

MÉTODOS ESPECTRALES MODERNOS PARA EL POST PROCESO DE MEDICIONES EXPERIMENTALES DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Peña Pérez Jesica Magali (1), Ramírez Vázquez Juan Antonio (2)

1 [LICENCIATURA EN INGENIERÍA AMBIENTAL, UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO] | Dirección de correo electrónico: [jm.penaperez@ugto.mx]

2 [CIENCIAS AMBIENTALES, DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LAS VIDA, CAMPUS IRAPUATO- SALAMANCA, UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO] | Dirección de correo electrónico: [juan.ramirez@ugto.mx]

RESUMEN

La presente investigación hace referencia a la manipulación y análisis de bases de datos de la calidad del aire, mediante el uso de los métodos espectrales modernos principalmente el uso del algoritmo de la Transformada Rápida de Fourier (FFT). Para así lograr conocer el comportamiento de los contaminantes criterio en la Zona Metropolitana del Valle de México durante los últimos 17 años; entre el año 2000 hasta inicios del año 2016. La concentración y dispersión de los contaminantes en la zona de estudio es de vital importancia para poder lograr un mejoramiento de la calidad del aire para los habitantes.

ABSTRACT

The investigation a reference has been made to the manipulation and data's analysis from environmental air pollution by the use of Modern spectral methods mainly the algorithm of Fast Fourier Transform (FFT). These methods are using to know the behavior of pollutants criteria in La Zona Metropolitana del Valle de México which they have been doing now for over 17 years; which go from 2000 to 2016. The concentration and pollutant dispersion from study area are vitally important to achieve environmental improvement about the air pollution for the people.

Palabras Clave

Contaminación; atmosfera; concentración; dispersión ; calidad

INTRODUCCIÓN

La problemática actual con respecto a la contaminación atmosférica es ocasionada por la creciente actividad antropogénica que ha estado afectado de manera progresiva a la salud de las personas en México y el mundo [1].

Actualmente el monitoreo atmosférico es conocido como uno de los principales indicadores de la calidad del aire y también es considerado una valiosa herramienta para instruir distintas acciones de prevención y control sobre los principales contaminantes criterio que se encuentran presentes en la atmosfera. Tales como: PM₁₀, CO, SO₂, O₃, NO₂ [2].

En México una las principales áreas de estudio en cuestión de la contaminación atmosférica es La Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM); debido a que sus características geográficas y climatológicas favorecen la acumulación o dispersión de los contaminantes atmosféricos de la zona [3].

Para el procesamiento de los datos de monitoreo atmosférico se han comenzado a utilizar recientemente los métodos espectrales modernos. Esto con el fin de usar la información de los contaminantes, proveniente de las bases de datos para así obtener información detallada de las mismas. Existen varios métodos para el proceso de información, tales como: Métodos de Fourier, métodos Auto Regresivos (AR), método de promedio desplazante (MA), promedio desplazante auto regresivo (ARMA), método de prony y la descomposición armónica de Pisarenko. Estos han sido desarrollados para aplicaciones como radares o sonares geofísicos, sin embargo no se olvida su principal función, la cual consiste en obtener información representativa de una base de datos definida [4].

La aplicación de los métodos espectrales modernos a las bases de datos del monitoreo de calidad del aire podrían ser utilizados para la obtención de un pronóstico de contingencia aceptable y así realizar principalmente acciones preventivas y no correctivas para la mejora de la calidad del aire.


MATERIALES Y MÉTODOS

Para el post procesamiento de datos de contaminación atmosférica principalmente en este caso el uso de los métodos espectrales de Fourier sobre todo el algoritmo de la Transformada Rápida de Fourier (FFT), se ha convertido en una poderosa herramienta para la solución de ecuaciones diferenciales, especialmente por la precisión espectral que se obtiene en las soluciones numéricas y por él, relativamente, bajo coste computacional asociado a este [5].

Estaciones de monitoreo atmosférico de la ZMVM.

La Zona Metropolitana del Valle de México cuenta con alrededor de 45 estaciones de monitoreo atmosférico activas. Pero solo se consideraron 4 estaciones de gran relevancia, mejor conocidas como estaciones ICONO, las cuales sus bases de datos fueron utilizadas para la aplicación de la FFT.

Tabla 1: Principales estaciones de monitoreo de la ZMVM (estaciones ICONO)

No.	Estaciones ICONO	Abreviatura y simbología	Coordenadas	
			X	Y
1	Pedregal	 PED	478556	2136817
2	San Agustín	 SAG	496818	2159801
3	Tlalnepantla	 TLA	478535	2159383
4	Xalostoc	 XAL	491355	2159031

A continuación en la imagen se muestran las estaciones actualmente activas, de igual manera se presentan las estaciones de monitoreo ICONO de la ZMVM.

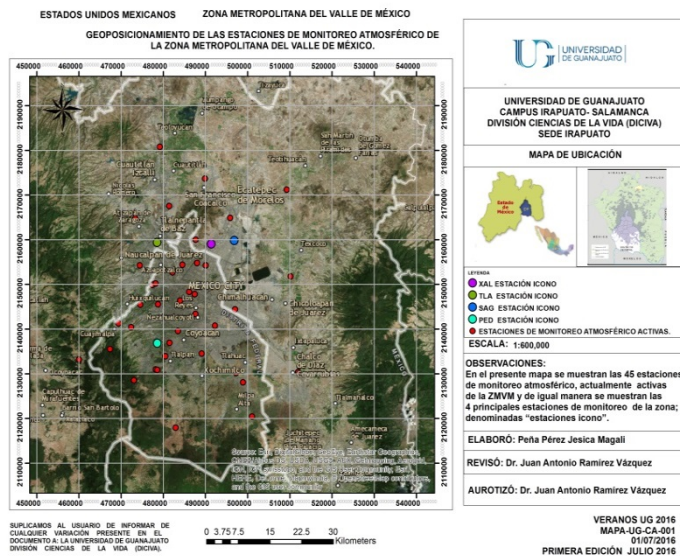


IMAGEN 1: Estaciones de monitoreo atmosférico en la ZMVM.

Contaminantes criterio

Las estaciones de monitoreo atmosférico anteriormente mencionadas han estado recabando información vital sobre los contaminantes criterio presentes en la zona de estudio, desde hace aproximadamente 20 años, todo esto de acuerdo a los datos obtenidos de "La Red Automática de Monitoreo Atmosférico" (RAMA) [6].

Tabla 2: Contaminantes criterio pertenecientes a la ZMVM.

Contaminantes criterio de la ZMVM		
Contaminante	Simbología	Unidades
Dióxido de nitrógeno	NO ₂	ppm
Ozono	O ₃	ppm
Dióxido de azufre	SO ₂	ppm
Monóxido de carbono	CO	ppm
Partículas menores a 10 micrómetros	PM ₁₀	µg/m ³

Transformada Rápida De Fourier (FFT).

Para la obtención de una precisión espectral utilizando la FFT es necesario contar con una base de datos mínima de 10 años o más. En la presente investigación se utilizaron las bases de datos con un contenido histórico de alrededor de 17 años. Analizando la calidad de aire desde el año 2000 hasta inicios del año 2016.

Uno de los principales problemas que se presentan cuando se pretende realizar algún análisis con respecto al comportamiento de los contaminantes atmosféricos o afín a esta índole, en efecto es que la mayoría de las estaciones de monitoreo en México no cuentan con una base de datos amplia para poder obtener resultados confiables y las que cuentan con el contenido mínimo de 10 años, por contaminante, usualmente tienen el código "-99" que significa que no hubo medición o sin acontecimiento; debido a los periodos de mantenimiento a las estaciones.

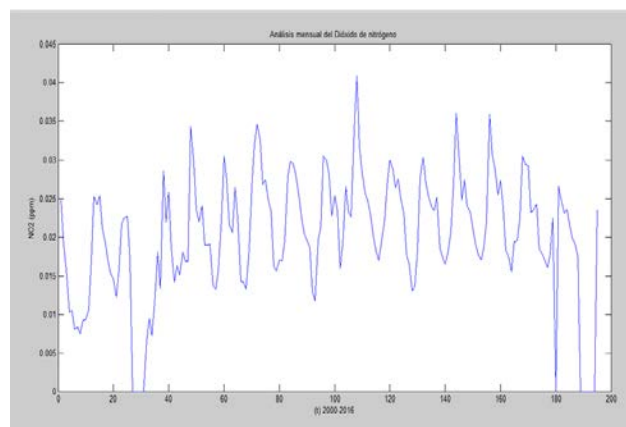


IMAGEN 2: Comportamiento de los datos del NO₂ (ppm) antes de la FFT; Periodo (2000-2016)

Si se elaboran análisis de comportamiento con bases de datos que incluyan el código -99, sin ninguna selección o procesamiento previo de estos, probablemente el análisis induciría casi de manera inmediata al error; debido a que estos datos no serían reales. Por esta razón se aplica la FFT.

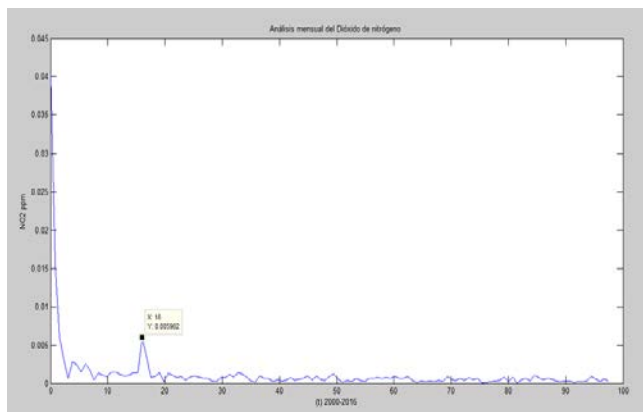


IMAGEN 3: Comportamiento de los datos del NO₂ (ppm) después de la FFT; Periodo (2000-2016) – Frecuencia limpia.

Rosa de los vientos

Los meteorólogos crearon una gráfica llamada Rosa de los vientos, que nos permite representar simultáneamente la relación que existe entre las características que componen el viento.

El viento es un elemento climatológico definido como "el aire en movimiento" y se describe por dos características: 1) magnitud (dada por la velocidad) y 2) la dirección. Debido a esto es considerado un vector [7].

Conocer la concentración de cada contaminante criterio en diferentes partes de la zona de estudio es importante, no solo para localizar las principales fuentes generadoras de los contaminantes sino también para conocer la dispersión que cada uno de ellos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Concentración de los contaminantes criterio de la ZMVM.

Después del procesamiento de datos realizados a las bases de los contaminantes criterio de la ZMVM con la Transformada Rápida de Fourier, se lograron obtener los siguientes resultados:

Tabla 3: Resultados del post procesamiento de datos experimentales de contaminación atmosférica de la ZMVM (2000-2016).

ESTACIÓN	CONTAMINANTE CRITERO	FRECUENCIA DE EVENTO MENSUAL (2000- 2016)	PUNTO MÁXIMO (ppm)
PED	Dióxido de nitrógeno (ppm)	48	0.04549
SAG		48	0.04079
TLA		48	0.05351
XAL		48	0.05036
PED	Ozono (ppm)	161	0.0514
SAG		161	0.04498
TLA		125	0.04336
XAL		137	0.04279
PED	Dióxido de azufre (ppm)	18	0.02152
SAG		13	0.03589
TLA		13	0.08745
XAL		12	0.06189
PED	Monóxido de carbono (ppm)	18	0.00329
SAG		13	0.00248
TLA		14	0.00316
XAL		13	0.00248
PED	Partículas menores a 10 micrómetros (µg/m3)	160	0.06043
SAG		73	0.1182
TLA		108	0.1055
XAL		119	0.1451

A continuación se puede deducir el comportamiento general de cada contaminante de la ZMVM. Tales como:

- NO₂: Se mantiene en una frecuencia normal de exactamente cada 48 meses con una concentración máxima de 0.05351 ppm.
- O₃: el comportamiento de este contaminante tiene una frecuencia normal o armónica aproximadamente cada 65 meses pero en cada una de las zonas de estudio toma su punto crítico fue cada 161 meses 0.0514 ppm.
- SO₂: ha ido disminuyendo en los últimos años en la ZMVM. Pero aun así obtiene una frecuencia de evento alta de 0.08745 ppm.

- CO: Tiene un comportamiento irregular pero de acuerdo a los análisis se da su punto máximo cada 18 meses en concentraciones actualmente muy bajas.
- PM₁₀: Se mantiene en una frecuencia normal cada 10 meses, sin embargo en los últimos años ha empezado a aumentar.

Dispersión de los contaminantes criterio de la ZMVM.

Después de la elaboración de las rosas de vientos en las diferentes secciones "ICONO" del área de estudio, es posible deducir y/o encontrar las diferentes direcciones en las cuales el viento podría lograr desplazar los diferentes contaminantes analizados.

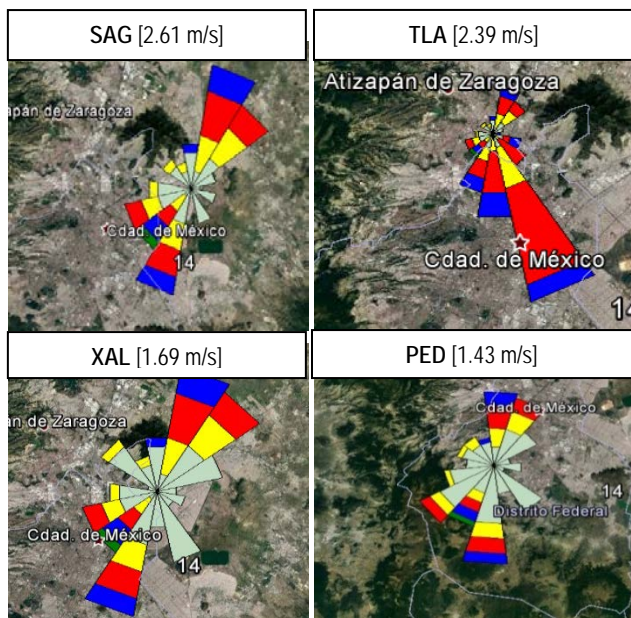


IMAGEN 4. Dispersión de los contaminantes criterio en las estaciones ICONO con la velocidad promedio del viento en cada zona.

CONCLUSIONES

De acuerdo al comportamiento de cada uno de los contaminantes anteriormente analizados, se puede llegar a concluir que de las distintas estaciones de monitoreo que conforman el área de estudio en la ZMVM. Tanto Tlalnepantla como Pedregal son las más importantes en cuestión de las concentraciones de los contaminantes NO₂, O₃,

SO₂ Y CO. Sin dejar de lado el PM₁₀, este ha ido incrementando de manera considerable en los últimos años principalmente en la zona de Xalostoc. A diferencia del área de San Agustín la cual tiene mejor calidad del aire de acuerdo a las pruebas.

En cuestión de la dispersión de los contaminantes logramos encontrar que las principales direcciones a la que se lograrían desplazar son: 1) Suroeste, 2) Noreste, 3) Sureste Y 4) Noroeste

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad de Guanajuato y al área de Ingeniería en energías renovables por el apoyo proporcionado durante la estancia de investigación.

REFERENCIAS

- [1] Semarnat, ¿Y el medio ambiente? Problemas en México y el mundo, Semarnat. México. 2007.
- [2] Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato. Calidad del Aire, (2016). Sistema de Monitoreo de la calidad del Aire del Estado de Guanajuato (SIMEG). Recuperado de [http://ecologia.guanajuato.gob.mx/sitio/calidad-del-aire/1/Sistema-de-Monitoreo-de-la-calidad-del-Aire-del-Estado-de-Guanajuato-\(SIMEG\)](http://ecologia.guanajuato.gob.mx/sitio/calidad-del-aire/1/Sistema-de-Monitoreo-de-la-calidad-del-Aire-del-Estado-de-Guanajuato-(SIMEG))
- [3] Secretaría de Salud. (2008). Capítulo II. Contaminación atmosférica en la ZMVM. Aspectos geográficos y climáticos de la ZMVM.
- [4] Transformada rápida de Fourier. (2016). Energías Renovables ©EUITI de Eibar, MATLAB. Recuperado de http://www.sc.ehu.es/sbweb/energias-renovables/MATLAB/datos/fourier/fourier_1.html
- [5] Arrocha Rodríguez Idulfo. (2013). Métodos espectrales aplicados a problemas de transporte de carga en dispositivos semiconductores. pp 25-27.
- [6] Dirección de monitoreo atmosférico, 2016 Red Automática De Monitoreo Atmosférico (RAMA). Recuperado de <http://www.aire.df.gob.mx/default.php>
- [7] Instituto nacional de ecología y cambio climático. (2016) .Dirección General del Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental. Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire. Definición de Rosa de los vientos. Recuperado de http://sinaica.inecc.gob.mx/rosa_de_viento.html