
Implementación de la tecnología 4.0 en la industria automovilística en Ecuador retos y perspectivas

Implementation of technology 4.0 in the automobile industry in Ecuador challenges and perspectives

Edgar Edurman García Silvera¹

Resumen:

El objetivo del trabajo fue explorar el estado del arte de las tecnologías de vanguardia utilizadas en vehículos, y su impacto en la contaminación en Ecuador. La metodología empleada fue una investigación de tipología documental con un diseño observacional, haciendo una revisión bibliográfica en las bases de datos especializadas de los principales organismos rectores a nivel mundial. Los resultados obtenidos demuestran la importancia del uso de las nuevas tecnologías aplicadas a los coches modernos en aras de incrementar el rendimiento, seguridad y automóviles con menor impacto ambiental, la tendencia es lograr cero emisiones de gases contaminantes, aspecto que en Ecuador es una problemática de acuerdo con el análisis situacional que se realizó. Conclusiones, la tecnología 4.0 en la industria automotriz es imprescindible su implementación y aplicación en la actualidad. La emisión de gases contaminantes por vehículos en Ecuador es una realidad y esta problemática se exagera por no explotar sus recursos renovables.

Palabras clave: Energía renovable, tecnología 4.0, vehículos eléctricos

Abstract:

The objective of the work was to explore the state of the art of cutting-edge technologies used in vehicles, and their impact on pollution in Ecuador. The methodology used was a documentary typology investigation with an observational design, carrying out a bibliographic review in the specialized databases of the main governing bodies worldwide. The results obtained demonstrate the importance of the use of new technologies applied to modern cars in order to increase performance, safety and cars with less environmental impact, the trend is to achieve zero emission of polluting gases, an aspect that in Ecuador is a problem of according to the situational analysis that was carried out. Conclusion, 4.0 technology in the automotive industry is essential for its implementation and application nowadays. The emission of polluting gases by vehicles in Ecuador is a reality and this problem is exacerbated by not exploiting its renewable resources.

Keyword: Renewable energy, technology 4.0, electric vehicles

¹ Universidad de Ganma, UDG, Cuba, PhD. En Ciencias Naturales, <https://orcid.org/0000-0001-8116-8427>

Autor de correspondencia: egarciasilvera@gmail.com



Introducción

La tendencia a nivel mundial de la expansión en la urbanización, industrialización y globalización se correlaciona con el incremento del número de automóviles personales en todo el planeta (Mattioli et al., 2020). La sociedad moderna depende en gran medida del transporte basado en combustibles fósiles para el desarrollo económico y social lo que ha conllevado a la dependencia limitada por el agotamiento de las reservas de petróleo, así como de las emisiones de gases contaminantes (EPA a, 2023). Las consecuencias de esta problemática han provocado la exacerbación del cambio climático, la mala calidad del aire urbano y conflictos políticos (EPA b, 2023).

La sociedad necesita sostenibilidad, pero el modelo actual está lejos de serlo. Se hace necesario el uso de combustible que reduzcan las emisiones de carbono y el aprovechamiento de los recursos naturales dentro de límites sostenibles. Por lo tanto, el futuro del transporte debe proporcionar mayor libertad, movilidad sostenible y sostenibilidad, crecimiento económico y prosperidad para la sociedad (Rijmenam, 2023).

Las tendencias en la comercialización de automóviles nuevos durante las próximas décadas se fundamentarán en la evolución de su diseño, vehículos compartidos, autónomos, vinculados y con propulsión alternativa, compatibles con el medio ambiente y que generen nulo o bajo impacto ambiental (Zhu et al., 2021).

La amplia gama de tecnologías en las décadas recientes ha iniciado en el mejoramiento, autonomía y compatibilidad con el medio ambiente de los vehículos modernos, además en la mejora del rendimiento, la comodidad y el mantenimiento de los estándares. Desde la dirección asistida hasta la dirección manual, desde los motores diésel hasta los automóviles eléctricos y desde el frenado estándar hasta el frenado ABS, vehículos conducidos por electricidad procedente de energías limpias, seguras e inteligentes son esenciales (Zhu et al., 2021).

Con más competencia en la industria, varios fabricantes podrían invertir en el desarrollo de nuevas y mejores tecnologías, aunque implementarlas tiene sus retos, un ejemplo son los carros eléctricos. El desarrollo e investigación en la mejora tecnológica de baterías eléctricas es el siguiente paso en el desarrollo de estos vehículos lo que repercutirá en la disponibilidad y acceso de estos coches en el planeta (Nichols, 2023).

De esta manera, la comercialización de estos carros es un nicho de investigación en la actualidad con sus retos tecnológicos para su implementación.

Este artículo proporciona un análisis exhaustivo de las muchas tecnologías de vanguardia utilizadas en vehículos comerciales, describiendo sus ventajas e inconvenientes, usos, dificultades actuales y potencial para avances futuros.

También se aborda un análisis situacional del efecto de la contaminación por vehículos en Ecuador.

Metodología

La investigación tuvo un diseño observacional de tipología documental. En este sentido, el artículo presenta una revisión bibliográfica en los principales organismos rectores a nivel mundial del área y en las bases de datos ScienceDirect, Scielo, Dialnet y Elsevier. Los descriptores claves considerados en la búsqueda fueron "industria automotriz, combinados con "tendencias" en el ámbito tecnológico, medio ambiente, social y económico. Los criterios empleados en la selección de la información se centraron en la aplicación del método empírico y el corte transversal dentro del período 2018-2023, en el marco de una metodología de estudio descriptivo. Además, se requirió el uso de operadores booleanos como "and" en complemento con las palabras claves por separado para una relevante pesquisa investigativa. Se seleccionaron de esos artículos los elementos sustanciales que tienen relación con el objetivo del trabajo, y a continuación se realizan comentarios y análisis científico por parte de los autores para tener una visión integradora a través de una concepción holística configuracional.

Resultados y Discusión

Las posibilidades que ofrecen las tecnologías de frontera han tenido una influencia significativa en la industria del automóvil. Tanto para los fabricantes de automóviles globales como para los pequeños talleres de servicio, las implementaciones de estas tecnologías son inevitables en el contexto actual las que a continuación se analizan.

Tendencia en la tecnología de frontera en la industria automotriz

Los carros del futuro están muy interrelacionados con la industria 4.0, la cual tiene como objetivo principal realizar las operaciones de fabricación con sistemas eficientes, autónomos y sostenibles (Koh et al., 2019). Dentro de las tecnologías que usa la industria 4.0 está el Internet de las cosas, sistemas ciberfísicos, análisis de big data, fabricación auditiva y computación en la nube e inteligencia artificial (Kamble et al., 2020).

Estas tecnologías están vinculadas en la investigación y desarrollo en la industria automotriz en las áreas de ahorro de energía del motor, arquitectura y diseño del carro, combustibles no fósiles, las mejoras en la seguridad de los vehículos, la conducción autónoma y los nuevos materiales (Nicoletti et al., 2021).

Tabla 1

Las nuevas tecnologías en los vehículos modernos, sus características y retos de su aplicación.

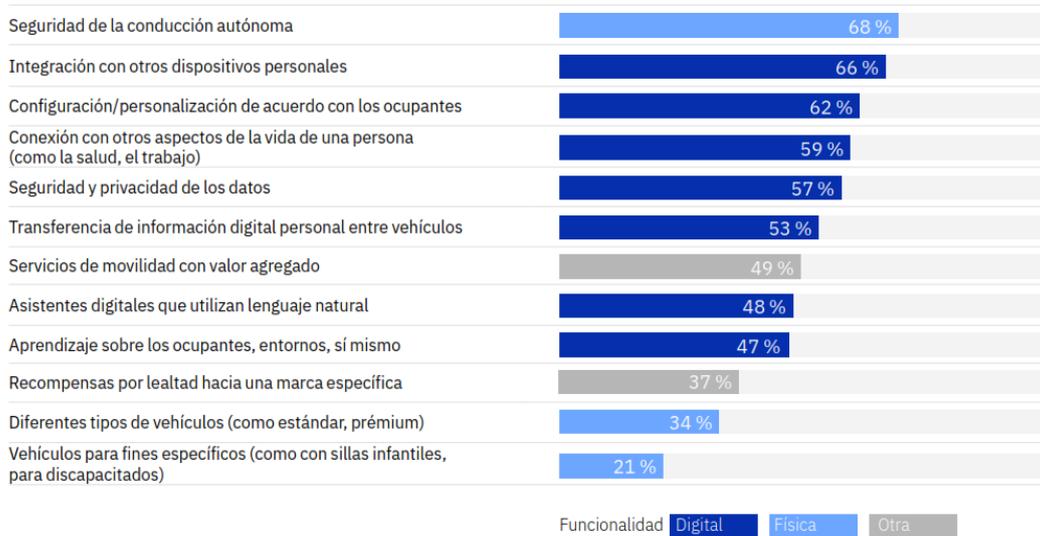
Tecnología	Aplicación en vehículos	Características	Retos	Referencia
Internet de las cosas (IoT)	En los sistemas de verificación de producción	Condiciones de seguridad, chequeo de control de calidad, información de ventas	Habilidad y buena preparación en el operario con las tecnologías	Rahim et al., 2020
Inteligencia Artificial	En la producción, para disminuir costos	Entre los principales métodos de la IA se encuentra el Deep learning, machine learning, clustering y redes neuronales	Altas inversiones sin un cercano retorno de la inversión	Ochoa-Díaz, 2022
Sistemas ciberfísicos	El automóvil se debe entender como un sistema ciberfísico, debido a que este debe incorporar elementos inteligentes y estar en la capacidad de conectarse a internet para compartir información de su estado, para dar respuestas en tiempo real del funcionamiento del carro a su operario, generando el concepto de carros conectados.	La unión entre el mundo físico y el mundo virtual se efectúa por medio de los sistemas ciberfísicos, los cuales se utilizan para distribuir, monitorear, controlar ambientes físicos y generar retroalimentaciones.	Seguridad informática, proteger elementos, sistemas y datos críticos	Panwar et al., 2021
Computación en la nube	Los automóviles autónomos podrán comunicarse entre sí para hacer que las carreteras públicas sean más seguras, actualizar las condiciones del tráfico y producir mapas de carreteras actualizados.	La computación en la nube está habilitada por centros de datos de fácil acceso que proporcionan altas capacidades de procesamiento de datos y almacenamiento	Infraestructura de la red, capacidad de la banda ancha, latencia	Ahmed et al., 2019
Fabricación aditiva	Fabricación de componentes, piezas y estructuras de vehículos	Es un proceso de deposición de material fundido capa por capa con el fin de obtener una pieza 3D	Altos costos de implementación	Mohanavel et al., 2022

En la actualidad para los clientes es muy importante la seguridad y atención personalizada de los vehículos modernos, donde la tecnología juega un papel importante.

Figura 1

Atributos diferenciadores más importantes para generar la lealtad del cliente.

Atributos de la lealtad a la marca



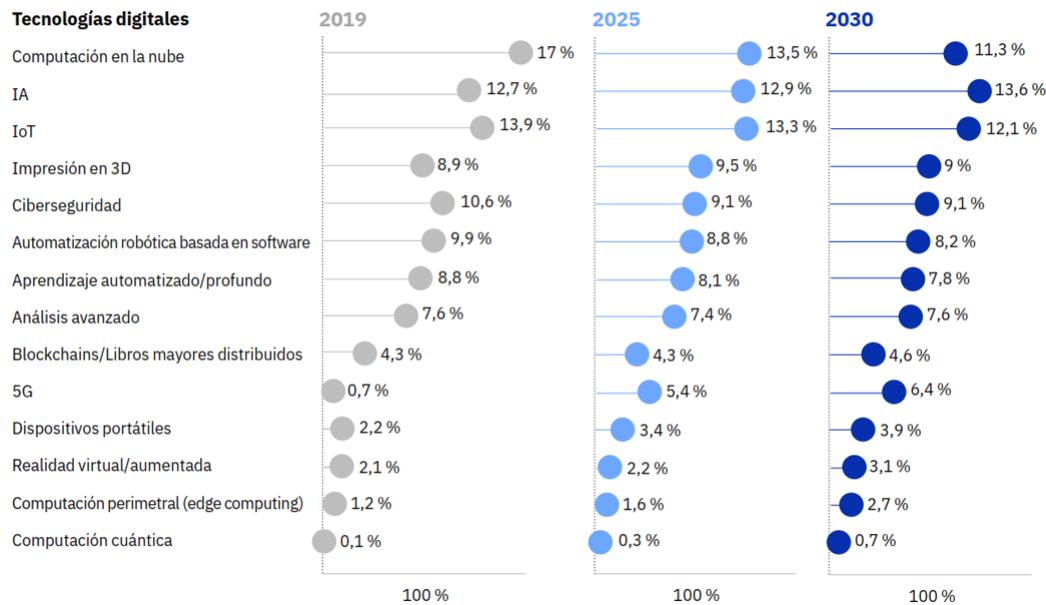
Nota. IBM, 2019

En una encuesta realizada a ejecutivos de la industria automotriz los tres indicadores de mayor puntuación parean la lealtad a la marca fue de origen tecnológico e innovación (Fig.1). El 80 % de los ejecutivos esperan que los servicios digitales mejoren considerablemente las experiencias de los clientes. Las capacidades del vehículo de aprender sobre sus ocupantes, integrarse con otros dispositivos, proteger y compartir información personalizada dentro de la marca, y mantener una conversación natural pueden otorgarle un mayor prestigio y lealtad a la marca.

Cuando se les pregunto cómo veían la distribución de inversiones de sus organizaciones en iniciativas digitales en los siguientes 10 años, las áreas de computación en la nube, inteligencia artificial e internet de las cosas se mencionaron como las de mayores inversiones, como se puede (figura 2).

Figura 2

Distribución de inversiones en sus organizaciones en iniciativas digitales en los próximos 10 años.



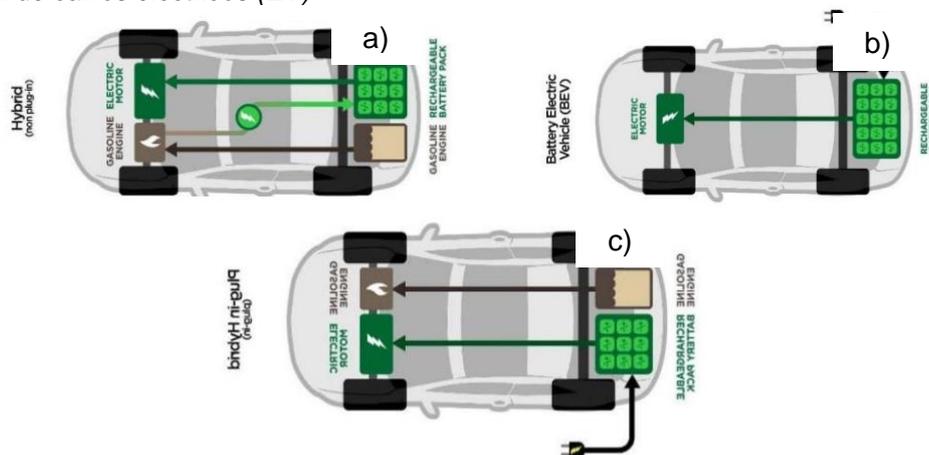
Nota. IBM, 2019

Uno de los prototipos para aplicar toda esta tecnología de la industria 4.0 son los vehículos eléctricos. En la actualidad existen tres tipos de carros eléctricos. El híbrido, el híbrido enchufable y el eléctrico puro.

El híbrido se caracteriza por su interacción entre el motor de combustión interna y un motor eléctrico (figura 3a).

Figura 3

Clasificación de carros eléctricos (EV)



Nota. CleanPNG, 2023.

El híbrido enchufable, utiliza su motor de combustión interna, o el motor eléctrico, como se muestra en la figura 3b. El eléctrico puro utiliza la energía química guardada en una o varias baterías recargables, como se muestra en la figura 3c. A pesar de las ventajas que ofrecen estos carros cuando se inició su comercialización

a nivel mundial no lograron establecerse en la década del 90' por las limitaciones que se exponen a continuación, las cuales la industria ha tomado esas experiencias y revertirlas y mas en un escenario donde el cambio climático es una realidad (Mir y Mazrur, 2018):

Limitaciones de los EV: estos se referían al rango limitado (la mayoría de los EV proporcionaban 60-100 millas, en comparación con 300 o mas millas de los vehículos con gasolina); tiempo de carga larga (ocho o mas horas); alto costo (40% más caro que los autos de gasolina); y en espacios de carga limitado en muchos de los EV.

Gasolina barata: el costo operativo (costo de combustible) de los automóviles es insignificante en comparación con la inversión que hace un propietario de EV al comprar un EV.

Consumidores: los consumidores creían que los grandes vehículos de servicios deportivos (SUV) y las camionetas eran más seguros de conducir y más convenientes para muchas otras funciones, como el remolque. Por lo tanto, los consumidores prefirieron grandes SUV a vehículos más pequeños eficientes (en parte debido a los bajos precios de la gasolina).

Empresas automotrices: los fabricantes de automóviles gastaron miles de millones de dólares en investigación, desarrollo y despliegue de EV, pero el mercado no respondió muy bien. Estaban perdiendo dinero en la venta de EV en ese momento. El mantenimiento y el servicio de los EV fueron cargas adicionales en los concesionarios de automóviles. La responsabilidad fue una gran preocupación, aunque no había evidencia de que los EV fueran menos seguros que los vehículos de gasolina.

Compañías de gas: los EV fueron vistos como una amenaza para las compañías de gas y la industria petrolera. El cabildeo de las compañías de automóviles y gasolina del gobierno federal y el gobierno de California para abandonar el mandato fue uno de los factores clave que condujeron a la desaparición de los EV en la década de 1990.

Tecnología de la batería: las baterías de plomo ácido se usaron en la mayoría de los EV en la década de 1990. Las baterías eran grandes y pesadas, y necesitaban mucho tiempo para cargar.

Infraestructura: hubo infraestructura limitada para recargar los EV.

A pesar de estas limitaciones en la actualidad muchos de estos indicadores han cambiado. Chen et al. (2022) realizó un estudio donde evaluó cuatro dimensiones de los carros eléctricos (tabla 2).

Tabla 2

Ponderancia por categoría de cuatro dimensiones de los vehículos eléctricos.

Categoría tecnológica	Protección ambiental	Aspecto económico	Eficiencia energética	Madurez tecnológica
Vehículo híbrido eléctrico	6	6	7	8
Variación de vehículo híbrido	8	6	8	7
Vehículo eléctrico puro	10	7	8	7
Vehículos de hidrógeno	9	3	9	4

Nota. Ponderancia en peso: mayor valor 10. Chen et al. (2022);

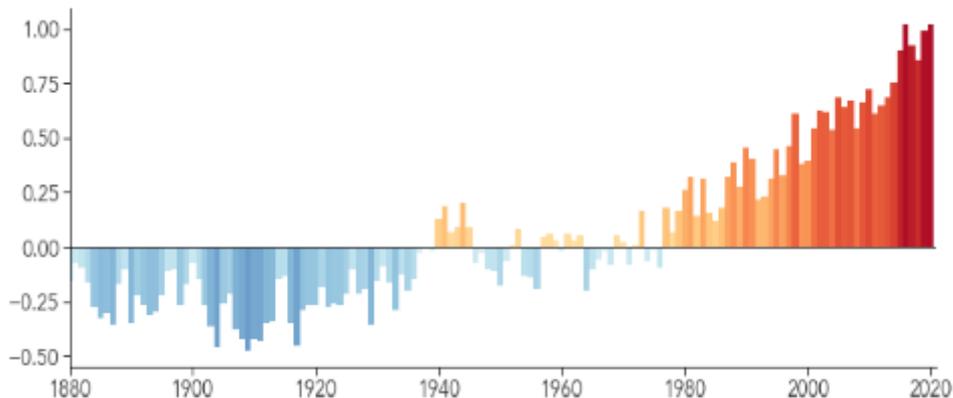
En la tabla 2 se compara las variantes de vehículos eléctricos en base a cuatro dimensiones. En protección ambiental el vehículo eléctrico puro es el que posee mayor ponderancia en peso (10), así como en aspecto económico (7), en la eficiencia energética los vehículos de hidrógeno son los que tienen mayor peso y madurez tecnológica los híbridos.

Análisis situacional del efecto de la contaminación por vehículos en Ecuador

La calidad de vida está significativamente influenciada por el entorno en el que vivimos y por ello los grandes esfuerzos de la humanidad se dirigen a la sostenibilidad y mejora de este entorno. Sin embargo, La temperatura global en la última década ha tenido una variación entre 0,5-1 °C superior que décadas anteriores (Fig. 4).

Figura 4

Temperatura anormal de la tierra



Nota. NASA, 2023.

Este incremento de temperatura afecta directamente a todos los ecosistemas por ende la transición global hacia una energía renovable eficiente e integrada es una necesidad urgente en el contexto de la crisis climática, no es posible contemplar el desarrollo sostenible sin considerar que la humanidad logra tomar decisiones transformadoras para reducir el dióxido de carbono, consecuencias graves e irreversibles si estas acciones no se llevan a cabo, y en este contexto se encuentra Ecuador.

Para Ecuador constituye un reto y a la misma vez una necesidad de controlar la contaminación ambiental generada por los vehículos que circulan en el país. De acuerdo con la tabla 3 y figura 5 es uno de los países de mayor tenencia de vehículos per cápita por habitantes en Sudamérica.

Figura 5

Comparación de vehículos por habitantes en diferentes países sudamericanos.

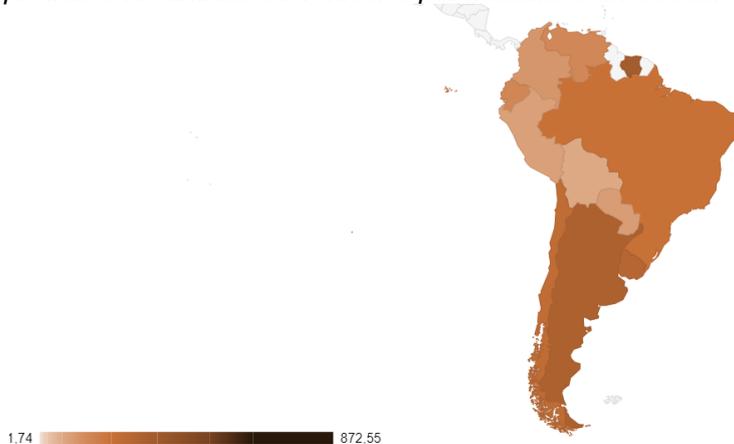
País	Parque automotor	Población total	Vehículos por 1.000 habitantes
Colombia	18.082.451	51.874.024	349
Bolivia	2.493.753	12.224.110	204
Ecuador	2.880.910	17.978.906 ^a	160
Perú	3.303.476	34.049.588	93

Nota. Instituto Nacional de Estadística y Censo (INE)a, 2023.

La figura 6 presenta mediante la intensidad de color, la distribución vehicular presente a nivel regional.

Figura 6

Escala de colores que indica la cantidad de vehículos por habitantes en Sudamérica

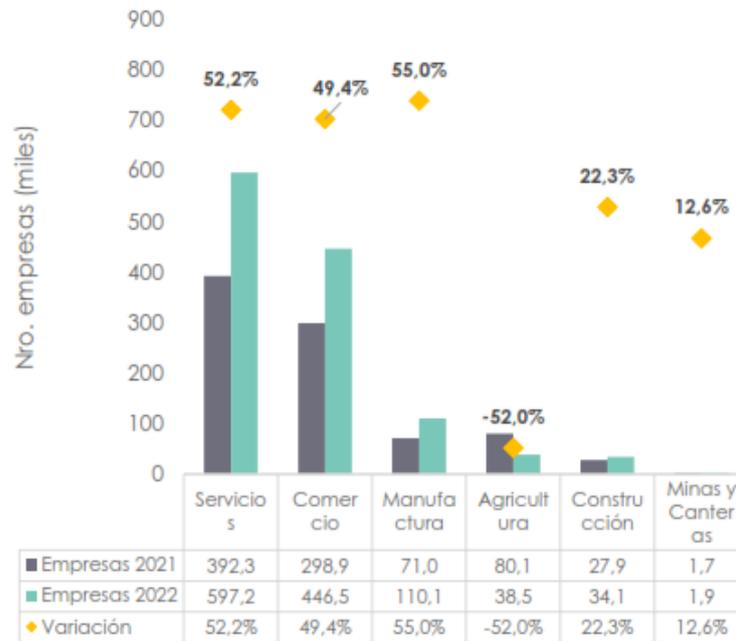


Nota. Datosmacro.com, 2021.

De acuerdo con la figura 7 la dinámica empresarial en Ecuador se ha incrementado notablemente en un solo año.

Figura 7

Comparación de tipos de empresas entre los años 2021 y 2022 en Ecuador



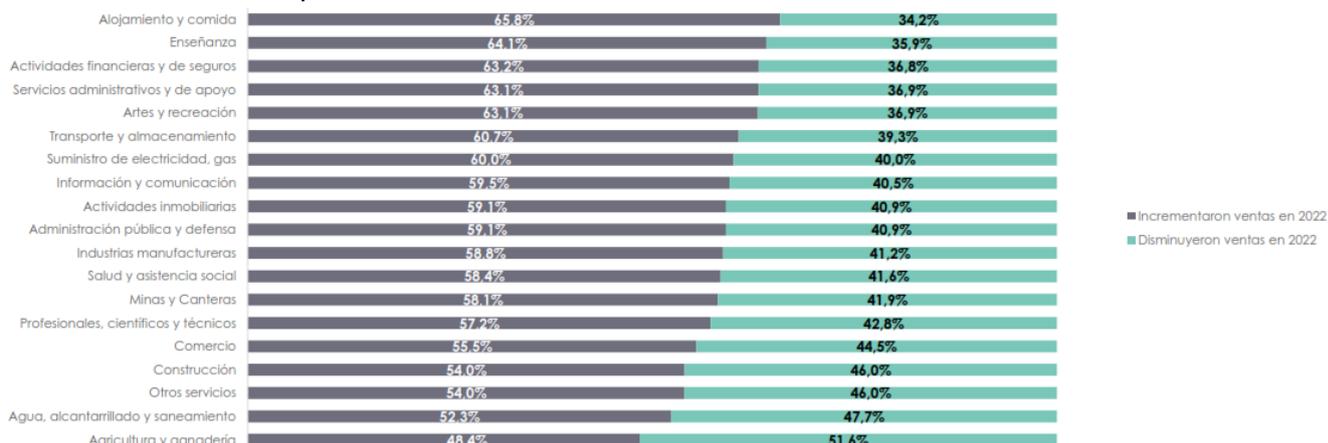
Nota. Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC)b, 2023.

Como se observa en la figura 7, las empresas de diferentes sectores han crecido en el 2022 respecto al 2021 en Ecuador. Solamente en la agricultura presenta una variación negativa entre los dos años de comparación. Esto implica indirectamente un incremento en la utilización del transporte, por lo que se hace necesario tecnologías de punta y talleres mecánicos que respondan a las necesidades y presión de este incremento.

Si se analiza por sector, el transporte y almacenamiento ocupó el sexto lugar en su incremento en ventas alcanzando un 60,7 % en el 2022 en Ecuador, esto indica un sector bastante dinámico en su economía (Fig. 8).

Figura 8

Incremento de las ventas por sector en Ecuador en el 2022

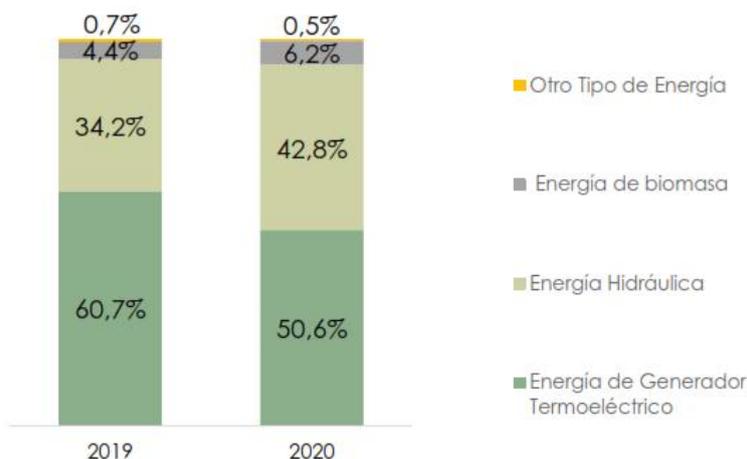


Nota. Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC)b, 2022.

Sin embargo, la realidad en Ecuador en base a utilizar energías renovables es crítica como se puede observar en la figura 9.

Figura 9

Distribución de la energía eléctrica generada por tipo de energía



Nota. Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC)c, 2022.

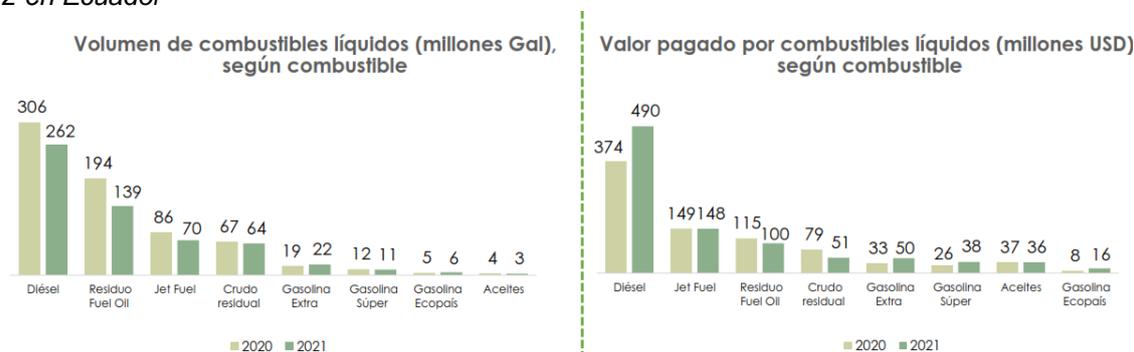
En la figura 9 se representa la distribución de energía eléctrica generada en Ecuador por distintos tipos de energía. Se observa que las energías renovables apenas ocupan un 5,1 % en la distribución de la energía eléctrica generada. Las energías generadas por termoeléctricas las cuales consumen en su mayoría combustible fósil son las de mayor generación de electricidad en el país, ocupando un 50,6 % en el 2020. Esto refleja que el cambio en la matriz de la base energética en el país se ha ralentizado mucho, donde apenas el 5 % de energías alternativas son empleadas para la generación de energía en Ecuador tanto en el 2019 como en el 2020.

Por otra parte, el consumo de volumen de combustible líquidos en el país es alto (figura 10). La figura muestra que los combustibles fósiles tienen un importante

volumen de combustibles líquidos que se emplean en las empresas en Ecuador, inclusive para el 2021 las ventas de diésel se habían incrementado respecto al año anterior.

Figura 10

Comparación del consumo de combustibles líquidos y su variación de valor pagado entre el 2021 y 2022 en Ecuador

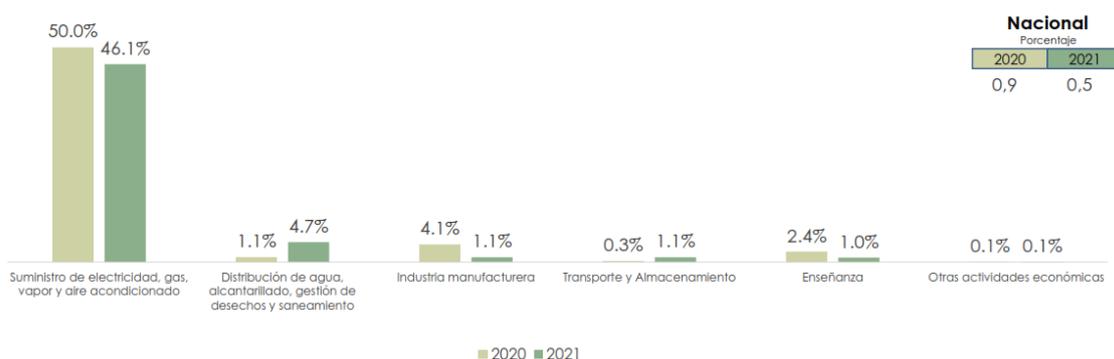


Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC)c, 2022.

En la figura 11 se representa las empresas que producen energía renovable en Ecuador en los años correspondientes al 2021 y 2022.

Figura 11

Empresas que producen energías renovables en Ecuador entre los años 2021 y 2022
Proporción de empresas que producen energía renovable



Nota. Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC)c, 2022.

En la figura 11 se destaca que en sentido general las empresas en Ecuador son muy pobre en la generación de energía renovable. Como se aprecia en la figura anterior, las empresas de transporte y almacenamiento generan 0,3% y 1,1% de las energías renovables en el país. De hecho, el 89,5 % en la generación de desechos especiales en Ecuador son las escorias de acería y neumáticos usados, dos elementos que se generan en los talleres automotrices. Por otra parte, el potencial de la economía circular en los desechos especiales es grande en Ecuador.

Hay que destacar que el Estado Ecuatoriano ha llevado a cabo iniciativas para la disminución de la contaminación ambiental, por ejemplo, nace el Impuesto

Ambiental a la Contaminación Vehicular en el país y éste se presenta como un estímulo para la reducción de la contaminación, el Ecuador fue el segundo país en Latinoamérica, después de Chile en 1986, en plantear un impuesto que busque proteger el medio ambiente. El hecho generador de este impuesto es la contaminación potencial que genera el combustible a través de los vehículos. El marco de nacimiento del impuesto ambiental en el Ecuador se dio en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) dentro de la política del “Buen Vivir” instaurada en el país desde al año 2007.

Conclusiones

Las tecnologías de la industria 4.0 llegó a la industria automotriz para innovar y producir automóviles más confiables en su seguridad, autonomía y diseño, a pesar de los retos que involucra su implementación las cuales constituye nichos de investigación, pero es la tendencia y el camino que deben apropiarse las empresas del sector para sobrevivir en la creciente demanda de automóviles que sean compatibles con el medio ambiente.

La toma de decisiones sobre la electrificación de vehículos no debería ser una cuestión emocional, sino guiarse por un razonamiento científico exhaustivo y consideraciones económicas, y entonces se alcanzará automáticamente un punto óptimo en el que la comunidad técnica se apropie de él, sabrán o más bien tendrán una idea razonable sobre la mejor combinación de vehículo convencional, híbrido o eléctrico puro que se debe fabricar. Por ahora parece que desde la perspectiva del usuario el carro híbrido es una buena solución provisional, siempre que se pueda reducir el costo. Es posible que a los vehículos eléctricos puros todavía les quede mucho camino por recorrer, tanto desde el punto de vista medioambiental como de costos, pero se trabaja en la infraestructura para que puedan ser los que circulen en el futuro.

Referencias

- Ahmed, B; Malik, A.W; Hafeez, T. (2019). Services and simulation frameworks for vehicular cloud computing: a contemporary survey. *J Wireless Com Network*, 4. <https://doi.org/10.1186/s13638-018-1315-y>
- Chen, Y. (2022). Research on collaborative innovation of key common technologies in new energy vehicle industry based on digital twin technology. *Energy Reports* 8: 15399-15407. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2022.11.120>
- CleanPNG. (2023). Battery Cartoon Preview. Obtenido de: <https://www.cleanpng.com/png-battery-electric-vehicle-car-electric-motor-all-ki-1283147/preview.html>
- Datosmacro.com. (2021). Vehículos en uso en Sudamérica. Obtenido de: <https://datosmacro.expansion.com/negocios/vehiculos-en-uso>.
- EPA a. (2023). Economics of Biofuels. Obtenido de: <https://www.epa.gov/environmental-economics/economics-biofuels>
- EPA b. (2023). Climate Change Impacts on Air Quality. Obtenido de: <https://www.epa.gov/climateimpacts/climate-change-impacts-air-quality>
- IBM. (2019). Industria automotriz 2030 La carrera hacia un futuro digital. Obtenido de: <https://www.cavem.cl/informes/61e17d130af1f.pdf>.
- INEC a. (2023). Estadística de Transporte (ESTRA). Boletín Técnico N° 1 de Transporte. Obtenido de: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Estadistica%20de%20Transporte/ESTRA_2022/2022_BOLETIN_ESTRA.pdf- Sitio web visitado 11 de noviembre del 2023.
- INEC b. (2023). Registro Estadísticos de Empresas 2022, Principales resultados. Obtenido de: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/directoriodeempresas/principales-Resultados>.
- INEC c. (2022). Tomado de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/EMPRESAS/Empresas%1F_2020/PRES_MOD_AMB_EMP_2020_Vf.pdf
- Koh, L; Orzes, G; Jia, F. J. (2019). The fourth industrial revolution (Industry 4.0): Technologies disruption on operations and supply chain management. *International Journal of Operations & Production Management*, 39(6/7/8), 817–828.
- Kamble, S; Gunasekaran, A.; Dhone, N. C. (2020). Industry 4.0 and lean manufacturing practices for sustainable organizational performance in Indian A. Ghadge et al. manufacturing companies. *International Journal of Production Research*, 58(5), 1319–1337.
- Mattioli, G; Cameron, Roberts, J; Steinberger, K; Brown, A. (2020). The political economy of car dependence: A systems of provision approach. *Energy Research & Social Science*, 66:10148. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101486>
- Mir, C y Mazrur, A. (2017). *Hybrid Electric Vehicles, Principles and Applications with Practical Perspective*. 2da edición. John Wiley & Sons Ltd. NJ, USA.
- Mohanavel, V; Priyadarshan, R; Ravichandran, M; Rajkumar S; Palanivel, V; Subbiah, R. (2022). The role and application of 3D printer in the automobile industry. *ECS Trans* 107: 12001. Doi: 10.1149/10701.12001ecst

- NASA. (2023). Julio de 2023 fue el mes más caluroso registrado. Obtenido de: <https://www.nasa.gov/news-release/julio-de-2023-fue-el-mes-m%C3%A1s-caluroso-registrado/>
- Nichols, D. (2023). The Future of EV Batteries. Obtenido de: <https://www.greencars.com/greencars-101/the-future-of-ev-batteries>
- Nicoletti, L; Bronner, M; Benedikt, D; Koch, A; Konig, A; Krapf, S. (2020). 2020 Fifteenth International Conference on ecological vehicles and Renewable Energies (EVER). DOI: 10.1109/EVER48776.2020.924311
- Ochoa-Díaz, L. (2022). Inteligencia Artificial y su uso en la industria automotriz. Obtenido de: <https://spcpro.com/2022/11/inteligencia-artificial-en-la-industria-automotriz/>
- Panwar, N; Singh, S; Garo, A; Kumar-Gupta, A; Gao, L. (2021). Recent Advancements in Battery Management System for Li-Ion Batteries of Electric Vehicles: Future Role of Digital Twin, Cyber-Physical Systems, Battery Swapping Technology, and Nondestructive Testing. Energy Technology <https://doi.org/10.1002/ente.202000984>
- Rahim A, Rahman A, Rahman M. (2020). Evolution of IoT-enabled connectivity and applications in automotive industry: A review. Vehicular communications. <https://doi.org/10.1016/j.vehcom.2020.100285>
- Rijmenam M. (2023). The future of mobility: transforming transportation. Obtenido de: <https://www.thedigitalspeaker.com/future-mobility-transforming-transportation/>
- Zhu, H, Zhou, W; Li, Z; Li, L; Huang, T. (2021). Requirements-Driven Automotive Electrical/Electronic Architecture: A survey and Prospective Trends. IEE Vehicular Technology Society Section. Doi: 10.109/Access.2021.3093077.