

EL FUTURO DE LA INTERACCIÓN ENTRE LOS AUTOMOTORES Y LOS SERES HUMANOS Y LA NATURALEZA

Sacco J.

UID GETVA, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, Argentina,

Se presenta una estimación de los beneficios para la salud y económicos de un escenario de mejora de la calidad del aire ambiental de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires teniendo en cuenta la disminución del consumo de combustible en los vehículos.

En la Ciudad Autónoma de Buenos Aires no existe un historial de monitoreo continuo de contaminantes en el aire; la única medición efectuada, durante marzo, abril y mayo (valor máximo $83,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$) supera ampliamente el valor anual promedio de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ que establece la Organización Mundial de la Salud. Por ello, hemos efectuado para este análisis mediciones en las arterias principales, en las horas pico, teniendo en cuenta la altura del caño de escape, de acuerdo a la Ley Nacional N° 24.449, y grupos de personas sobre las veredas a 1,70 metros de altura, para utilizar en el análisis datos críticos. Así se obtienen valores más confiables, utilizados en este primer estudio. A medida que con el tiempo se avance con los estudios y relevamientos, dichos datos podrán corregirse.

En este contexto surge la necesidad imperiosa de desarrollar vehículos más eficientes, junto con otras estrategias como el uso de formas de transporte más ventajosas, energéticamente hablando

1- INTRODUCCIÓN

Un grave problema que afronta la humanidad, con diferentes características según los países y regiones, es cómo lograr un incremento sostenible de la movilidad de personas y mercaderías a medida que las ciudades crezcan, de acuerdo a la tendencia mundial actual.

Diferentes estudios prospectivos indican que para el año 2030 el parque vehicular duplicará el actual (775 millones). Esto producirá un incremento en la demanda de energía primaria y la utilización de energía fósil significará un mayor incremento de las emisiones locales de óxido de nitrógeno (NOx), monóxido de carbono (CO), hidrocarburos sin quemar (HC) y partículas en suspensión (MP), y de las correspondientes emisiones globales de efecto invernadero que provocan la contaminación del aire y los consecuentes deterioros en la salud de la población. Por ello, en muchos países del mundo se está trabajando en todos estos temas, ya que la Organización Mundial de la Salud alertó sobre los valores máximos de contaminantes en el aire, sobre todo las partículas en suspensión.

2- TENDENCIAS

¿Cuáles son las tendencias que se prevén esperar en las próximas dos décadas?

La International Energy Agency (IEA) resume que existen dos modos básicos de observar el futuro del consumo y demanda energética y sus implicancias medio ambientales. Por un lado, tomar la situación como normal y no incentivar nuevas políticas para reducir las energías que conllevan emisiones de efecto invernadero y, por el otro lado, esperar que las políticas existentes antes de la Conferencia de Kyoto de Diciembre de 1997 se adapten para hacer frente al cambio climático.

La Conferencia establecía un Protocolo en la Convención de Naciones Unidas sobre el cambio climático obligando a los países desarrollados a reducir las tasas de emisión de los seis gases de efecto invernadero: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hexafluoruro de azufre (SF₆), carburos hidrofluorados (HFC) y perfluorados (PFC) en un 5% por debajo de los niveles de 1990 en el período de compromiso del quinquenio 2008-2012.

Si las políticas energéticas permanecieran como hasta ahora, la demanda energética mundial crecería en un 65% y las emisiones de CO₂ en un 70% en el período comprendido entre 1995 y 2020.

Se estima que 2/3 del incremento de la demanda de la energía antes del 2020 provendría de China y de los países en vías de desarrollo.

La International Energy Agency (IEA) analiza dos posibles caminos:

- a) Uno basado en la regulación para hacer frente a las emisiones.
- b) Otro basado en hacer subir los precios.

En el primer camino se alcanzaría aproximadamente una reducción del 50% en las emisiones de CO₂, y la otra mitad en la reducción de emisiones se conseguiría sustituyendo los combustibles fósiles empleados en la generación de energía eléctrica por combustibles no fósiles (alternativos).

III CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE CAMBIO CLIMATICO Y DESARROLLO SUSTENTABLE

El segundo camino, en lugar de regular, consistiría en cargar un canon sobre el contenido de carbono al precio del combustible fósil.

Esta carga adicional sería suficiente para reducir las emisiones de CO₂ a la mitad, necesario para alcanzar los objetivos de Kyoto. La carga para alcanzar dicha reducción se ha calculado en U\$S 250 por tonelada de contenido de carbono.

El día 11/09/2009 Francia anunció un impuesto de 17 euros por tonelada de emisión de dióxido de carbono sobre el consumo de combustible en automotores, industria y hogares. Se aplicaría al petróleo, gas y carbón, todos combustibles fósiles.

La población mundial actualmente se estima en 6200 millones de personas y en el 2020 se calcula que esta cifra alcance los 7500 millones.

Además se prevé un incremento de la motorización de la población global del 12 al 15% cada 100 habitantes. Esto quiere decir que en 10 años, en lugar de 775 millones de vehículos, se tendrán 1100 millones de vehículos circulando en nuestro planeta.

En primer lugar, esto producirá un incremento en la demanda de energía primaria y, en segundo lugar, si se utiliza energía fósil significará un mayor incremento de las emisiones locales de óxido de nitrógeno (NOx), monóxido de carbono (CO), hidrocarburos sin quemar (HC) y partículas en suspensión (PM), y de las correspondientes emisiones globales de efecto invernadero reguladas por el protocolo de Kyoto.

La tendencia global del incremento de la movilidad va en contradicción con los criterios de control del efecto invernadero, la contaminación local y la explotación de los recursos de combustible.

La sostenibilidad del sector transporte de pasajeros y cargas dependerá fuertemente de la introducción de tecnologías que reduzcan las emisiones contaminantes y el consumo del petróleo.

El transporte por carretera es el responsable de un 20% de las emisiones de CO₂ en la Unión Europea.

En orden de reducir las emisiones de los vehículos, éstos deben ser más eficientes, con combustibles más limpios y mejores hábitos de conducción.

El objetivo de la Comisión Europea es lograr que las emisiones medias de CO₂ en los vehículos nuevos se sitúen en 140 g/km en el 2008 y 2009 y 120 g/km antes del 2012. También tienen el mismo objetivo Japón y Corea.

Los combustibles fósiles aportan el 85% de las necesidades energéticas del mundo: un 40% corresponde al petróleo, el 22% al carbón y el 23% al gas natural.

Cada vez más se intensifican los esfuerzos en el desarrollo e implementación de sistemas de propulsión que puedan sustituir a los tradicionales motores de combustión interna total o parcialmente.

Entre las principales causas de este creciente esfuerzo se encuentran:

- Fabricación de vehículos de bajo impacto ambiental
- Diversificación de las fuentes de energía, con una menor dependencia de los productos fósiles.

Las tecnologías de sistemas de potencia en las que se está trabajando actualmente son:

- Vehículos eléctricos
- Vehículos híbridos
- Vehículos con pila de combustible
- Biocombustibles
- Diferentes combustibles alternativos sustitutivos de los convencionales
- Hidrógeno, etc.

Vehículos de Transporte de Cargas y Pasajeros

Los motores empleados en vehículos de transporte de pasajeros y cargas utilizan distintos combustibles:

- Naftas:

Durante la destilación del petróleo crudo se obtienen distintos combustibles, a los cuales se les agregan aditivos adecuados según su calidad comercial.

- Gasoil:

El gasoil es una mezcla compleja de moléculas de hidrocarburos producido durante la destilación del petróleo crudo en subproductos.

Al gasoil comercial se le agregan distintos tipos de aditivos para reducir los niveles de azufre, pero no modifican la mayor parte de su composición química.

III CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE CAMBIO CLIMATICO Y DESARROLLO SUSTENTABLE

Existen diferentes tipos de gasoil comercial que según los aditivos agregados tienen diferentes contenidos de azufre. Por ejemplo, 500 ppm (partes por millón), 300 ppm, 50 ppm y 20 ppm.

- Gasoil sintético:

Puede ser manufacturado a partir de diferentes recursos, incluyendo gas natural, carbón gasificado y biomasa.

La ventaja es que no contiene azufre y puede ser utilizado en los motores diesel sin ninguna modificación.

- Gas natural comprimido:

El GNC está formado por 85 al 99% de metano (CH_4), no contiene azufre, es un combustible limpio y relativamente barato y abundante según los países.

- Gas natural licuado.
- Alcoholes: Por ejemplo etanol.
- Biocombustibles y otros combustibles alternativos.

3- FORMACIÓN DE CONTAMINANTES

Los principales productos de la combustión en los combustibles fósiles son el vapor acuoso y el dióxido de carbono (CO_2); este último es un gas inerte pero, a causa de su aporte al efecto invernadero, debe ser limitado aumentando el rendimiento del motor y reduciendo así el consumo de combustible al cual el CO_2 es proporcional. Junto a estos dos productos principales de la combustión se encuentran, en menor concentración:

- Óxidos de nitrógeno NO_x (óxido NO y dióxido NO_2)

El motor de combustión interna es mucho más eficaz, logra convertir tanto más la energía térmica del combustible en trabajo mecánico cuanto más elevadas son las temperaturas logradas en el cilindro; temperaturas elevadas significan también altos NO_x .

- Monóxido de carbono (CO)
- Compuestos orgánicos volátiles (VOC), como los hidrocarburos incombustibles (HC) y los hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH) y los productos de oxidación parcial, como por ejemplo los aldehídos
- Partículas en suspensión (MP), que son un agregado constituido por un núcleo carbónico y una fracción orgánica volátil (VOC) más un residuo de agua y sulfatos (se trata de una emisión típica del motor diesel, que se valora en términos de opacidad de los gases de descarga o humo)
- Óxidos de azufre SO_x : a diferencia de las emisiones anteriores, unidas al motor y al combustible, los SO_x dependen exclusivamente del nivel de azufre del combustible.

Las emisiones en la atmósfera pueden, en condiciones determinadas, reaccionar dando lugar a emisiones secundarias, particularmente:

- Precipitaciones ácidas, formadas por sulfatos y nitratos
- Smog fotoquímico, que tiene como producto principal el ozono atmosférico (O_3).

4- EFECTO DE LOS DISTINTOS GASES DE ESCAPE DE LOS MOTORES DIESEL SOBRE EL AMBIENTE Y LA SALUD HUMANA

Analizaremos a continuación el efecto de cada uno de los componentes del producto de la combustión en el motor diesel.

- Dióxido de carbono CO_2

Se encuentra en la mayoría de los gases de escape, más de 5 millones de toneladas por año. No representa amenaza directa a la salud, sin embargo aumenta la temperatura de la atmósfera terrestre, de acuerdo a lo que se conoce como la teoría del efecto invernadero.

- Óxidos nítricos NO_x

Los óxidos nítricos se componen de monóxido nítrico (NO) y dióxido nítrico (NO_2). Ellos producen un efecto negativo en el medio ambiente pues contribuyen para la fertilización excesiva y para la acidificación del suelo y del agua (lluvia ácida). En concentraciones elevadas puede ser fatal.

- Hidrocarburos HC

Ellos consisten principalmente en combustible que no ha sido completamente quemado. En concentraciones altas es nocivo para la salud.

III CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE CAMBIO CLIMATICO Y DESARROLLO SUSTENTABLE

- Monóxido de carbono CO

El monóxido de carbono se produce por la combustión incompleta. Es tóxico al inhalarse, interfiere con el transporte de oxígeno a los tejidos porque la hemoglobina (que es el pigmento sanguíneo encargado del intercambio gaseoso tisular) tiene una afinidad 200 veces mayor por el CO que por el O₂. De esta manera, el CO reacciona con la hemoglobina formando carboxihemoglobina (CO Hb), lo cual limita la distribución de oxígeno al cuerpo. En concentraciones elevadas es fatal.

- Dióxido sulfúrico SO₂

El azufre de las emisiones de escape se presenta en forma de partículas de azufre y dióxido sulfúrico (SO₂), causan acidificación del suelo y del agua (lluvias ácidas) y es irritante respiratorio muy soluble, pues en concentraciones importantes en el aire que se respira paraliza los cilios epiteliales del tracto respiratorio.

- Partículas en suspensión (MP)

Las MP afectan a más personas que cualquier otro contaminante y sus principales componentes son los sulfatos, los nitratos, el amoníaco, el cloruro sódico, el carbón, el polvo de minerales y el agua. Las MP consisten en una compleja mezcla de partículas líquidas y sólidas de sustancias orgánicas e inorgánicas suspendidas en el aire. Las partículas se clasifican en función de su diámetro aerodinámico en MP10 (partículas gruesas con un diámetro aerodinámico entre 2,5µm y 10µm), MP2,5 (partículas finas con un diámetro aerodinámico entre 0,1µm y 2,5µm) y MP0,1 (partículas ultrafinas con un diámetro aerodinámico menor a 0,1µm). Las partículas finas son las que suponen mayor peligro porque, al inhalarlas, pueden alcanzar las zonas periféricas de los bronquiolos y alterar el intercambio pulmonar de gases. En el largo plazo contribuye a enfermedades crónicas, al cáncer y a la muerte prematura.

Nota:

Los porcentajes máximos de monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), dióxido sulfúrico (SO₂), óxidos nítricos (NOx) y partículas están fijados por la Norma europea EURO y por la Norma americana EPA en sus distintos niveles según el año calendario.

SITUACIÓN ACTUAL DE TRABAJOS EN EJECUCIÓN PARA LOGRAR LOS OBJETIVOS MENCIONADOS PRECEDENTEMENTE

LA ESTIMACIÓN DE LOS BENEFICIOS EN SALUD Y LA ECONOMÍA ASOCIADA EN LA CIUDAD DE BUENOS AIRES.

1- INTRODUCCIÓN

En los últimos años en distintos países de Europa, Estados Unidos y el Resto del Mundo se ha prestado principal atención a los efectos adversos sobre la polución del aire ambiental y sobre todo, de las materias en forma de partículas en suspensión (MP). Los efectos sobre la salud van desde un aumento de los síntomas respiratorios y de los medicamentos para aliviarlos, hasta el asma y las agravaciones de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica y cáncer que se traducen en tratamientos en las salas de urgencias e incluso en reducción del crecimiento pulmonar en los niños. La atención se ha centrado también en el incremento de la mortalidad en trastornos respiratorios y cardiovasculares. Así lo establece la Organización Mundial de la Salud (OMS), en sus Directrices sobre la calidad del aire del año 2005. Las primeras directrices, publicadas en 1987 (1) y actualizadas en 1997 (2) se circunscribían al ámbito europeo. Las nuevas (2005), sin embargo, son aplicables a todo el mundo y se basan en una evaluación de pruebas científicas actuales llevadas a cabo por expertos. En ellas se recomiendan nuevos límites de concentración de algunos contaminantes en el aire (partículas en suspensión MP, ozono O₃, dióxido de nitrógeno NO₂ y dióxido de azufre SO₂) de aplicación en todas las regiones de la OMS.

Análisis de la Valoración del Impacto sobre la Salud (VIS) por contaminación del aire.

La importancia del VIS se ha reconocido en el ART. 152 del tratado de Ámsterdam, sin embargo, realizar una VIS para las partículas aéreas ambientales es extremadamente complejo por la falta de conocimiento sobre lo siguiente:

- a) Composición de la partícula.
- b) Composición mecanicista toxicológica de los componentes de las partículas causalmente responsables de los efectos sobre la salud cardiorrespiratoria.
- c) Datos de los depósitos en las vías respiratorias de diversas fracciones de partículas.

III CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE CAMBIO CLIMATICO Y DESARROLLO SUSTENTABLE

- d) Evidencia epidemiológica de las relaciones de varios componentes de las partículas aéreas con los efectos de la polución observados sobre la salud.

En primer lugar, en los últimos años, diversos estudios han tratado de desentrañar los complejos temas de las partículas.

En segundo lugar se ha sugerido que las fracciones de partículas de distinto tamaño se depositan en sitios diferentes a lo largo del sistema respiratorio, con aumento de estos depósitos en los sujetos con obstrucción de las vías aéreas.

En tercer lugar, la base de datos toxicológicos sobre el tipo de tamaños de partículas y las composiciones químicas que favorecen la toxicidad está creciendo rápidamente.

Esto se debe en parte al apoyo reciente de la Unión Europea para proyectos grandes en el campo de la polución aérea. Las fracciones gruesas y finas de MP son capaces de inducir toxicidad y lo hacen a través de las rutas de estrés oxidativo.

También se ha sugerido que los componentes principales, las MP carbónicas, pueden ser más importantes para los efectos sobre la salud que los componentes secundarios, como los sulfatos y los nitratos.

La OMS fija en sus Directrices sobre la calidad del aire (2005) los siguientes valores máximos de MP:

MP2,5: 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de media anual
25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de media en 24 horas

MP10: 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de media anual
50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de media en 24 horas

En dicho informe, se estima que si la contaminación por partículas en suspensión (MP) se reduce de 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, pueden evitarse 15% de las muertes relacionadas con la calidad del aire.

La inhalación de partículas en cantidades superiores a las recomendadas por la Organización Mundial de la Salud (20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) produce exacerbaciones de los síntomas en pacientes con enfermedades pulmonares preexistentes (ligeras o moderadas), tales como el asma y el cáncer de pulmón, así como con enfermedades del corazón y de los vasos sanguíneos. Los estudios toxicológicos sugieren que estos efectos se deben a la inducción de la inflamación pulmonar, los trastornos del ritmo cardíaco, las alteraciones de la viscosidad de la sangre y la falta de oxígeno.

2- ANÁLISIS

Haremos una estimación de los beneficios en salud y la economía, asociados a la disminución de la polución en la ciudad de Buenos Aires a partir de un estudio hecho por los Doctores Laura Pérez, Jordi Sunyer y Nino Kunzli en la Ciudad de Barcelona - España, publicado en la Gaceta Sanitaria, órgano oficial de la Sociedad Española de la Salud Pública y Administración Sanitaria Vol. 23 N° 4 de 2009 pág. 287-294.

El resumen de dicho informe establece:

a- Objetivos:

Se presenta una estimación de los beneficios para la salud y en términos económicos en dos escenarios de mejora de la calidad del aire ambiental en 57 municipios del área metropolitana de Barcelona.

b- Métodos:

Usando fracciones atribuibles y tablas de vida, se cuantificaron los beneficios para los indicadores de salud seleccionados basándose en funciones de concentración-respuesta y en unidades monetarias publicadas.

La concentración media ponderada de MP 10 μm para la población del estudio se obtuvo mediante mapas de concentración desarrollados por el Gobierno de Barcelona.

c- Resultados:

A continuación se estiman los beneficios anuales de reducir el contenido de MP10 en el aire, para la población del área en estudio, de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (valor en Barcelona) al valor anual medio recomendado por la Organización Mundial de la Salud (20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$):

- 3.500 muertes menos (representando un aumento de la esperanza de vida de 14 meses).
- 1.800 ingresos hospitalarios menos por causas cardiorrespiratorias.
- 5.100 casos menos de bronquitis crónicas en adultos.
- 31.100 casos menos de bronquitis agudas en niños.
- 54.000 crisis asmáticas menos en niños y adultos.

III CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE CAMBIO CLIMATICO Y DESARROLLO SUSTENTABLE

Los beneficios económicos totales se estiman en una media de 6.400 millones € / año.

Nota: No se consideraron casos de enfermedades donde no existe la seguridad que la causa es MP.

3- COMPARACIÓN

El área metropolitana de Barcelona integrada por 57 municipios tiene una población de 3.186.500 habitantes y un transporte urbano de pasajeros de 1.070 buses.

La ciudad de Buenos Aires tiene aproximadamente 9.840 buses y unos 3.200.000 habitantes.

Los buses consumen unos 29.610 m³/mes de gasoil promedio, o sea 355.320 m³/año de gasoil. (*)

No existen registros válidos de contaminación del aire porque el monitoreo de las mediciones no es continuo, éstas no han sido sistemáticas y la cantidad y ubicación de las estaciones de medición han variado a lo largo de los años (ver Plan Estratégico 2008-2012 de la Agencia de Protección Ambiental). La única medición efectuada en la ciudad durante marzo, abril y mayo de 2011 dio un máximo de 83,9 µg/m³ de MP (estación La Boca) a determinadas horas que no representan las condiciones reales, mientras que la Organización Mundial de la Salud establece como valor anual medio recomendado no más de 20 µg/m³ de MP.

Por ello, hemos efectuado valores particulares en avenidas críticas y horas pico según Ley Nacional N° 24.449, a una altura de 1,70 m sobre la vereda, con equipamiento trazable de última generación.

Según estas mediciones, en los puntos y las horas críticas de la ciudad el valor obtenido es bastante superior al recomendado, ya que sobrepasa los 70 µg/m³.

Este trabajo tiene el fin de mejorar el nivel de la calidad del aire en la ciudad, teniendo en cuenta la reducción del uso de combustibles fósiles en los vehículos (diesel en particular). Los resultados que se observarán serán:

- Ahorro de combustible gasoil (servicio medio y pesado).
- Disminución de la contaminación provocada por esa cantidad de combustible y del particulado correspondiente.
- Disminución del efecto invernadero.
- Reducción de enfermedades y/o muertes.
- Disminución de infraestructura, estructura, gastos operativos y cantidad de medicamentos empleados, sobre todo por el efecto de las partículas (derivado del motor diesel actual).
- Premio Bono Verde derivado de la producción de anhídrido carbónico CO₂ (2,7 kg de CO₂ por litro de gasoil).

Teniendo en cuenta la cantidad de automóviles patentados en la ciudad de Buenos Aires, los que atraviesan la ciudad, los camiones de distinto tamaño que transportan mercaderías, que realizan la recolección de basura, los buses, etc., la falta de ordenamiento del tráfico, la antigüedad del parque, la falta de mantenimiento adecuado y de cumplimiento de las normas vigentes, la concentración media de las partículas en el ambiente (fundamentalmente de los motores diesel) a determinadas horas y en ciertas calles, es bastante superior a los valores determinados en Barcelona (50 µg/m³). Al no conocerse con exactitud la concentración media de partículas MP10, MP2,5 y MP0,1 en la ciudad de Buenos Aires, se adopta en una primera aproximación la concentración media de 70 µg/m³ porque la cantidad de ómnibus en circulación es muy superior a la de Barcelona.

Teniendo en cuenta que la cantidad de habitantes es aproximadamente la misma, alrededor de 3.200.000 habitantes, y según los resultados obtenidos en el estudio realizado en Barcelona, se puede inferir:

$$3.500 * 70/50 = 4.900 \text{ muertes menos}$$

$$1.800 * 70/50 = 2.520 \text{ ingresos hospitalarios menos por causas cardiorrespiratorias}$$

$$5.100 * 70/50 = 7.140 \text{ casos menos de bronquitis crónica en adultos}$$

$$31.100 * 70/50 = 43.540 \text{ casos menos de bronquitis aguda en niños}$$

$$54.000 * 70/50 = 75.600 \text{ casos menos de crisis asmáticas en niños y adultos}$$

Los beneficios económicos totales (tratamientos hospitalarios y medicamentos para aliviarlos o curarlos) se estiman en una media, para la Ciudad de Buenos Aires, de:

$$6.400 \text{ millones de } \text{€} * 70/50 = 8.960 \text{ millones de } \text{€} / \text{año}$$

$$1 \text{ €} = 5,7 \text{ \$}$$

III CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE CAMBIO CLIMATICO Y DESARROLLO SUSTENTABLE

8.960 millones de € / año = 51.072 millones de \$ / año

En esta cifra no se tuvieron en cuenta las diferencias de los costos hospitalarios ni de los medicamentos necesarios.

Suponiendo, en el mejor de los casos, que para el mismo servicio tengamos un costo 5 veces menor, se tiene:

8.960 millones de € / año = 1.792 millones de € / año

5

1.792 millones de € / año = 10.215 millones de \$ / año (1 € = 5,7 \$)

10.215 millones de \$ / año = 2.688 millones de dólares / año (1 US\$ = 3,8 \$)

Para poder bajar esta cifra en la Ciudad de Buenos Aires se necesita tomar una serie de medidas sobre la organización del tránsito y vehículos que consuman menos combustibles fósiles, es decir, energéticamente más eficientes, distintos sistemas de transporte, etc.

(* Datos obtenidos de la media por unidad Área Metropolitana de Buenos Aires por liquidación cuota Agosto 2009 correspondiente al subsidio recibido por línea).

4- AHORRO DE COMBUSTIBLE

En base a este estudio, en la Secretaría de Transporte de la Nación se está efectuando un Plan real de sustitución de ómnibus urbanos diesel actuales por ómnibus urbanos híbridos eléctricos, prefijado como porcentaje de los vehículos a reemplazar actualmente. Se espera que se apruebe y pueda cumplirse en un plazo de 10 a 12 años.

Suponiendo el reemplazo total de los ómnibus diesel urbanos (EURO I, II, III) de la Ciudad de Buenos Aires (9.840 unidades) por ómnibus híbrido-eléctricos se logra un ahorro de combustible del 25 a 30% mediante la recuperación de la energía de frenado.

Llegaremos al 30% eliminando la caja automática y disminuyendo el tiempo de carga de las baterías, con baterías de más nivel o con supercondensadores.

9.840 ómnibus consumen 355.320 m³ de gasoil / año

Si fueran híbridos-eléctricos consumirían: 355.320 * 0,7 = 248.724 m³ de gasoil / año

Ahorro: 355.320 – 248.724 = 106.596 m³ de gasoil / año

Volumen que el Gobierno deja de subsidiar a valor real del gasoil: 2,3 \$ / litro en las condiciones actuales.

Importe:

106.596.000 litros * 2,3 \$ / l = 245.170.000 \$ / año

1 US\$ = 3,8 \$

245.170.000 \$ / año = 64.518.000 US\$ / año

5- BONOS VERDES

El ahorro de anhídrido carbónico (CO₂) que produce el efecto invernadero debido al menor consumo de gasoil en los 9.840 ómnibus de la ciudad de Buenos Aires es:

106.596.000 litros * 2,68 kg CO₂ / l = 285.677.280 kg CO₂ / año

285.677.280 kg CO₂ / año = 285.677 T CO₂ / año

Si se considera un impuesto de 15 US\$ / T CO₂

Importe de Bonos Verdes = 285.677 T CO₂ / año * 15 US\$ / T CO₂

TOTAL = 4.285.155 US\$ / año

Nota:

El valor de 15 US\$ / T CO₂ seguramente va a incrementarse ya que en Francia se implementó un impuesto de 17 € / T CO₂ a partir del 11/09/2009 sobre el petróleo, gas, carbón, todos los combustibles fósiles, cualquiera sea su aplicación que produzca CO₂. En la conferencia de Copenhague, próxima a realizarse, 192 países intentarán hacer un nuevo acuerdo que regirá a partir del 2012.

6- CONCLUSIONES

El costo estimado, en la ciudad de Buenos Aires, del tratamiento hospitalario y de los medicamentos necesarios para aliviar o curar las enfermedades causadas por las partículas de los vehículos diesel que circulan por sus calles es de 2.688 millones de dólares / año (ver página 9).

Estimativamente tomamos un 30% de esta suma por el reemplazo de los 9.840 ómnibus diesel por ómnibus híbrido-eléctricos y eléctricos.

El 70% restante estimamos que corresponde a los camiones de reparto de mercaderías, camiones recolectores de basura, utilitarios y todo otro vehículo que usa motor diesel.

Por lo tanto:

- Disminución del costo hospitalario: $2.688 * 0,30 = 806$ millones de dólares / año
 - Ahorro de combustible estimado: 64.518.000 US\$ / año
 - Bonos Verdes: 4.285.155 US\$ / año
- TOTAL: $806.000.000 + 64.518.000 + 4.285.155 = 874.803.155$ US\$ / año

El ahorro estimado por el cambio de los ómnibus diesel por ómnibus híbrido-eléctricos y eléctricos es de alrededor de 875.000.000 US\$ / año

En la medida en que el Plan de la Secretaría de Transporte de la Nación se ponga en marcha, esta cifra irá disminuyendo gradualmente.

7- REFLEXIONES

El tema analizado en este informe exige mayor profundidad en los ámbitos que correspondan, para que las generaciones venideras no sufran las consecuencias irreparables sobre el planeta Tierra (en la salud de los seres humanos y la naturaleza). En particular, las distintas ciudades de nuestro país y entre ellas la ciudad de Buenos Aires, crecen continuamente en cantidad de habitantes y, por lo tanto, en la necesidad de movilidad de personas y cargas, y esto tiene que llevar un equilibrio de calidad de vida con calidad del aire.

Referencias:

- (1) Air quality guidelines for Europe. Copenhagen, World Health Organization Regional Office for Europe, 1987 WHO Regional Publications, European Series, No. 23
- (2) Air quality guidelines for Europe, 2nd. ed. Copenhagen, World Health Organization Regional Office for Europe, 2000 WHO Regional Publications, European Series, No. 91
- (3) Efectos de las partículas gruesas y finas en el aire ambiental sobre la salud: Mensaje para la investigación y la toma de decisiones. T Sandström, D. Nowak y L. van Bree, de las universidades de Umea, Suecia; Munich, Alemania y Bilthoven, Holanda.

ANEXO I

Cambio climático – Futuro evitable

A semanas de la cumbre de Copenhague, en la Argentina falta una política coherente sobre las energías alternativas y mejoras de la eficiencia energética.

En el caso de Latinoamérica hay países que están tomando medidas para colaborar. Por ejemplo Brasil, conciente de que la mayor cuota de contaminación proviene de la deforestación, busca reducir las emisiones de CO₂ a corto y largo plazo hasta llegar al 80% de reducción para el año 2020.

Es necesario buscar un esfuerzo global que consigna frenar el calentamiento de la Tierra en menos de 2 °C, teniendo en cuenta que desde 1990 la temperatura promedio se elevó 0,8 °C.

El hombre genera cambios que la naturaleza no soporta, pero el problema no es el cambio sino la velocidad del mismo.

Es necesario trabajar en el país sobre el uso de energías limpias, efectuar investigaciones para obtener nuevos combustibles de bajo impacto ambiental, por ejemplo biocombustibles obtenidos a partir de sustancias no alimenticias, desechos de procesos productivos, residuos, etc, y no a partir de granos alimenticios, biogas a partir de rellenos sanitarios.

Para limitar el efecto invernadero se decidió durante la conferencia de Kyoto, en diciembre de 1997, reducir el efecto invernadero de los seis gases siguientes:

- Dióxido de Carbono (CO₂)
- Oxido Nitroso (N₂O)

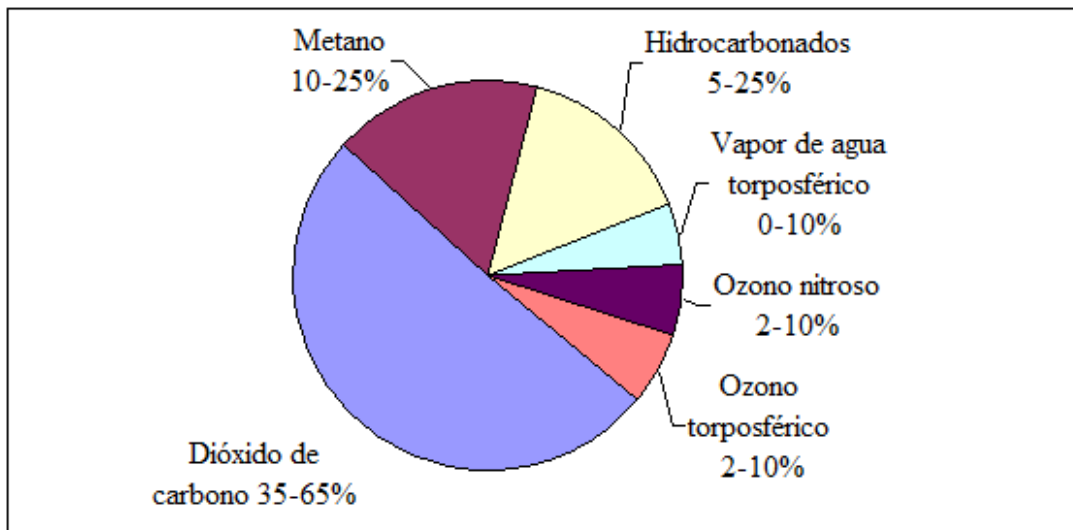
III CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE CAMBIO CLIMATICO Y DESARROLLO SUSTENTABLE

- Metano (CH₄)
- Hidrofluorcarbonados (HFCs)
- Perfluorcarbonados (PFCs)
- Sulfohexafluorados (SF₆)

Estos gases debían reducirse por lo menos 5% comparados con los niveles de 1990 hasta el marco de referencia comprendido entre 2008-2012. Para la Unión Europea debía ser del 8%.

El efecto invernadero de los gases cuya emisión tiene su origen en el hombre se catalogan con el término de "efecto invernadero antropógeno".

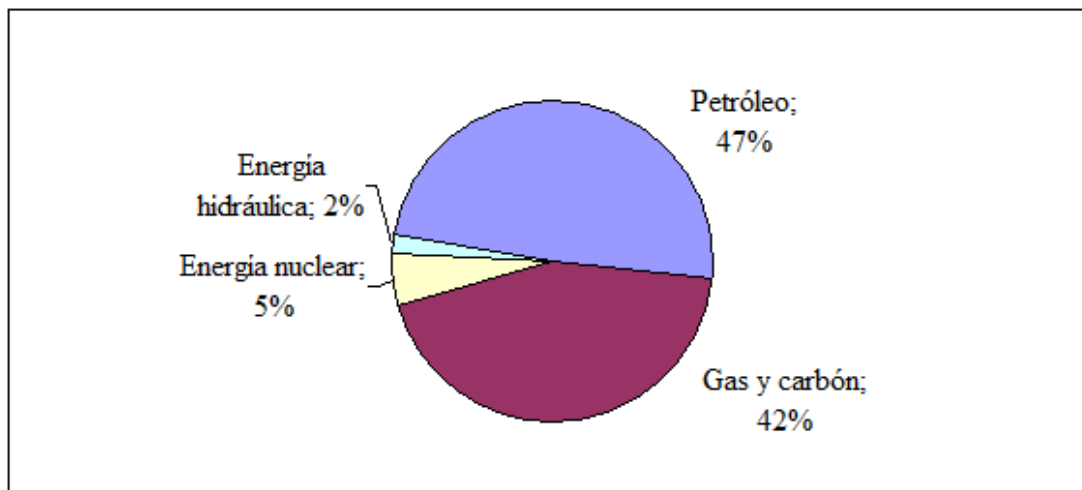
Contribución del efecto antropógeno a los gases globales de efecto invernadero



Las reducciones de las emisiones de los gases de efecto invernadero previstas por el protocolo de Kyoto, que vence en el 2012, no serán alcanzadas. En ese sentido, los países europeos se comprometen a reducir un 20% las emisiones respecto de 1990.

En la conferencia de Copenhague, próximo a realizarse, 192 países intentarán lograr un nuevo acuerdo sobre el régimen climático global que regirá a partir del 2012. Su objetivo es lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera.

Matriz energética argentina



III CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE CAMBIO CLIMATICO Y DESARROLLO SUSTENTABLE

En nuestro país, como vemos, el 89% de la energía corresponde a los combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón).

El 73% de los gases nocivos emanados a la atmósfera lo liberan los países más industrializados.

La Agencia Internacional de la Energía anunció que la demanda mundial de energía aumentará un 40% para el 2030. También anunció que contener el cambio climático es posible pero requerirá una profunda transformación del sector energético, y propone para el 2030:

- 37% de la electricidad mundial provenga de energía renovable
- 18% corresponda a la producción nuclear
- el carbono sólo represente el 5%

Hace meses Greenpeace presentó un informe llamado “Revolución Energética” en el cual propone un 20% de participación de energías limpias en el 2020, más del 30% para el 2030 y el 60% para el 2050.

Por lo expuesto anteriormente, la Unidad de Investigación y Desarrollo GETVA del Área Departamental Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata, se abocó a la tarea de trabajar en la investigación y desarrollo de vehículos híbridos con el fin de arribar a una Unidad Prototipo logrando ese cometido con el ECOBUS, según se detalla en el ANEXO II.

ANEXO II

PRIMER PROTOTIPO ÓMNIBUS HIBRIDO ELÉCTRICO PARA TRANSPORTE URBANO

- Desarrollado por UID – GETVA
- Área Departamental Mecánica
- Facultad de Ingeniería – UNLP.

La Facultad de Ingeniería finalizó la construcción del primer ómnibus híbrido eléctrico diseñado íntegramente con tecnología nacional

Finalmente, tras años de esfuerzo y dedicación, el Grupo de Estudios de Transporte de Vehículos Autopropulsados (GETVA) del Área Departamental Mecánica, dirigido por los ingenieros Juan Sacco y Alberto Blanco; integrado además por Mg. Inga. Andrea V. Pierre Castell, Ing. Román Matera, Ing. Aurelio Aquino e Ing. Danilo Vucetich; finalizó la construcción del prototipo que es el primer colectivo híbrido eléctrico que circula en nuestro país.

El vehículo es bajo, silencioso, de fácil acceso para personas con dificultades motrices, tiene el mismo tamaño y capacidad para pasajeros que una unidad común, con 31 personas sentadas. En el techo posee 42 baterías que se recargan mientras circula y mediante la conversión de la energía cinética y calórica, producto de las frenadas, en energía eléctrica. Además desarrolla una velocidad de 60 kilómetros por hora, que es el máximo permitido en el lugar dónde va a transitar.

Este novedoso desarrollo, implica un gran avance tecnológico ya que se trata del primer micro ecológico del País y primero de corriente alterna en América Latina. Fue posible gracias al trabajo de investigadores, docentes y estudiantes del Área Departamental Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata. Contaron con el apoyo de la Agencia de Protección Ambiental de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, la Cámara Empresaria de Autotransporte de Pasajeros y la empresa automotriz Tecnología Avanzada en Transporte (TATSA). Los profesionales del GETVA desarrollaron la ingeniería básica para administrar las energías generadas por el sistema híbrido que utilizan estos medios de transporte, siendo la ingeniería de detalle de la electrónica aplicada y la construcción, tercerizada con la empresa ARG SRL de esta ciudad.

Para su construcción se tomó información de tecnología existente en lugares como Estados Unidos, Italia o Alemania, pero se logró algo único en relación a la autonomía energética que es superior a la de un vehículo normal; la unidad cuenta con baterías para almacenaje de energía y el motor eléctrico es el que produce la tracción de las ruedas. Además una de las cosas más importantes es que tiene un catalizador de oxidación y filtro de partículas que reduce el efecto de los gases de escape sobre el ambiente y la salud.

Este colectivo es la respuesta de los profesionales platenses a la necesidad de mejorar la movilidad de las personas teniendo en cuenta el avance de la contaminación ambiental y el crecimiento del parque automotor en las grandes ciudades. Es que según diferentes estudios a los que accedieron los profesionales del GETVA, para el año 2030 el parque vehicular duplicará al actual. En ese contexto es importante desarrollar tecnologías que reduzcan las emisiones contaminantes y el consumo de petróleo.

La tarea fue ardua y llevó alrededor de cuatro años de trabajo. En ese lapso, se desarrollaron el software y hardware necesario para administrar cientos de componentes que no existen en los colectivos convenciona-

III CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE CAMBIO CLIMATICO Y DESARROLLO SUSTENTABLE

les. Hubo que poner a prueba complejos mecanismos y determinar su nivel de confiabilidad técnica para poder administrar las energías generadas por el sistema híbrido del vehículo.

El nuevo transporte, ECOBUS, que actualmente se encuentra transitando con pasajeros en la Línea 62 de la Ciudad de Buenos Aires, evaluándose su desempeño, se distingue por su mínimo nivel de ruido, andar suave y eficiencia desde el punto de vista energético. Su mecanismo consta de dos motores: uno que trabaja con combustible diésel y acciona un generador y otro con electricidad, que propulsa al vehículo. Lo más significativo del modelo es que tendrá un alto impacto ambiental y revolucionará el transporte público de pasajeros ya que genera un 75% menos de humo de los caños de escape, gasta un 25/30 % menos de combustible, libera un 55% menos de monóxido de carbono y produce un 45% menos de gases invernadero que un transporte convencional, siendo estos valores a verificar en pruebas de tránsito.

La idea es probarlo de manera intensa y bajo distintas circunstancias para comprobar su nivel de prestaciones, integrado a la línea de colectivos 61/62 que completa su recorrido entre Constitución, Retiro y Once. Este ómnibus tendrá un positivo impacto en el medio ambiente y será de manera inmediata ya que podrá recorrer el trayecto del microcentro utilizando sólo baterías, donde la congestión de autos y colectivos es mayor.

Para poder evaluar en todo momento el desempeño de este tipo de vehículos y comprobar fehacientemente la reducción del impacto ambiental, el ómnibus lleva a bordo un moderno sistema de monitoreo de emisiones, consumo y rendimiento de la unidad. Entre las particularidades del prototipo, se destaca el moderno filtro de partículas y catalizador marca Cummings, que es el tercero que se instala en todo el mundo. Este instrumento es el encargado de filtrar las emisiones nocivas

Tecnología ecológica y eficiente

El mecanismo consta de un motor de combustión diésel de alto rendimiento aplicado a un generador que produce energía para alimentar a otro motor, en este caso eléctrico, que es el encargado de impulsar las ruedas del ómnibus. Además, tiene un banco de baterías de reserva que almacena la energía necesaria para las maniobras de arranque y aceleración. Por otra parte, funciona con un sistema de frenado regenerativo que, cada vez que el conductor desacelera el vehículo, produce energía que es almacenada en el banco de acumuladores. "Tanto en las frenadas como en los puntos de ascenso y descenso de pasajeros, el coche recuperará la energía que habitualmente se pierde en los colectivos comunes.

Cuestión de costos

Para el gobierno porteño la necesidad de reducir la emisión de gases y ruidos en la ciudad, es urgente. De acuerdo con un informe reciente del Banco Mundial, en la región metropolitana se debe atender la movilidad de aproximadamente 13 millones de personas que demandan unos 18 millones de viajes diarios, repartidos entre 1,5 millones en ferrocarriles, 1 millón en subterráneos, 7,5 millones en colectivos y otros 2 millones en taxis, además de los 5 millones que usan auto particular.

Hay que tener en cuenta que un bus diesel común tiene un costo aproximado de 130.000 dólares y un híbrido fabricado en el país cuesta aproximadamente 200.000 dólares. Pero los ingenieros estiman que la ventaja en los costos se verifica en el menor gasto de combustible: se puede obtener un 30% de ahorro, pues una unidad común consume unos 20.450 litros de diesel por año, mientras que una híbrida sólo gastaría 16.360 litros. Por eso, la intención es fomentar créditos del Banco Ciudad a una tasa baja para que las empresas que quieran cambiar sus unidades puedan hacerlo por vehículos ecológicos y, de esta manera, que en el 2012 haya 200 buses de estas características por las calles porteñas.

Un bus híbrido puede recorrer el doble de distancia que uno diesel convencional con la misma cantidad de energía, ya que tiene menores pérdidas en la transmisión y recupera energía eléctrica en el frenado.

El motor diesel funciona a revoluciones constantes, disminuye la generación de ruido y la contaminación por la aceleración. En este caso, el ruido no aumenta al arrancar en semáforos o congestionamientos.

Pruebas

Se realizaron distintas pruebas de rodaje en el autódromo de Estancia Chica y tránsito en autopista y rutas. En su fase de prueba y experimentación el rendimiento del bus híbrido fue monitoreado por un programa informático, adquisidor de datos, que permite a los investigadores, contar con información acerca del rendimiento de la unidad. De este modo se pueden evaluar las ventajas que representa la introducción de este tipo de vehículos en reemplazo de los que actualmente son utilizados para el transporte público de pasajeros.

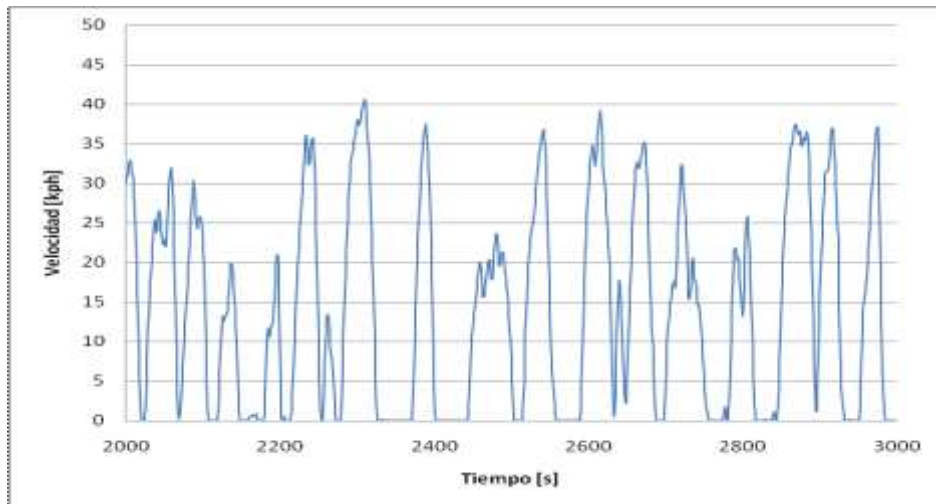


Gráfico N° 1: Ciclo de manejo

Un **ciclo de manejo** es una representación de la velocidad en función del tiempo que tiene un vehículo en un circuito dado.

Vuelta testigo de la Línea N° 62 de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. La vuelta fue elegida por métodos estadísticos del universo de muestras tomadas del recorrido. Este ciclo en particular, presenta los valores medios de los parámetros clave del recorrido que mejor reflejan la media de operación de la línea especificada.

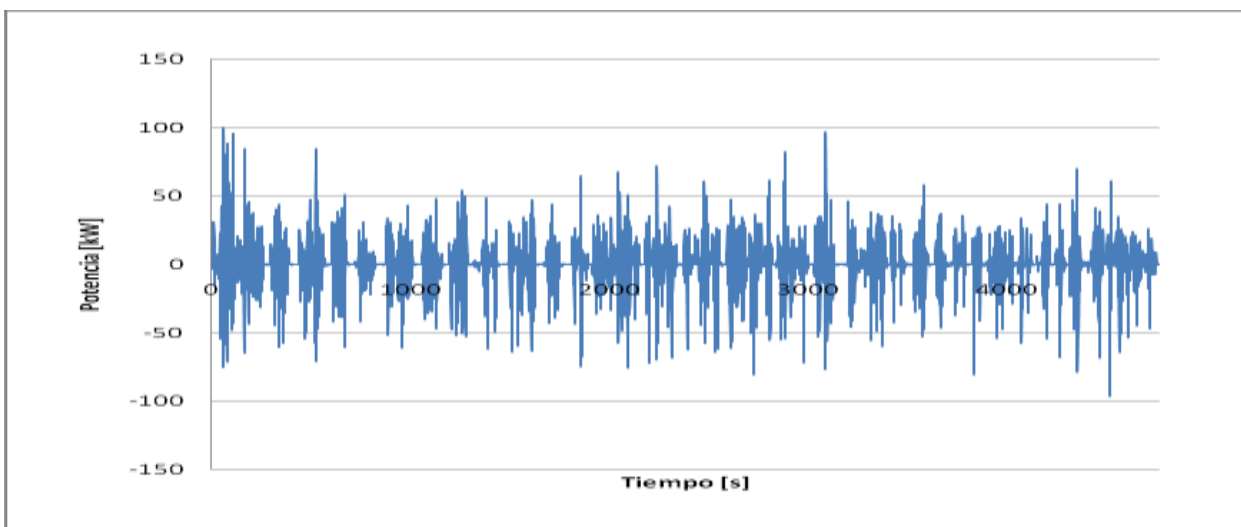


Gráfico N° 2: Balance de potencia en Baterías.

Balance de potencia que sale e ingresa en las baterías (el ingreso de potencia se debe a la carga por el sistema motor-generator y por el frenado eléctrico) en el ciclo de manejo tomado.

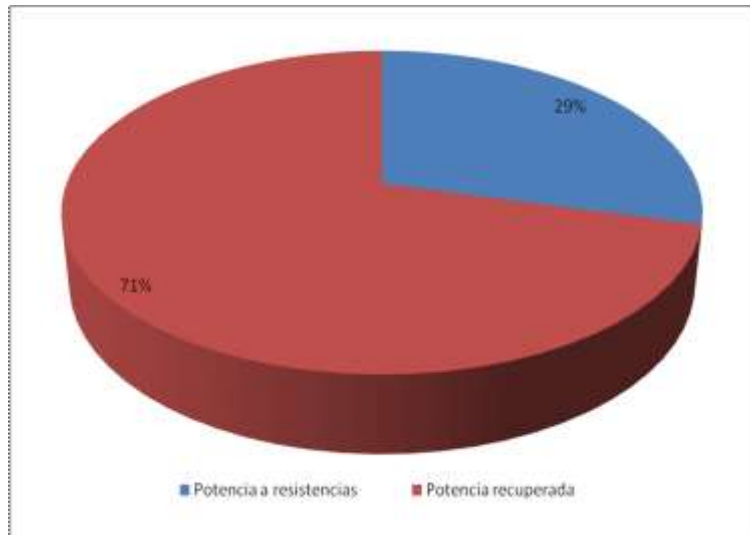


Gráfico N° 3: Recuperación de energía.

Según el estudio realizado a la dinámica longitudinal, y los datos obtenidos durante el recorrido del ciclo de manejo, se pudo determinar que se recuperó el 71 % de la energía que se encuentra disponible para tal fin en el recorrido.

