



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
Grado en Administración y Dirección de Empresas

El desafío de la sostenibilidad en la industria del neumático
Análisis crítico de las estrategias del “todo sostenible” de los
***Key Players* del sector**

Clave: 201607383

RESUMEN:

Frente al desafío de una movilidad competitiva y respetuosa con el medio ambiente, se explica cómo la industria del neumático aborda el reto del “todo sostenible”.

El sector del neumático se enfrenta a varios desafíos en cada una de las etapas del ciclo de vida del producto. Necesita encontrar materias primas que provengan del reciclaje. Debe reducir hasta eliminar la huella ambiental de sus instalaciones industriales de producción, actualmente consumidoras de agua y energía y generadoras de CO₂, COVs y desechos. También, tiene que conseguir eliminar las emisiones de CO₂ debidas a la energía consumida por la rodadura del neumático. Por último, debe dar una solución al problema del reciclaje, impulsando la economía circular. En este artículo, se realiza un análisis de los *Key Players* del sector, comparando su situación actual, explorando sus discursos corporativos y la viabilidad del ansiado mensaje del “todo sostenible”.

Se concluye, que el sector será capaz de conseguir un futuro sostenible sin emisiones, gracias a la innovación en la ciencia de los materiales, la transformación de sus procesos de producción, la transición energética y las nuevas posibilidades de reciclaje industrial.

PALABRAS CLAVE: neumático, sostenibilidad, industria, Michelin, Bridgestone, Goodyear, Hankook, ciclo de vida, emisiones, reciclado, visión, innovación.

ABSTRACT:

This paper analyzes how the tire industry tackles the “everything sustainable” challenge in order to cope with the competitive and environmentally friendly mobility dream.

In particular, the tire industry faces several sustainability challenges at each stage of the tire’s product life cycle. Firstly, it must find new recycled raw materials. Secondly, it must reduce the environmental footprint of its industrial production facilities, which extensively consume water and energy, and generate high quantities of CO₂, VOCs and waste. Thirdly, it should reduce its contribution to CO₂ emissions in the tire tread. Lastly, the tire industry must strive for the elimination of recycling hurdles and boost the circular economy. This paper conducts a comparative study of the environmental impact of the Key Players, examining their corporate discourses and the viability of the long-awaited message of “everything sustainable”.

Following this, it is found that the tire sector will be capable of having a sustainable future without emissions, thanks to innovation in materials science, transformation of its production processes, energy transition, and new possibilities for industrial recycling.

KEY WORDS: tire, sustainability, industry, Michelin, Bridgestone, Goodyear, Hankook, life cycle, emissions, recycling, vision, innovation.

ÍNDICE:

Resumen y palabras clave	1
<i>Abstract and key words</i>	2
Índice de siglas y acrónimos	5
Índice de gráficos y tablas	7
1. Introducción	8
2. Estado de la cuestión. La sostenibilidad en la industria	12
2.1 La sostenibilidad y sus tres pilares	12
2.2 El análisis de la sostenibilidad a lo largo del tiempo	13
3. Marco teórico. La industria del neumático y sus <i>Key Players</i>	19
3.1 Tendencias y desafíos de la sostenibilidad en la industria del neumático	19
3.2 Los <i>Key Players</i> del sector del neumático	21
3.2.1 Michelin	23
3.2.2 Bridgestone	26
3.2.3 Goodyear	28
3.2.4 Hankook	31
3.3 El crecimiento de las empresas asiáticas	34
4. Análisis de la cuestión. Análisis del impacto medioambiental de la industria del neumático	36
4.1 El impacto medioambiental de la industria del neumático y las variables de evaluación	36
4.1.1 La obtención de materias primas en la industria del neumático	36
4.1.2 La producción en la industria del neumático	41
4.1.3 Las emisiones en la utilización del neumático	43
4.1.4 El final de la vida útil del neumático: el reciclado	45
4.2 Estudio comparativo del impacto ambiental de los <i>Key Players</i> analizando sus instalaciones industriales	48
4.2.1 Impacto del proceso de producción de los <i>Key Players</i>	49
4.2.2 Comparativas de datos entre los <i>Key Players</i>	50
4.2.2.1 Consumo de energía y emisiones de CO2	50
4.2.2.2 Consumo de agua	52
4.2.2.3 Desechos generados y desechos no reciclados	53
4.3 Análisis de los discursos cooperativos en el ámbito ambiental	55
4.3.1 La movilidad sostenible del mañana	55
4.3.2 Materias primas	56
4.3.3 Fabricación y distribución	58
4.3.4 Utilización	60

4.3.5 Reciclaje de neumáticos a final de su vida útil	62
5. Conclusiones	65
Bibliografía	71
Anexo	77

ÍNDICE DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS:

4R: Reutilizar, reciclar, recuperar y reducir

ANRPC: Asociación de países Productores de Caucho Natural

CEO: *Chief Executive Officer*

CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

CNUMAD: Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo

CO₂: Dióxido de carbono

COV: Carbonos Orgánicos Volátiles

ELT: End of Life Tires

ESG: *Environmental, Social, and Governance*

ETRMA: Asociación Europea de Fabricantes de Neumáticos y Caucho

GJ: Giga julios

HAP: Hidrocarburos aromáticos policíclicos

ISO: *International Organization for Standardization*

Kg: Kilogramos

KPI: *Key Performance Indicator*

LCA: *Life cycle assessment*

m³: metro cúbico

MAB: Programa Hombre y Biosfera

MEF: *Michelin Environmental Footprint*

MLB: *Major League Baseball*

NFU: Neumáticos fuera de uso

NO_x: Ácido de nitrógeno

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible

OE: *Original Equipment*

ONG: Organización no gubernamental

ONU: Organización de las Naciones Unidas

PF: Producto Final

PIB: Producto Interior Bruto

PNUMA: Programa de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente

RSC: Responsabilidad Social Corporativa

RSE: Responsabilidad Social Empresarial

SIG: Sistemas Integrados de Gestión

SOx: Ácido de azufre

SUSYM: Sostenibilidad, sinfonía y simbiosis

SUV: *Sport Utility Vehicle*

t: toneladas

UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

UNCSD: Conferencia de Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible

UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

US\$: Dólar estadounidense

USTMA: Asociación de Fabricantes de Neumáticos de Estados Unidos

WWF: Fondo Mundial para la Naturaleza

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y TABLAS:

Gráfico 1. Ventas anuales de neumáticos (US\$). 2017 - 2019.

Gráfico 2. El Valor de marca (US\$). 2020.

Gráfico 3. Evolución de la cuota de mercado (%). 2000 - 2017.

Gráfico 4. Emisión de partículas al medio ambiente por la rodadura. 2017.

Gráfico 5. El consumo de energía en los *Key Players*. 2019.

Gráfico 6. Las emisiones de CO2 en los *Key Players*. 2019.

Gráfico 7. El consumo de agua en los *Key Players*. 2019.

Gráfico 8. Los desechos generados en los *Key Players*. 2019.

Gráfico 9. Los desechos no reciclados en los *Key Players*. 2019.

Tabla 1. Impacto del proceso de producción de Michelin.

Tabla 2. Impacto del proceso de producción de Bridgestone.

Tabla 3. Impacto del proceso de producción de Goodyear.

Tabla 4. Impacto del proceso de producción de Hankook.

Gráficos en el anexo:

Gráfico 10. Número de vehículos en el mundo. 1930 - 2019.

Gráfico 11. Consumo de caucho natural y sintético en el mundo. 1990 - 2019.

Gráfico 12. Exportaciones de caucho natural en el mundo. 2018.

Gráfico 13. Importaciones de caucho natural en el mundo. 2018.

Gráfico 14. Exportaciones de caucho sintético en el mundo. 2018.

Gráfico 15. Importaciones de caucho sintético en el mundo. 2018.

Gráfico 16. Emisiones de CO2 por transporte. 1960 - 2014.

Gráfico 17. Impacto medioambiental del ciclo de vida del neumático.

1. Introducción

El término sostenibilidad hace referencia a un problema muy complejo. Aparece definido por primera vez en 1987 en el Informe Brundlandt. Dicho informe, titulado “Nuestro futuro común”, define el desarrollo sostenible como: *“la satisfacción de las necesidades de la generación presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.”* (Meadows, Randers & Meadows, 2006). Además, la sostenibilidad o el desarrollo sostenible ha emergido como el principio fundamental del desarrollo mundial a largo plazo. Asimismo, este término consta de tres pilares, también denominados los tres tipos de sostenibilidades existentes: sostenibilidad económica, sostenibilidad social y sostenibilidad medioambiental.

Según la Organización de Naciones Unidas *“si la población mundial llegase a alcanzar los 9.600 millones en 2050, se necesitaría el equivalente de casi tres planetas para proporcionar los recursos naturales precisos para mantener el estilo de vida actual.”* (Organización de las Naciones Unidas, 2015). Por lo tanto, es necesario empresas sostenibles, es decir, empresas que creen valor económico, medioambiental y social a corto y largo plazo, contribuyendo a un futuro próspero para futuras generaciones. Cada vez más ejecutivos de empresas coinciden en que las estrategias relacionadas con la sostenibilidad son necesarias para ser competitivos hoy y más aún en el futuro. Este compromiso sostenible seguirá aumentando a lo largo de los años, ya que estos beneficios no son solo para el medio ambiente y la sociedad, sino también para las propias empresas. Esto se debe a los beneficios tangibles, en forma de reducción de costes y riesgos de hacer negocios, así como a través de beneficios intangibles, en forma de aumento de la reputación de la marca, aumento del atractivo para el talento y aumento de la competitividad (Haanaes, Reeves, Streng Velken, Audretsch, Kiron & Kruschwitz, 2012).

El sector del neumático es uno de los sectores más contaminantes, ya que genera un importante impacto en el medio ambiente en las diferentes etapas del ciclo de vida del producto, es decir en la obtención de sus materias primas, en su fabricación, en su utilización en los automóviles y en su descarte, al final de su vida útil. Debido al importante impacto, existe una gran controversia y discusión sobre como mejorar y avanzar en el concepto de sostenibilidad en la industria del neumático. Actualmente, se desechan en España más de 300.000 toneladas de neumáticos (Martín, 2015). Dicha importancia es trasladable también al ámbito mundial, donde se estima que al año hay un

total de aproximadamente 30 millones de toneladas de neumáticos desechos (Michelin, 2020).

De hecho, tal es la gravedad de este asunto, no solo por los desechos sino también por el impacto de la producción, que desde septiembre del año 2015 se integraron ciertas medidas para reducir estas emisiones en la industria del neumático, gracias a uno de los diecisiete objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 2030 de la Organización de Naciones Unidas (ONU). El ODS 12, el cual *“pretende cambiar el modelo actual de producción y consumo para conseguir una gestión eficiente de los recursos naturales, poniendo en marcha procesos para evitar la pérdida de alimentos, un uso ecológico de los productos químicos y disminuir la generación de desechos.”* (Organización de las Naciones Unidas, 2015).

Todo lo anterior permite poner de manifiesto, que la sostenibilidad en la industria del neumático es un problema ambiental que repercute y afecta, no solo al medio ambiente, sino también a toda la sociedad. Cabe destacar, que el aumento sin precedentes de los vehículos en el mundo a partir de la segunda mitad del siglo XX es un gran causante del aumento de la demanda de neumáticos desde entonces y, por lo tanto, la causa de un creciente impacto medioambiental en sus cuatro etapas de su ciclo de vida (Ver anexo Gráfico 10). Por ello, la concienciación de todos es de vital importancia. A pesar de ello, es importante recordar, que el interés suscitado por la sostenibilidad en la industria surgió tras el crecimiento económico global sin precedentes de la segunda mitad del siglo XX. Durante este periodo *“la producción mundial de bienes y servicios creció desde unos cinco billones de dólares en 1950 hasta cerca de 30 billones en 1997.”* (Organización de Estados Iberoamericanos, 2015). En los años posteriores, entre 1990 y 1997, su crecimiento fue de *“cinco billones de dólares, similar al que se había producido desde el comienzo de la civilización hasta 1950.”* (Organización de Estados Iberoamericanos, 2015).

Este crecimiento exponencial y verdaderamente acelerado, medido hasta hoy en día en cada país por el Producto Interior Bruto (PIB), indica que el proceso no ha cesado, al contrario, se ha incrementado en los comienzos del siglo XXI, en los países emergentes, que abarcan más de la mitad de la población en todo el mundo. Mientras que los indicadores económicos han sido muy positivos durante estos años, los indicadores ambientales como la contaminación o el cambio climático, año tras año, resultaban y resultan cada vez más negativos. Consecuentemente, se está creando un gran desafío en

la industria, donde es posible e incluso necesario crear acciones que cambien esta situación.

Como bien se ha mencionado, el aumento sin precedentes de los vehículos en el mundo a partir de la segunda mitad del siglo XX ha provocado un aumento en la producción de neumáticos. Además, el sector del neumático es uno de los sectores más contaminantes, ya que su impacto en el medio ambiente se da desde la obtención de sus materias primas, pasando por su fabricación, su utilización en los automóviles y en su descarte, al final de su vida útil. Por lo tanto, el presente trabajo tiene por objetivo ahondar en la comprensión de la sostenibilidad en la industria del neumático, estudiando el papel que desarrollan las grandes empresas de este sector en torno al mismo. Por consiguiente, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo aborda la industria del neumático el desafío del “todo sostenible”? ¿Qué papel están desarrollando los principales *Key Players* de este sector con relación a este problema para mitigarlo? Para responder a estas preguntas se plantean asimismo una serie de subobjetivos, que se resumen a continuación:

- Análisis de la sostenibilidad en la industria a lo largo de los años.
- Revisión de la industria del neumático y presentación de los *Key Players* del sector y el impacto del crecimiento de las empresas asiáticas.
- Elección de las variables para evaluar el impacto medioambiental de la industria del neumático y su análisis cuantitativo y crítico para cada uno de los *Key Players* del sector en la etapa de producción.
- Análisis de los discursos de sostenibilidad en el sector, frente a los desafíos medioambientales, en las cuatro etapas del ciclo de vida del neumático.
- Conclusiones del análisis de las variables y de los discursos de sostenibilidad en la industria del neumático.

Por lo tanto, para lograr dar respuesta a los objetivos y preguntas de investigación, la estructura de este trabajo comienza mostrando la importancia de la sostenibilidad en la industria y su evolución a lo largo de los años. En segundo lugar, se presentará la industria del neumático y los *Key Players* del sector, es decir, las empresas que tienen más relevancia a nivel mundial no solamente por su nivel de ventas, pero también por el origen de cada una de ellas, lo que permitirá realizar posteriormente un análisis más completo y aportar una visión más global del sector. En tercer lugar, se seleccionarán las variables de evaluación del impacto medioambiental de la industria del neumático, las cuales

pertenecen a las diferentes fases del ciclo de vida del neumático, desde la obtención de sus materias primas, pasando por su fabricación, su utilización en los automóviles y en su descarte, al final de su vida útil. Para posteriormente, analizar cada uno de los *Key Players* según las variables de evaluación a partir del análisis de informes anuales y de sostenibilidad empresarial. En cuarto lugar, se analizarán los discursos de sostenibilidad de estas empresas, evaluando como abordan cada una de las cuatro etapas del ciclo de vida del neumático. Para finalmente, exponer los resultados obtenidos y las respectivas conclusiones de como afronta la industria del neumático el desafío del “todo sostenible” y el papel que están desarrollando los principales *Key Players* de este sector, con el fin de reducir el impacto medioambiental.

En lo que respecta a la metodología, el presente trabajo se realiza desde un análisis de discursos. En otras palabras, el presente trabajo va a contribuir al debate de uno de los campos más críticos en la sostenibilidad, mediante un análisis exhaustivo de las principales empresas globales del neumático, para estudiar la forma en la que éstas abordan el desafío de la sostenibilidad. Para ello, se va a utilizar como enfoque las distintas perspectivas empresariales, realizando un análisis de sus informes, discursos, políticas e intervenciones en la vida social como con la Responsabilidad Social Corporativa (RSC) o la Sostenibilidad Empresarial.

Para una visión más exhaustiva de los discursos y objetivos de sostenibilidad de los *Key Players*, primeramente, se analizarán y contrastarán datos objetivos y cuantitativos del ciclo de vida del neumático. Para posteriormente, dar un sentido completo al análisis de los discursos, objetivos y políticas de cada una de las compañías seleccionadas. Finalmente, se pretende extraer conclusiones sobre el análisis del impacto ambiental en cada una de sus fases y los discursos de sostenibilidad de estas empresas.

Consecuentemente, en lo que respecta a las fuentes, se han utilizado varias fuentes de información. En concreto se ha recurrido a informes de las entidades analizadas, así como sus informes generales, financieros y de sostenibilidad anuales. También, se han utilizado artículos científicos para los diferentes sistemas de medición o retos de la industria del neumático. Finalmente, se han empleado artículos académicos para la obtención de datos específicos, tanto del sector escogido para este proyecto, como de los diferentes sistemas de medición. Toda la información analizada es de carácter público y pueden encontrarse en la página web de las diferentes empresas o entidades analizadas.

2. Estado de la cuestión. La sostenibilidad de la industria

En el presente apartado se realizará un análisis de la evolución de la importancia de la sostenibilidad en el marco internacional. Posteriormente, el análisis se centrará en la sostenibilidad en la industria y finalmente, en la industria del neumático donde se estudiarán los *Key Players* del sector y el importante crecimiento de las empresas asiáticas. Finalmente, se concretará el impacto medioambiental de la industria del neumático en las cuatro etapas del ciclo de vida del neumático.

2.1. La sostenibilidad y sus tres pilares

El término sostenibilidad tiene origen latino, proviene del verbo *sustentare*, un frecuentativo intensivo del verbo *sustinere* que significa sustentar desde abajo, soportar, sostener, aguantar, proteger y mantener el equilibrio (Etimología, 2021). La sostenibilidad es una técnica de desarrollo que mejora la calidad de vida de todos los seres vivos y al mismo tiempo minimiza los impactos ambientales negativos (Meadows, Meadows & Randers, 1992).

Por lo tanto, la sostenibilidad está fundamentada en tres pilares esenciales: el ambiental, el social y el económico, los cuales están íntimamente relacionados de forma holística con el objetivo de garantizar la integridad del planeta y mejorar la calidad de vida. Cada uno de los pilares retrata un contexto en el que se aplica la sostenibilidad, al mismo tiempo, es esencial que los tres pilares de la sostenibilidad interactúen entre sí, de una manera totalmente armoniosa, porque sin estos tres pilares la sostenibilidad no puede sustentarse.

El pilar ambiental tiene sus raíces en las diversas formas de buscar la preservación ambiental, promoviendo y colaborando para una adecuada utilización de los recursos naturales y garantizando reducir el daño causado al medio ambiente a lo largo de los años, para mejorar las condiciones de su entorno en términos medioambientales. Es de vital importancia, que las actividades humanas sean compatibles con la preservación de los ecosistemas y de la biodiversidad (MiResiduo, 2020).

El pilar social se refiere al capital humano como la elaboración de leyes rígidas para la creación de mecanismos que mejoren la calidad de vida de los ciudadanos, leyes que apoyen las necesidades de la población y el desarrollo de políticas para mejorar ciertas áreas como la educación, la seguridad y el ocio (MiResiduo, 2020). Los ciudadanos

aspiran a vivir en una sociedad más justa, bien mantenida y saludable, proporcionando un entorno que favorezca el desarrollo personal y colectivo de todos los habitantes del planeta.

El pilar económico se refiere a asuntos relacionados con la producción, distribución y consumo de bienes y servicios. Para ser sostenible, una empresa no puede beneficiarse a expensas de la explotación laboral o la explotación irresponsable o criminal del medio ambiente, debe tener un uso adecuado de los recursos monetarios para que el proyecto que persigue sea un éxito para todos los involucrados (MiResiduo, 2020). Podría decirse que existe un proceso cíclico de beneficios entre la sostenibilidad y la economía generando riqueza, tomando en cuenta los valores humanos y el respeto al medio ambiente.

A través de estos pilares que evalúan la sostenibilidad de una empresa, es posible identificar la distancia que le separa de ser una organización sostenible. Por lo tanto, una empresa sostenible es aquella que *“crea valor económico, medioambiental y social a corto y largo plazo, contribuyendo de esa forma al aumento del bienestar y al auténtico progreso de las generaciones presentes y futuras, en su entorno general.”* (Rodríguez Rojas, 2012).

2.2. El análisis de la sostenibilidad a lo largo del tiempo

La idea de sostenibilidad en la empresa se ha ido desarrollando a lo largo de las tres últimas décadas. A lo largo de este periodo, el desarrollo tecnológico es incomparable. Al igual que los grandes descubrimientos en el campo de la ciencia, se ha creado una gran capacidad y habilidad de producción y dominio de los elementos naturales que proporciona la Tierra. La Revolución Industrial, un periodo de cambio donde la economía deja de basarse en la agricultura y artesanía y pasa a depender de la industria, nació en Gran Bretaña a finales del siglo XVIII. A principio del siglo XIX, se extendió rápidamente en Bélgica y Francia, a mediados de siglo en Alemania y Estados Unidos, a partir de 1868 en Japón y a finales de siglo en Rusia, Italia y España (Plan de educación financiera, 2010).

La Revolución Industrial vivida en los diferentes países del mundo provocó innumerables alteraciones en el medio ambiente, una alta aglomeración poblacional y grandes desarrollos industriales y tecnológicos, como la generación de nuevas formas de transporte, por ejemplo, el tren y los barcos impulsados por la máquina a vapor. Todo

esto promovió un crecimiento económico y mejores perspectivas para una mejor y más elevada calidad de vida. Sin embargo, supuso un consumo muy elevado de recursos naturales que ha provocado un aumento de la degradación, explotación y contaminación ambiental.

Durante el siglo XX ha habido un aumento exponencial del número de vehículos que utilizan neumáticos (Ver anexo Gráfico 10). Las dos razones fundamentales han sido el aumento de la producción y el comercio de bienes que ha supuesto que se multiplicaran los transportes por carretera. Además, los nuevos modelos de urbanismo y la mayor capacidad de gasto en las familias, ha generado el empleo del vehículo, ya sea vehículo privado o transporte público, para los desplazamientos cotidianos al lugar de trabajo y para aumentar los viajes como manifestación más importante de la popularización del ocio en este siglo.

También en este siglo XX se produjeron importantes accidentes industriales que conllevaron a terribles desastres medioambientales. En 1960 el Mar de Aral, situado entre Kazajistán y Uzbekistán, era el cuarto lago más grande del mundo. Sin embargo, en esa década comenzaron a desviar los cauces de los ríos, principalmente del Amu Daria y del Sir Daria que lo alimentaban, para nutrir las secas estepas de la zona. Esto, junto al cambio climático, ha hecho que el Mar Aral pasase de tener 68.000 kilómetros cuadrados a tan solo 7.000. Lo que supuso la destrucción del ecosistema y de los deltas de los ríos, contaminando la tierra por la sal y productos químicos; así como la ruina de una próspera ciudad e industria pesquera de 60.000 personas (Lazcano, 2020).

El accidente de Chernóbil ocurrió el 26 de abril de 1986 en Chernóbil (Ucrania) en la central nuclear Vladímir Ilich Lenin y es considerado uno de los peores accidentes nucleares y desastres ambientales de la historia. Durante una prueba en la que se simulaba un corte eléctrico se produjo un sobrecalentamiento del núcleo que terminó provocando la explosión de hidrógeno del interior, lo que causó la muerte de 31 personas y la evacuación de más de 116.000 personas. Además, llegó a detectarse radioactividad en por lo menos 12 países europeos y esa zona permanece deshabitada debido a los altos índices de radiación (Recytrans, 2014).

En la segunda mitad del siglo se iniciaron movimientos globales que se materializaron en inúmeros encuentros, conferencias, tratados y acuerdos entre diferentes países. En 1968 se organizó en París la Conferencia de la UNESCO sobre la conservación y el uso racional

de los recursos de la biosfera, donde se lanzaron las bases para la creación del programa Hombre y Biosfera (MAB), que se creó en 1971 y que busca establecer una base científica para mejorar la relación global de las personas con su entorno (UNESCO, 2019).

En 1972, se manifiestan por primera vez los gobiernos de todo el mundo por las consecuencias de la economía sobre el medio ambiente en la Conferencias de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano en Estocolmo (Suecia). En esta conferencia participaron 113 estados miembros de la ONU, los cuales centraron su atención internacional en temas medioambientales, especialmente los relacionados con la degradación ambiental y la “contaminación transfronteriza”. El principal resultado de la Conferencia de Estocolmo fue la creación del Programa de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente (PNUMA), que coordina sus actividades ambientales, ayudando a los países a desarrollar y aplicar políticas y prácticas ecológicamente racionales (Kostova, 2019).

En 1980, se creó la I Estrategia Mundial para la Conservación, formada por la UICN, el PNUMA y el WWF, que impulsó la conservación de los recursos naturales a través del mantenimiento de los ecosistemas, la preservación de la diversidad genética y la utilización sostenida de especies y ecosistemas. Once años después, se realizó la II Estrategia Mundial para la Conservación, denominada “Cuidar la Tierra” promovida por las mismas organizaciones y que fortaleció los objetivos y reconoció, para que el éxito fuese posible, que los programas de conservación nacional no debían entrar en conflicto con los esfuerzos de los países en desarrollo para satisfacer las necesidades sociales y económicas básicas (IUCN, 2011).

La Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo es una comisión internacional creada por la ONU en la Asamblea General de 1984 como un organismo rector mundial en términos de medio ambiente. En el marco de esta comisión se elaboró un informe denominado “Nuestro futuro común”, publicado en 1987, por la primera ministra Noruega Gro Harlem Brundtland. *“En el informe se destacó su concepción respecto a la existencia del medio ambiente como esfera integrada a las acciones humanas y el reconocimiento de la pobreza como uno de los principales problemas con incidencia en el mismo.”* (ECURED, 2013).

En junio de 1992 en Rio de Janeiro tuvo lugar la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), también conocida como la

“Cumbre para la Tierra”, siendo considerada como el foro mundial más importante de la historia. Se realizó un esfuerzo masivo por reconciliar el impacto de las actividades socioeconómicas humanas en el medio ambiente y se aprobó el Programa de la Agenda 21 (UN, 1997).

En el inicio de este siglo, las preocupaciones con el medio ambiente han ido ganando mayor notoriedad en virtud de los efectos de desequilibrio, cada vez mayores, provocados por el hombre. En los meses de agosto y septiembre de 2002, en la denominada Cúpula Mundial sobre el Desarrollo sostenible o Rio+10 se examinaron si las metas establecidas en las dos anteriores Cumbres de la Tierra habían sido alcanzadas, y este encuentro sirvió a los estados para que reiteraran su compromiso con los principios del Desarrollo Sostenible. El 16 de febrero de 2005 entra en vigor el Protocolo de Kyoto, habiendo sido aprobado el 11 de diciembre de 1997. Es un acuerdo internacional con arreglo a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) que constituye el único instrumento jurídicamente vinculante a escala mundial para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global y que establece el mecanismo de desarrollo limpio y sostenible para los países en desarrollo (European Commission, 2020).

La Conferencia de Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible (UNCSD), también conocida como Rio+20, tuvo lugar entre el 20-22 de junio de 2012 en Rio de Janeiro. El objetivo de la Conferencia fue lograr un compromiso político renovado para el desarrollo sostenible, evaluar los avances hasta la fecha y las lagunas existentes en la aplicación de los resultados de las principales cumbres o conferencias sobre desarrollo sostenible, y abordar los desafíos nuevos y emergentes centrándose en la consecución de una economía verde (ECODES, 2020).

El 12 diciembre de 2015, en la COP21 de París, los 195 países miembros y partes de la CMNUCC alcanzaron un acuerdo histórico para combatir el cambio climático y acelerar e intensificar las acciones e inversiones necesarias para un futuro sostenible con bajas emisiones de carbono. El Acuerdo de París se basa en la Convención y, por primera vez, hace que todos los países tengan una causa común para emprender esfuerzos ambiciosos para combatir y reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático y adaptarse a sus efectos con un mayor apoyo, para ayudar a los países en desarrollo a hacerlo. La aplicabilidad del Acuerdo comenzó en 2020, tras la finalización de la vigencia del Protocolo de Kyoto. Sin embargo, cabe destacar que el 1 de junio de 2017, el

expresidente Donald Trump anunció la retirada de Estados Unidos del acuerdo, dadas sus medidas de proteccionismo y promesas de campaña a favor de los intereses económicos de la nación. Todos los demás países del mundo reiteraron su compromiso y comunicaron que no se iban a retirar del acuerdo, aunque Estados Unidos lo hiciese (UN Climate Change, 2018).

Tras la repercusión mundial y la concienciación de la gravedad del problema en todo el mundo se han creado diversos modelos de gestión empresarial para la incorporación de las dimensiones de sostenibilidad. Para que una empresa sea considerada social y ambientalmente sostenible es primordial que posea unas actitudes éticas que contribuyan al crecimiento económico sin perjudicar al medio ambiente en el que actúa. En especial, es importante destacar la Responsabilidad Social Corporativa aplicada a las empresas, cuyo origen se remonta a mediados del siglo XX, donde se define más allá de un mero rol voluntarista y filantrópico como *“las obligaciones de los empresarios para impulsar políticas corporativas para tomar decisiones o para seguir líneas de acción que son deseables en términos de los objetivos y valores de la sociedad.”* (Bowen, 1953). En este concepto se encuentra para cualquier organización, la incorporación de intereses sociales, metas y resultados a alcanzar con el fin de dar solución y contribuir a las necesidades de la sociedad.

Cabe destacar las normas creadas por la *International Organization for Standardization* (ISO), tanto en el año 1996 como en 2010. El día 1 de octubre de 1996, ISO publicó y aprobó la norma ISO14000, que tiene como objetivo establecer directrices para la implementación del sistema de gestión ambiental en las diversas actividades económicas (Clementes, 1995). El día 1 de noviembre de 2010, ISO divulgó la norma ISO26000 siendo una guía sobre la responsabilidad social global pertinente para las organizaciones del sector público y privado de todo tipo, basada en un consenso internacional entre expertos representantes de las principales partes interesadas. Por lo que alienta la aplicación de mejores prácticas en responsabilidad social en todo el mundo (ISO, 2010).

En el contexto de sostenibilidad empresarial, Bazerman y Hoffman en su libro *“Sources of Environmentally Destructive Behavior”* enumeran cuatro motivos para que las empresas conquisten la sostenibilidad tan deseada. En primer lugar, la búsqueda de las innovaciones tecnológicas. En segundo lugar, participar en las políticas de decisiones gubernamentales. En tercer lugar, participar como integradores del entorno social, acumulando poder, recursos y conocimientos para incidir en temas ambientales,

económicos y sociales. En cuarto y último lugar, se pueden beneficiar de la creación de innovaciones que satisfagan las preferencias de la sociedad en cuanto a productos y servicios que resuelvan problemas sociales y ambientales (Bazerman & Hoffman, 1999).

Por lo tanto, la supervivencia de las organizaciones, hoy en día, está relacionada con los patrones de conducta que desarrolla para la preservación del entorno. La sostenibilidad es una de las salidas estratégicas cada vez más comunes, debido a su gran importancia en el marco internacional.

3. Marco teórico. La industria del neumático y sus *Key Players*

3.1. Tendencias y desafíos de la sostenibilidad en la industria del neumático

Según el informe anual de la Asociación Europea de Fabricantes de Neumáticos y Caucho (ETRMA), el presidente Christian Kotz describió la industria del caucho y del neumático como un sector que se preocupa no solo por la innovación, sino también por su entorno, las personas que lo constituyen y que contribuyen creando un futuro sostenible (ETRMA, 2019). El neumático y la propia industria del neumático están presentes en nuestro día a día y en cada paso del camino, influyendo en nuestras vidas y en nuestro mundo, con un enfoque en la seguridad y la sostenibilidad (Chicu, Prioteasa & Deaconu, 2020).

Peter Drucker¹, el padre del pensamiento administrativo describe la industria del automóvil como “la industria de las industrias”, destacando su gran importancia en la economía. Hoy en día, esta industria tiene una gran actividad productiva (Ver anexo Gráfico 10) y está estrechamente relacionada con la industria del neumático, teniendo un impacto directo en el número de neumáticos producidos para los vehículos nuevos y también los servicios asociados al sector del automóvil, como el cambio de neumáticos (Chicu, Prioteasa & Deaconu, 2020). Cabe destacar que, en el actual contexto de globalización y digitalización, la industria del automóvil se está replanteando los servicios y productos que proporciona (Svahn, Mathiasen y Lindgren, 2017). Por lo tanto, la industria del automóvil y consecuentemente del sector del neumático se enfoca hacia el futuro, imponiendo nuevos conceptos y transformaciones digitales de los procesos existentes.

El mercado mundial de neumáticos se está viendo impulsado por las tendencias demográficas, el desarrollo económico y el crecimiento de los viajes y el comercio. Según Michelin en su informe anual de 2019, se espera un crecimiento entre un 1-2% al año en la demanda de neumáticos en los mercados maduros y entre un 5-10% en los nuevos mercados (Michelin, 2020). Además, cabe destacar el nuevo orden geográfico, Norteamérica y Europa se enfrentan a una competencia extremadamente agresiva de Asia.

China se ha convertido en el primer fabricante de neumáticos del mundo, con casi uno de cada tres neumáticos producidos. En Europa, la cuota de mercado de los neumáticos de

¹ Peter Ferdinand Drucker, nació en Viena en el año 1909 y falleció en Claremont en 2005. Drucker fue consultor y profesor de negocios, tratadista austriaco, y abogado de carrera, considerado el mayor filósofo y padre del *management*, o administración en español, del siglo XX.

origen asiático, fundamentalmente chinos, ha pasado del 5% al 30% en los últimos cinco años (Michelin, 2020). China también fabrica cerca del 30% de los vehículos del mundo, al tiempo que produce la mitad de los vehículos eléctricos y el 99% de los autobuses eléctricos (OICA, 2018). La demanda de neumáticos utilizados en la minería, la agricultura, la construcción, el transporte de mercancías y el transporte aéreo está creciendo estructuralmente en torno al 3% anual, pero estos mercados se enfrentan a complejos retos en entornos muy exigentes, como es el caso de lidiar al mismo tiempo con la necesidad de proteger el suelo de los cultivos y producir más a menor coste (Michelin, 2020).

Según el informe de la Asociación Europea de Fabricantes de Neumáticos y Caucho (ETRMA), los esfuerzos de la industria del caucho y los neumáticos se dirigen en dos direcciones: una para proteger el medio ambiente, reduciendo las emisiones de CO₂, al tiempo que se mejora la seguridad de los neumáticos y la segunda para aprovechar la tecnología emergente en la conectividad de los neumáticos (ETRMA, 2019).

El cambio climático, el agotamiento de los recursos naturales, la urbanización y la revolución digital están estimulando la aparición de nuevos modelos de movilidad y de negocio. Actualmente, los fabricantes de vehículos están realizando unos importantes programas de transformación acompañados de inversión y esperan que sus proveedores de equipos respondan con sus propias soluciones tecnológicas. Las últimas normas de seguridad, de emisiones y de reciclaje imponen restricciones cada vez más severas al uso de vehículos menos eficientes energéticamente. El rendimiento de los neumáticos de baja resistencia a la rodadura, a medida que se reducen los límites de las emisiones de CO₂, se está convirtiendo en un factor crítico para los fabricantes de automóviles y las empresas de transporte (Michelin, 2020).

Con el fin de reducir el impacto medioambiental, varios países y ciudades han anunciado planes para prohibir los vehículos de combustión interna a partir del año 2030. Estas restricciones están impulsando la demanda de motores eléctricos híbridos, que utilizan baterías, pilas de combustible de hidrógeno o una combinación de ambas. Ya sean pesados o ligeros, todos estos vehículos necesitan neumáticos con alto contenido tecnológico para optimizar sus prestaciones (Michelin, 2020).

En la primera mitad del 2019, se han consumido colectivamente todos los recursos que la Tierra podría producir en un año (Global Footprint Network, 2021). Más que nunca, a

medida que las necesidades siguen creciendo en consonancia con la población mundial, es necesario concienciar a la sociedad a hacer más y mejor con menos recursos y menos emisiones de CO2.

3.2. Los *Key Players* del sector del neumático

Los *Key Players* de la industria del neumático que se han elegido para el análisis son Michelin, Bridgestone, Goodyear y Hankook, principalmente por dos razones.

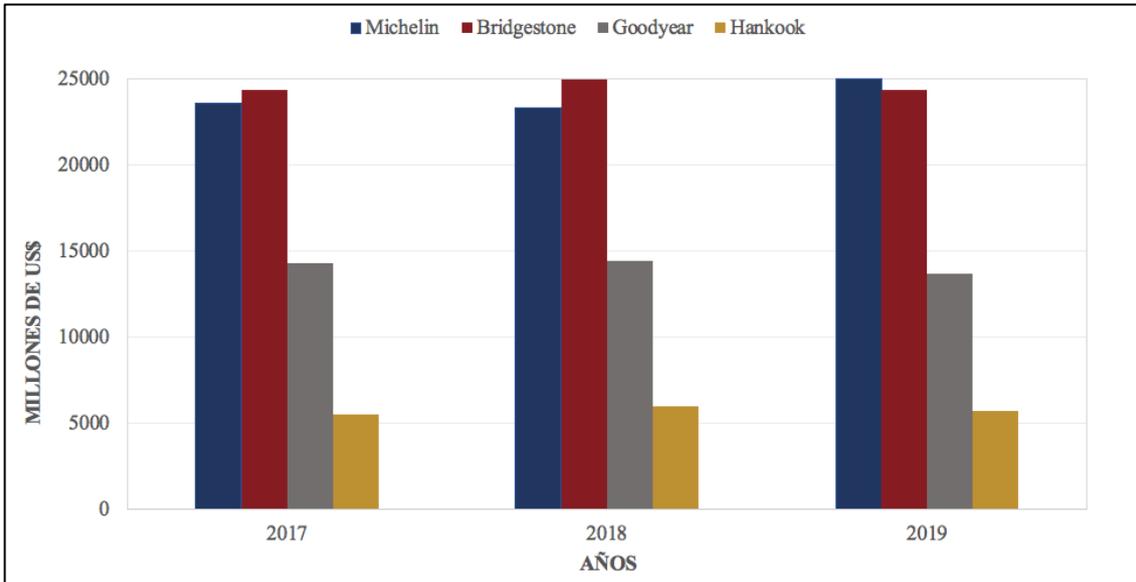
En primer lugar, para la elección de estas cuatro empresas para el análisis se han tenido en cuenta el origen de cada una de ellas. Michelin es una empresa francesa con sede en Clermont-Ferrand y por lo tanto europea; Bridgestone es la fusión de dos empresas, una americana y otra japonesa, y actualmente tiene sede en Tokyo (Japón); Goodyear es una empresa americana con sede en Akron (Ohio); y finalmente, Hankook es una empresa surcoreana con sede en Seúl. Esta diversidad ofrecerá una visión global mucho más amplia, lo que permitirá realizar un análisis más completo de la industria internacional del neumático.

En segundo lugar, al elegir estas cuatro empresas para el análisis, también se ha tenido en cuenta su importancia y el volumen de ventas de neumáticos. Michelin, Bridgestone y Goodyear han sido históricamente los grandes actores de la industria del neumático y hasta hace aproximadamente 20 años tenían el 50% de la cuota de mercado (Ver Gráfico 3, p.35). Hoy en día estas tres empresas continúan teniendo un gran volumen de venta de neumáticos. Sin embargo, el surgimiento y crecimiento de empresas asiáticas, como por ejemplo Hankook, la cuarta empresa de este análisis y surcoreana, está generando una reducción de cuota de los tres líderes.

En relación con las ventas de neumáticos de cada una de las empresas de este análisis, obtenidas del *European Rubber Journal* de septiembre/octubre de 2020, cabe destacar que en el año 2019 el Grupo Michelin ocupa la primera posición con un total aproximado de 25.000 millones de US\$, seguido de Bridgestone Corp con un total aproximado de 24.325 millones de US\$ y posteriormente Goodyear Tire & Rubber Co. con 13.600 millones de US\$. Hankook Tire & Technology Co. Ltd, como representación en este análisis del crecimiento e internacionalización de las empresas asiáticas de estos últimos años, ocupa la séptima posición con un total de 5.725 millones de US\$. Cabe destacar,

que la primera y segunda posición en el ranking, se disputa año tras año, ya que entre ambas empresas hay una pequeña diferencia en ventas (Ver Gráfico 1, p.22).

Gráfico 1. Ventas anuales de neumáticos (US\$). 2017 - 2019.

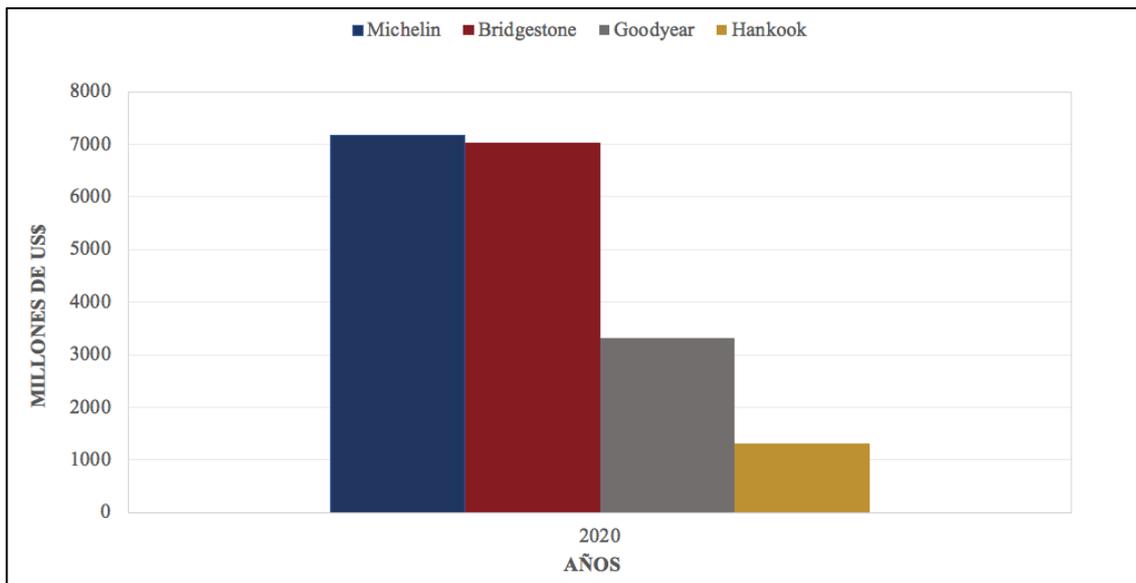


*Ventas anuales de neumáticos de Michelin, Bridgestone, Goodyear y Hankook.

Fuente: *Elaboración propia a partir de datos del European Rubber Journal.*

Además de las ventas de neumáticos, el valor de marca es una de las características más importantes de las empresas. El valor de marca es la fuerza de una marca a partir de los activos financieros involucrados en ella o el impacto que logran generar estos artículos dentro de un nicho específico o el público en general, definiendo la rentabilidad de una compañía (Cárdenas, 2019). Al igual que las ventas de neumáticos, el valor de marca se mide en millones de US\$, donde el Grupo Michelin ocupa la primera posición con un valor de 7.161 millones de US\$, seguido de Bridgestone Corp con 7.024 millones de US\$ y posteriormente, Goodyear Tire & Rubber Co. con 3.320 millones de US\$. Hankook Tire & Technology Co. Ltd, al igual que en las ventas de neumáticos, ocupa la séptima posición con un valor de marca 1.319 millones de US\$ (Ver Gráfico 2, p.23).

Gráfico 2. El Valor de marca* (US\$). 2020.



*El valor de marca de Michelin, Bridgestone, Goodyear y Hankook.

Fuente: *Elaboración propia a partir de datos del Statista.*

3.2.1. Michelin

El grupo Michelin es de origen francés y comenzó en 1889, cuando los hermanos Édouard Michelin y André Michelin tomaron las riendas de una compañía familiar. La empresa fabricaba pastillas de freno y pasó a denominarse Société Michelin et Cie. Un hecho anecdótico y aparentemente banal, cambió radicalmente la trayectoria del negocio. Un ciclista se acercó a la fábrica para tratar de conseguir los productos necesarios para reparar un pinchazo de su rueda Dunlop. Esa visita fue el gran punto de inflexión de la compañía, que marcaría su actividad y su futuro y que desencadenó 130 años de historia e innovación en la fabricación y comercialización de neumáticos (Alonso, 2019).

En 1891, Michelin desarrolló la primera patente de un neumático desmontable para bicicletas y su siguiente paso se consolidó en 1895 con la presentación de *Eclair*, el primer automóvil diseñado por la firma y equipado con neumáticos para competir en la carrera París-Burdeos-París. A partir de este momento, Michelin comenzó a participar en las competiciones de automóviles más prestigiosas de la época, como la Copa Gordon Bennett², lo que contribuyó a su reputación en el ámbito internacional (Alonso, 2019).

² Las carreras automovilísticas de la Copa Gordon Bennett, establecidas por el millonario estadounidense James Gordon Bennett, Jr. desde 1900 a 1905, atrajeron participantes de toda Europa, incluyendo al futuro aviador Henri Farman y competidores de los Estados Unidos como Alexander Winton. De acuerdo con las reglas establecidas, las sucesivas carreras fueron organizadas en el país del ganador del año anterior.

Su proyección internacional ganó un impulso gracias a Bibendum, un personaje creado en 1898 por el dibujante O'Galop³ por encargo de los hermanos Édouard y André Michelin, inspirado en una pila de neumáticos, para promocionar Michelin en la Exposición Universal de aquel año. Hoy en día es la imagen de la marca a nivel internacional y ha sido considerado como el mejor logo empresarial del siglo XX. La figura de Bibendum, a lo largo de los años, ha ido cambiando de aspecto y se ha ido adaptando a cánones corporales más estilizados y deportivos (Alonso, 2019).

Michelin tiene su sede en Clermont-Ferrand (Francia), su presidente y director ejecutivo es Florent Menegaux, que llegó a esta responsabilidad después de realizar una dilatada carrera en la compañía. Esta gran empresa cuenta con más de 127.000 empleados en todo el mundo, dispone de 117 centros de producción en 26 países, 9 centros de investigación, presencia comercial en más de 170 países, más de 7.600 puntos de venta integrados y franquicias en 29 países (Michelin, 2019). Los hermanos Michelin comenzaron vendiendo neumáticos de bicicleta. Sin embargo, hoy en día Michelin posee un catálogo muy diversificado de productos y lidera el mercado mundial de neumáticos junto con Bridgestone. Michelin fabrica y comercializa neumáticos para turismos, camionetas, camiones, autobuses, metro, aeronaves, vehículos de construcción y minería, maquinaria industrial y agrícola, motocicletas, bicicletas, *scooters* y otros vehículos (Michelin, 2020). Michelin es muy conocido por sus mapas de carreteras y guías turísticas. La creación de mapas de carreteras junto con los servicios necesarios para el automovilista como talleres, gasolinera y restaurantes fue una de las grandes invenciones de Michelin. Hoy en día, la valoración de los restaurantes a nivel mundial, con su clasificación de estrellas de la Guía Roja Michelin es la más reputada del sector.

Michelin alcanzó en el año 2019 unas ventas de 25.000 millones de US\$ en el sector del neumático (Ver Gráfico 1, p.22). No obstante, Michelin está ampliando su gama de productos y servicios a través del crecimiento interno y la adquisición de empresas en sectores de materiales de alta tecnología, nuevos medios de unión al suelo y servicios y experiencias relacionados con la movilidad. Sus ventas totales en 2019 superaron los

³ O'Galop, seudónimo de Marius Rossillon fue un artista y dibujante francés, mayormente conocido por la creación de Bibendum, el personaje y logo de la empresa de neumáticos Michelin. O'Galop comenzó su carrera alrededor de 1893, colaborando en varias revistas y también fue uno de los pioneros en las películas de animación

27.000 millones de US\$⁴ (Michelin, 2020). Michelin tiene una fuerte presencia en la competición deportiva para mostrar su potencia innovadora. Compite en diversas categorías de automovilismo, principalmente en el Campeonato del mundo de motociclismo y el Campeonato Mundial de Rally.

Desde sus inicios la misión de Michelin es “*contribuir, de forma sostenible, con el progreso de la movilidad de las personas y de los bienes, facilitando la libertad, la seguridad, la eficiencia y el placer de viajar.*” (Michelin, 2015). Además, la empresa francesa posee unos sólidos valores de respeto alineados con su misión y se compromete a operar de manera responsable y sostenible, incluyendo el desarrollo de soluciones eficientes para satisfacer las expectativas y los deseos de sus clientes y los accionistas, respetando al medio ambiente. Por lo que cada decisión de Michelin está basada en sus cinco valores fundamentales que promueven el respeto a las personas, a los clientes, a los accionistas, al medio ambiente y a los hechos.

Michelin ha redefinido su visión y ha expresado claramente que en el Michelin del futuro todo será sostenible. Todas sus acciones responden a tres criterios inseparables: el desarrollo de las personas, los resultados operacionales y financieros y la contribución positiva al planeta.

Michelin muestra su vocación por la movilidad sostenible a través de la cumbre *Movin'On*. Se trata de un encuentro mundial sobre la movilidad sostenible creado e inspirado por Michelin. En el año 2019 se celebró en el mes de junio en Montreal, (Canadá) con más de 5.000 participantes de 55 países entorno a un objetivo común: pasar de la ambición a la acción para una movilidad más innovadora y sostenible (Michelin, 2020).

La movilidad sostenible ha estado presente en Michelin desde hace décadas. En 1934, diseña un neumático para reducir el derrapaje. En 1994, inventa la gama *Energy*⁵ para reducir el consumo de combustible. También, ha sido pionero en los servicios a las flotas

⁴ Michelin es una empresa europea que consolida sus resultados en euros y se ha empleado el cambio de 1,1234 \$/€ del 31 de diciembre de 2019 para expresar los resultados en dólares y poder comparar con la competencia.

⁵ La gama *Energy* o *Energy Saver+*, fruto de la innovación incorporando sílice en la banda de rodadura se ha convertido en una de las gamas más eficientes y ecológicas de Michelin. Permite ahorrar hasta 200 litros de combustible durante la vida útil del neumático, si se compara con un neumático que reúna las condiciones mínimas reglamentarias establecidas en el reglamento de etiquetado europeo.

en el siglo XXI para ayudar a los profesionales a mejorar su seguridad y reducir sus consumos.

Junto a su visión, su estrategia “*people-planet-profit*” y sus cinco valores de respeto, Michelin destaca por su modelo social y su pasión por la innovación. Michelin pone al cliente en el centro de sus decisiones, considerando al neumático como el corazón de su negocio y acelerando el desarrollo en el negocio de experiencias, materiales de alta tecnología, servicios y soluciones.

3.2.2. Bridgestone

Bridgestone Corporation nace de la fusión de dos empresas. En agosto de 1900, Harvey S. fundó la compañía Firestone Tire & Rubber Company en Akron (Ohio) con tan solo 12 asociados y con el paso de los años la fue transformando en una empresa poderosa con el objetivo y pensamiento debe ser “*mejor hoy, aún mejor mañana*” (Bridgestone.1, 2020). Del otro lado del mundo, en Japón, el empresario Shojiro Ishibashi transformó una compañía de zapatos en una gran empresa, Bridgestone Tire Company Ltd, rebautizada en 1984 como Bridgestone Corporation. En 1988 Bridgestone adquiere la división de neumáticos de Firestone por 2.600 millones de US\$, transformándose en una de las mayores compañías de neumáticos y caucho del mundo (Bridgestone.1, 2020).

El nombre de la empresa proviene del apellido del fundador de Bridgestone, Shojiro Ishibashi. Ishibashi en japonés significa “puente de piedra”, que traducido al inglés sería *Bridge of Stone* y es así como surgió el nombre de la compañía. Hoy en día, Bridgestone tiene su sede central en Tokio (Japón) y su CEO y presidente es Maasaky Tsuya. Esta gran empresa cuenta con aproximadamente 144.000 empleados, dispone de 180 centros de producción en 26 países, tiene 5 centros técnicos de investigación y desarrollo y comercializa sus productos en 150 países (Bridgestone.2, 2020).

El principal negocio de Bridgestone es el neumático. Fabrica y comercializa neumáticos para turismos, camionetas, camiones, autobuses, aeronaves, vehículos de construcción y minería, maquinaria industrial y agrícola, motocicletas, *scooters* y otros vehículos. Este negocio supone el 84% de sus ventas totales. El 16% restante de sus ventas corresponde fundamentalmente a productos químicos e industriales, materiales de construcción y artículos deportivos. Actualmente, Bridgestone está aumentando el negocio de nuevas soluciones, ofreciendo servicios de mantenimiento, tecnologías de neumáticos conectados y nuevos productos y servicios para sus clientes de minería, flotas y del sector

agrícola, aprovechando su presencia en estos sectores gracias a sus neumáticos (Bridgestone, 2020).

Como se ha podido observar en los datos comparativos del sector, mostrados previamente, actualmente Bridgestone es junto con Michelin el mayor fabricante de neumáticos del mundo (Ver Gráfico 1, p.22). En 2019, las ventas de neumáticos alcanzaron un valor de 24.325 millones de US\$ (Ver Gráfico 1, p.22). Si se añaden los servicios asociados al neumático y los otros productos, la corporación alcanza unas ventas de 32.178 millones de US\$⁶ (Bridgestone & Deloitte, 2020).

Bridgestone tiene el compromiso de estar a la altura de un líder mundial en la tecnología del neumático. La cultura y la misión de la compañía están muy unidas a las palabras del fundador Shojiro Ishibashi, donde Bridgestone se dedica a "*servir a la sociedad con una calidad superior.*" (Bridgestone - Corporate Sustainability Department, 2020). Siguiendo la misión de su fundador, Bridgestone intenta convertirse en una empresa de soluciones sostenibles, que proporcione valor al cliente y a la sociedad. Poco a poco, Bridgestone va consiguiendo su objetivo. En el año 2019, fue nombrada una de las empresas más prestigiosas que demuestran sólidas prácticas de *Environmental, Social, and Governance* (ESG) y además Bridgestone fue incluida en el índice *Dow Jones Sustainability*⁷ *Asia Pacific*, por décimo año consecutivo. También fue seleccionada para formar parte de la serie de índices FTSE4Good⁸ por segundo año consecutivo e incluido en el índice global de líderes ESG de STOXX⁹ (Bridgestone - Corporate Sustainability Department, 2020).

Bridgestone Corporation trabaja conforme a su visión de convertirse en una empresa de soluciones sostenibles. Recientemente, la compañía ha marcado 2020 como el comienzo

⁶ Bridgestone es una empresa con sede en Japón que consolida sus resultados en yenes y se ha empleado el cambio de 0,00092 \$/ ¥ del 31 de diciembre de 2019 para expresar los resultados en dólares y poder comparar con la competencia.

⁷ El *Dow Jones Sustainability Index* o "DJSI", es un conjunto de varios índices de sostenibilidad que integran a las compañías con alto desempeño en diferentes ámbitos como el económico, el social y el ambiental.

⁸ La serie de índices FTSE4Good es una herramienta líder en el mercado para inversores que buscan invertir en empresas que demuestran buenas prácticas de sostenibilidad. También apoya a los inversores que deseen fomentar un cambio positivo en el comportamiento empresarial y alinear sus carteras con sus valores.

⁹ El índice *STOXX Global ESG Leaders* ofrece una representación de las principales empresas mundiales en términos de criterios ambientales, sociales y de gobernanza, según los indicadores ESG proporcionados por *Sustainalytics*. El índice está compuesto por los siguientes tres subíndices ESG: los índices *STOXX Global ESG Environmental Leaders*, *STOXX Global ESG Social Leaders* y *STOXX Global ESG Governance Leaders*.

de su tercera fundación, “Bridgestone 3”, con una nueva estrategia comercial a medio y largo plazo hasta 2050, con el objetivo de la creación de valor para el cliente y la sociedad (Bridgestone - Corporate Sustainability Department, 2020).

Su misión de contribuir a mantener un medio ambiente para las generaciones actuales y futuras, le ha supuesto plantear tres objetivos principales. En primer lugar, estar en armonía con la naturaleza, contribuyendo a la protección de la biodiversidad con la mejora del hábitat donde se encuentra implantado y a través de programas de educación ambiental y de la promoción de la investigación del medio ambiente, para la innovación de productos en sus instalaciones de Investigación y Desarrollo. En segundo lugar, valorar los recursos naturales, disminuyendo su cantidad empleada, a través del progreso operacional para la creación de productos y servicios y disminuir los residuos que generan, centrándose en reducir, reutilizar y reciclar siempre que sea posible. En tercer y último lugar, reducir sus emisiones significativas de CO₂ en un 50% para el año 2050, invirtiendo tiempo y dinero en su cadena de valor en soluciones innovadoras, al igual que educar a los consumidores, gracias a sus programas de sensibilización en su red, sobre como ahorrar combustible y alargar la vida útil de sus neumáticos (Bridgestone Americas Tire Operations LLC, 2021).

En conclusión, su objetivo es crear una sociedad sostenible con integridad y en unión con clientes, socios y comunidades. La empresa busca coexistir en armonía con la naturaleza y al mismo tiempo desarrollar tecnologías y modelos de negocio más eficientes que valoren los recursos y reduzcan las emisiones de CO₂ para abordar las preocupaciones urgentes sobre el cambio climático y el agotamiento de los recursos.

3.2.3. Goodyear

Goodyear Tire Rubber Company fue fundada en 1898 por Frank Seiberling en Akron, (Ohio, Estados Unidos), gracias a un préstamo familiar de 1.500 de US\$ y con el principal objetivo de transportar caucho y algodón por diversas partes del mundo. La empresa adquirió ese nombre como homenaje al inventor de caucho vulcanizado, Charles Goodyear que en invierno de 1839 descubrió accidentalmente que la acción del calor y azufre altera la consistencia del caucho que más tarde se conoció como vulcanización. El primer empresario que compró en la empresa se llamaba David Hill e invirtió 30.000 de US\$ por lo que llegó al cargo de primer presidente. Sin embargo, Frank Seiberling continuó a la cabeza de los grandes proyectos de la empresa (Inversian, 2016).

Goodyear Tire Rubber Company comenzó con apenas 13 empleados que se dedicaban a fabricar neumáticos para bicicletas y otros vehículos como carruajes. Año tras año, la compañía se fue consolidando y creciendo en el mercado y demostrando que cada vez seguían innovando para mejorar sus productos para satisfacer las necesidades de los clientes, ofreciendo la máxima seguridad y las prestaciones más exigentes. La responsabilidad de la adopción del símbolo *Wingfoot*, o en español “pie con alas”, conocido hoy en día en todos los países del mundo, recae en gran medida en Frank Seiberling, el fundador y durante muchos años presidente de The Goodyear Tire & Rubber Company. Según Frank Seiberling había en unas escaleras una estatua conocida por los antiguos romanos como Mercurio y por los griegos como Hermes y esa fue la inspiración que tuvo para crear el símbolo de la empresa. Según él, el dios representado en la estatua encarnaba muchas de las características por las que se conocían los productos Goodyear (The Goodyear Tire & Rubber Company, 2021).

Goodyear Tire Rubber Company tiene su sede central en Akron, (Ohio, Estados Unidos) y su CEO y director ejecutivo es Richard J. Kramer. Goodyear es una de las empresas de neumáticos líderes más conocidas y con operaciones en la mayoría de las regiones del mundo. Esta gran empresa cuenta con más de 61.000 empleados en todo el mundo, dispone de 2 centros de innovación, 46 fábricas y tiene presencia en 21 países, además de vender sus productos en casi todos los países del mundo.

Goodyear desarrolla, fabrica y comercializa neumáticos para turismos, camiones, autobuses, aviones, motocicletas, vehículos de carreras, excavadoras, minería, equipos industriales y agrícolas. Además de los neumáticos de la marca Goodyear, produce otras marcas internacionales muy reputadas, como Dunlop, Kelly, Fulda, Sava y Dębica y en todas ellas ofrecen una gran tecnología innovadora, dominio de las prestaciones y resultados en todo tipo de situaciones climáticas y alto rendimiento. Goodyear también fabrica y comercializa productos químicos relacionados con el caucho para diversas aplicaciones, y son uno de los operadores más grandes del mundo de servicios de camiones comerciales y centros de recauchutado de neumáticos. Goodyear opera en aproximadamente 1.000 puntos de venta minorista donde venden sus productos y brindan reparaciones y otros servicios. Además, forma parte de una empresa conjunta nacional de distribución de neumáticos, TireHub, que ofrece a los distribuidores y minoristas de neumáticos de Estados Unidos una gama completa de neumáticos para turismos y camiones ligeros (Goodyear, 2020).

Actualmente, Goodyear Tire Rubber Company es el tercer mayor fabricante de neumáticos del mundo. Sin embargo, sus ventas anuales del año 2019 no solamente constituyen los 13.600 millones de US\$ de las ventas de neumáticos (Ver Gráfico 1, p.22), sino también los 14.745 millones de US\$ debido al resto de servicios de la compañía (Goodyear & PwC, 2020).

La misión de Goodyear se centra en *“brindar satisfacción a sus clientes, a través de asesoría y atención especializada contando con un personal calificado y con tecnología de punta, ofreciendo productos y servicios para el sector automotriz.”* (Goodyear, 2020). Al mismo tiempo, una parte esencial de la estrategia comercial de Goodyear es su compromiso con los procesos, materiales y programas sostenibles que pueden ayudar y brindar apoyo a las personas, las comunidades y el medio ambiente.

En el año 2019, Goodyear recibió una serie de premios que destacan su compromiso con la sostenibilidad, como su aparición en la lista de 2019 en Newsweek como una de las empresas estadounidenses más responsable o en la lista de 2019 de la revista Forbes como una de las empresas mejor reconocidas del mundo. También, ganó el premio de sostenibilidad de Busplaner¹⁰ consiguiendo el primer puesto en la categoría de dominio de neumáticos para *Goodyear Drive-Over-Reader*. Al igual que en la reunión de primavera de la junta directiva de la Asociación de Fabricantes de Neumáticos de Estados Unidos (USTMA), Goodyear fue reconocida en la categoría de Líder en Salud y Seguridad de los Premios de Sostenibilidad 2019, donde destacan las empresas por su excelencia y mejora en la salud y seguridad de los trabajadores (Goodyear, 2020).

Cabe destacar que el Comité de Responsabilidad Corporativa y Cumplimiento de la Junta de Goodyear supervisa sus objetivos de responsabilidad corporativa y monitorea regularmente su progreso hacia su consecución. En 2019, se lanzó *Goodyear Better Future*, su nuevo marco de responsabilidad corporativa, para mejorar la gobernanza existente de sus temas de sostenibilidad de alta prioridad. Este marco ayuda a integrar la responsabilidad corporativa en todos los niveles de su organización, promueve la comunicación, la conciencia e impulsa la alineación con su estrategia corporativa y las prioridades de las partes interesadas. Los cuatro pilares de responsabilidad corporativa que muestran lo que creen y donde se enfocan son: el abastecimiento sostenible, las

¹⁰ El "Premio Internacional de Sostenibilidad Busplaner 2019" galardona a las empresas y productos innovadores que abordan los desafíos de la sostenibilidad global.

operaciones responsables, la movilidad avanzada y la cultura inspiradora (Goodyear, 2020).

El primer pilar, el abastecimiento sostenible, busca gestionar el abastecimiento de una manera que reduzca los impactos ambientales, sociales y al mismo tiempo que mejore la gestión global de riesgos. El segundo pilar, las operaciones responsables, tiene como objetivo salvaguardar a su gente, monitorear y gestionar sus impactos medioambientales, garantizar la calidad de su producto y dar continuidad al negocio. El tercer pilar, la movilidad avanzada, pretende proporcionar un rendimiento de movilidad óptimo para las necesidades de hoy y dar forma a las oportunidades de movilidad sostenible del futuro. El cuarto y último pilar, la cultura inspiradora, promueve el comportamiento ético y una cultura comprometida a través del bienestar, la diversidad, la inclusión, el desarrollo del talento y la participación comunitaria (Goodyear, 2020).

3.2.4. Hankook

Hankook Tire & Technology fundada en 1941 como Chosun Tire Company por Bridgestone Corporation. Fue la primera compañía de neumáticos para automóviles de Corea. Hankook fue visionario en una era en la que se comenzaban a plantar las semillas de la primera industrialización en un país que carecía de recursos para crecer con éxito y logró establecerse como el pilar del progreso industrial en Corea. A lo largo de los años, Hankook ha logrado un gran progreso a través de su compromiso total con el desarrollo de tecnología, la expansión de su red de producción y ventas, asociaciones con fabricantes de automóviles de todo el mundo, marketing de marca eficaz y servicios diferenciados al cliente. Hankook ha llegado a convertirse en la séptima compañía de neumáticos más grande del mundo y continúa creando nuevas posibilidades y haciendo frente a nuevos desafíos (Hankook, 2020).

Hankook tiene su sede en Seúl (Corea del Sur) y su actual CEO y director general es Soo Il Lee, nombrado en enero de 2018. Esta empresa cuenta con aproximadamente 20.000 empleados en todo el mundo, dispone de 8 bases de producción global ubicadas en Corea, China, EE. UU, Hungría e Indonesia, fabrican 102 millones de neumáticos de alta calidad cada año para servir a más de 180 países, lo que solidifica su estatus como fabricante de neumáticos verdaderamente global (Hankook Tire & Technology & Kyoo-sung, N, 2020). Actualmente, Hankook es el séptimo mayor fabricante de neumáticos del mundo, sin embargo, sus ventas anuales del año 2019 no solamente se deben a los 5.725 millones

de US\$ de las ventas de neumáticos (Ver Gráfico 1, p.22), sino que alcanzan un total de 6.332,5 millones de US\$¹¹ (Hankook Tire & Technology & Kyoo-sung, N, 2020).

Hankook está decidido en aprovechar su liderazgo tecnológico de primer nivel para fortalecer sus capacidades en las áreas comerciales centrales, mientras buscan incansablemente la innovación impulsada por la tecnología y mejoran su valor como marca *premium*. Con ello, esperan impulsar su surgimiento como una empresa global de primer nivel, pionera en la futura industria automotriz. Hankook Tire & Technology adopta una estrategia localizada para buscar un crecimiento equilibrado tanto en los mercados de automóviles avanzados como en los emergentes. Su red de ventas abarca China, Europa, América, Asia-Pacífico, Oriente Medio y África, así como Corea, donde se encuentran sus oficinas centrales para ofrecer productos que satisfacen las necesidades de los clientes locales (Hankook Tire & Technology & Kyoo-sung, N, 2020).

Hankook Tire & Technology opera estratégicamente cuatro marcas globales de neumáticos. En primer lugar, Hankook que representa su marca *premium* en Corea y en el extranjero. En segundo lugar, Laufenn que se dirige a clientes globales que buscan un consumo inteligente y un estilo distintivo. Y en tercer y cuarto lugar, Aurora y Kingstar que se diseñaron para satisfacer necesidades locales específicas. Hankook Tire & Technology ofrece toda una completa línea de neumáticos para turismos, SUV, camiones ligeros, camiones y buses, y lidera el desarrollo de productos innovadores en respuesta a los cambios en el futuro entorno de la movilidad, en línea con la tendencia del consumidor global, que incluye el funcionamiento de neumáticos en vehículos eléctricos (Hankook Tire & Technology & Kyoo-sung, N, 2020).

También cabe destacar que está ampliando el suministro de equipos originales (OE) a marcas internacionales de vehículos *premium*, incluidas tres grandes compañías automovilísticas alemanas como Audi, Mercedes-Benz o BMW. Por lo tanto, más de 34 marcas trabajan con Hankook y más de 300 vehículos equipan sus neumáticos como “equipamiento original”. Asimismo, la revista alemana Auto Bild dio una calificación ejemplar a sus neumáticos después de realizar unas pruebas de carretera y recibieron el

¹¹ Hankook es una empresa con sede en Corea del Sur que consolida sus resultados en KRW y se ha empleado el cambio de 0,0092 \$/ KRW del 31 de diciembre de 2019 para expresar los resultados en dólares y poder comparar con la competencia.

premio *Red Dot Award*¹² 2020 por la excelencia en el diseño. Poco a poco, están reforzando la posición de su marca con patrocinios de deportes representativos y deportes de motor, que incluyen clubes de fútbol internacionales como el Real Madrid, la prestigiosa liga de fútbol europea (Europa League), la liga de béisbol americana (MLB), la Eurocopa de Fórmula Renault y las 24H Series (Hankook.1, 2020).

La misión de Hankook se centra en *“realizar el futuro de los clientes tal como lo imaginan a través de la innovación”* y su visión está íntimamente relacionada centrándose en *“liderar la innovación en el futuro conduciendo a través de nuestra Marca Premium y alta tecnología.”* (Hankook, 2020). Además, cabe destacar que Hankook distribuye eficazmente el valor económico, social y medioambiental creado a lo largo de toda la cadena de valor, desde la producción y las ventas hasta el uso, el reciclaje y la eliminación con el fin de lograr un crecimiento sostenible para todos.

Hankook Tire & Technology creó una organización dedicada a la RSE en 2009 y dirigió el Comité de Estrategia de RSE como el órgano de alta dirección y el Comité Directivo a nivel de trabajo para identificar e implementar tareas de gestión de la sostenibilidad. Esta empresa ha sido incluida en el índice mundial de sostenibilidad Dow Jones durante cuatro años consecutivos desde 2016. Hankook ha definido KPIs para cada uno de los siete Comités Directivos de RSE en 2019, *“Product Environment Committee, EHS Committee, Climate change Committe, Employee Committee, Ethics Management Committee, Corporate Philanthropic Committee y Supplier Committee”*, para establecer objetivos audaces a largo plazo para los próximos 10 años (Hankook Tire & Technology & Kyoo-sung, N, 2020).

¹² El Premio de diseño *Red Dot* es uno de los galardones de diseño más importantes del mundo. El objetivo del premio es reconocer la calidad e innovación de diseñadores y fabricantes en la creación de nuevos productos domésticos y profesionales.

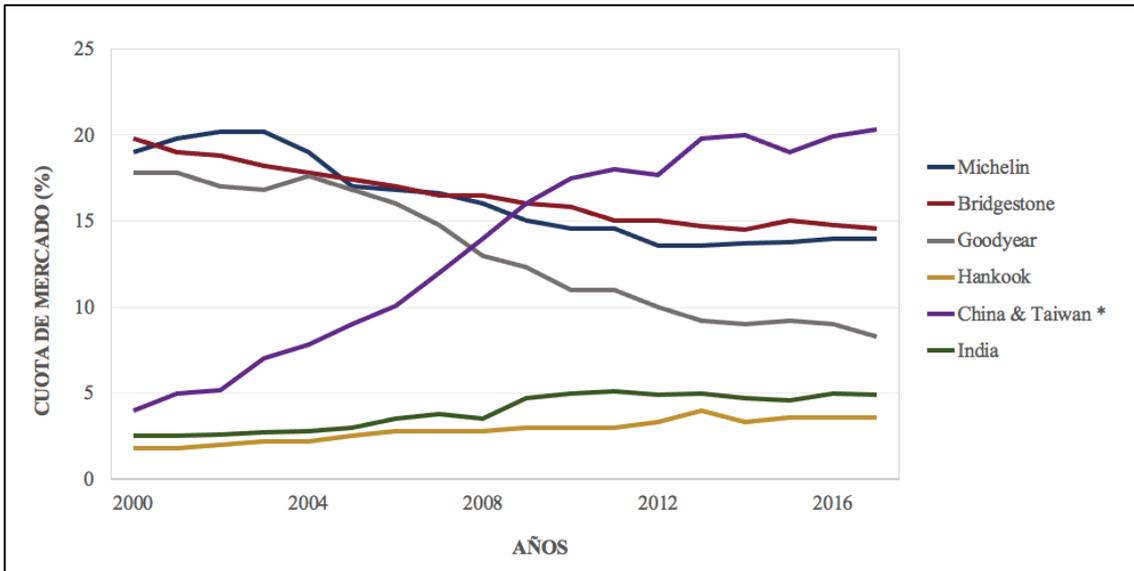
3.3. El crecimiento de las empresas asiáticas

La actividad productiva de los grandes fabricantes de neumáticos se articula en torno a las diferentes líneas de producto que se ofertan en los diversos mercados y las características y nivel de los usuarios finales de los neumáticos. Para ello, los fabricantes actúan como grandes grupos industriales, dividiendo sus recursos económicos y tecnológicos en diferentes marcas con las que abastecer los mercados. Dentro de esa colección de marcas, es posible agruparlas en función de la relación calidad-precio que presentan, los estándares que cumplen y los servicios que llevan adheridos. Por lo tanto, hoy en día, es posible encontrar primeras marcas o marcas *premium* con los estándares más altos de calidad y mayor precio, segundas marcas pertenecientes al sector también conocido como intermedio y marcas de bajo coste o *low cost / budget* (GRI, 2019).

Cabe destacar que los fabricantes asiáticos operan en un mercado en el que la competitividad tecnológica es muy elevada. No obstante, el alto grado de innovación caracteriza a los de productos *premium*, mientras que el crecimiento de las empresas asiáticas se ha debido al nicho de mercado de clientes asociados a marcas más económicas. Es decir, marcas *low cost* o marcas *budget*, que actualmente, han terminado haciéndose un hueco en el mercado internacional. Sus bajos precios y su fácil distribución, generalmente a través del canal online, han conseguido que estas marcas adelanten a muchos fabricantes más implantados y conocidos en los mercados maduros como Europa y América, incluso que hayan sido adquiridas por ellos para ampliar su oferta (GRI, 2019).

Hoy en día, las fronteras entre marcas *quality* y *budget* son más difusas, ya que en los últimos años los fabricantes asiáticos se han decantado por desarrollar marcas *budget* de calidad, es decir, un segmento de marcas *quality* donde la relación calidad-precio es excelente para los vehículos y los consumidores con una mejora tecnológica en sus productos y servicios. Esto hace, que la tendencia del mercado empuje al desarrollo de principalmente dos segmentos: el segmento de alta calidad con las marcas *premium* y el segmento de precio fusionando las marcas *quality* y las marcas *budget* en uno solo, dado el innegable aumento de los requisitos técnicos, de seguridad y garantía de la conducción y del sector de automoción en general y la consecuente mejora de la calidad en los productos que conlleva (GRI, 2019).

Gráfico 3. Evolución de la cuota de mercado (%). 2000 - 2017.



*Conjunto de empresas chinas (incluido Taiwan) que producen y comercializan neumáticos.

Fuente: *Elaboración propia a partir de datos de TireBusiness “2018 Global Tire Company Rankings”.*

Por lo tanto, debido a los altos márgenes europeos y norteamericanos, junto con los bajos costes en Asia y el apoyo gubernamental, los países asiáticos como China durante este siglo XXI han invadido el mundo entrando en los mercados abiertos y maduros del norte y poco a poco han ido desplazando a las marcas tradicionales con su producto *budget* o económico. Todo ello debido al propio crecimiento de los mercados y gracias a la exportación de sus productos. Por lo tanto, la tendencia del mercado de neumáticos a nivel mundial está pasando por una polarización hacia dos segmentos: el segmento de alta calidad con las marcas *premium* y el segmento del precio que ha incorporado una fusión cada vez más intensa entre las marcas *quality* y las *budget*.

4. Análisis de la cuestión. Análisis del impacto medioambiental de la industria del neumático

4.1 El impacto medioambiental de la industria del neumático y las variables de evaluación

Se expondrán a continuación los retos medioambientales de la industria del neumático y las variables de evaluación elegidas para realizar el análisis de sostenibilidad de los *Key Players* del sector. Consistirá en el análisis medioambiental detallado de la sostenibilidad de las principales etapas del ciclo de vida del neumático, desde la obtención de sus materias primas, pasando por el impacto de la producción, de las emisiones durante la utilización del producto y del reciclado al final de su vida útil.

4.1.1. La obtención de materias primas en la industria del neumático

El neumático es uno de los elementos más importantes que integran el vehículo. Es un producto de alto nivel tecnológico, con un fuerte proceso innovador en los siglos XX y XXI, tanto en su diseño, como en las materias primas empleadas. Es el único elemento de unión al suelo del vehículo y tiene como objetivo proporcionar la máxima seguridad y buscar el mejor equilibrio en las prestaciones dinámicas del vehículo y de confort a los ocupantes. Los neumáticos son una combinación compleja de productos fabricados a partir de numerosos materiales como el caucho, tanto natural como sintético, el negro de carbono, el acero, componentes textiles, minerales y derivados de estos y compuestos químicos (UNEP, 2011).

A continuación, se explicará más en profundidad el impacto ambiental de la obtención del caucho natural y del caucho sintético. Se han seleccionados estas dos materias primas para el análisis, ya que constituyen alrededor del 45% de la materia prima del neumático y porque una de ellas tiene su origen vegetal y la otra es un derivado del petróleo. Estas materias primas pueden tener consecuencias perjudiciales para el medio ambiente, a la hora de obtenerlas de la naturaleza (Root, 2019). Cabe destacar que, en el sector del neumático, la obtención de materias primas es la segunda etapa que tiene más impacto, únicamente superada por la etapa del uso del mismo (Bridgestone - Corporate Sustainability Department, 2020).

El caucho natural es un material del neumático que está marcado por una historia de robo y piratería en su origen. En 1866, Henry Wickman, de origen británico, se aventuró en tierras del Nuevo Mundo, recorriendo diferentes países como Nicaragua, Venezuela y

Brasil, siendo este último, específicamente en la cuenca del Amazonas, donde se hallaba desde 1850 el control del comercio del caucho a nivel mundial. Wickman descubrió las plantas de caucho en su estancia en Brasil y decidió robar 500 kilos de semillas y contrabandearlas. Finalmente, las vendió al gobierno de su majestad y fueron enviadas a distintas colonias británicas, cambiando el curso de la historia del caucho natural (Mas Azul Planeta, 2020). *“En 1913, el caucho cosechado de aquellas semillas contrabandeadas desde Sudamérica inundó el mercado mundial y el comercio del producto pasó a manos del Imperio británico. En 1900, el Amazonas producía el 95% del caucho del mundo y en 1928, solo el 2,3%.”* (BBC News Mundo, 2018).

La Asociación de Países Productores de Caucho Natural¹³ (ARPC), constituida en el año 1970, tiene como objetivo básico coordinar la producción y comercialización del caucho de origen vegetal, a fin de estabilizar sus precios (Solo Contabilidad, 2021). Durante los últimos años, los países miembros de esta asociación, los cuales son todos países asiáticos, generaron entorno al 90% de la producción global y no hay ninguno de ellos de la cuenca del Amazonas, a pesar de haber sido la zona que controlaba la producción de este material en el siglo XIX (ANRPC, 2014). En el año 2018, los mayores exportadores de caucho natural fueron en primer lugar, Tailandia 33,61%, en segundo lugar, Indonesia con un 28,87%, en tercer lugar, Vietnam con un 7,36% y, en cuarto lugar, Malasia con un 7,15%. Además, África ya produce entorno al 8% del caucho natural mundial, gracias a Costa de Marfil, que produce entorno al 7% (Ver anexo Gráfico 12).

El consumo mundial de caucho natural ha ido aumentando a lo largo de los años. En 1990 su consumo era de 5.180 toneladas mundiales. Esta cifra prácticamente se ha triplicado en 30 años, llegando a 13.721 toneladas en 2019 (Ver anexo Gráfico 11). Además, cabe destacar que el 70% de todo el caucho, tanto natural como sintético que se produce en el mundo, va a la fabricación de neumáticos (El País, 2015).

Los países que más importan este producto son los asiáticos, seguidos de los norteamericanos, posteriormente los europeos y en cuarto lugar los suramericanos. Según

¹³ La Asociación de países Productores de Caucho Natural (ANRPC) tiene 13 miembros: Bangladesh, Camboya, China, India, Indonesia, Malasia, Myanmar, Papua Nueva Guinea, Filipinas, Singapur, Sri Lanka, Tailandia y Vietnam. Su visión es ser una industria del caucho natural económicamente viable, social y ecológicamente sostenible. Su misión es mejorar continuamente la productividad de las explotaciones de caucho, reducir costes, aumentar el valor agregado en el sector del caucho, explorar fuentes de ingresos auxiliares, capitalizar las credenciales ecológicas del caucho natural y, por lo tanto, mejorar el bienestar de los productores de caucho.

datos de 2018, China lidera sus importaciones con un 25,40%, le sigue Estados Unidos con un 10,51%, posteriormente Malasia con un 9,34%, le sigue Japón con un 7,86%, en quinta posición India con un 6,41%, en sexta se encuentra Corea del Sur con un 3,92%, seguido de Alemania con un 3,62% y en octava posición Brasil con un 2,40% de las importaciones mundiales (Ver anexo Gráfico 13).

La materia prima del caucho natural procede del látex¹⁴ o savia, que se extrae de algunas plantas, principalmente de árboles tropicales como el *Hevea brasiliensis*¹⁵, llegando a suponer aproximadamente el 18% de su composición (Root, 2019). La producción de caucho se realiza tanto en pequeñas propiedades, que suponen más del 80% de la producción mundial, como en grandes propiedades, donde se realiza todo el proceso de extracción y producción del caucho. El caucho es una materia prima cuyo precio se decide en los mercados financieros y puede fluctuar fácilmente hasta un 30% en solo un mes, por ello algunas marcas de neumáticos son propietarias de plantaciones de caucho, no solo para sus trabajos de investigación, sino también para evitar el elevado riesgo de precios (OCU, 2013).

La explotación del árbol del caucho se hace más intensiva provocando el incremento masivo de monocultivos de *Hevea brasiliensis*. Esto ha favorecido la pérdida de biodiversidad, especialmente a causa de la eliminación de bosques tropicales para instaurar las nuevas plantaciones. Inclusive, al introducir la especie en algunos lugares no apropiados para su cultivo, el ecosistema puede llegar a dañarse, alterando el nicho ecológico de otras especies. Finalmente, una gran mayoría de veces, se emplean fertilizantes y pesticidas para el tratamiento de los cultivos. Sin embargo, su uso incorrecto o inapropiado de pesticidas puede llegar a dañar drásticamente el medio ambiente, alternando las condiciones y propiedades del suelo (Conciencia ECO, 2016).

¹⁴ El látex contiene 30 a 36% del hidrocarburo del caucho, 0.30-0.7% de cenizas, 1-2% de proteínas, 2% de resina y 0.5 de quebrachitol. Es importante tener en cuenta que la composición del látex varía en las distintas partes del árbol; normalmente el porcentaje de caucho (hidrocarburo) decrece del tronco a las ramas y hojas. También, la época del año afecta a la composición del látex, así como el tipo de suelo y la línea o casta del árbol.

¹⁵ El *Hevea brasiliensis* era denominado por los pueblos indígenas como *cautchouc*, que en su lengua significa “el árbol que llora”, ya que la forma básica del caucho natural es un látex lechoso. Además, los indígenas conocían las propiedades de su savia y la utilizaban para la fabricación de diversos objetos, entre ellos pelotas para juegos o incluso telas impermeables. Además, el caucho se obtiene del árbol por medio de un tratamiento sistemático de “sangrado”. Esto consiste en realizar un corte en forma de ángulo en su corteza profundizando hasta el cámbium, una capa del árbol situado entre la corteza y el leño. Posteriormente se coloca una pequeña vasija que cuelga en el tronco para recoger el látex.

A comienzos del siglo XX, el caucho natural extraído de los árboles no era suficiente para hacer frente a la masiva demanda de productos que lo utilizaban como materia prima y también debido a su difícil accesibilidad. A este problema se sumaban las variaciones de su calidad, las oscilaciones de precio, la insuficiencia al calor y la escasa capacidad que presentaba para ser sometido a modificaciones químicas. Por lo tanto, el 12 de septiembre de 1909 el químico Friedrich Hofmann, respondiendo a un concurso de la compañía alemana Bayer & Co., logró desarrollar y fabricar un caucho sintético. Hofmann tardó menos de tres años en ingeniar el “procedimiento para la fabricación del caucho artificial”, como fue patentado su invento. La fecha de aquel registro en la oficina de patentes en 1909 dio lugar, un siglo más tarde, a la designación del 12 de septiembre como el día mundial del caucho (Negro Albañil, 2011).

Años más tarde, al final de la II Guerra Mundial (1945), el consumo del caucho sintético supera al natural. El caucho sintético muestra cualidades similares a las del caucho natural, pero se fabrica a partir de determinados hidrocarburos insaturados, procedentes de excedentes del petróleo. Los compuestos básicos que dan lugar al caucho sintético son llamados monómeros, moléculas de bajo peso molecular, que al unirse forman moléculas gigantes denominadas polímeros (Negro Albañil, 2011).

En el año 2018, los mayores exportadores de caucho sintético fueron en primer lugar Corea del Sur con un 11,94%, después Tailandia con un 9,44%, seguido de Estados Unidos con un 10,26%, posteriormente Japón con un 9,39%, después Alemania con un 6,95% y en sexto lugar Rusia con un 6,82% (Ver anexo Gráfico 14). El consumo mundial de caucho sintético ha ido aumentando a lo largo de los años. En 1990 su consumo era de 9.630 toneladas mundiales y en el año 2019 esta cifra alcanzó valores entorno a las 15.280 toneladas (Ver anexo Gráfico 11). Tal como ocurre con el caucho natural, el 70% del caucho sintético se destina a la fabricación de neumáticos (El País, 2015).

Los países que más importan este producto son los asiáticos, seguidos de los europeos, posteriormente los norteamericanos y en cuarto lugar los suramericanos. Según datos de 2018, China lidera sus importaciones con un 26,68%, le sigue Estados Unidos con un 5,93%, posteriormente Alemania con un 5,13%, continúa Malasia con un 4,51%, le sigue Tailandia con un 4,14%, continúa Bélgica con un 4,01% y en séptima posición India con un 3,88% de las importaciones a nivel mundial de caucho sintético (Ver anexo Gráfico 15).

El caucho sintético proviene del petróleo, un recurso natural que se obtiene directamente de la naturaleza y que es no renovable, es decir, que existen cantidades limitadas de este material, que se agotarán tarde o temprano, ya que su tasa de consumo es mayor que su tasa de renovación. Un neumático tiene entorno al 24% de caucho sintético en su composición y la fabricación de neumáticos de turismos gasta el subproducto procedente a 32 litros de petróleo, mientras que los neumáticos de los camiones consumen el subproducto procedente de 100 litros (Root, 2019).

Los principales problemas de contaminación derivados de la extracción del petróleo en los campos petrolíferos marinos son los vertidos al océano y el aumento de CO₂ y azufre en la atmósfera. Estos se pueden producir por fugas durante la perforación cuando se encuentran de manera imprevista acumulaciones de hidrocarburos a altas presiones. La extracción de crudo no está exenta de riesgos como los escapes, y su transporte constituye el más importante tráfico comercial internacional ya que los yacimientos se encuentran lejos de las zonas de consumo (Proyecto de Educación Ambiental, 2021).

Inclusive, en los últimos 50 años, se han producido al menos 130 vertidos graves de crudo, procedentes de barcos petroleros y de plataformas de extracción. Estos derrames han dañado la fauna y la flora del lugar llegando a provocar alteraciones en los ecosistemas marinos y costeros que tardan décadas en recuperarse (Scroll, 2021). Además, a este gran problema medioambiental, se le añade todo lo relacionado con su producción industrial a gran escala y su posterior tratamiento como residuo, cuestión que se discutirá en los siguientes ciclos de vida del neumático.

Finalmente, en relación con la obtención de materias primas, cabe destacar las emisiones de CO₂ generadas en el transporte de éstas, ya sea por vía terrestre, marítima o aérea. (Servicios de transporte, 2017). Según datos del Banco Mundial, las emisiones por transporte representan casi un cuarto de las emisiones de dióxido de carbono relacionadas con la energía y esta cifra sigue aumentando y no teniendo perspectivas de cambio (Juantergui, 2019). Como se ha podido apreciar en este análisis, muchos países importan tanto caucho natural como sintético de diferentes países en todo el mundo. Esto deja una huella ambiental significativa, que año tras año va aumentando, dañando la capa de ozono y el medio ambiente (Ver anexo Gráfico 16).

4.1.2. La producción en la industria del neumático

La etapa de la producción de neumáticos comparada con las otras etapas del ciclo de vida que se están analizando, tiene un bajo impacto, llegando a considerarse el más reducido junto al impacto del neumático fuera de uso. (Bridgestone - Corporate Sustainability Department, 2020). Durante el proceso de producción se deben tener en cuenta el consumo de energía por la maquinaria de la fábrica que libera gases contaminantes a la atmósfera, el consumo de agua, la contaminación de los suelos, la emisión de carbonos orgánicos volátiles (COV) y los desechos generados en la fábrica.

Las industrias de neumáticos tienen una maquinaria muy especializada para cada uno de sus procesos. Estas maquinarias consumen energía, tanto electricidad, fuel o vapor, para su funcionamiento y por lo tanto se debe analizar su apropiado y medido empleo para ser una empresa más sostenible. Se deben tener en cuenta las emisiones CO₂, NO_x, SO_x y los gases efecto invernadero producidos durante el funcionamiento de las maquinarias, al igual que para la producción de vapor, como futura fuente de energía debido a la quema de fuel o gas natural. Se debe considerar el origen de la energía consumida, ya sea renovable o no renovable, intentando con el paso de los años alcanzar el mayor porcentaje posible de energía renovable (Beliczky & Fajen, 1996).

Durante el proceso de fabricación, algunos productos de caucho necesitan la aplicación de adhesivo de caucho. *“Los adhesivos de caucho se fabrican mezclando el compuesto de caucho sin vulcanizar con un disolvente. Los disolventes utilizados para este proceso se clasifican normalmente como compuestos orgánicos volátiles (COV).”* (Beliczky & Fajen, 1996). Los compuestos orgánicos volátiles (COV) son contaminantes del aire y cuando se mezclan con óxidos de nitrógeno, reaccionan para formar ozono, siendo muy peligroso en elevadas concentraciones, tanto en la fábrica como en la comunidad, si no se dispone de un apropiado control de emisiones (Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social, 2010).

Durante la fabricación de neumáticos se producen este tipo de emisiones en diferentes procesos, las cuales deben intentar reducirse al máximo para conseguir llegar a ser una empresa más sostenible con el medio ambiente. En el proceso de mezclado, cuando los tanques de sustancias químicas se encuentran abiertos, es el momento que se producen las mayores cantidades de benceno, fenoles, óxidos de plomo o tolueno. También, en el proceso de recauchutado se emiten este tipo de emisiones, sin embargo, en porcentajes

mucho más bajos, entorno a 0,00001 ton COV's/ton de caucho procesado. Incluso, aparecen emisiones durante la utilización de solventes, los cuales son utilizados en la industria como desengrasantes de equipos, herramientas y como adhesivos en la etapa del conformado del producto. El problema de estos solventes es su elevada volatilidad, por lo cual, la emisión de COV's va a estar involucrado tanto en el proceso de fabricación, como en su utilización y posteriormente el desecho (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural Marino, 2009).

El almacenamiento y el manejo de los COV debe realizarse con extremo cuidado con el fin de no perjudicar el medio ambiente. Con el objeto de no contaminar los suelos ni el agua, la mejor opción de almacenamiento son los tanques sobre el nivel del suelo con un buen confinamiento secundario para prevenir los derramamientos (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural Marino, 2009).

En las diferentes empresas, para su análisis de sostenibilidad se debe tener en cuenta el consumo total de agua. Este consumo puede ser ocasionado por consumo de agua de la superficie, agua subterránea o agua del mar. El principal problema de estas industrias es que el agua que se devuelve tras su utilización es menor que el agua captada por la planta. Al ser un recurso no renovable, es decir un recurso natural que no puede ser producido, regenerado o reutilizado a una escala tal que pueda sostener su tasa de consumo, las empresas deben concientizarse con el fin de consumir lo menos posible y no contaminar el agua que se devuelve tras su utilización.

En todos los procesos de fabricación se producen desechos, tanto durante el proceso como en el acabado del producto. Lo ideal es que haya la menor cantidad de desechos posibles. Si bien es cierto, que parte de esos desechos pueden ser reciclados para el mismo proceso o para otros procesos diferentes. Sin embargo, una vez que el caucho está vulcanizado, ya no puede ser reciclado y todos los desechos del proceso de vulcanización y de acabado se convierten en material residual (Beliczky & Fajen, 1996). También cabe destacar, que para que las empresas de neumáticos creen una menor huella ambiental, éstas no solo deben reciclar sus desechos de producción, sino también todos los desechos de la fábrica, con el fin de reducir la contaminación y ayudar a la comunidad, a una reutilización adecuada de todos los materiales.

4.1.3. Las emisiones en la utilización del neumático

El mayor impacto medioambiental, en las cuatro fases del ciclo de vida del neumático que se están analizando, es en su etapa de uso. Esto se debe en mayor medida al consumo de energía y las emisiones de CO₂ asociadas a la rodadura del neumático (Ver anexo Gráfico 17).

La marca, el modelo y el estado del neumático del automóvil influye en el consumo de combustible y por lo tanto las emisiones de CO₂ asociadas. Aproximadamente el 35% del combustible empleado por el motor del automóvil tiene el objetivo de vencer la resistencia a la rodadura, es decir el desplazamiento sobre el terreno.

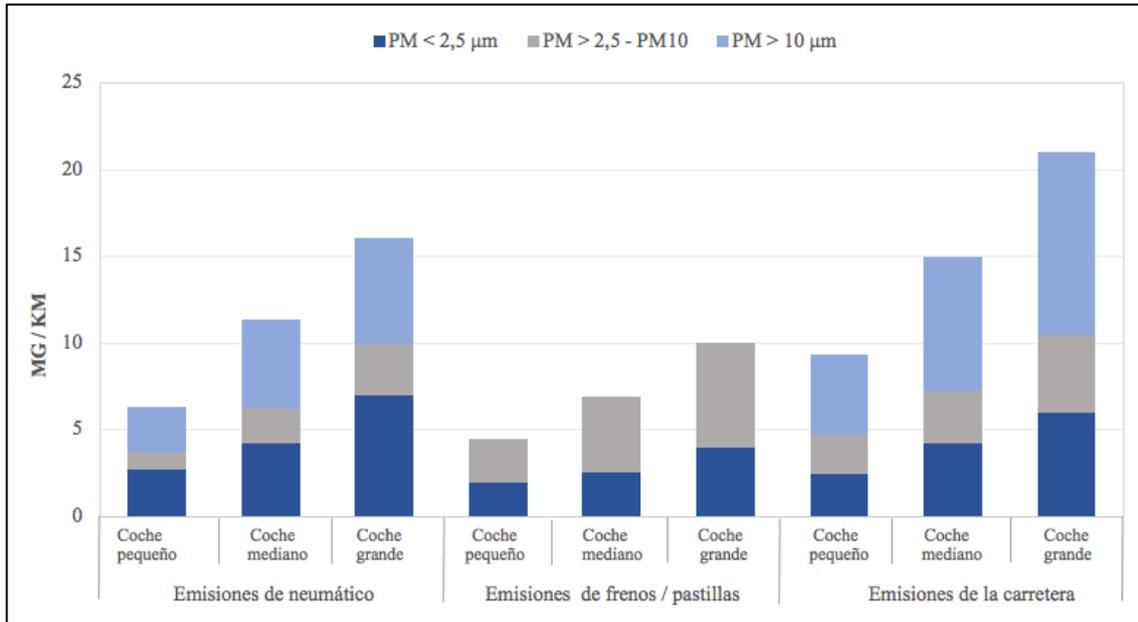
El modelo o marca del neumático, debido a su estructura y materiales de su composición son un factor muy importante para reducir el consumo de combustible y por lo tanto la huella ambiental. Con el fin de poder mitigar la huella de CO₂ de los neumáticos sin reducir la efectividad de agarre y de sus características principales, algunas empresas de neumáticos están creando nuevos modelos más sostenibles que no crean un impacto tan severo en el medio ambiente. Estos modelos están normalmente marcados por un etiquetado, el cual está apoyado por fabricantes y estamentos europeos para conseguir una mejora en la eficiencia energética de los productos, que lleguen a los mercados y que consigan generar un menor impacto en el medio ambiente sin perjudicar los parámetros del neumático (Villareal, 2012).

Cabe destacar que los neumáticos figuran entre los contaminantes plásticos más habituales del planeta. La degradación del neumático por el uso en las calles, carreteras y terrenos de todo el mundo desprenden toneladas de pequeños fragmentos de caucho sintético que se esparcen por el ambiente como partículas o microplásticos. Según el informe de 2018 del grupo de investigación Eunomia, los neumáticos son, junto con la ropa sintética, una de las mayores fuentes de microplásticos en ríos y mares.

Un estudio de 2017 de Pieter Jan Kole de la Universidad Abierta de los Países Bajos y publicado en el *International Journal of Environmental Research and Public Health* muestra que “los microplásticos son una fuente sigilosa de contaminación del medio ambiente” (Jan Kole, Lohr, Van Belleghem & Ragas, 2017). Además, llegaba a estimar que los neumáticos representan hasta un 10% del total de microplásticos presentes en los mares del mundo (Jan Kole, Lohr, Van Belleghem & Ragas, 2017). Inclusive, ese mismo año la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza situaba la cifra

en un 28%, resaltando el grave problema del desgates de los neumáticos en el entorno mundial y también en sus efectos sobre la salud (Root, 2019).

Gráfico 4. Emisión de partículas al medio ambiente por la rodadura*. 2017.



*La rodadura procedente del neumático, del sistema de frenado y de la carretera.

Fuente: *Elaboración propia a partir de datos del estudio “Wear and Tear of Tyres: A Stealthy Source of Microplastics in the Environment” por Pieter Jan Kole.*

Según el estudio realizado por Pieter Jan Kole, cuando se desecha cada neumático de automóvil llega a pesar aproximadamente un kilogramo menos de cuando era nuevo. Este peso faltante es el material que se ha ido convirtiendo en microplásticos y se ha ido esparciendo por el medio ambiente debido al desgaste del neumático por el rozamiento de la goma con el asfalto. *“En promedio se producen 0,8 kilogramos de polvo consumible por ciudadano mundial por año, en total casi 6.000 millones de kilogramos”* de partículas de neumáticos en el medio ambiente a través de diferentes vías (Jan Kole, Lohr, Van Belleghem & Ragas, 2017).

Las partículas pequeñas se emiten típicamente al aire y son propensas a dispersarse por el aire, mientras que las partículas grandes se depositarán en la superficie de la carretera, donde algunas partes quedarán atrapadas y otras partes serán transportadas por la escorrentía de agua de lluvia a suelos, alcantarillas y aguas superficiales (Jan Kole, Lohr, Van Belleghem & Ragas, 2017). Además, cabe destacar que el aumento de vehículos a lo largo de los años en todos los países del mundo hace que el porcentaje de microplásticos aumente la huella ambiental (Ver anexo Gráfico 10).

4.1.4. El final de la vida útil del neumático: el reciclado

Los neumáticos son productos de muy alta tecnología, con centenares de componentes diferentes, diseñados para ser indestructibles y se estima que su degradación natural demora centenares de años. Esa fortaleza lleva asociada una gran debilidad, pues una vez fuera de uso, el neumático es de imposible integración en los ciclos naturales, y por tanto la eliminación de los productos residuales del caucho se ha convertido en un problema mundial que crea graves consecuencias medioambientales (Arribas Udugarte, 2015). Sin embargo, cabe destacar que esta fase de vida del neumático, comparado con las otras etapas del ciclo de vida que se han analizado, tiene un bajo impacto llegando a considerarse el más reducido junto a la producción del neumático (Bridgestone - Corporate Sustainability Department, 2020).

A nivel mundial se generan 1.000 millones de neumáticos al año y existen 4.000 millones en vertederos, según el informe “Gestión de Neumáticos al final de su vida útil” realizado por el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (citado en Meza Rodríguez, 2018). El destino de los neumáticos fuera de uso suele ser el vertedero o su acumulación en rellenos sanitarios, ríos y calles. Los problemas ambientales asociados a una gestión despreocupada con el medio ambiente traen consigo graves consecuencias. Los neumáticos fuera de uso (NFU) permiten la acumulación en su interior de agua de lluvia y son reservorio de larvas e insectos que pueden propagar enfermedades y afectar a la salud pública. Además, los incendios de los depósitos de los NFU suelen ser frecuentes debido a su reducido coste y rápida eliminación de los neumáticos. Sin embargo, esta incineración emite numerosos contaminantes a la atmósfera, la mayoría de ellas son sustancias tóxicas y de difícil extinción dado el alto poder calorífico de ese residuo, como los *“óxidos de azufre y de nitrógeno, hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), dioxinas y furanos, compuestos orgánicos volátiles (COV) (tricloroetileno), fenol, cianuros y ácido cianhídrico, partículas PM10, metales pesados: cinc, plomo, cadmio, mercurio, etc.”* (Arribas Udugarte, 2015).

Por lo tanto, la acumulación y la incineración de NFU es la salida más rápida y económica para las empresas y los países, sin embargo, tiene una gran repercusión en el medio ambiente. Un fin diferente a los millones de neumáticos desechados años tras año es el reciclaje de estos. Este procedimiento tiene un coste más elevado pero su huella en el medio ambiente es mucho menor, evitando las graves consecuencias de la acumulación y o incineración. Cabe destacar que los países más desarrollados como Corea del Sur,

Estados Unidos y algunos europeos tienen una tasa de recuperación de neumáticos bastante elevada que llega a alcanzar el 85%. Sin embargo, no sucede lo mismo en países emergentes como el caso de México que desecha 40 millones de toneladas de neumáticos al año y de las cuales apenas recicla el 10% y que, según datos de la Secretaría de Ambiente de México, el resto termina en vertederos, rellenos sanitarios, ríos y calles (citado en Meza Rodríguez, 2018).

El procedimiento de reciclaje de neumáticos podría llevarse a cabo a través de diferentes medidas. En primer lugar, cabe destacar la prevención, es decir, que el diseño del neumático sea lo más duradero posible y que emplee el mínimo de materias primas vírgenes. También es de vital importancia que, en esta medida, no se incorporen sustancias peligrosas, que posibilite su recauchutado y el reciclaje final de su vida útil (Arribas Udugarte, 2015).

En segundo lugar, es importante tener en cuenta la reutilización de algunos neumáticos descartados, los cuales pueden llegarse a reutilizar y prolongar su vida útil. Este proceso permite dar una segunda vida a los neumáticos reesculturando la capa de rodadura, a través de la tecnología denominada rayado del neumático (Arribas Udugarte, 2015).

En tercer lugar, el recauchutado o renovación es un proceso que hoy en día es obligatorio en algunos países. Consiste en eliminar la banda de rodadura usada y sustituirla por una nueva, con el fin de aprovechar la estructura del neumático, llamada carcasa del neumático, ahorrar materiales, reducir la huella de carbono y el consumo energético. En este procedimiento puede realizarse tanto en frío como en caliente, vulcanizando la nueva banda de rodadura. *“Los neumáticos de turismo solamente se pueden recauchutar una vez (Reglamento de CEPE ONU 109 y 108)¹⁶, en cambio los de camión se recauchutan hasta 4 veces y los de los aviones hasta 10.”* (Arribas Udugarte, 2015).

En cuarto lugar, cabe destacar la valorización de materiales del neumático, ya que los NFU pueden ser empleados en la obra civil o en vertederos como elementos de protección. Para la separación de los materiales es necesario que en las *“plantas de reciclaje los desechos sean sometidos a procesos de cortes, trituración, molienda mecánica y separación de componentes. Mientras que el acero se extrae por medio de*

¹⁶ Los Reglamentos nº 109 y 108 de la CEPE/ONU conllevan requisitos armonizados para el recauchutado de neumáticos y un alto nivel de seguridad y protección del medio ambiente. Permiten la libre circulación de neumáticos recauchutados.

imanes y las fibras textiles se separan con sistemas de aspiración y se almacenan para su posterior comercialización, a partir de la mezcla del caucho reciclado se pueden obtener distintos materiales.” (Campoamor, 2016).

Una vez separados los materiales, el acero se puede volver a fundir y darle nuevos usos de alta calidad. Las fibras textiles se pueden reciclar completamente. Y el caucho se puede triturar y se obtienen dos fracciones con usos diferentes: *“los granos inferiores a 2 mm, es decir el caucho en polvo, suelen usarse en mezclas bituminosas y materiales moldeados o extruidos, los superiores a 2 mm, es decir el caucho granulado, se utilizan para base de vías de trenes y tranvías, rellenos de campos deportivos de césped artificial, campos de atletismo, parques infantiles, guardarraíles en carreteras, material aislante térmico y sonoro, baldosas, calzado, etc.”* (Arribas Udugarte, 2015).

La gestión de ofrecer una segunda vida útil al neumático para ocasionar el menor impacto ambiental es posible y puede realizarse a través de unos Sistemas Integrados de Gestión (SIG). En España, los SIG fueron *“creados alrededor de la aprobación del RD 1619/2005¹⁷, sobre la base del principio comunitario de la responsabilidad ampliada del productor, que obliga a los productores, distribuidores e importadores a hacerse cargo de ese residuo, bien de forma individual o adscritos a un SIG.”* (Arribas Udugarte, 2015). Los SIG se encargan de la recogida de los neumáticos al final de su vida útil tanto de talleres, desguaces o la entrega a gestores que valoricen esos residuos.

Un ejemplo de este tipo de compañías en España es SIGNUS Ecovalor, *“una entidad sin ánimo de lucro creada en mayo de 2005 a iniciativa de los principales fabricantes de neumáticos, con la finalidad de que pueda ser utilizado como mecanismo con el que todos los fabricantes e importadores (productores) que lo deseen, puedan cumplir las obligaciones que les impone el Real Decreto 1619/2005.”* (SIGNUS, 2021). Esta entidad agrupa a principales fabricantes de neumáticos como Michelin, Bridgestone o Goodyear, con el fin de proporcionar una segunda vida útil al neumático y ocasionar un menor impacto ambiental en esta última fase del ciclo de vida del neumático.

¹⁷ Según el Artículo 1 (Objeto y ámbito de aplicación): Este real decreto tiene por objeto prevenir la generación de neumáticos fuera de uso, establecer el régimen jurídico de su producción y gestión y fomentar, por este orden, su reducción, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, con la finalidad de proteger el medio ambiente. Sin perjuicio de lo establecido en el artículo 7.2, quedan incluidos en el ámbito de aplicación de este real decreto los neumáticos puestos en el mercado nacional, con excepción de los neumáticos de bicicleta y aquellos cuyo diámetro exterior sea superior a mil cuatrocientos milímetros.

4.2. Estudio comparativo del impacto ambiental de los *Key Players* analizando sus instalaciones industriales

Según el informe de sostenibilidad de Michelin 2019, el mayor impacto medioambiental causado por el neumático es durante su uso, abarcando aproximadamente entre el 70% y 90% del impacto medioambiental del ciclo de vida del neumático (Ver anexo Gráfico 17). Las emisiones de CO₂ son originadas debido al diseño del neumático, ya sea por los compuestos empleados, ya sea por la arquitectura del neumático donde la banda de rodadura tiene un gran impacto.

Los grandes fabricantes del sector del neumático están realizando un gran esfuerzo en el diseño de los neumáticos para poder reducir el impacto medioambiental. Además, les está generando una gran ventaja competitiva para poder acceder a los mercados de los fabricantes de vehículos, también llamados de equipamiento original (OE), ya que de esta forma el vehículo en su conjunto reduce sus emisiones. Las informaciones disponibles sobre las emisiones en la etapa de uso del neumático provienen de los ensayos realizados respetando una serie de protocolos establecidos. No obstante, es difícil de medirlo a lo largo de la vida del neumático, teniendo en cuenta las diferentes posibilidades de uso.

El estudio comparativo se centrará en el impacto ambiental de las instalaciones industriales de los diferentes *Key Players* del sector. No se debe olvidar, el impacto mediático y en las comunidades que tienen las implantaciones industriales y su respeto al medio ambiente. La importancia de la reducción de las emisiones de CO₂ y efecto invernadero cerca de los núcleos urbanos. La importancia de la reducción del consumo de agua como bien escaso que se convertirá en un eje importante de trabajo en las próximas décadas. La reducción del consumo energético, fundamentalmente el que proviene de la combustión de hidrocarburos. Y la reducción de los desechos generados en las fábricas, sobretodo aquellos que no puedan reciclarse.

4.2.1. Impacto del proceso de producción de los *Key Players*

Tabla 1. Impacto del proceso de producción de Michelin.

Emisiones de CO2 (t CO2 / t PF)	0,86
Emisiones de COV (Kg COV / t PF)	1,74
Consumo de agua (m3 / t PF)	7,98
Consumo de energía (GJ / t PF)	11,92
Desechos generados (Kg / t PF)	97,9
Desechos no reciclados (Kg / t PF)	3,08

Fuente: *Elaboración propia a partir de datos del “Michelin 2019: Universal Registration Document”.*

Tabla 2. Impacto del proceso de producción de Bridgestone.

Emisiones de CO2 (t CO2 / t PF)	0,98
Emisiones de COV (Kg COV / t PF)	-
Consumo de agua (m3 / t PF)	9,56
Consumo de energía (GJ / t PF)	24,45
Desechos generados (Kg / t PF)	195,65
Desechos no reciclados (Kg / t PF)	28,26

Fuente: *Elaboración propia a partir de datos del “Sustainability Report 2019-2020 Bridgestone”.*

Tabla 3. Impacto del proceso de producción de Goodyear.

Emisiones de CO2 (t CO2 / t PF)	0,74
Emisiones de COV (Kg COV / t PF)	-
Consumo de agua (m3 / t PF)	10,34
Consumo de energía (GJ / t PF)	15,08
Desechos generados (Kg / t PF)	-
Desechos no reciclados (Kg / t PF)	-

Fuente: *Elaboración propia a partir de datos del “Goodyear 2019 Corporate Responsibility Report”.*

Tabla 4. Impacto del proceso de producción de Hankook.

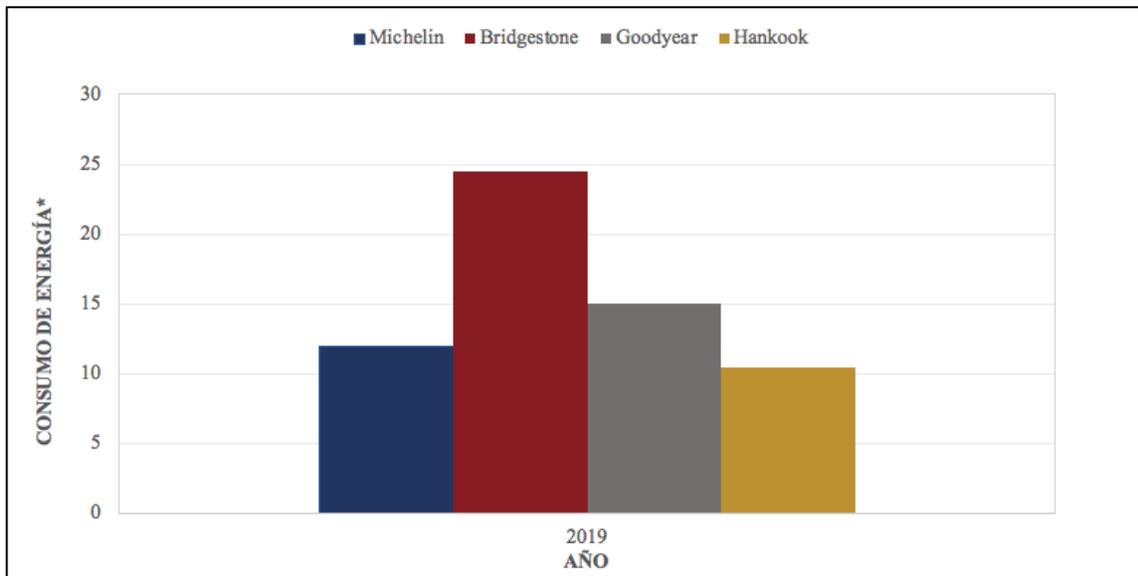
Emisiones de CO2 (t CO2 / t PF)	1
Emisiones de COV (Kg COV / t PF)	-
Consumo de agua (m3 / t PF)	5,24
Consumo de energía (GJ / t PF)	10,47
Desechos generados (Kg / t PF)	46,7
Desechos no reciclados (Kg / t PF)	29,6

Fuente: *Elaboración propia a partir de datos del “Hankook Tire & Technology CSR Report 2019/20”.*

4.2.2. Comparativa de datos entre los *Key Players*

4.2.2.1 Consumo de energía y emisiones de CO2

Gráfico 5: El consumo de energía en los *Key Players*. 2019.



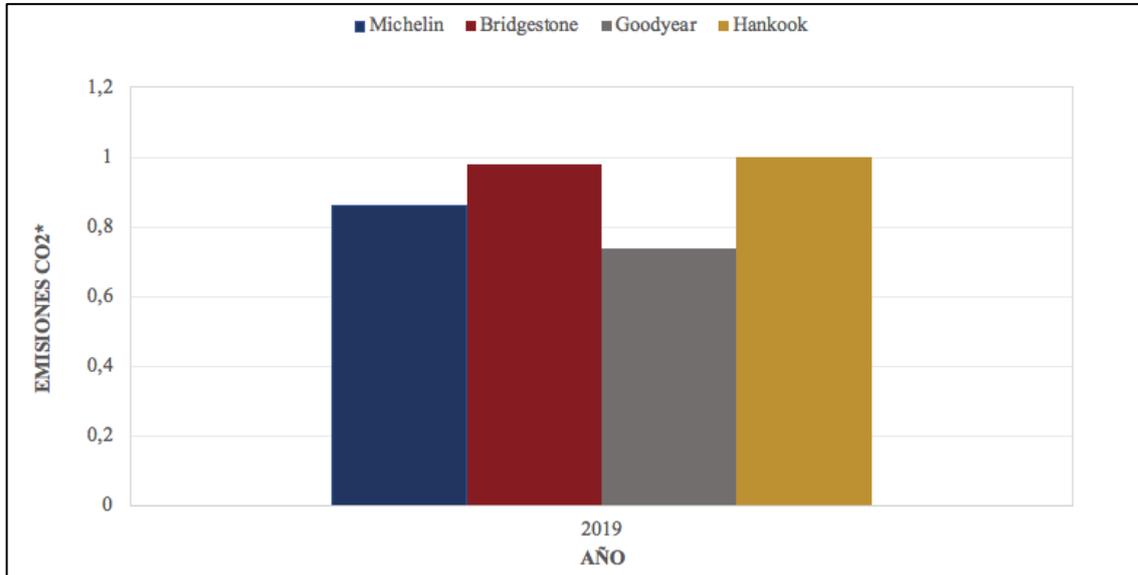
*La medida del consumo de energía es GJ /t PF

Fuente: *Elaboración propia a partir de datos del “Michelin 2019: Universal Registration Document”, “Sustainability Report 2019-2020 Bridgestone”, “Goodyear 2019 Corporate Responsibility Report” & “Hankook Tire & Technology CSR Report 2019/20”.*

Hankook y Michelin son las dos empresas analizadas que tienen el menor consumo específico de energía, seguidos por Goodyear y Bridgestone. La razón que explica estos resultados puede deberse a que Hankook tiene unas fábricas más modernas, debido al reciente crecimiento de la empresa. Respecto a la posición de liderazgo de Michelin entre las tres grandes empresas analizadas, puede explicarse por una búsqueda de la eficiencia

energética, para minimizar sus costes en las zonas donde tiene presencia industrial, fundamentalmente en Europa, región de altos costes energéticos (Ver Gráfico 5, p.50).

Gráfico 6: Las emisiones de CO2 en los *Key Players*. 2019.



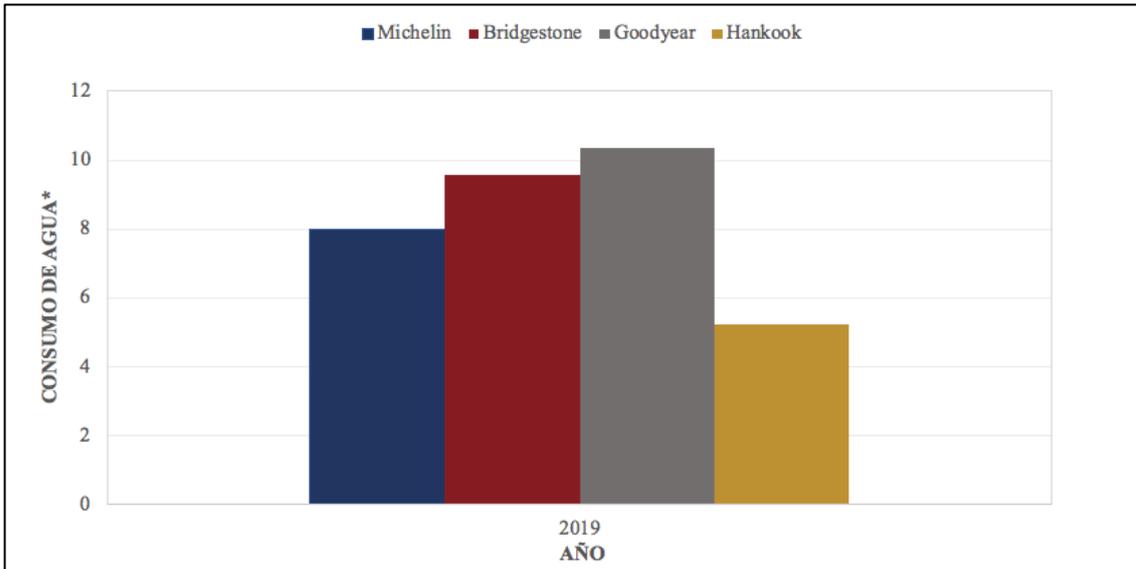
*La medida de emisiones de CO2 es t CO2 / t PF

Fuente: *Elaboración propia a partir de datos del “Michelin 2019: Universal Registration Document”, “Sustainability Report 2019-2020 Bridgestone”, “Goodyear 2019 Corporate Responsibility Report” & “Hankook Tire & Technology CSR Report 2019/20”.*

Respecto a las emisiones de CO2 destaca el menor valor de Goodyear seguido por Michelin, ambos inferiores a los valores de Bridgestone y Hankook. Se puede deducir que en las emisiones de CO2 hay tres factores: la propia eficiencia del consumo energético de las plantas industriales explicado en el gráfico anterior, el mix energético de la fábrica en su consumo de energía eléctrica y vapor y por último el origen de la energía eléctrica. Lógicamente cuanto menor consumo de energía, menores emisiones de CO2. También, cuanto mayor consumo de energía eléctrica renovable menos emisiones de CO2. Y, por último, sabiendo que todo el vapor tiene que venir de una combustión, cuanto menor presencia de vapor en el mix energético de la fábrica, menores emisiones de CO2. Se puede deducir que el proceso de fabricación de Goodyear produce menos emisiones de CO2 posiblemente porque su proceso de vulcanización tiene menos consumo de vapor, por haber sido electrificado. Mientras que Michelin demuestra de nuevo sus planes ambiciosos por la energía renovable y las reducciones de consumo (Ver Gráfico 6, p.51).

4.2.2.2 Consumo de agua

Gráfico 7: El consumo de agua en los *Key Players*. 2019.



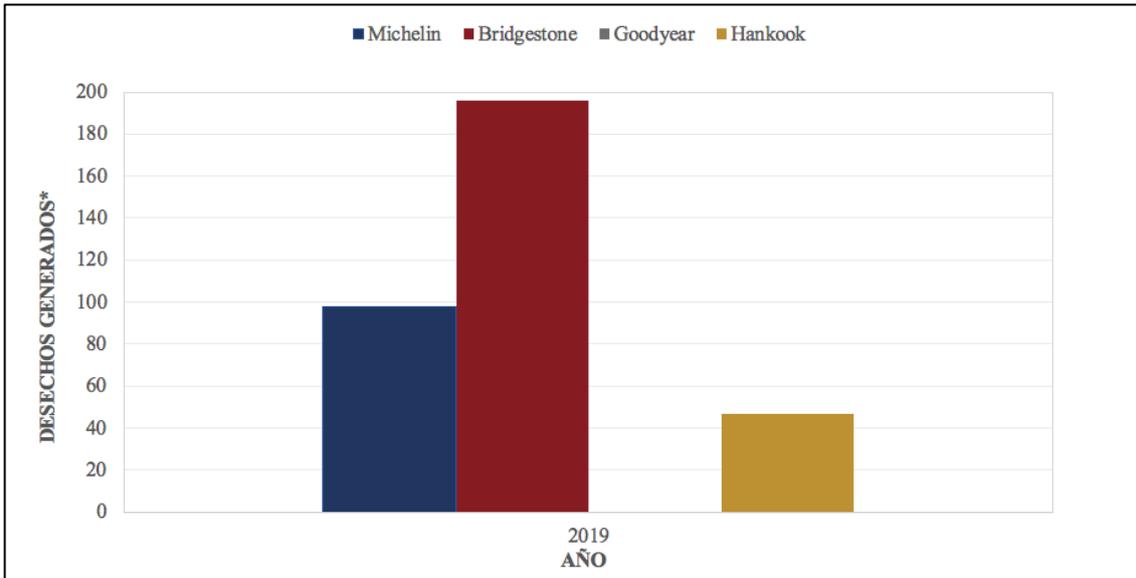
*La medida de emisiones de CO2 es t CO2 / t PF

Fuente: *Elaboración propia a partir de datos del “Michelin 2019: Universal Registration Document”, “Sustainability Report 2019-2020 Bridgestone”, “Goodyear 2019 Corporate Responsibility Report” & “Hankook Tire & Technology CSR Report 2019/20”.*

Analizando el gráfico de consumo específico de agua destaca el menor consumo de Hankook, posiblemente por su implantación industrial más moderna y además por las exigencias de reducción del consumo escaso del agua en Corea del Sur, donde tiene una gran implantación industrial, desde donde exporta al resto del mundo. Entre los tres grandes destaca Michelin, donde el consumo de agua ha sido una prioridad desde hace años y lo está reduciendo, para evitar el impacto por su gran presencia industrial en Europa (Ver Gráfico 7, p.52).

4.2.2.3 Desechos generados y desechos no reciclados

Gráfico 8: Los desechos generados en los *Key Players*. 2019.

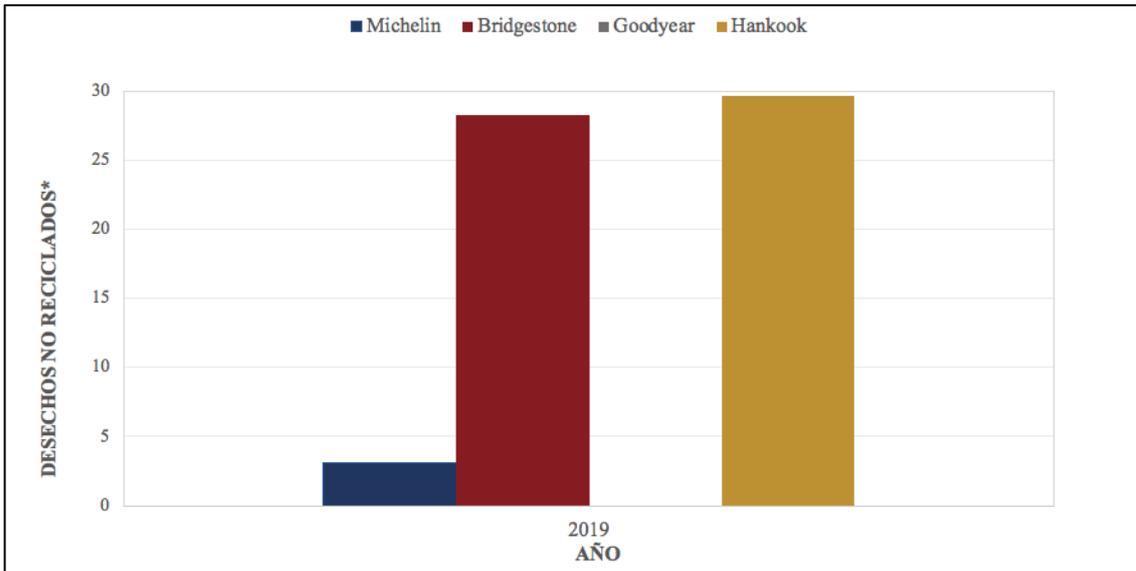


*La medida de desechos generados es Kg / t PF

Fuente: *Elaboración propia a partir de datos del “Michelin 2019: Universal Registration Document”, “Sustainability Report 2019-2020 Bridgestone”, “Goodyear 2019 Corporate Responsibility Report” & “Hankook Tire & Technology CSR Report 2019/20”.*

Gran resultado de Hankook a la hora de evitar desechos, seguido de cerca por Michelin, lo que hace pensar y deducir las buenas prestaciones de las fábricas de Hankook y la preocupación por la calidad existente en Michelin desde sus inicios, que ha hecho de la pérdida de materia una de sus grandes prioridades, más allá de su impacto en los costes industriales (Ver Gráfico 8, p.53).

Gráfico 9: Los desechos no reciclados en los *Key Players*. 2019.



*La medida de desechos no reciclados es Kg / t PF

Fuente: *Elaboración propia a partir de datos del “Michelin 2019: Universal Registration Document”, “Sustainability Report 2019-2020 Bridgestone”, “Goodyear 2019 Corporate Responsibility Report” & “Hankook Tire & Technology CSR Report 2019/20”.*

Analizando el gráfico del porcentaje de desechos no reciclados, destaca el excepcional resultado de Michelin, muy por delante de sus competidores. Este resultado puede explicarse porque desde hace más de 10 años, el reciclado de los desechos ha sido una preocupación en la industria de Michelin, definiendo y alcanzando objetivos muy ambiciosos en su indicador del MEF (Michelin Environmental Footprint), uno de los indicadores claves de la industria de excelencia, según he podido leer en los informes de la empresa. Todas las empresas del sector están realizando un gran esfuerzo en reducir el porcentaje de desechos no reciclados (Ver Gráfico 9, p.54).

4.3. Análisis de los discursos corporativos en el ámbito ambiental

A continuación, se analizarán los discursos de sostenibilidad de los *Key Players* del sector, evaluando como abordan el desafío del “todo sostenible” en las cuatro etapas del ciclo de vida del neumático, desde la obtención de sus materias primas, pasando por el impacto de la producción, de las emisiones durante la utilización del producto hasta el reciclado al final de su vida útil.

4.3.1. La movilidad sostenible del mañana

Michelin

En el discurso corporativo de Michelin se pregunta sobre la movilidad del futuro, que considera que *“debe ser más segura, más accesible, más eficaz y más respetuosa con el medio ambiente.”* (Michelin, 2020). Florent Menegaux, CEO de la empresa comienza su discurso corporativo del año 2019 como: *“En el Michelin del mañana, todo será sostenible”* y comparte la estrategia de la simetría de atenciones *people - planet - profit* poniendo los objetivos relacionados con el planeta al mismo nivel que los objetivos de los resultados de la empresa y los relacionados con las personas (Michelin, 2020).

Bridgestone

Bridgestone deja claro en su visión su ambición por una movilidad sostenible. La visión de Bridgestone es que *“en el 2050 Bridgestone continúa suministrando valor a los clientes y a la sociedad como una compañía de soluciones sostenibles.”* (Bridgestone - Corporate Sustainability Department, 2020). También se observa como aborda el futuro sostenible y la digitalización en su texto “Bridgestone 3.0: una compañía de soluciones sostenibles” esperando con ilusión su centenario en el 2031, donde asegura que continuará su servicio a la sociedad y a los clientes ofreciendo productos de una calidad superior. Según palabras del CEO Shuichi Ishibashi *“Bridgestone está embarcada en una nueva fase para contribuir a un nuevo ambiente más saludable”* (Bridgestone - Corporate Sustainability Department, 2020).

En su documento corporativo encontramos que Bridgestone busca una existencia en armonía con la naturaleza, mientras desarrolla tecnologías y modelos de negocio más eficientes que den más valor a los recursos y reduzcan las emisiones de CO₂, para abordar las preocupaciones sobre el cambio climático y los recursos escasos (Bridgestone - Corporate Sustainability Department, 2020).

Goodyear

Goodyear lanza en 2019 su programa *Better Future*, que busca conseguir un mundo mejor a través de la puesta en valor de sus grandes prioridades de sostenibilidad. Este marco le permite integrar la responsabilidad corporativa en todos los niveles de la organización, promueve una comunicación alineada y permite definir la estrategia de la compañía dentro del marco de responsabilidad corporativa *Better Future*. Pretende avanzar en la movilidad, avanzando en la industria del neumático a través de las flotas, las conexiones y los vehículos eléctricos, creando una conducción más segura y sostenible. Goodyear quiere basar la revolución de la movilidad en “*su espíritu innovador y la búsqueda de la excelencia*” teniendo como ejes de trabajo las prestaciones de los neumáticos y darle forma a la revolución en la movilidad (Goodyear, 2020).

Hankook

El presidente de Hankook, Soo Il Lee, en la introducción de su documento corporativo junto a la carta a los accionistas informa como será la movilidad del mañana en 2030 y 2050. En 2050 Hankook empleará el 100% de las materias primas sostenibles y habrá reducido a la mitad las emisiones de CO2 respecto a 2018 (Hankook Tire & Technology & Kyoo-sung, 2020). El discurso de Hankook destaca por su cadena de valor sostenible que va desde la investigación y desarrollo hasta el reciclado pasando por las materias primas, fabricación, distribución y uso. Hankook proclama que: “*contribuye a la creación de valor tanto económico, social como ambiental a través de una cadena de valor que persigue un crecimiento sostenible para todos.*” (Hankook Tire & Technology & Kyoo-sung, 2020). En su discurso de RSC, dos de los ocho focos de trabajo están centrados en el ámbito medioambiental. El primero relacionado con la gestión integrada del medio ambiente y el segundo orientado al impacto relacionado con el cambio climático (Hankook Tire & Technology & Kyoo-sung, 2020).

4.3.2. Materias primas

Michelin

El reto consistente en eliminar el impacto de las materias primas es abordado por Michelin a través del concepto neumático *Vision*. *Vision* es “*un neumático sin aire, muy resistente y producido a través de materiales reciclables. Su banda de rodadura se renueva a través de una impresora 3D.*” (Michelin, 2020). Las innovaciones del neumático *Vision* están

protegidas por 19 patentes y se inspira en el trabajo de los equipos de investigación y desarrollo del equipo Michelin (Michelin, 2020).

Se puede deducir que, en los neumáticos del futuro, Michelin no empleará ni cauchos sintéticos obtenidos directamente como derivados del petróleo, ni cables metálicos procedentes de las acerías. Michelin *“dará una segunda vida a los materiales reciclados”*, evitando un impacto ambiental en la extracción de las materias primas y además dando una segunda vida a los desechos (Michelin, 2020).

En el periodo transitorio hasta 2050, Michelin aboga por el desarrollo de un cultivo sostenible de las plantaciones de heveas, donde se produce el caucho natural. Se puede leer en sus documentos corporativos que *“se está restaurando en Indonesia un cultivo de más de 88.000 hectáreas devastadas por la deforestación.”* (Michelin, 2020). Michelin pretende crear viveros y realizar plantaciones de especies amenazadas, junto con plantaciones de heveas.

Bridgestone

Bridgestone destaca en sus materiales de alta tecnología, SUSYM que es una combinación de las palabras Sostenibilidad, sinfonía y simbiosis, es el primer polímero¹⁸ que combina la flexibilidad de la goma, con la tenacidad de la resina (Bridgestone - Corporate Sustainability Department, 2020). Este producto es un polímero muy útil para el diseño de neumáticos y se espera que pueda emplearse en otras aplicaciones. Este nuevo polímero requiere *“menos recursos para producirlo contribuyendo a una sociedad más sostenible”* (Bridgestone - Corporate Sustainability Department, 2020). Además, permite una *“mejor reparabilidad y reciclabilidad”* (Bridgestone - Corporate Sustainability Department, 2020).

El grupo Bridgestone trabaja hacia el objetivo de *“minimizar el consumo de recursos a través del empleo de recursos sostenibles, gracias a la innovación tecnológica y la innovación en los modelos de negocio”* (Bridgestone - Corporate Sustainability Department, 2020). Bridgestone busca *“el camino hacia el 100% de materiales sostenibles”* (Bridgestone - Corporate Sustainability Department, 2020).

¹⁸ Un polímero es una sustancia compuesta por grades moléculas macromoléculas, generalmente orgánicas, formadas por la unión mediante enlaces covalentes de una o más unidades simples llamadas monómeros.

Goodyear

En el discurso corporativo de Goodyear aparece claramente el empleo de materias primas sostenibles a través de *“la búsqueda proactiva de un ecosistema más saludable”* (Goodyear, 2020). Goodyear considera importante *“la responsabilidad en las fuentes sostenibles”* (Goodyear, 2020). Se debe destacar que aparece de forma explícita la importancia del impacto medioambiental de la cadena de suministro global, siendo incluso uno de los dos ejes de trabajo del dominio de fuentes sostenibles: *“suministro y sostenibilidad de materias primas y gestión de la cadena de suministros”* (Goodyear, 2020).

Hankook

El discurso de Hankook se basa en la identificación y el aumento de la ratio de materias primas *ecofriendly* en sus productos. Para asegurar la sostenibilidad de los componentes del neumático *“Hankook identifica materiales reciclables y ecofriendly durante su investigación y desarrollo tecnológico”* (Hankook Tire & Technology & Kyoo-sung, 2020). Sus descubrimientos más recientes se refieren a la sílice y el negro de carbón *ecofriendly*. Hankook es una de las pocas compañías que en su discurso cooperativo menciona de forma explícita el impacto del aumento de las regulaciones en el uso para la fabricación de recursos químicos debido al cambio legislativo en Corea (Hankook Tire & Technology & Kyoo-sung, 2020).

4.3.3. Fabricación y distribución

Michelin

En relación con el desafío de la fabricación, Michelin lanza un mensaje ambicioso comunicando que *“todas sus fabricas serán cero emisiones en el año 2050.”* (Michelin, 2020). Michelin deberá transformar sus procesos de producción. Deduzco que la energía eléctrica consumida será de origen renovable, es decir, fotovoltaica, con aerogeneradores o hidráulica. Imagino que alguna de ellas será suministrada por la red con contratos de energía verde y en otros casos, como la fotovoltaica, generada en sus propias instalaciones. También deduzco que la ausencia de las emisiones del CO2 supondrá la eliminación de la producción y consumo de vapor para su proceso de vulcanización del neumático. Michelin se embarca en un ambicioso proceso de modificación en sus prensas de cocción, las cuales supongo que irán alimentadas por electricidad en vez de hacerlo por vapor. Además, si la eliminación de emisiones también afecta a las emisiones de

COV, puedo concluir que necesitará otras composiciones en sus materiales para evitar la necesidad de avivar sus componentes en los procesos de adhesión necesarios en la fase de ensamblado del neumático en crudo.

Recientemente Florent Menegaux, el presidente y CEO de la compañía, no solo ha mantenido la ambición de que sus fábricas serán cero emisiones en 2050 si no que ha adelantado este ambicioso reto de “*descarbonización a 2040 para sus fábricas europeas.*” (Michelin, 2020).

Otro elemento importante destacado por Michelin en sus discursos corporativos es la reducción de las emisiones de CO₂, debidas al transporte de los neumáticos desde su punto de producción hasta su lugar de consumo. Michelin menciona su estrategia *local to local*¹⁹ modificando su presencia industrial en el mundo, a través del cierre de fábricas en las zonas donde tiene sobrecapacidad e inaugurando nuevas instalaciones, donde necesita más capacidad (Michelin, 2020). De esta forma alinearé capacidad con demanda en cada una de las regiones y así reducirá la logística asociada a la producción. Esta estrategia está alineada con su declaración equilibrio *people - profit - planet* (Michelin, 2020).

Bridgestone

El documento corporativo aborda la necesaria minimización del impacto en la fabricación de neumáticos (*minimizing footprint*) a través de la reducción de las emisiones de CO₂, consumos de agua y generación de residuos. Bridgestone pone el foco en la reducción de las emisiones de CO₂ a lo largo de todo el ciclo de vida del neumático, contribuyendo así a una sociedad más sostenible (Bridgestone - Corporate Sustainability Department, 2020). También tiene acciones específicas en la reducción del consumo de agua, por ejemplo, se menciona en su informe corporativo el éxito conseguido en la región de Buenos Aires que sufre un estrés hídrico. La fábrica allí localizada, gracias a medidas de eficiencia en el uso de agua, ha conseguido reducir un 56% su consumo en el periodo de 15 años de 2005 a 2019 (Bridgestone - Corporate Sustainability Department, 2020).

¹⁹ La estrategia *local to local* se refiere a fabricar en la misma región en la que se consume el producto, evitando el impacto ambiental de la distribución.

Goodyear

La hoja de ruta²⁰ de la estrategia de Goodyear menciona su excelencia operacional que incluye un crecimiento sostenible. La reducción del impacto ambiental es una de las áreas prioritarias de la industria gracias al conocimiento de Goodyear y sus buenas prácticas que buscan una mejora continua en los resultados medioambientales. Considera que la industria tiene un papel fundamental para proteger a las personas, a los clientes, al planeta, a los resultados y al buen nombre de la marca Goodyear.

Hankook

El discurso corporativo de Hankook en el ámbito de *manufacturing* es más una reducción de impacto negativo que un aumento de *performance* ambiental. Hankook aborda la reducción de la generación de desechos centrándose en una disminución de los desechos del propio proceso, poniendo como ejemplo dos de sus plantas Daegeon y Geunsan (Hankook Tire & Technology & Kyoo-sung, 2020). Debido a la localización de las plantas de Hankook, aborda el problema de la emisión de los óxidos de nitrógeno proponiendo proyectos urgentes para la reducción de dichas emisiones. Desde el punto de vista del proceso de producción Hankook enfatiza la necesidad de modificar las máquinas de vulcanización buscando procesos que consuman menos energía. Hankook analiza con detalle la gestión de la descarbonización y la reducción de emisiones de CO2 con diferentes ejes de trabajo (Hankook Tire & Technology & Kyoo-sung, 2020).

4.3.4. Utilización

Michelin

En sus documentos corporativos, Michelin recuerda que *“hacer rodar a un neumático representa el 20% del consumo de combustible de un motor térmico o el 30% para un motor eléctrico.”* (Michelin, 2020). Desde hace décadas, Michelin es la referencia mundial de los neumáticos de baja resistencia al rodamiento, economizando energía y por lo tanto reduciendo la emisión de CO2. Michelin declara que: *“gracias a los neumáticos Michelin se evitan 7 millones de toneladas de CO2 emitidas a la atmósfera cada año.”* (Michelin, 2020).

²⁰ La hoja de ruta es una herramienta eficiente de marketing que ayuda a planificar, de manera organizada, las próximas acciones de una empresa.

Además, Michelin afirma que, *“junto con los constructores de vehículos, diseña nuevos neumáticos que mejoran la autonomía de los vehículos eléctricos”* facilitando así su atractivo (Michelin, 2020). Por último, en este campo, *“Michelin contribuye al desarrollo de la movilidad con hidrógeno investigando y desarrollando motores alimentados a través de hidrógeno”* para todo tipo de vehículos (Michelin, 2020).

Bridgestone

Bridgestone afirma que *Ecopia* es *“uno de los productos que contribuye a una sociedad más sostenible”* (Bridgestone - Corporate Sustainability Department, 2020). Este neumático reduce la resistencia de rodadura, lo que mejora el consumo de combustible y así reduciendo las emisiones de CO₂. Además, *“tiene unas prestaciones superiores en la reducción de distancia de frenado, tanto en suelo seco como mojado”* (Bridgestone - Corporate Sustainability Department, 2020). Estas prestaciones no comprometen la vida en kilómetros del neumático.

Goodyear

Goodyear manifiesta de forma explícita su objetivo de reducir el consumo a través de una menor resistencia de rodadura. Goodyear se basa en su modelo de negocio de flotas de vehículos para, a través de un servicio de soluciones predictivas, monitorizar el consumo de combustible, definir planes de acción y previsiones sobre mantenimiento y sustitución con el objetivo último de reducir el consumo y las emisiones de CO₂ (Goodyear, 2020). Goodyear manifiesta su innovación a través de los experimentos de materiales realizados en la estación espacial internacional y el desarrollo de neumáticos inteligentes a partir de 2021 (Goodyear, 2020).

Hankook

Como el resto de los fabricantes, Hankook es consciente que el mayor impacto medioambiental ocurre en la etapa de la utilización e incide en la importancia de la fase del diseño y desarrollo del producto. Hankook trabaja en la optimización del peso del neumático, a través de la investigación de neumáticos más ligeros que conduzcan a reducir el consumo de combustible. También, la ingeniería básica busca reducir la resistencia de rodadura a través de nuevos compuestos. En su discurso, Hankook comparte los logros en la mejora de sus prestaciones, como se manifiestan en el etiquetado del neumático, pero no concreta informaciones sobre nuevos materiales de alta tecnología (Hankook Tire & Technology & Kyoo-sung, 2020). Hankook expone el

concepto LCA como un neumático *life cycle assessment* que fue fabricado por primera vez en su planta Geunsan en 2012 y desde entonces ha generado nuevos neumáticos para identificar ejes de mejora en el impacto medioambiental, durante todo el ciclo de vida del neumático (Hankook Tire & Technology & Kyoo-sung, 2020).

4.3.5 Reciclaje de neumáticos al final de su vida útil

Michelin

Michelin contribuye al reciclaje de todos sus neumáticos allí donde se encuentra implantado. No obstante, manifiesta que quiere dar un paso más y disponer de sus propias plantas de reciclaje. Michelin acaba de asociarse con la empresa ENVIRO²¹ para que *“gracias a su tecnología de pirólisis pueda descomponer el neumático usado en nuevas materias primas”* como el negro de humo empleado y el acero, para incorporarlos de nuevo en la fabricación de neumáticos. Al igual que subproductos, como gas y aceites, que se emplean en sus propias plantas de reciclaje como lubricantes sostenibles (Michelin, 2020). De esta forma da un paso en la economía circular.

Respecto a la economía circular, Michelin afirma que *“se compromete que sus neumáticos son seguros y mantienen sus prestaciones desde el primer al último kilómetro.”* (Michelin, 2020). Esta afirmación que en principio puede ir contra sus intereses ya que se podrían reducir sus ventas, realmente permite emplear los neumáticos hasta el límite legal de desgaste, lo que supone ahorrar todas las sustituciones prematuras de millones de neumáticos al año. Michelin apuesta por un etiquetado tanto para neumáticos nuevos, como para neumáticos durante la última etapa de su vida útil (Michelin, 2020). El liderazgo tecnológico de Michelin y las pruebas que él mismo realiza le permiten estas estrategias. Michelin ha conseguido que las instituciones europeas estén considerando esta evolución en el etiquetado de neumáticos a partir de 2024 (Michelin, 2020).

²¹ ENVIRO SOLUTIONS es una empresa peruana, constituida en el 2009, dedicada a la elaboración de estudios y proyectos relacionados con la ingeniería de saneamiento y medio ambiente. Su equipo de consultores está conformado por profesionales con amplia experiencia en diversas disciplinas ambientales: ingeniería sanitaria, ingeniería ambiental, hidrología, biología, seguridad industrial, entre otros, lo que constituye un importante respaldo técnico que ha permitido la viabilidad de proyectos y el logro de permisos y autorizaciones.

La economía circular de las 4R: reutilizar, reciclar, recuperar y reducir se resume de forma sintética en los documentos de Michelin. Reutilizar gracias a que los neumáticos son reparables y recauchutables. Michelin propone en su futuro materiales reciclados para fabricar los neumáticos nuevos. Con el fin de recuperar, Michelin propone utilizar materiales ecológicos o conseguirlos a través de recursos renovables. Finalmente, reducir gracias a la investigación de Michelin los neumáticos son más ligeros, menos consumidores de combustible y por lo tanto duran más tiempo (Michelin, 2020).

Bridgestone

Bridgestone tiene un importante eje de trabajo en el recauchutado de neumáticos, dándole así una segunda vida. Aquellos neumáticos que han sido bien conservados por el cliente final son enviados para ser recauchutados y darles una segunda vida. Todo comienza en el desarrollo de neumáticos de mayor tecnología y una gestión del uso gracias a la digitalización. Bridgestone afirma que *“puede llegar a ser posible el recauchutado en varias ocasiones”* (Bridgestone - Corporate Sustainability Department, 2020). Bridgestone está orgulloso porque de esta forma se utiliza menos de un tercio de las materias primas necesarias para fabricar un neumático nuevo. Por lo que el recauchutado *“reduce las emisiones de CO2, reemplaza completamente la carcasa y contribuye a una mayor productividad en el uso de los recursos dentro de una economía circular”* (Bridgestone - Corporate Sustainability Department, 2020).

Podemos destacar la tecnología *Delta Energy* que recupera el negro de carbono de los neumáticos usados que vuelve a emplearse en la fabricación de los neumáticos nuevos. El objetivo de Bridgestone para 2030 es conseguir con la tecnología *Reversible Crosslink Rubber* el reciclado de todas las materias de origen del caucho ya sea material o sintético (Bridgestone - Corporate Sustainability Department, 2020).

El informe corporativo de Bridgestone termina poniendo el foco en la aceleración de las medidas en la economía circular gracias al diseño de productos y modelos de negocio con alta eficiencia del consumo de recursos o con el empleo de materiales reciclables (Bridgestone - Corporate Sustainability Department, 2020).

Goodyear

El recauchutado y reciclado de neumáticos en los mensajes corporativos de Goodyear está menos presente que en Michelin o Bridgestone. Los mensajes dentro de su marco *Better Future* se encuentran dentro del área de operaciones responsables en el eje *End of*

Life Tires (ELT) (Goodyear, 2020). Su propuesta de trabajo es gestionar la vida del neumático para beneficiar una reutilización.

Hankook

El discurso corporativo de Hankook aparentemente carece de una línea estratégica fuerte sobre reciclaje, refiriéndose únicamente a la gestión del final de la vida del neumático. (Hankook Tire & Technology & Kyoo-sung, 2020). Hankook apoya la definición de principios fundamentales para la gestión de los residuos del neumático y anima a establecer estándares globales. Hankook piensa que *“estimando que hay más de 50 millones de toneladas de neumáticos usados en el mundo, la mejora del tratamiento de esos residuos necesita aplicar una gestión global.”* (Hankook Tire & Technology & Kyoo-sung, 2020).

5. Conclusiones

La cantidad de vehículos, por necesidades comerciales y de ocio, está aumentando en el mundo, lo que genera un importante impacto ambiental. El sector del neumático deberá adaptarse a un modelo todo sostenible para sobrevivir y además continuar contribuyendo a la mejora de la sociedad. En este contexto, se plantea este trabajo de investigación, para analizar la viabilidad a medio y largo plazo del sector, teniendo en cuenta los modelos de negocio, analizando las visiones y estrategias de los *Key Players* del sector.

En este capítulo se sintetizan los hallazgos más importantes que se han deducido a lo largo de la investigación. Se comenzará con las estrategias empleadas por las empresas del sector del neumático para abordar el desafío del “todo sostenible”, en cada una de las etapas del ciclo de vida del neumático y mi punto de vista sobre su viabilidad y las acciones necesarias para conseguirlo. Posteriormente, se desarrollarán las principales conclusiones del análisis crítico de los discursos de los *Key Players* del sector. Con estas dos ideas se dará respuesta a las preguntas de investigación presentadas al comienzo del trabajo: ¿Cómo aborda la industria del neumático el desafío del “todo sostenible”? ¿Qué papel están desarrollando los principales *Key Players* de este sector con relación a este problema para mitigarlo?

El desafío del todo sostenible en cada una de las etapas del ciclo de vida del neumático es crucial para limitar el impacto medioambiental a nivel mundial. Aunque se puede pensar que la etapa de fabricación y de reciclado son las más contaminantes, después de la investigación de los informes disponibles sobre el sector del neumático y del análisis de los discursos de las compañías, se deduce que la etapa del ciclo de vida que más penaliza al medio ambiente es la correspondiente al uso del neumático. Esto se debe a la energía consumida en la rodadura del neumático, una energía que suele provenir de motores de combustión de hidrocarburos que emiten CO₂. La evolución en el diseño de la arquitectura del neumático y el empleo de nuevos materiales debe permitir el progreso continuo en la reducción de consumo de energía. Además, aparece otro efecto positivo, ya que la reducción en el consumo permite un aumento en la autonomía de los vehículos debido a la actual limitación de la electricidad disponible en las baterías. Por lo tanto, frente al desafío del futuro de los vehículos eléctricos, un neumático de bajo consumo va a permitir evitar la emisión de CO₂ y por consiguiente, que los vehículos tengan una mayor autonomía, reduciendo así uno de sus puntos débiles.

En relación con la etapa de fabricación, se han presentado unos resultados prometedores en cuanto a los consumos específicos para las grandes empresas. Los informes analizados presentan una reducción en los consumos y en las emisiones en las dos últimas décadas. Considero, que este logro medioambiental de estas últimas décadas no se ha perseguido únicamente para cuidar al planeta, sino también para mejorar la competitividad de las empresas, gracias a una reducción de sus costes operativos. Además, la reducción de los desechos va unida a un trabajo de fondo por la mejora de la calidad en los procesos de fabricación. No se puede olvidar la evolución de la legislación y normativas en los países más avanzados que obliga a una reducción de las emisiones de CO₂, de las emisiones de COV e incluso una limitación del consumo de agua. Los grandes actores del sector del neumático presentes en países avanzados suelen anticiparse a las exigencias de las legislaciones.

Las grandes empresas del sector sueñan con disponer de fábricas 100% sostenibles, para ello sería necesario que las energías que consumen fueran renovables, evitando el impacto medioambiental. Hoy en día, como se ha explicado en capítulos anteriores, los procesos de fabricación del neumático necesitan vapor y energía eléctrica. La fábrica del futuro 100% sostenible deberá consumir electricidad de fuentes renovables (electricidad verde) y sustituir el consumo de vapor por electricidad, en otras palabras, electrificar los actuales procesos de vulcanización. Es decir, las actuales prensas de cocción que vulcanizan empleando vapor deberán hacerlo gracias a la electricidad.

También durante el proceso de fabricación están presentes las emisiones de COV. Por lo tanto, para conseguir que este proceso sea 100% sostenible, será necesario eliminar el heptano o similares como elemento de avivado de las gomas en crudo. Es decir, aumentar las propiedades de adhesión de los productos en crudo en la fabricación del neumático. Hoy en día, hay líneas de investigación para emplear nuevas tecnologías como el avivado mecánico o el plasma, para aumentar temporalmente las propiedades de adhesión.

Finalmente, durante la etapa de fabricación, se deberá reducir el consumo de agua, optimizando este recurso hasta su reutilización total, eliminando las fugas y dando un tratamiento al agua antes de devolverla a su lugar de captación. Por lo tanto, no será fácil, pero se puede decir que es realista disponer de procesos de fabricación del neumático “todo sostenible”, de hecho, ya hay algunas fábricas 0 emisiones. Por ejemplo, la planta de Michelin en Gravanche (Francia) que funciona al 100% con energías renovables (Michelin espacio prensa, 2020).

No se debe olvidar, el impacto medioambiental del transporte de las materias primas hasta las fábricas y de la distribución de los neumáticos hasta el cliente final. Para que esta distribución del producto sea todo sostenible, el transporte utilizado tiene que ser un transporte libre de emisiones de CO₂, en otras palabras, que no emplee la combustión de hidrocarburos generando CO₂. Además, contemplar estrategias para aproximar los centros de producción a los clientes finales.

En relación con la etapa de reciclado, la principal opción para aumentar la vida del producto es el recauchutado, una tecnología que reduce el impacto, ya que le aporta más vidas al neumático. Sin embargo, actualmente no todos los neumáticos están optando por esta solución y principalmente se recauchutan los neumáticos de camión.

Hoy en día se dispone de tecnología para evitar enviar los neumáticos a vertederos y se puede reaprovechar todo el material del neumático. Sin embargo, teniendo en cuenta los destinos de las gomas usadas, como pistas de atletismo, pistas de recreo infantil, entre otros, y debido a elevado número de neumáticos desechados todavía se producen quemas de neumáticos (por ejemplo, en cementeras), lo que no es una vía sostenible y es muy contaminante. Actualmente, se están desarrollando líneas de investigación para recuperar los materiales de los neumáticos y reutilizarlos de manera viable y sostenible, dándoles una segunda vida. Estas tecnologías evitarán el impacto ambiental, pero todavía están en su fase prototipo y no son suficientemente rentables.

En relación con la etapa de obtención de materias primas, no se dispone hoy en día de una tecnología suficientemente desarrollada para fabricar neumáticos empleando materias primas que provengan de un reciclado. Sin embargo, se confía en el desarrollo y la investigación de las grandes empresas para conseguirlo. Algunas de las grandes empresas aseguran que en 2050 habrá un desarrollo de este proceso.

Antes de abordar, las conclusiones sobre los discursos de los *Key Players* cabe destacar lo que podría ser el mayor problema medioambiental del sector del neumático, no abordado en profundidad en la fase de uso del neumático, ni en las estrategias que se han analizado en los discursos de los *Key Players*. Los microplásticos generados durante la fase de uso del neumático por el rozamiento de la banda de rodadura con el asfalto representan miles de toneladas anuales de polvo en suspensión o diluido en el agua que desemboca en el mar. Este problema medioambiental con consecuencias desconocidas puede convertirse en el gran desafío medioambiental del sector.

A continuación, se desarrollarán las principales conclusiones del análisis crítico de los discursos de los *Key Players*, las cuales también se dividirán según las cuatro fases del ciclo de vida del neumático. En este apartado se identificarán las similitudes y diferencias entre las empresas, comprobando la credibilidad de sus discursos.

En primer lugar, es importante destacar que el medio ambiente está muy presente de forma explícita en la visión de los principales actores de la industria del neumático. La palabra sostenibilidad está presente en la visión de los cuatro *Key Players* analizados. En Michelin: “*en el Michelin del mañana todo será sostenible.*” (Michelin, 2020). En Bridgestone: “*en el 2050, Bridgestone... una compañía de soluciones sostenibles.*” (Bridgestone - Corporate Sustainability Department, 2020). En Goodyear: “*Goodyear busca conseguir un mundo mejor... prioridades de sostenibilidad*” (Goodyear, 2020). Y finalmente en Hankook: “*Hankook contribuye a la creación de valor... un crecimiento sostenible para todos.*” (Hankook Tire & Technology & Kyoo-sung, 2020). Considero que las empresas del sector del neumático son conscientes que los ciudadanos, solo comprenderán una prosperidad económica que respete al planeta.

Michelin y Bridgestone afirman en sus discursos, asegurando un “todo sostenible” en el año 2050. Ambos ponen fecha a este gran desafío y son muy precisos en sus compromisos. Marcan un hito en 2050, mostrando que consideran que tendrán la tecnología y la voluntad de aplicarla para conseguir el “todo sostenible”. Mientras que sus seguidores, Goodyear y Hankook, son menos decisivos y rotundos. Como ya se ha mencionado, la clave será el empleo de materias primas recicladas.

En relación con las materias primas, Michelin comparte su concepto del neumático del futuro, con materias primas recicladas llamado *Vision*. Incluso trabaja en el cultivo sostenible de heveas. Por otro lado, Bridgestone presenta su material de alta tecnología SUSYM, el primer polímero que combina la flexibilidad de la goma con la tenacidad de la resina. Por otra parte, Hankook se refiere en sus discursos a las materias primas *ecofriendly*, pero de una forma más vaga que sus competidores. Finalmente, aunque Goodyear se refiere a esta etapa en sus discursos, no identifica, como sí hacen sus competidores, ningún avance y lo expone más como un deseo que algún día posiblemente llevará a cabo, pero sin ningún compromiso de fecha concreto.

En la etapa de fabricación, Michelin es el más explícito y firme, afirmando que todas sus fábricas serán 0 emisiones en 2050, incluso adelantando este desafío a 2040 para las

fábricas europeas. Los cuatro *Key Players* abordan el desafío del impacto ambiental de la fabricación en todos los dominios, tanto CO₂, como consumo de energía, de agua y de generación de residuos. No obstante, en función de su huella industrial, es decir, de donde tienen implantadas sus fábricas, los diferentes requisitos legales existentes en cada zona geográfica les han hecho acelerar alguna de sus medidas.

En el discurso de los cuatro *Key Players* se pone de manifiesto que la etapa de la utilización del neumático es la que genera mayores emisiones de CO₂. Al tratarse de las empresas con mayores avances en investigación y desarrollo del sector, explicitan en sus discursos evoluciones en el diseño del neumático para reducir la energía consumida en la rodadura.

Finalmente, a la hora del reciclaje, los discursos de Bridgestone y Michelin son los más contundentes. Bridgestone expone que en 2030 dispondrá de una tecnología para el reciclado de todo el caucho, ya sea material o sintético, procedente de los neumáticos usados. Michelin está poniendo en marcha nuevas fábricas junto con la empresa ENVIRO, para recuperar todo el producto del neumático usado, empleando una nueva tecnología de pirólisis. Ambas empresas tienen el recauchutado muy presente en sus discursos y muestran la importancia del reciclado en el ciclo de vida del producto.

Los hallazgos de este trabajo de investigación hacen pensar en posibles exigencias legales adicionales sobre la reducción de emisiones de CO₂ y en paralelo ayudas encaminadas a estimular la investigación de tecnologías alternativas. Se pueden contemplar normativas que favorezcan las vidas adicionales del neumático, como el recauchutado, para reducir la necesidad de materias primas. Podría realizarse a través de ayudas a nuevas tecnologías o bien penalizaciones adicionales por los neumáticos o carcassas no recuperadas, lo que favorecerá al medio ambiente reduciendo el impacto en la extracción de materias primas.

Otro hallazgo de este trabajo es la gran importancia de la innovación en este sector, que es esencial para su competitividad y para favorecer el desarrollo de una sociedad más sostenible. Este hecho, junto con el papel fundamental que tiene la educación en la sociedad y el protagonismo que están ganando los centros tecnológicos situados a medio camino entre la universidad y la empresa, permite pensar en un trabajo conjunto empresa, centros tecnológicos y universidad. Estas tres entidades, animadas por la administración, podrían llegar a crear sinergias importantes para acelerar la innovación y mejorar la preparación de los futuros profesionales que deseen dedicarse a este sector.

Este trabajo abre la posibilidad a la realización de futuros trabajos de investigación sobre el desafío que supone la eliminación de los microplásticos en el sector del neumático; la inclusión de muestras más amplias aumentando la diversidad de empresas; el análisis y estudio de la experiencia de personas implicadas o empresas automovilísticas a través de entrevistas; o incluso alternativas a la necesidad del neumático en los desplazamientos proponiendo diferentes alternativas de unión al suelo, si realmente la unión al suelo es imprescindible.

Como síntesis final de las conclusiones para dar respuesta a las preguntas de investigación, considero que el futuro del sector se construye sobre un modelo de negocio 100% sostenible. Por lo tanto, la supervivencia de las empresas y del propio sector del neumático, necesitará una rentabilidad respetuosa con el medio ambiente y con las personas de las comunidades donde se implantan. Los *Key Players* del sector tienen un papel protagonista, donde la sostenibilidad está muy presente en sus discursos. Los equipos de investigación y desarrollo, junto con las áreas operativas, están decididos a superar los desafíos tecnológicos, gracias a la innovación, para realmente conseguir el “todo sostenible” en las cuatro etapas del ciclo de vida del producto.

Bibliografía:

- Alonso, L. (18 de Mayo de 2019). *Michelin: una leyenda sobre ruedas - Un pinchazo de una bicicleta desencadenó 130 años de historia e innovación en la fabricación y comercialización de neumáticos*. El Mercantil. Recuperado en Enero de 2021: <https://elmercantil.com/2019/05/18/michelin-una-leyenda-sobre-ruedas/>
- ANRPC. (2014). *About Association of Natural Rubber Producing Countries*. Association of Natural Rubber Producing Countries. Recuperado en Febrero de 2021: <http://www.anrpc.org/html/default.aspx?ID=4&PID=5#:~:text=As%20to%2Ddate%2C%20the%20ANRPC,of%20natural%20rubber%20during%202018.>
- Arribas Uduarte, C. (1 de Diciembre de 2015). *Los neumáticos fuera de uso*. El Ecologista. N87.
- BBC News Mundo. (22 de Julio de 2018). *Henry Wickham: el hombre que le arrebató la producción de caucho al Amazonas*. BBC News Mundo. Recuperado en Febrero de 2021: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-44851428>
- Beliczky, L.D. & Fajen, J. (1996). *Industria del Caucho. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo en la OIT. Parte XII. Industrias químicas. Capítulo 80: Industria del caucho*. Recuperado en Febrero de 2021: <https://www.insst.es/documents/94886/161971/Cap%C3%ADtulo+80.+Industria+del+caucho>
- Bowen, H.R. (1953) *Social Responsibilities of the Businessman*. New York: Harper & Row. 5 Keith Davis.
- Bridgestone - Corporate Sustainability Department. (Julio 2020). Sustainability Report 2019 - 2020. Bridgestone Corporation. *Bridgestone Corporation - Corporate Sustainability Department*.
- Bridgestone & Deloitte. (2020). Financial Review: Annual Report (2019). Bridgestone Corporation. *Bridgestone Corporation & Deloitte*.
- Bridgestone Americas Tire Operations LLC. (2021). *Información de Bridgestone: Quiénes somos*. Recuperado en Enero de 2021: <https://www.bridgestonetire.com/es/about/who-we-are>
- Bridgestone. (2020). Bridgestone Data 2020. Bridgestone: Solution for your journey. *Bridgestone Corporation*.
- Bridgestone.1. (2020). *About Bridgestone: History*. Bridgestone Group. Recuperado en Enero de 2021: <https://www.bridgestone.com/corporate/history/index.html>
- Bridgestone.2. (2020). *Informe Bridgestone: Empresa - Bridgestone en el mundo*. Bridgestone Group. Recuperado en Enero de 2021: <http://informebridgestone.com/Bridgestone2015/Bridgestone2014/acerca.htm>
- Campoamor, J. (23 de Mayo de 2016). *Cementerios de neumáticos: un problema global*. DW: Ecología. Recuperado en Enero de 2021: <https://www.dw.com/es/cementerios-de-neum%C3%A1ticos-un-problema-global/a-19278585>

- Cárdenas, J. (10 de Octubre de 2019). *Aprende qué es el valor de marca, cómo calcularlo y por qué es tan importante en el Marketing*. Rockcontent. Recuperado en Enero de 2021: <https://rockcontent.com/es/blog/valor-de-marca/>
- Chicu, N; Prioteasa, A-L & Deaconu, A. (2020). *Current trends and perspectives in tyre industry*. Studia Universitatis - Vasile Goldis Arad. Economics Series Vol 30 Special Issue 2/2020 ISSN: 1584-2339; (online) ISSN: 2285 – 3065. Pages 36 – 56
- Clementes, R.B. (1995). *Guía completa de las normas ISO 14000*. Ediciones Gestión 2000 S.A.; Barcelona, 1997
- Conciencia ECO. (9 de Marzo de 2016). *Caucho destrucción y explotación de personas*. Conciencia ECO. Recuperado en Febrero de 2021: <https://www.concienciaeco.com/2016/03/09/caucho-destruccion-explotacion-personas/>
- ECODES. (2020). *Qué es Rio+20: La Conferencia*. ECODES. Recuperado en Enero de 2021: <https://archivo.ecodes.org/web/rio+20/que-es-rio20>
- ECURED. (2 de Mayo de 2013). *Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo*. ECURED. Recuperado en Enero de 2021: https://www.ecured.cu/Comisi%C3%B3n_Mundial_sobre_Medio_Ambiente_y_Developmento#cite_note-2
- El País. (27 de Abril de 2015). *Repsol crea un gigante del caucho con su socio mexicano Grupo Kuo*. El País. Recuperado en Enero de 2021: https://elpais.com/economia/2015/04/27/actualidad/1430152406_850859.html
- Etimología. (22 de Marzo de 2021). *Etimología de Sustentar*. Recuperado en Enero de 2021: <http://etimologias.dechile.net/?sustentar#:~:text=El%20verbo%20sustentar%20viene%20del,de%20b%20antes%20de%20s.>
- ETRMA. (2019). *European Tyre & Rubber Industry - Statistics*. Edition 2019 N.10.
- European Commission. (2020). *Acción por el clima: Kioto: primer periodo de compromiso (2008-2012)*. Comisión Europea. Recuperado en Enero de 2021: https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/progress/kyoto_1_es
- Goodyear & PwC. (2020). 2019 Annual Report. *Goodyear & PwC*.
- Goodyear. (2020). 2019 Corporate Responsibility Report. *Goodyear*.
- GRI. (2019). *Oportunidades que pueden generarse en la industria automovilística de Castilla y León relacionadas con la fabricación de neumáticos*. GRI: Global Reporting Initiative.
- Haanaes, K., Reeves, M., von Streng Velken, I., Audretsch, M., Kiron, D., & Kruschwitz, N. (2012, January 23). *Sustainability nears a tipping point* (MIT Sloan Management Review and BCG Research Report). Boston, MA: Boston Consulting Group.
- Hankook Tire & Technology & Kyoo-sung, N. (2020). CSR Report 2019/2020: Sustainable Mobility. *Hankook Tire & Technology*.

- Hankook. (2020). *Hankook: Nuestra historia*. Hankook: driving emotion. Recuperado en Enero de 2021: <https://www.hankooktire.com/es/about-hankook-tire/company/our-history.html>
- Hankook.1. (2020). *Hankook: Portfolio de la marca*. Hankook: driving emotion. Recuperado en Enero de 2021: <https://m.hankooktire.com/es/company/brand-portfolio.html>
- Inversian. (22 de Julio de 2016). *Goodyear: Historia resumida*. Inversian. Recuperado en Enero de 2021: <https://inversian.com/good-year-historia-resumida/>
- ISO. (2010). ISO 26000 Responsabilidad Social: ISO 26000 visión general del proyecto. *ISO: Organización Internacional de Estandarización*.
- IUCN. (2011). *Estrategia Mundial para la Conservación*. UNESCO. Recuperado en Enero de 2021: <https://es.unesco.org/courier/mayo-1980>
- Jan Kole, P; Lohr, A.J; Van Belleghem, F.G.A.J & Ragas, A.M.J. (20 de Octubre de 2017). *Wear and Tear of Tyres: A Stealthy Source of Microplastics in the Environment*. International Journal of Environmental Research and Public Health.
- Juantegui, I. (5 de Junio de 2019). *Hacia un transporte de mercancías respetuoso con el medio ambiente*. El Español. Recuperado en Febrero de 2021: https://www.elespanol.com/invertia/empresas/20190605/transporte-mercancias-respetuoso-medio-ambiente/403829615_12.html
- Kostova, B. (2019). *La ONU y Estado de Derecho: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente*. La ONU y Estado de Derecho. Recuperado en Enero de 2021: <https://www.un.org/ruleoflaw/es/un-and-the-rule-of-law/united-nations-environment-programme/>
- Lazcano, P. (1 de Enero de 2020). *La desaparición del Mar de Aral, uno de los peores desastres ecológicos del siglo*. LaTercera. Recuperado en Enero de 2021: <https://www.latercera.com/que-pasa/noticia/la-desaparicion-del-mar-de-aral/958174/>
- Martín, L. (25 de Febrero de 2015). *Compromiso empresarial: Neumáticos usados, el valor de un residuo*. Compromiso empresarial. Recuperado en Enero de 2021: <https://www.compromisoempresarial.com/rsc/2015/02/neumaticos-usados-el-valor-de-un-residuo/>
- Mas Azul Planeta. (2020). *Caucho y neumáticos: Contaminación ambiental con poca prensa*. Mas azul planeta. Recuperado en Febrero de 2021: <https://www.masazulplaneta.com.ar/2020/07/24/caucho-y-neumaticos/>
- Meadows, D.H; Meadows, D.L. & Randers, J. (1992). *Beyond the Limits: Global Collapse or a Sustainable Future*. Earthscan Publications. 1992
- Meza Rodriguez, E. (3 de Diciembre de 2018). *Crean artículos sustentables con llantas usadas*. El economista. Recuperado en Febrero de 2021: <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Crean-articulos-sustentables-con-llantas-usadas-20181203-0056.html>

- Michelin espacio prensa. (22 de Diciembre de 2020). *Nuevo Michelin Pilot Sport Cup N3 para el Porsche 911 GT3 Cup*. Michelin: Espacio Prensa. Recuperado en Marzo de 2021: <https://espacioprensa.michelin.es/notas/nuevo-michelin-pilot-sport-cup-n3-para-el-porsche-911-gt3-cup/>
- Michelin. (2015). *La empresa: misión y valores*. Michelin. Recuperado en Enero de 2021: <https://corporativo.michelin.com.co/la-empresa/>
- Michelin. (2019). *El grupo Michelin: otros datos significativos del grupo (2019)*. Michelin. Recuperado en Enero de 2021: <https://www.michelin.es/el-grupo-michelin>
- Michelin. (2020). Universal registration Document: including annual financial report, non-financial performance statement duty of care plan. *Michelin*.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural Marino. (2009). *Serie Prevención y Control Integrados de la Contaminación (IPPC) Mejores Técnicas Disponibles de referencia europea Producción de Polímeros*. Documento BREF. Gobierno de España: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social. (2010). *Base de datos de sustancias tóxicas y peligrosas RISCTOX: Compuestos orgánicos volátiles (COV)*. Gobierno de España: MITRAMISS. Recuperado en Febrero de 2021: <https://risctox.istas.net/index.asp?idpagina=621>
- Negro Albañil, A. (Noviembre de 2011). *Química: Nuestra vida, nuestro futuro Año internacional de la química*. Revistas Universidad de León: Ambiociencias N°8.
- OCU. (9 de Abril de 2013). *¿Cómo se producen los neumáticos?* OCU: La fuerza de tus decisiones. Recuperado en Enero de 2021: <https://www.ocu.org/coches/neumaticos/informe/neumaticos-produccion>
- OICA. (2018). *International Organization of Motor Vehicle Manufacturers: 2018 Production Statistics*. OICA. Recuperado en Enero de 2021: <https://www.oica.net/category/production-statistics/2018-statistics/>
- Organización de Estados Iberoamericanos. (2015). *Programa de acción global. Un compromiso renovado por la Educación para la sostenibilidad*. OEI. Recuperado en Enero de 2021: <https://oei.int/oficinas/secretaria-general?accion=3>
- Organización de las Naciones Unidas. (2015). *ODS: Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles*. UN. Recuperado en Enero de 2021: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/>
- Plan de educación financiera. (2010). *CNMV y Banco de España: la Revolución Industrial (1760 - 1840)*. Recuperado en Diciembre 2020: http://www.finanzasparatodos.es/gepeese/es/inicio/laEconomiaEn/laHistoria/revolucion_industrial.html
- Proyecto de Educación Ambiental. (2021). *Consecuencias ambientales de los combustibles fósiles: Contaminación en la extracción*. Climática: Clima, Home,

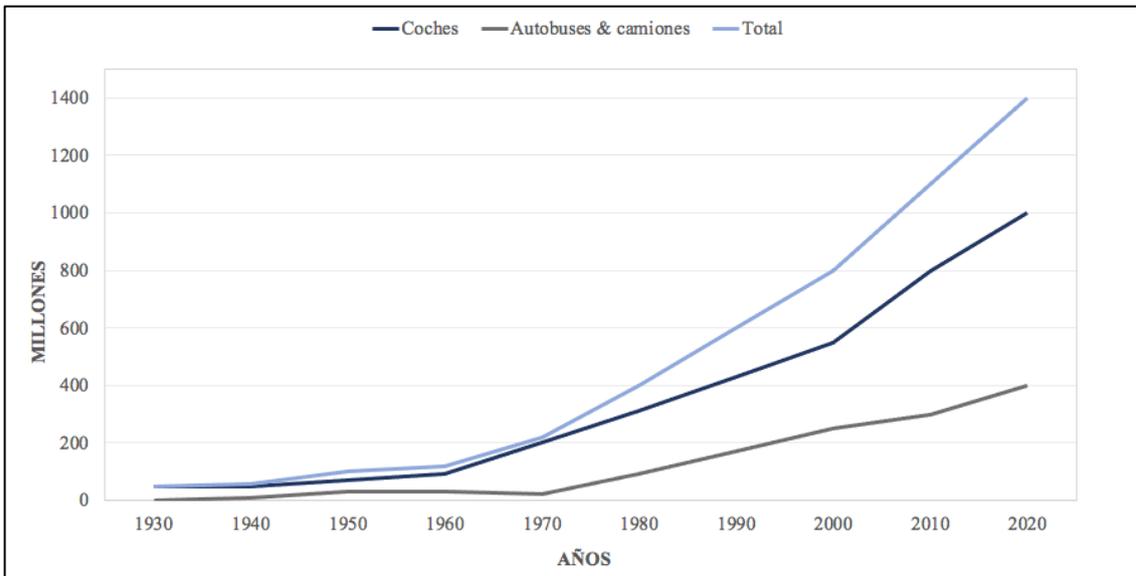
- Cambio. Recuperado en Febrero de 2021: <http://unidades.climantica.org/es/unidades/02/consecuencias-dos-combustibles-fosiles/a-contaminacion-derivada-da-extraccion-e-tratamiento-do-petroleo/1>
- Recytrans. (4 de Febrero de 2014). *Los peores desastres ambientales de la historia*. Recytrans. Recuperado en Diciembre 2020: <https://www.recytrans.com/blog/los-peores-desastres-ambientales-de-la-historia/>
- Rodriguez Rojas, C.I. (20 de Mayo de 2012). *E.O.I: Sostenibilidad en las empresas*. EOI. Recuperado en Enero de 2021: <https://www.eoi.es/blogs/carollirenerodriguez/2012/05/20/sostenibilidad-en-las-empresas/#:~:text=Una%20empresa%20sostenible%3A%20que%20es,futuras%2C%20en%20su%20entorno%20general>
- Root, T. (24 de Septiembre de 2019). *Los neumáticos son una gran fuente de contaminación por plástico*. National Geographic. Recuperado en Febrero de 2021: <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2019/09/neumaticos-gran-fuente-contaminacion-plastico#:~:text=La%20fabricaci%C3%B3n%20de%20neum%C3%A1ticos%20modernos,los%20camiones%20consumen%20100%20litros>
- Scroll, H. (2021). *Vertidos de petróleo: manchas mortales. En la lista de catástrofes medioambientales producto de la actividad humana, los derrames de petróleo se cuentan entre las más graves y también las más frecuentes*. Aquae Fundación: Ecología. Recuperado en Febrero de 2021: https://www.fundacionaquae.org/wiki-explora/34_vertidos/index.html
- Servicios de transporte. (6 de Septiembre de 2017). *Emisiones de CO2 en el transporte terrestre, marítimo y aéreo*. Sertrans: Servicios de transporte. Recuperado en Febrero de 2021: <https://www.sertrans.es/trasporte-terrestre/emisiones-de-co2-en-el-transporte-terrestre-maritimo-y-aereo/>
- SIGNUS. (2021). *Inicio: SIGNUS*. SIGNUS. Recuperado en Febrero de 2021: <https://www.signus.es/>
- Solo Contabilidad. (2021). Asociación de Países Productores de Caucho Natural-Asociación de Transporte Aéreo Internacional (ATAI). Solo Contabilidad. Recuperado en Febrero de 2021: <https://www.solocontabilidad.com/a/asociacion-de-paises-productores-de-caucho-natural-asociacion-de-transporte-aereo-internacional-atai>
- Svahn, F., Mathiassen, L., Lindgren, R., (2017). *Embracing digital innovation in incumbent firms: How Volvo cars managed competing concerns*. MIS Quarterly, 41(1), 239–254.
- The Goodyear Tire & Rubber Company. (2021). *Acerca de Goodyear: História de Goodyear*. Goodyear. Recuperado en Enero de 2021: <https://goodyearfootwear.com/es/historia/>

- UN Climate Change. (2018). *Process and meetings: ¿Qué es el Acuerdo de París?*. UN. Recuperado en Enero de 2021: <https://unfccc.int/es/process-and-meetings/the-paris-agreement/que-es-el-acuerdo-de-paris>
- UN. (1997). *Cumbre para la Tierra+5: Periodo extraordinario de sesiones de la Asamblea para el Examen y la Evaluación de la Aplicación de Programa 21*. UN. Recuperado en Enero de 2021: <https://www.un.org/spanish/conferences/cumbre&5.htm>
- UNEP. (2011). Conferencia de las Partes en el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación. Directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de neumáticos usados y de desecho. *Naciones Unidas & PNUMA*.
- UNESCO. (2019). *Acerca del Programa sobre el Hombre y la Biosfera (MAB)*. UNESCO. Recuperado en Enero de 2021: <https://es.unesco.org/mab/acerca>
- Villareal, D. (29 de Octubre de 2012). *¿Conoces el impacto medioambiental real de un neumático?* Tecmovia. Recuperado en Enero de 2021: <https://www.diariomotor.com/tecmovia/2015/10/29/altwork-station/>

Anexo

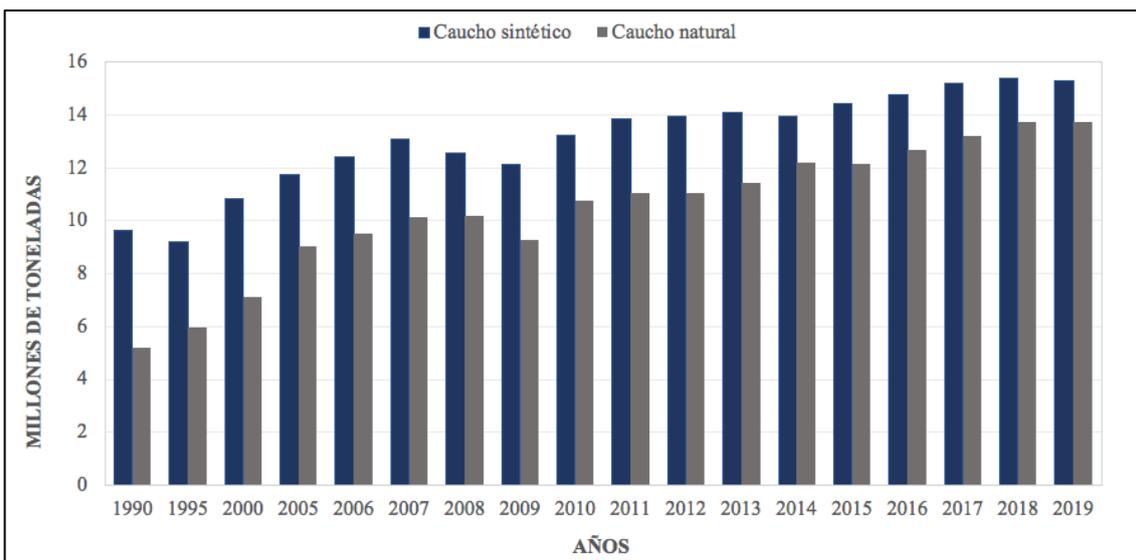
Se incorporan en este anexo los gráficos mencionados a lo largo del análisis para reforzar las ideas expuestas.

Gráfico 10. Número de vehículos en el mundo. 1930 - 2019.



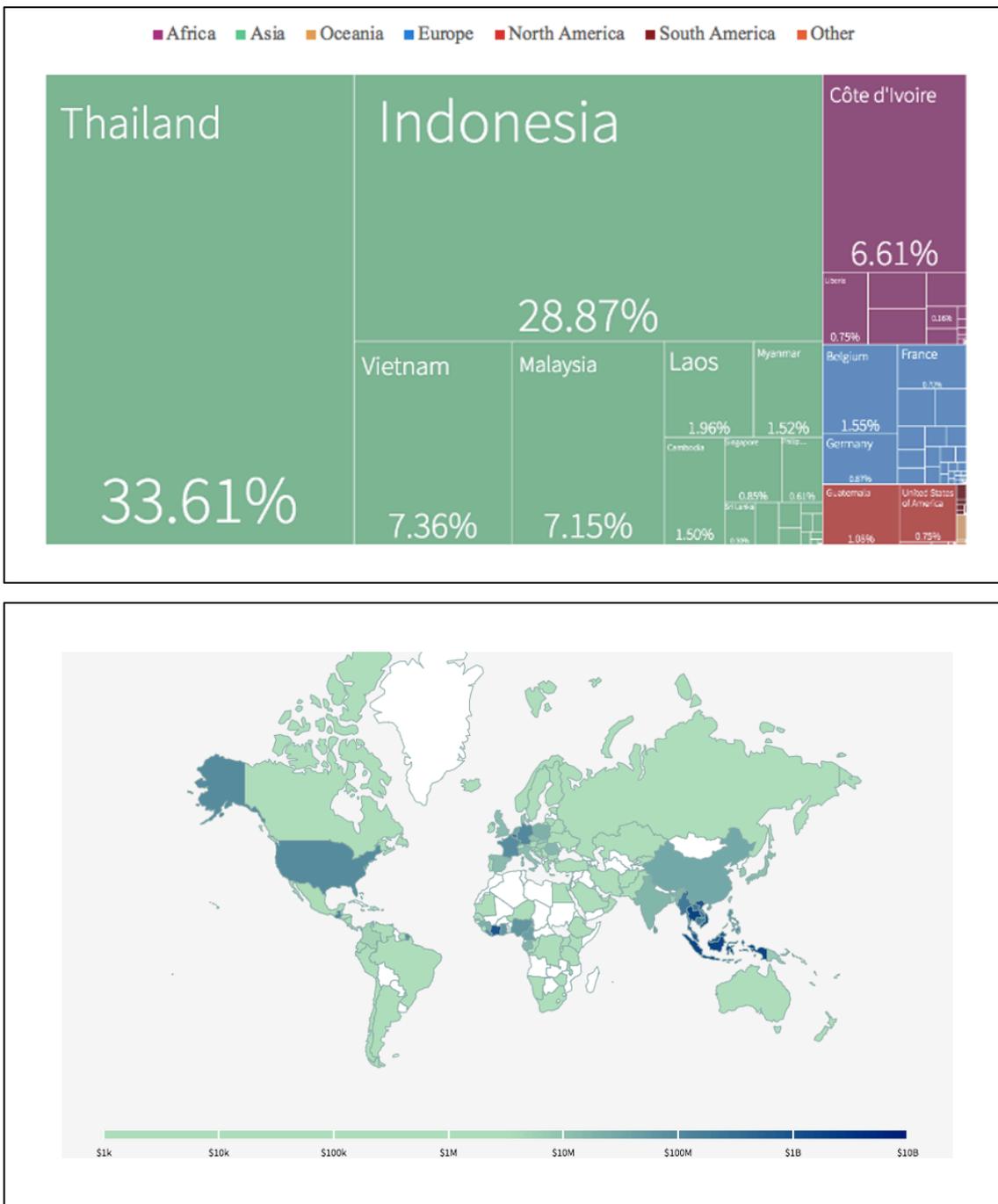
Fuente: *Elaboración propia a partir de datos del estudio “Wear and Tear of Tyres: A Stealthy Source of Microplastics in the Environment” por Pieter Jan Kole.*

Gráfico 11. Consumo de caucho natural y sintético en el mundo. 1990 - 2019.



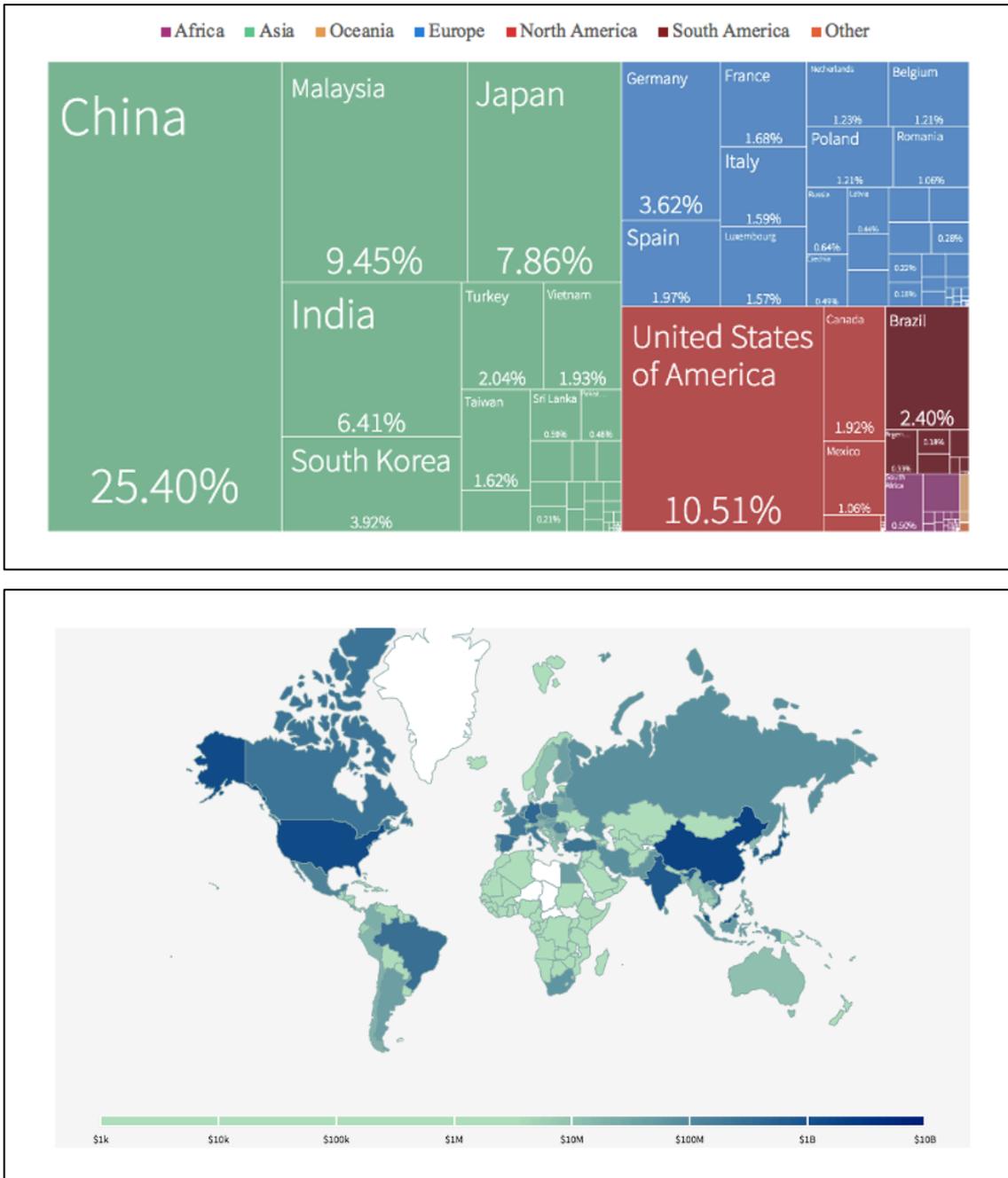
Fuente: *Elaboración propia a partir de datos de Statista.*

Gráfico 12. Exportaciones de caucho natural en el mundo. 2018.



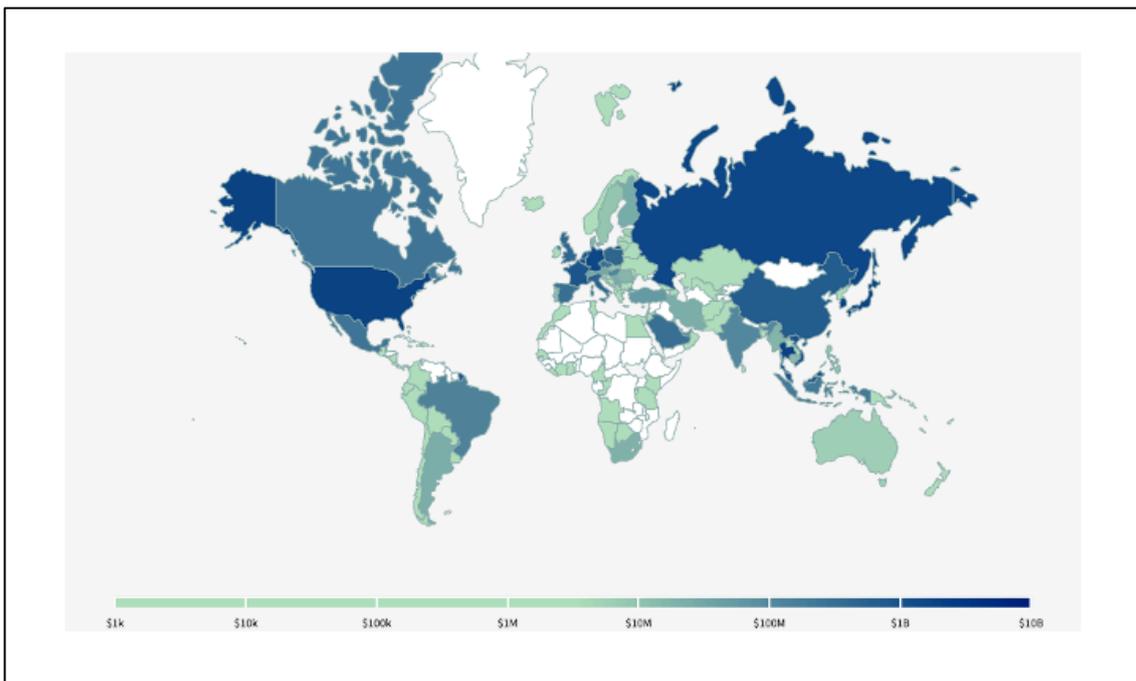
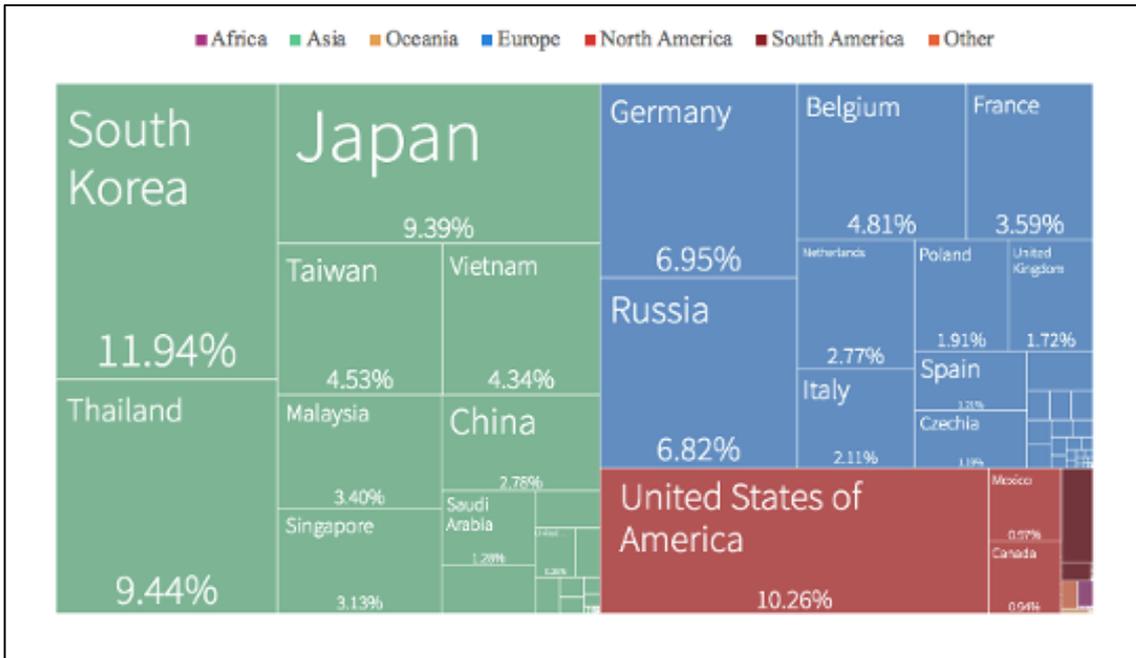
Fuente: *Elaboración propia a partir de datos del The Atlas of Economic Complexity.*

Gráfico 13. Importaciones de caucho natural en el mundo. 2018.



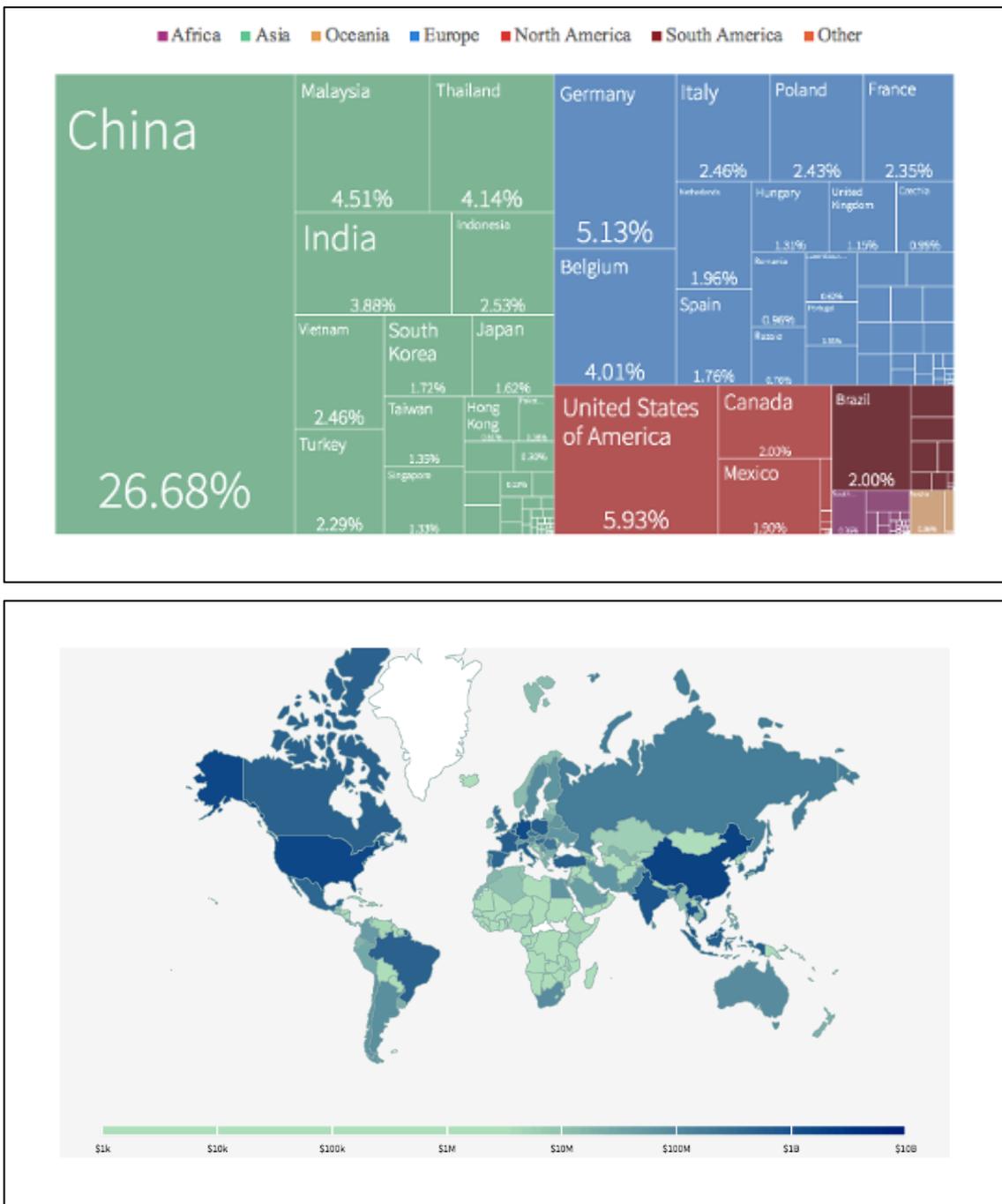
Fuente: *Elaboración propia a partir de datos del The Atlas of Economic Complexity.*

Gráfico 14. Exportaciones de caucho sintético en el mundo. 2018.



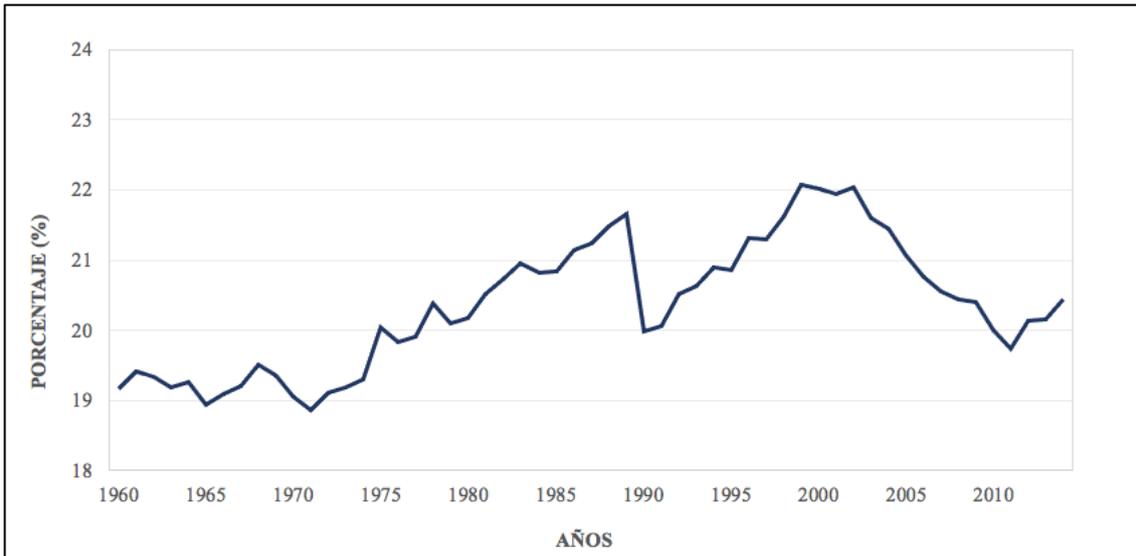
Fuente: *Elaboración propia a partir de datos del The Atlas of Economic Complexity.*

Gráfico 15. Importaciones de caucho sintético en el mundo. 2018.



Fuente: *Elaboración propia a partir de datos del The Atlas of Economic Complexity.*

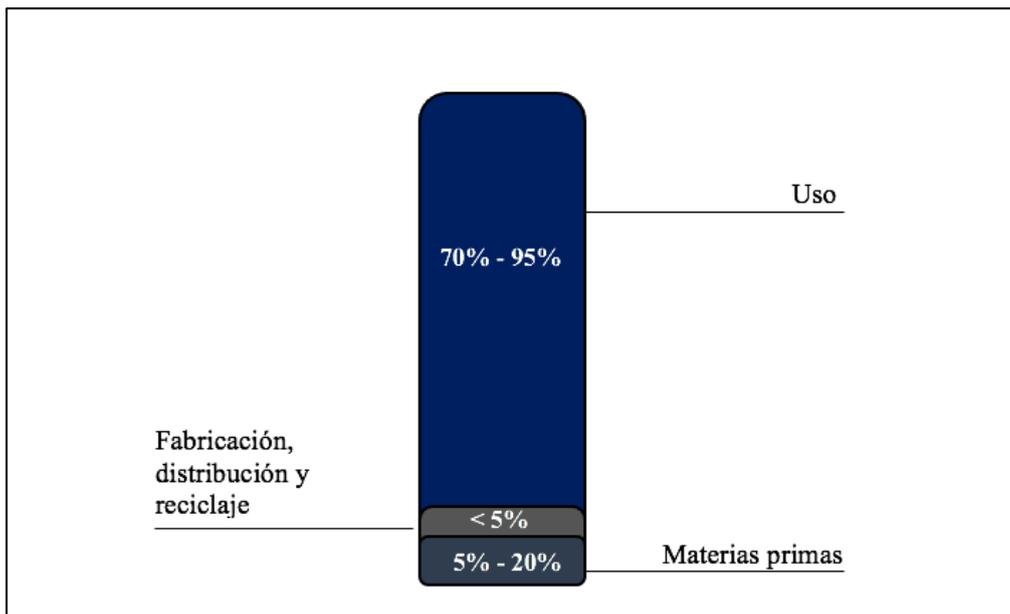
Gráfico 16. Emisiones de CO2 por transporte*. 1960 - 2014.



*Porcentaje (%) del total de la quema de combustible.

Fuente: *Elaboración propia a partir de datos del Banco Mundial.*

Gráfico 17. Impacto medioambiental del ciclo de vida del neumático.



Fuente: *Elaboración propia a partir de datos del "Michelin 2019: Universal Registration Document".*