

Febrero de 2017

PROGRAMA PIREC

Análisis costo-beneficio

1. PROGRAMA INTEGRAL PARA LA REDUCCIÓN DE EMISIONES (PIREC)

El Programa de Sustitución de Convertidores Catalíticos (PIREC), es una de las cinco estrategias incluidas en el Programa para Mejorar la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana del Valle de México 2011-2020 (PROAIRE-ZMVM¹). Está dirigido a aquellos vehículos automotores (particulares y de transporte público) que usan gasolina como combustible, matriculados en la ZMVM y que sobrepasaban los límites máximos permisibles de emisiones contaminantes durante la prueba del Programa de Verificación Vehicular Obligatoria (PVVO) y en consecuencia, generaron una constancia de verificación de "no aprobación" (rechazo), debido a que el convertidor catalítico había perdido eficiencia en la conversión o bien, que había terminado su vida útil. En estos casos la constancia de verificación de no aprobación contenía la leyenda "Falla en la eficiencia del convertidor catalítico²". Cabe señalar, que el programa ha estado funcionando en diferentes etapas desde el año 1999 (actualmente lo operan las Secretarías del Medio Ambiente de la Ciudad de México y el Estado de México) y después de 15 años se actualizó la normatividad del programa.

Para el análisis del presente estudio se tomó como referencia la información del programa PIREC que comprende el periodo del año 2014 al 2016.

PIREC-2014

El PIREC durante el año 2014, tuvo una vigencia del 21 de julio al 31 de diciembre de 2014 y fue aplicado por el Gobierno de la Ciudad de México con apoyo del Gobierno Federal a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), mediante un Convenio Específico de Colaboración. El objetivo era la instalación de 103,491 convertidores catalíticos sin costo alguno a los vehículos particulares de 4, 6 y 8 cilindros, modelo 1999 y anteriores, lo que permitiría a sus dueños la posibilidad de pasar del holograma "2³" al holograma "1⁴". El propósito principal fue el de apoyar a los propietarios de vehículos con más de 15 años de antigüedad para que pudieran circular un mayor número de días, mejorar la calidad del aire y contribuir a la protección de la salud de los habitantes de la CDMX.

Con la finalidad de supervisar y dar seguimiento al programa de sustitución de convertidores catalíticos 2014, se contrató al Instituto Mexicano del Petróleo (IMP)

¹ El PROAIRE-ZMVM, es el principal instrumento de gestión de la calidad del aire en la Zona Metropolitana del Valle de México. <http://www.aire.cdmx.gob.mx/descargas/publicaciones/flippingbook/proaire-2011-2020-anexos/>

² Un convertidor catalítico normalmente falla por: a) Motivos externos que hacen que la superficie del sustrato cerámico se "contamine" por una combustión demasiado rica (exceso de gasolina), b) por el paso de refrigerante al sistema de escape, c) por algún golpe, d) por alguna fuga en el sistema de escape, silenciador o tubería con perforaciones, o e) por un empaque que no sella bien, cualquier fuga antes de la salida de los gases provocará alteraciones en la medición.

³ En el Programa "Hoy no circula" establecía que el holograma 2, aplicaba para los vehículos con más de 15 años de antigüedad, los cuales además de no circular un día entre semana no podían circular todos los días sábados del mes.

⁴ En el Programa "Hoy no circula" establecía que el holograma 1, aplicaba para los vehículos de 9 a 15 años de antigüedad, los cuales no podían circular un día entre y dos sábados de cada mes en un horario de 5 a las 22 horas.

quien realizó el proyecto F613535, en julio de 2015. Este proyecto se tomó como referencia para realizar algunos cálculos del estudio de costo beneficio para evaluar el impacto del programa PIREC.

RESULTADOS

- **Convertidores Catalíticos Sustituídos**

De acuerdo con la información obtenida por el IMP, el PIREC 2014 sustituyó un total de 30,222 convertidores catalíticos, de los cuales 19,461 (64%) fueron sustituidos en vehículos de 4 cilindros, 8,327 (28%) en vehículos de 6 cilindros y 2,434 (8%) en vehículos de 8 cilindros, todos ellos reemplazados en talleres PIREC autorizados por las Secretarías de Medio Ambiente de la Ciudad de México y el Estado de México. Sin embargo, la meta era instalar 103,491 convertidores catalíticos de tres vías, lo cual no se logró porque muchos de los vehículos automotores que necesitaban ser beneficiados por el programa no cumplían con el requisito de tener su vehículo afinado, sin fallas mecánicas y con un buen funcionamiento del sensor de oxígeno para poder ser elegidos.

- **Costo**

Respecto al costo que representó la sustitución de los convertidores catalíticos, se tiene que para efectuar la sustitución en un vehículo de 4 cilindros era del orden de los \$870.00, para un vehículo de 6 cilindros de \$1,090.40, mientras que para uno de 8 cilindros era de \$1,171.60. Estos precios incluían I.V.A. y la mano de obra calificada en los Talleres PIREC autorizados, lo cual nos da un costo total de \$28,862,505.20, como se observa en la Tabla 1.

Tabla 1. Costo total asociado a la sustitución de convertidores catalíticos para el PIREC-2014.

Año	Tipo de Vehículo	Número de Convertidores	Porcentaje	Costo Unitario	Total
2014	4	19461	64	\$870.00	\$16,931,070.00
	6	8327	28	\$1,090.40	\$9,079,760.80
	8	2434	8	\$1,171.60	\$2,851,674.40
	Total	30222	100		\$28,862,505.20

Fuente: Tabla elaborada con la información obtenida del proyecto Supervisión y seguimiento del programa de sustitución de convertidores catalíticos 2014, IMP, Julio de 2015.

- **Beneficio Ambiental**

En lo que concierne al beneficio ambiental, el IMP consideró que un vehículo realiza un recorrido promedio de 25 km/día, durante 310 días al año, y con los factores de emisiones promedio expresados en gramo por kilómetro (gr/Km) para

⁵ Supervisión y Seguimiento del Programa de Sustitución de Convertidores Catalíticos 2014. Vehículos de más de 15 años de antigüedad. Dirección de Servicios de Ingeniería Región Centro-Norte, Instituto Mexicano del Petróleo. Julio de 2015.

Hidrocarburos (HC), Monóxido de Carbono (CO) y Óxidos de Nitrógeno (NO_x) de efecto inmediato (con convertidor catalítico y sin convertidor catalítico) presentados en la Tabla 2. Estos valores se utilizaron para ser aplicados a la flota vehicular que le fue sustituido el convertidor catalítico (30,222) de acuerdo al número de cilindros a fin de estimar las emisiones totales.

Derivado de lo anterior, se tiene que esa flota vehicular emitía un total de 4,956.12 Ton/Año de contaminantes a la atmósfera (HC, CO y NO_x), y una vez que les fueron sustituidos sus convertidores catalíticos las emisiones eran de 1,222 Ton/año, en conclusión el beneficio ambiental que se obtiene mediante la aplicación del PIREC 2014 en la ZMVM, fue una reducción de emisiones del orden de 3,733 toneladas por año (75 %), esto, específicamente para contaminantes contemplados en el estudio (Tabla 3. Emisiones totales por contaminante).

Tabla 2. Emisiones promedio por contaminante (gr/Km).

Tipo de vehículo	Condición de Prueba	HC (gr/Km)	CO (gr/km)	NOx (gr/Km)
4 cilindros	Con C.C. ^{a)}	1.4875	14.7248	4.4371
	Sin C.C. ^{b)}	0.3132	4.0824	1.213
6 cilindros	Con C.C.	2.071	14.8027	5.3927
	Sin C.C.	0.2992	3.5925	0.4871
8 cilindros	Con C.C.	1.7793	14.7638	4.9149
	Sin C.C.	0.3062	3.8374	0.85

^{a)} Con convertidor catalítico.

^{b)} Sin convertidor catalítico.

Fuente: Tabla elaborada con la información obtenida del proyecto Supervisión y seguimiento del programa de sustitución de convertidores catalíticos 2014, Pag.138. IMP, Julio de 2015.

Tabla 3. Emisiones totales por contaminante (Ton/año).

Tipo de vehículo	Condición de Prueba	HC (Ton/año)	CO (Ton/año)	NOx (Ton/año)	Total (Ton/año)
4 cilindros	Con C.C.	224.35	2220.83	669.22	3114.40
	Sin C.C.	47.24	615.72	182.95	845.90
6 cilindros	Con C.C.	133.65	955.28	348.01	1436.95
	Sin C.C.	19.31	231.84	31.43	282.58
8 cilindros	Con C.C.	33.56	278.50	92.71	404.77
	Sin C.C.	5.78	72.39	16.03	94.20
Total	Con C.C.	391.56	3454.61	1109.94	4956.12
Total	Sin C.C.	72.32	919.94	230.42	1222.68
Reducción de emisiones		319.24	2534.67	879.53	3733.43
% de reducción de emisiones		81.53	73.37	79.24	75.33

Fuente: Tabla elaborada con la información obtenida del proyecto Supervisión y seguimiento del programa de sustitución de convertidores catalíticos 2014, Pag.138. IMP, Julio de 2015.

PIREC 2015-2016

El 3 de marzo de 2016 se publicó en la Gaceta Oficial de la Ciudad de México, el *Aviso por el que se da a conocer la Convocatoria para Obtener Autorización como Comercializador de Convertidores Catalíticos para Vehículos con Sistemas de Diagnóstico a Bordo de Segunda Generación OBD-II, Matriculados en la Ciudad de México*. En esta nueva etapa del programa se permitirá realizar la sustitución de convertidores catalíticos a vehículos modelos 2006 y posteriores. Los informes señalan que, para el periodo comprendido del mes de octubre de 2015 a agosto de 2016, se llevó a cabo la sustitución de 14,703 Convertidores Catalíticos en los talleres autorizados para tal fin en la CDMX (Quinto Informe de Gobierno, Secretaría de Medio Ambiente de la Ciudad de México).

- **Costo**

A fin de estimar los costos asociados a la sustitución de los convertidores catalíticos para el PIREC 2015-2016, se tomó como referencia la metodología, los supuestos, así como los valores obtenidos por el IMP para la evaluación del PIREC 2014. En este sentido, se supuso que los convertidores instalados tuvieron la misma distribución que se obtuvo para el año 2014. De ahí que para un total de 14,703 convertidores se consideró que el 64% habían sido instalados en vehículos de 4 cilindros, 28% en vehículos de 6 cilindros y el restante 8% para vehículos de 8 cilindros, tal como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Costo total de la sustitución de convertidores catalíticos para el PIREC 2015-2016.

Año	Tipo de Vehículo	Número de Convertidores	Porcentaje	Costo Unitario	Total
2015-2016 ⁽²⁾	4 Cil	9468	64	\$2,923.60	\$27,679,996.25
	6 Cil	4051	28	\$4,031.75	\$16,332,947.13
	8 Cil	1184	8	\$3,931.42	\$4,655,348.74
	Total	14703	100		\$48,668,292.12

Posteriormente, se solicitaron cotizaciones de convertidores catalíticos de tres vías para vehículos de 4, 6 y 8 cilindros (Anexo XX), se calculó el costo promedio para tomarlo como costo unitario a fin de determinar el costo total. De la información obtenida se obtuvieron los siguientes costos: \$2,923.60 para un vehículo de 4 cilindros, para uno de 6 cilindros es del orden de \$4,031.75 y en el caso de un vehículo de 8 cilindros el costo asciende a \$3,931.42. El monto total por la sustitución de los 14,703 catalizadores es de \$48,668,292.12 (Tabla 4).

- **Beneficio Ambiental**

Para el programa PIREC 2015-2016, de igual manera se consideró que un vehículo realiza un recorrido promedio de 25 km/día, durante 310 días al año, y con los factores de emisiones promedio expresados en gramo por kilómetro (gr/Km) para Hidrocarburos (HC), Monóxido de Carbono (CO) y Óxidos de Nitrógeno (NO_x) de efecto inmediato (con convertidor catalítico y sin convertidor catalítico)

presentados en la Tabla 2. Con los datos anteriores, se determinó que al llevar a cabo la sustitución de 14,703 convertidores catalíticos (en vehículos de 4, 6 y 8 cilindros), emite un total de 2,411 Ton/año de HC, CO, NO_x, las cuales disminuyen en un 75%, por lo que el beneficio ambiental directo es que se dejan de emitir un total de 1,816 Ton/año de las emisiones anteriormente señaladas.

Tabla 5. Emisiones totales por contaminante por año (Ton/año)

Tipo de vehículo	Condición de Prueba	HC (Ton/año)	CO (Ton/año)	NO _x (Ton/año)	Total (Ton/año)
4 cilindros	Con C.C.	109.15	1080.44	325.57	1515.15
	Sin C.C.	22.98	299.55	89.00	411.53
6 cilindros	Con C.C.	65.02	464.74	169.31	699.07
	Sin C.C.	9.39	112.79	15.29	137.48
8 cilindros	Con C.C.	16.33	135.49	45.10	196.92
	Sin C.C.	2.81	35.22	7.80	45.83
Total	Con C.C.	190.50	1680.67	539.99	2411.15
Total	Sin C.C.	35.18	447.55	112.10	594.84
Reducción de emisiones		155.31	1233.12	427.89	1816.32
% de reducción de emisiones		81.53	73.37	79.24	75.33

CONCLUSIONES

De acuerdo al inventario de emisiones 2014, la flota vehicular que se tiene registrada en la ZMVM era de 5.3 millones de vehículos, predominando los de uso particular⁶ (Autos particulares/SUV/Motos) 80 %, en contraste, los vehículos destinados al transporte de pasajeros⁷ es del 6.35% (334,133 unidades). En lo que a emisiones se refiere, el inventario señala que se emitieron a la atmósfera más de 138,000 Ton/año de NO_x, siendo el transporte o fuentes móviles el mayor emisor (78%) y por lo tanto, es el sector que tiene mayor potencial de reducción para ese contaminante.

Es por ello, que una de las estrategias encaminadas a reducir directamente las emisiones en el PROAIRE 2015⁸, sea el fortalecimiento del programa de sustitución de convertidores catalíticos.

⁶ La flota compuesta por los autos de uso particular, SUV y Motos dan un total de 4,225,115 unidades (80%). Inventario de Emisiones de la CDMX 2014, Contaminantes criterio, tóxicos y de efecto invernadero. Pag.22, SEDEMA, 2014.

⁷ La flota vehicular de transporte de pasajeros está compuesta por: Taxis, Combis, Microbuses, Autobuses, Metrobus y Mexibus. Inventario de Emisiones de la CDMX 2014, Contaminantes criterio, tóxicos y de efecto invernadero. Pag.22, SEDEMA, 2014.

⁸ El PROAIRE 2015, establece 5 acciones para la reducción de emisiones contaminantes: a) Fortalecimiento del programa de sustitución de convertidores catalíticos, 2) Renovación de flotas vehiculares de transporte de pasajeros (taxis, microbuses y autobuses), 3) Promover el uso de combustibles menos contaminantes en vehículos de transporte público de pasajeros y de carga, 4) Fomentar la utilización del transporte escolar, y 5) Impulso de los programas de autorregulación para las empresas de transporte con flotas de vehículos a diesel.

En este contexto, se encontró que para el periodo comprendido de julio de 2014 a agosto del 2016, el PIREC logró la sustitución de 44,925 convertidores catalíticos, lo cual implicó una inversión de \$77,530,797.32 y representó un beneficio ambiental que se tradujo en la reducción de 5,549 Ton/año de Hidrocarburos, Monóxido de Carbono y Óxidos de Nitrógeno. Es importante resaltar que dado que este programa está dirigido únicamente a los vehículos destinados al uso particular y transporte de pasajeros su beneficio es sumamente bajo, ya que las unidades favorecidas representan tan solo el 0.85% del total del parque vehicular ⁹que circula en la ZMVM.

⁹ El Inventario de Emisiones de la CDMX 2014, señala que el parque vehicular es de 5,259,553 unidades.