

Reducción catalítica de óxidos de nitrógeno mediante la implementación de un filtro

Diego Calvache Escobar
Freyder Mueses Cuarán
Nicolás Obando Rodríguez
Sebastián Ortiz Lasso
Luisa Paz Bravo
Erik Pepinosa Ramírez
Mateo Portillo Díaz
Oscar Silva Moreno

Estudiantes del Programa de Ingeniería Ambiental
Universidad Mariana

Resumen

El objetivo del estudio fue evaluar la eficiencia del filtro, basado en la técnica de reducción catalítica selectiva, mediante la aplicación de distintos elementos (carbón activado, cal, urea, óxido de titanio), los cuales implementados en condiciones adecuadas permiten la retención y transformación de los óxidos de nitrógeno a sustancias más simples. El filtro fue adaptado a un motor diésel presente en las instalaciones de laboratorio de la Universidad Mariana sede Alvernia; se seleccionaron dos escenarios posibles, el primero, donde la llave de paso del flujo se encuentra completamente abierta, con el fin de que las concentraciones mostradas en el bacharach sean estabilizadas y se registre los datos obtenidos; el segundo, donde la llave de paso del filtro para la medición se encuentra totalmente cerrada, permitiendo que el flujo se dirija hacia el filtro donde se encuentran todos los materiales filtrantes. Por último, se introduce el instrumento bacharach ya calibrado y se procede a realizar la medición, de la misma forma que en la primera medición; se realizaron las respectivas pruebas y se obtuvo una disminución de NOx en los impactos ambientales a la atmósfera que pueden generarse por la combustión interna de fuentes móviles y fijas.

Introducción

El mundo se enfrenta a un constante aumento de gases contaminantes, producto de la contaminación por fuentes móviles, y mayormente ocasionado por el aumento acelerado del parque automotor, así como también, por la contaminación de fuentes fijas, como las industrias, restaurantes, etc., afectando de manera directa las ciudades y países más desarrollados del mundo, y con ello, generando impactos ambientales negativos reflejados en un creciente deterioro del medio ambiente, lo cual repercute sobre la salud y bienestar de los seres vivos.

Los óxidos de nitrógeno NOx representan uno de los principales contaminantes emitidos a la atmósfera durante el proceso de combustión, contribuyendo seriamente a la contaminación ambiental.

Los NOx se refieren a un conjunto de emisiones de óxido nítrico NO, de dióxido nítrico NO2 y trazas de otros, generados en la combus-

ión de cualquier combustible, debido a las altas temperaturas y a la disponibilidad de oxígeno y nitrógeno, tanto en el aire comburente, como en el combustible. Las emisiones de NOx generadas en los procesos de combustión están constituidas por un 90 - 95% de NO, y el resto por NO2. Cuando los humos abandonan la chimenea, una gran parte del NO se oxida en la atmósfera, pasando a NO2. (Fernández y Araya, 2012, p. 2).

Como respuesta a esta grave problemática se han desarrollado medidas de control y tratamiento, enfocadas a la disminución de emisiones contaminantes a la atmósfera; una de ellas, es una amplia gama de aplicaciones que se encuentra en el dióxido de titanio, la cual, a través de la fotocatalisis permite actuar como un agente reductor, que en compañía de un agente catalizador (Urea) brindan buenos resultados en la disminución de gases contaminantes.

Este estudio se ha concentrado en realizar un análisis de eficiencia que, al implementar un filtro basado en un sistema de reducción catalítica, permite facilitar una reacción química y convertir el NOx producido durante la combustión de un motor diésel en N2 y agua.

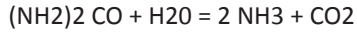
Metodología

El presente estudio se realizó en los laboratorios de la Universidad Mariana sede Alvernia, con la finalidad de evaluar la eficiencia de un filtro basado en la reducción catalítica selectiva, al ser aplicado al escape de un motor diésel. Para esto se diseñó un dispositivo escala laboratorio para ejecutar un análisis de la eficiencia.

Las técnicas de fotocatalisis mediante el uso de energía uv, son consistentes en utilizar la energía para la degradación de los contaminantes, por su economía en recursos energéticos provocando la aceleración de una reacción fotoquímica, mediante la presencia de un catalizador (urea).

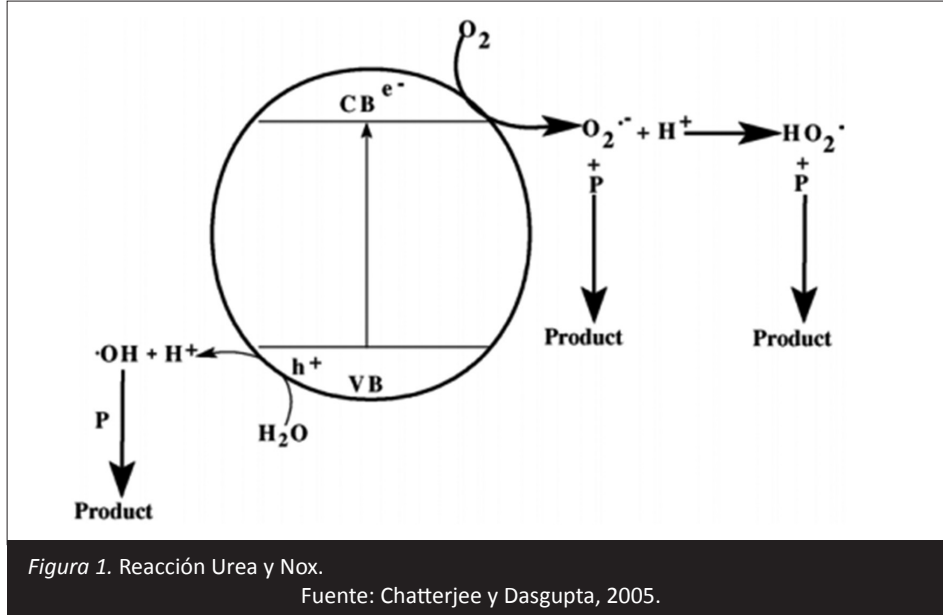
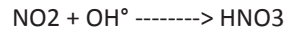
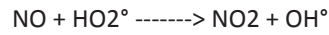
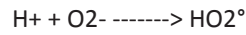
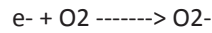
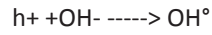
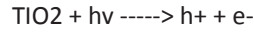
Reacción Urea y Nox

La UREA se inyecta en el flujo de gases de escape calientes y se produce una hidrólisis por encima de los 180°C, aproximadamente. En esta reacción se forma amoníaco (NH3).



Se da la reacción que convierte los NOx con NH3 que procede de la reacción anterior, de hidrólisis en nitrógeno y agua. Para que el proceso se dé la UREA no debe presentar ningún tipo de contaminación

Reacción Dióxido de Titanio y NOx:



Carbón Activado

El filtro de carbón activado es empleado debido a que posee unas características definidas, las cuales no permiten que diferentes partículas u olores nocivos salgan y afecten la salud, tanto de la humanidad, como también de las demás especies que habitan en determinado sector; algunos compuestos químicos pueden traer efectos corrosivos, los cuales también se ven corregidos mediante este material.

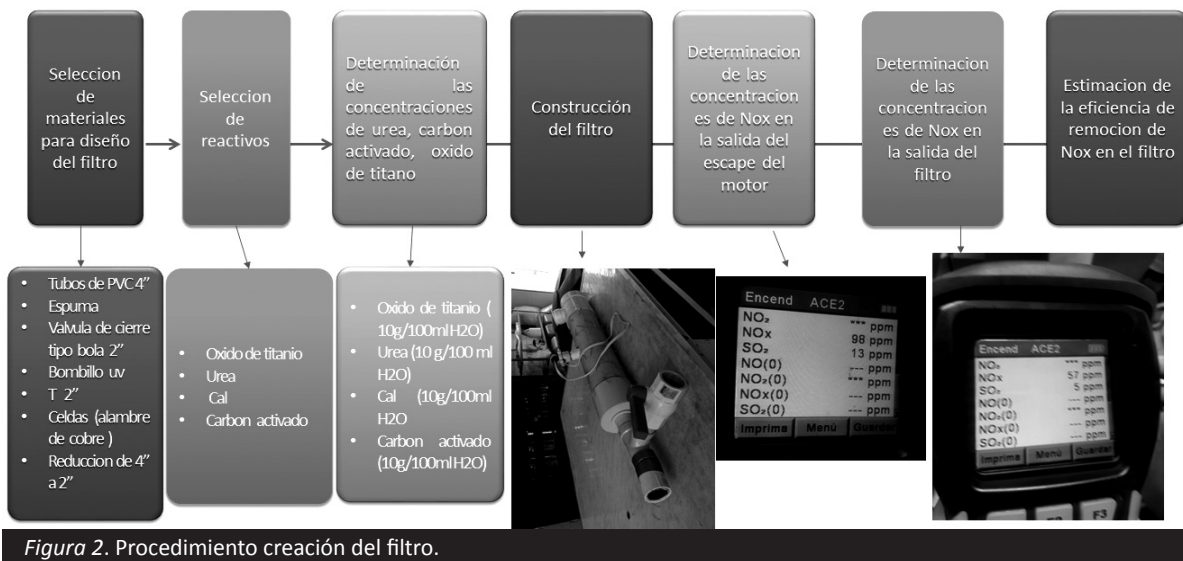
Diseño del filtro

Para el esquema del filtro se realizó el diseño experimental, pre-

sente en la Figura 2, el cual muestra las cantidades y concentraciones aplicadas en el filtro.

Procedimiento medición de gases contaminantes

Como paso inicial, se implementa el filtro en el escape del motor diésel, posteriormente se enciende el motor diésel y se procede a realizar la medición de los parámetros mediante el bacharach, para lo cual, es necesario realizar una purga del instrumento en un lugar donde no haya contaminación, esta medición se realizó solo con el flujo que emita el motor, después se introdujo el bacharach en la T de 1-1/2 pulgadas donde la llave del flujo se encuentra abierta.



Análisis de Resultados

Se registra los datos obtenidos, luego de realizar la primera medición se repite el procedimiento y se procede con la segunda medición, para la cual la llave de paso del filtro se encuentra cerrada, permitiendo que el flujo se dirija hacia el acople de 4 pulgadas y pase por la tubería donde se encuentran todos los materiales filtrantes. Por último, llega a la T de 4 pulgadas donde se introduce el bacharach ya calibrado y se procede a realizar la medición de igual forma que en la primera.

Resultados

Tabla 1. Datos obtenidos de los procedimientos

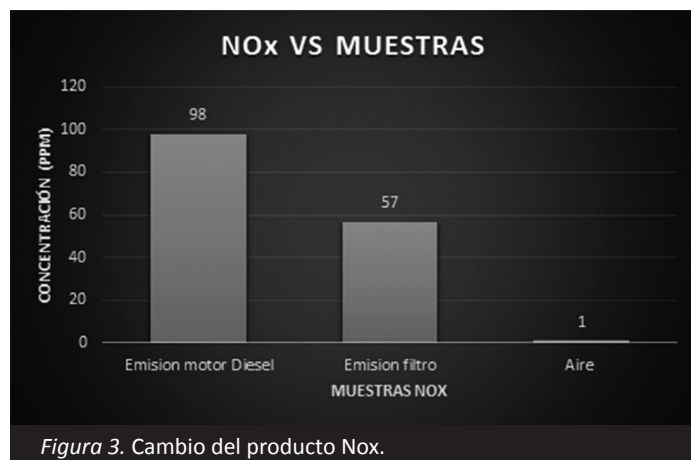
Parámetro Medido.	Flujo Libre Del Escape.	Filtro Catalizador Implementado
O2	16.8%	18.5%
CO	2562 ppm	1390 ppm
T-Stk	100°C	44°C
T-Aire	26.9°C	29.5°C
NOx	98 ppm	57 ppm
SO2	13 ppm	5 ppm

Se registraron las diferentes concentraciones arrojadas por el equipo Bacharach en la medición antes de la implementación del filtro y después de implementado el filtro con el fin de comprobar su funcionamiento.

Tabla 2. Resultados de las concentraciones antes y después del filtro

Filtro	Peso inicial (g) (antes del funcionamiento)	Peso final (g) (después el funcionamiento)	% de retención
Cal	6,8935	12,6705	45,5941
Carbón Activado	10,5676	13,9485	24,2384
Óxido de titanio	8,9846	13,9352	35,5259
Óxido de titanio	8,5108	12,6693	32,8234
Urea	8,4992	11,8621	28,3499

De la misma manera, se realizó una medición de la retención que poseía cada uno de los filtros implementados, con el fin de comprobar su funcionamiento y eficiencia dentro del filtro.



La eficiencia del filtro fue de un 58,16 % esto quiere decir que el filtro cumple con las expectativas esperadas hipotéticamente, debido a que la emisión de NOx se redujo de un 98 PPM a un 57 PPM quedando retenido en el filtro 41 PPM que corresponde a la remoción que este realiza.

La aplicación de la técnica de reducción catalítica selectiva, permitió reducir los niveles de NOx utilizando la urea como agente reductor, transformándose a sustancias inocuas como agua y N2. Así mismo, se evidencia una disminución en el contenido de azufre, producto de la oxidación catalítica de SO2 a SO3.

El uso de un agente catalizador como el óxido de titanio permite la neutralización de los NOx, gracias a la reacción química generada al estar en contacto con oxígeno y rayos uv, el fotocatalizador activa un fuerte proceso de oxidación permitiendo reducir la energía de activación química, para mejorar o acelerar la velocidad de reacción.

Cuando el óxido de titanio absorbe la radiación de la luz, producirá pares de electrones y huecos, que son portadores de carga móviles que transportan carga negativa y positiva respectivamente. El agujero tiene un fuerte poder oxidante y el electrón tiene una fuerte reducción de la potencia. Cuando estos pares electrón-hueco reaccionan con la humedad en la superficie de la (TiO2), se producirán poderosos radicales hidroxilo oxidantes como O-, O2, OH etc.

La eficiencia de la reacción catalítica depende de la temperatura a la que se lleve, la temperatura de operación necesaria debe estar en el rango de 250-450°C. En el proceso de combustión y medición que se realizó la temperatura de emisión tomada por el bacharach fue de 26.9°C en flujo libre, y de 29,5°C después del filtro, esta temperatura baja en comparación con la necesaria para que se dé el proceso de catálisis.

Conclusiones

La construcción del filtro con materiales y reactivos, fue eficiente al instante de medir la reducción del contaminante, sin presentar dificultades al momento de implementar el filtro al escape del motor diésel acoplándose a su funcionamiento.

Al evaluar las condiciones iniciales del contaminante producido por el diésel y la muestra final implementando el filtro, se determinó que el filtro por sus componentes químicos permite retener contaminantes emitidos por la quema del combustible, en este caso la concentración se redujo en un 41.8% utilizando el filtro, pasando de 98 ppm iniciales a 57 ppm finales, afirmando que el filtro presenta un proceso eficiente en la reducción de óxidos de nitrógeno.

Referencias

- Chatterjee, D. y Dasgupta, S. (2005). Visible light induced photocatalytic degradation of organic pollutants. [Figura]. *Photochemistry Reviews*, 6, 186-205.
- Fernández, P. y Araya, J. (2012). Tecnologías de reducción de Emisiones de NOx. Caso: Uso sistema de Reducción Catalítica Selectiva (SCR). *New Better*, 32, 1-7.
- Peralta, M. (s.f.). *Eliminación de contaminantes de gases de escape de motores diésel* (tesis doctoral). Universidad Nacional de Litoral, Argentina.