



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Facultad de Administración y Dirección de Empresas

ANÁLISIS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR APLICADA AL
SECTOR AUTOMOBILÍSTICO

Trabajo Fin de Grado

Grado en Administración y Dirección de Empresas

AUTOR/A: Pons Guinot, Joan Manuel

Tutor/a: Blasco Ruiz, Ana

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN Y
DIRECCIÓN DE EMPRESAS. UPV

ANÁLISIS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR APLICADA AL SECTOR AUTOMOVILÍSTICO

Joan Manuel Pons Guinot

Grado en Administración De Empresas

Tutorizado por:

Ana Blasco Ruiz

Curso Académico 2021-2022

Resumen

Actualmente vivimos en una sociedad de consumo, que premia el proceso de producción para la creación de productos con ciclos de vida cortos, generando grandes cantidades de desechos. Este sistema de economía es conocido como modelo lineal y ha sido utilizado desde la Revolución Industrial en los diferentes sectores. Gracias al modelo lineal se han logrado numerosos avances en la sociedad, a base de sobreexplotar los recursos de nuestro planeta. A corto plazo, este modelo plantea una situación idílica, pero la sobreexplotación de materias primas limitadas conlleva una gran inestabilidad a largo plazo. El objetivo de este trabajo consiste en demostrar los problemas vinculados al uso de modelos lineales, y plantear un cambio hacia los modelos económicos circulares. En concreto, se analiza la implantación del modelo circular en el sector automovilístico con el fin de presentar un modelo que ponga solución a los problemas actuales. La metodología adoptada se relaciona con el análisis de proyectos y planes de acción de compañías de automoción con un gran peso en el mercado, que apuestan por la transición de modelos. En conclusión, existe una gran tendencia por implantar el modelo circular en empresas de automoción, cambiando por completo el modelo de gestión y producción conocido hasta el momento. De esta manera, se adoptan nuevas medidas relacionadas con la mejoría de los ciclos de vida de los materiales y la electrificación de las flotas de vehículos.

Este trabajo puede resultar interesante para aquellas personas atraídas por las nuevas tendencias económicas, en especial por las que apuestan por medidas a favor del medioambiente o aficionadas al motor que buscan conocer un poco más al detalle la nueva tendencia circular en el sector.

Palabras clave: modelo económico circular, escasez de recursos, medioambiente, sector automovilístico, energías alternativas.

Abstract

Today we live in a society based on consumerism that rewards the production of products with short life cycles, generating large amounts of waste. This economic system is known as the linear model, used in industries since the Industrial Revolution. Thanks to the linear model, great advances have been achieved in society, based on overexploiting the resources of our planet. In the short term this model poses an idyllic situation, but the overexploitation of limited raw materials leads to a big instability situation in the long term. The aim of this paper is to demonstrate the problems associated with the use of linear models, and to propose a shift towards the use of circular economic models. Specifically, the implementation of the circular model in the automotive sector is analysed in order to present a model that provides a solution to the current problems. The methodology adopted is related to the analysis of projects and action plans of automotive companies with a great weight in the market, which are committed to the transition of models. Finally, it is concluded that there is a great tendency to implement the circular model in automotive companies, changing the management and production model, betting on the production of zero-emission electric vehicles and the improvement of the life cycles of the materials used.

This work may be of special interest to anyone interested in the new economic trends, especially for those who bet on measures in favour of the environment, and motor enthusiasts who seek to know a little more in detail the new circular trend in the sector.

Keywords: circular economic model, resource scarcity, environment, automotive sector, alternative energies.

Índice

1. Introducción	6
1.1 Objetivos	7
2. Marco teórico	8
2.1 Modelo económico	8
2.2 Economía Lineal	9
2.2.1 Origen del modelo lineal	9
2.2.2 Introducción a la economía Lineal	11
2.2.3 Problemas de la economía lineal	12
2.3 Economía Circular	32
2.3.1 Principios del modelo circular	34
2.3.2 Beneficios del modelo circular	36
2.3.3 Limitaciones del modelo circular	38
3. Propuesta de aplicación de la economía circular en el sector del automóvil	39
3.1 Análisis del Sector Automovilístico	39
3.2 Implantación del modelo circular en el sector automovilístico	43
3.2.1 Sistema de implantación del modelo circular por fases	44
3.2.2 Vías de transformación hacia un sistema circular.....	47
3.2.3 Modelo lineal vs modelo circular automóviles	51
3.2.4 Incentivos para la implantación del modelo circular	52
3.2 Aplicación Práctica	54
3.2.1 Informe de sostenibilidad Volvo	54
3.2.2 Informe de sostenibilidad Renault	57
3.2.3 Informe de sostenibilidad Hyundai	61
3.2.4 Tabla comparativa de los informes	65
3.2.5 Análisis comparativo de Volvo, Renault y Hyundai	68
4. Conclusiones	70
5. Bibliografía	73
6. Anexo	79

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Evolución de las variables demográficas de 1700 a 1800	10
Ilustración 2. Fases modelo economía lineal	11
Ilustración 3. Informe generación de residuos (en millones de toneladas por año) por región en 2016.....	16
Ilustración 4. Emisión de CO2 por sector desde 1990 hasta 2019.....	18
Ilustración 5. Emisión de gases del transporte en la UE	18
Ilustración 6. Evolución de las emisiones de los turismos nuevos en CO2 por g/kilómetro.....	19
Ilustración 7. Estimación de la generación de residuos en la vida útil de los vehículos (t: toneladas, NEMV: Número Equivalente de en Miles de Vehículos)	21
Ilustración 8. Uso de minerales, metales y energía por habitante Norte Americano	23
Ilustración 9. Crecimiento de la población Mundial por continentes.....	23
Ilustración 10. Amenazas para el suministro de los minerales de la tabla periódica	25
Ilustración 11. Porcentaje de reciclado de los elementos de la tabla periódica.....	26
Ilustración 12. Elementos de la tabla necesarios para la producción de un automóvil	27
Ilustración 13. Total de energía suministra a nivel mundial desde 1990 hasta 2019	28
Ilustración 14. Consumo del petróleo por sector	29
Ilustración 15. Oferta (en azul) y demanda (en morado) del petróleo en toneladas	30
Ilustración 16. Producción (en azul) y consumo (en marrón) del petróleo en millones de barriles por día 2017-2023	30
Ilustración 17. Fases del modelo de economía circular	32
Ilustración 18. Diagrama del funcionamiento del ciclo técnico y biológico.....	35
Ilustración 19. Estimación global de producción de coches	40
Ilustración 20. Producción de coches en la Unión Europea	40
Ilustración 21. Registro de coches nuevos en la Unión Europea	41
Ilustración 22. Parque automovilístico europeo por año	42
Ilustración 23. Incremento del parque automovilístico europeo por año.....	42
Ilustración 24. Áreas implicadas en la correcta implantación del modelo económico circular..	44
Ilustración 25. Modelo de implantación de la economía circular por fases	46
Ilustración 26. Comparación del uso de combustibles en vehículos en 2019 y 2020.....	48
Ilustración 27. Vías de transformación y posibles soluciones a lo largo de las 5 fases del modelo	51
Ilustración 28. Comparación del uso de un modelo lineal con un modelo circular en la industria automotriz.....	52
Ilustración 29. Objetivos ODS que plantea el grupo Volvo en el informe sostenible de 2021 ...	56
Ilustración 30. Plan electrificación flota de vehículos Volvo.....	56
Ilustración 31. Impacto en la huella de carbono de Renault por año	59
Ilustración 32. Plan de Hyundai de conseguir la neutralidad de emisiones.....	63

1. Introducción

En este trabajo se analiza, desde un punto de vista económico y medioambiental, la industria del sector del automóvil, realizando una propuesta que asegure una mayor estabilidad económica a largo plazo.

En primer lugar, se trata el **concepto de modelo económico** junto a una pequeña introducción histórica sobre el origen de los modelos económicos lineales.

Tras ello se explica de forma detallada en qué consiste un **modelo económico lineal**, identificando los problemas principales del uso continuado del modelo. Se demuestra que el modelo lineal se encuentra desfasado en la sociedad actual, manteniendo una relación muy estrecha con las crisis socioeconómicas medioambientales y de escasez de recursos recientes.

A continuación, se analiza cómo influyen los problemas de la implantación de un modelo lineal en el **sector del automóvil**. Esto supone un gran interés, ya que dicho sector precisa de muchos recursos naturales y se encuentra en continuo cambio. Este último, propiciado por la aparición de políticas orientadas a la reducción del impacto medioambiental de los vehículos.

En segundo lugar, se demuestra la viabilidad de la implantación del **modelo de economía circular** como modelo de sustitución al lineal. En este apartado se desarrolla en profundidad las características y beneficios del uso del modelo circular, mostrando cómo es capaz de dar solución a los problemas generados por el modelo lineal a su vez que se adapta al contexto socioeconómico presente. No obstante, a pesar de los beneficios que ofrece este modelo, también es importante abordar las limitaciones a las que se enfrenta.

En tercer lugar, se propone un **sistema para la implantación del modelo circular en el sector del automóvil**. Para comprobar la eficacia del modelo se analizan proyectos e iniciativas de marcas de vehículos que apuestan por una transición de modelos. Algunas de las temáticas abordadas son: la utilización de combustibles alternativos, la modificación de la producción de los vehículos, el reciclado, la remanufacturación...

Para finalizar se exponen las conclusiones donde se remarcan, desde el punto de vista del autor, los conceptos más importantes abordados en el trabajo y se realiza una reflexión sobre el futuro económico.

1.1 Objetivos

El objetivo principal de este trabajo es demostrar que los modelos de economía lineal están desfasados y plantear un cambio hacia la utilización de modelos circulares económicos. Para ello, analizaremos el sector del automóvil con el fin de presentar un modelo circular que ponga solución a los problemas actuales a los que se enfrenta la industria.

De forma añadida se presentan objetivos secundarios:

- Reconocer los problemas principales a los que se están enfrentando las industrias con la utilización de modelos lineales.
- Identificar las limitaciones en la implantación del modelo circular.
- Establecer un sistema capaz de implantar el modelo circular en el sector automovilístico.
- Reseñar proyectos e ideas relacionadas con la aplicación del modelo circular en la industria del automóvil.

2. Marco teórico

En este apartado se define el concepto de modelo económico, detallando las características de las que se componen el modelo económico lineal y su sucesor, el modelo económico circular. Así pues, presentan datos de especial interés que permiten comprender la necesidad de reemplazar el modelo utilizado actualmente, el lineal, por un modelo económico circular.

2.1 Modelo económico

Los modelos económicos son **herramientas** utilizadas para analizar fenómenos económicos complejos (DELSOL, 2022). Esto se consigue mediante el establecimiento de relaciones entre variables relevantes. La creación de modelos económicos ayuda en gran medida a simplificar el análisis de una situación dada.

Como queda recogido en la propia definición, un modelo económico trata **de reducir las variables que afectan a una situación económica** a las más relevantes. Al estudiar cualquier fenómeno económico, si somos incapaces de poder separar las variables relevantes de las irrelevantes, nos resulta casi imposible realizar un análisis, ya que estaríamos tratando con una cantidad de información desmesurada a la par que compleja. Es por ello que, para facilitar su comprensión, se emplean los modelos económicos.

Hay que tener en cuenta que la formulación de un modelo puede ser errónea. En ocasiones, las variables de nuestro modelo económico pueden verse afectadas por crisis medioambientales, pandemias, la aparición de nuevas tecnologías o factores sociales entre otros lo cual puede resultar en conclusiones erróneas o incompletas.

El análisis de la situación actual y de sucesos socioeconómicos recientes es uno de los principales focos de este trabajo, ya que partimos de un modelo, conocido como “**modelo de economía lineal**” que, por diversos factores se ha visto afectado directamente sobre sus variables y se está quedando obsoleto. Por ello se plantea el “**modelo de economía circular**” como una posible solución.

Tras definir el concepto de modelo económico, es necesario proporcionar una visión general sobre los antecedentes del modelo económico lineal, modelo de especial interés Gen este estudio.

2.2 Economía Lineal

Como se ha mencionado anteriormente, el modelo de economía lineal empleado parece haber quedado obsoleto. Por este motivo, en este apartado se pretende desarrollar este concepto, mostrando las características principales del mismo. Por otra parte, se procura analizar la viabilidad de la implantación de este modelo en la actualidad, mostrando las problemáticas principales a las que se enfrenta.

2.2.1 Origen del modelo lineal

La aparición del modelo económico lineal se remonta a la Revolución Industrial, época que marcó un antes y un después en la economía de muchos países en muchos países a nivel social, tecnológico y económico.

La economía mundial antes de la Revolución Industrial tenía una gran base agraria. Entre dos tercios y tres cuartos de la población se ocupaban de tareas vinculadas a la agricultura y la ganadería. Se trataba de una con muy baja productividad puesto que estaba dirigida al autoconsumo. Asimismo, se utilizaban técnicas y herramientas de décadas pasadas con carácter artesanal. Debido a factores como la poca eficiencia de las herramientas utilizadas y las presiones señoriales sobre los trabajadores, no se logró ningún avance socio económico durante un largo periodo (Hobsbawn, 1971).

A causa de la epidemia de peste negra que tuvo lugar a finales del siglo XIV, los señores redujeron la presión de impuestos sobre los campesinos. Esta tendencia continuó a lo largo de los siglos XV y XVI, ya que, gracias a una **mayor circulación monetaria**, los campesinos pudieron disfrutar de más libertades. Muchos de ellos cambiaron sus obligaciones por pagos en dinero.

Pero no fue hasta el siglo XVIII en Inglaterra cuando se alcanzaron grandes **transformaciones económicas y sociales**. Estas se debieron en gran parte a:

- Incremento demográfico: en la Ilustración 1, se puede observar el crecimiento natural de la población, caracterizado por una alta tasa de natalidad, pero, sobre todo, por un claro descenso en la tasa de mortalidad.

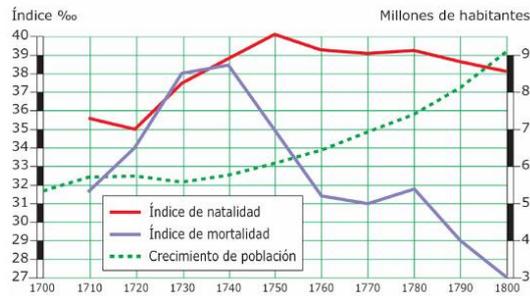


Ilustración 1. Evolución de las variables demográficas de 1700 a 1800

Fuente: <http://www.iesmarqaritasalas.edu.es/cso/4o-eso-b-c/4-revolucion-industrial-y-la-sociedad-de-clases>

- Revolución burguesa: durante este período se abolió el sistema feudal y el absolutismo imperial propios de la Edad Media, dando lugar a unas nuevas corrientes ideológicas como la ilustración, el liberalismo y el nacionalismo.
- Revolución tecnológica: a raíz de un crecimiento de la población y demanda de necesidades básicas, se empezó a tener un especial interés en mejorar los sistemas productivos. Todo ello dio lugar a la creación de nuevas maquinarias como:
 - Máquina de vapor de Watt
 - Máquina de hilar
 - Telar mecánico
 - Proceso de Pudelado y laminado del hierro de Cort

Muchas de estas nuevas máquinas empezaron a utilizar nuevas formas de energía proveniente del carbón mineral y vapor de agua.

- Riqueza demográfica: los países pioneros en la Revolución Industrial contaban con una gran abundancia de recursos, en gran parte obtenidos de sus colonias. Debido a la abundancia de materias primas en las colonias, se formaron los primeros mercados internacionalizados. En estos mercados, los colonos importaban las materias primas de sus colonias, para crear productos manufacturados, que no solo se vendían en su país, sino que también se exportaba a las colonias.

Todos estos cambios suscitaron la aparición de un modelo económico, el modelo económico lineal.

2.2.2 Introducción a la economía Lineal

El modelo de economía lineal es un modelo económico basado en la mentalidad de extraer – fabricar – eliminar (Cezarina et al., 2021). Este modelo cuenta con una gran importancia en la industria desde la Revolución Industrial.

El modelo divide la creación de un producto en 5 fases (Véase Ilustración 2): a) extracción de recursos materiales, con un posible origen distinto a la empresa productora; b) producción, donde se transforma las materias primas en productos; c) distribución, proceso que permite abastecer la demanda de diferentes usuarios mediante una logística adecuada; d) consumo, utilización del producto durante su vida útil; y e) residuo, restos del producto tras el fin de su vida útil que se envían a un vertedero, se incineran o se exportan al extranjero.



Ilustración 2. Fases modelo economía lineal

Fuente: <https://andromines.net/economia-lineal/>

Gran parte del éxito de este modelo se debe a los bajos costes en la eliminación de residuos y a la facilidad de adquirir nuevos recursos a precios reducidos. A corto plazo es un modelo perfecto, pero, a largo plazo, este modelo presenta ciertas desventajas (Clickoala, 2019):

- No se recicla el producto. Una vez finalizada la vida útil del producto no se puede sacar ningún beneficio de sus residuos.
- No se reutiliza. En la fase de creación del producto no se tiene en cuenta la posibilidad de facilitar la reparación. No se crean productos modulares los cuales favorecen la vida útil del producto. Es más, existe una variante electrónica, conocida como obsolescencia programada, donde tratan de reducir la vida útil del producto, para lograr mayores ventas.
- No se tiene en cuenta el impacto medioambiental del producto. Es un modelo que se centra en reducir los costes al máximo posible. Se busca la obtención de recursos lo más económicamente posible, sin tener en cuenta el impacto medioambiental del proceso de extracción de los recursos.

- Prima el beneficio continuado. El único objetivo en estos modelos es vender el máximo posible, sin tener en cuenta a todos los individuos que se ven afectados por el producto, como pueden ser los trabajadores. Esto conlleva una gran inestabilidad de los mercados.

Tras esta pequeña introducción sobre las bases del modelo lineal y sus principales inconvenientes, se pretende centrar el foco en los problemas de este modelo.

2.2.3 Problemas de la economía lineal

Nuestro modelo económico actual se basa, en gran parte, en un modelo lineal. Este modelo es eficaz bajo el supuesto de una oferta constante y económicamente viable de recursos naturales. Desafortunadamente, actualmente no nos encontramos en este escenario, sino en uno que se distingue por nuevos avances tecnológicos y cooperación entre países. Estos novedosos cambios socioeconómicos no están respaldados en modelos económicos anteriores, como es el caso del modelo lineal. Por ello, en esta sección se pretende mostrar los ámbitos principales que están sufriendo consecuencias por la utilización del modelo lineal.

2.3.2.1 Globalización

Según (Santaella, 2022) define la globalización como el “proceso en el cual naciones y empresas logran intercambiar productos, servicios e ideas entre sí”.

Los efectos que conlleva la globalización son la eliminación de aranceles y tributos de importación y exportación, aumentando el volumen de productos en los puertos y aeropuertos. Esto facilita la internacionalización de las empresas para conseguir un mayor beneficio, ampliando el número de clientes potenciales y reduciendo los costes de su producción (economía de escala).

No obstante, también nos encontramos con algunos inconvenientes dado que un alto grado de globalización puede suponer una gran dependencia con respecto a otros países. Con la finalidad de reducir costes muchas empresas deciden deslocalizar su producción o importar materias primas de otros países al menor precio posible, invirtiendo grandes cantidades de dinero en personal e infraestructuras en países externos. Esto conlleva un gran riesgo. Desde el punto de vista de un país, si se otorga un alto control de los procesos productivos en países extranjeros, se enfrenta a una gran inestabilidad.

Recientemente, hemos podido comprobar, con la aparición del COVID-19 y la guerra de Rusia-Ucrania, el efecto de la inestabilidad económica propiciada por la globalización. Un ejemplo clave es el acuerdo entre Alemania y Rusia sobre el suministro de gas. Estos

países contaban con un acuerdo por el cual Rusia abastecía a Alemania de energía de gas natural. La declaración de guerra de Rusia a Ucrania desembocó en un conflicto de intereses entre ambos países –Alemania y Rusia–, motivo por el cual Rusia quiere cerrar completamente el suministro de gas a Alemania. El nivel de dependencia de Alemania con respecto al gas ruso es tan elevado que se prevé un gran apagón en Alemania debido a un déficit energético, tal y como ha quedado plasmado en los periódicos (Villalobos, 2022).

El sector del automóvil es uno de los sectores que más se ha visto afectado por la globalización y la tecnologización de la sociedad. Hoy en día la producción de un coche es mucho más rápida y segura que años atrás debido a la estandarización de los procesos de fabricación de vehículos y a la aparición de nuevas maquinarias.

Pero no todo son beneficios como exponen en el artículo (Free & Hecimovic, 2021, p.76):

“Aunque décadas de optimización han permitido a las empresas reducir los costes unitarios en toda la cadena de suministro, estas ganancias han tenido un coste. El COVID-19 ha puesto de manifiesto que las cadenas de suministro globales son fundamentalmente insensibles a los cambios en la geopolítica o en la demanda de los cliente.”

La creación de cadenas de suministros dependientes de otros países se enfrenta a una gran inestabilidad. La fabricación actual de un coche competente precisa de grandes cantidades de materias primas limitadas y ante una gran crisis global como el Covid-19 las cadenas de suministro se congelan, al igual que la producción.

Parte de esta excesiva globalización y dependencia productiva en el sector de los automóviles, se ha visto reflejado también en la crisis de los microchips electrónicos. Según (Ruiz-Healy, 2021):

“Las principales fábricas de chips se localizan en Taiwán, Corea, Japón y China, países que, desde que empezó la pandemia de Covid-19, ordenaron en varias ocasiones la suspensión de gran parte de sus actividades económicas para evitar la propagación del coronavirus SAR-CoV-2.”

Por lo tanto, los parones y suspensiones de actividad en Taiwán, Corea, Japón y China acarrearán el incremento de los tiempos de entrega de sus productos, los microchips.

Los vehículos actuales cuentan con innumerables chips, desde las luces de freno, luces interiores y exteriores, elevadores de ventanas, calefacción, cámaras, limpiaparabrisas,

cierre centralizado, centro de entretenimiento y bomba de combustible, hasta los sensores de puertas, estacionamiento, desgaste de frenos, control de la suspensión, colisión y muchos más. Debido a la crisis de los microchips, muchas empresas de vehículos se vieron obligadas a aumentar los tiempos de entrega de los vehículos, y reducir su oferta drásticamente, ya que no contaban con chips suficientes para crear sus vehículos. Como expone Boudette (2021) en The New York Times:

“Las ganancias de Ford cayeron en junio del 2021 alrededor de un 50 por ciento, a \$561 millones, en gran parte porque la escasez mundial de chips de computadora que impidió a la compañía vender más autos y camiones. Cerca de 60.000 a 70.000 vehículos que la empresa ya había producido se han quedado sin componentes electrónicos.”

Como el caso Ford, muchas empresas de automoción se vieron afectadas, esto creó en 2020 una enorme crisis en el sector al no conseguir satisfacer la demanda de los mercados, y no alcanzar los niveles de producción y beneficios esperados.

Mantener estos sistemas de producción lineal-dependientes crea una economía a largo plazo insostenible. Como anuncia (Moreno, 2021), “La falta de semiconductores no es el único problema del sector automovilístico: la escasez de magnesio y aluminio es la nueva amenaza”. Además, es posible observar cómo la globalización del sector automovilístico ha dado lugar a una gran dependencia del país del sol naciente China, encargado de suministrar el 87% de magnesio a nivel mundial. El magnesio es un material fundamental para las carrocerías, frenos, ruedas, tanques de combustibles y muchos más elementos. A raíz de una política china a favor de la reducción del consumo energético del país, la producción de magnesio ha disminuido (ordenando parar a 35 de los 50 productores de magnesio), resultando en otra gran crisis en el sector.

2.3.2.2 Medioambiente

En la página web de la Unión Europea se detallan algunas de las medidas que se han tomado con respecto al medioambiente (Ramkumar et al., 2018). Bajo el concepto de economía lineal la sociedad busca adquirir los productos al precio más económico posible, sin prestar atención a detalles como la durabilidad, la sostenibilidad, la calidad, el origen o la reutilización, entre otros. Actualmente existen un gran número de industrias especializadas en la innovación continua para conseguir el mayor número de ventas. Parece ser un modelo ideal a corto plazo; sin embargo, a largo plazo, con el crecimiento de la población y de su capacidad adquisitiva, está causando grandes estragos en el medioambiente.

En el origen del modelo económico lineal existía una gran riqueza de materias primas, factor que no tuvieron en cuenta que era limitado. En las bases del modelo dieron más importancia a las ganancias, optimizando los tiempos y minimizando los costes, y no contemplaron el impacto ambiental.

Los problemas medioambientales principales que se exponen en (Arcoya, 2022) relacionados con el modelo lineal son:

- Emisiones gases efecto invernadero: la tala de árboles, el uso de fertilizantes o la quema de combustibles fósiles son actividades que se desarrollan de forma masiva. Estas actividades están destruyendo los ecosistemas que generan las materias primas, pues cortan el ciclo de regeneración de las mismas de forma natural.
- Procesamiento de residuos: la mayor parte de los embalajes y desechos de los productos acaban en la basura, lo que implica que acaban en un vertedero o se incineran. Ambos procesos de eliminación de residuos suponen graves problemas.
 - La incineración de los residuos es la solución más limpia pero no es completamente limpia, las cenizas resultantes de la incineración son tóxicas, por lo tanto, hay que tener en cuenta donde son enterradas o almacenadas. Además de que hay un gran inconveniente, el coste económico de construir y mantener las incineradoras
 - El almacenamiento de los residuos en vertederos es una solución insostenible. Los vertederos afectan directamente al ecosistema donde se depositan. Al crear una zona de vertedero hay que tener en cuenta que no esté cerca de sistemas de aguas potables o naturales, ya que al llover sobre los residuos se genera una sustancia tóxica que se filtra por la tierra y puede llegar a intoxicar el agua.

Actualmente el almacenamiento de los residuos está suponiendo un gran reto porque no existe espacio suficiente para almacenar todos los residuos que generamos de forma segura. Por desgracia muchos de estos residuos acaban en países tercermundistas, creando un gran impacto medioambiental y dificultando la vida en las zonas donde se acumulan muchos desechos (Hossain et al., 2022).

Según el informe del Banco Mundial *“What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050”* (Kaza et al., 2018), en 2016 generamos 2.010 millones de

toneladas de residuos, cifra que se prevé que aumente hasta 3.400 millones de toneladas anuales en 2050. En la Ilustración 3 se puede observar la generación de residuos (en millones de toneladas por año) por región en 2016.

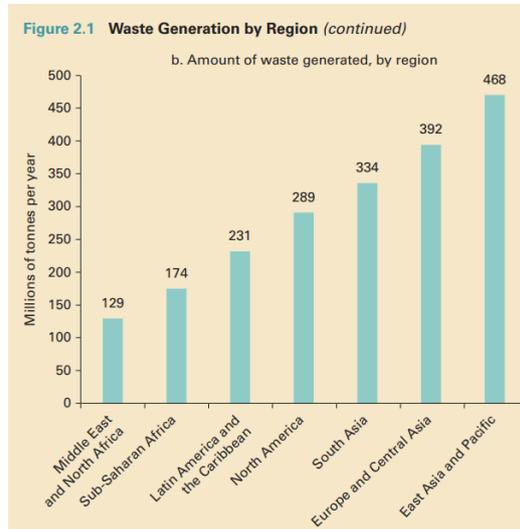


Ilustración 3. Informe generación de residuos (en millones de toneladas por año) por región en 2016

Fuente: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>

Todos estos efectos medioambientales y humanitarios son efectos que han de ser considerados en la planificación del desecho de los residuos, no solo por su efecto negativo en el planeta, sino por la imagen corporativa de la empresa.

Gracias a internet existe una gran divulgación de datos que ha conllevado una **concienciación de los consumidores**. Muchos de ellos se sienten condicionados por la ética de las empresas a la hora de su compra. Por ello, en contraposición a modelos económicos anteriores, al crear un producto se debe tener mucho más en cuenta el valor de este y lo que representa. Si una empresa se arriesga a seguir produciendo sin tener en cuenta su huella ambiental, puede suponer un descenso drástico en sus ventas por las opiniones de sus clientes.

Por otro lado, los gobiernos están empezando a implantar medidas sostenibles para reducir su impacto medioambiental, estableciendo normativas de producción, las cuales se describirán en las siguientes secciones. El no cumplimiento de las normativas conlleva sanciones que pueden ocasionar el cierre de la producción.

La utilización de vehículos de propulsión motora en la actualidad es un elemento indispensable en el funcionamiento de las sociedades modernas. Existe una gran

cantidad de vehículos circulando por las carreteras, causando numerosos problemas con el medio ambiente y afectando de forma directa a la salud de los seres vivos que conviven con ello.

El concepto de vehículo, como conocemos hoy en día, conlleva un ciclo de vida contaminante en todas sus fases. Desde su construcción hasta su destrucción o abandono como residuo.

Para poder analizar cómo afecta al medioambiente el uso de vehículos tenemos que comprender el concepto de **contaminación vehicular**. Según la bióloga Fernández Roldán (2019), especializada en Sostenibilidad y Cambio Climático, *“La contaminación vehicular es la contaminación producida por cualquier vehículo de transporte”*.

Siguiendo la perspectiva de la bióloga Roldán, las problemáticas de la contaminación de los vehículos se pueden dividir en 3 tipos: Aire, Suelo y Agua.

Los vehículos precisan de un motor capaz de propulsar las ruedas y generar movimiento. La mayor parte de vehículos que circulan en la actualidad por el mundo generan esta energía a partir de combustibles fósiles, **expulsando gases** como el óxido nitroso, el monóxido de carbono (CO), el dióxido de carbono (CO₂), compuestos de plomo y pequeñas cantidades de dióxido de azufre, sulfuro de hidrógeno y amianto. Todos estos gases son perjudiciales para la capa atmosférica, debilitándola y provocando un aumento de la temperatura del planeta.

Tras varios años de investigación, se vio como esta emisión de gases, iniciada durante la Revolución Industrial con el descubrimiento de la máquina de vapor, ha dado lugar a temperaturas más elevadas. Este incremento en la temperatura ha causado daños irreversibles en todo el mundo, resultando en un **cambio climático**.

Para cuantificar el efecto del sector automovilístico con respecto al resto de industrias debemos observar los datos proporcionados por el Parlamento Europeo, sobre la generación de CO₂ por sector (Ilustración 4). Cabe destacar que el sector del automóvil no es el único sector que utiliza máquinas que generan gases contaminantes. Los principales sectores que emiten CO₂ en la Unión Europea son: la agricultura, el residente y comercial, el suministro energético, la industria y el transporte doméstico. Dentro de estos sectores, se ha logrado disminuir en gran medida las emisiones generadas por la industria y el suministro de energías, logrando en 2019 ser los sectores con menores emisiones generadas. Por el contrario, desde 1995 se ha visto fuertemente vinculado un

alto grado de emisiones de CO2 con el transporte doméstico (Parlamento Europeo, 2022).

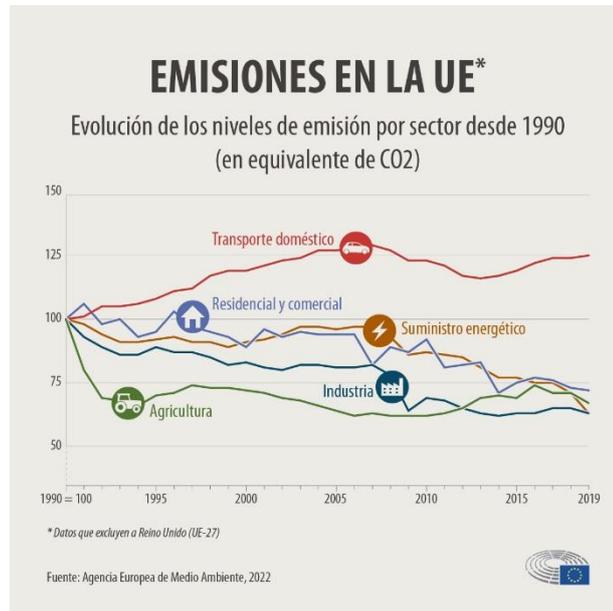


Ilustración 4. Emisión de CO2 por sector desde 1990 hasta 2019

Fuente:

https://www.europarl.europa.eu/resources/library/images/20220530PHT31720/20220530PHT31720_original.jpg

Según datos de la Agencia Europea del medio ambiente (European Environment Agency, 2022) cerca de una cuarta parte de las emisiones de CO2 en la UE en 2019 es procedente del sector del transporte. Este es el único sector en el que las emisiones de gases de efecto invernadero han aumentado en las últimas tres décadas, con un incremento del 33,5% entre 1990 y 2019.

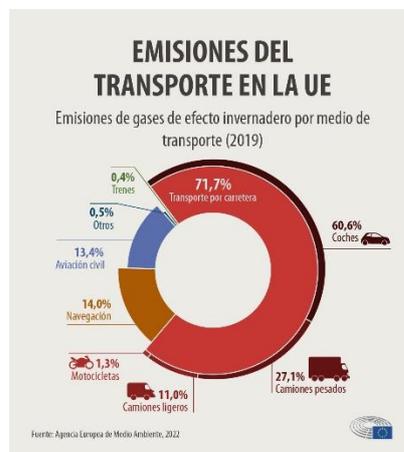


Ilustración 5. Emisión de gases del transporte en la UE

Fuente:

https://www.europarl.europa.eu/resources/library/images/20220602PHT32028/20220602PHT32028_original.jpg

Observando la ilustración 5, podemos concluir que el **transporte por carretera es el transporte que más gases de efecto invernadero genera**. En concreto el transporte por carretera es el responsable del 71,7% de las emisiones contaminantes de todos los transportes. Los principales vehículos que generan los gases son los coches y los camiones pesados.

En julio de 2021 se trató esta problemática y dio lugar al inicio de la implantación del Pacto Verde Europeo. Según sus creadores, la Comisión Europea, define el Pacto Verde Europeo cómo la *“Planificación con el objetivo de hacer de Europa el primer continente climáticamente neutro en 2050, impulsando la economía, mejorando la salud y la calidad de vida de los ciudadanos”* (European Commission, 2019, p.1). Dentro del Pacto Verde se plantearon una serie de medidas que afectan directamente al sector del automóvil.

Se propuso reducir el límite de emisiones de coches y furgonetas en un 15% más a partir de 2025 y, a continuación, una reducción del 55% para los coches y del 50% para las furgonetas en 2030 y llegar a cero emisiones en 2035. El 8 de junio de 2022 el Parlamento adoptó su posición negociadora, que incluye el apoyo al objetivo de la Comisión para coches y furgonetas de emisiones cero para 2035 y revisión de emisiones para 2030 (Parlamento Europeo, 2022).

Con estas medidas se pretende reducir las emisiones nocivas de los nuevos turismos y vehículos comerciales ligeros (Ilustración 6).

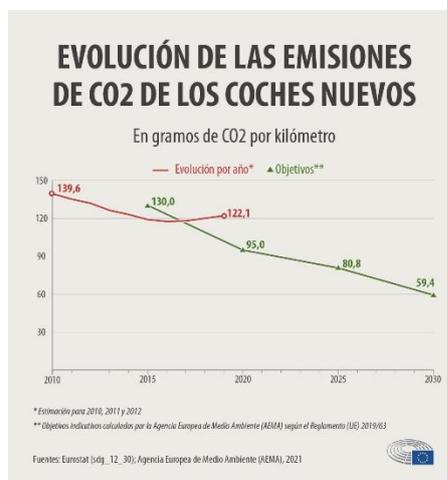


Ilustración 6. Evolución de las emisiones de los turismos nuevos en CO2 por g/kilómetro

Fuente:

https://www.europarl.europa.eu/resources/library/images/20220530PHT31719/20220530PHT31719_original.jpg

La reducción de las emisiones de los vehículos supone un gran reto para el sector del automóvil, ya que con los motores de combustión actuales no se puede llegar a esta cifra de emisión 0 que plantea el Parlamento Europeo. Estas medidas precisan de una remodelación completa del mercado del automóvil en un plazo temporal muy escueto.

Como se ha comentado anteriormente el uso de automóviles también genera un impacto medioambiental en el **suelo y el agua**. Por ello, debemos puntualizar en qué consiste este tipo de contaminación. Por una parte, la contaminación del suelo se puede definir como “la alteración de la superficie terrestre con sustancias químicas que resultan perjudiciales para la vida en distinta medida, poniendo en peligro los ecosistemas y también nuestra salud” (Juste, 2021, p.2). La alteración de la calidad de la tierra producida por la utilización de vehículos es muy significativa. Por otra parte, la contaminación del agua se puede definir como “cualquier cambio a nivel físico, biológico o químico en el agua que haga que su calidad disminuya y que sea dañina para cualquier ser vivo que la consuma” (Juste, 2021, p.2).

La contaminación del agua está muy ligada a la contaminación del suelo. Durante la vida útil de un vehículo se generan residuos que contaminan, de forma directa o indirecta, el suelo y el agua. Para conocer qué residuos son más abundantes y las consecuencias sobre el medio ambiente, se va a hacer referencia a un informe titulado “*Valoración energética de residuos generados y al final de la vida de los vehículos*”, patrocinado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología (2021).

La tabla 7 que se presenta a continuación está un poco obsoleta ya que hace referencia a datos de 1999. No obstante, gracias a esta comparativa, podemos observar la cantidad de residuos generados por los vehículos durante su uso y al final de su vida en España. A pesar de ello, debemos considerar que, en la actualidad, estos números son mucho mayores pues un mayor número de vehículos se encuentra en circulación.

	t procedentes de vehículos en uso			t contenidas en VFU	TOTAL	VU/VFU
	Conces.	T. Indep.	Total			
Aceites	80957	66170	147127	4521	151648	32,5
Filtros de aceite	3247	≈2740	5907	343	6244	17,2
Líquido refrigerante	7307	≈5970	13277	3425	16704	3,9
Vidrios	3108	469	3577	14077	17654	0,3
Neumáticos	10311	101200	111511	27400	138911	4,1
Baterías	10465	153874	164339	8220	172559	20,0
Catalizadores	239	≈1800	2039	5480	7521	0,4
Paragolpes	2496	8944	11440	6028	17468	1,9
Textiles	234	1762	1996	4110	6106	0,5
Otros plásticos	2009	4702	6710	6028	12738	1,1
TOTAL	121000	347000	468000	80000	548000	5,9

Ilustración 7. Estimación de la generación de residuos en la vida útil de los vehículos (t: toneladas, NEMV: Número Equivalente de en Miles de Vehículos)

Fuente: <https://studylib.es/doc/7433576/3-generaci%C3%B3n-de-residuos-del-autom%C3%B3vil>

Si centramos el foco en la penúltima columna (TOTAL), podemos concluir que los materiales que más residuos generan son las **baterías, los aceites y los neumáticos**. Para hallar esta columna total se ha sumado las toneladas de residuos de los vehículos al final de su vida útil (t contenidas en VFU) junto con las toneladas de residuos generadas por los vehículos durante su vida útil por su paso por el taller, ya sea el taller de un concesionario o de un taller independiente (t procedentes de vehículos en uso Total).

Haciendo referencia a la tabla anterior (Ilustración 7), podemos concluir que los vehículos generan la mayor parte de los residuos durante su vida útil. En concreto, en los talleres se genera anualmente una cantidad de residuos casi 6 veces mayor que la resultante de los Vehículos al Final de su vida Útil (VFU).

La interpretación de estos resultados nos permite familiarizarnos con los tres materiales que más residuos generan vamos a analizar su impacto ambiental, siendo estos las baterías, el aceite y los neumáticos:

- Baterías: “La batería eléctrica es un artefacto compuesto por celdas electroquímicas que convierten la energía química de su interior, en energía eléctrica” (Ondarse Álvarez, 2021). Generalmente las baterías están formadas por plomo, litio, cadmio y mercurio, sustancias tóxicas que afectan directamente al medioambiente y a la salud humana. Debido a ello se debe tener especial atención al procesar el residuo, si una batería entra en contacto con un río o se filtran sus sustancias a través de un conducto subterráneo que abastece de agua a una población, puede llegar a contaminarlo. Las

consecuencias de ingerir cualquiera de estas sustancias puede conllevar: ceguera, cambios de personalidad, pérdida de memoria, daño a riñones, daño en los pulmones, cáncer y en altas dosis la muerte (National Geographic, 2022). Además, si estas baterías son desechadas en vertederos comunes y se incineran, generan un mayor impacto medioambiental, ya que el mercurio y el cadmio son resistentes al fuego y no se destruyen, si no que al someterlas a altas temperaturas generan gases perjudiciales para la atmósfera (Kaza et al., 2018).

- Aceite: Es uno de los residuos con mayor impacto medioambiental debido a su elevado contenido en metales pesados y su baja biodegradabilidad. Un vertido de aceite es capaz de contaminar tanto el suelo como las aguas subterráneas y superficiales, afectando gravemente a la fertilidad de los cultivos. El aceite de motor usado es considerado un gran riesgo ya que es capaz de producir cáncer, al contener sustancias como plomo, zinc y arsénico (Nriagu et al., 2016). La combinación de las propiedades del aceite de motor (pesado y pegajoso) junto a la concentración de compuestos tóxicos, permite la acumulación y persistencia de estos elementos en el medio ambiente durante muchos años.
- Neumáticos: Uno de los principales impactos medioambientales producidos por los neumáticos viene dado por su composición y su uso cotidiano. Los neumáticos se desgastan conforme ruedan y desprenden trocitos de plástico sintético. Se estima que los neumáticos de turismos y furgonetas pierden casi 1,1 kg de caucho (que contiene trozos de plástico) a lo largo de su vida útil (Tire Steward Manitoba, 2013). El problema viene cuando se producen lluvias y todas estas partículas de plástico son arrastradas hasta arroyos y llegan a los océanos, donde los animales las consumen y acumulan en sus tripas (Root, 2019).

2.3.2.3 Escasez de recursos

Durante muchos años, la humanidad ha estado en busca de los recursos más ricos y accesibles con tal de explotarlos. Gracias a la inteligencia del ser humano, han logrado transformar estas materias primas en avances tecnológicos únicos. Se ha logrado desarrollar técnicas para abaratar y optimizar los procesos de creación, acercando la tecnología a la mayoría de la población.

Todo lo expuesto anteriormente, acarrea una serie de consecuencias.

Basándonos en el modelo de la economía lineal que incentiva la venta y promoción de un mayor abanico de productos, se produce una **mayor utilización de recursos**

naturales por individuo. En los inicios de la Revolución Industrial era algo fascinante, pero, a medida que han pasado los años, se ha observado que este tipo de economía lineal está idealizada, teniendo en cuenta la limitación de recursos naturales en nuestro planeta. Según el programa de medioambiente de las Naciones Unidas (UNEP, 2011), la cantidad de minerales, combustibles fósiles y biomasa consumidos a nivel mundial por año podría llegar a triplicarse entre el año de su publicación, 2011, y 2050.



Ilustración 8. Uso de minerales, metales y energía por habitante Norte Americano

Fuente: <https://mineralseducationcoalition.org/mining-mineral-statistics>

Si consideramos el gran **aumento de la población** durante los últimos años, se multiplica el uso de recursos por ciudadano.

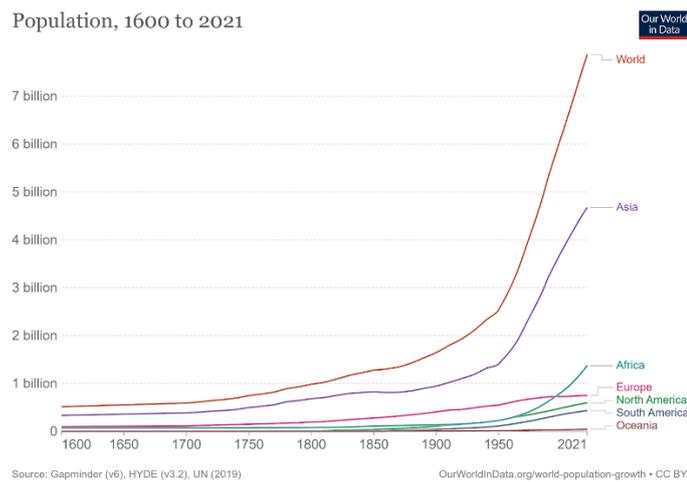


Ilustración 9. Crecimiento de la población Mundial por continentes

Fuente: <https://ourworldindata.org/grapher/population?time=1881.latest>

Observando la ilustración 9, podemos ver el crecimiento casi exponencial de la población en los últimos años. Liderando Asia y África el incremento de población en los últimos 120 años. En 1950 se estima que existían 2600 millones de habitantes, en 1999 alcanzó 6000 millones y la población actual en 2022 ronda los 7900 millones (Wordometer, 2022).

Los efectos de esta gran demanda van a incrementar la necesidad de alimentos, agua, minerales y energía. En el presente documento sólo se tratarán los efectos sobre los minerales y energía, materias primas necesarias en el sector del automóvil.

Según Nickel (1995, pp.207-212), el concepto de mineral se puede definir como *“un elemento o compuesto químico que normalmente es cristalino y que se ha formado como resultado de procesos geológicos”*. Dentro de este concepto de mineral, podemos encontrar hasta 5.300 especies, pero en este caso nos vamos a centrar en un conjunto de especial interés conocidos como los minerales industriales.

Los minerales industriales son aquellos que, en función de sus características físicas principalmente, se utilizan en la fabricación de productos, ya sea directamente o con un tratamiento previo. La mayor parte de productos que usamos o nos rodean han sido creados en base a estos minerales industriales. No obstante, cuando hablamos de la reciente tecnología moderna, el uso de materiales cobra una mayor importancia, ya que parte de sus componentes se basan en elementos bastante difíciles de encontrar en la corteza terrestre (McCullough & Nassar, 2017). Estos se detallan a continuación:

-> El litio, el cobalto, el níquel y el grafito. Son elementos clave en las baterías recargables que se encuentran en una gran cantidad de aparatos de consumo y que, recientemente, se están incorporando en vehículos híbridos y eléctricos.

-> Óxido de indio y estaño. Son materiales utilizados en las pantallas de cristal líquido (LCD), en paneles solares fotovoltaicos y en ventanas de alta eficiencia energética.

-> El germanio. Es un material preciso para la tecnología de dispositivos de infrarrojos (IR) utilizada en gafas de visión nocturna, las cámaras de vigilancia y los misiles de detección de calor IR.

La disponibilidad continua de estos minerales especializados es crucial para mantener el nivel de desarrollo económico mundial.

Sin embargo, hay varios factores que pueden aumentar la probabilidad de la interrupción del suministro de algunos de estos minerales. La producción altamente concentrada en países política o socialmente inestables, el rápido aumento de la demanda debido a la introducción de tecnologías nuevas y disruptivas, la oferta inelástica debido a que el mineral se produce únicamente como subproducto, el limitado reciclaje posterior al consumo y la disminución de las calidades de los minerales (McCullough & Nassar, 2017).

La identificación y caracterización de **un mineral como crítico** ha sido un tema de creciente interés en los últimos años. Como se puede comprobar con la gran cantidad de libros y estudios realizados (Bae, 2010; European Commission, 2014; Morley & Dan, 2008; Rosenau-Tornow et al., 2009) y muchos más.

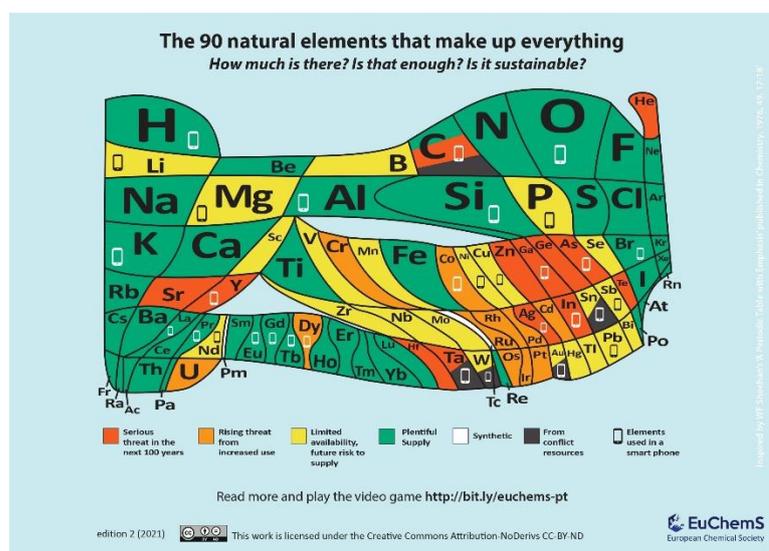


Ilustración 10. Amenazas para el suministro de los minerales de la tabla periódica

Fuente: <https://www.euchems.eu/wp-content/uploads/2021/11/Endangered-ElementsCarbon-Updated.pdf>

Con el fin de identificar estos recursos críticos, la Sociedad Química Europea ha desarrollado una tabla periódica con datos actualizados en 2021 (European Chemical Society, 2021). En la ilustración 10 podemos observar la tabla correspondiente. El área que abarca cada elemento químico es la representación de la cantidad aproximada existente del elemento en el planeta. En este sentido, se ha aplicado un color a cada elemento en función del riesgo que corren:

- **Rojo:** Gran riesgo de escasez en los próximos 100 años, considerados como **minerales críticos**. Estos elementos son: estroncio (Sr), ytrio (Y), galio (Ga), zinc (Zn), germanio (Ge), arsénico (As), plata (Ag), indio (In), telurio (Te), hafnio (Hf) y tántalo (Ta).
- **Naranja:** Aumento de su riesgo debido al crecimiento de su uso.
- **Amarillo:** Riesgo futuro de abastecimiento.
- **Verde:** Disponible en abundancia
- **Negro:** Provenientes de recursos conflictivos

Cabe destacar que en la tabla periódica (Véase Ilustración 10) también se muestran los materiales necesarios para producir una sola unidad de smartphone.

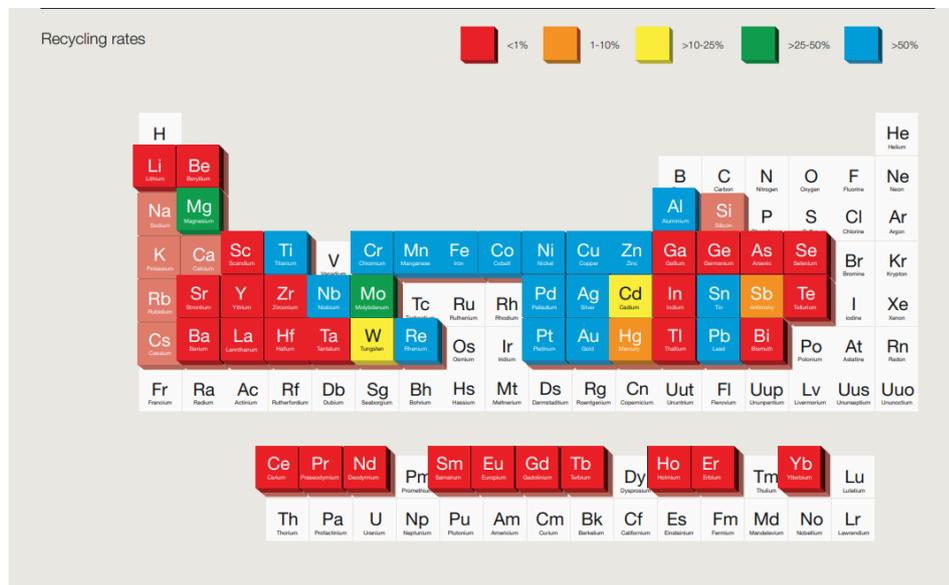


Ilustración 11. Porcentaje de reciclado de los elementos de la tabla periódica

Fuente: https://www3.weforum.org/docs/WEF_A_New_Circular_Vision_for_Electronics.pdf

El problema de la utilización de recursos se agrava si observamos los datos de reciclaje proporcionados por el Foro Económico Mundial (Véase Ilustración 11). Observando la ilustración 11 podemos determinar las ratios de reciclaje de cada elemento de la tabla periódica en base a su color; **rojo**: menos del 1% de reciclaje; **naranja**: entre un 1% y 10% de reciclaje; **amarillo**: entre un 10% y 25% de reciclaje; **verde**: entre un 25% y 50% de reciclaje; **azul**: más de un 50% de reciclaje.

Lo más sorprendente al ver estos datos es que la mayor parte de recursos que anteriormente habíamos catalogado como críticos, tienen ratios de reciclaje menor al 1%. Los minerales con un **reciclaje menor al 1%** y con un abastecimiento crítico son:

estroncio (Sr), ytrio (Y), galio (Ga), germanio (Ge), arsénico (As), indio (In), telurio (Te), hafnio (Hf) y tántalo (Ta).

El sector de fabricación de automóviles es un sector que se puede ver gravemente afectado por esta escasez de recursos, ya que precisa de una gran cantidad de materias primas para su producción.

1																	18		
1	H																	He	
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne	
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar	
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
6	Cs	Ba	Lantánidos		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Actínidos		Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Fl	Uup	Lv	Uus	Uuo
8	Lantánidos																		
9	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu				
10	Actínidos																		
11	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr				

Ilustración 12. Elementos de la tabla necesarios para la producción de un automóvil

Fuente: <https://www.linkedin.com/pulse/el-autom%C3%B3vil-y-los-recursos-naturales-antonio-mozas-mart%C3%ADnez/?originalSubdomain=es>

Tradicionalmente, la producción de vehículos precisaba de grandes cantidades de materiales como acero, aluminio, vidrios, plásticos o espumas. En las décadas, se han incorporado nuevos materiales con el propósito de construir vehículos más seguros y sofisticados (Ilustración 12). Sin embargo, algunos de estos nuevos materiales forman parte del grupo de minerales críticos: galio, indio, magnesio, niobio, tantalio o vanadio (Martínez, 2020).

Estos datos arrojan una situación insostenible que en el corto-medio plazo pueden suponer graves consecuencias, como **conflictos de interés por recursos entre países**. Por ello, es preciso adoptar modelos económicos nuevos que permitan gestionar de forma más eficiente la utilización y reutilización de los materiales.

Por otro lado, el sector de la energía es un sector que está sufriendo grandes cambios debido a un gran aumento de la demanda y una necesidad de reducción de su contaminación. Desde antaño esto no era una problemática, puesto que la producción de una alta cantidad de energía sin tener en cuenta la contaminación producida no era un inconveniente. Pero actualmente, la demanda de energía es tan elevada, que sus efectos en el medio ambiente son muy críticos. De hecho, parte de los recursos energéticos como el petróleo o el gas están al límite de su producción (Roberts, 2004).

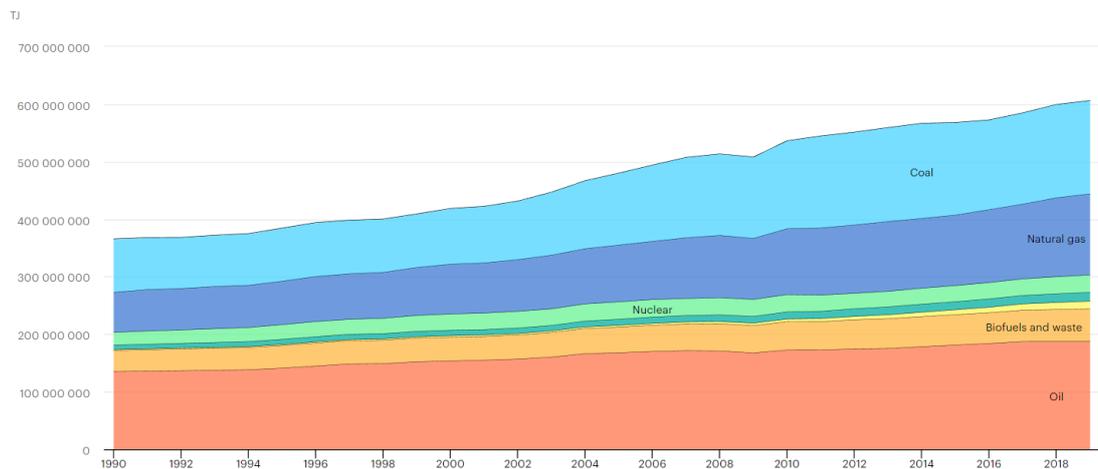


Ilustración 13. Total de energía suministrada a nivel mundial desde 1990 hasta 2019

Fuente: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-browser?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=TESbySource>

Gracias a los datos ofrecidos por la Agencia Internacional de Energía (2021) podemos conocer el origen de la energía creada a partir de los 606.411.168 Tera Julios (TJ) producidos en 2019 (Ilustración 13):

- Petróleo -> 31%
- Carbón -> 26,7%
- Gas Natural -> 23,2%
- Biocombustibles y residuos -> 9,4%
- Nuclear -> 5%
- Hidroenergía -> 2,5%
- Energías renovables (solar, eólica...) -> 2,2%

Como se puede observar, la mayor parte de la producción mundial de energía depende del petróleo, carbón y gas natural, energías contaminantes y limitadas que han sido utilizadas en grandes cantidades desde la revolución industrial.

Petróleo

El petróleo es la materia prima más utilizada para la generación de energía dado que es una de las fuentes de energía más baratas y concentradas. Tal es la importancia de esta fuente, que la posesión y utilización de esta materia suele estar vinculada a un gran poder económico. Según remarca la economista Quiroa (2019, p.2), “el petróleo genera aproximadamente el 2,5% del Producto Interior Bruto mundial”.

Al ser el petróleo un recurso tan esencial, es de especial interés conocer los sectores que más utilizan esta materia prima.

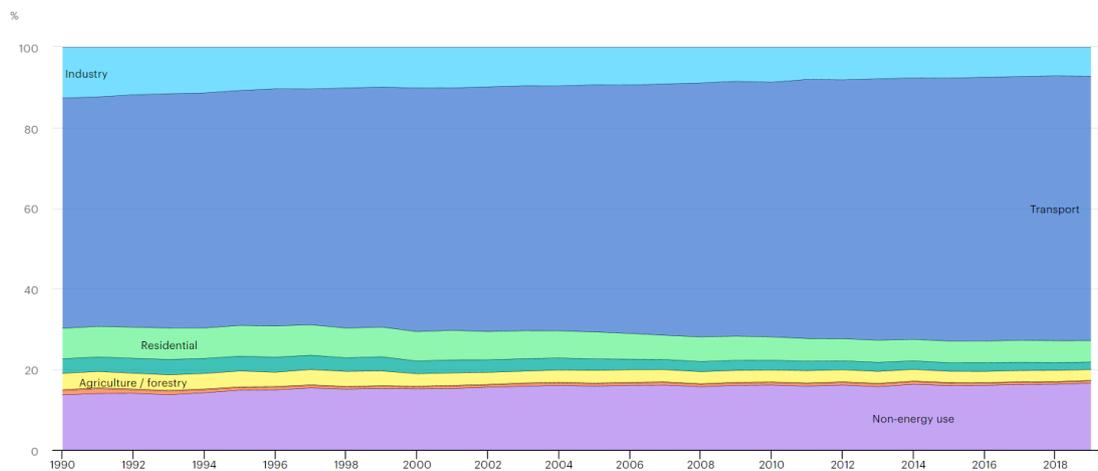


Ilustración 14. Consumo del petróleo por sector

Fuente: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-browser?country=WORLD&fuel=Oil&indicator=OilProductsConsBySector>

La ilustración 14 refleja la importancia del petróleo con respecto al sector del transporte. El sector del transporte es el principal consumidor del combustible fósil, en concreto en 2019 consumió el 66% del petróleo producido.

Cabe considerar que el petróleo es una fuente de **energía económicamente inestable**, ya que se conoce que este combustible fósil es un recurso limitado en nuestro planeta, localizado principalmente en Venezuela, Arabia Saudí, Canadá, Irán, Irak y Rusia (Zúñiga, 2020). Esta inestabilidad se vio reflejada en la crisis de 1973, crisis originada al creer que ya se habían explotado todos los yacimientos posibles del planeta y reducir considerablemente la oferta de barriles. Esta crisis tuvo un efecto directo sobre la economía mundial al cuadruplicar el precio del barril (Romans, 2022).

Para realizar un análisis más profundo de la situación actual del petróleo, tenemos que hacer referencia a su oferta y demanda.

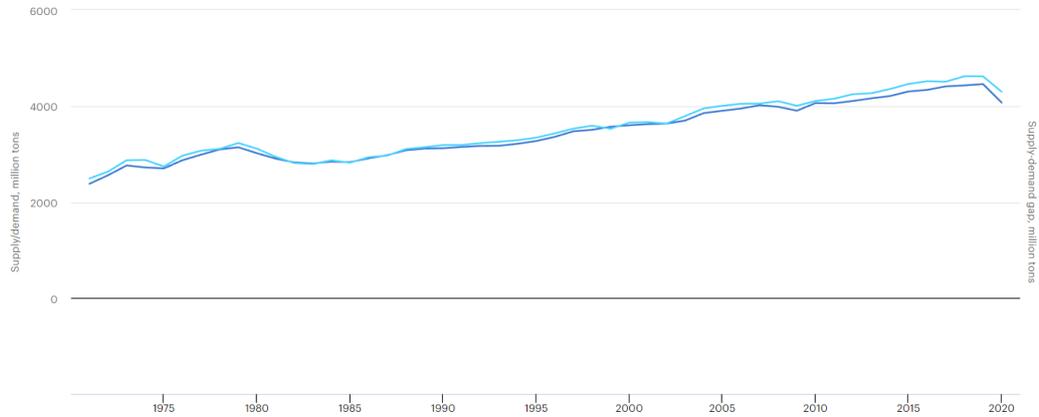


Ilustración 15. Oferta (en azul) y demanda (en morado) del petróleo en toneladas

Fuente: <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/world-oil-supply-and-demand-1971-2020>

Al analizar la ilustración 15 podemos observar como la oferta y la demanda del petróleo siempre han estado estrechamente relacionadas, creciendo y disminuyendo casi al mismo ritmo, situándose la oferta por encima de la demanda. Siendo señales de buen augurio para el sector, ahora la situación cambia al analizar en detalle los datos más recientes correspondientes a 2021 y 2022.

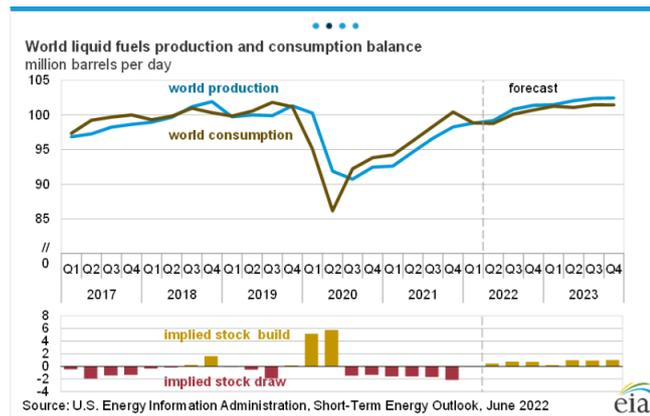


Ilustración 16. Producción (en azul) y consumo (en marrón) del petróleo en millones de barriles por día 2017-2023

Fuente: <https://www.eia.gov/outlooks/steo/>

En contraposición a la ilustración 15, en la ilustración 16 se ve cómo a partir de 2020 el consumo de petróleo fue mayor a su producción, originando una crisis. Para entender

el origen de esta crisis, hay que centrar el foco en la pandemia mundial conocida como COVID-19. Esta crisis sanitaria ocasionó el confinamiento de millones de personas, obligándolas a estar encerradas en casa sin poder utilizar sus medios de transporte, sector principal del consumo del petróleo.

El confinamiento de 2020 ocasionó un gran descenso de la demanda mundial, logrando una bajada de 9,3 millones de barriles al día. Ante el inminente peligro de superar la capacidad de almacenamiento del petróleo en la industria, las compañías petroleras decidieron reducir su producción llegando incluso a parar en seco la actividad, provocando una bajada histórica del precio del petróleo.

Pero el gran problema llegó a mediados de 2020 cuando se dio fin al confinamiento y se recuperó poco a poco la actividad laboral, recuperando el consumo habitual del sector del transporte, pero con una oferta insuficiente. Este desajuste entre oferta y demanda está ocasionando un incremento del precio de los carburantes, aumentando los costes de transporte tanto para particulares como para grandes empresas.

Según el informe de la IEA sobre el petróleo (International Energy Agency, 2021), pronostica que los niveles de oferta volverán a ser estables sobre 2024, pero sin lograr los niveles de oferta y demanda preCovid19.

Aun así, la industria del sector del transporte tiene otro reto con respecto a las nuevas políticas de emisión 0, aprobadas en el acuerdo de París, donde se pretende reducir a 0 las emisiones de carbono a la atmósfera para 2050 (Naciones Unidas, 2015) , obligando a la industria automovilística a renovar sus flotas de vehículos. Esto afecta de lleno a los motores de combustión fósiles, motores presentes en la mayor parte de medios de transporte actuales y que generan un gran grado de contaminación en su proceso de generación de energía.

A raíz de la crisis del petróleo y las nuevas políticas de emisiones 0, se ha despertado un especial interés por la creación de vehículos de transporte que utilicen energías alternativas a los combustibles fósiles, incluso se han planteado la creación de nuevos motores autosuficientes, capaces de generar energía con el frenado o mediante placas fotovoltaicas.

Tras analizar todos los problemas que conlleva el uso del modelo económico lineal, se plantea un cambio de modelo para evitar un mayor grado de contaminación y escasez de recursos. En el siguiente apartado se plantea el modelo circular, como modelo de transición.

2.3 Economía Circular

Desde hace tiempo, se viene utilizando el modelo de economía lineal para desarrollar las actividades económicas no solo de las industrias sino también de la sociedad. De este modo, se han conseguido grandes beneficios debido a una gran cantidad de producción con costes muy bajos. Sin embargo, el uso en exceso de este modelo ha tenido grandes efectos negativos en la economía, sociedad y medioambiente, que deben ser solucionados con la implantación de un nuevo modelo económico. Por ello, se plantea el modelo de economía circular como una idea para hacer frente a las crecientes limitaciones de los recursos naturales de la Tierra, afrontando las limitaciones como un nuevo camino hacia la transición a la producción y el consumo para la sostenibilidad (Cezarin et al., 2021).

Tal y como describe el parlamento europeo, *“la economía circular es un modelo de producción y consumo que implica compartir, alquilar, reutilizar, reparar, renovar y reciclar materiales y productos existentes todas las veces que sea posible para crear un valor añadido. De esta forma, el ciclo de vida de los productos se extiende”* (Parlamento Europeo, 2022, p.1).

El objetivo principal de este nuevo modelo es reducir al mínimo la creación de residuos. En modelos económicos anteriores cuando un objeto llegaba al final de su vida útil, se desecha sin ninguna intención de reutilizar los materiales que contenía, pero en este nuevo modelo circular, se pretende alargar el proceso productivo **reutilizando al máximo los materiales** de los productos.



Ilustración 17. Fases del modelo de economía circular

Fuente: https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/euoparl/circular_economy/circular_economy_es.svg

Las claves principales de las fases de este modelo son (SYMBI, 2022):

- Extracción de materias primas: Fase compartida tanto por el modelo lineal como por el circular, y que esencialmente comparten el mismo objetivo, obtener los recursos primarios para poder elaborar una actividad económica. Pero al contrario del modelo lineal, en el modelo circular se utilizan estrategias que tienen en cuenta el procesado de residuos o la reducción del impacto medioambiental en la extracción de los recursos. Algunas de estas estrategias son el uso eficiente de la energía, la utilización de fuentes de energía renovable, el uso de materias primas recicladas...
- Diseño: Incorporación de criterios de evaluación del impacto medioambiental de los productos. En esta fase se pretende mejorar la eficiencia del consumo, alargando al máximo la vida útil de los productos, facilitando la reutilización y reparación de los mismos. Pero en especial importancia se pretende crear un diseño capaz de maximizar las opciones de reciclado de los diferentes componentes al final de su vida útil.
- Producción: Segunda fase que se comparte con el modelo lineal, en esta fase ambos modelos pretenden elaborar un producto en base a las materias primas obtenidas en la primera fase. Pero en este modelo circular en el proceso de producción se fijan objetivos como la reducción del consumo de energías, la optimización del uso de los materiales y la reducción de los residuos. Objetivos que no comparte con el modelo lineal, ya que en el modelo lineal solo se centra en abaratar los costes de producción al máximo para obtener el máximo beneficio posible, sin tener en cuenta la gran cantidad de residuos y contaminación que se produce.
- Distribución: Fase relacionada también con el modelo lineal, que pretende facilitar el acceso del producto creado, al cliente final que le va a dar uso. A diferencia del modelo lineal en esta fase se tiene en cuenta aspectos como; el embalaje, que sea reciclado, reutilizables de materiales reciclados o se reduzca el peso/volumen; el transporte, que sea más eficiente utilizando vehículos que se muevan con energías renovables; y logística, que se tracen rutas que generen un menor impacto medioambiental.
- Consumo: Uso del producto durante su vida útil por el cliente final. Bajo la visión del modelo circular se trata de alargar lo máximo posible la vida útil del producto, facilitando servicios de limpieza o reparación de los productos. Se pretende eliminar los componentes de obsolescencia programada utilizados bajo modelos de economía lineal que intentan acortar la vida útil del producto.

- **Recogida:** Fase al final de la vida útil del producto. Creación de una infraestructura adecuada para el depósito del producto al final de su vida útil y transporte a centros especializados en la reutilización de materiales.
- **Reciclado:** Fase final del proceso, donde se persigue la máxima reutilización de los componentes del producto. En esta fase los materiales del producto pueden ser tratados de distinta forma. Existe una jerarquía dentro del modelo circular a la hora de tratar los residuos, esta jerarquía está presente en el artículo número 3 de la directiva marco europea 2008/98/CE. En la cúspide de la jerarquía se encuentra la reutilización del producto, a continuación, la refabricación, el reciclado de materiales y por último la incineración segura. En todo momento se evita la acumulación de los residuos en vertederos. Esta jerarquía va descendiendo con relación a como se puede tratar el producto cuando es un desecho.

2.3.1 Principios del modelo circular

Junto con el objetivo principal la reducción de residuos, presentado anteriormente, el modelo circular también presenta otros objetivos como el uso de energías renovables y la eficiencia energética. Por ello, la fundación Ellen MacArthur, la cual participó en el origen del concepto de economía circular, establece 3 principios para obtener estos objetivos (Ellen Macarthur Foundation, s.f.):

- **Eliminar residuos y contaminación desde el diseño.** Este principio plantea el problema de la eliminación de desechos como un defecto de diseño. Durante la fase de diseño se formula la pregunta: ¿qué va a ser del producto al final de su vida útil? con el fin de crear productos que permitan la reinserción de sus materiales en la economía al final de su vida útil. Con un enfoque en el diseño, podemos eliminar el concepto de desperdicio.

Las empresas de todo el mundo han estado repensando la forma en que diseñan, fabrican y rehacen sus productos. Por ejemplo, Apeel es una empresa que ha ideado una forma innovadora de eliminar los envases de plástico retráctiles de un solo uso en frutas y verduras frescas. Apeel es una capa de recubrimiento comestible a base de plantas aplicada a productos frescos que imita y mejora las defensas naturales de frutas y verduras. Esto ralentiza las dos cosas principales que causan el deterioro: la pérdida de agua y la oxidación (Apeel, 2022).
- **Mantener productos y materiales en uso.** Corresponde al segundo principio de la economía lineal, centrado en mantener los materiales en uso, ya sea como producto o, cuando ya no se pueda usar, como componentes o materias primas. De esta

manera, nada se convierte en desperdicio y se conserva el valor intrínseco de los productos y materiales.

Hay varias formas en las que los productos y materiales pueden mantenerse en circulación y es de utilidad tener en cuenta la existencia de dos ciclos fundamentales: el ciclo técnico y el ciclo biológico (Ellen Macarthur Foundation, s.f.). En el ciclo técnico, los productos se reutilizan, reparan, remanufacturan y reciclan. En el ciclo biológico, los materiales biodegradables se devuelven a la tierra a través de procesos como el compostaje y la digestión anaeróbica (Ilustración 18).

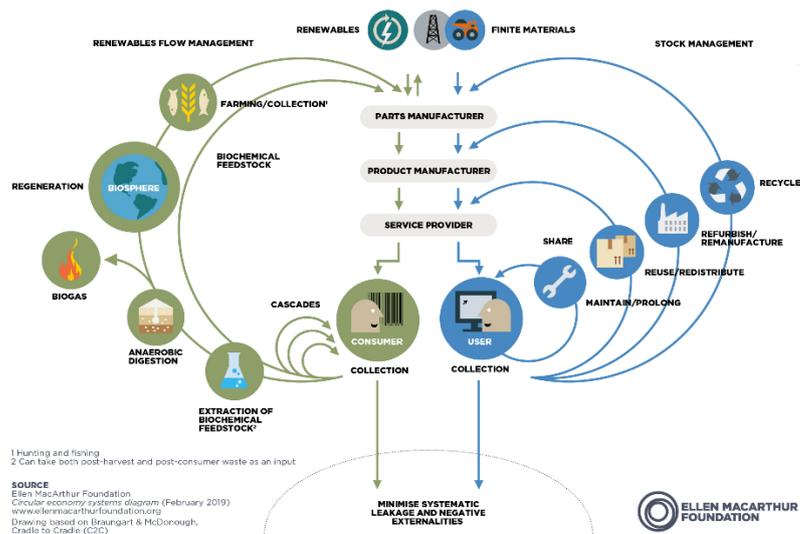


Ilustración 18. Diagrama del funcionamiento del ciclo técnico y biológico

Fuente: <https://ellenmacarthurfoundation.org/circulate-products-and-materials>

Existe una empresa denominada Ecovative que fabrica envases a partir de partes de cultivos que no se pueden comer y raíces de hongos. El embalaje es capaz de proteger artículos frágiles, siendo una fuente renovable y que no contribuye al desecho de los plásticos. Una vez cumplida su función el embalaje puede actuar como abono, y devolverse al suelo de forma segura (Ecovative, 2022).

- **Regenerar sistemas naturales.** Este es el tercer principio que apoya los procesos naturales y deja más espacio para que el medioambiente se regenere. Hay que centrar el enfoque de extracción a regeneración. En lugar de degradar continuamente la naturaleza, hay que construir capital natural. Esto se puede lograr aplicando prácticas agrícolas que permiten que la naturaleza reconstruya los suelos y aumente la biodiversidad, y devuelva materiales biológicos a la tierra.

Este principio defiende el uso de recursos siempre que sea una decisión sensata y se utilicen las tecnologías y procesos más eficientes, ofreciendo así un alto grado de rendimiento.

La empresa Natura es una empresa que aplica este principio. Natura es la empresa de cosméticos más grande de América del Sur, produciendo una amplia gama de productos, incluidos jabones, cremas y champús. Pero en su modelo de negocios aplican el concepto de economía de “bosque en pie”. En términos simples, esto significa que un árbol tiene mucho más valor económico en pie que talado. Esta filosofía ha preservado más de 2 millones de hectáreas de selva amazónica, con el objetivo de aumentar esta área a 3 millones de hectáreas para 2030 (Natura, 2022).

2.3.2 Beneficios del modelo circular

Desde el foro mundial económico se publica un artículo defendiendo los beneficios de cambiar de una modelo de consumición lineal a uno circular (McGinty, 2021). En este artículo se presentan 5 beneficios principales del modelo lineal:

1) Hacer un mejor uso de los recursos finitos.

El concepto de economía circular, ya tratado anteriormente, se basa en realizar un mejor uso de recursos naturales como los bosques, suelos, agua, aire, materiales y minerales.

La aplicación de un modelo circular a la industria textil supone un menor uso de recursos naturales. Cada año se utilizan enormes cantidades de combustibles fósiles para producir ropa a partir de fibras sintéticas, además de casi 100.000 millones de metros cúbicos de agua al año, aproximadamente el 4 % de la extracción mundial de agua dulce (Ellen MacArthur Foundation, 2017). Crear una economía circular para los textiles significa cambiar a materiales reciclados y reciclables para reducir la cantidad de tierra, agua y combustibles fósiles utilizados para producir ropa nueva. Por ello hay que cambiar los patrones de consumo actuales de una cultura de moda rápida, en la que es muy frecuente comprar ropa nueva, a una cultura donde se mantiene la ropa en uso por más tiempo. Esto se puede lograr desarrollando los mercados de alquiler y de segunda mano.

2) Reducir las emisiones.

Alrededor del 45% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero provienen del uso y la fabricación de productos, así como de la producción de

alimentos. Las estrategias de economía circular que reducen nuestro uso de recursos pueden reducir las emisiones globales de gases de efecto invernadero en un 39 % (Circle Economy, 2021) y desempeñar un papel crucial para evitar los peligrosos impactos del cambio climático.

3) Proteger la salud humana y la biodiversidad.

La implantación de un modelo circular ayuda de diversas formas en la protección de la salud humana y la biodiversidad. El impacto de este cambio dependerá en gran medida de cómo se traten los productos al final de su vida útil. Pero cabe destacar que al diseñar productos que se mantienen durante más tiempo en el mercado, se está reduciendo de forma indirecta la generación de residuos, al igual que con la creación de sistemas más adecuados de recolección y procesamiento, se está protegiendo a los trabajadores y al medio ambiente de materiales peligrosos. Por ejemplo, si se utiliza la sustitución de los plásticos por otros materiales, el diseño de los plásticos para que puedan reciclarse más fácilmente y el aumento de la recogida y el reciclaje, se podría reducir el flujo de residuos plásticos en el océano en un 80% en 20 años, un cambio que sería enormemente beneficioso para la salud humana y la biodiversidad (Reddy & Lau, 2020).

4) Impulsar las economías.

Basándose en un estudio realizado por la consultora Accenture (Lacy & Rutqvist, 2015) el modelo de economía circular ofrece una **oportunidad de 4.5 trillones de dólares** al reducir los desechos, estimulando la innovación y generando empleo. Las nuevas compañías centradas en modelos de reusar, reparar, refabricación y compartir ofrecen grandes oportunidades de innovar.

Al implantar un modelo circular en el sector del plástico se crearían oportunidades económicas que ofrecerían beneficios como: la reducción de los costes de la contaminación de los océanos, que actualmente ronda los 13.000 millones de dólares anuales, afectando de forma directa a sectores como la pesca y el turismo; la mitigación del efecto del cambio climático al utilizar menos combustibles fósiles para la creación del plástico; y la reducción de costes sanitarios, al disminuir las emisiones tóxicas producidas por la quema de los plásticos.

Muchos de estos beneficios y oportunidades económicas son a largo plazo y precisan de grandes inversiones. Para muchas empresas realizar esta inversión tan cuantiosa para un beneficio a largo plazo supone un gran riesgo que no están dispuestas a correr. En consecuencia, deben presentarse otros incentivos a corto plazo para que las empresas desarrollen nuevos modelos de negocio innovadores y

permitan el flujo eficiente de materiales reutilizados y reciclados a través de las cadenas de valor mundiales.

5) **Crear más y mejores trabajos.**

La Organización Internacional del Trabajo (2018) publicó un artículo en su página web, acreditando que la economía circular es capaz de generar **hasta 6 millones de puestos de trabajos**. Es cierto que como consecuencia del cambio al modelo circular se perderán trabajos en las empresas más lineales. Sin embargo, se pueden crear nuevos empleos relacionados con el reciclaje, aumentar los servicios de reparación y alquiler o dar una mayor oportunidad de crecimiento a empresas que se dediquen a darle un segundo uso a los materiales que se desechan.

2.3.3 Limitaciones del modelo circular

Tras observar la cantidad de beneficios que se pueden lograr con este modelo nos surge la siguiente pregunta: si este modelo es tan bueno, ¿por qué no se está implantando de forma inmediata en las compañías? Para poder contestar a esta pregunta tenemos que conocer las **3 principales barreras** (Redacción MAPFRE, 2020) a las que se enfrenta este nuevo modelo, que están ralentizando su implantación:

- **A nivel político y de regulación.** No existe suficiente apoyo político para la implantación del modelo. Según el informe realizado por la Agencia Europea de Medio Ambiente, “Cooperación transfronteriza en materia de energías renovables” (2020, p.4) los países emplean la regulación para el reciclaje, la recuperación de energía y la gestión de residuos. Por el contrario, para implantar los conceptos de diseño ecológico, el consumo y la reutilización, fases fundamentales para la implantación de un modelo circular, solo cuentan con campañas dedicadas a la información y políticas menos severas.
- **A nivel cultural.** La segunda barrera se encuentra en el consumidor y en su mentalidad al comprar. No se tiene en cuenta la sostenibilidad del producto, los consumidores están habituados al sistema de comprar, usar y tirar. Es preciso, pues, cambiar el pensamiento del consumidor favoreciendo al reciclaje y la reutilización. Por ello se ha de conseguir inculcar en los consumidores, que los productos con un alto periodo de vida útil tienen un valor superior a los productos con vidas útiles muy reducidas. Tratando de eliminar la concepción de que los productos remanufacturados tienen la misma calidad que los productos nuevos.
- **A nivel tecnológico.** El tercer impedimento viene dado por la falta de mecanismos tecnológicos adecuados. Según el informe citado anteriormente sobre la AEMA, existe una **necesidad de monitorización del progreso** de la economía circular que conlleva una

gran inversión. Parte de esta monitorización se realiza mediante la obtención de datos de las fases de producción y consumo principalmente, y analizando los ciclos de vida útil de los productos. Se precisa tanto de habilidades técnicas de especialistas, como de nuevos elementos tecnológicos, capaces de monitorear la vida útil de los productos.

3. Propuesta de aplicación de la economía circular en el sector del automóvil

En esta sección se pretende mostrar la situación actual del mercado automovilístico y los efectos de aplicar un modelo circular económico. Para ello se hará referencia principalmente a datos automovilísticos de la Unión Europea, organización que está marcando el liderazgo en el cambio de modelos económicos.

3.1 Análisis del Sector Automovilístico

La creación del automóvil ha cambiado drásticamente la forma de transporte de las personas y mercancías, ocasionando muchos efectos positivos y negativos. El impacto del vehículo ha sido multifacético, afectando a la economía, las rutas de transporte e incluso las culturas. En muchas ocasiones, ha marcado el ritmo de avance de las sociedades, teniendo un gran impacto sobre el PIB mundial y la generación de empleo (Cornet et al., 2019). El sector automovilístico en muchas ocasiones ha sido líder en crear tecnología y modelos de producción avanzados a su era, por ello es de especial interés seguir de cerca este cambio de la industria de un modelo lineal, a un posible modelo circular de producción.

Desde la propia página web de la Comisión Europea (2022) se remarca la importancia del sector del automóvil en:

- La generación de trabajo: El sector del automóvil genera alrededor de **13.8 millones de puestos de trabajo**. De los casi 14 millones de empleos generados por los vehículos, 3,5 millones son puestos de trabajo centrados de forma directa o indirecta en la fabricación, 4,5 millones de personas trabajan en las ventas y mantenimiento y 5,1 millones se dedican al transporte.
- Impacto en la economía de la Unión Europea: La industria automotriz representa el **7% del PIB** de la Unión Europea, que se situó en torno a los 936.000 millones de euros en 2020.
- Las relaciones con otros sectores productivos: Tiene un efecto multiplicador en la economía al mantener relaciones estrechas con industrias siderúrgicas, químicas, textiles, TIC, reparación y servicios de movilidad.

Para poder analizar un poco mejor el mercado de los automóviles tenemos que conocer el ritmo de producción de vehículos.

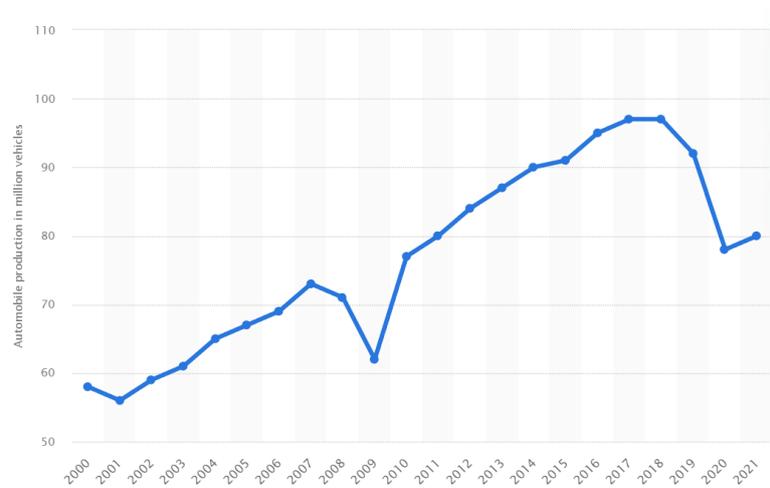


Ilustración 19. Estimación global de producción de coches

Fuente: <https://www.statista.com/statistics/262747/worldwide-automobile-production-since-2000/>

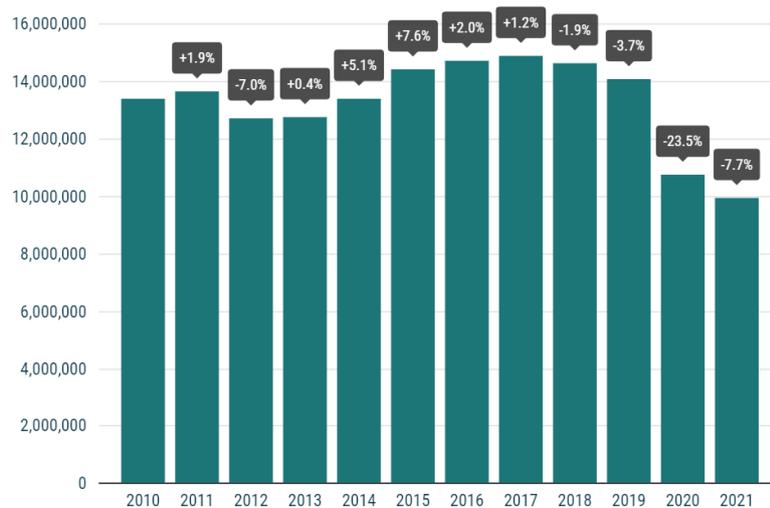


Ilustración 20. Producción de coches en la Unión Europea

Fuente: <https://www.acea.auto/figure/eu-passenger-car-production/>

Al observar las ilustraciones 19 y 20 podemos ver cómo la producción de vehículos siempre ha estado en aumento, tanto a nivel global como a nivel europeo, a excepción de los periodos transcurridos entre 2007 y 2009 y desde el 2018 al 2021 respectivamente. El descenso de la producción entre 2007 y 2009 fue debido a la gran crisis económica de 2007 ocasionada por la burbuja inmobiliaria, crisis que afectó críticamente a la industria automotriz. Tras la crisis, en 2010, el ritmo de producción recuperó valores parecidos al periodo precrisis. El sector siguió

creciendo en su producción a partir de 2010 hasta que, en 2020, se produjo otra gran **caída de la producción** debido al Covid-19. El Covid-19 supuso la declaración de estado de alarma en muchos países, pausando las actividades industriales y comerciales de los mismos. Este fenómeno causó un descenso en la producción automotriz de la Unión Europea del 27,2% con respecto a los niveles de producción del 2018. Al contrario de la crisis del 2007, los niveles de producción aún no han vuelto a valores anteriores. De hecho, actualmente el sector del automóvil presenta dificultades a la hora de lograr altos niveles de producción ante el alza de los precios de las materias primas, la escasez de chips informáticos, la poca disponibilidad de contenedores de transporte, la interrupción de cadenas de suministro, o el cierre de fábricas, entre otros.

Para profundizar un poco más sobre la situación del sector automovilístico, vamos a analizar los datos sobre la compra de vehículos nuevos.

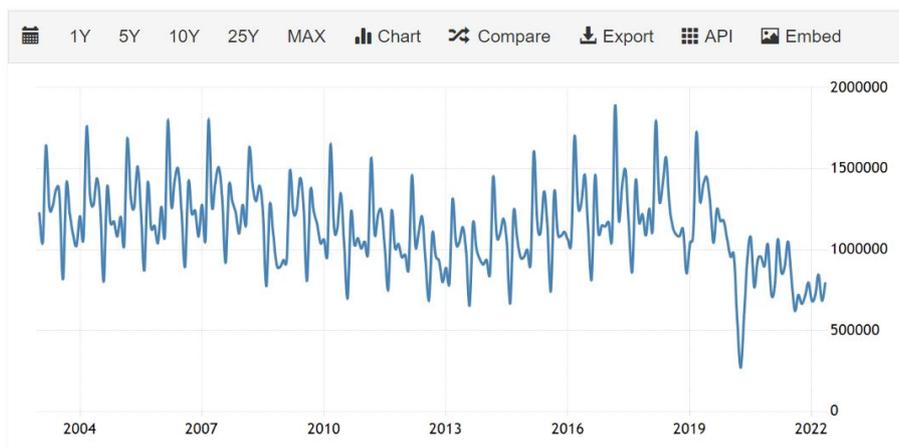


Ilustración 21. Registro de coches nuevos en la Unión Europea

Fuente: <https://tradingeconomics.com/european-union/car-registrations>

Basándonos en los datos de la ilustración 21 podemos concluir que la matriculación de vehículos nuevos se ha mantenido en sus niveles desde 2004 hasta 2019, pero en 2019 se experimentó un gran descenso pasando de 1.750.000 matriculaciones en 2018 a menos de 500.000 millones en 2020. Es cierto que la crisis del Covid-19 es un factor clave que ha ocasionado un descenso de producción, limitando la oferta y reduciendo el número de matriculaciones nuevas, pero este no ha sido el único inconveniente. Como se trata en el artículo “La situación del mercado automovilístico en España: compraventa entre particulares y crisis de matriculaciones” del periódico El Confidencial Digital (B.G.H, 2022), se está creando una nueva tendencia en alza de comprar-venta coches de segunda mano entre particulares. Este **cambio en la conducta de los**

consumidores viene dado por la aparición de redes sociales, plataformas de cambio y páginas web dedicadas a la compraventa de segunda mano que facilitan las transacciones entre particulares.

La creación de este mercado secundario de coches usados está afectando de lleno en la demanda de los consumidores de automóviles.

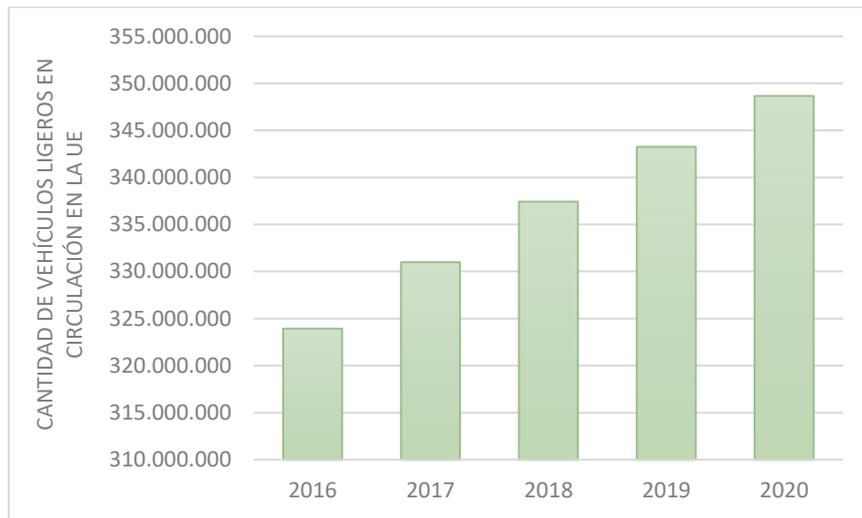


Ilustración 22. Parque automovilístico europeo por año

Fuente: Elaboración propia con base en los datos del informe anual de ACEA sobre los vehículos en uso en Europa 2022

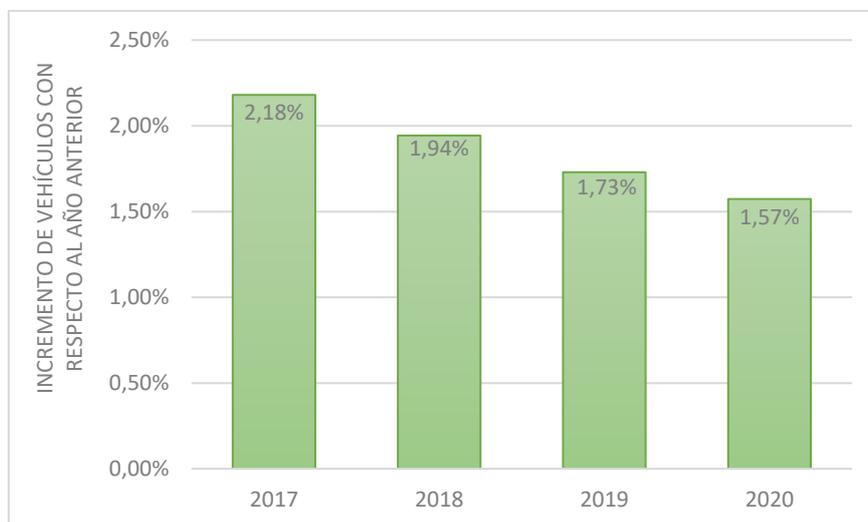


Ilustración 23. Incremento del parque automovilístico europeo por año

Fuente: Elaboración propia con base en los datos del informe anual de ACEA sobre los vehículos en uso en Europa 2022

Al consultar la cantidad de vehículos en circulación en Europa (Ilustración 22) sorprende ver el continuo crecimiento de la cantidad de vehículos en circulación a pesar de la crisis del 2019. Si bien observamos en la ilustración 23, este crecimiento es menor cada año, pero aun así en 2020

se aumentó en un 1,6% la cantidad de vehículos en circulación. Dato que resalta ya que en este mismo año se produjo una gran reducción de la producción y matriculación de vehículos nuevos.

Para poder entender la razón de este continuo crecimiento, debemos tener en cuenta la edad media del parque automovilístico europeo. En el informe de la ACEA (2021), se muestra que la edad media de los vehículos en circulación en la UE fue de 11,5 años, valor que ha aumentado a 11,8 en el informe de 2022.

Tras la recopilación y análisis de los datos podemos concluir que el sector del automóvil está sufriendo una **desaceleración**, debido a una reducción de su producción y **una menor demanda de vehículos nuevos**. Además, se puede observar un cambio en la mentalidad de los consumidores, ante el crecimiento de mercados secundarios y el aumento de la edad media de los vehículos en circulación.

El mercado está sufriendo cambios; los clientes ya no buscan renovar los vehículos cada cierto tiempo, sino que se está creando una tendencia que premia la durabilidad y la reducción de costes de mantenimiento, principios que respalda el modelo de economía circular. Con el fin de que la industria del automóvil siga a flote, se han de cambiar los modelos económicos que rigen su producción y comercialización para ajustarse a las nuevas tendencias.

3.2 Implantación del modelo circular en el sector automovilístico

La implantación de un modelo circular en la industria automovilística podría dar solución a la problemática presentada en apartados anteriores. Por ello, es menester entender cómo podría llevarse a cabo, así como los beneficios e implicaciones que surgirían. Gran parte de estos datos se han extraído del informe “Raising Ambitions: A new roadmap for the automotive circular economy”, originado de una colaboración del Foro Económico Mundial con la consultora Accenture Strategy (World Economic Forum, 2020).

En este informe se plantea el concepto del “coche circular” como el concepto teórico de la creación de un coche capaz de maximizar la eficiencia de sus materiales. El coche circular se basa en 2 principios, la generación de 0 residuos materiales y la contaminación nula durante las fases de producción, uso y eliminación. La visión de coche circular conforme lo plantea el FROM es un poco idealizada, porque actualmente es imposible imaginarse un vehículo 0. Pero no es preciso la creación perfecta de un vehículo que no genere residuos ni contamine, la implantación de ciertas medidas circulares puede ofrecer grandes beneficios económicos, sociales y ecológicos. Además, actualmente existe una convergencia de mega tendencias, comentadas anteriormente,

relacionadas con el avance tecnológico, el medioambiente y la economía que están impulsando a la industria automovilística moderna a esta transformación circular.

La iniciativa del coche circular precisa la implementación de conceptos circulares en 3 áreas para un correcto desarrollo (Ilustración 24):

- Área de Materiales: Tiene como objetivos descarbonizar los materiales, aplicar un ciclo cerrado en el reciclado y proporcionar a los materiales una segunda vida útil.
- Área de Modelos de Negocios: Se centra en establecer una serie de estrategias para lograr la circularidad. El objetivo de esta área es maximizar el rendimiento de la movilidad por unidad de recursos y emisiones gastadas. Durante la creación del modelo se deben tener en cuenta aspectos como el uso, la vida útil del vehículo, los materiales y la energía.
- Área política: Es el modelo más flexible y complejo ya que ha de ser capaz de leer el ecosistema en el que se mueve y crear herramientas políticas internacionales que promuevan la implantación de sistemas circulares.

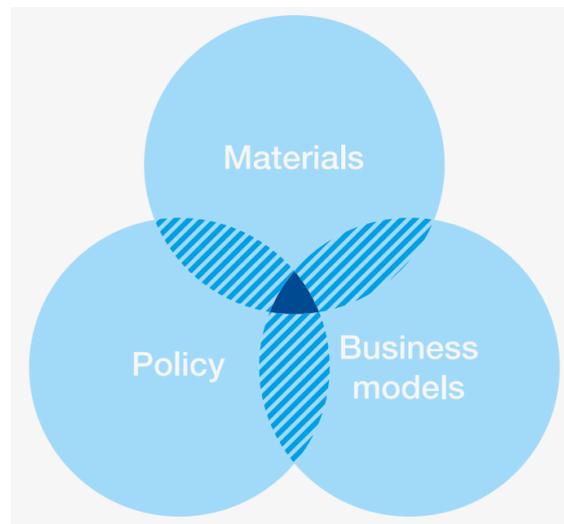


Ilustración 24. Áreas implicadas en la correcta implantación del modelo económico circular

Fuente: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Raising_Ambitions_2020.pdf

3.2.1 Sistema de implantación del modelo circular por fases

La creación de un vehículo circular es clave para crear un sistema de transporte con bajas emisiones de carbono. Según datos de la Unión Europea, *“con la tecnología actual existe la oportunidad de **reducir las emisiones de carbono** emitidas por los coches en un 75% y **disminuir***

en un 80% el consumo de recursos por pasajero-kilómetro para 2030” (World Economic Forum, 2020, p.7).

Es más, la Unión Europea se plantea la situación de crear un sector de transporte con emisiones 0 y un consumo eficiente de los recursos empleados. Para ello han elaborado un sistema que muestra las diferentes fases que ha de sufrir la industria de automoción para implantar el modelo circular (Ilustración 25).

A modo de establecer un control y cuantificar el progreso, las fases del modelo están marcadas por dos variables, **la eficiencia del carbono y la eficiencia de recursos**.

$$\text{Eficiencia del carbono} = \frac{\text{Emisiones de Co2 en el ciclo de vida útil(g)}}{\text{Km por pasajero}}$$

$$\text{Eficiencia de recursos} = \frac{\text{Consumo de recursos no circulares(g)}}{\text{Km por pasajero}}$$

Los km por pasajero tienen en cuenta la media de pasajeros en un vehículo y los km recorridos durante el ciclo de vida.

La eficiencia de carbono se puede calcular dividiendo las emisiones de CO2 en el ciclo de vida(g), dividido los kilómetros por pasajero.

$$\text{Eficiencia del carbono} = \frac{\text{Co2 producto} + \text{Co2 uso del producto}}{\text{Km por pasajero}}$$

Las emisiones de CO2 en el ciclo de vida tiene en cuenta:

- El CO2 producido por el producto. Tiene en cuenta el CO2 generado por los materiales utilizados, los componentes de producción y ensamblaje y el tratamiento al final de la vida útil.
- El CO2 producido durante el uso del producto. Tiene en cuenta las emisiones del tubo de escape y las emisiones generadas por crear energía.

Por otro lado, **la eficiencia de recursos** se calcula al dividir el consumo de recursos no circulares (g) entre los kilómetros por pasajero.

$$\text{Eficiencia de recursos} = \frac{\text{Material no circular en el vehículo} + \text{Desechos no circulares}}{\text{Km por pasajero}}$$

Los recursos no circulares hacen referencia a:

- Los materiales no circulares que contiene el vehículo.
- Los materiales no circulares de los desechos del vehículo.

La consideración de los recursos no circulares viene determinada por: la masa total del vehículo, el total de desechos, el flujo de entrada y salida de refabricado y el flujo de entrada y salida de reciclado.

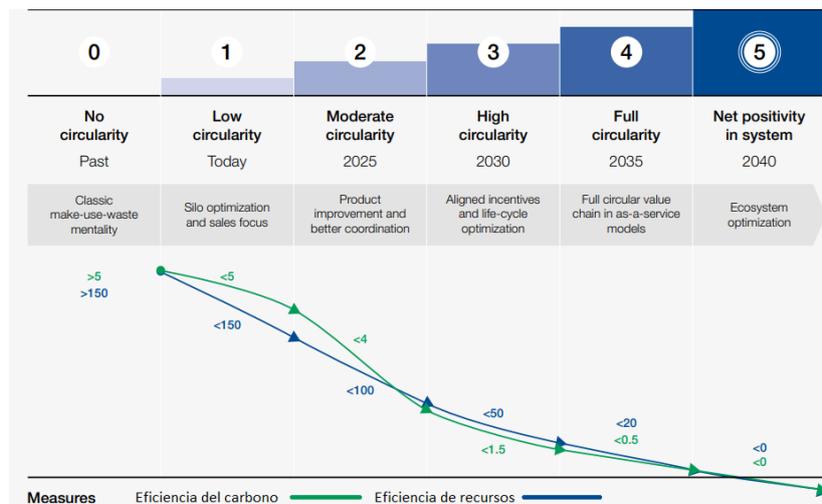


Ilustración 25. Modelo de implantación de la economía circular por fases

Fuente: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Raising_Ambitions_2020.pdf

Este modelo de implantación consta de 5 fases:

- Fase 0 – No circularidad: Modelo clásico basado en hacer-usar-desechar.
Eficiencia del carbono: >5 Eficiencia de recursos: >150
- Fase 1 – Baja Circularidad: La optimización de todas las partes que contribuyen en el proceso y centrarse en las ventas.
Eficiencia del carbono: <5 Eficiencia de recursos: <100
- Fase 2 – Circularidad Moderada: Mejora de los productos y una mejor coordinación.
Eficiencia del carbono: <4 Eficiencia de recursos:
- Fase 3 – Alta Circularidad: Mayor implicación general en los modelos circulares y optimización del ciclo de vida.
Eficiencia del carbono: <1.5 Eficiencia de recursos: <50
- Fase 4 – Plena Circularidad: Cadena de valor circular completa en modelos como servicio.

Eficiencia del carbono: <0.5

Eficiencia de recursos: <20

- Fase 5 – Generación de un impacto positivo en el sistema: última fase donde se observan los beneficios de la implantación de un sistema circular, optimizando el ecosistema.

Eficiencia del carbono: <0

Eficiencia de recursos: <0

En la fase 5 del modelo se prevé contar con un vehículo 100% circular que se caracteriza por: a) usar energía eficiente y renovable; b) la optimización de la vida útil del vehículo y sus componentes para ofrecer la máxima eficiencia; c) la utilización de materiales que no generan residuos; y d) la optimización del uso de los vehículos.

En el modelo muestran una situación idílica donde se logra el nivel máximo de circularidad en 2040. Parece ser algo alejado de la realidad ya que existen [barreras de implantación del sistema circular](#), comentadas anteriormente. Con la finalidad de observar una imagen real de cómo avanza el proceso de transformación circular, debemos prestar una mayor atención a los niveles de eficiencia de carbono y eficiencia de recursos de cada fase.

3.2.2 Vías de transformación hacia un sistema circular

Para lograr la transformación del sector a un modelo circular se precisa del cambio de 4 vías principales: descarbonización de la energía, circularidad de los materiales, optimización de la vida útil, mejora de la utilización. Estas 4 vías implementan soluciones estrechamente interrelacionadas, claves para llegar a la fase 5 del sistema de implementación del modelo circular comentado en el apartado anterior:

3.2.2.1 Descarbonización de la energía

A través de la descarbonización de las energías se busca la implantación de energías completamente renovables en las fases de producción y uso.

Desde hace mucho tiempo cuando se habla del motor de un vehículo, siempre se piensa en dos alternativas: gasolina y diésel. Estos motores son motores fósiles muy eficientes, que producen la energía a muy bajo costo, pero que generan emisiones de CO₂ muy altas. Con el paso de los años se ha conseguido refinar estos motores para reducir sus emisiones durante su uso, logrando grandes cambios, pero la creciente preocupación por el cambio climático y la contaminación en nuestro planeta ha promovido la creación de nuevos motores con fuentes de energía alternativas.

Algunas de las nuevas alternativas son los motores de Gas Licuado de Petróleo GLP, Gas Natural Comprimido (GNC) e hidrógeno, que disminuyen en gran cantidad sus

emisiones. Pero actualmente existe un líder indiscutible que está marcando el liderazgo hacia la transición de motores, el motor eléctrico (Irle, 2020).

Gracias a la innovación de la tecnología se ha conseguido la creación de un motor eléctrico capaz de generar energía sin emitir emisiones contaminantes por su tubo de escape. Esta es una de las causas principales por las que la Unión Europea se plantea la creación de un plan de electrificación total de la flota de vehículos para 2050 (Comisión Europea, 2019; Parlamento Europeo, 2019).

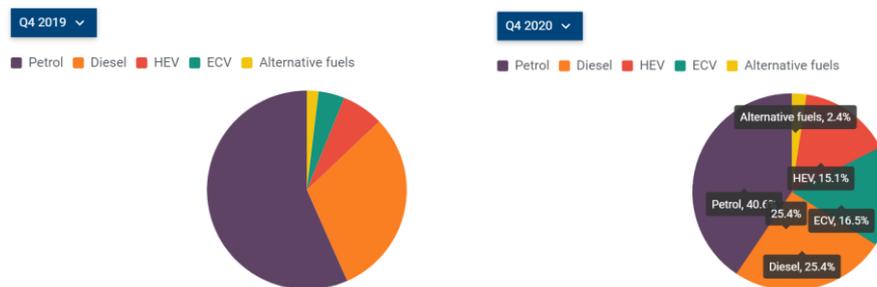


Ilustración 26. Comparación del uso de combustibles en vehículos en 2019 y 2020

Fuente: <https://www.acea.auto/fuel-pc/fuel-types-of-new-cars-electric-10-5-hybrid-11-9-petrol-47-5-market-share-full-year-2020/>

Si observamos la ilustración 26, podemos confirmar cómo los vehículos eléctricos están ganando una gran relevancia en el mercado de energías. Para poder entender correctamente la ilustración, hay que hacer una diferenciación entre dos tipos de vehículos eléctricos, los Hybrid Electric Vehicles (Vehículos híbridos eléctricos o HEV por sus siglas en inglés) son coches con motores de combustión que se combinan con motores eléctricos que se cargan con el frenado del vehículo. Por otro lado los vehículos eléctricos Electrically-chargeable vehicles (Vehículos eléctricos cargables o ECV por sus siglas en inglés), son vehículos que pueden funcionar completamente con motores eléctricos, cargándose mediante cargadores especiales de alta potencia. Retomando los datos de la ilustración 26 se ha producido un gran aumento en tan solo un año de los HEV y ECV. En concreto en 2019 los vehículos HEV contaban con tan solo un 6,8% de participación en el mercado y los ECV un 4,2%, incrementado la participación de ambos para 2020, HEV 15,1% y ECV 16,5% marcando el liderazgo los vehículos enchufables(ECV).

No obstante, la utilización de baterías y motores eléctricos no es la única solución. Desde la Universitat Politècnica de València (UPV) se está trabajando en la creación de un motor de combustión con emisiones 0 (CarWow, 2021). La clave de este proyecto está

fundamentada en un sistema circular. En este sistema pretenden convertir las emisiones de CO₂, que normalmente se expulsan por el tubo de escape en un coche de combustión, en líquido y almacenarlo en cápsulas, para posteriormente darle una segunda vida utilizándose en la creación de bebidas gaseosas, hielos y otros productos que precisan del CO₂ para ser creados.

Así pues, gracias a la tecnología con la que contamos hoy en día podemos dar con nuevas soluciones capaces de reducir las emisiones de CO₂, lo cual contribuye a renovar los procesos productivos.

3.2.2.2 Circularidad de los materiales

El objetivo de esta vía de transformación es lograr la utilización de materiales 100% circulares, es decir materiales reciclados y renovables. Teniendo en cuenta que se ha de procesar correctamente los materiales al final de la vida útil.

Los coches actuales cuentan con más de 60.000 piezas para su fabricación, precisando de una gran cantidad de recursos para crear una sola unidad. La confección de la mayoría de los coches se realiza con materiales 100% nuevos y su reciclado es casi nulo, generando un gran desaprovechamiento de los materiales utilizados. Como se comentaba anteriormente, la utilización de una producción lineal, aun sin tener en cuenta la limitación de los recursos, tiene grandes consecuencias. Por ello, algunas empresas ya están desarrollando ideas para crear componentes de vehículos que miran más allá de su uso principal.

Por ejemplo, desde Irizar, empresa de vehículos de gran tamaño como camiones y autobuses, han creado un plan llamado *e-mobility* que aplica conceptos circulares en su producción (Aduna, 2020). Uno de sus proyectos consta con la reutilización de los excedentes textiles generados durante el forrado de los techos y paredes. Parte de estos excedentes que anteriormente eran desechados, ahora cuentan con una segunda vida útil al reutilizarlo de tapicería para los asientos o el salpicadero.

Por otra parte, se están creando nuevas cadenas de reciclaje sobre los neumáticos. Los neumáticos son elementos a los que hay que prestar especial atención ya que son muy abundantes y generan una gran contaminación al ser desechados. Las nuevas cadenas de reciclaje transforman los neumáticos que ya están fuera de uso en material para la creación de carreteras, suelas para zapatos o rellenos de césped artificial (Lorén, 2018). De este modo, no solo se consigue alargar la vida útil del material sino reducir la contaminación causada por el desecho.

3.2.2.3 Optimización de la vida útil

En esta transformación busca alargar lo máximo posible el uso de las piezas, fomentando la fácil reparación y sustitución de los componentes.

Desde la empresa surcoreana Kia están planeando la creación de una gama de productos eléctricos basados en una **producción modular** (García, 2022). Y no solo Kia hay otras marcas que también se están interesando por la creación de vehículos modulares como Mercedes Benz (Mercedes-Benz Vans, 2018). La producción modular según la compañía Wolters Kluwer es ““El sistema de producción modular se define como un sistema técnico especializado en una fase de producción en la cual el equipo y las estaciones de trabajo son combinadas para facilitar la producción de pequeños lotes y mantener flujos de producción continuo” (Wolters Kluwer, 2022, p.1)

La producción modular conlleva una serie de beneficios como la disminución del coste de mantenimiento al reducirse el tiempo y coste de las reparaciones. Además, la creación de estándares en la industria automotriz puede conllevar a una economía en escala, capaz de reducir los costes de producción y mejorando la eficacia.

A día de hoy, existen una gran cantidad de vehículos eléctricos con cargadores diferentes, dependiendo de la compañía que vende el producto. Y esto es un gran problema ya que la creación de estaciones de carga por marca sería un gasto innecesario de recursos que no se explotaría al máximo. La creación de un cargador estándar, bajo la implementación de una economía en escala, podría ser la solución a esta problemática. Así se podría cargar cualquier coche eléctrico independientemente de la compañía.

3.2.2.4 Mejora de la utilización de los vehículos

En este punto se pretende encontrar la forma de optimizar al máximo el uso de los vehículos disponibles, mediante la optimización de las rutas y el incremento del número de pasajeros por vehículo.

El *carsharing* es un modelo de negocio que mejora en gran medida la utilización de los vehículos. Según la economipedia, este concepto se entiende como “un sistema para compartir vehículo a través de una empresa que utiliza una plataforma digital para poner en contacto a los usuarios” (Alcalde, 2019).

En Madrid existen ciertas empresas como Share Now, Zity o free2move, las cuales ya implementan este modelo ofreciendo un servicio de coches eléctricos compartidos. Este

modelo de negocio gestiona de forma más eficiente la demanda de pasajeros, aprovechando en gran medida los espacios disponibles de los vehículos y disminuyendo el número de vehículos en circulación.

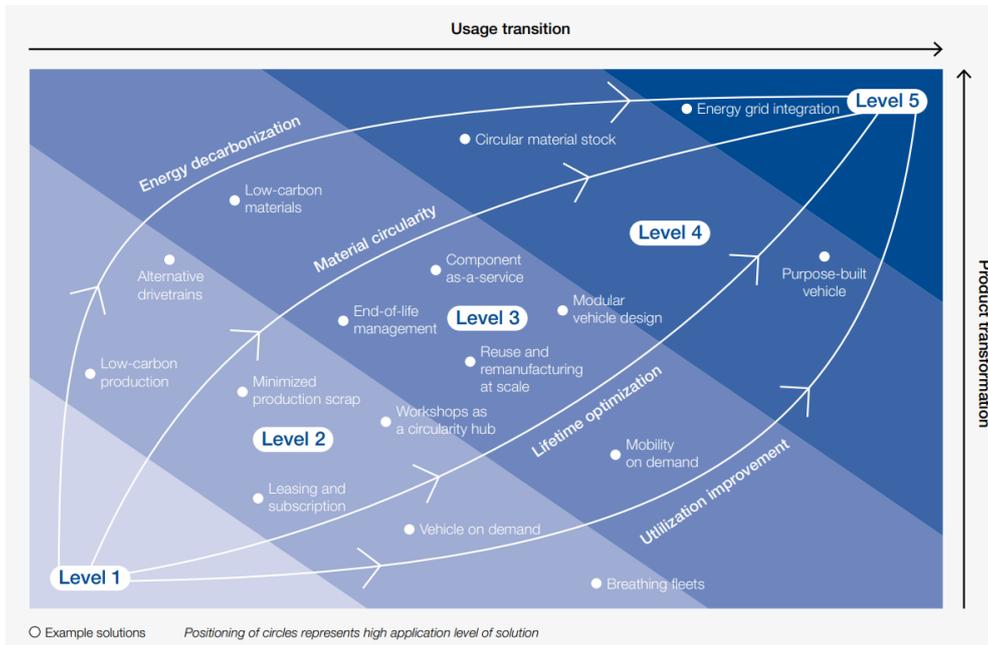


Ilustración 27. Vías de transformación y posibles soluciones a lo largo de las 5 fases del modelo

Fuente: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Raising_Ambitions_2020.pdf

En la Ilustración 27, se muestra las medidas necesarias, dividido en las 4 vías de transformación principales, para conseguir llegar a la fase 5, del sistema de implantación del modelo circular.

3.2.3 Modelo lineal vs modelo circular automóviles

En el documento del Foro Económico Mundial (World Economic Forum, 2020), en el que se plantea la implantación del sistema circular en la industria automotriz, se muestra un estudio en el que se analizan: los kilómetros viajados por pasajero por año, el stock global de vehículos, las emisiones de CO2 por año y los recursos no circulares consumidos por año. En este estudio se examina el cambio de estas variables desde el año 2020, año realizado el estudio, hasta 2030. En el pronóstico realizado de 2030 se plantean dos situaciones, ya sea el uso continuado de un modelo lineal o un cambio de la industria hacia un modelo circular (Ilustración 28).

KPI	Today	2030	
		Linear development	Circular scenario
Passenger km per year [tril. km]	 24	 40	 40
Global vehicle stock [bn]	 1.2	 2	 0.8
CO2 emissions per year [gt]	 3.4 Yearly CO2 budget for automotive industry (1.7gt)*	 5.7 Yearly CO2 budget for automotive industry (1.7gt)*	 1.6 Yearly CO2 budget for automotive industry (1.7gt)*
Non-circular resource consumption per year [mt]	 113	 188	 35

Ilustración 28. Comparación del uso de un modelo lineal con un modelo circular en la industria automotriz

Fuente: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Raising_Ambitions_2020.pdf

Se conoce que en un futuro habrá una mayor población y necesidad de transporte. Por lo tanto, en ambos casos, independientemente del modelo, el total de kilómetros viajados por pasajero en 2030 será casi el doble a su valor en 2020.

Ante una mayor demanda de vehículos y bajo un modelo lineal, se precisará de un mayor stock de vehículos. Esto puede ocasionar grandes problemas puesto que, bajo un modelo lineal, las emisiones de CO2 aumentarán, al igual que el uso de recursos no circulares, empeorando la situación medioambiental y escasez de recursos.

Por otro lado, ante una implantación de un modelo circular el stock de vehículos se reduciría un 33% ya que se lograría optimizar la demanda de vehículos. Una menor utilización de vehículos, junto a la implantación de un sistema circular, lograría reducir las emisiones de CO2 un 52% en tan solo 10 años. Además, este sistema ayudaría a superar la escasez de recursos al reducir el uso de recursos no circulares, en concreto en 2030 se reduciría en un 69% el uso de recursos no circulares con respecto a 2020. Así pues, en la siguiente sección presentaremos algunos de los incentivos para implementar este modelo.

3.2.4 Incentivos para la implantación del modelo circular

Cómo se trata en el apartado de las limitaciones del modelo circular, para conseguir que los modelos circulares tengan beneficios económicos hay que realizar inversiones que dan resultado a largo plazo. Estas inversiones a largo plazo representan un gran riesgo para las empresas, al ser inversiones de cuantías elevadas y suponer cambios drásticos en su

funcionamiento. Por ello distintos órganos con representación mundial han decidido crear proyectos y asociaciones que dan incentivos para acelerar el cambio al modelo económico circular.

- Plan de acción de la Comisión Europea 2015. Plan de acción para contribuir a acelerar la transición de Europa a la Economía Circular (Comisión Europea, 2022). El plan cuenta con 54 medidas destinadas a transformar la visión actual de la vida útil de los productos, más centrados en la producción y consumo, a una visión más centrada en la gestión de los residuos y un uso mayor de materias primas secundarias. Esta iniciativa cuenta con medidas para avanzar hacia una economía neutra en carbono, sostenible, libre de tóxicos y completamente circular en 2050. A raíz de este documento se pretenden aplicar leyes más estrictas sobre el reciclaje para 2030 reduciendo la huella ecológica por el uso y consumo de materiales.
- Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030. Según el documento oficial del estado español relata que “El PNIEC persigue una reducción de un 23% de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) respecto a 1990. Este objetivo de reducción implica eliminar una de cada tres toneladas de gases de efecto invernadero que se emiten actualmente. Se trata de un esfuerzo coherente con un incremento de la ambición a nivel europeo para 2030” (Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico, 2020, p.11).
- Acuerdo de París. Este tratado fue firmado el 12 de diciembre de 2015 entre los líderes mundiales de distintos países para abordar los problemas del cambio climático y sus efectos negativos. En él se establecen una serie de objetivos a largo plazo:
 - Reducir sustancialmente las emisiones de gases de efecto invernadero para limitar el aumento de la temperatura global en este siglo a 2 °C.
 - Revisar los compromisos de los países cada cinco años.
 - Ofrecer financiación a los países en desarrollo para que puedan mitigar el cambio climático, fortalecer la resiliencia y mejorar su capacidad de adaptación a los impactos del cambio climático

El Acuerdo es un tratado internacional el cual entró en vigor el 4 de noviembre de 2016. En la actualidad, 192 países más la Unión Europea han firmado el Acuerdo de París. (Naciones Unidas, 2015)

3.2 Aplicación Práctica

Con el fin de mostrar la aplicación práctica de todos los conceptos teóricos tratados en los apartados anteriores, se procederá a analizar ejemplos reales y actuales de compañías que implementan el modelo circular.

Es de especial interés conocer las primeras implantaciones de la economía circular en el sector del automóvil, para seguir de cerca su evolución. Por ello nos centraremos en las empresas de Volvo, Renault y Hyundai, ya que son marcas pioneras en establecer proyectos circulares para el desarrollo de sus vehículos. En concreto, se examinarán sus informes de sostenibilidad anuales, abstrayendo la información sobre sus medidas de sostenibilidad e implicaciones. A modo de conclusión se realizará una comparación entre las tres marcas y las medidas sostenibles adoptadas.

3.2.1 Informe de sostenibilidad Volvo

A modo de introducción, la marca Volvo es una marca de origen en Suecia que se dedica a la fabricación de coches premium, camiones, autobuses, equipos de construcción, soluciones energéticas para aplicaciones marinas e industriales, financiación y servicios que aumentan el tiempo de actividad y productividad de los clientes. Fue fundada en 1927 y destaca por ser una marca líder en las tecnologías de seguridad e innovación automotriz, que dan forma al futuro panorama de las soluciones de transporte sostenible (Volvo Group, 2022).

La empresa sueca logró en el ejercicio de 2021 la venta de 698.693 vehículos. La línea eléctrica de la empresa ha mantenido su popularidad entre los clientes, hasta el punto de que los modelos recargables representaron el 34% del volumen global en el cuarto trimestre. Los híbridos enchufables constituyeron el 28% del total de ventas del cuarto trimestre, mientras que la cuota de los vehículos eléctricos puros fue del 6% (Volvo, 2022c). En resumidas cuentas, el 68% de las ventas de vehículos de Volvo del cuarto trimestre estuvieron relacionadas con las nuevas tecnologías eléctricas.

Volvo cuenta con 95.850 empleados, operando en más de 190 mercados. En 2021 consiguieron 33.600 millones de € en ventas netas (Volvo Group, 2022). La edad media de sus vehículos ronda los 20 años (por encima de la media actual de Europa 11,8 años (ACEA, 2022)), realizando alrededor de 320.000 km al final de su vida útil (Volvo, 2022b). Ambas cifras son una señal de que Volvo apuesta por la creación de vehículos de alta durabilidad, asegurando una mayor vida útil. Concepto clave al establecer un modelo circular.

- [Análisis del informe de sostenibilidad de 2021](#)

El informe de sostenibilidad de Volvo (Volvo Group, 2022) abarca una gran cantidad de temas, pero a continuación se mostrarán los datos de mayor interés.

Por una parte, cabe destacar que desde Volvo plantean una **estrategia** clara de transformación hacia el liderazgo del transporte sostenible. En esta transformación pretende dar respuesta a la necesidad de soluciones de transportes sostenibles, teniendo en cuenta la seguridad, la no utilización de energías fósiles y el aumento de la productividad.

Por otra parte, en el plan de inversión de la empresa apuestan por la inversión en vehículos de emisiones 0 o de bajas emisiones, proponiendo motores eléctricos, de hidrógeno y biocombustibles sostenibles como posibles soluciones.

En la creación de su modelo de negocio establecen 3 áreas principales para lograr el desarrollo sostenible: el clima, los recursos y la gente. Con respecto al clima, la compañía aspira a reducir el impacto de los gases de efecto invernadero en sus actividades y operaciones, intentando lograr el reemplazo de combustibles fósiles en un 100%. En cuanto a los recursos, pretende mejorar la eficiencia de utilización de sus recursos y contribuir a la mejora de las operaciones logísticas. Por último, en lo que concierne a la gente, Volvo procura centrarse en la salud, la ética empresarial y el respeto de los derechos humanos para lograr productos y operaciones seguras.

El grupo Volvo apoya el Grupo de trabajo sobre información financiera relacionada con el clima, también conocido como TCFD y dedicado a **mejorar y aumentar la información financiera relacionada con el clima**. En Volvo existe un grupo específico de trabajo centrado en consolidar y preparar la información para su consideración en la toma de decisiones estratégicas. Dos de estos grupos informativos se reúnen anualmente para establecer objetivos climáticos y ofrecer información de sostenibilidad de forma anual. El grupo mencionado anteriormente no solo propone objetivos e informa, sino que también es el encargado de realizar una revisión periódica de los objetivos climáticos del grupo y presentar informes al Consejo de Administración y al Comité Ejecutivo sobre los progresos realizados.

En concreto, en este informe se centran en 4 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): a) 7.3. Doblar el ratio de energía eficiente, b) 8.4. Eficiencia de los productos en la producción, c) 11.2 Sistemas de transporte sostenible y d) 12.2 Gestión sostenible de los recursos naturales.



Ilustración 29. Objetivos ODS que plantea el grupo Volvo en el informe sostenible de 2021

Fuente: <https://www.volvogroup.com/content/dam/volvo-group/markets/master/news/2022/feb/4195846-ab-volvo-annual-and-sustainability-report-2021-en.pdf>

A modo de resumen, en el resto del informe de Volvo se indican los riesgos y oportunidades asociados a la transformación a un modelo circular. No obstante, la empresa ha decidido apostar por la implantación del modelo circular, asumiendo los retos que pueden aparecer con el desarrollo de nuevas tecnologías y una cartera de productos y servicios que implementen las nuevas tecnologías.

- **Emisiones de CO2:**

Con sus campañas actuales, Volvo está comprometido a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a 0, siguiendo la línea marcada en el acuerdo de París. Esta compañía cuenta con lograr las emisiones nulas para 2050, pero Volvo se compromete a alcanzar tal objetivo en 2040. De momento, remarcan que la fase de transición está en una fase temprana y no se observan grandes resultados, pero esperan acelerar el proceso en cuanto las ventas de vehículos eléctricos y la eficiencia energética aumenten. Es tal su implicación en la creación de productos eléctricos que actualmente ya cuentan con un plan con la finalidad de electrificar toda su oferta de coches para 2030 (Volvo, 2022a).



Ilustración 30. Plan electrificación flota de vehículos Volvo

Fuente: <https://www.volvocars.com/es/v/sustainability/highlights>

Desde 2017 fueron una empresa líder en anunciar la electrificación de sus productos, consiguiendo en 2019 ofertar toda su gama de coches con posibilidad de versión híbrida, combinando un motor eléctrico con un motor de combustión. En 2021 crearon su primer coche 100% eléctrico, el Volvo C40. En 2025 pretenden contar con el 50% de modelos totalmente eléctricos, porcentaje que aumentaría al 100% en 2030.

Son conscientes de que la creación de vehículos eléctricos no es suficiente para reducir la huella de carbono. Por ello, están aplicando lentamente medidas circulares en las cadenas de suministro y operaciones. Mediante la electrificación de su flota de vehículos y la aplicación de un modelo circular pretenden reducir la huella de carbono de cada vehículo en un 40% en 2025. Lográndolo mediante la disminución de las emisiones de CO2 en un 50% generadas por el escape, un 25% por la cadena de suministro y un 25% de las operaciones logísticas.

- **Aplicación de la economía circular:**

Con la adopción de un modelo circular, la empresa pronostica para 2025 un ahorro de costos por valor de cientos de millones de euros y una reducción de emisiones de 2,5 millones de toneladas. Parte de este ahorro quieren lograrlo al **reciclar** un 25% sus plásticos, 40% el aluminio y 25% del acero. Esta es una medida que viene implementada desde 2020, dado que Volvo ha reciclado más de 176.000 toneladas de acero, evitando la generación de 640.000 toneladas de CO2.

Desde Volvo también se apoya el uso de **piezas remanufacturadas**. En la actualidad 36 grupos de componentes diferentes se remanufacturan, tales como motores, cajas de cambio, turbocompresores y embragues. Según datos que proporciona la marca, la utilización de este tipo de piezas les ha supuesto una reducción del 85% en el uso de materias primas y un 80% de energía.

Con el objetivo de Volvo de ofrecer en 2030 la venta total de vehículos eléctricos, han puesto en marcha un plan para el **abastecimiento responsable del cobalto** (Volvo, 2022a), material vital para la creación de baterías para los vehículos eléctricos. En este plan se pretende utilizar tecnología *blockchain* para aumentar la trazabilidad de la cadena de suministro del cobalto, garantizando la información del origen del material. El objetivo de este plan es garantizar que el uso de las baterías utilizadas por Volvo obtiene el cobalto de una forma responsable.

3.2.2 Informe de sostenibilidad Renault

Desde hace 120 años, Renault ha sido una figura emblemática en el mundo de la automoción. En 2020 vendió 2,9 millones de vehículos en 130 continentes.

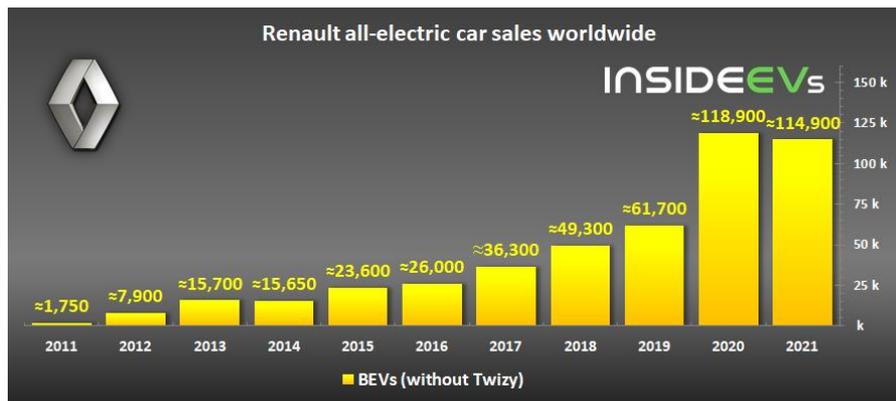


Ilustración 31. Ventas de vehículos eléctricos por año Renault

Fuente: <https://insideevs.com/news/565068/renault-electric-car-sales-2021/>

La marca francesa vendió 1,6 millones de turismos en 2021, suponiendo un descenso del 5.3% con respecto al 2020, viéndose fuertemente afectada por la crisis medioambiental y de recursos recientes. Por otro lado, Renault lideró las ventas de vehículos eléctricos en Europa con 118.900 unidades en 2020, cifra que descendió levemente en 2021 a 114.900 unidades.

Recientemente el grupo Renault ha realizado una alianza con Nissan y Mitsubishi Motors para fomentar su innovación. A raíz de esta alianza Renault presentó su nuevo plan estratégico llamado “Renaulation” que reorganiza la empresa en cuatro grupos diferentes e independientes:

1. *Renault la nouvelle vague beyond automotive*. centrado en la tecnología, energía y servicios.
 2. *Dacia tout simplement*. Enfocado en generar productos con la mayor calidad-precio.
 3. *Alpine avant-garde*. exclusivamente dedicado a diseñar coches deportivos innovadores.
 4. *Mobilize beyond automotive*. Orientado hacia una nueva movilidad sostenible, ofreciendo servicios de datos y energía.
- [Análisis del informe de sostenibilidad de 2021](#)

El plan “Renaulation” marca una nueva era de la marca la cual asegura la rentabilidad sostenible, que se alinea junto con su ambición de conseguir la neutralidad de carbono en Europa en 2040, y global en 2050 (Renault Group, 2022).

Renault es una empresa pionera en la implantación de medidas sostenibles. Renault fue de las primeras compañías a las que, en marzo de 2019, le validaron los objetivos de descarbonización por la iniciativa *Science Based Targets* (SBTi), consiguiendo que en 2020 las emisiones medias de sus vehículos fuera de 92 g de CO2 por kilómetro (g/km)

recorrido de sus vehículos. Como resultado, alcanzó un valor por debajo al mercado por la Unión Europea para los turismos, que era de 95g/km.

Cabe destacar que Renault fue uno de los pioneros en la creación de vehículos eléctricos, en 2011 creó el kangoo z.e. y fluence z.e., seguido por el lanzamiento en 2012 de twizy. Pero no fue hasta el 2013 con el lanzamiento del Renault Zoe donde se vio un gran cambio. Las ventas del Renault Zoe en 2020 se incrementaron un 114%, siendo uno de los mejores vehículos más vendidos en Europa durante este año. A finales de 2020 la compañía contaba con más de 390.000 vehículos eléctricos en la carretera. Y actualmente tienen un proyecto para lanzar 10 nuevos modelos eléctricos antes de 2025.

La marca Renault es la marca con mayor flota de vehículos dedicados al *carsharing*. Es la marca líder de coches eléctricos en Europa dedicados al *carsharing*, contando con más de 10.000 vehículos en la carretera. Las principales ciudades que utilizan estos servicios de *carsharing* eléctricos son Madrid y París, siendo más de 400.000 personas los clientes de esta plataforma.

En su plan de acción se puede ver su implicación por el desarrollo sostenible al contar con planes para acelerar el despliegue de baterías de mayor rendimiento, bajas en carbono y reutilizables, o ambiciones de querer ser la empresa líder con la implantación del sistema circular.

- Emisiones de CO₂:

Renault también forma parte del acuerdo de París por el medioambiente, para limitar el aumento de la temperatura terrestre a 1,5°C. Como ya hemos comentado anteriormente, Renault tiene como ambición llegar a la neutralidad de emisiones de CO₂ en Europa en 2040, y de forma global en 2050.

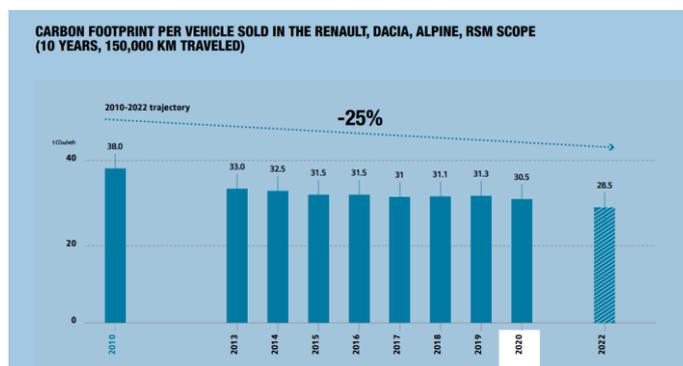


Ilustración 32. Impacto en la huella de carbono de Renault por año

Fuente: <https://www.renaultgroup.com/wp-content/uploads/2021/04/climate-report-renault-group.pdf>

Si observamos los datos de la Ilustración 32, podemos ver cómo la marca ha mantenido un decrecimiento continuo de la huella de carbono durante los últimos años, pronosticando para 2022 una reducción del 25% con respecto a los datos de 2010. Asimismo, para 2030 planea reducir la huella de carbono generada por cada vehículo un 50% con respecto a los datos de 2019 y 2020. Para lograr este objetivo pretenden implantar cambios en 5 ámbitos:

- Huella industrial mediante la creación de plantas más compactas, así se reduce las zonas a calentar la temperatura e iluminar.
- Creación de procesos de producción energéticamente más eficientes.
- Mejora en la gestión de la energía 4.0 gracias al uso de herramientas de Inteligencia Artificial que analizan y gestionan el consumo.
- Reducción de la pérdida de energía, recuperando y reutilizando aquella destinada a la calefacción, la ventilación y los procesos de fabricación.
- Utilización del 100% de energías eléctricas renovables en los centros de Francia, España, Eslovenia y Portugal.

Aparte del gran interés de la marca por la creación de vehículos eléctricos de cero emisiones, Renault también tiene un proyecto entre manos para reducir las emisiones producidas por sus plantas de fabricación. El plan consiste en el **diseño ecológico de plantas de fabricación**.

Desde 2012 Renault cuenta con una planta de fabricación en el Tánger reconocida mundialmente por su excelencia medioambiental. Esto se debe a que la empresa aplica la metodología circular del diseño ecológico. El 92% de la energía utilizada sigue un modelo circular al ser creada a partir del orujo de la oliva, residuo del aceite de oliva. En añadido para satisfacer el resto de demanda de energía, se utiliza la energía eólica producida localmente. De esta forma se evitaron en 2020 más de 86.000 toneladas de emisiones de CO₂ por la generación de energía. Al utilizar estos métodos alternativos de generación de energía, la planta de fabricación logró el objetivo de generar 0 emisiones de carbono y no produjo ningún vertido industrial.

- [Aplicación de la economía circular:](#)

El Grupo Renault fue el primer fabricante de automóviles en integrar la economía circular en toda su cadena de valor, en 2005, y en participar en la industria del reciclaje con la creación de su filial Renault Environnement, en 2008.

Renault es completamente consciente de que el modelo circular es la herramienta perfecta para dar solución a los problemas de recursos y medioambiente actuales. En

concreto, ellos tienen un modelo circular implantando muy centrado en el ecodiseño, reutilización y reciclaje.

Actualmente, Renault trabaja con 3 empresas: INDRA, Boone y Comenor Metalimpex dedicadas a realizar actividades circulares, que han generado más de 500 millones de € desde 2018. Además, cuentan con una planta en Choisy-le-Roi dedicada al reacondicionamiento de motores y cajas de cambios, logrando el reacondicionamiento de 185.000 elementos en los últimos 10 años.

En 2021 Renault empezó con la transformación de su planta de Flins para crear la fábrica Re-factory, la cual tiene como objetivo convertirse en la líder europea de producción de vehículos bajo un modelo circular. Re-Factory se estructura en torno a cuatro áreas de actividad que interactúan para amplificar las acciones emprendidas y sus resultados medibles:

- Re-energía: Ámbito responsable de optimizar el uso de la batería, la segunda vida útil y el reciclaje. En añadido también se encargan de gestionar las energías renovables.
- Re-ciclo: Área focalizada en el desarrollo de la industria del desguace de los vehículos al final de su vida útil, reacondicionando o reutilizando partes y materiales reciclados.
- Re-equipamiento: Equipo encargado del reacondicionamiento de los vehículos usados, realizando el mantenimiento de las flotas de vehículos, convirtiendo los vehículos de combustión en eléctricos o biogás y reparando baterías.
- Re-inicio: Sector destinado a la investigación, formación e innovación en la economía circular.

Con la creación de esta fábrica, se pretende lograr la reequipación de 120.000 vehículos anualmente en 2030. Del mismo modo, se considera crear más de 3.000 puestos de trabajos especializados en la planta y conseguir más de 1 billón de € de volumen de negocio.

3.2.3 Informe de sostenibilidad Hyundai

Hyundai Motor Company ha estado proporcionando a sus clientes los mejores productos y servicios desde 1967. Con sede en Corea del Sud, el Grupo Hyundai lleva ayudando a la gente a desplazarse y creando *“el cambio”* del mundo desde su fundación. Hyundai piensa y actúa de forma correcta en la búsqueda del progreso para la sostenibilidad del medio ambiente y la humanidad, simbolizando la expresión *“realizar lo correcto”* la filosofía sostenible del Grupo (Hyundai Motor Group, 2022, p.4).

En 2021, la compañía Hyundai fue incluida en el índice mundial DJSI, (Índice de sostenibilidad de Dow Jones) que engloba a las empresas con mayor sostenibilidad en el mercado. En 2021 Hyundai consiguió la venta de 3.890.726 vehículos, de este total de ventas el 19% de las ventas fueron a nivel nacional y el resto a nivel internacional, consiguiendo un total de 88.498 millones de euros en ingresos (Hyundai Motor Group, 2022, p.4). Cuenta actualmente con un total de 71,982 empleados y se sitúa en el puesto 147 de la lista Global 2000 de Forbes (Murphy & Contreras, 2022), que clasifica las mayores empresas del mundo.

- [Análisis del informe de sostenibilidad de 2021](#)

En marzo de 2022 Hyundai reveló el proyecto “The Right Move for the Right Future” (El movimiento correcto para el futuro correcto, en español), que se encarga de la gestión medioambiental, social y de gobernanza del grupo a medio y largo plazo (Hyundai Motor Group, 2022). El proyecto se divide en 3 direcciones principales:

- Cambiar nuestro planeta: Se centra en hacer lo correcto para nuestro planeta, abordando temas como la neutralidad del carbono y el cambio energético, la circularidad, la creación de productos y servicios limpios, la operatividad ecoeficiente y la conservación del capital natural.
- Cambiar para nuestra gente: Tiene la intención de seguir el camino correcto para el crecimiento de la humanidad, tratando temas como la diversidad y la inclusión, los derechos humanos, la cultura corporativa, el crecimiento del talento y el trabajo seguro.
- Cambiar para nuestra comunidad: Aspira a lograr el bien para nuestra sociedad, prestando especial atención al impacto social, la innovación de la experiencia de los clientes, la producción segura y de calidad, la sostenibilidad de la cadena de suministro y la creación de trabajos.

Hyundai tiene como meta crear una compañía de movilidad que no tenga un efecto negativo en el planeta, apostando por la innovación. Para ello quieren ser una de las primeras empresas en lograr la neutralidad de carbono saludable, ecológica e inclusiva, creando un futuro sostenible con un ecosistema circular.

- [Emisiones de CO2:](#)

Hyundai ha anunciado su objetivo de lograr la neutralidad de carbono para 2045. Las medidas tomadas para lograr la neutralidad de emisiones van más allá de la reducción

de los gases de efecto invernadero en sus centros de trabajo. Pretende eliminar completamente las emisiones generadas en todas las fases de su cadena de valor, incluyendo: la compra, el aprovisionamiento, la producción, la comercialización, el uso y la eliminación.

Con respecto a la reducción de las emisiones de sus vehículos, Hyundai plantea alcanzar el 100% de electrificación de sus flotas en Europa para el 2035 y para el resto de los mercados para 2040.

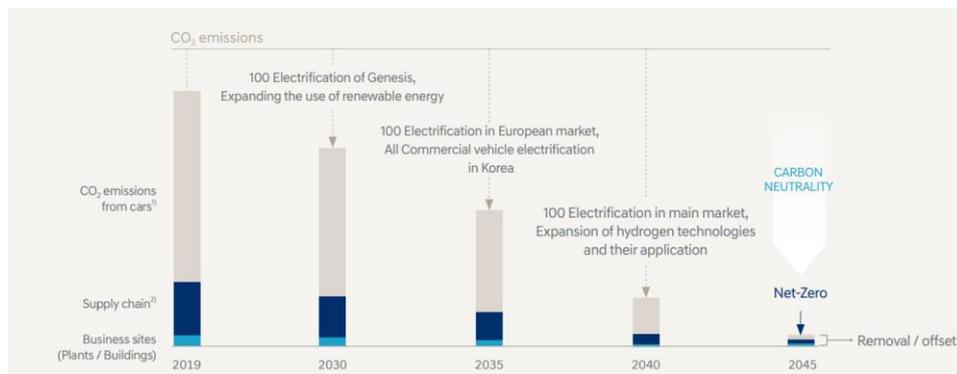


Ilustración 33. Plan de Hyundai de conseguir la neutralidad de emisiones

Fuente: <https://www.hyundai.com/content/hyundai/ww/data/csr/data/0000000050/attach/english/hmc-2022-sustainability-report-en.pdf>

Con la finalidad de reducir las emisiones de gases invernadero, Hyundai quiere implementar una serie de medidas en el proceso de fabricación como; crear un sistema de cooperación entre las filiales; producir directamente energía a partir de placas solares; establecer acuerdos de compra de energía renovable; y comprar electricidad de prima verde.

Con todas las medidas comentadas anteriormente Hyundai pretende lograr el uso del 100% de energías renovables para 2045. Y no solo eso, Hyundai cuenta con más medidas sostenibles que generan un gran valor a la empresa como proyectos circulares que se tratarán a continuación.

- **Aplicación de la economía circular:**

En el informe se muestra el compromiso de Hyundai por mejorar la reciclabilidad y reducir el impacto medioambiental de los vehículos al final de su vida útil mediante el aumento de las tasas de recogida, eliminación y reciclaje de vehículos (Hyundai Motor

Group, 2022). Para lograr estos objetivos la compañía ha reforzado sus esfuerzos en la fase de diseño de sus productos, creando diseños que tienen en cuenta el reciclaje del producto. La empresa se encuentra en pleno proceso de reconversión de un sistema lineal de producción a uno circular, evaluando y aplicando materiales reciclables.

Gracias a la consideración del reciclaje en la fase de diseño, los vehículos de Hyundai actuales son reciclables en un 85%. En particular, los materiales ferrosos y no ferrosos, que representan aproximadamente el 70% de las piezas y materiales de los vehículos, se reutilizan y reciclan en su mayoría durante la fase de desguace. La empresa se compromete en un futuro en prestar una mayor atención al reciclado de los elementos naturales y biomateriales, mejorando el rendimiento de los materiales no metálicos, tales como el plástico, el vidrio o el caucho.

Hyundai se preocupa especialmente por el reciclado de residuos plásticos, materiales que tienen un periodo bastante largo de descomposición. Desde un principio el grupo Hyundai reciclaba plásticos pertenecientes al guardabarros, los bajos, las bandejas de la batería y las cubiertas de los ventiladores, pero recientemente han decidido ampliar el reciclaje de elementos como lámparas, piezas exteriores y piezas de cierre.

Algunos coches de la compañía cuentan con el diseño y producción de un interior con materiales reciclados y bio. Estos vehículos son los nuevos coches lanzados bajo la marca de Genesis: GV60, el GV70 electrificado y el G80 electrificado. Cuentan con elementos del interior como los revestimientos de las cabeceras, los embellecedores de los pilares, los parasoles, las bandejas portaequipajes y los embellecedores del maletero, creados a partir del procesado de botellas de plástico. La utilización de los residuos de botellas de plástico para la creación del interior muestra como Hyundai está aplicando de forma ejemplar el sistema de economía circular.

Cabe destacar el proyecto de reciclaje que llevan a cabo llamado **Re-style** (Hyundai Motor Group, 2022). Este proyecto consiste en la creación de ropa a partir de piezas y materiales con una baja tasa de reciclaje, como los asientos de cuero, el vidrio y los airbags. A través de este proyecto se han creado monos de ropa a partir del cuero de los asientos, bolsos con alfombras de coches y joyas con vidrio desechado. Los ingresos generados por la venta de esta ropa son donados al British Fashion Council para promover productos de moda ecológicos.

3.2.4 Tabla comparativa de los informes

A continuación, se muestra una tabla comparativa de las 3 marcas de vehículos tratadas en el apartado anterior, con la finalidad de observar los puntos en común y remarcar los proyectos, retos, desafíos únicos que diferencia a cada empresa en su implantación del modelo circular.

	VOLVO	RENAULT	HYUNDAI
Vehículos vendidos (2021)	698.693	1.751.089	3.890.726
Estrategias	Transformación hacia el liderazgo del transporte sostenible . Su estrategia se centra en 3 áreas: el clima, los recursos y la gente.	“Renaulation” que reorganiza la empresa en cuatro grupos diferentes e independientes: <i>Renault la nouvelle vague beyond automotive, Dacia tout simplement, Alpine avant-garde y Mobilize beyond automotive.</i>	“The Right Move for the Right Future” estrategia sobre la gestión medioambiental, social y de gobernanza del grupo a medio y largo plazo, dividido en 3 direcciones principales: cambiar nuestro planeta, cambiar para nuestra gente y cambiar para nuestra comunidad.

Emisiones de Co2	Está comprometido a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a 0. Se compromete a alcanzar tal objetivo en 2040 . Cuentan con un plan con la finalidad de electrificar toda su oferta de coches para 2030, reduciendo las emisiones de Co2 un 50% generadas por el escape, un 25% de la cadena de suministro y un 25% de las operaciones logísticas.	Tiene como ambición llegar a la neutralidad de emisiones de CO2 en Europa en 2040 , y de forma global en 2050 . En 2030 planea reducir la huella de carbono generada por cada vehículo un 50% con respecto a los datos de 2019 y 2020. También tiene un proyecto para reducir las emisiones producidas por sus plantas de fabricación, mediante el diseño ecológico de plantas de fabricación.	Ha anunciado su objetivo de lograr la neutralidad de carbono para 2045 . Plantea alcanzar el 100% de electrificación de sus flotas en Europa para el 2035 y para el resto de los mercados para 2040. Pretende eliminar completamente las emisiones generadas en todas las fases de su cadena de valor.
Reciclaje	Desde 2020, Volvo ha reciclado más de 176.000 toneladas de acero, evitando la generación de 640.000 toneladas de CO2. Entre sus ambiciones está lograr reciclar un 25% sus plásticos, 40% el aluminio y 25% del acero en 2025.	Desde 2008 Renault cuenta con una filial llamada Renault Environnement centrada en la industria del reciclaje.	La compañía ha reforzado sus esfuerzos en la fase de diseño de sus productos, creando diseños que tienen en cuenta el reciclaje del producto. Gracias a la consideración del reciclaje en la fase de diseño, los vehículos de Hyundai actuales son reciclables en un 85%.
Remanufactura	36 grupos de componentes diferentes se remanufacturan. La utilización de este tipo de piezas les ha supuesto una reducción del 85% en el uso de materias primas y un 80% de energía.	Cuentan con una planta en Choisy-le-Roi dedicada al reacondicionamiento de motores y cajas de cambios, logrando el reacondicionamiento de 185.000 elementos en los últimos 10 años.	Los vehículos Genesis GV60, GV70 y G80 cuentan con el diseño y producción de un interior con materiales reciclados y bio. Utilizando residuos de botellas de plástico para la creación de algunos componentes del interior.

<p>Proyectos circulares</p>	<p>Plan para el abastecimiento responsable del cobalto. En este plan se pretende utilizar tecnología blockchain para aumentar la trazabilidad de la cadena de suministro del cobalto, garantizando que el uso de las baterías utilizadas por Volvo obtenga el cobalto de una forma responsable.</p>	<p>Crear la fábrica Re-factory. Fábrica que tiene como objetivo la producción de vehículos bajo un modelo circular. Con la creación de esta fábrica, se pretende lograr la reequipación de 120.000 vehículos anualmente en 2030, la creación de más de 3.000 puestos de trabajos especializados en la planta y el aumento de más de 1 billón de € de volumen de negocio.</p>	<p>Proyecto de reciclaje Re-style, en el que se crea ropa a partir de piezas y materiales de los vehículos, con una baja tasa de reciclaje.</p>
--	--	---	--

3.2.5 Análisis comparativo de Volvo, Renault y Hyundai

Tras introducir las empresas y sus informes de sostenibilidad más recientes, llegamos a la conclusión de que las tres compañías buscan lo mismo, la creación de una compañía más sostenible mediante la implantación de un modelo económico circular. La implantación de la economía circular es algo novedoso en la industria del automóvil, por ello cada empresa está tomando decisiones diferentes para lograr el liderazgo. A pesar de estas diferencias las tres empresas comparten objetivos como es la reducción de las emisiones de CO₂ a 0 y la sustitución de sus flotas de vehículos de combustión, a flotas eléctricas.

Como se comenta en el párrafo anterior, cada marca cuenta con mecanismos diferentes para la implantación de su sistema circular. A continuación, se procederá a mostrar las diferencias entre las estrategias llevadas a cabo.

Volvo es la compañía que cuenta con un volumen de negocio más reducido, esto se debe en parte a su modelo de negocio, ya que está más centrado en la venta de vehículos premium a clientes con un mayor poder adquisitivo. De las tres compañías analizadas, Volvo es la marca que se compromete a lograr la reducción de las emisiones de CO₂ de sus vehículos en un menor plazo de tiempo, en 2040. La estrategia desarrollada para conseguir esta rápida reducción de CO₂ se basa en la mejora de la eficiencia de utilización de sus recursos y las operaciones logísticas. En la actualidad Volvo cuenta con un buen sistema de reciclaje y remanufacturación, pero al contrario que sus adversarias, carece de proyectos circulares en las cadenas de suministro y operaciones. Volvo aún precisa de una gran implantación de sistemas circulares para competir al nivel de Renault y Hyundai.

Renault es una compañía con un gran volumen de ventas que se compromete a reducir sus emisiones de Co₂ a 0 a nivel europeo en 2040, y a nivel global en 2050. De las 3 compañías analizadas, Renault es la marca que más tarde pronostica lograr la emisión nula de CO₂ de sus vehículos, en 2050. Renault cuenta con filiales y compañías especializadas en el procesado y tratado de los residuos para el reciclado y remanufacturación de los vehículos. A diferencia de sus competidoras, Renault está apostando por el **diseño ecológico de plantas de fabricación** (Re-factory) como medida principal de su implantación del modelo circular. En añadido, esta compañía cuenta con fábricas especializadas en la aplicación de medidas circulares en las cadenas de suministros y operaciones. Estas nuevas fábricas cuentan con sistemas de energía limpia y renovable que ayudan a conseguir el objetivo de emisiones 0 en su producción.

Hyundai es la compañía analizada que más nivel de ventas genera. El objetivo de emisiones nulas de CO₂ de la marca está planeado para 2045. Esta compañía destaca sobre las demás por su

avance en el **diseño de sus productos**. Este alto grado de diseño ha permitido a la empresa obtener grandes tasas de reciclado (85%) y una producción más innovadora en sus vehículos. Además, desde la estrategia de la compañía “The Right Move for the Right Future”, se busca hacer lo correcto (como lema), creando negocios circulares que generan un gran impacto social, como el proyecto de reciclaje Re-style. Como único punto negativo de Hyundai remarcar la falta de proyectos de remanufactura de componentes, siendo un elemento principal para garantizar una mayor vida útil de los materiales utilizados en la fabricación de los vehículos.

Para terminar el análisis, concluyo que Renault y Hyundai son las compañías que cuentan con una mayor grado de implantación del sistema circular con respecto a Volvo. Ambas marcas están liderando la transformación del cambio de modelos económicos, abordando aspectos distintos, Renault está más centrado en la implantación del sistema en **el diseño de sus fábricas** y Hyundai apuesta por el cambio en **el diseño y producción de sus vehículos**. Pero si tuviera que elegir una marca que lidere el cambio, optaría por Hyundai. Hyundai está creando y participando en negocios circulares como la compañía textil Re-Style que a corto-medio plazo genera un mayor impacto social y valor en la empresa. Por el contrario, la idea de Renault de empezar su implantación del modelo circular creando fábricas especializadas, es una idea que conlleva una gran inversión y un resultado a muy largo plazo, siendo una decisión con más riesgo.

Tras el análisis comparativo realizado de Volvo, Renault y Hyundai, concluyo que la empresa que lidera el proceso de transformación y cuenta con la mejor estrategia de implantación del modelo económico circular es **Hyundai**.

4. Conclusiones

Tras el desarrollo del marco teórico y el análisis de la propuesta de aplicación del modelo de economía circular en el sector del automóvil, se desarrollan las siguientes conclusiones:

El modelo económico lineal es un sistema que, antiguamente, tuvo mucho éxito. Pero se ha prolongado en exceso con el paso de los años, desfasándose y precisando de cambios para la correcta adaptación al contexto socioeconómico actual. Esto se ha comprobado al analizar hechos socioeconómicos actuales que están dificultando el uso continuado del modelo lineal en la industria: la globalización, ocasionando conflictos por la dependencia de recursos; el medioambiente, con el cambio climático y el calentamiento global; y el uso excesivo de recursos limitados, generando grandes inestabilidades económicas en los mercados nacionales e internacionales. A modo de comprobar la veracidad de esta situación se ha mostrado los efectos ocasionados por la utilización de modelos lineales en el sector del automóvil.

Como solución se propone el modelo económico circular como modelo de transición del sistema lineal. El modelo circular se adapta mejor al contexto actual al plantear un sistema que busca maximizar la vida útil de los materiales utilizados, promoviendo el reciclado y la remanufacturación de los componentes. La implantación de este nuevo sistema conlleva la reducción de las emisiones de CO₂ y la optimización del uso de los recursos finitos, solucionando las problemáticas medioambientales y de escasez de recursos planteadas en el párrafo anterior. A nivel económico, el sistema circular plantea una nueva oportunidad para reactivar la economía mundial y dar solución a las crisis actuales, al fomentar la creación de nuevos negocios circulares que generen un mayor número de empleados.

A pesar de los beneficios que supone la implantación de un modelo circular, sorprende conocer el poco uso en las compañías actuales. Tras contrastar diferentes fuentes, se ha concluido que existen tres barreras principales las cuales están dificultando la implantación del nuevo modelo: el poco apoyo político, la mentalidad de los consumidores y la falta de tecnología. Estas tres barreras generan dudas en las compañías al tener que realizar las inversiones pertinentes para propiciar el cambio de modelos. La transformación de modelos supone una inversión cuantiosa con una rentabilidad a largo plazo que muchas empresas no se atreven a realizar.

Tras tener un conocimiento previo sobre las características del modelo circular y sus limitaciones, se ha planteado un sistema eficaz de cinco fases para conseguir la implantación correcta del modelo circular en el sector automovilístico. Cada fase del sistema se caracteriza por tener unos niveles de eficiencia en las emisiones de carbono y uso de los recursos. Para conseguir avanzar en las fases y lograr reducir las emisiones y optimizar el uso de recursos, el

sistema plantea cuatro vías principales para el éxito: la descarbonización de la energía, la circularidad en los materiales, la optimización de la vida útil y la mejora de la utilización de los vehículos.

Para comprobar la utilidad del sistema planteado, se ha recopilado información sobre tres compañías de vehículos que cuentan con estrategias para la implantación del modelo circular: Volvo, Renault y Hyundai. Tras realizar un análisis de los proyectos actuales y de sus planes de futuro, publicados en sus informes de sostenibilidad, podemos concluir que las tres marcas están implementando el modelo circular por fases. A pesar de que las compañías se encuentran en una etapa muy temprana de implantación del modelo, y que cada una está tomando decisiones diferentes en su proceso, las empresas cuentan con estrategias acordes con las cuatro vías principales de transformación. Esto se confirma al analizar las medidas tomadas por las tres compañías con respecto a la descarbonización de las energías, medidas que apuestan por la producción de vehículos eléctricos. Con el objetivo de conseguir la reducción de las emisiones de carbono, las compañías cuentan con planes de acción en plazos diferentes para modificar toda su oferta de vehículos por coches que no generen emisiones de CO₂.

Cabe destacar, tras la comparación realizada de las empresa de vehículos, que Hyundai es la marca que lidera la implementación del modelo circular. Hyundai es pionera en la implantación de una fase de diseño de producción circular eficiente, contando con diferentes proyectos que fomentan en un alto grado el reciclado y remanufacturación de los materiales. Sus proyectos principales son la creación de interiores mediante residuos de botellas de plástico y el diseño de vehículos que se pueden reciclar en un 85% al final de su vida útil.

Bajo mi punto de vista considero la transición de modelos una necesidad actual para lograr una mejor utilización de los recursos limitados de nuestro planeta y construir una economía global más fuerte sin destruir el medioambiente. Tras realizar el proyecto he llegado a la conclusión de que la barrera más grande a la que se enfrenta el modelo circular es el cambio en la mentalidad de los consumidores. Si se logra cambiar las tendencias de consumos hacia la utilización de productos modulares, con una mayor vida útil y facilidad de reparación, las propias empresas se adaptarán a ello. Tras analizar la situación y alternativas considero que las entidades con poder, como es el gobierno español, la Unión Europea y otros, son los encargados principales de motivar este cambio. Ellos tienen la capacidad de marcar un antes y un después en la producción y distribución de productos mediante la creación de regulaciones e incentivos efectivos. Y no solo mediante las regulaciones, todas las entidades con poder pueden crear campañas publicitarias capaces de concienciar a la población.

Idílicamente en un futuro próximo, con la utilización del modelo circular, se lograría crear plantas de producción especializadas, como en el proyecto de Renault, Re-Factory. Estas fábricas deberían estar diseñadas específicamente para una producción circular, ofreciendo tanto la creación de productos nuevos modulares, como servicios de reparación y reacondicionamiento. Con el objetivo de no dañar el medioambiente, las fábricas circulares también deberían de instalar fuentes de energías renovables para realizar todas sus operaciones, reduciendo en la medida de lo posible su huella de carbono.

A modo de conclusión, en este documento se ha justificado la necesidad de cambio de un modelo lineal desfasado a un modelo circular capaz de reactivar la economía. Adicionalmente, se han mostrado los beneficios del uso del modelo circular y las barreras a las que se enfrenta, mostrando una gran cantidad de proyectos circulares que pueden generar un antes y un después en el avance de la sociedad. Por ello, este trabajo trata de reivindicar un mayor apoyo sobre los productos circulares, para evitar en las futuras generaciones problemas más severos relacionados con el abastecimiento de materias primas y la desaparición de recursos naturales.

5. Bibliografía

- ACEA. (2022). *Acea Report vehicle in use Europe*. Obtenido de <https://www.acea.auto/files/ACEA-report-vehicles-in-use-europe-2022.pdf>
- Aduna. (20 de 10 de 2020). *Irizar*. Obtenido de <https://irizar-emobility.com/actualidad/noticias/irizar-e-mobility-y-la-economia-circular>
- Alcalde, J. C. (14 de 03 de 2019). *Economipedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/carsharing.html>
- Apeel. (2022). *Apeel*. Obtenido de <https://www.apeel.com/>
- Arcoya, E. (12 de 01 de 2022). Qué es la economía lineal. *Economía Finanzas*.
- B.G.H. (25 de 02 de 2022). La situación del mercado automovilístico en España: compraventa entre particulares y crisis de matriculaciones. *El Confidencial Digital*. Obtenido de <https://www.elconfidencialdigital.com/articulo/motor/situacion-mercado-automovilistico-espana-compraventa-particulares-tesis-matriculaciones/20220223173901354576.html>
- Bae, J.-C. (2010). *Strategies and perspectives for securing rare metals in Korea*. . *Critical elements for new energy technologies*. MIT Energy, Boston.
- Borràs, C. (2017). Contaminación del aceite usado de los coches. *Ecología Verde*. Obtenido de <https://www.ecologiaverde.com/contaminacion-del-aceite-usado-de-los-coches-101.html>
- Boudette, N. E. (28 de 07 de 2021). Ford profit drops 50 percent because of a global chip shortage. *The New York Times*.
- CarWow. (30 de 03 de 2021). UN NUEVO MOTOR TÉRMICO Y SIN EMISIONES: DESDE VALENCIA, TODO LO QUE NECESITAS SABER ¿REVOLUCIÓN? [YouTube]. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=Md2E4t0bvHo>
- Cezarina, A., Viorel, P., & Afteni, M. (2021). *Study on the Transition from the Linear Economy to the Circular Economy*. Annals of Dunarea de Jos University of Galati.
- Chatham House. (2013). *Natural Resources in 2020, 2030 and 2040: Implications for the United States*. Obtenido de <https://www.dni.gov/files/documents/NICR%202013-05%20US%20Nat%20Resources%202020,%202030%202040.pdf>
- Circle Economy. (2021). *The circularity gap report*. Obtenido de <https://www.circularity-gap.world/2021#downloads>
- Clickoala. (2019). Economía lineal a circular, una transición necesaria. Obtenido de <https://join.clickoala.com/economia-lineal-circular/>
- Comisión Europea. (2019). *El Pacto Verde Europeo establece cómo hacer de Europa el primer continente climáticamente neutro en 2050, impulsando la economía, mejorando la salud y la calidad de vida de los ciudadanos, protegiendo la naturaleza y no dejando a nadie atrás*. Obtenido de https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip_19_6691

- Comisión Europea. (20 de 07 de 2022). *Hacia una economía circular*. Obtenido de https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/economy-works-people/jobs-growth-and-investment/towards-circular-economy_es
- Cornet, A., Deubener, H., Möller, T., Schaufuss, P., & Tschiesner, A. (2019). *A long-term vision for the European automotive industry*. McKinsey&Company. Obtenido de <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/industries/automotive%20and%20assembly/our%20insights/a%20long%20term%20vision%20for%20the%20european%20automotive%20industry/race-2050-a-vision-for-the-european-automotive-industry.pdf>
- DELSOL, S. (s.f.). *Software DELSOL*. Obtenido de <https://www.sdelsol.com/glosario/modelo-economico/>
- Ecovative. (2022). *Ecovative*. Obtenido de <https://www.ecovative.com/>
- Ellen MacArthur Foundation. (2017). *A new textiles economy: Redesigning fashion's future*. Obtenido de <https://emf.thirdlight.com/link/kccf8o3ldtmd-y7i1fx/@/preview/1?o>
- Ellen MacArthur Foundation. (s.f.). *Economía Circular*. Obtenido de <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/es/economia-circular/elementos-basicos>
- European Automobile Manufacturers Association. (2021). *Economic and Market Report*. Economic and Market Report. Obtenido de https://www.acea.auto/files/Economic_and_Market_Report_full-year_2020.pdf
- European Chemical Society. (2021). *EuChemS*. Obtenido de <https://www.euchems.eu/euchems-periodic-table/>
- European Commission. (2014). *Report on critical raw materials for the EU*. Obtenido de http://litio.ipg.pt/wp-content/uploads/2018/07/EC_crm-report-on-critical-raw-materials_2014.pdf
- European Commission. (11 de 12 de 2019). The European Green Deal. *COMMUNICATION FROM THE COMMISSION*, (pág. 1). Bruselas. Obtenido de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1588580774040&uri=CELEX:52019DC0640>
- European Commission. (2022). *Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs*. Obtenido de Automotive industry: https://ec.europa.eu/growth/sectors/automotive-industry_en
- European Environment Agency. (2020). *Cross-border cooperation*. European Environment Agency.
- European Environment Agency. (2022). *Transport and environment report 2021 Decarbonising road transport — the role of vehicles, fuels and transport demand*. doi:10.2800/68902
- Fernández Roldán, L. (2019). Contaminación vehicular: qué es, tipos, causas y consecuencias. *Ecología Verde*. Obtenido de <https://www.ecologiaverde.com/contaminacion-vehicular-que-es-tipos-causas-y-consecuencias-2130.html>
- Free, C., & Hecimovic, A. (2021). Global supply chains after COVID-19: the end of the road for neoliberal globalisation? *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, 76.

- García, G. (2022). Kia anuncia una gama de vehículos eléctricos modulares adaptados a cada necesidad. *Híbridos y eléctricos*. Obtenido de <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/mercado/kia-anuncia-gama-vehiculos-electricos-modulares-adaptados-cada-necesidad/20220331101439056240.html>
- Gudiel Torres, S. (2005). *Implementación de un sistema de producción modular para una empresa de confección de prendas de vestir*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12672/1458>
- Hobsbawn, E. (1971). *En torno a los orígenes de la revolución industrial*. Siglo Veintiuno de España Editores.
- Hossain, S., Law, H. J., & Asfaw, A. (2022). *The Waste Crisis: Roadmap for Sustainable Waste Management in Developing Countries*. John Wiley & Sons.
- Hyundai Motor Group. (2022). *Road to Sustainability*. Obtenido de <https://www.hyundai.com/content/hyundai/ww/data/csr/data/0000000050/attach/english/hmc-2022-sustainability-report-en.pdf>
- International Energy Agency. (2021). *Oil 2021 Analysis and forecast 2026*. Obtenido de https://iea.blob.core.windows.net/assets/1fa45234-bac5-4d89-a532-768960f99d07/Oil_2021-PDF.pdf
- International Labour Organization. (2018). *24 million jobs to open up in the green economy*. Obtenido de https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS_628644/lang--en/index.htm
- Irle, V. (2020). *Europe BEV and PHEV Sales for Q3-2019 + October*. EV-volumes. Obtenido de <https://www.ev-volumes.com/country/total-euefta-plug-in-vehicle-volumes-2/>
- Juste, I. (02 de 09 de 2021). Contaminación del suelo: causas, consecuencias y soluciones. *Ecología Verde*. Obtenido de <https://www.ecologiaverde.com/contaminacion-del-suelo-causas-consecuencias-y-soluciones-285.html>
- Juste, I. (12 de 01 de 2021). Causas y consecuencias de la contaminación del agua. *Ecología Verde*. Obtenido de <https://www.ecologiaverde.com/causas-y-consecuencias-de-la-contaminacion-del-agua-614.html>
- Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). *What a Waste 2.0 : A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. Urban Development.
- Lacy, P., & Rutqvist, J. (2015). *The Circular Economy Could Unlock \$4.5 trillion of Economic Growth, Finds New Book by Accenture*. Palgrave Macmillan London. doi:<https://doi.org/10.1057/9781137530707>
- Lorén, M. M. (17 de 05 de 2018). *National Geographic*. Obtenido de <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2018/05/el-reciclaje-de-neumaticos-marca-el-camino-de-la-economia-circular-en-espana>
- Martínez, A. M. (17 de 08 de 2020). *Boletín de Noticias de Automoción. El automóvil y los recursos naturales*. ASEPA, Madrid. Obtenido de <https://www.linkedin.com/pulse/el-autom%C3%B3vil-y-los-recursos-naturales-antonio-mozas-mart%C3%ADnez/?originalSubdomain=es>

- Martínez, A. M. (2020). *El automóvil y los recursos naturales*. Obtenido de <https://www.linkedin.com/pulse/el-autom%C3%B3vil-y-los-recursos-naturales-antonio-mozas-mart%C3%ADnez/?originalSubdomain=es>
- McCullough, E., & Nassar, N. T. (2017). *Assessment of critical minerals: updated application*. Miner Econ. doi:10.1007/s13563-017-0119-6
- McGinty, D. (2021). 5 reasons to shift from a 'throw-it-away' consumption model to a 'circular economy'. *World Economic Forum*. Obtenido de <https://www.weforum.org/agenda/2021/02/change-five-key-areas-circular-economy-sustainability/>
- Mercedes-Benz Vans. (10 de septiembre de 2018). *Mercedes-Benz Vision URBANETIC*. [Youtube]. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=e_2BXldHY-o
- Ministerio de Ciencia y Tecnología. (2001). *VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE RESIDUOS GENERADOS DURANTE Y AL FINAL DE LA VIDA DE LOS VEHÍCULOS*. Profit. Obtenido de <https://studylib.es/doc/7433576/3-generaci%C3%B3n-de-residuos-del-autom%C3%B3vil>
- Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. (20 de 1 de 2020). *Plan Nacional Integrado de Energía y Clima*. Obtenido de https://www.miteco.gob.es/images/es/pniec_completo_tcm30-508410.pdf
- Moreno, M. Á. (21 de 10 de 2021). La falta de semiconductores no es el único problema del sector automovilístico: la escasez de magnesio y aluminio es la nueva amenaza. *Business INSIDER*. Obtenido de <https://www.businessinsider.es/sector-automovilistico-suma-grave-problema-crisis-chips-951637>
- Morley, N., & Dan, E. (2008). *Material security—ensuring resource*. C-Tech Innovation Ltd.
- Murphy, A., & Contreras, I. (12 de 05 de 2022). The Global 2000. *Forbes*. Obtenido de <https://www.forbes.com/lists/global2000/>
- Naciones Unidas. (2015). *Acuerdo de París*. Obtenido de https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf
- National Geographic. (2022). Los peligros de la basura electrónica. *National Geographic*. Obtenido de https://www.nationalgeographic.com.es/mundo-ng/peligros-basura-electronica_13239
- Natura. (2022). *Natura*. Obtenido de <https://www.naturabrasil.fr/en-us/>
- Nickel, E. H. (1995). Definition of a mineral. *Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía*, 18(0), 207-212.
- Nriagu, J., Udofia, E., Ekong, I., & Ebuk, G. (2016). Health Risks Associated with Oil Pollution in the Niger Delta, Nigeria. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2016, 13(3), 346. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/ijerph13030346>
- Ondarse Álvarez, D. (15 de 07 de 2021). *Batería*. Obtenido de <https://concepto.de/bateria/>
- Our World in Data*. (2021). Obtenido de <https://ourworldindata.org/grapher/population>

- Parlamento Europeo. (2019). *El Pacto Verde Europeo*. Obtenido de [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2019/644205/EPRS_ATA\(2019\)644205_ES.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2019/644205/EPRS_ATA(2019)644205_ES.pdf)
- Parlamento Europeo. (21 de 04 de 2022). Economía circular: definición, importancia y beneficios. *Noticias Parlamento Europeo*. Obtenido de <https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/economy/20151201STO05603/economia-circular-definicion-importancia-y-beneficios>
- Parlamento Europeo. (8 de 6 de 2022). El PE quiere emisiones cero para turismos y furgonetas en 2035. *Noticias Parlamento Europeo*. Obtenido de <https://www.europarl.europa.eu/news/es/press-room/20220603IPR32129/el-pe-quiere-emisiones-cero-para-turismos-y-furgonetas-en-2035>
- Parlamento Europeo. (14 de 06 de 2022). Emisiones de CO2 de los coches: hechos y cifras. *Parlamento Europeo*.
- Quiroa, M. (2019). La importancia del petróleo: ¿Por qué es determinante en la economía? *Equinopedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/actual/por-que-el-precio-del-petroleo-es-determinante-en-la-economia-mundial.html>
- Ramkumar, S., Kraanen, F., Plomp, R., Edgerton, B., Walrecht, A., Baer, I., & Hirsch, P. (2018). *Linear Risks*. WBCSD.
- Redacción MAPFRE. (22 de 12 de 2020). *Mapfre*. Obtenido de <https://www.mapfre.com/actualidad/sostenibilidad/economia-circular-obstaculos/>
- Reddy, S., & Lau, W. (2020). Breaking the Plastic Wave: Top Findings for Preventing Plastic Pollution. *PEW*, 1. Obtenido de <https://www.pewtrusts.org/en/research-and-analysis/articles/2020/07/23/breaking-the-plastic-wave-top-findings>
- Renault Group. (2022). *On the road to carbon neutrality*. Obtenido de <https://www.renaultgroup.com/wp-content/uploads/2021/04/climate-report-renault-group.pdf>
- Roberts, P. (2004). *El fin del petróleo*. Universidad Pública de Navarra. Ediciones B.
- Romans, A. (2022). ¿ESTAMOS ANTE UNA NUEVA CRISIS DEL PETRÓLEO? *ethic*. Obtenido de <https://ethic.es/2022/06/estamos-ante-una-nueva-crisis-del-petroleo/>
- Root, T. (2019). Los neumáticos son una gran fuente de contaminación por plástico. *National Geographic*, 6-7. Obtenido de <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2019/09/neumaticos-gran-fuente-contaminacion-plastico>
- Rosenau-Tornow, D., Buchholz, P., Riemann, A., & Wagner, M. (2009). *Assessing the long-term supply risks for mineral raw materials—a*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2009.07.001>
- Ruiz-Healy, E. (08 de 09 de 2021). La economía mundial en crisis por unos minúsculos chips. *El Imparcial*. Obtenido de <https://www.elimparcial.com/columnas/La-economia-mundial-en-crisis-por-unos-minusculos-chips-20210908-0007.html>

- Santaella, J. (12 de 06 de 2022). Qué es la globalización y cuáles son sus causas y consecuencias. *Economía 3*. Obtenido de <https://economia3.com/2022/01/09/468665-globalizacion-concepto/>
- Sustainability. (2021). Riesgo de escasez de minerales. *Sustainability WorlWide Center*. Obtenido de <https://sustainability.es/articulos/riesgo-de-escasez-de-minerales/>
- SYMBI. (2022). *SYMBI Interreg Europe*. Obtenido de <http://www.symbiex.es/fases-de-la-economia-circular/>
- Tire Steward Manitoba. (2013). *Scrap Tire Weight and Characteristics*. Canadá. Recuperado el 15 de junio de 2022, de <https://www.tirestewardshipmb.ca/wp-content/uploads/Scrap-Tire-Weight-and-Characteristics-Study-October-2013-1.pdf>
- UNEP. (11 de 05 de 2011). *Humanity's voracious consumption of natural resources unsustainable*. Obtenido de <https://news.un.org/en/story/2011/05/374942>
- Villalobos, H. (04 de 06 de 2022). Alemania espera Gran Apagón por corte en suministro de gas ruso. *Notizulia*. Obtenido de <https://notizulia.net/alemania-espera-gran-apagon-por-corte-en-suministro-de-gas-ruso/>
- Volvo. (2022a). *Sustentabilidad*. Obtenido de <https://www.volvocars.com/co/v/sustainability>
- Volvo. (2022b). *Volvo Mileage Lifespan: How Many Miles Do Volvo Cars Last?*. Obtenido de <https://www.gunthervolvocarsdaytona.com/average-lifetime-mileage.htm>
- Volvo. (2022c). *Volvo ventas*. Obtenido de <https://www.volvocars.com/es/por-que-volvo/valores/noticias-eventos/noticias-motor/961-volvo-ventas-2021>
- Volvo Group. (2022). *LEADING THE TRANSFORMATION*. Obtenido de <https://www.volvogroup.com/content/dam/volvo-group/markets/master/news/2022/feb/4195846-ab-volvo-annual-and-sustainability-report-2021-en.pdf>
- Wolters Kluwer. (2022). *Wolters Kluwer*. Obtenido de https://guiasjuridicas.wolterskluwer.es/Content/Documento.aspx?params=H4sIAAAIAAAEAMtMSbF1jTAAASNTY1NztbLUouLM_DxblwMDS0NDQ7BAZlqlS35ySGVBqm1aYk5xKgDL51_HNQAAAA==WKE
- Wordometer. (06 de 2022). Obtenido de <https://www.worldometers.info/es/poblacion/>
- World Economic Forum. (2020). *Raising Ambitions: A new roadmap for the automotive circular economy*. Obtenido de https://www3.weforum.org/docs/WEF_Raising_Ambitions_2020.pdf
- International Energy Agency (2021). *WORLD ENERGY BALANCES*. Obtenido de https://iea.blob.core.windows.net/assets/20a89a1b-634c-41f1-87d1-d218f07769fb/WORLDBAL_Documentation.pdf
- Zúñiga, E. D. (2020). La evolución del petróleo y su panorama actual. *IG*, 1. Obtenido de <https://www.ig.com/es/ideas-de-trading-y-noticias/historia-del-petroleo>

6. Anexo

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



Reflexión sobre la relación del TFG con los ODS en general y con el/los ODS más relacionados.

En el presente trabajo se ha realizado un análisis sobre el sector del automóvil, sector con un gran volumen e impacto en las economías. Se ha abordado las problemáticas del sector y propuesto soluciones estrechamente relacionadas con las ODS. A pesar de que se han tratado diversos objetivos sobre las ODS, la ODS número 12, producción y consumo responsable, es la ODS principal del proyecto. El objetivo de desarrollo sostenible 12 se centra en dar solución al aumento de la población mundial, junto con el deterioro de los recursos, mediante el cambio del enfoque de producción y consumo hacia un sistema más sostenible.

Desde un principio, en este trabajo se ha tratado de mostrar los efectos de la escasez de recursos e impacto ambiental negativo del sector automovilístico, proponiendo un sistema económico diferente conocido como modelo económico circular. Se ha demostrado que la aplicación de este modelo, en la producción de vehículos, puede traducirse en un menor impacto medioambiental y una optimización del uso de materias primas, siendo un enfoque nuevo de producción y consumo que encaja a la perfección con la ODS 12.

La implantación del modelo económico circular también conlleva el cumplimiento de otras ODS, como la número 07, energía asequible y no contaminante y la número 13, acción por el clima. Ambos objetivos han sido tratados en la propuesta de aplicación del modelo circular en el sector automovilístico al establecer las 4 vías de transformación: la descarbonización de la energía, circularidad de los materiales, optimización de la vida útil y mejora de la utilización de los vehículos. Estas medidas se centran tanto en la creación de productos nuevos, como en la modificación de los procesos de producción.

Asimismo, se ha concluido que el uso del modelo circular ofrece un impulso para las economías, ofreciendo una oportunidad de creación de nuevas empresas innovadoras que, a su vez, pueden generar nuevos puestos de empleo. Esta característica de los modelos circulares sigue el principio de la ODS número 8, trabajo decente y crecimiento económico.