



Implementación del Downsizing en motores de gasolina. ¿Menos consumo igual potencia?

Implementation of Downsizing in gasoline engines. Less consumption equal power?

Implementação de Downsizing em motores a gasolina. Menos consumo igual a potência?

Kevin Anderson Farinango-Amaguaña^I
kevin.farinango395@ist17dejulio.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-1806-1237>

Luis Caiza-Quishpe^{II}
lcaiza@ist17dejulio.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-4343-7280>

Fernando Rene Flores-Benítez^{III}
fflores@ist17dejulio.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-5969-1051>

Correspondencia: kevin.farinango395@ist17dejulio.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 23 de septiembre de 2022 * **Aceptado:** 18 de octubre de 2022 * **Publicado:** 12 de noviembre de 2022

- I. Instituto Superior Tecnológico 17 de Julio, Urcuquí, Ecuador.
- II. Instituto Superior Tecnológico 17 de Julio, Urcuquí, Ecuador.
- III. Instituto Superior Tecnológico 17 de Julio, Urcuquí, Ecuador.

Resumen

El downsizing es una herramienta que están explotando muchos fabricantes de automóviles con la que se intenta conseguir un mayor rendimiento y eficiencia con motores de menor tamaño pero con mayor evolución. Para ello, se reduce el número de pistones y la cilindrada pero la potencia específica es mayor y cuentan con consumos menores. El objetivo de estudio es analizar sobre el consumo y potencia de los motores con la implementación del downsizing en motores de gasolina. Por medio de la investigación documental, se obtuvo, que los motores de combustión interna actuales y donde se ha implementado el downsizing, son motores más eficientes con un bajo consumo de combustible, esto es debido a factores como; el avance de la electrónica en el campo automotriz, reemplazando componentes mecánicos por componentes electrónicos, lo cual indica que con motores sobrealimentados con una cilindrada menor, se logra obtener una mayor eficiencia. Sin embargo, hay autores que comentan, que con el downsizing, los motores son menos fiables, más ruidosos, tienen un mayor nivel de vibraciones, ofrecen un rendimiento inferior. En definitiva, han dejado de ser atractivos y su tiempo ya ha pasado.

Palabras claves: Downsizing; Motores de gasolina; Potencia motores de gasolina; Vehículos.

Abstract

Downsizing is a tool that many car manufacturers are exploiting in an attempt to achieve greater performance and efficiency with smaller but more evolved engines. To do this, the number of pistons and the displacement are reduced, but the specific power is greater and they have lower consumption. The objective of the study is to analyze the consumption and power of the engines with the implementation of downsizing in gasoline engines. Through documentary research, it was obtained that current internal combustion engines and where downsizing has been implemented, are more efficient engines with low fuel consumption, this is due to factors such as; the advancement of electronics in the automotive field, replacing mechanical components with electronic components, which indicates that with supercharged engines with a smaller displacement, greater efficiency is achieved. However, there are authors who comment that with downsizing, the motors are less reliable, noisier, have a higher level of vibrations, and offer lower performance. In short, they have ceased to be attractive and their time has passed.

Keywords: Downsizing; gasoline engines; Power gasoline engines; Vehicles.

Resumo

O downsizing é uma ferramenta que muitos fabricantes de automóveis estão explorando na tentativa de obter maior desempenho e eficiência com motores menores, mas mais evoluídos. Para isso, o número de pistões e o deslocamento são reduzidos, mas a potência específica é maior e eles têm um consumo menor. O objetivo do estudo é analisar o consumo e potência dos motores com a implementação do downsizing em motores a gasolina. Através de pesquisa documental, obteve-se que os motores de combustão interna atuais e onde foi implementado downsizing, são motores mais eficientes e com baixo consumo de combustível, isso se deve a fatores como; o avanço da eletrônica na área automotiva, substituindo componentes mecânicos por componentes eletrônicos, o que indica que com motores superalimentados com menor cilindrada, maior eficiência é alcançada. No entanto, há autores que comentam que com o downsizing, os motores são menos confiáveis, mais ruidosos, têm maior nível de vibrações e oferecem menor desempenho. Em suma, eles deixaram de ser atraentes e seu tempo passou.

Palavras-chave: Downsizing; motores a gasolina; Motores a gasolina de potência; Veículos.

Introducción

El downsizing es la técnica de reducir la capacidad del motor reduciendo el número de cilindros y utilizando un turbocompresor para lograr un mayor rendimiento, pues la creciente exigencia de las normativas de control de emisiones ha creado presión sobre los fabricantes de automóviles para reducir las emisiones y el consumo de combustible

Basado en lo anterior, el objetivo de este artículo es analizar sobre el consumo y potencia con la implementación del downsizing en motores de gasolina, por lo cual, es importante, revisar a nivel conceptual el downsizing así como el rendimiento y la potencia de los motores de gasolina, en este sentido, es importante indagar en la estrategia del downsizing implantada por muchas marcas para mejorar el consumo y las emisiones, porque puede estar llegando a su fin, siendo susceptible de ser reemplazada por los motores de gran tamaño y tecnología híbrida.

Sin embargo, la estrategia a seguir por la mayoría de los fabricantes no parece que vaya a ser la de conceder más importancia al turbo, sino la de apostar por los motores eléctricos.

El downsizing del futuro pasa por emplear un motor de combustión interna, del tamaño y número de cilindros que sea necesario, y alguna suerte de hibridación, desde un motor pequeño de apoyo

y un sistema de regeneración de energía, hasta motores eléctricos potentes que sean los principales responsables de proporcionar movimiento al automóvil (Villarreal D. , 2017)

El artículo se organiza de la siguiente manera: downsizing, el rendimiento y la potencia de los motores de gasolina, los motores de tres y cuatro cilindros y describir las ventajas y desventajas de aplicar el downsizing en motores de gasolina

Metodología

Considerando que este trabajo de investigación pretende indagar sobre el consumo y potencia con la Implementación del Downsizing en motores de gasolina se trata en este trabajo como una investigación de tipo documental, en base a un análisis metódico de las referencias científicas consideradas para el estudio (Bernal C. , Metodología de la Investigación, 2010).

Se consideraron fuente secundaria tales como, artículos de revistas especializadas. La investigación realizada fue una revisión bibliográfica, documental y crítica del material seleccionado. Se establece un marco teórico conceptual en base a la Implementación del Downsizing en motores de gasolina.

Asimismo, se hace plantean diferentes puntos de vistas de diversos autores, donde se analiza sobre si al implementar el downsizing en motores de gasolina, realmente hay menos consumo y se mantiene la potencia.

Resultados y discusión

Downsizing

La creciente demanda de regulaciones de control de emisiones contaminantes promulgadas en Europa durante los últimos 15 años ha llevado a la moda del downsizing en la primera mitad de la década pasada.

La normatividad vigente para el sector transporte en los países productores de vehículos contempla la regulación de emisiones de CO₂, lo cual ha llevado a las empresas productoras a implementar estrategias en el diseño de los mismos que permitan aumentar la eficiencia de transformación energética de los vehículos, siendo la disminución de tamaño de los motores de encendido provocado (downsizing) una de las más importantes (Carvajal, 2021).

La apuesta de los fabricantes europeos por reducir las emisiones de dióxido de carbono y otros componentes contaminantes de los gases de escape ha supuesto de forma directa importantes

cambios tecnológicos en los motores de gasolina. Reducir el desplazamiento a la isopotencia es uno de los métodos que se están investigando actualmente.

El fenómeno, conocido como "downsizing", tiene como objetivo sustituir los motores de gasolina de gran cilindrada por motores más pequeños y sobrealimentados para reducir el consumo manteniendo los mismos niveles de potencia y par que el motor de referencia, donde la base para la mejora del consumo es trasladar los puntos de operación más frecuentes a zonas de mejor desempeño, este proceso de rendimiento consiste en la reducción del tamaño y la cilindrada de los motores para reducir el consumo y las emisiones manteniendo o aumentando la potencia (Actualidad Motor, 2017).

Los motores de gasolina han realizado enormes progresos en los últimos 15 años en la reducción de su consumo y emisiones. Presionados por una legislación medioambiental cada vez más severa, los fabricantes han ido aplicando a estos propulsores las tecnologías que ya emplearon con el diésel; por ejemplo, la inyección directa y la sobrealimentación mediante un turbocompresor, lo que ha permitido diseñar motores más pequeños (downsizing), con una menor cilindrada y número de cilindros, además, el aumento y mejora de la entrega de par ha possibilitado alargar los desarrollos del cambio, lo que unido al aumento del número de marchas, también ha contribuido a reducir los consumos y emisiones (InterEmpresas, 2018).

Como ya se mencionó, con el fin de reducir la emisión de gases contaminantes y satisfacer las demandas de ahorro de los clientes sin perder fuerza, las automotrices invirtieron en el llamado Downsizing, que significa reducción de tamaño, y esto es lo que pasa con los motores, tienen su capacidad cubicaje reducido, utilizando menos combustible para moverse, lo que reduce la emisión de gases contaminantes de la atmósfera, con potencia igual o superior a los motores de mayor volumen que utilizan tecnologías más antiguas, esto es posible en combinación con el uso de un turbocompresor, un sistema compuesto por una turbina que trabaja junto con un compresor, montada en el sistema de admisión y utilizada para aumentar la presión del aire admitido en el motor, resultando en una mayor masa de aire y combustible, lo que introducir cada uno de los cilindros durante cada ciclo (Cavalcante, 2021).

Durante mucho tiempo, la potencia y el torque de los motores de los automóviles estaban asociados a mayores cantidades de litros y número de cilindros, por lo general, un motor más grande era más potente que uno más pequeño, sin embargo, el escenario cambió con la llegada

del turbocompresor y la inyección directa de combustible, tecnologías que dieron nuevos horizontes a los motores de tamaño reducido (Riosulense, 2021).

Con la tecnología del turbocompresor, los cilindros del motor y el pistón, en conjunto con la mezcla de aire y combustible, ha llegado a ser considerado el verdadero corazón palpitante detrás del downsizing de motores, el turbo utiliza los gases expulsados por el escape del motor para hacer girar un par de turbinas que están directamente conectadas a un compresor (Riosulense, 2021). Los dos sistemas más comúnmente utilizados son el turbo-compresor y el compresor volumétrico, y que serán sin duda introducidos con algunas modificaciones en los futuros motores de gasolina.

El turbocompresor, conocido también como turbo, es un elemento muy extendido en los motores actualmente, presente prácticamente en todos los motores diésel modernos, y cada vez más en propulsores de gasolina con la fiebre del downsizing, en este sentido se menciona que, el turbo es una de las varias opciones para sobrealimentar el motor y conseguir un aumento de potencia sin aumentar el tamaño ni cilindrada del mismo, para ello comprime el aire de admisión aumentando su densidad, es decir, se logra introducir más cantidad de oxígeno en el motor, y como la relación entre aire y gasolina, llamada dosado, debe de mantenerse constante, la cantidad de combustible introducida también aumenta, es decir, más oxígeno, más combustible y más potencia (Gómez, 2020)

El Turbo-Compresor, es el tipo de sobrealimentación más utilizado puesto que dispone de un buen rendimiento, permite alcanzar el par máximo a regímenes bajos y el coste no es excesivo. Sin embargo, presenta algunos inconvenientes (Nuvolari, 2020):

- Introducción de un tiempo de reacción importante y aceleración en dos tiempos cuando se varía rápidamente la carga.
- Aumento del consumo por enriquecimiento de la mezcla, necesario para proteger la turbina de las altas temperaturas de escape cuando se efectúa una conducción deportiva.
- Aumento de la inercia térmica del escape al introducir la turbina y por tanto aumento del tiempo necesario para que el catalizador llegue a su punto óptimo de funcionamiento.

Existen vehículos con reducción del tamaño de los motores de combustión interna, que son, hoy en día, los principales responsables de la calefacción mercado del transporte, al tener el menor costo de adquisición, mayor confiabilidad para el consumidores que todavía prefieren no arriesgarse en las nuevas tecnologías (Cavalcante, 2021)

Consumo en motores de Gasolina

Gracias al downsizing los automóviles pesan menos y además consumen menos debido a la tecnología que usan, y para conseguir tal potencia un motor tan pequeño, las empresas fabricantes, han recurrido a un turbo, inyección directa, distribución variable, refrigeración en el escape, lubricación dosificada y tres cilindros, como se muestra en la Tabla 1.

Figura 1: Distribución del Downsizing en el motor según los fabricantes

Turbo	El motor turbo gira a regímenes muy altos llegando a las 248000rpm , frente a 212000rpm de un 1.6 TDCI. Esto tiene grandes ventajas debido a que, refrigera e introduce grandes cantidades de aire a los cilindros mejorando la mezcla y rendimiento, además al ser pequeño tiene pocas inercias llegando a su par máximo de 170 Nm rápidamente y ofreciéndonos una conducción ágil.
Inyección Directa	Inyecta el carburante directamente en los cilindros mejorando la combustión y aprovechando mejor el combustible.
Distribución Variable	Se adapta a los diferentes regímenes y ritmos del motor, haciendo que las válvulas se abran o se cierren a ritmos e incluso alzadas diferentes mejorando el rendimiento.
Refrigeración en el escape	El líquido refrigerante circula por la culata hasta los 75 °C, luego obliga al líquido que circule por el colector de escape haciendo que los gases se enfríen.
Lubricación dosificada	Dependiendo las necesidades del momento y el espíritu racing del conductor hace que la energía necesaria para mover el fluido sea menor o mayor.
Tres Cilindros	Motor de tres cilindros y de bajo cubicaje (333cc por cilindro). Este concepto de 3 cilindros ha hecho que el motor suene y vibre. Para reducir el traqueteo han desplazado 8 milímetros el volante de inercia y la polea

Fuente: (Actualidad Motor, 2017)

El Downsizing no tiene por qué significar una reducción en el rendimiento y en la experiencia de conducción, pues el automóvil puede ser híbrido, es decir, conectado a un motor eléctrico y una batería que recupera energía durante el frenado y a la inversa, la envía al motor eléctrico auxiliar cuando el automóvil acelera, estos son modelos mucho más caros y en lugar de ocho y seis cilindros tienen cuatro, un ejemplo es el caso de los coches Mercedes-Benz Clase C, que en la

generación W206 tiene un motor híbrido de cuatro cilindros en lugar de los tradicionales ocho cilindros (Cink, 2021).

Con base en lo anterior, en el downsizing, un motor más pequeño sobrealimentado trabaja con un mejor rendimiento, tanto en gasolina como en diesel, lo que permite reducir significativamente las emisiones de CO₂, y reducir las emisiones de CO₂ es algo obligado a día de hoy en la industria automotriz, las leyes anticontaminación que ponen cada día son más ajustadas y obligan a trabajar con márgenes más pequeños, de donde no hay no se puede sacar, así que para muchas marcas es un aliciente más para desarrollar motores pequeños que emitan menos contaminación (Fernández R. , 2020).

Para Asato (2022) los consumos tanto a velocidad constante, como en un ámbito citadino para un motor 2.0 son:

- A 100 km/h, un motor 2.0 va a consumir en promedio entre 5 y 7,8 litros de combustible cada cien kilómetros.
- A 130 km/h, las cifras naturalmente se disparan, aunque la diferencia no es demasiado amplia. En este sentido, los valores están entre 7,1 y 11 litros.
- En la ciudad, los consumos se disparan, debido a la cilindrada alta. En este aspecto los motores 2.0 quedan relegados frente a bloques con potencia similar pero de 1 o 1,4 litros. Así las cosas, los números dicen que en promedio el consumo de combustible varía entre 11 y 13 litros cada cien kilómetros.

Potencia en motores de gasolina

Con la aplicación del downsizing, se consigue la reducción del tamaño y la cilindrada de los motores para disminuir el consumo de combustible y las emisiones de gases manteniendo o aumentando la potencia del motor, esto es gracias a su complemento con sistemas de inducción forzada como los turbocargadores (Espejel, 2022).

El de tres cilindros no es un motor muy popular porque produce mucha vibración y muchas personas no soportan su ruido, con tres cilindros hay problemas con los movimientos de oscilación de un extremo del eje al otro, lo que se debe a la disposición de encendido cuyo orden suele ser 1-3-2. Para un motor de tres cilindros, el ángulo de rotación del cigüeñal entre los encendidos es de 240 ° mientras que para un motor de cuatro cilindros, el ángulo de rotación del cigüeñal entre los encendidos es de 180 °. Esto da como resultado un nivel de vibraciones

considerables que son especialmente notables durante el ralenti y las velocidades bajas del motor (Cink, 2021).

Para la empresa BMW, dispone de una familia de pequeños y sofisticados motores 1.4 MVE y 1.6 THP o MVE con el sistema Valvetronic (apertura variable de las válvulas de admisión), distribución variable, con sobrealimentación y con inyección directa, estos motores, arrojan unas potencias que oscilan desde los 95 CV hasta los 203 CV, asimismo, el Grupo Bosch trabaja para que el downsizing no suponga una disminución de las prestaciones en los motores de gasolina, desarrollando nuevos turbocompresores, con sus sistemas de inyección directa, que pueden trabajar en modo homogéneo o estratificado, que consigue una mejor dispersión de la gasolina en el cilindro. Esto permite una mayor refrigeración de la cámara de combustión y, por tanto, aumentar la relación de compresión (mejora de la eficiencia), porque la auto detonación se produce más tarde, lo cual supone un nivel de exigencia muy alto en cuanto a la seguridad del encendido y el comportamiento térmico de las bujías (Fernández R. , 2020).

Motores de dos y tres cilindros

En Europa se fabrican motores de dos cilindros con turbo, esta tendencia se puede encontrar en la oferta de casi todas las marcas y suele asociarse a otras tecnologías diseñadas para reducir el consumo y mejorar las emisiones, ya que desde el 2020 todos los coches de nueva fabricación pueden emitir un máximo de 95 g de CO₂ por kilómetro, y superar el límite de emisión se penaliza con una multa de 95 € por coche matriculado. La Unión Europea considera las emisiones de los automóviles eléctricos como cero en la tabla de emisiones. por lo tanto, los fabricantes de automóviles están introduciendo automóviles eléctricos e híbridos enchufables en sus programas de producción, desde los más baratos hasta los más lujosos (Cink, 2021).

El motor de tres cilindros es el mejor ejemplo de que el downsizing va en aumento, ya que el principal Los fabricantes de automóviles tienen al menos un modelo equipado con un motor de tres cilindros en su equipo, ya sea es de aspiración natural o turbo. En una breve comparación con un motor de cuatro cilindros del mismo de cilindrada, este tipo de motor puede presentar una pérdida de energía por fricción del 15%, teniendo masas en movimiento aún más ligeras que, como consecuencia, producen menos inercia y proporcionan par en bajas revoluciones Cuando están equipados con un turbo, estos motores pueden ofrecer un rendimiento similar. o mejor que un motor de cuatro cilindros con un volumen un 50 % mayor. Las principales desventajas de

estos motores es el ruido característico que no gusta a algunos clientes y la dificultad para equilibrarlos, lo que acaba generando mayor vibración (Cavalcante, 2021)

Ventajas y Desventajas logradas con el Downsizing

Las principales ventajas conseguidas en el uso del Downsizing son según (Gago, 2017):

- Menores pérdidas por fricción, con el consecuente ahorro de energía.
- Menor peso del vehículo, debido al montaje de un menor número de cilindros y a un cigüeñal más corto, por lo general disminuye el peso del motor.
- Reducción de las pérdidas mecánicas por bombeo.
- Menor consumo de combustible
- Alta potencia específica, con menor peso del motor, que desemboca en un menor número de emisiones de CO₂. Actualmente alcanza los 125CV/litro y con tendencias ascendentes.
- Reducción general de emisiones contaminantes, con excepción de la emisión de partículas
- En contraparte, comenta Gago (2017) que los principales inconvenientes del uso del downsizing son.
- Encarecimiento del motor, debido a que este tipo de motores incluyen sobrealimentación, sistema de válvulas variables, sistema EGR, inyección directa entre otros.
- Mayor complejidad del sistema en conjunto, debido a la necesidad de altas presiones internas de funcionamiento.
- Mayor número de emisiones de partículas (PM) por kilómetro.
- Mayores cargas térmicas y mecánicas, induciendo mayores posibilidades de picado en los MEP.
- Difícil equilibrado del motor y mayor ruido, debido a que la mayoría son motores tricilíndricos.

De manera similar Debayle (2022) comenta que las ventajas de aplicar downsizing en los motores a gasolina son: Rendimiento y ahorro de combustible, mucha potencia con un motor más pequeño y el mantenimiento de un turbo, es bastante bajo. Mientras que como desventaja menciona: la respuesta de esta pieza no es inmediata, ya que tarda unos instantes en comprimir el aire que entra en la admisión del motor, Aunque sea un mecanismo básico, es muy delicado, tener precaución para que no se caliente en exceso o tenga problemas de lubricación.

Menos consumo, igual potencia

Con el downsizing, al motor convencional se le reduce la cilindrada y se sobrealimenta, logrando mantener su potencia o incluso aumentarla, y como el motor es más pequeño, tiene menos pérdidas por fricción entre sus elementos y consigue reducir el consumo, además, el motor es sobrealimentado, por lo que el trabajo de renovación de carga o de inyectar mezcla fresca también tiene un menor gasto energético que en un motor de aspiración natural (y se aumenta la capacidad de llenado del cilindro (Gago, 2017).

Un motor de combustión interna produce calor durante su funcionamiento, al aplicar downsizing, es decir reducir el peso y/o las partes móviles, se logran menores masas inerciales y pérdidas de calor, también se menciona que, un motor grande tiene superficies de fricción más grandes y necesita más combustible para funcionar, un motor más pequeño tiene superficies de fricción más pequeñas y por lo tanto, resistencias de fricción y de inercia más bajas. Los fabricantes de automóviles ha actuado de manera lógica, comenzaron a reducir sus motores, quitaron cilindros y colocaron turbocompresores que pueden duplicar fácilmente la potencia con la misma capacidad del motor (Cink, 2021).

Sin embargo, según Fernández (2020) aventurarse por el «downsizing» ya no es atractivo para los fabricantes, es por ello que, muchas compañías están dejando a un lado los bloques de baja cilindrada para apostar por otros mayores. Por ejemplo, el Grupo Volkswagen ha decidido prescindir del motor diésel 1.6 litros TDI para introducir un nuevo bloque de mayor cilindrada, el motor de cuatro cilindros y 2.0 litros TDI Evo.

Llegado a este punto, queda claro que las ventajas de los motores de tres cilindros son solo teóricas. Son menos fiables, más ruidosos, tienen un mayor nivel de vibraciones, ofrecen un rendimiento inferior. En definitiva, han dejado de ser atractivos y su tiempo ya ha pasado (Fernández A. , 2020)

Progresivamente, acota Villarreal (2020), desaparecerán esta nueva generación de motores de gasolina y tres cilindros, y muy probablemente, los fabricantes no continuaran en su afán de reducir la cilindrada y aumentar la potencia, e incluso dejaran de trabajar en el desarrollo de algunos de estos motores, empezando por los diésel, de igual manera no se verán las calles de las ciudades llenas de híbridos, pero sí se verá cada vez más productos o vehículos de nueva factura preparados para incluir diferentes soluciones híbridas.

Conclusión

- Se puede decir que el downsizing en los motores, es la técnica de reducir el tamaño y la cilindrada de los mismos. El objetivo de reducir el tamaño y cilindrada no es otro que conseguir motores más ligeros y con bajas cifras de consumo y/o emisiones, sin que ello afecte la potencia y rendimiento.
- Varios han sido los factores que han llevado a la reducción del tamaño de los motores de gasolina en los últimos años. Estos motores se están reduciendo de tamaño para cumplir con las regulaciones ambientales. Sin embargo, el downsizing ha tenido consecuencias negativas para la industria del automóvil. Se han perdido numerosos puestos de trabajo y los nuevos estándares de seguridad y emisiones han aumentado los costos de fabricación de vehículos.
- Los motores de combustión interna con relación a los antiguos, son motores más eficientes con un bajo consumo de combustible, esto es debido a factores como; el avance de la electrónica en el campo automotriz, reemplazando componentes mecánicos por componentes electrónicos, otro aspecto importante a considerar es el downsizing automotriz lo cual nos indica que con motores sobrealimentados con una cilindrada menor, se logra obtener una mayor eficiencia (Ordóñez, 2021).

Referencias

1. Actualidad Motor. (09 de Noviembre de 2017). ¿Qué es el downsizing? El milagro de los motores pequeños. Obtenido de <https://www.actualidadmotor.com/que-es-el-downsizing-el-milagro-de-los-motores-pequenos-1/>
2. Asato, G. (12 de septiembre de 2022). ¿Cuánto gasta un motor 2.0 cada 100 kilómetros? Obtenido de Autotest: <https://autotest.com.ar/consejos/consumo-motor-2-0-cada-100-kilometros/>
3. Bernal, C. (2010). Metodología de la Investigación (tercera ed.). Colombia: Prentice Hall.
4. Carvajal, J. (2021). Estudio del sistema de turbo-alimentación para motor Ford EcoBoost 1.6 GTDI operando con mezclas aire-gas natural. Universidad de Antioquia- Facultad de Ingeniería Mecánica. Obtenido de <https://hdl.handle.net/10495/25175>

5. Cavalcante, L. (2021). Análise comparativa da substituição de motores a combustão. C & T Ciencia y Tecnología UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMIÁRIDO - UFERSA.
6. Cink, D. (22 de Noviembre de 2021). ¿Qué es el downsizing? Obtenido de https://www.autonorma.es/blog/146_downsizing
7. Debayle, M. (2022). Los 10 coches turbo más accesibles en México. Obtenido de Martha Debayle: <https://www.marthadebayle.com/v3/radiov3/joijoroi/los-10-coches-turbo-mas-accesibles-en-mexico/>
8. Espejel, J. (4 de Enero de 2022). Downsizing: Motores más pequeños y eficientes. Obtenido de https://www.reforma.com/aplicacioneslibre/preacceso/articulo/default.aspx?__rval=1&url_redirect=https://www.reforma.com/downsizing-motores-mas-pequenos-y-eficientes/ar2325322?referer=--7d616165662f3a3a6262623b727a7a7279703b767a783a--
9. Fernández, A. (2020). La gran mentira del downsizing. Obtenido de <https://www.motor.es/noticias/la-gran-mentira-del-downsizing-202068282.html>
10. Fernández, R. (2020). ¿Por qué los motores de los coches cada vez son más pequeños? Obtenido de <https://petrolheadgarage.com/petrolheads/downsizing/>
11. Gago, G. (2017). Revisión del Estado Actual de los Motores de Combustión Interna Alternativos de Inyección Directa. Obtenido de Escuela Técnica Superior de Ingeniería-Universidad de Sevilla: <https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/91372/fichero/TFG+Revisi%C3%B3n+del+Estado+Actual+de+los+MCIA+de+inyeci%C3%B3n+directa.pdf>
12. Gómez, J. (1 de agosto de 2020). Turbocompresor: ¿Cómo funciona y qué componentes tiene? ¿Qué es la válvula de descarga o wastegate? Obtenido de <https://www.diariomotor.com/que-es/mecanica/turbo-funcionamiento-componentes-wastegate/>
13. InterEmpresas. (24 de Abril de 2018). 10 tecnologías para un futuro brillante de los motores de combustión y los cambios manuales. Obtenido de <https://www.interempresas.net/Sector-Automocion/Articulos/216273-10-tecnologias-para-futuro-brillante-de-motores-de-combustion-y-cambios-manuales.html>

14. Nuvolari, E. (2020). Sobrealimentación: El turbocompresor básico. Obtenido de <https://talleractual.com/tecnica/turbocompresores/2279-sobrealimentacion-el-turbocompresor-basico>
15. Ordóñez, G. (2021). Estudio comparativo del efecto de aditivos comerciales para combustibles en las curvas características del motor E-TEC ii en un vehículo chevrolet aveo family 1500cc., a 2810 msnm”. Obtenido de ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO Ecuador: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15332/1/65T00365.pdf>
16. Riosulense. (17 de Marzo de 2021). Qué es el downsizing de motores. Obtenido de <https://rio.expert/es/blog/gestion/que-es-el-downsizing-de-motores/>
17. Villarreal, D. (20 de Octubre de 2017). Downsizing extremo y una idea realmente interesante: así funcionaría un motor con un turbo por cada cilindro. Obtenido de Dairio motor: <https://www.diariomotor.com/noticia/motor-un-turbo-por-cada-cilindro/>
18. Villarreal, D. (2020). Qué es el downsizing? ¿Ha llegado el fin de los motores "pequeños"? Obtenido de Diaro motor: <https://www.diariomotor.com/que-es/mecanica/downsizing-fin/>

© 2022 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).