

CATÁLOGO

TECNO

EFICIENCIA

PARA EL TRANSPORTE PESADO

AChEE

Agencia Chilena de
Eficiencia Energética



Norma Chilena 3331
HERRAMIENTA
CONFIABLE
PARA DECIDIR
INVERSIONES

**Aerodinámica y ahorro
de combustible**

¿MITO O REALIDAD?

Pruebas en tracto camiones
DESAFÍO AL MERCADO

Enero 2016

Editado por:
**AGENCIA CHILENA DE EFICIENCIA
ENERGÉTICA**
Monseñor Nuncio Sótero Sanz N°221
Providencia, Santiago
www.acee.cl

Coordinación general
Claudio Gavilán

Producción general
Komunica

SUMARIO



Presentación

EDITORIAL	3
-----------------	---



Norma Chilena

NCh 3331: PROMOVRIENDO LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL TRANSPORTE	4
VALIDACIÓN DE TECNOLOGÍAS: PRIMEROS PASOS HACIA LA NORMA	6



Tecnologías Probadas

AHORRO CON KIT AERODINÁMICOS	8
CAMIONES MÁS EFICIENTES "POR UNA NARIZ".....	10
EL PESO DE LA EVIDENCIA	12
NEUMÁTICOS DE BAJO PERFIL ¿CINEMÁTICA O AERODINÁMICA?	14
NEUMÁTICOS: BAJA RESISTENCIA A LA RODADURA	16
DEFLECTOR VORBLADE: UN MAL RESULTADO TAMBIÉN AGREGA VALOR.....	18
GENERADOR DE HIDRÓGENO: PROMESA NO CUMPLIDA	19
EFICIENCIA EN TRACTO CAMIONES	20
SISTEMA DUAL DIÉSEL-GNC: COMBUSTIBLE MÁS LIMPIO EN EL TRANSPORTE DE CARGA	26
CLAUDIO GAVILÁN, JEFE LÍNEA DE DESARROLLO TRANSPORTE, AGENCIA: VALIDANDO LAS TECNOLOGÍAS EFICIENTES	29



Catálogo TECNOLOGÍAS EFICIENTES

Diego Lizana

Director Ejecutivo, Agencia Chilena
de Eficiencia Energética

La Agencia Chilena de Eficiencia Energética se encuentra en un momento de concreción de iniciativas orientadas a promover, fortalecer y consolidar el uso eficiente de la energía en el país.

Esta institución ha evolucionado desde etapas en las que era prioritario instalar el concepto de eficiencia energética y fomentar iniciativas en esta línea, a una etapa centrada en la acción, a través de la implementación y del asesoramiento y acompañamiento técnico de proyectos.

A través de diversas líneas, desde la Agencia estamos generando impactos concretos en la manera en la que como sociedad nos relacionamos con la energía. Con una organización flexible, robusta y especializada estamos llevando a cabo proyectos de alta complejidad, y estamos preparados para enfrentar nuevos desafíos con mayor énfasis en las industrias más intensivas en el uso de la energía.

Buscamos que la eficiencia energética sea parte de nuestro ADN, y un elemento central en la gestión de cada organización para, en definitiva, mejorar la calidad de vida de todos los chilenos.

En estos esfuerzos por hacer que este concepto se

transforme en un elemento clave en los procesos de toma de decisión en la industria, en materia de transporte estamos presentando a través de la presente publicación una herramienta que hemos desarrollado en conjunto con representantes del ámbito académico, de la industria tecnológica y del Estado. Nos referimos a la Norma Chilena 3331, la que nació como un proyecto financiado por nuestra Agencia y que, como verán en estas páginas, ha demostrado ser efectiva para probar tecnologías eficientes en cuanto a disminuir el consumo de combustible en el transporte pesado por carretera.

Con esta norma, ya hemos probado diversas tecnologías, las cuales detallamos en este primer catálogo que ponemos a su disposición. Y esperamos seguir sumando pruebas que nos permitan desarrollar muchas más publicaciones como esta en adelante.

En la Agencia Chilena de Eficiencia Energética hemos decidido jugar un rol como validadores e impulsores de esta norma y transformarnos en un referente para aquellas compañías e instituciones interesadas en probar sus tecnologías y apoyar con antecedentes concretos y objetivos la toma de decisiones de inversión en el sector del transporte.



NCh 3331

Promoviendo la Eficiencia Energética en el Transporte

Desde 2012, la Agencia ha venido realizando pruebas de tecnologías y de variación de la carga, basadas en la Norma Chilena 3331, con el fin de proveer de información útil y accesible a todos los actores de la industria del Transporte.

.....

De acuerdo al Balance Nacional de Energía 2013 (BNE), Transporte es el sector con mayor consumo de energía en Chile, con un 31,3% del consumo energético total, siendo el terrestre el con mayor participación, con un 82%.

Para la Agencia Chilena de Eficiencia Energética, es fundamental identificar y promover aquellos adelantos tecnológicos que contribuyen a disminuir tanto el consumo de energía como la emisión de gases contaminantes. Con ese fin, se han financiado diversas iniciativas entre las que destaca la creación de la Norma Chilena (NCh) 3331.

Esta Norma corresponde a un método de prueba para la determinación del consumo de combustible para vehículos de transporte terrestre, que surge de la traducción y adaptación a la realidad nacional de

la Norma SAE J1321 (de 1986 y de 2012). En agosto de 2013, después de un año de trabajo que involucró a académicos, empresas de transporte, especialistas del sistema público y la propia Agencia, la Norma fue una realidad.

Desde el punto de vista de las empresas de transporte, las pruebas realizadas bajo la Norma Chilena entregan información confiable para la toma de decisiones, por ejemplo, para la configuración de una flota, bajo las condiciones en que funciona la industria en el país.

Según Julio Villalobos, director del Centro de Transporte y Logística de la Universidad Andrés Bello, entidad que ha participado tanto en la elaboración de la normativa como en la realización de las pruebas, "es común ver publicidad acerca de tecnologías que aseguran porcentajes de disminución del consumo

“La Norma es el resultado de un trabajo mancomunado entre la Agencia, la academia y actores públicos y privados. Por ello, seguiremos jugando un rol como validadores e impulsores de este estándar”



Robert Schacht
Profesional
Agencia Chilena de Eficiencia Energética

de combustible pero se desconoce bajo qué condiciones de mantenimiento, conducción, tráfico, climáticas, fueron realizadas. Esto es lo que viene a esclarecer la Norma Chilena”.

LA PRUEBA

En la Norma, se describen los procedimientos que determinan y documentan el porcentaje de cambio en el consumo de combustible, en pruebas realizadas en pistas o en carreteras, a partir del uso de componentes que cambian la resistencia aerodinámica, la resistencia al rodado, la eficiencia de propulsión, la efectividad del lubricante, el combustible y la variación de carga, para un ciclo de trabajo dado, entre otras.

Además, se proporciona uniformidad en los resultados, mediante formularios definidos y de uso público y un análisis estadístico de datos para determinar el consumo de combustible en buses y camiones.

La metodología indica que existen dos vehículos: uno de prueba, el que hace un recorrido con y sin la configuración que se va a evaluar; y uno de control, que corresponde a la constante que absorbe todos los factores que no se pudieron identificar.

Los vehículos deben dar tres vueltas válidas en un

recorrido predeterminado, se calcula el promedio del consumo de combustible entre el vehículo de prueba y el de control y se establece una línea base; los días siguientes, se realizan las pruebas con las nuevas tecnologías.

Después de cada vuelta, se retiran los tanques de combustible portátiles habilitados en cada uno de los vehículos, se pesan y se obtiene el consumo de cada vehículo. Así, se determina el porcentaje de ahorro de combustible.

VALIDACIÓN TECNOLÓGICA

Desde 2012, la Agencia ha venido realizando pruebas de tecnologías y de variación de la carga, basadas en la Norma descrita, con el fin de entregar información útil y accesible a todos los actores de la industria del Transporte, sean proveedores o transportistas, propiamente tal.

Se trata de generar un sistema de validación tecnológica que permita certificar empresas y tecnologías sustentables. Además, se aporta a la generación de nuevos mercados, dado que las empresas proveedoras de tecnología ven una oportunidad de desarrollo al hacerse parte de futuros sistema de certificación.

Requisitos Mínimos

Algunos criterios de la norma:

- Se considera una Ruta de Prueba, en carretera o en pista, con un mínimo de 64 km.
- Los Conductores deben ser los mismos para todos los recorridos.
- Debe haber Observadores que acompañan a los conductores.
- Todos los vehículos involucrados en

la prueba deben pasar por mantenimiento completo.

- Los vehículos deben permanecer, al menos, durante 12 horas sin operación.
- Los vehículos deben andar a velocidad de prueba (90 km/h), al menos una hora antes de iniciar las vueltas.
- La velocidad del viento debe ser menor o igual a 20Km/h y la temperatura ambiente debe ser entre 4 y 35°.

- El tiempo máximo entre vehículo de prueba y el de control debe ser igual a o menor a 6 minutos.

- Los neumáticos ocupados en ambos vehículos deben tener un mínimo de 100 kilómetros recorridos.

- Los vehículos deben cumplir con ciertas restricciones de kilometraje.

- Deben establecerse parámetros de velocidad, carga y distancia entre los vehículos.



Validación de tecnologías eficientes

Primeros Pasos

HACIA LA NORMA

Hace más de una década que la empresa TNT Chile apostó por incorporar kit aerodinámicos a su gestión de flota, pero desconociendo en ese momento el impacto real que su uso tenía sobre el ahorro de combustible y los números azules de la empresa. Hoy, en cambio, la Norma Chilena 3331 es la herramienta para medirlo.

“Queríamos conocer la cifra de ahorro que se podía generar con esta tecnología, porque el gasto mensual en combustible para la empresa alcanzaba a nada menos que 300 millones de pesos”, afirma César Rojas, subgerente de mantenimiento de TNT Chile. Por ello, comenzaron a investigar cómo validar tecnología que respaldara esos y otros datos. En el camino, descubrieron que las evaluaciones efectuadas fuera del país, no eran aplicables a nuestra realidad. “Necesitábamos una herramienta que permitiera a la gerencia tomar decisiones informadas y descubrimos un protocolo (la norma norteamericana SAE J1321) que nos pareció muy complicado de aplicar en ese momento así que buscamos sumar a otros actores al desafío”, añade José Luis Vásquez, gerente de mantenimiento de la misma empresa.

En 2011, estaba armada la triada perfecta para sacar adelante la tarea: TNT Chile (empresa privada) + Universidad Andrés Bello + Agencia Chilena de Eficiencia Energética.

Recuerdan ambos ejecutivos que se sorteó gran cantidad de desafíos prácticos en las primeras pruebas de aerodinámica. “Cuando un camión rueda, hay cientos de variables que pueden influir como el estado del tiempo, la temperatura ambiente, el peso de la carga, entre otros, y debíamos aislarlas del resultado final”, explica Vásquez. “Antes de contar con una Norma Chilena, hacíamos pruebas en la operación y nos dábamos cuenta

de la variabilidad en los resultados, por ejemplo, en una vuelta a La Serena”, refuerza César Rojas.

LA PRUEBA

Hubo que diseñar diversos dispositivos como estanques removibles, mangueras, faldones, y spoilers porque no estaban disponibles en ese momento en el país o eran muy caros. Finalmente –en noviembre de 2011– TNT Chile, la Universidad Andrés Bello y la Agencia iniciaron las pruebas durante una agotadora pero gratificante semana.

Día a día, se fueron develando las cifras de ahorro de combustible con las diversas combinaciones de kit. El primer resultado fue importante, ya que dio 11,96% solo instalando los spoilers frontal y lateral del tracto; a su vez, quedó demostrado que los vórtices airtab no sumarían al resultado final.

Uno de los grandes desafíos fueron los faldones laterales, ya que según los datos internacionales debían reducir el gasto en un 7 por ciento. Recuerdan que desarrollaron uno inspirado en la flecha de los indígenas Selknam y que, en teoría, funcionaría muy bien, pero su impacto alcanzó apenas al uno por ciento. Al día siguiente, alargaron al máximo el carenado casi tocando los neumáticos, modificaron su punta y lo colocaron paralelo al tráiler. El resultado fue que solo ese dispositivo sumó 4,5% de ahorro.

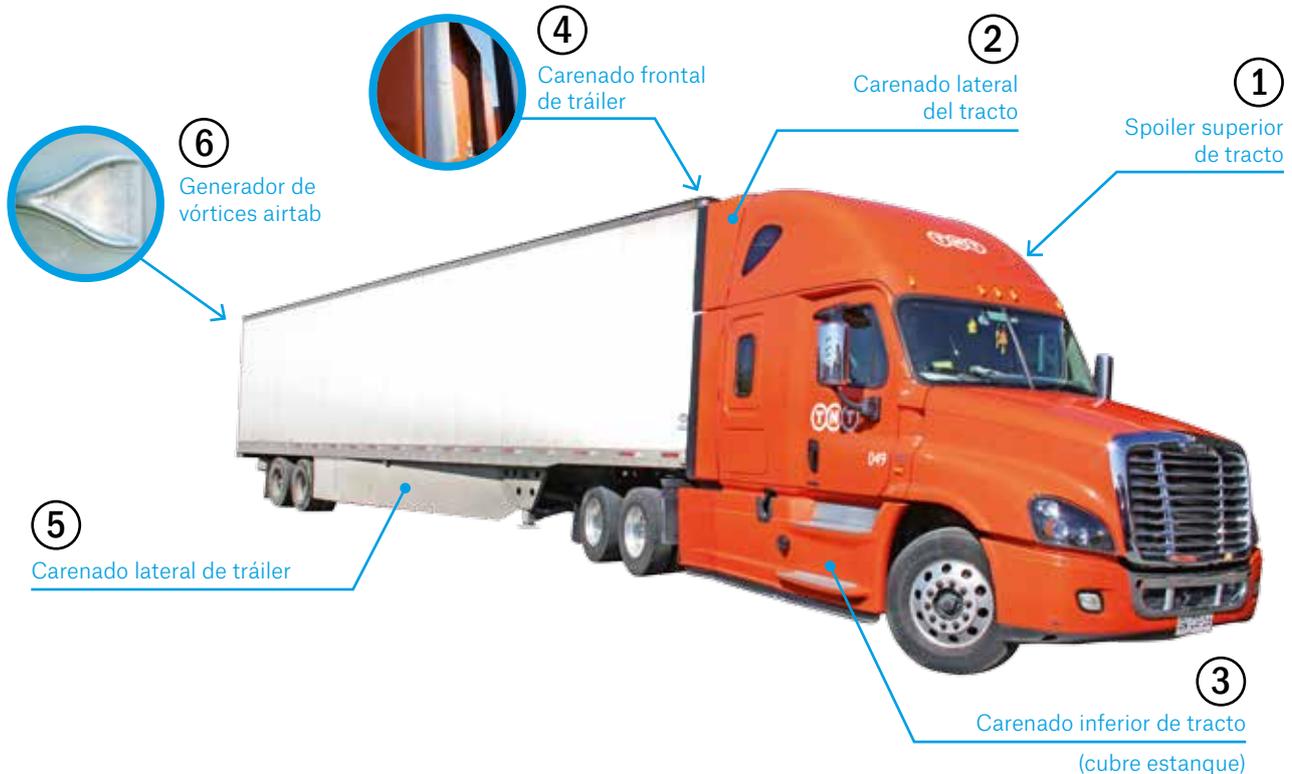
Así, daba sus primeros pasos la validación de tecnologías eficientes en el transporte en nuestro país.



“Hay pruebas exitosas hechas en otros países; pero necesitamos probarlas en nuestra realidad.”

Julio Villalobos
Director Centro de Transporte y Logística
Universidad Andrés Bello

Ahorro con kit *Aerodinámicos*



Efecto en el mercado

LA PRUEBA

Impacto de la aerodinámica en el consumo de combustible

Año: 2011

Vehículos control y prueba: Freightliner Columbia 2011, tráiler, Great Dane

Peso Carga: 15.000 kg.

El resultado de las pruebas ha generado que todos los tracto camiones y semi remolques de TNT Chile hoy cuentan con kit aerodinámicos completos, mientras que el 70% de la flota de Transportes Nazar ha incorporado los faldones; a su vez, los spoilers están en el 100% de sus vehículos.

Estas empresas han sumado esos dispositivos considerando que el consumo de diésel representa el 40% de sus costos y la reducción de ese gas-

to es fundamental. Además, la inversión completa se recupera en siete meses.

Estas pruebas dieron el vamos para convertir la norma SAE J1321 en una chilena. También, sus resultados fueron el punto de partida para la creación de un mercado para este tipo de productos y para el desarrollo de una política pública que permitió cofinanciar la introducción de kit aerodinámicos en las empresas de transporte de carga.

15,4%

de ahorro
usando kit full 2

LA TECNOLOGÍA

Cuando un vehículo avanza, debe ir desplazando el aire que está delante y llenando el vacío que va dejando atrás. El desarrollo de kit aerodinámicos permite reducir la resistencia de los vehículos al aire y mantener su desempeño. Esta tecnología posee un gran potencial para reducir el consumo de combustible y las emisiones de CO₂ en camiones y buses.

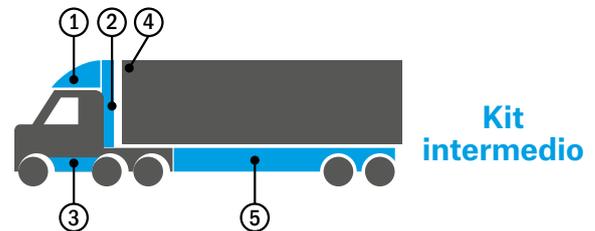
Se efectuaron cuatro configuraciones con kit aerodinámicos

Kit estándar	Spoilers superior y lateral del tracto
Kit intermedio	Spoilers superior y lateral del tracto, cubre estanque, carenados frontal y lateral del tráiler
Kit full	Kit intermedio + generador de vórtices en tracto y tráiler
Kit full 2	Kit full + modificación ángulo carenado lateral tráiler

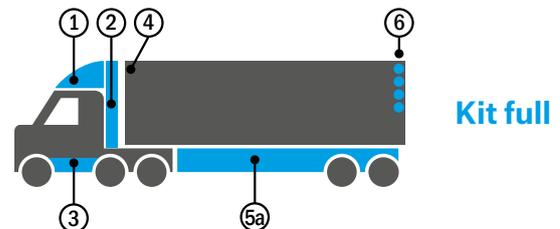
RESULTADOS



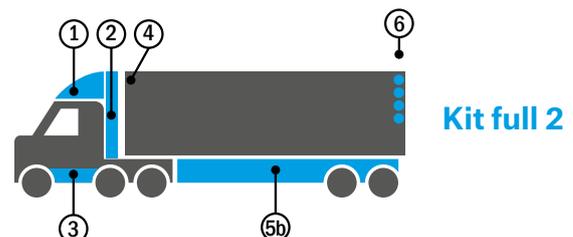
Ahorro 11,96%
(margen de error: 2,10%)



Ahorro 13,64%
(margen de error: 1,67%)



Ahorro 13,64%
(margen de error: 1,39%)



Ahorro 15,39%
(margen de error: 1,39%)



Camiones más eficientes “por una nariz”

Esta fue una de las primeras pruebas realizadas con el involucramiento de TNT Chile. Se pretendía comprobar que el diseño de las cabinas impacta en el consumo de combustible. Para ello, se realizó una prueba entre camiones con idéntico motor y transmisión, el mismo modelo, solo con la variación en el diseño de la cabina: Con trompa o frontal.

LA PRUEBA

Impacto del diseño de cabina en el consumo de combustible

Año: 2012

Vehículo control: Freightliner Argosy (frontal) 2005, con un tráiler Great Dane SSL 2012

Vehículo prueba: Ver recuadro “La tecnología”

Peso carga: 25.000 kg.

LA TECNOLOGÍA

Se cuenta con dos tipos de diseños de cabina desde el punto aerodinámico: standard (convencionales o “trompudos”); y Cab Over Engine – COE (Frontales)

Vehículo de Prueba 1	Freightleiner Argosy (frontal) 2005, con un tráiler Great Dane SSL 2012 Peso bruto total: 40.730 kg.
Vehículo de Prueba 2	Freightleiner Columbia (standard) 2008, con un tráiler Great Dane SSL 2012 Peso bruto total: 40.900 kg.



“Comprobamos ahorro de combustible producto del diseño de la cabina, y hoy todos nuestros tracto camiones tienen una cabina estándar.”

César Rojas
Subgerente de Mantenimiento
TNT Chile

Cabe mencionar que los camiones frontales, o cuya cabina está montada sobre el motor, son los más comunes en Europa, mientras que los con “trompa”, corresponden al estándar en Estados Unidos.

La expectativa era que la aerodinámica del camión con “nariz” fuera demostrada por la prueba, indicando qué porcentaje de ahorro se produce en el consumo de combustible. Luego de comparar el comportamiento de ambos camiones con el vehículo de control, se llegó a la conclusión que el diseño de cabina standard o con capot genera un 3,96% de ahorro en el consumo de combustible por sobre el camión con cabina frontal.

“Comprobamos el ahorro de combustible y esto incidió en que como empresa nos *casáramos* con los camiones con trompa, tal como en Estados Unidos. En Europa, en cambio, se usan cabinas frontales pero es más por una razón de espacio porque si aumentas la nariz del camión pierdes en el largo de la carga. De hecho, nos gustaría que la ley en Chile sobre el largo de los camiones favoreciera la eficiencia pero no en desmedro de la productividad, como hoy ocurre”, señala César Rojas, subgerente de mantenimiento de la empresa, quien participó activamente en esta y otras pruebas.

3,96%
de ahorro

Se establece que el diseño de cabina standard o con capot genera un 3,96% de ahorro en el consumo de combustible por sobre la cabina frontal.

El peso *de la evidencia*

.....



LA PRUEBA

Impacto de la carga en el consumo de combustible

Año: 2012

Vehículos control y prueba: Freighleiner Argosy (frontal) 2005, con un tráiler Great Dane SSL 2012

Vehículo control: Peso bruto total de 40.800 kg.

T0: Peso bruto total de 40.760 kg.

T1: Peso bruto total de 35.220 kg.

T2: Peso bruto total de 29.030 kg.

1%

Aproximadamente se incrementa el consumo de combustible por cada tonelada de peso que aumenta la carga

Menor carga, menor consumo

Queda demostrado que la carga transportada afecta, de manera proporcionalmente lineal, el consumo de combustible: a menor carga, menor consumo.



Peso 40.760 kg



Peso 35.220 kg
ahorro = 7%



Peso 29.030 kg
ahorro = 13,72%

Es esperable que la carga tenga un impacto en el consumo de combustible, ¿pero de cuánto?, ¿en qué proporcionalidad? Todavía usando los parámetros de la Norma SAE J1321 (la que después sería adaptada a la realidad de nuestro país, creando la NCh 3331) se diseñó una prueba que consistió en hacer recorridos con un mismo camión pero con tres cargas diferentes: 40.760, 35.220 y 29.030 kg, con el fin de evaluar las variaciones en el consumo de combustible entre uno y otro vehículo.

Se estableció una línea base con un vehículo con un peso bruto

de 40.760. Luego, se realizaron pruebas con dos camiones a los que se les modificó la carga: a 35.220, el primero; y 29.030, el segundo.

Tras comparar los consumos de los camiones, en el mismo circuito, bajo las mismas condiciones, se llegó a que en el primer caso, el ahorro fue de 7%; mientras que en el segundo, fue de 13,72%.

Esto demuestra que el peso afecta el consumo de combustible, y lo hace de una manera proporcionalmente lineal. Así, cada tonelada de peso incrementa, aproximadamente, en 1% el consumo de combustible.

El resultado de esta prueba permitió, por un lado, medir el impacto de utilizar equipos más livianos, como cabinas o tráilers de aluminio; y, por otro, contribuir a la generación de un cambio en la tarificación de la industria del transporte de carga, ya que en muchas operaciones se paga por vuelta y no por peso. Según Julio Villalobos, director del Centro de Transporte y Logística de la Universidad Andrés Bello, "la prueba reveló datos útiles para la industria y para mejorar la fijación de sus tarifas, ya que no da lo mismo realizar un recorrido con mayor o menor carga".



Neumáticos de bajo perfil

¿cinemática o aerodinámica?

LA PRUEBA

Eficiencia energética de neumáticos de bajo perfil

Año: 2013

Vehículos control y prueba: Columbia Freightliner; semi remolque Great Dane

Peso carga: 15.000 kg.

LA TECNOLOGÍA

Los neumáticos de bajo perfil poseen menor resistencia a la rodadura que uno convencional y además aportan menor peso al convoy.

Neumáticos
Bajo perfil

Tracción: Michelin 275/80R
XDE2+
Rodado: Michelin 275/80R XZE

En la industria del transporte de carga, el neumático más comúnmente usado es el 295/80R, el que debiera tener mejor rendimiento por razones cinemáticas. En cambio, en TNT Chile desde hace unos años optaron por neumáticos de bajo perfil que junto con ser más económicos, ofrecían una menor altura y, por lo tanto, una mayor eficiencia, por razones aerodinámicas. ¿Pero cuál de los dos era más eficiente? Solo una prueba bajo condiciones reales de operación en nuestro país podía demostrarlo, así que durante una semana se realizaron las vueltas con los camiones equipados con diferentes neumáticos, midiendo las variaciones en el consumo de combustible.

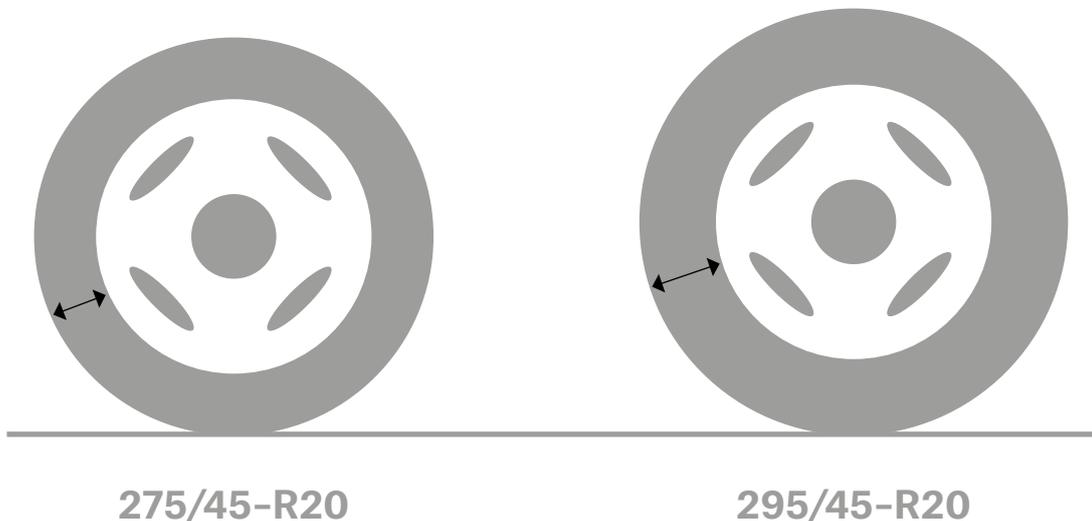
“Decidimos comprobar cuál era el más eficiente y evaluar si continuábamos con los neumáticos de bajo perfil o si nos cambiábamos al 295/80 que es el estándar del mercado. La prueba mostró que la diferencia en ahorro no era significativa, por lo que seguimos con los neumáticos de bajo perfil que, además, son más baratos”, señala José Luis Vásquez, gerente de mantenimiento de la empresa.

Efectivamente, la prueba estableció que los neumáticos de bajo perfil (275/80R 22.5) disminuyen en un 0,28% el consumo de combustible respecto a los de mayor perfil (295/80R 22.5). Y pese a no ser un resultado estadísticamente significativo, fortaleció la decisión comercial que ya había tomado TNT Chile.

0,28%



Hubo un ahorro del **0,28%** en los neumáticos de bajo perfil (275/80R 22.5) respecto a los de mayor perfil (295/80R 22.5). Sin embargo, este no es estadísticamente significativo, considerando un margen de error de 1,73%.



Neumáticos

Baja resistencia a *la rodadura*



“A la hora de evaluar tecnologías que prometen eficiencia siempre decimos: hay que dejar que la prueba hable.”

José Luis Vásquez
Gerente de Mantenimiento
TNT Chile

La otra prueba de neumáticos que desarrolló TNT Chile consistió en verificar la eficiencia energética de los neumáticos de baja rodadura. ¿Qué significa esto? Que con cada giro, el área del neumático que trabaja y entra en contacto con el suelo (banda de rodadura), se deforma y se calienta consumiendo energía en forma de calor; este es el origen del 90% de la "resistencia a la rodadura" de los neumáticos.

Se equiparon los tractocamiones con neumáticos Energy, de baja resistencia a la rodadura y, aunque no se logró cumplir con todas las vueltas válidas, se obtuvo una cifra muy interesante: 2,94% de ahorro en combustible.

“Aunque no pudimos certificar el resultado, porque nos faltó una vuelta para que la prueba fuera concluyente según la Norma, los datos obtenidos confirmaron que el neumático era más resiliente, tenía

LA PRUEBA

Eficiencia energética de neumáticos de baja rodadura

Año: 2013

Vehículos control y prueba: Columbia Freightliner; semi remolque Great Dane

Peso carga: 15.000 kg.

una menor pérdida de calor, y eso fue suficiente para que en nuestra empresa insistiéramos en la compra de esos neumáticos. Hoy todos los camiones nuevos, los pedimos con neumáticos Energy”, asegura el gerente de mantenimiento, José Luis Vásquez.

2,94%

de ahorro



En los neumáticos de baja resistencia a la rodadura 295/80R 22.5 Energy, respecto al 295/80R 22,5. Sin embargo, la prueba no es concluyente porque no se registraron 3 vueltas válidas como indica la Norma, por falta de condiciones.

LA TECNOLOGÍA

La banda de rodadura de estos neumáticos se encuentra desarrollada para ser efectiva en todas las posiciones, optimizado para los ejes que soportan los más variados tipos de vehículos.

Neumáticos de Baja Resistencia a la Rodadura

Tracción: Michelin 295/80R XDA2+ Energy
Rodado: Michelin 295/80R XZA 2+ Energy



Deflector Vorblade

Un mal resultado también agrega valor

LA PRUEBA

Eficiencia energética de deflector Vorblade

Año: 2013

Vehículos control y prueba: Columbia Freightliner; semi remolque Great Dane

Peso carga: 15.000 kg.

-2,59%

Los dispositivos involucraron un aumento del consumo de combustible de 2,59%. El margen de error de la prueba es de un 1,84%.

Hasta un 9,5% de ahorro en combustible prometía el deflector Vorblade. TNT Chile, siempre preocupada de innovar, importó la tecnología para instalarla en uno de sus camiones y así poner en jaque la cifra que incluso aparecía avalada por la Nasa. La teoría indica que, al pasar el viento por estos dispositivos, se generan vórtices que forman verdaderas paredes de aire que permiten salvar obstáculos como, por ejemplo, el de la separación entre la cabina y el remolque.

Sin embargo, al probarlo bajo las condiciones de velocidad permitida en Chile, no se produjo el efecto aerodinámico positivo; por el contrario, generó resistencia lo que implicó un aumento del consumo de combustible de 2,59%. Para Marco Enríquez, profesional de la

Agencia, puede que exista mucha diferencia entre los 90 Km/h y los 105 Km/h, que es la velocidad permitida en EE.UU., considerando que el tema aerodinámico es exponencial y no lineal. "Al demostrar la prueba que no se produce ahorro de combustible para nuestra realidad, obviamente, decidimos no adquirir los Vorblade. Teníamos muchas expectativas en esta tecnología aerodinámica pero, hay que dejar que la prueba hable", señala José Luis Vásquez, gerente de mantenimiento de TNT Chile.

De este modo, una prueba que demuestra un resultado negativo también agrega valor, pues finalmente ratificó que los resultados no son iguales para todos los países y que la decisión de compra debe ser fundamentada en pruebas bajo condiciones reales de operación.

LA TECNOLOGÍA

El sistema Vorblade corresponde a pequeños dispositivos que buscan reducir el "vacío" (presión baja) entre el tracto camión y el remolque y en la parte de atrás de este. Para ello, generan vórtices de 3 metros que reducen la resistencia al viento.



Generador de Hidrógeno

Promesa no cumplida

En un 15% ofrecía reducir el consumo de combustible, el generador de hidrógeno.

En 2014, Transportes Nazar decidió probar bajo la NCh 3331, una tecnología que prometía reducir el consumo de combustible en un 15%, junto con entregar otras ventajas como mayor potencia y una considerable disminución de emisiones contaminantes. Se trataba de un generador de hidrógeno distribuido por la empresa De Heeckeren.

El dispositivo se ubica en la parte trasera de la carrocería y funciona en base a electricidad y agua desmineralizada; en su interior se separan las moléculas de hidrógeno y oxígeno, lo que actúa como un catalizador de combustible.

EL RESULTADO

Desde la empresa de transporte, se contactaron con el proveedor para que trajera el dispositivo con el fin de probarlo. Luego, de una serie de pruebas propias realizadas por Nazar, se decidió realizar una

bajo los estándares de rigurosidad de la Norma Chilena.

El resultado fue decepcionante ya que, bajo las condiciones en que fue probada, la tecnología en vez de reducir el consumo de combustible, lo aumentó. De todas maneras, el margen de error fue muy superior al resultado, por lo que el resultado no se considera estadísticamente significativo.

Para Patricio Gómez, jefe área eficiencia energética, de Transportes Nazar, "el resultado aunque no fue el buscado, fue útil para los involucrados. Incidió en que el proveedor no importara finalmente la tecnología; y nosotros no íbamos a invertir en algo que no funciona para nuestra realidad. Puede que sobre los 90 km/h se produzca la eficiencia buscada, pero bajo las condiciones de operación de nuestro país, determinamos que el dispositivo no produce el ahorro prometido".

LA PRUEBA

Generador de hidrógeno HHO

Año: 2014

Vehículos control y prueba: Volvo FH; Trailer, Great Dane

Peso carga: 15.000 kg.

-0,51%

Al contrario de lo esperado, la prueba del catalizador de combustible, evidenció un aumento en el consumo de combustible no significativo de 0,51%, con un margen de error de 1,78%. Es decir, la tecnología no genera impactos positivos significativos en el consumo de combustible.

LA TECNOLOGÍA

Se trata de un catalizador de combustible. Su funcionamiento en base a electricidad y agua, produce una mayor calidad de orto hidrógeno y oxígeno, mejorando la combustión, aumentando el rendimiento sin dispositivos de compresión ni almacenamiento. El orto hidrógeno es una mezcla cuatro veces más potente que el hidrógeno 100%. Los ahorros de combustible prometen estar entre un 10% hasta un 20%, y reducir hasta en un 70% las emisiones contaminantes, aumentando la potencia, sin dañar el motor.



Eficiencia en

.....

Es calificada como una de las mejores pruebas realizadas, porque permitió no solo evaluar tecnología sino también reunir a tres grandes proveedores en el país, que aceptaron el desafío de participar con sus tracto camiones y medir eficiencia bajo la Norma Chilena 3331.

LA PRUEBA

Impacto y análisis de la eficiencia energética de los tracto camiones Mercedes Benz Actros, Volvo FM y DAF CF

Año: 2014

Vehículo control: Volvo FH 12

Peso carga: 15.000 kg.

Tracto Camiones

LA TECNOLOGÍA

Cada una de las empresas participantes utilizó el tracto de su elección si bien se les solicitó que cumplieran estándares comunes para tomar decisiones de inversión.

Se efectuaron tres pruebas con los siguientes tractos:

	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3
Vehículo	<p>DAF CF 85FTS</p> <p>Cuenta con dimensiones externas de la cabina compactadas que proporcionan excelente maniobrabilidad en espacios reducidos; baja tara para aumentar la capacidad de carga útil, potente motor y amplia gama de configuración de chasis y ejes.</p>	<p>Volvo FM D11C</p> <p>Posee un motor diésel de 10,8 litros con seis cilindros en línea, turbocargador e interenfriador. Estos motores cumplen la norma de emisión Euro 5 y todos, salvo el de 450 hp, están disponibles en versiones certificadas EEV.</p>	<p>Mercedes Benz Actros 1836 LS</p> <p>Elevada carga útil y un bajo consumo de combustible. Rendimiento convincente en largas distancias en carretera y en el balance de la empresa.</p>
Distancia tracto y semiremolque	28 cms.	29 cms.	42 cms.
Neumáticos	Delantero Goodyear Kmax S Direccional 295/80R 22,5; traseros: Goodyear Kmax D en tracción 295/80R 22,5	Delantero Michelin XZA 2+ direccional 295/80R 22,5; trasero: Michelin XZA 2+ Traccional 295/80R 22,5	Delantero Michelin XZA 2+ direccional 295/80R 22,5; trasero Michelin XZA 2+ direccional 295/80R 22,5
Relación de diferencial	2,93 y 2,39 con overdrive	3,10	2,85
PBV	31.190 kg.	31.420 kg.	31.090 kg.
Peso carga	15.000 kilos	15.000 kilos	15.000 kilos

En Transportes Nazar, comenta Patricio Gómez, jefe del área de eficiencia energética de la empresa, llevan alrededor de cinco años haciendo pruebas particulares que les permitan tomar mejores decisiones de compra: "Siempre hemos buscado hacer más eficientes los recursos y el combustible es uno de los ítems más importantes, ya que significa entre un 30 a 40% de los costos internos", explica.

Fue así como en 2014 decidieron medir bajo la Norma Chilena 3331 -con el apoyo de la Agencia-, el "Impacto y análisis de la eficiencia energética de los tracto camiones Mercedes Benz Actros, Volvo FM y DAF CF".

8,14%

Ahorro Volvo FM D11C
Comparado con DAF CF

TRES PROVEEDORES

Invitaron a participar a tres proveedores, solicitando que cada uno eligiera el tracto de su elección pero cumpliendo con ciertos estándares comunes para la operación de la empresa, e indicándoles que los resultados serían considerados en la decisión de compra de





la empresa. Los tres aceptaron porque “somos una empresa reconocida a nivel nacional por los proveedores, quienes vieron en la realización de estas pruebas un potencial y una vitrina para sus productos”, indica el ejecutivo.

De esta manera, cada uno de los convocados pudo hacer previamente evaluaciones en las dependencias de la empresa de transportes para preparar sus vehículos. Patricio Gómez comenta que les pidieron como estándares que los tracto estuvieran equipados con aerodinámica frontal y lateral; neumáticos 295/80 de la marca que determinasen los competidores; tracción 6x2, y potencia de 420hp. A su vez, las rampas fueron aportadas por Transportes Nazar, las cuales fueron cargadas con 15 mil kilos y ellos mismos se ocuparon del acondicionamiento final de los equipos.

Recuerda el ejecutivo, que Volvo “se la jugó” y llegó con un equipo que todavía no se vendía en el mercado nacional, incluso con dispositivos instalados que hubo que desconectar para igualar las condiciones de la competencia.

0,48%

Ahorro Volvo FM D11C

Comparado con
Mercedes Benz Actros

El vehículo de control fue un Volvo FH 12 que proporcionó Nazar y corresponde a un vehículo de cabina más grande que los evaluados y que, actualmente, es el Volvo más utilizado por las empresas del área. Los tracto en evaluación fueron: Volvo FM D11C, Mercedes Benz Actros y DAF CF 85TS.



7,7%

**Ahorro Mercedes Benz Actros
Comparado con DAF CF**

Las pruebas se efectuaron entre el 24 y 26 de noviembre de 2014 y demostraron que el vehículo que más diésel consumió fue el DAF CF, seguido por el Mercedes Benz Actros, que mostró ahorro de un 7,7% respecto al primero. Por su parte el vehículo más económico fue el Volvo FM D11C, que mostró ser un 8,14% más eficiente que el DAF CF y un 0,48% más que el Mercedes Benz Actros.

En días posteriores, se realizó una reunión con las empresas proveedoras y sus análisis fueron concordantes con los resultados, salvo DAF que señaló que elegir una caja con overdrive podría haber repercutido en el resultado del consumo. Todas reconocieron el alto estándar de la prueba y la rigurosidad de la toma de resultados, fortaleciendo que la NCh 3331 es una herramienta que aporta al desarrollo y maduración del mercado y a la oferta de tecnologías eficientes.

“Somos una empresa reconocida a nivel nacional por los proveedores, quienes vieron en estas pruebas un potencial y una vitrina para sus productos.”

Patricio Gómez
Jefe Área Eficiencia Energética
Transportes Nazar



LA DECISIÓN DE COMPRA

Patricio Gómez explica que, finalmente, hay distintas variables que determinan la decisión de compra. No solamente se considera el ahorro de combustible que puede generar, también se evalúa el precio de compra, cuánto es el costo de mantención por kilómetro rodado y el castigo por año para alcanzar una buena reventa, entre otros.

Esta prueba permitió a la empresa clarificar la variable eficiencia energética de los tractos camiones

y su impacto en el ahorro de combustible y sopesarla junto a otras, permitiendo tomar las decisiones de compra con mayor respaldo e información.

Fue así como fortalecieron su decisión de continuar comprando vehículos Volvo, los que –además– entregan un sistema adicional de información con parámetros de consumo y rendimiento.

También, y pese a ser el tracto DAF el que consumió más combustible, Transportes Nazar lo ha

mantenido en uno de sus importantes contratos que está equipado al 100% con este vehículo. La razón, indica el ejecutivo, es que el cliente requiere que se utilice el máximo de peso permitido y este tracto es más liviano (8.600 kilos versus un Volvo que puede llegar a 9.400). Por ello, la eficiencia energética se obtiene mediante el peso.

Esta definición, expresa Patricio Gómez, demuestra “que en la elección de un camión intervienen numerosas variables”.

El vehículo que más ahorró combustible fue el Volvo FM D11C que demostró ser un 8,14% más eficiente que el DAF CF y un 0,48% más que el Mercedes Benz Actros.



LA PRUEBA

Impacto del sistema dual de combustible diésel-GNC

Año: 2014

Vehículos control y prueba:
Scania P310

Peso carga: 15.000 kg.

Sistema Dual Diésel-GNC

Combustible más limpio en el **Transporte de Carga**

.....

El uso del gas natural en vehículos livianos está bastante desarrollado en nuestro país, pero no ocurre lo mismo con su uso en transporte de carga, pese a ser una opción de combustible menos contaminante que el diésel. Por ello, era necesario probar su potencial de sustitución en esta área así como avanzar en normativa para adaptar tecnologías limpias a este tipo de vehículos en Chile y maximizar su potencial.

LA TECNOLOGÍA

El sistema Landirengo Dual Fuel, italiano, utiliza gas natural comprimido que se inyecta en la admisión de aire para después ser mezclado con diésel en la cámara de combustión. El kit de conversión dual proporciona un segundo combustible, el cual de manera dosificada y controlada, mediante inyectores y una unidad de control electrónico maneja el ingreso de GNC a la cámara de combustión del motor ciclo diésel, permitiendo obtener el porcentaje de sustitución de combustible deseado.

Este sistema sin modificación de motor permite una operación continua sin restricciones de abastecimiento, ya que al agotar el gas vuelve a su combustible original.

Presión de entrada GNC	200 bar
Presión utilizada	3 bar
Temperatura de funcionamiento	-20 a +120°C
Características eléctricas de la bobina	12V 20W
Cantidad de inyectores	3 ó 4
Ramales del sistema	5

En 2014, la empresa Autogasco, la Agencia Chilena de Eficiencia Energética, ChileTransporte y el Centro de Transporte y Logística de la Universidad Andrés Bello se coordinaron para evaluar el impacto de la tecnología Landirengo Dual Fuel en el transporte de carga. Este sistema dispone de un kit de conversión que controla el ingreso de gas natural comprimido (GNC) a la cámara de combustión del motor ciclo diésel, permitiendo obtener un porcentaje de sustitución de este combustible por el GNC.

El objetivo de la prueba, expresa el gerente comercial de Autogasco, Rodrigo Araya, "fue comprobar que, efectivamente, existía sustitución del diésel y determinar cuánto era necesario inyectar para obtener la misma equivalencia energética".

De esta manera, se intervino un motor diésel de un camión Scania P310 de la empresa Transportes Perrot, al cual se le instaló el equipo Landirengo y una pila de cuatro estanques de gas, de 21 m³ cada uno. Agrega el gerente que se utilizó en su evaluación la NCh 3331, "que es una norma muy exigente y sólida en término de metodología



"La NCh 3331 es una norma muy exigente y sólida en término de metodología y controles pero, al mismo tiempo, bastante simple de implementar y de entender".

Rodrigo Araya
Gerente Comercial
Autogasco

y controles pero, al mismo tiempo, bastante simple de implementar y de entender".

LOS BENEFICIOS

El ejecutivo califica la realización de la prueba como exitosa desde todo punto de vista: "De-

mostró que este sistema de gas es bastante confiable y que hubo una sustitución de diésel del 41%. Es decir, el camión bajo las condiciones evaluadas, consumió menos diésel, lo que es importante porque este es un combustible más contaminante". En Chile, prosigue, no

41%

Sustitución de diésel por GNC

Se efectuaron dos pruebas. La primera entregó un balance energético de -13% y una sustitución del 36,5% del diésel por GNC. La segunda prueba fue realizada, luego que Autogas hiciera nuevas calibraciones al sistema. El resultado, bajo estas condiciones fue un balance energético de -9% y una sustitución del 41,01%.



había evidencia de cuánto era el porcentaje que se podía sustituir y conocer esa cifra -declara- permite proyectar un mercado para el GNC. Sobre todo, resalta, que hoy con los planes de descontaminación en marcha y sus restricciones, una empresa de transporte puede tener entre el 20 a 25% de su flota detenida 3 a 4 días al mes entre mayo a septiembre.

Si bien en el ámbito de los vehículos pesados todavía no existe norma que les permita circular todos los días por usar tecnologías limpias, sí existe esta condición para los vehículos livianos, por lo que es lógico que deba implementarse la misma exención de restricciones para el transporte de carga.

Por otro lado, comenta que esta evaluación permite -además-, comenzar a hablar de equivalencia energética entre ambos combustibles, agregando que se ha seguido monitoreando el camión, ahora bajo uso prolongado.

Destaca optimista Rodrigo Araya, que debieran abrirse nuevos mercados para el GNC porque esta tecnología no solo es adaptable al mercado automotriz, "comprobar que el funcionamiento del motor es constante y efectivo no da esa posibilidad, sobre todo en motores dedicados que ya son cien por ciento a gas".

REDUCIR LAS MERMAS

El gerente comercial de Autogas también remarca que al com-

probar que el GNC puede ser usado en el transporte de carga, conlleva otros beneficios como el control de las mermas del combustible, ya que los estanques son de una altísima seguridad y el gas está comprimido a una presión de 200 bar.

Las empresas de transporte de carga por carretera pueden recuperar un porcentaje del impuesto específico al diésel, que varía del 31 al 80% dependiendo de los ingresos que registren. Por ello, Rodrigo Araya comenta que este hecho genera grandes distorsiones al momento que las empresas tengan que tomar decisiones de incorporar tecnologías limpias porque este beneficio no existe para los otros combustibles.

Claudio Gavilán, jefe línea de desarrollo Transporte, Agencia

Validando las tecnologías eficientes

Chile tiene el desafío de disminuir el consumo de energía en un 20% al año 2025. Como el sector Transporte gasta un tercio del total de la energía país, la tarea en esta área no es fácil aunque sí estimulante. Es por ello, que Claudio Gavilán, jefe línea de desarrollo Transporte y un equipo de profesionales de la Agencia Chilena de Eficiencia Energética, trabajan a toda máquina. En estos momentos, están promoviendo el uso de tecnologías eficientes. Además, se está instruyendo en conducción eficiente a antiguos y nuevos conductores.

Ingeniero comercial de la Universidad de Chile y MBA de la UC, Claudio precisa que la Agencia busca promover el uso eficiente de la energía y, específicamente, en el área de transporte, “tenemos la misión de reducir el consumo de combustible que –en el transporte pesado– es mayoritariamente el diésel”.

–¿Existe una meta de reducción del consumo de combustible?

–Hay una meta concreta a nivel país, de reducir el consumo de energía en un 20% al 2025. El

transporte ocupa un tercio de la energía de Chile y cualquier disminución en esta área es importante.

–¿Y cuáles son las acciones que impulsan?

–En el ámbito del transporte existen tres pilares para reducir el consumo. Se trata de *cambio tecnológico*, que se refiere –por ejemplo– a instalar dispositivos aerodinámicos en un camión; de *gestión en las empresas de transporte* para usar mejor la energía, por ejemplo revisando la presión de los neumáticos y, el tercero, es un *cambio cultural*. Buscamos que los conductores adopten hábitos y conductas que ayuden a reducir consumo de combustible, a través de una conducción eficiente. Es decir, si vas en carretera que prefieras encender al aire acondicionado y no abrir la ventana, también evitar las aceleraciones y frenados bruscos, entre otros. Se trata de promover cambios conductuales que las empresas están comenzando a incentivar.

Para lograrlo, capacitamos a monitores e instructores de las mismas empresas de transporte, para que vayan reforzando el cam-



“Queremos que los proveedores prueben sus tecnologías y los resultados los utilicen como herramienta de venta.”

bio y los conductores no vuelvan a los hábitos antiguos, nos hemos dado cuenta que es la forma más efectiva.

-¿La conducción eficiente la promueven a nivel general o solo en el transporte pesado?

-Impulsamos la conducción eficiente para todos los nuevos conductores independiente del tipo de vehículo que utilicen. Por ello, estamos capacitando a los instructores de escuelas de conductores para licencias clase B, para que enseñen estas conductas y hábitos. Asimismo, como una forma de fortalecer este trabajo ya desde el segundo semestre del año pasado, aparecen preguntas de conducción eficiente en el examen teórico para obtención de licencias clase B, y también figura como tema en el Manual del Nuevo Conductor.

Ahora, vamos a empezar a trabajar con los instructores de las escuelas de conductores profesionales (licencias clase A4 y A5).

SURGE LA NORMA CHILENA

-¿Cómo se inicia la creación de la NCh 3331?

-La Norma parte como un proyecto de investigación y desarrollo del área de educación. La empresa TNT Chile, el Ministerio de Transportes y la Universidad Andrés Bello, postularon a estos fondos, e hicieron la primera prueba que fue

medir el efecto de la aerodinámica utilizando la SAE J1321 (norma norteamericana). Los resultados fueron tan buenos que nos dejaron muy motivados y, al año siguiente, el mismo equipo volvió a postular a estos fondos con la intención de generar una Norma Chilena y hacer otras dos pruebas: efecto de cabina y de la carga en el consumo de combustible, con esas pruebas se genera la NCh 3331.

-¿Por qué las empresas pequeñas y medianas no han adoptado aún tecnologías eficientes?

-Siempre ha habido oferta de tecnologías para las diferentes empresas de transporte, pero no existía un procedimiento que diese al mercado información respaldada sobre su efecto, que es lo que entrega esta Norma.

Hay muchas ofertas de eficiencia, pero faltaba una fuente seria e independiente que indicara qué es información correcta. En la medida que la tecnología esté respaldada debiera irse incorporando de manera más masiva.

-Pero ¿Se produce un aumento de costos para las empresas que tienen uno o tres camiones?

-Para quien tiene uno o tres camiones, el efecto de incorporar tecnologías es el mismo. Por ejemplo, el dispositivo aerodinámico es un kit relativamente barato que cuesta

menos de un millón de pesos por camión y se paga en siete meses.

Insisto en que el problema central es la escasez de información. También, el nivel de carga de trabajo de las empresas del transporte dificulta abordar estos temas tecnológicos. Pero si las empresas grandes tienen los conocimientos van a ayudar a las otras a incorporar estas tecnologías.

-¿Qué viene en los próximos meses en el área de transporte pesado?

-Estamos instaurando un laboratorio de pruebas tecnológicas porque queremos convertirnos en un ente independiente que promueva tecnologías eficientes. Estas deben ser validadas, y la Agencia lo hará usando como criterio la Norma Chilena. Ya capacitamos a un staff de equipos de trabajo y de certificadores en la ejecución de la NCh 3331.

Queremos que los proveedores comiencen a probar sus tecnologías y utilicen esa información como una herramienta de venta; también esperamos que las empresas de transporte empiecen a utilizar esta información como herramienta de inversión. La invitación es a que proveedores y empresarios prueben las tecnologías y las virtudes comprobadas de esos productos serán respaldadas por una entidad seria e independiente.

AGENCIA CHILENA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Nuestro objetivo es reducir la intensidad en el consumo energético en los distintos sectores de consumo, mejorar el capital humano y ser un referente nacional e internacional en materia de eficiencia energética.



SECTOR PRIVADO

- Implementación de Proyectos de Eficiencia Energética.
- Cogeneración.
- Eficiencia Energética en Fase de Diseño.
- Sistema de Gestión de la Energía basados en ISO 50001.
- Estudios de preinversión de Eficiencia Energética.

SECTOR PÚBLICO

- Programa de Eficiencia Energética en Edificios Públicos.
- Programa de Alumbrado Público.
- Programa Educativo Integral (párvulo a enseñanza media y técnico profesional).
- Apoyo a Estrategias Regionales de Eficiencia Energética.

FORMACIÓN DE CAPACIDADES

- Certified Measurement & Verification Professional (CMVP®).
- Certified Energy Manager (CEM®).
- Cursos sobre eficiencia energética: Cogeneración, Sistema de Gestión de la Energía basados en ISO 50001, Diagnósticos y Proyectos de Eficiencia Energética, Gestor de la Energía (sector Hotelero, Retail, Público, Construcción), Eficiencia Energética en Instituciones de Educación Superior, Conducción Eficiente.

MÁS DE 1000
PERSONAS CAPACITADAS
CEM - CMVP - GESTORES - ISO 50001, ENTRE OTROS

MÁS INFORMACIÓN
www.acee.cl | info@acee.cl



Monseñor Nuncio Sótero Sanz N° 221
Providencia, Santiago – Chile
☎(56-2) 2571 2200

info@acee.cl
acee.cl

