernamentales que han ido influyendo cada vez más en los resultados y en la inclusión de la sostenibilidad en la cadena. La influencia de estos organismos puede verse desde inicios de la década de 2000 con la introducción de la Ley Dodd-Frank (2010) en los Estados Unidos y la Guía de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos -OCDE- para Cadenas de

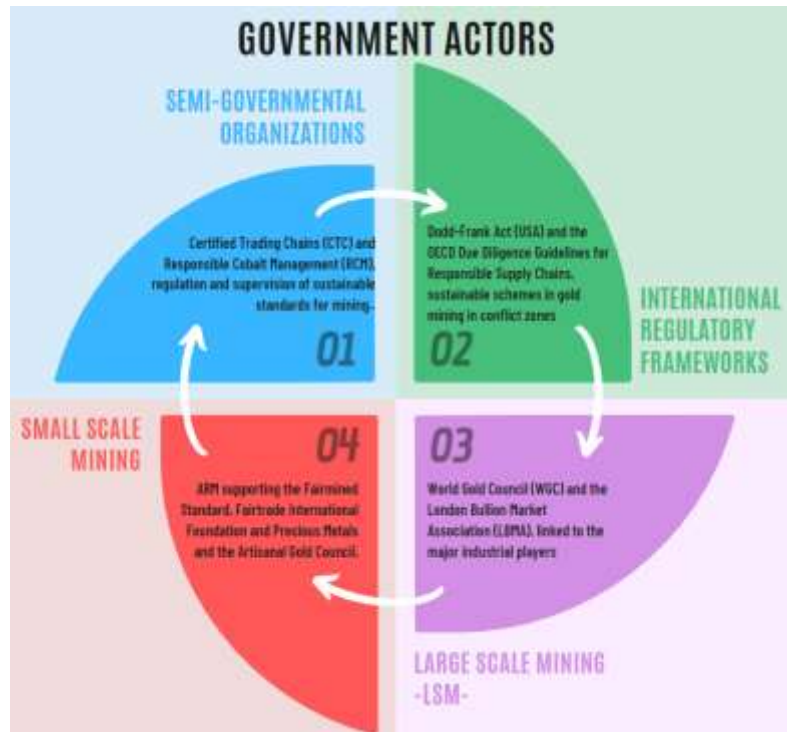
Suministro Responsables (Heidingsfelder, 2019).

Igualmente, se han desarrollado normativas que impactan en la minería de gran escala como el Código Internacional de Gestión del Cianuro (2002), el Programa de Fundiciones Libres de Conflictos (2008), la Guía de Oro Responsable de la LBMA y el Estándar de Oro Libre de Conflictos del WGC (ambos de 2012), particularmente importantes en los países productores y consumidores de oro. Y en la minería artesanal se encuentra el desarrollo de un Estándar Cero (en 2006) por parte de la Alianza para la Minería Responsable (posteriormente en cooperación con Fairtrade), así como los estándares Fairmined y Fairtrade resultantes se asemejan a pasos clave de desarrollo (Heidingsfelder, 2019).

Por otro lado, los gobiernos de los países productores también han adoptado regulaciones en complemento a las iniciativas internacionales, con estándares particulares para el sector minero y de la joyería. De acuerdo con los autores consultados e incluidos en el análisis de resultados, existen diferentes actores gubernamentales y organismos internacionales que tiene influencia en la cadena de suministro de la joyería, como se puede observar en la siguiente figura.

Figura 5

Principales actores gubernamentales de la cadena de suministro



Nota: Actores gubernamentales y organismos internacionales que influyen la cadena de suministro de la joyería.

Fuente: Propia a partir de Heidingsfelder, J. (2019). Private sustainability governance in the making: A case study análisis of the fragmentation of sustainability governance for the gold sector. *Resources Policy*, 63, 101462.

Sin embargo, a pesar de los esfuerzos de diferentes organismos, estas cadenas de suministro aún se encuentran fragmentadas y la implementación de la sostenibilidad ha resultado compleja debido a las particularidades de los flujos de productos, materiales e información y a la informalidad, particularmente en los primeros eslabones de la cadena como la extracción, transporte y procesamiento de las materias primas, tanto metales como piedras preciosas (Keller-Aviram, 2021).

4.3 Identificación de actores y sus enlaces

De acuerdo con la descripción detallada de los procesos de la cadena de suministro de la joyería realizado a partir de la revisión de literatura, se identificaron una serie de actores a lo largo de la cadena que tienen características y tamaños diferentes, por lo que es necesario identificarlos y describirlos para comprender su rol dentro de la cadena, así como determinar sus enlaces e interconexiones con el fin de avanzar en el diseño de la cadena de suministro de la joyería.

4.3.1 Actores en la extracción de materias primas

En los procesos de extracción de materias primas, tanto de los metales como de las gemas se identificaron dos actores principales:

Minería industrial o de gran escala -LSM-: son grandes empresas generalmente multinacionales que se dedican a la extracción de minerales y piedras preciosas en todo el mundo, suelen estar ubicadas en países como África, Sudamérica y Asia, dado que, es allí donde se tienen las reservas de este tipo de materiales principalmente. Estas empresas realizan

el envío de los materiales extraídos directamente a plantas de procesamiento con las cuales generalmente ya tiene contacto para realizar su proceso de transformación.

Minería artesanal o de pequeña escala -MAPE-: son comunidades locales y mineros artesanales formales e informales que extraen minerales y piedras preciosas en los lugares donde se encuentran las minas y los yacimientos de diamantes y piedras preciosas de color. Los mineros locales generalmente venden sus productos a comerciantes locales o intermediarios que a su vez los envían a los mercados locales o internacionales, o los revenden a exportadores.

Gobiernos y reguladores locales: se refieren a las entidades que realizan la supervisión de las actividades de minería en los países productores, tanto de gran escala como de pequeña escala.

4.3.2 Actores y enlaces en el transporte de materias primas

Después de la extracción de las materias primas, se encuentran otro tipo de actores de la cadena que, realizan la compra y transporte de estas para ser llevadas al procesamiento y transformación, estos actores son principalmente:

Intermediarios y comerciantes locales: estos actores realizan la compra de las gemas directamente en las minas o a los mineros artesanales para ser enviadas a los mercados locales o internacionales, es importante mencionar que, estos intermediarios pueden ser formales o informales. Sus principales enlaces, son joyeros locales, empresas interesadas internacionales o

exportadores a quienes revenden los productos obtenidos.

Exportadores: son empresas dedicadas a la compra de materia prima en bruto, que se decidan a la exportación de estos productos a países como India, China y Tailandia donde se realizan los procesos de transformación. La compra la pueden realizar a los mineros locales, directamente en las minas o a los intermediarios y comerciantes locales,

Organismos reguladores: en este proceso se tiene los sistemas de certificación como el proceso de Kimberley que permiten asegurar la legalidad y origen de los productos, especialmente en cuanto a los diamantes.

4.3.3 Actores en el procesamiento y transformación

En el procesamiento y transformación se realizan procesos diferentes de acuerdo con el tipo de materia prima extraída, así mismo, los actores identificados son diferentes como se describe a continuación:

Refinerías y empresas de fundición: son las empresas receptoras de los metales preciosos de las minas, en el caso del oro, las principales refinerías se encuentran en Suiza, Italia, Alemania y Turquía. Existen refinerías certificadas que garantizan la calidad y pureza del oro, pero también refinerías y fundidoras de menor tamaño no certificadas. Tanto las minas como los exportadores y comerciantes locales envían los metales a estas empresas para su

transformación y estas a su vez venden el oro refinado a fabricantes de joyas, ya sean en pequeña escala o empresas joyeras grandes.

Talleres artesanales globales: están ubicados principalmente en como India, China y Tailandia, donde los exportadores y comerciantes locales o intermediarios envían las gemas de color y diamantes no certificados para su corte y pulido por parte de los expertos. Al igual que en los actores anteriores existen taller formales y reconocidos y otros talleres informales donde se reciben las piezas sin importar su origen. Estos talleres venden las gemas a fabricantes de joyas o a grandes empresas joyeras.

Pequeños talleres artesanales locales: son talleres que transforman las gemas en los lugares donde son extraídas, como en Colombia y Sri Lanka. Los talleres locales venden principalmente las piezas a minoristas en los mercados locales, o a exportadores que comercian con estos productos en mercados internacionales.

4.3.4 Actores en la fabricación y comercialización

Finalmente, las materias primas procesadas y transformadas se llevan a la fabricación de joyas y a las empresas joyeras para ser comercializadas con los clientes finales de la cadena de suministro, los principales actores identificados en estos procesos se describen a continuación:

Fabricantes de joyas: se refiere a pequeños talleres artesanales dedicados al diseño y

fabricación de joyas, los cuales pueden ser los mismos talleres donde se transforman, o ser diferentes, pero estar ubicados en los mismos lugares donde se transforman las joyas. Principalmente se relacionan con joyerías minoristas que son las que finalmente comercializan los productos.

Empresas joyeras: son empresas que realizan el proceso de diseño, fabricación y comercialización y que reciben las materias primas directamente de las refineras y exportadores. Estas empresas pueden estar certificadas o no con los estándares internacionales en la cadena de suministro.

Distribuidores minoristas: son pequeñas joyerías ubicadas alrededor del mundo, las cuales reciben las joyas de los fabricantes y que solo se encargan de almacenarlas y comercializarlas con los clientes finales.

Clientes finales: son las personas interesadas en la compra de joyas en cualquiera de los canales anteriores, pueden estar interesados en compras sostenibles o ser indiferentes del origen de sus piezas.

4.3.5 Actores gubernamentales y reguladores

Finalmente, y como actores transversales en la cadena de suministro de la joyería se encuentran los organismos certificadores y reguladores de los procesos descritos anteriormente,

los cuales son principalmente:

Gobiernos nacionales: hace referencia a los gobiernos de los países productores que cuentan con regulaciones en cualquier segmento de la cadena de suministro y que pueden influir en la cadena de los metales o de las piedras preciosas.

Organismos internacionales: son principalmente organismos que promueven iniciativas de sostenibilidad (como Fairmined o el Kimberley Process), los cuales pueden o no ser gubernamentales.

Organismos de certificación: como su nombre lo indica son los que certifican algunos procesos de la cadena de suministro, como los diamantes y metales libres de conflicto, la debida diligencia entre otros.

4.4 Resultados de las entrevistas en la industria de la joyería

De acuerdo con lo descrito en la metodología se realizaron entrevistas a 57 actores de la cadena de suministro de la joyería en Colombia, obteniendo respuestas de 4 empresas que se desenvuelven como proveedor de productos terminados (empresas comercializadoras) y 3 empresas dedicadas a la manufactura de productos dentro de la empresa, las cuales tienen un tiempo de operación que oscila entre 1 y 10 años siendo la manufactura de productos (extracción de esmeraldas en la mina) la que cuenta con el mayor tiempo de operación, como se

muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2

Tiempo de operación de las empresas entrevistadas

Hace cuanto tiempo opera su empresa	Total
1 año o menos	29
Manufactura de productos dentro de la empresa	8
Proveedor de productos terminados	21
Entre 2 a 3 años	13
Proveedor de productos terminados	13
Entre 3 a 5 años	11
Manufactura de productos dentro de la empresa	8
Proveedor de productos terminados	3
Entre 5 a 10 años	4
Manufactura de productos dentro de la empresa	4
Total general	57

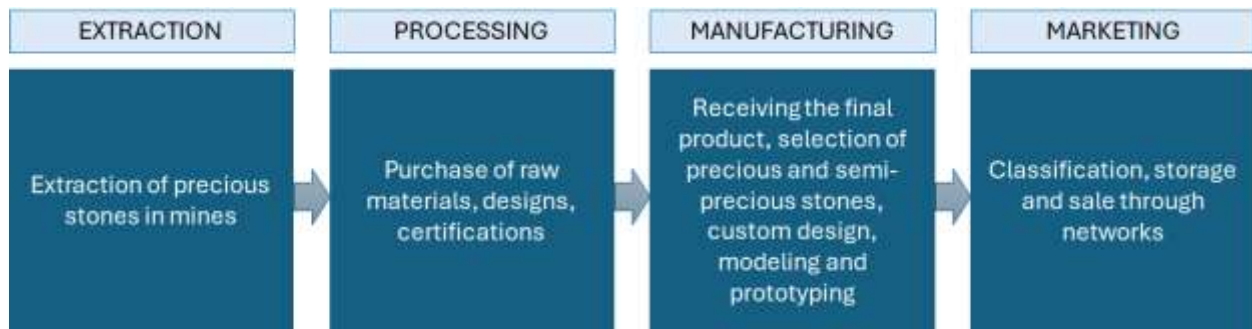
Nota: Conteo respuestas obtenidas en entrevista sobre el tiempo de operación de las empresas. Fuente: Propia a partir de información de entrevistas

Los proveedores de productos terminados (empresas comercializadoras de joyas) tienen un tiempo de operación entre 1 y 5 años, lo que indica que son empresas nuevas en el mercado, las cuales tienen una relación con sus proveedores igual al tiempo de operación que llevan, esto muestra que las relaciones entre actores en esta cadena de suministro son duraderas, teniendo en cuenta como lo manifestaron algunos de ellos, que se prefiere una relación a largo plazo que genera confianza entre las partes y relaciones gana-gana.

En cuanto a los procesos realizados se encontró que, comienzan con la extracción de las piedras preciosas en cuanto a los actores de este eslabón que participaron, luego, se realiza el proceso de clasificación y selección de las piezas de mejor calidad para ser comercializadas con los demás actores, en cuanto a los proveedores de productos terminados, los procesos realizados comienzan con la recepción de las materias primas solicitadas, luego, el diseño de las joyas, algunos realizan el modelado y prototipado de las joyas, para proceder a su fabricación, clasificación, almacenamiento y posterior venta a los consumidores finales, la venta se realiza en algunos casos por medio de redes sociales, de acuerdo con los procesos mencionados, la siguiente figura consolida los procesos de la cadena de suministro analizada.

Figura 6

Proceso de la cadena de suministro



Nota: Procesos que componen la cadena de suministro de la joyería. Fuente: Propia a partir de información de entrevistas.

En cuanto al tipo de línea de producción que manejan, se tiene que 28 empresas realizan el almacenamiento de inventario, 13 de ellas realizan la fabricación bajo pedido y 16 manejan ambas opciones, esto muestra que, no existe una única línea de producción, por el contrario, las empresas manejan inventarios y a su vez realiza la fabricación bajo pedido, por lo que esto

depende de la demanda de los consumidores, más que de una decisión logística de la empresa.

La comunicación eficiente es percibida por los participantes como el factor más importante para lograr una relación exitosa entre el área de producción y la de comercialización, donde todos coinciden en que si no se tiene una buena comunicación entre las partes los resultados no se logran como se espera, se pierde tiempo y dinero y las relaciones se deterioran. Y los principales riesgos identificados, dependen del tipo de actor, es decir, para las empresas comercializadoras el principal riesgo identificado es el de no lograr las ventas esperadas mientras que, para los actores de manufactura (mineros y joyeros), el principal riesgo es la seguridad personal y del producto.

La gestión de los riesgos se realiza de diversas formas como, por ejemplo, contar con estudio de mercado para atender la demanda efectivamente, también a través del inventario de diferentes productos para tener el producto esperado por los clientes, en cuanto a las empresas comercializadoras, y para los mineros y joyeros, los temas de seguridad y del cuidado entre iguales es muy importante para gestionar los riesgos que enfrentan.

Finalmente, se pudo evidenciar una diferencia en los dos tipos de actores en cuanto al manejo de los inventarios y de los indicadores de desempeño importantes, puesto que, las empresas comercializadoras y joyeros manejan sus inventarios a través de Excel, mientras que los mineros no manejan ningún tipo de herramienta informática, solo un cuaderno o en otros casos solo la memoria. Además, los mineros no cuentan con indicadores de desempeño en sus procesos, mientras que la satisfacción del cliente y la calidad son importantes en las empresas comercializadoras y joyeros.

4.5 Diseño de la cadena de suministro de la joyería

Con base en los análisis de los procesos, identificación de actores de la cadena y los resultados de las entrevistas descritos anteriormente, se realizó el diseño de la cadena de suministro de la joyería, por medio de un mapeo de la cadena de suministro y aplicando los diferentes elementos descritos en la revisión de literatura, para tener un diseño que responda, en lo posible, a las realidades que se tienen en los procesos asociados a las joyerías.

4.5.1 Dimensiones de la cadena de suministro de la joyería

De acuerdo con Melnyk, Narasimhan y DeCampos (2014) para el diseño de un modelo de la cadena de suministro se deben tener en cuenta los factores de influencia, las decisiones de diseño, y los elementos básicos, por lo cual a continuación se presentan estos aspectos. Los factores de influencia que se evidenciaron en el análisis de la cadena de suministro de la joyería se refieren principalmente a las tendencias del mercado en cuanto a la sostenibilidad de las marcas y a las diferentes certificaciones que se han desarrollado a lo largo de la cadena.

Un ejemplo de estos aspectos lo presenta Keller-Aviram (2021) donde muestra para las materias primas del oro y los diamantes, las principales certificaciones como el Proceso de

Kimberley, que es un acuerdo entre 81 gobiernos, organizaciones de la sociedad civil y líderes de la industria con el objetivo de detener el comercio mundial de diamantes de zonas en conflicto. También incluye el Estándar de Oro de Comercio Justo y el Oro Fairmined: Oro en bruto y procesado que están relacionados con el uso de sustancias químicas tóxicas y la Certificación RJC (Consejo de Joyería Responsable) enfocado en contar con un estándar internacional sobre prácticas comerciales responsables en diamantes, oro y metales del grupo del platino, los cuales se evidencian gráficamente en la cadena de suministro de la joyería y sus aplicaciones, en la siguiente figura.

Figura 7

Certificaciones y estándares de la cadena de suministro de oro y diamantes



Nota: Adaptado de (Keller-Aviram, 2021)

También se identificaron las decisiones de diseño de la cadena de suministro de la joyería (Melnik, Narasimhan, & DeCampos, 2014), donde se establece que la estructura general de la cadena responde a los procesos identificados, es decir, extracción de materias primas, transporte, procesamiento y transformación, fabricación y comercialización, con los actores identificados en cada uno de estos procesos de acuerdo con lo descrito en el numeral 4.3, estos procesos responden a los objetivos del diseño dado que, permiten analizar las cadenas de

suministro de la minería y de la industria joyera en una sola cadena de flujos de productos, materiales e información.

En relación con los elementos básicos asociados a los aspectos logísticos de la cadena de suministro de la joyería (Melnyk, Narasimhan, & DeCampos, 2014) se identificaron por medio de las entrevistas realizadas, donde se encontró que, existen procesos básicos como la extracción minera de piedras preciosas, el procesamiento de estas, diseño, prototipado, fabricación de las joyas, selección de piedras preciosas, recepción de materia y comercialización con cliente finales, estos procesos corresponden a una cadena de suministro de pequeña escala, con minas certificadas y mineros artesanales, así como pequeños talleres procesadores.

Al ser este análisis detallado para una cadena de suministro a pequeña escala, los resultados no pueden extenderse a toda la cadena de suministro de la joyería analizada, sin embargo, si permiten tener una idea general de las relaciones logísticas en detalle de los diferentes actores identificados, quienes consideran que, las relaciones a largo plazo entre la industria minera y la industria joyera con base en aspectos como la comunicación eficiente son fundamentales para lograr los resultados esperados en cada una de las partes interesadas.

El manejo de inventarios es un aspecto logístico que fue posible analizar con las entrevistas donde se encontró que, se usan inventarios y fabricación bajo pedido y mantienen herramientas de manejo de inventarios solo en las empresas comercializadoras, dado que, los mineros no llevan registros de sus inventarios de manera formalizada. Además, se enfrentan a diferentes riesgos dependiendo del tipo de actor de la cadena que se analice, pues los mineros tienen riesgos principalmente relacionados con la seguridad, mientras que las empresas joyeras se enfrentan bajas en las ventas que pueden afectar su continuidad en la cadena.

4.5.2 Aspectos de la cadena de suministro de la joyería

Con base en los planteamientos de Boudouda & Boufaida (2012), para el modelado de una cadena de suministro se deben tener en cuatro aspectos: el aspecto de recursos, el aspecto organizacional, el aspecto funcional y el aspecto de interacción. En cuanto al aspecto de recursos, se encontró que, el producto final ofrecido a los clientes de la cadena son las piezas de joyería comercializadas por diferentes actores como empresas grandes de joyería y minoristas y las materias primas de estos productos se refieren a los metales preciosos (oro y plata) y las piedras preciosas (diamantes y piedras de color), esto indica que el inicio de la cadena de suministro está en la industria minera y su fin en las joyerías grandes o pequeñas.

Como parte del aspecto organizacional se debe identificar la empresa central de la cadena de suministro (Boudouda & Boufaida, 2012), en este caso se identifican las joyerías como las empresas centrales del análisis, las cuales pueden ser grandes empresas joyeras o minoristas, sus proveedores directos son las refinерías, exportadores de gemas y los joyeros que diseñan piezas para el mercado minorista principalmente, los cuales a su vez requieren las materias primas de la minería a gran escala o artesanal. Los aspectos funcionales y de interacción en donde se requiere de la descripción de los procesos y actividades, así como la estructura de comunicación entre los distintos actores fueron definidos en detalle en el numeral 4.3.

4.5.3 Otros factores de la cadena de suministro de la joyería

Como parte de otros factores importantes para el diseño de la cadena de suministro se toma en cuenta lo descrito por Calleja et al., (2018) quien indica que se deben definir las actividades y macroprocesos de la cadena, que de acuerdo con lo que plantea Heidingsfelder (2019) abarca varias etapas y está fuertemente globalizada, comenzando por la exploración y extracción de las materias primas, el comercio a través de intermediarios, el procesamiento y el envío del oro a las empresas de procesamiento (refinerías y talleres de transformación), luego, se realiza la fabricación de joyas para ser vendidas al cliente final.

Estos procesos al ser detallados dan lugar a los diferentes actores de la cadena los cuales son principalmente: mineras industriales de gran escala, mineros artesanales, comercializadores locales e intermediarios, exportadores de metales y piedras preciosas, refinerías, talleres de procesamiento globales y locales, empresas joyeras de gran escala, pequeños talleres fabricantes de joyas, tiendas minoristas de las grandes empresas y joyerías minoristas, además de los actores gubernamentales identificados.

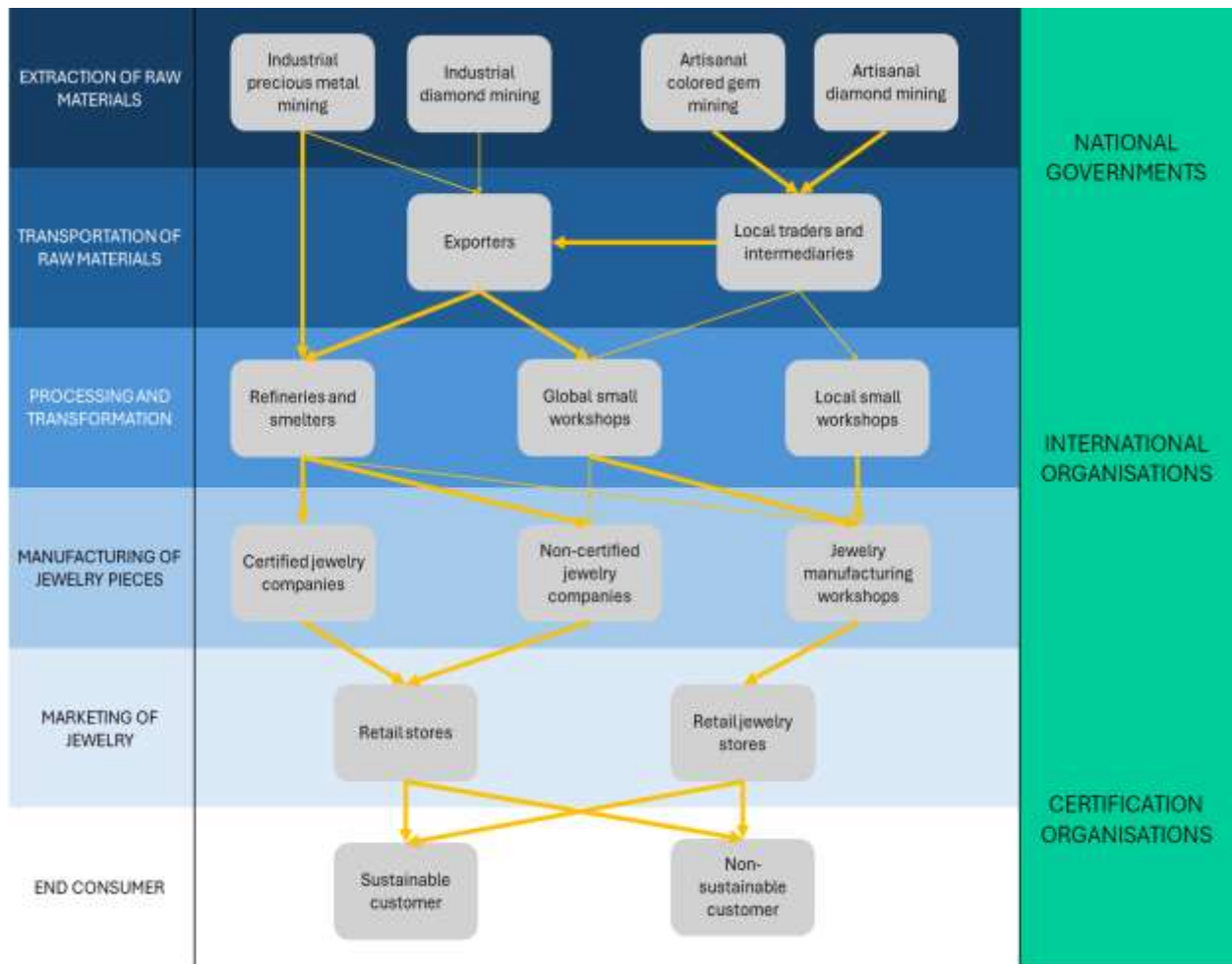
4.5.4 Mapeo de la cadena de suministro de la joyería

Las descripciones anteriores permiten limitar el diseño del mapa de la cadena de suministro de la joyería, así como determinar sus aspectos básicos y detallados, con lo cual es posible plantear un mapa general de la cadena que, lejos de ser el único y más completo, permite un primer acercamiento sustentado de los flujos e interconexiones entre la cadena de suministro de la minería y de la industria joyera, que aunque separadamente se encuentran analizadas y formalizadas, no han sido debidamente consolidadas y estudiadas.

Se identificaron los nodos principales de la cadena que corresponden a los actores de los procesos de extracción, transporte, procesamiento, fabricación y comercialización, así como actores secundarios que se refieren a los organismos gubernamentales identificados, las relaciones entre los nodos se muestran teniendo en cuenta que el ancho de las flechas es proporcional a la magnitud de los flujos. Igualmente, se muestran las ubicaciones geográficas de los actores principales, cuando es posible, y la descripción del tipo de actor y sus instalaciones, como se puede observar en la siguiente figura que muestra el mapeo de la cadena de suministro de la joyería propuesto.

Figura 8

Mapeo de la cadena de suministro de la joyería propuesto



Nota: Fuente propia

El mapeo de la cadena de suministro muestra de manera general, que existen dos flujos importantes de productos por los diferentes procesos, el primero el que se realiza desde la minería a gran escala hacia las refinerías y empresas joyeras grandes, y otro flujo importante que se encuentra desde la minería artesanal, pasando por comercializadores locales,

exportadores, pequeños talleres y minoristas, aunque también existen relaciones entre estos dos flujos importantes los cuales son los que permiten que se relacionen los mineros artesanales con grandes empresa de forma indirecta.

4.6 Análisis de caso Tiffany & Co.

La empresa Tiffany & Co., fue fundada en 1837 y actualmente es considerada una de las marcas más reconocidas en la fabricación de joyería de lujo en el mundo. Su sede principal se encuentra en la ciudad de Nueva York y cuenta con diversas tiendas de venta de sus joyas alrededor del mundo, su reconocimiento se debe principalmente a sus diseños sofisticados, sus diamantes de alta calidad y su empaque distintivo en la famosa caja azul (Tiffany & Co., 2024).

Su enfoque empresarial ha estado centrado en el lujo y exclusividad, manteniendo una base de clientes de alto nivel y expandiendo su presencia a nivel internacional. Sin embargo, el enfoque de la marca ha sido la calidad y el diseño de sus productos, así como la responsabilidad social y ambiental. Con el tiempo, Tiffany & Co. ha hecho esfuerzos significativos para enfocarse en prácticas más sostenibles, tanto en la obtención de materias primas como en la fabricación de sus joyas.

En las últimas décadas, Tiffany & Co. ha dado pasos importantes en su compromiso con la sostenibilidad y la ética en la industria de la joyería. Reconociendo el impacto ambiental y

social que puede tener la extracción de metales preciosos y piedras, la empresa ha implementado políticas y certificaciones para asegurar que sus productos se obtengan de manera responsable.

Uno de los hitos más importantes en este camino ha sido la implementación de prácticas alineadas con el Responsible Jewellery Council (RJC), una organización que promueve la sostenibilidad en la cadena de suministro de joyas. Tiffany & Co. es miembro de esta organización y ha recibido la certificación de RJC, lo que asegura que la empresa cumple con estándares rigurosos en cuanto a la ética, los derechos humanos y las prácticas ambientales a lo largo de su cadena de suministro (RJC, 2024).

Además, Tiffany & Co. ha adoptado otros programas de certificación para mejorar sus procesos, como el Kimberley Process Certification Scheme (KPCS), que garantiza que los diamantes utilizados en sus productos no provienen de zonas de conflicto. Esta certificación es importante en la industria de los diamantes, ya que se ha evidenciado que el comercio de "diamantes de sangre" puede financiar conflictos armados en ciertas regiones (Tiffany & Co., 2024).

Un aspecto destacado de los esfuerzos de sostenibilidad de Tiffany & Co. es su enfoque en la trazabilidad de las materias primas, especialmente los diamantes. A partir de 2019, la compañía comenzó a proporcionar a los clientes información sobre el origen de los diamantes utilizados en cada pieza de joyería. Esto incluye detalles sobre el país de origen y el proceso de corte y pulido, asegurando que los consumidores conozcan la procedencia de los productos que adquieren (Tiffany & Co., 2024).

Este esfuerzo hacia la trazabilidad es una medida de transparencia, y responde a una

creciente demanda de los consumidores por productos que se alineen con valores éticos y sostenibles. La trazabilidad de los diamantes también refuerza el compromiso de Tiffany & Co. con el comercio responsable y su rechazo a los diamantes que puedan estar relacionados con violaciones a los derechos humanos o prácticas laborales injustas (Tiffany & Co., 2024).

Además de los diamantes, Tiffany & Co. también ha mostrado compromiso con la trazabilidad de otros materiales como el oro. La compañía ha establecido relaciones directas con minas certificadas, y más del 99% del oro utilizado en sus productos proviene de minas que cumplen con estándares de sostenibilidad, o de materiales reciclados. Tiffany & Co. también ha expresado su compromiso de seguir aumentando este porcentaje, con el objetivo de eliminar el uso de materiales que no sean trazables o sostenibles (Tiffany & Co., 2024).

Tiffany & Co. ha ido más allá de la trazabilidad y certificaciones, posicionándose como un líder en el activismo ambiental dentro del sector de la joyería. La empresa ha estado involucrada en diversas iniciativas que buscan proteger el medio ambiente y mitigar el impacto negativo de la minería. Por ejemplo, ha apoyado proyectos de conservación marina y se ha opuesto a la minería destructiva en zonas sensibles, como la región de Bristol Bay en Alaska, donde se pretendía realizar una mina de oro que habría puesto en riesgo un ecosistema marino (Tiffany & Co., 2024). Además, Tiffany & Co. ha adoptado políticas que favorecen el uso de materiales reciclados y la minimización de residuos en su proceso de producción. La empresa también ha buscado minimizar el impacto ambiental de sus tiendas y operaciones a través de la eficiencia energética y la reducción de emisiones de carbono.

A pesar de los avances significativos que Tiffany & Co. ha logrado en términos de sostenibilidad, aún enfrenta desafíos importantes en su misión de crear una cadena de suministro completamente responsable. La naturaleza global y compleja de la industria de la

joyería presenta dificultades para garantizar que todos los proveedores, especialmente aquellos en etapas tempranas de la cadena, cumplan con los altos estándares éticos y ambientales.

Uno de los retos principales para Tiffany & Co. es seguir mejorando la trazabilidad de todos los materiales que utiliza, los diamantes y el oro. La empresa también debe continuar fortaleciendo las relaciones con proveedores en regiones donde las regulaciones y los estándares laborales pueden ser más laxos, para asegurar que cada paso de su cadena de suministro sea responsable.

Por otro lado, las crecientes demandas de los consumidores por productos éticos y sostenibles representan una oportunidad para Tiffany & Co. Al fortalecer su posicionamiento como una marca comprometida con la sostenibilidad y la transparencia, puede capturar una mayor cuota de mercado entre los clientes que valoran estos aspectos en sus decisiones de compra.

4.7 Desafíos logísticos de las prácticas sostenibles

La industria de la joyería enfrenta desafíos significativos en la implementación de prácticas sostenibles dentro de su cadena de suministro, los cuales surgen principalmente de la complejidad de esta cadena y las demandas crecientes de los consumidores y las regulaciones internacionales. Los consumidores actuales se interesan por la calidad y el diseño de las piezas

y por la "historia" detrás de ellas, lo que incluye el impacto social y ambiental que involucra su producción. Este cambio de comportamiento ha hecho que los derechos humanos y las preocupaciones ambientales en la cadena de suministro de joyería ganen relevancia a nivel mundial (Archuleta, 2016).

Uno de los principales retos es asegurar una trazabilidad completa y responsable desde la mina hasta el producto final. A pesar de los esfuerzos en sectores como los diamantes, otros materiales como las piedras de color aún carecen de un marco sostenible y verificable para su extracción y comercialización (Responsible Ecosystems Sourcing Platform, 2016). La falta de transparencia y certificaciones dificulta que las empresas joyeras demuestren la procedencia ética de sus productos, lo que compromete su credibilidad en un mercado que cada vez más exige sostenibilidad.

Además, muchos fabricantes dudan en adoptar completamente prácticas éticas debido a los costos que estas conllevan, lo que podría no ser compensado por un aumento en los precios para los consumidores. Este dilema plantea un desafío para la industria, ya que el cambio hacia una producción más ética implica modificaciones profundas en las condiciones laborales, el trato justo a los trabajadores y el uso responsable de recursos, lo cual puede resultar en una reducción de ingresos para ciertos actores de la cadena de suministro (Armano & Joy, 2022).

Por otro lado, la desvinculación de minas artesanales que emplean prácticas ilegales, como el trabajo infantil, puede ser contraproducente. Excluir estas minas sin ofrecer alternativas puede empujar estas actividades hacia un mercado más clandestino, donde es aún más difícil ejercer control o influencia para mejorar las condiciones de trabajo (Franken & Schütte, 2022). Para abordar estos problemas de manera efectiva, las empresas deben integrar estrategias de cooperación para el desarrollo local y un enfoque a largo plazo que supere las regulaciones

individuales.

Los impactos ambientales de la minería de metales y piedras preciosas también representan un desafío logístico importante. La minería de oro, por ejemplo, es responsable de grandes cantidades de residuos y contaminación por productos químicos como el cianuro y el mercurio, que tienen efectos devastadores en el medio ambiente y la salud de las comunidades locales (Keller-Aviram, 2021). La fragmentación de la industria, con grandes empresas operando junto a pequeños negocios familiares, añade más complejidad, ya que la implementación de nuevas prácticas sostenibles es particularmente difícil en un entorno tan diverso y disperso.

Otro de los principales desafíos logísticos reside en la fragmentación de los esquemas de sostenibilidad, que afectan tanto al sector upstream (productor de oro) como downstream (comprador y comercializador). Esto incluye la dificultad de encontrar un vocabulario común entre los distintos actores para abordar las prácticas responsables. A pesar de los esfuerzos de iniciativas como el ICMM y las campañas de concientización pública como "No Dirty Gold", la industria aún carece de un consenso sólido sobre lo que constituye una cadena de suministro sostenible. Además, la Ley Dodd-Frank y las Guías de la OCDE se han convertido en marcos de referencia clave para guiar las prácticas sostenibles, pero su aplicación varía dependiendo del contexto geográfico y de las particularidades del sector de la joyería (Heidingsfelder, 2019).

La fragmentación también se refleja en la variabilidad de los públicos destinatarios. Las iniciativas de sostenibilidad no están dirigidas de manera uniforme, lo que lleva a enfoques de gobernanza específicos para diferentes partes interesadas. Por ejemplo, las necesidades de los mineros artesanales y en pequeña escala en regiones como África Subsahariana difieren considerablemente de las de los grandes comercializadores y consumidores finales en mercados

globales (Hilson et al., 2016). Esta desconexión complica la implementación de esquemas de trazabilidad y prácticas éticas, generando desconfianza entre productores y compradores, y limitando la efectividad de las intervenciones para mejorar las condiciones en el sector minero.

Otro reto significativo es la falta de recursos financieros estables y el impacto de la volatilidad económica en la adopción de prácticas sostenibles. La crisis financiera global de 2007 y la posterior recesión afectaron gravemente a la industria minera, paralizando la producción en muchas áreas y dejando a muchas pequeñas empresas incapaces de adoptar prácticas sostenibles. Además, los altos costos asociados con el seguimiento de las exportaciones de minerales y piedras preciosas, especialmente en yacimientos mineros dispersos y de difícil acceso, representan una barrera para muchas empresas pequeñas y medianas (Archuleta, 2016).

Otro reto importante es la implementación de soluciones responsables que equilibren las necesidades económicas de los mineros a pequeña escala y las demandas éticas y ambientales de los mercados internacionales. Un enfoque como el boicot al comercio de joyas afectaría a los mineros y a sus comunidades, quienes dependen económicamente de esta actividad. En lugar de eliminar actores en la cadena de suministro, es importante gestionar los abusos de los derechos humanos, ofrecer pagos justos, y establecer condiciones laborales seguras y equitativas. Estos aspectos son esenciales para mantener la funcionalidad de la cadena y garantizar la sostenibilidad del sector.

En términos normativos, iniciativas como el Proceso de Kimberley han tenido éxito en la regulación del comercio de diamantes provenientes de zonas de conflicto. Sin embargo, no existen aún normas internacionales vinculantes para las piedras preciosas de colores. A pesar de los esfuerzos de algunos gobiernos, como el caso de la Ley de Libertad y Democracia de

Birmania de 2003 en los Estados Unidos, que prohíbe la importación de ciertos productos de Myanmar, el desafío de establecer regulaciones globales para la sostenibilidad sigue siendo una tarea pendiente.

El papel de organismos independientes, como el Consejo de Joyería Responsable (RJC), también es clave en la promoción de estándares de sostenibilidad. El RJC, que audita a sus miembros para garantizar prácticas éticas, ha implementado la Certificación de Cadena de Custodia para garantizar que los materiales usados en la joyería cumplan con criterios de derechos humanos, impacto ambiental y laborales. Sin embargo, estas certificaciones aún enfrentan críticas por lagunas en el cumplimiento de los estándares y su limitada aplicación a diamantes y metales preciosos.

Otra área de importancia es la educación. En las zonas productoras, la alfabetización y la capacitación son esenciales para que los trabajadores puedan cumplir con las normativas de seguridad y mejorar sus condiciones de vida. Adicionalmente, la integración vertical de las empresas en la cadena de suministro permite una mayor transparencia y control sobre los procesos, lo que facilita la adopción de prácticas responsables.

El desafío de implementar prácticas sostenibles en la cadena de suministro de la joyería radica en crear un equilibrio entre el desarrollo económico de las comunidades mineras y el cumplimiento de estándares éticos y ambientales. Las prácticas empresariales responsables, que integran la sostenibilidad en toda la cadena y en la cultura corporativa, representan una evolución necesaria para asegurar la continuidad del sector a largo plazo, alineando los intereses de los actores con las exigencias del mercado y la comunidad global.

La implementación de prácticas sostenibles en la cadena de suministro de la industria

joyera enfrenta múltiples desafíos logísticos que requieren un enfoque integral y adaptado a las particularidades del sector. No existe una solución única que se aplique a todos los aspectos de la cadena, pero se pueden extraer lecciones valiosas de experiencias en otros sectores. Un estudio de USAID sobre la comercialización directa de diamantes en Liberia y África Central identificó conclusiones clave para cadenas de suministro no relacionadas con diamantes, como las de piedras preciosas de color, que pueden servir de guía para abordar estos retos (USAID, 2011).

La necesidad de confianza, transparencia y asociación en toda la cadena de suministro es otro reto logístico importante, el cual implica desarrollar relaciones sólidas entre los actores, ofreciendo un valor de mercado justo y asegurando que los trabajadores se sientan parte fundamental del éxito de las operaciones. Asimismo, la certeza en el precio, volumen y entrega del suministro es importante, especialmente cuando se trabaja con materiales recolectados de manera artesanal, cuyo volumen puede ser variable. En este sentido, la asociación con joyeros de menor demanda puede ser una estrategia más viable para garantizar la estabilidad del suministro.

Otro reto significativo es el papel de los intermediarios en la cadena de suministro. Aunque a menudo se busca eliminar intermediarios para reducir costos, estos permiten proporcionar liquidez financiera y asumir tareas como la clasificación y el transporte de los materiales extraídos. Esto alivia a los mineros de responsabilidades logísticas adicionales, lo que resulta en un flujo más eficiente de operaciones (Cushman, 2015).

Además, las operaciones deben entender la mentalidad de los mineros artesanales y adaptarse a las estructuras e instituciones existentes, en lugar de intentar imponer sistemas externos. Para garantizar el éxito, es necesario respetar y trabajar dentro del marco político y

cultural de las regiones mineras. Finalmente, cualquier iniciativa debe empezar con actores que ya hayan demostrado éxito comercial y/o de desarrollo, asegurando que todos los participantes sean capaces de cumplir con sus tareas asignadas, desde la extracción hasta la comercialización y el desarrollo comunitario.

La recuperación y remediación de tierras es otro aspecto logístico clave en la sostenibilidad de la cadena de suministro. Si bien las operaciones mineras pequeñas y artesanales a menudo carecen de los recursos financieros para implementar estas medidas, la industria joyera, debido a su rentabilidad, tiene la capacidad de contribuir mediante la creación de fondos específicos para proyectos de conservación y recuperación, como lo sugieren Cartier y Pardieu (2012). Además, la Metodología de Rehabilitación Frugal (FRM) ofrece una solución alcanzable para las comunidades mineras, al proporcionar un marco para mitigar los efectos de la minería desde el principio, en lugar de repararlos retroactivamente.

Finalmente, el uso de materiales reciclados ha demostrado ser una alternativa viable y sostenible dentro de la industria. Empresas como Hoover and Strong han optado por utilizar metales preciosos 100% reciclados, lo que ha permitido disminuir el impacto ambiental sin comprometer la calidad de sus productos. No obstante, es necesario tener en cuenta los riesgos asociados, como el blanqueo de "oro sucio" a través de las cadenas de suministro (Sharife, 2016).

5 CONCLUSIONES & RECOMENDACIONES

El análisis detallado de la cadena de suministro de la joyería permite identificar una amplia diversidad de actores en cada etapa del proceso, lo que destaca la complejidad y naturaleza interconectada de esta industria. Desde la extracción de materias primas hasta la comercialización de productos terminados, cada actor juega un rol importante y está interrelacionado con otros a través de diversos enlaces y flujos de información, materiales y capital. Estos actores varían en tamaño, formalidad y alcance, lo que influye directamente en la eficiencia, sostenibilidad y trazabilidad de la cadena.

En la fase de extracción de materias primas, se destacan dos tipos principales de actores: la minería industrial de gran escala (LSM) y la minería artesanal o de pequeña escala (MAPE). Las empresas multinacionales en la LSM cuentan con acceso directo a refinerías y plantas de procesamiento, lo que garantiza un flujo más controlado de materiales. En cambio, los mineros artesanales dependen de intermediarios y comerciantes locales, lo que añade complejidad y posibles riesgos a la trazabilidad de los productos. La existencia de estos dos tipos de actores sugiere la necesidad de crear mecanismos de regulación y certificación más fuertes, especialmente en la MAPE, para asegurar la legalidad y sostenibilidad en la cadena.

Los actores en el transporte de materias primas también desempeñan un papel necesario. Intermediarios y exportadores son los responsables de trasladar los minerales y piedras preciosas hacia las fases de procesamiento. Sin embargo, la informalidad de algunos de estos actores, así como la necesidad de certificaciones como el Proceso de Kimberley para los diamantes, plantea desafíos en términos de transparencia y legalidad en el flujo de estos

productos. Por lo tanto, fortalecer las prácticas de certificación y asegurar el cumplimiento normativo son aspectos fundamentales para mejorar la sostenibilidad y reputación de la industria joyera.

En cuanto al procesamiento y transformación, los actores se diversifican aún más. Desde refinерías certificadas en Europa hasta talleres artesanales en Asia y Sudamérica, la cadena de suministro se extiende a nivel global. La coexistencia de actores formales e informales en esta etapa resalta la variabilidad en la calidad y trazabilidad de los productos, especialmente en el caso de las gemas y los metales preciosos. Las refinерías certificadas garantizan productos de alta calidad, mientras que los talleres artesanales locales, aunque vitales para la economía de sus comunidades, requieren mayor formalización para integrar prácticas más sostenibles y transparentes.

Finalmente, en la fase de fabricación y comercialización, tanto los pequeños talleres como las grandes empresas joyeras desempeñan roles fundamentales. La capacidad de adaptación de los fabricantes a las demandas del mercado ya sea a través de la producción bajo pedido o el manejo de inventarios, refleja la flexibilidad de la industria. Sin embargo, la diferencia en el uso de tecnologías de gestión y herramientas de control, como el uso de Excel por parte de joyeros y la falta de herramientas en la minería artesanal, señala la necesidad de mejorar la capacitación y acceso a recursos tecnológicos en ciertos segmentos de la cadena.

Los resultados de las entrevistas a empresas en Colombia refuerzan la importancia de las relaciones a largo plazo y la comunicación eficiente entre actores como elementos clave para una cadena de suministro exitosa. No obstante, se identifican riesgos importantes como la falta de seguridad en el proceso de extracción y la incertidumbre en la comercialización, los cuales deben gestionarse mediante estrategias de mitigación de riesgos adaptadas a cada tipo de actor.

Estos hallazgos subrayan la necesidad de un enfoque integral que fortalezca tanto la eficiencia operativa como la sostenibilidad a lo largo de toda la cadena de suministro de la joyería.

Las conclusiones basadas en el análisis de la cadena de suministro de la joyería revelan un diseño complejo que integra tanto procesos logísticos como aspectos éticos y de sostenibilidad. La cadena de suministro de la joyería se caracteriza por dos flujos principales: uno proveniente de la minería industrial de gran escala, y otro de la minería artesanal, ambos conectados por relaciones indirectas que permiten la interacción entre pequeños mineros y grandes empresas. Esta interconexión facilita el suministro de materiales preciosos, como el oro y los diamantes, desde las minas hasta las empresas de procesamiento y las joyerías, cada una con su propio enfoque de gestión y sostenibilidad.

En cuanto a las dimensiones logísticas, la cadena de suministro de la joyería se estructura en varias etapas críticas: extracción, transporte, procesamiento, fabricación y comercialización. Este diseño considera los factores de influencia del mercado, como las certificaciones de sostenibilidad, el uso de inventarios bajo demanda, y la formalización limitada de los procesos en la minería artesanal. Sin embargo, se observan riesgos relacionados con la seguridad en las minas y la volatilidad en las ventas de las empresas joyeras, lo que resalta la necesidad de mejorar las prácticas de gestión de riesgos.

El mapeo propuesto de la cadena de suministro de la joyería permite visualizar la complejidad de las relaciones entre los actores involucrados. A pesar de ser un primer intento, ofrece un panorama claro sobre los flujos de materiales y la geografía de las operaciones. Sin embargo, se reconoce que este análisis se limita a una escala pequeña, principalmente de mineros y talleres artesanales, lo que impide una extrapolación total a la cadena global.

El caso de Tiffany & Co. destaca como un ejemplo paradigmático de cómo una empresa de joyería puede enfrentar los desafíos de sostenibilidad y responsabilidad social. A través de su compromiso con prácticas sostenibles, como el uso de oro reciclado y la trazabilidad de los diamantes, Tiffany & Co. ha demostrado su liderazgo en la industria. Sin embargo, los retos persisten, especialmente en cuanto a la trazabilidad de todos los materiales que utiliza y la necesidad de fortalecer las relaciones con proveedores en regiones con normativas más laxas. Este enfoque responde a las demandas crecientes de los consumidores y a la vez abre oportunidades de crecimiento para la empresa en un mercado que valora la transparencia y la ética en la producción.

Las conclusiones derivadas de la investigación sobre los principales desafíos logísticos en la cadena de suministro de la joyería para la implementación de prácticas sostenibles revelan la complejidad de este sector, que abarca desde la extracción de materias primas hasta la comercialización del producto final. Uno de los principales obstáculos radica en la falta de trazabilidad en la fase de extracción de metales y piedras preciosas, particularmente en la minería a pequeña escala, que opera de manera informal y sin cumplir con estándares ambientales y sociales adecuados. Las condiciones laborales precarias, el uso de químicos peligrosos y la limitada formalización de los procesos de extracción, especialmente en países de África, Asia y Sudamérica, dificultan la adopción de prácticas sostenibles. Este problema se ve agravado por la debilidad de los sistemas de certificación, como el Proceso de Kimberley, que no logran abarcar todas las fases de la cadena.

Otro desafío importante está en el transporte de las materias primas, que involucra múltiples actores en diferentes partes del mundo. Las redes de transporte para metales preciosos y piedras, como el oro y los diamantes, a menudo carecen de controles efectivos que garanticen

la legalidad y sostenibilidad de los materiales. A pesar de la existencia de sistemas de certificación como el de los diamantes de Canadá, gran parte del comercio de piedras preciosas sigue operando fuera de marcos regulatorios efectivos, lo que enfatiza la falta de trazabilidad y el comercio ilegal, especialmente en zonas de conflicto. La fragmentación de la cadena de suministro en esta etapa representa una barrera significativa para garantizar un enfoque logístico más transparente y sostenible.

En cuanto al procesamiento y la transformación, existen oportunidades de mejora en la cadena de suministro que incluyen fomentar la especialización y la adopción de tecnologías limpias en los centros de corte y pulido de gemas. No obstante, la prevalencia de pequeñas cooperativas y talleres informales en países productores dificulta la implementación de estándares globales de sostenibilidad. La concentración de actividades de procesamiento en países como India y Tailandia, donde las normativas son más laxas, también plantea un reto para garantizar que los productos finales sean sostenibles y trazables desde su origen.

Finalmente, en las etapas de fabricación y comercialización de las joyas, la creciente preocupación por la sostenibilidad y la demanda de los consumidores por productos éticos han impulsado algunas iniciativas, como la certificación Fairmined para el oro de minería artesanal. Sin embargo, su adopción a gran escala es aún limitada, lo que subraya la necesidad de un esfuerzo conjunto entre gobiernos, empresas y organismos internacionales para fomentar la transparencia en toda la cadena de suministro. Además, el reciclaje de metales preciosos ofrece una solución potencial para reducir la dependencia de la extracción minera, pero su implementación todavía enfrenta obstáculos en términos de alcance y estructura organizativa dentro de la industria.

Las recomendaciones incluyen fortalecer los sistemas de certificación para garantizar la

trazabilidad desde la mina hasta el consumidor final, mejorar las condiciones laborales y ambientales en las zonas de extracción, y promover la adopción de prácticas sostenibles en todos los eslabones de la cadena. Asimismo, es necesario que los gobiernos y las empresas colaboren en la implementación de normativas más estrictas que impulsen una cadena de suministro más responsable y alineada con los objetivos globales de sostenibilidad.

6 LIMITACIONES

Las limitaciones de este estudio radican principalmente en la escala y el alcance del análisis de la cadena de suministro de la joyería. Aunque se ha logrado un mapeo detallado de los actores y procesos involucrados en la cadena de suministro de pequeña y gran escala, los resultados no son representativos de toda la industria joyera global, dado que aun se pueden incluir detalles como, por ejemplo, los mercados emergentes. Además, la información obtenida a través de entrevistas estuvo limitada por el acceso a ciertos actores, especialmente mineros y procesadores a gran escala, lo cual puede haber sesgado la visión general de las dinámicas logísticas. La metodología también depende en gran medida de la información cualitativa, lo que implica que las interpretaciones están influenciadas por la subjetividad de los entrevistados y los contextos particulares en los que operan.

Otra limitación importante del presente estudio es que no se abordaron de manera detallada las cuestiones relacionadas con los derechos humanos en la cadena de suministro de la joyería. Si bien se reconocen las implicaciones éticas de la extracción y procesamiento de materias primas, la investigación no incluyó un análisis profundo sobre las condiciones laborales, el trabajo infantil, o las violaciones de derechos en las regiones donde operan algunos proveedores de materias primas. Este es un aspecto importante que podría influir en la percepción de la sostenibilidad y ética dentro de la industria, y su exclusión deja un espacio por llenar en el análisis realizado.

Además, el estudio no incluyó el análisis de metales reciclados ni piedras preciosas

sintéticas, dos áreas que están ganando relevancia en la industria de la joyería contemporánea. El uso de metales reciclados, por ejemplo, presenta una alternativa importante para reducir el impacto ambiental de la minería tradicional, mientras que las piedras preciosas sintéticas ofrecen una opción ética y sostenible frente a la explotación de minas. Al no incluir estas alternativas, se deja fuera un componente del debate actual sobre sostenibilidad y responsabilidad en la cadena de suministro de joyería, limitando así la perspectiva del estudio en cuanto a soluciones innovadoras y más responsables dentro del sector.

Otro aspecto a considerar es que, aunque se incluyeron certificaciones como el Proceso de Kimberley y el Consejo de Joyería Responsable (RJC), no se abordaron en profundidad otras iniciativas más recientes o emergentes en materia de sostenibilidad en la cadena de suministro, lo que puede limitar la perspectiva de análisis sobre las tendencias más actuales en el campo.

En cuanto a las direcciones futuras para la investigación, sería relevante ampliar este estudio a cadenas de suministro de mercados emergentes y en diferentes regiones geográficas, lo que permitiría contrastar las diferencias entre las dinámicas de pequeñas y grandes empresas en la industria de la joyería de distintos países. Asimismo, la inclusión de métodos cuantitativos que midan de manera más precisa el impacto económico y social de los actores de la cadena, especialmente en relación con la sostenibilidad, permitiría una visión más completa.

Otra dirección prometedora sería explorar con mayor profundidad el impacto de la digitalización en la trazabilidad de materias primas en la joyería, dada la creciente importancia de las tecnologías blockchain y de trazabilidad digital en la industria. Estos avances podrían ofrecer una comprensión más precisa y actualizada de cómo se gestionan los flujos de información y productos dentro de la cadena, contribuyendo a la literatura sobre cadenas de suministro sostenibles en la joyería.

7. REFERENCIAS

- Additive Manufacturer Green Trade Association. (2023). *Una nueva investigación de AMGTA demuestra las ventajas sostenibles de la i...: Make your metasearch in the area below*. 1. <https://eds-p-ebSCOhost-com.rennes-sb.idm.oclc.org/eds/detail/detail?vid=0&sid=a64a0e63-bc76-47f4-b4fd-6d8596543c43%40redis&bdata=Jmxhbmc9ZnImc2l0ZT1lZHMtbGl2ZSZzY29wZT1zaXRl#AN=bizwire.20230728712604&db=bwh>.
- Aldrighetti, R., Calzavara, M., Zennaro, I., Battini, D., & Ivanov, D. (2022). A methodological framework for efficient and resilient supply network design. *IFAC-PapersOnLine*, *55(10)*, 2840-2845.
- Amoako-Gyampah, K., Boakye, K. G., Adaku, E., & Famiyeh, S. (2019). Supplier relationship management and firm performance in developing economies: A moderated mediation analysis of flexibility capability and ownership structure. *International Journal of Production Economics*, *208*, 160-170.
- Archuleta, J.-L. (2016). The color of responsibility: Ethical issues and solutions in colored gemstones. *Gems & Gemology*, *52(2)*, 144–160.
- Armano, L., & Joy, A. (2022). Canadian ethical diamonds and identity obsession: How consumers of ethical jewelry in Italy understand traceability. *Sustainable Luxury*, 153–171.
- Borstrock, S. (2021). Disrupting the Chain: The Luxury of Craftsmanship. *Environmental Footprints and Eco-design of Products and Processes*, 21–40.
- Boudouda, S., & Boufaïda, M. (2012). A methodological approach for modeling supply chain management. In *Proceedings of the 2012 International Conference on IEEE* (pp. [páginas]). *IEEE*.
- Brandao, L., de Alencar, I., & de Oliveira, P. L. (2021). Sustainable development of gem production: An application of the analytical hierarchy process. *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*, *13(3)*, <https://doi.org/10.13033/ijahp.v13i3.880>.
- Brandenburg, M., & Rebs, T. (2015). Sustainable supply chain management: A modeling perspective. *Annals of Operations Research*, *229(1)*, 213–252. <https://doi.org/10.1007/s10479-015-1778-8>.

- Calleja, G., Corominas, A., Martínez-Costa, C., & de la Torre, R. (2018). Methodological approaches to supply chain design. *International Journal of Production Research*, *56*(13), 4467-4489. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1412526>.
- Cano-Londoño, N. A., Silva, R., Hasenstab, C., Velásquez, H. I., McIntyre, N., . . . Posada, J. A. (2023). Life cycle impacts assessment of two gold extraction systems in Colombia: open-pit and alluvial mining. *The International Jou.*
- Carrigan, M., McEachern, M., Moraes, C., & Bosangit, C. (2017). The fine jewellery industry: Corporate responsibility challenges and institutional forces facing SMEs. *Journal of Business Ethics*, *143*(4), , 681-699. <https://doi.org/10.1007/s10551-016-3115-x>.
- Castilla, I. (2023). "Eco: immortalizando historias". <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/bb95939e-e670-4005-a361-3a2c10e8bdab/content>.
- Chi, M., Huang, R., & Georgec, J. (2020). *Collaboration in demand-driven supply chain: Based on a perspective of governance and IT-business strategic alignment*. International Journal of Information Management.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2014). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation, eBook, Global Edition*. Pearson Higher Ed.
- de Backer, K., & Miroudot, S. (2014). Mapping Global Value Chains. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2436411>.
- Department of Toxic Substances Control California. (2024). *DTS. Ca.gov*. <https://dtsc.ca.gov/jewelry-manufacturing-pollution-prevention-recommendations-fact-sheet/>.
- Dietrich, F., Hoffmann, M., Angos, M., Louw, L., & Palm, D. (2022). Towards a model for holistic mapping of supply chains by means of tracking and tracing technologies. *Procedia CIRP*, *107*, 53-58.
- Dominguez, C., Ageron, B., & Neubert, G. (2010). Value creation in collaborative networks: The case of RFID implementation. *Collaborative Networks for a Sustainable World (PRO-VE 2010)*, 664–671.
- Fabbe, N., Lechaptois, L., & Spring, M. (2020). "The map is not the territory": A boundary objects perspective on supply chain mapping. *International Journal of Operations & Production Management*, *40*(10), 1475-1497. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-12-2019->

0828.

- Fattahi, M., Mosadegh, H., & Hasani, A. (2021). Sustainable planning in mining supply chains with renewable energy integration: A real-life case study. *Resources Policy*, *74*, 101296. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2018.11.010>.
- Fisher, E. (2018). Solidarities at a distance: Extending Fairtrade gold to East Africa. *The Extractive Industries and Society*, *5(1)*, 81-90.
- Franken, G., & Schütte, P. (2022). Current trends in addressing environmental and social risks in mining and mineral supply chains by regulatory and voluntary approaches. *Mineral Economics*, *35(4)*, 653-671. <https://doi.org/10.1007/s13563-022-00307-3>.
- Frederick, S. (2019). Global value chain mapping. *In Handbook on Global Value Chains*, 29-53. Edward Elgar Publishing.
- Gervais, E., Kleijn, R., Nold, S., & van der Voet, E. (2023). Risk-based due diligence in supply chains: The case of silver for photovoltaics. *Resources, Conservation and Recycling*, *198*, 107148.
- González, J. D., & Prado, M. C. (2016). *Gestión de la Cadena de Suministro en las Micro y Pequeñas Empresas en América Latina - Caso: Joyería Farley en Bucaramanga, Santander*. <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/8643/39486.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Grand View Research. (2023). *Jewelry Market Size & Trends*. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/jewelry-market>.
- Haefner, B., Kraemer, A., Stauss, T., & Lanza, G. (2014). Quality value stream mapping. *Procedia CIRP*, *17*, 254-259. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.01.093>.
- Hanai, K. (2021). Conflict minerals regulation and mechanism changes in the DR Congo. *Resources Policy*, *74*, Article 102394. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102394>.
- He, C., Zhu, J., Luo, F., Liu, Y., Li, Y., & Huang, L. (2023). A graph theory-based optimal planning method for energy supply networks in an integrated energy system. *Sustainable Energy, Grids and Networks*, *35*, 101108.
- Heidingsfelder, J. (2019). Private sustainability governance in the making: A case study analysis of the fragmentation of sustainability governance for the gold sector. *Resources Policy*, *63*, 101462.

- Hilson, G., Gillani, A., & Kutaula, S. (2018). Towards sustainable pro-poor development? A critical assessment of Fair Trade Gold. *Journal of Cleaner Production*, 186, 894-904.
- Hilson, G., Hilson, A., & McQuilken, J. (2016). Ethical minerals: Fairer trade for whom? *Resources Policy*, 49, 232-247.
- Irwin, E., & Shortell, P. (2017). Governing the gemstone sector: Lessons from global experience. *Natural Resource Governance Institute*.
- Keller-Aviram, D. (2021). Traceability, sustainability, and circularity as mechanism in the luxury jewelry industry creating emotional added value. *Sustainable Luxury and Jewelry*, 87-115.
- Kusi-Sarpong, S., Mubarik, M. S., Khan, S. A., Brown, S., & Mubarak, M. F. (2022). Intellectual capital, blockchain-driven supply chain and sustainable production: Role of supply chain mapping. *Technological Forecasting and Social Change*, 175, 121331.
- Lawson, L., & Chowdhury, A. R. (2022). Women in Thailand's gem and jewellery industry and the Sustainable Development Goals (SDGs): Empowerment or continued inequity? *Environmental Science & Policy*, 136, 675-684.
- Li, Y., Zhao, X., Shi, D., & Li, X. (2014). Governance of sustainable supply chains in the fast fashion industry. *European Management Journal*, 32(5), 823-836.
- López, J. (2020). *Historia de la joyería - El Rubí Joyeros. El Rubi Joyeros*. <https://www.elrubi.es/blog/historia-de-la-joyeria/>.
- MacCarthy, B. L., Ahmed, W. A., & Demirel, G. (2022). Mapping the supply chain: Why, what and how? *International Journal of Production Economics*, 250, 108688. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108688>.
- Makki, M., & Ali, S. H. (2019). Gemstone supply chains and development in Pakistan: Analyzing the post-Taliban emerald economy in the Swat Valley. *Geoforum*, 100, 166-175. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2019.01.005>.
- Melnyk, S. A., Narasimhan, R., & DeCampos, H. A. (2014). Supply chain design: Issues, challenges, frameworks and solutions. *International Journal of Production Research*, 52(7), 1887-1896. <https://doi.org/10.1080/00207543.2013.787175>.
- Moraes, C., Carrigan, M., Bosangit, C., Ferreira, C., & McGrath, M. (2017). Understanding ethical luxury consumption through practice theories: A study of fine jewellery purchases. *Journal of Business Ethics*, 145(3), 525-543.

- Mubarik, M. S., Kusi-Sarpong, S., Govindan, K., Khan, S. A., & Oyedijo, A. (2023). Supply chain mapping: A proposed construct. *International Journal of Production Research*, *61*(8), 2653-2669.
- Mubarik, M. S., Naghavi, N., Mubarik, M., Kusi-Sarpong, S., Khan, S. A., Zaman, S. I., & Kazmi, S. H. (2021). Resilience and cleaner production in Industry 4.0: Role of supply chain mapping and visibility. *Journal of Cleaner Production*, *292*, 126058. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126058>.
- Njuaem, L. A., & Ogundare, O. (2022). A sustainability model for globalized mining supply chain. *International Journal of Supply and Operations Management*, *9*(3), 333-345. <https://doi.org/10.22034/ijksom.2022.109338.2333>.
- Orús, A. (2024). *Industria de las joyas y el lujo en España y en el mundo - Datos estadísticos*. Statista. <https://es.statista.com/temas/7665/industria-de-las-joyas-y-el-lujo-en-espana-y-en-el-mundo/#topicOverview>.
- Pointon, M. (2009). *Brilliant Effects: A Cultural History of Gem Stones and Jewellery*. https://books.google.fr/books?hl=es&lr=&id=fs9GAQAIAAJ&oi=fnd&pg=PP11%20&dq=jewelry+and+history&ots=Yw7aB_2wkJ&sig=j4xZ0NJpIooNSwGHeDRi8fV%20O5U&redir_esc=y#v=onepage&q=jewelry%20and%20history&f=false.
- Rios, J. H., & Vera, J. R. (2023). Dynamic pricing and inventory control for multiple products in a retail chain. *Computers & Industrial Engineering*, *177*, 109065.
- RJC. (2024). *Tiffany & Co*. <https://www.responsiblejewellery.com/member/tiffany-co/>.
- Rudnicka, E., M. L., Deriggi, B., & Munshower, B. (2010). *The Diamond Supply Chain*. https://www.laccei.org/LACCEI2010-Peru/Papers/Papers_pdf/ACC115_Rudnicka.pdf.
- Somboonwiwat, T., & Atthirawong, W. (2009). Re-engineering of Business Processes in the Integrated SupplyChain of Fine Gemstones and Jewelry Industries in Thailand. *IEMS*.
- Statista. (2024). *Jewelry - Worldwide Market Forest*. <https://www.statista.com/outlook/cmo/accessories/watches-jewelry/jewelry/worldwide>.
- Thammaraksa, C., Wattanawan, A., & Prapasongsa, T. (2017). Corporate environmental assessment of a large jewelry company: From a life cycle assessment to green industry. *Journal of Cleaner Production*, *164*, 485-494. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017>.
- Tiffany & Co. (2024). *Tiffany & Co. Timeline*. <https://www.tiffany.es/world-of-tiffany/heritage/the-world-of-tiffany-timeline.html>.

- Vacar, A. (2019). Logistics and supply chain management: An overview. *Studies in Business and Economics*, 14(2), 239-245. <https://doi.org/10.2478/sbe-2019-0035>.
- Varadarajan, R. (2023). Resource advantage theory, resource based theory, and theory of multimarket competition: Does multimarket rivalry restrain firms from leveraging resource advantages? *Journal of Business Research*, 160, 113713.
- Vega, Y., & Muñoz, L. (2019). *Integración de la impresión 3D en el proceso de cera perdida para la producción: Make your metasearch in the area below*. <https://eds-p-ebSCOhost-com.rennes-sb.idm.oclc.org/eds/detail/detail?vid=1&sid=0b48b7f3-96f6-459d-9ce7-4a083deb9bd4%40redis&bdata=Jmxhbmc9ZnImc2l0ZT1lZHMtbGl2ZSZzY29wZT1zaXRl#AN=141087746&db=edb>.
- Vincent, F., Coste-Manière, I., & Basseporte, M. (2021). Tanzanites: The Maasai sustainable dilemma for the rarest gemstones. In F. Vincent, I. Coste-Manière, & M. Basseporte (Eds.). *Sustainable luxury and jewelry*, 117–144.