

Neumáticos de Base Ancha

Caso de Estudio de FedEx Express



Ministerio de
Energía

Gobierno de Chile



Agencia de
Sostenibilidad
Energética



Giro Limpio
la ruta verde para Chile



Introducción

Cuando un neumático rueda sobre una superficie, la banda de rodadura del neumático entra en contacto con el terreno en el que se desplaza, generando una deformación y aumento de temperatura. Estos efectos son conocidos como resistencia a la rodadura y se traducen en pérdidas energéticas de aproximadamente 35% [1] de la energía proveniente del motor, lo que genera un aumento en el consumo de combustible.

Las empresas de transporte terrestre y los fabricantes de neumáticos han explorado diversas estrategias y tecnologías para reducir la resistencia a la rodadura, los que se podrían categorizar en dos grupos:

- **Tecnologías de baja resistencia a la rodadura:** corresponde a neumáticos con características que generan una menor resistencia a la rodadura comparada con un neumático convencional. Existen neumáticos con bandas de baja resistencia a la rodadura, el recauchaje con bandas de baja resistencia a la rodadura, los neumáticos super

anchos, que consisten en un solo neumático que reemplaza a los neumáticos gemelos.

- **Control de la presión de los neumáticos:** mantener los neumáticos con la presión correcta reduce la deformación de éstos al entrar en contacto con el camino, disminuyendo las pérdidas energéticas asociadas a esta deformación. Algunas tecnologías que evitan este efecto son: sistemas de inflado automático de neumáticos y los sistemas electrónicos de monitoreo de presión de neumáticos.

Muchas de estas tecnologías se han consolidado en la industria, tanto nacional como internacional, sin embargo, los neumáticos de base ancha han presentado desafíos para su consolidación en Chile.

El siguiente documento comparte la experiencia y resultados experimentados por FedEx Express al utilizar neumáticos de base ancha en el territorio chileno.

Neumáticos de base ancha

Los neumáticos de base ancha, también conocidos como Super Single o Neumático Súper Anchos, son una tecnología que reemplaza las ruedas dobles (duales o gemeladas) de los ejes de tracción y remolque por una sola rueda más ancha. Fueron introducidos a la industria a principios de los años 80, mientras que una nueva generación de neumáticos surgió en los 2000. Para las operaciones de transporte de carga terrestre, esta generación proporciona beneficios considerables en ahorro de combustible, la capacidad de carga, el costo y la reparación de los neumáticos, la comodidad en la ruta y la estabilidad del vehículo. A la vez, su operación y seguridad es comparable con la de neumáticos duales [1].

Los neumáticos super anchos presentan menor resistencia a la rodadura y menor resistencia aerodinámica comparado con un par de neumáticos gemelados, siendo además más livianos al comparar el conjunto neumático-llanta [4].

Al igual que con los neumáticos convencionales, existen diferentes tipos de neumáticos super anchos, los que pueden ser compatibles con diferentes ejes del camión y poseer bandas con o sin baja resistencia a la rodadura. En ambos casos se observan ahorros en el consumo de combustible.



Figura 1. Comparación de par de neumáticos gemelos con neumáticos de base ancha.

Los impactos de este tipo de neumáticos en las operaciones de camiones se pueden clasificar según [1]:

Ahorro de combustible e impacto ambiental: un camión equipado con neumáticos de base ancha en los ejes de dirección y remolque reduce la resistencia a la rodadura en hasta un 12%, lo que resultaría en una reducción del consumo del combustible entre un 2 y un 10% [1].

De acuerdo al programa de conducción eficiente SmartDriver, usar neumáticos de base ancha resulta en una mejora del rendimiento de combustible entre un 4 y un 6% en comparación con el mismo camión equipado con neumáticos abaja resistencia a la rodadura con rines de acero [5].

Menos peso del vehículo: un neumático de base ancha es más liviano que un par de neumáticos gemelos; el ahorro en peso para un camión combinado utilizando neumáticos de base ancha en sus ejes motrices y de remolque oscila entre 360 y 454 kilogramos [4].

Costo y reparación de los neumáticos: hay varias instancias en las que se pueden generar ahorros por el uso de estos neumáticos, algunos de ellos son:

- Se estima que el tiempo de mantenimiento de un neumático de base ancha es la mitad del requerido por el par de neumáticos.
- Es más fácil mantener la presión adecuada de estos neumáticos por lo que el desgaste resulta más parejo y menor.

Operación y seguridad del camión: la operación de un camión con neumáticos de base ancha es similar a la de un camión con neumáticos dobles. Algunas diferencias se presentan a continuación:

- Debido a que la anchura del vehículo de neumáticos super anchos se incrementa en comparación con los neumáticos dobles tradicionales, el vehículo tiende a girar de forma más suave de lo que el conductor está acostumbrado y/o esperaría.
- Los neumáticos de base ancha presentan una mejora en la amortiguación del vehículo, lo que proporciona una mejora de la calidad de conducción.
- Preocupaciones asociadas a la presión del neumático pueden ser abordadas por medio del uso de dispositivos de monitoreo de la presión de los neumáticos, los que a su vez pueden incluir sistemas de inflado automático. Estudios han demostrado que es posible mantener el control de un vehículo que pierde presión rápidamente en un neumático súper ancho.
- Mejoran la estabilidad del camión combinado [4].
- Pueden mejorar la estabilidad de los remolques cisterna al permitir que la cisterna se monte más abajo [4].

- Cabe mencionar que se ha reportado que muchas veces los conductores que usan neumáticos duales, al verse enfrentados a la falla de uno de los neumáticos, en vez de detenerse y arreglar la falla, dependen del neumático gemelo para avanzar hasta una estación de servicio. Sometiendo así al neumático sin falla a una alta carga y estrés mecánico, lo que puede causar daños irreparables en el neumático y consecuentes ciclos de daño irregular al par de neumáticos. Lo anterior resultaría en altos costos e inseguridad vial.

- Se ha reportado que con el tiempo, la inseguridad de los conductores se disipa con la experiencia, tracción y comodidad de los neumáticos super anchos [1].



Experiencia de FedEx Express con el uso de neumáticos de base ancha

Motivados por la reducción del consumo de combustible y emisiones, FedEx en Chile realizó pruebas en operación utilizando neumáticos de base ancha. De una flota de 16 camiones, 4 fueron equipados con estos neumáticos en el tractor. Transcurridos 22 meses de operación, entre los años 2019 y 2020.

Lograron una mejora en el rendimiento del combustible de un 5,8% al estar equipados con estos neumáticos solo en el tractor.

La prueba no estuvo exenta de desafíos, desde la no disponibilidad de neumáticos de base ancha en Chile hasta la resistencia de los conductores para adoptar esta tecnología.

Desafíos locales en el uso de neumáticos de base ancha bajo la experiencia de FedEx

A continuación se resumen los desafíos presentados y cómo fueron abordados para concretar las pruebas.

Normativa de peso por eje [2]

Desafío:

La normativa chilena establece un límite de peso por eje. El peso permitido por eje en el tándem baja de 18 a 14 toneladas al pasar de neumáticos dobles a neumáticos de base ancha. En



Figura 2. Comparación de tamaño de un neumático gemelado (izquierda) y uno de base ancha (derecha).

consecuencia, la capacidad de carga se podría ver reducida en hasta 8 toneladas ya que consideraría un neumático súper ancho equivalente a un rodado simple.

Solución:

FedEx realizó estudios de la carga y su incidencia en los ejes. Un análisis estadístico mostró que los kilogramos transportados están por debajo de las restricciones impuestas por la normativa actual. Dado que el volumen tiene una incidencia mayor que el peso de los envíos. Un segundo estudio mostró la incidencia del peso en cada eje del convoy para diferentes pesos totales. Con lo anterior se determinó que una carga completa del convoy no excedería el límite de peso por eje, incluso considerando la limitación por el uso de estos neumáticos.

Disponibilidad de neumáticos en Chile

Desafío:

Al haber poca adopción de este tipo de neumáticos debido al límite de peso por eje, en Chile su oferta en el mercado es inexistente.

Solución:

En consecuencia, y dada la complejidad de importarlos de manera independiente, FedEx adquirió camiones configurados con estos neumáticos. La importación fue lenta ya que los neumáticos no estaban homologados para Chile. Hoy en día se cuenta con homologación tanto de los neumáticos como de las bandas de recauchaje.

Cuando llegó el momento de reemplazar o renovar los neumáticos desgastados, al no existir proveedores locales que presten el servicio de recauchaje para estos neumáticos, FedEx importó nuevos camiones equipados con neumáticos súper anchos, los que fueron instalados en los vehículos que estaban siendo sujetos del estudio de economía de combustible.

Resistencia de los conductores para adoptar estos neumáticos

Desafío:

FedEx enfrentó cierto nivel de resistencia de parte de los conductores de los vehículos equipados con neumáticos súper anchos ya que éstos generaban una percepción de inseguridad. Las principales interrogantes que levantaron las y los conductores fueron:

- **¿Qué pasa si se pincha un neumático?**
- **¿Cómo evitar que se pinche uno de estos neumáticos o que “aguante” hasta que pueda cambiarlo en lugar seguro?**

Soluciones:

Para enfrentar este escenario, FedEx implementó dos estrategias:

- **Capacitaciones:** las preocupaciones de las y los conductores fueron abordadas por medio de capacitaciones ofrecidas por la empresa proveedora de neumáticos. En las actividades se transmitió, principalmente, que estos neumáticos de base ancha son más seguros que la versión doble al tener más área de contacto con la superficie del camino, lo que genera más estabilidad.
- **Pinchazo de los neumáticos:** FedEx exploró diferentes geles antipinchazos. Estos geles permiten que no sea necesario cambiar un neumático inmediatamente ya que, en caso de pinchazo, no se perdería presión de manera abrupta, evitando cambiar el neumático pinchado en la vía. De acuerdo a lo informado, FedEx seleccionó un gel antipinchazo diseñado para ser usado en terrenos difíciles, agresivos y peligrosos.

Resultados

Un total de 20 camiones formaron parte del estudio. De acuerdo a FedEx, la operación de todos los vehículos eran similares, todos del mismo modelo, recorrieron similares kilometrajes anuales y transportaron similares cargas. En promedio cada vehículo recorre 262.500 kilómetros durante los 22 meses de prueba.

Línea de base: 16 vehículos de la flota de FedEx formaron parte de la línea de base, los que operaron con neumáticos gemelados durante todo el periodo de duración del piloto.

El rendimiento promedio alcanzado por los 16 camiones durante los 22 meses de operación fue de 3,63 km/L.

Periodo de evaluación: 4 camiones fueron equipados en el tractor con neumáticos de base ancha.

El rendimiento promedio alcanzado por los 4 camiones durante los 22 meses de operación fue de 3,84 km/L.

Mejora de rendimiento:

$$\text{Mejora de Rendimiento} = \frac{(\text{Rendimiento final} - \text{Rendimiento inicial})}{\text{Rendimiento inicial}} \times 100$$

$$\text{Mejora de Rendimiento} = \frac{(3.84 \text{ km/L} - 3.63 \text{ km/L})}{3.63 \text{ km/L}} \times 100 = 5,79\%$$

El rendimiento de combustible de la flota configurada con neumáticos súper anchos mejoró en un 5,8% respecto a la flota equipada con neumáticos dobles.

FedEx agrega que, una vez finalizado el periodo de evaluación, volvió a instalar neumáticos gemelados a los 4 vehículos, los que registraron rendimientos similares a los 16 vehículos de la línea de base. Lo anterior refuerza que los resultados obtenidos en mejora de rendimiento fueron consecuencia de los neumáticos de base ancha y que las flotas son comparables entre sí.

Ahorros y beneficios

A continuación se presentan los ahorros y beneficios obtenidos por los 4 vehículos equipados con neumáticos de base ancha, cuyo rendimiento de combustible fue de 3,84 km/L, respecto a si

los mismos vehículos hubieran operado con neumáticos gemelados y, por lo tanto, alcanzado el mismo rendimiento que en la línea de base: 3,63 km/L. La comparación se presenta para un periodo de 1 año en el que cada vehículo recorre un promedio de 143.182 kilómetros, lo que se traduce en los siguientes beneficios anuales*:

Ahorro de combustible

8.628 litros por año.

Ahorro en costo

\$3.882.771 pesos por año.

Beneficios y equivalencias medioambientales asociados al ahorro de combustible

25.000 kg de CO_{2e} que se dejan de emitir.

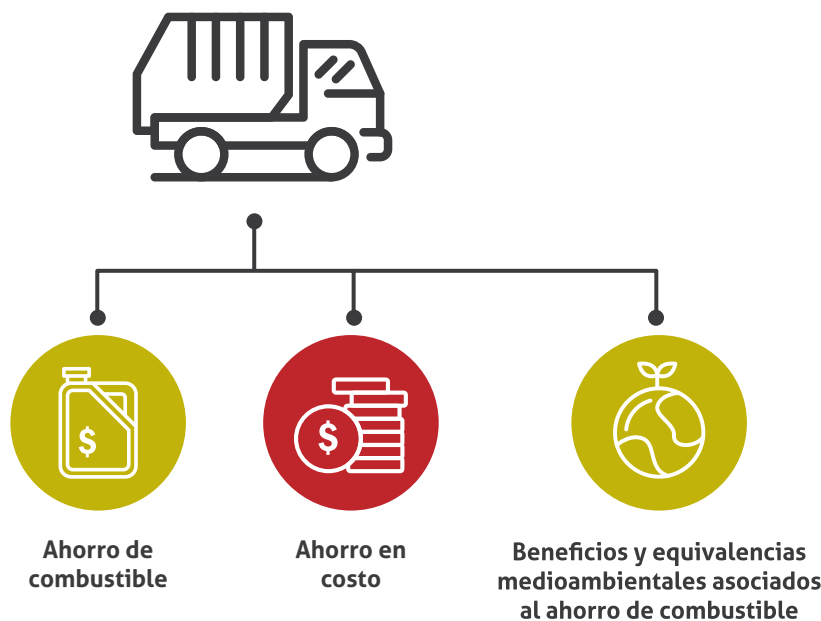
La energía ahorrada equivale:



a recargar **8.353.842** smartphones.



o cambiar **1.645** ampolletas incandescentes por ampolletas de bajo consumo energético.



*Asumiendo el precio del diésel en 450 pesos; factor de emisión de 2,84 kg CO_{2e}/litro de diésel; 11 Wh por recarga de smartphone; recambio de ampollita de 60 Watts por una de 9 Watts, que se utilizan por 3 horas diarias, durante 365 días al año.

Experiencia del conductor

Se consultó al conductor Claudio Bravo acerca de su experiencia sobre la comparación de conducir un convoy de rodado doble, tanto en tracto como en semirremolque, respecto al mismo convoy con neumáticos anchos. Quién comentó:

“Percibo que la resistencia a la rodadura es menor que el neumático con rodado doble, lo noto al dejar de acelerar y el

convoy conserva mayor inercia y rueda mayor distancia sin acelerar”.

“Al tocar los neumáticos, los anchos están más fríos que el rodado doble, es decir, presumo que es una buena característica”.

“La conducción con neumáticos anchos es bastante más suave que el rodado doble, lo noto más en pavimentos malos, también en entradas y salidas de puente”.



Figura 3. Claudio Bravo realizando inspección de un neumático doble (izquierda) y super ancho (derecha).

Consejos y buenas prácticas

Se recomienda a las empresas de transporte de carga considerar el uso de neumáticos super anchos para la configuración de sus operaciones, tanto para el tractor y el remolque.

Dada la baja disponibilidad de estos neumáticos en el mercado actual, se recomienda considerar la opción de importar camiones ya equipados con estos neumáticos.

Antes de equipar un vehículo con neumáticos de base ancha, se debe verificar el cumplimiento de la normativa de cargas máximas por ejes de tracción y remolque.

FedEx recomienda siempre usar el neumático súper ancho en conjunto con un gel antipinchazo.

Es importante resolver las inquietudes de las y los conductores de camión respecto a esta tecnología, lo que se puede realizar por medio de capacitaciones.

Existen diversos modelos de neumáticos de base ancha en el mercado, los que varían según aplicación y ubicación donde serán instalados en el vehículo. Se recomienda seleccionar la opción que se ajuste a la operación en la que serán utilizados.

Conclusiones

El uso de neumáticos de base ancha como una tecnología que mejora la eficiencia en el consumo de combustible está respaldada y establecida internacionalmente. Sin embargo, no se ha consolidado en el mercado chileno principalmente debido a que la normativa actual limita el peso por eje. Al reemplazar un par de neumáticos gemelados por un par de neumáticos de base ancha se reduce la capacidad de carga que se puede transportar, lo que desincentiva la adopción tecnológica.

Una actualización a la normativa facilitaría la implementación y consolidación de esta tecnología en el mercado, reduciendo las brechas que se presentan en consecuencia de la poca adopción.

Lo anterior también tendría un efecto positivo en la industria del recauchaje de estos neumáticos, lo que traería consigo más beneficios ambientales.

Las pruebas realizadas por FedEx en territorio nacional demuestran la gran oportunidad presentada por esta tecnología para mejorar la eficiencia en el consumo de combustible sin comprometer la seguridad de los operadores ni de la carga.

Cabe destacar que las pruebas realizadas por FedEx solo incluyeron neumáticos de base ancha en el tractor, por lo que se espera que mejores rendimientos puedan ser alcanzados al equipar el tractor y remolque con neumáticos de base ancha.

Agradecimientos

Giro Limpio agradece a FedEx, socio transportista de Giro Limpio, particularmente a Cesar Rojas, José Vásquez y Claudio Bravo, por compartir la experiencia de FedEx con los neumáticos de base ancha y permitir la publicación de sus resultados.

Referencias

[1] Al-Qadi, Imad L., and Mostafa A. Elseifi. "New generation of wide-base tires: impact on trucking operations, environment, and pavements." Transportation research record 2008.1 (2007): 100-109.

[2] Decreto 158 Fija el peso máximo de los vehículos que pueden circular por caminos públicos, Ministerio de Obras Públicas <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=10212>

[3] Entrevistas realizadas a Cesar Rojas, Ingeniero de Flota y Equipamiento de FedEx Express; y José Vásquez, Senior Manager Vehicle & GSE Maintenance de FedEx Express.

[4] Low Rolling Resistance Tires A Glance at Clean Freight Strategies: <https://19january2017snapshot.epa.gov/sites/production/files/2016-06/documents/420f16024.pdf>

[5] SmartDriver para Transporte de Carga por Carretera, Ministerio de Recursos Naturales de Canadá.

