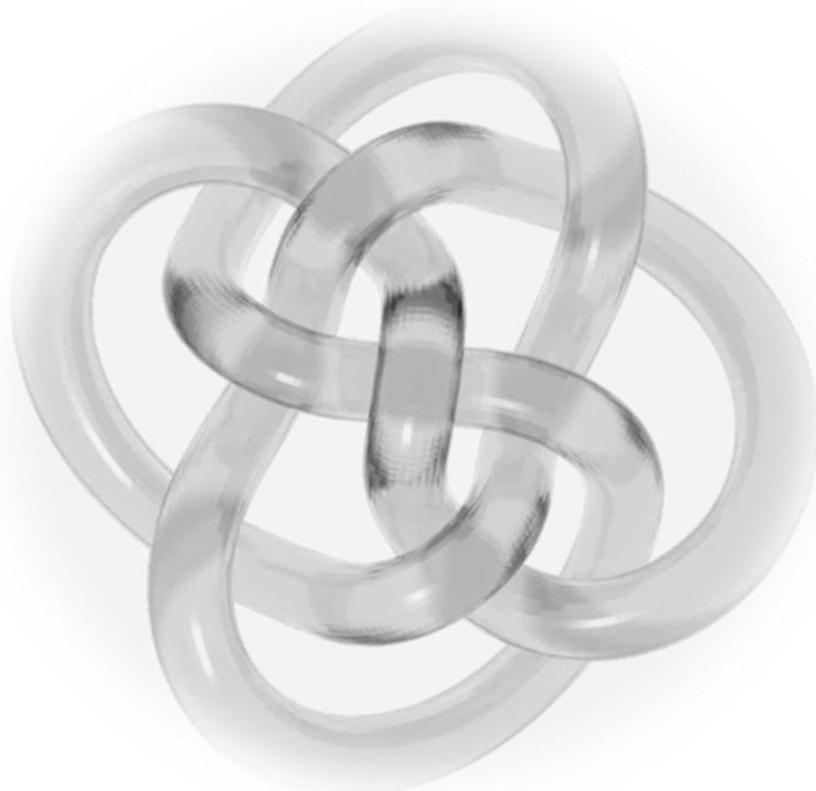


**Unidad Cuernavaca del Instituto
de Matemáticas, UNAM**

**Verano de Investigación
en Matemáticas**



Del 27 de junio al 12 de agosto 2016

EDUARDO HERNÁNDEZ DE LOS SANTOS

INTRODUCCIÓN

Durante el verano se desarrollaron varias actividades como cursos, talleres y pláticas grupales e individuales. Mi interés lo atraparon los cursos *Geometría y Topología de las superficies* e *Introducción a la programación en R* así como el taller *Introducción a la teoría de nudos: invariantes topológicas*. En ellos encontré temas de interés para estudiar a futuro, sin embargo, mi atención total se fue al curso de programación en R, impartido por el Dr. Igor Barahona, ya que es un investigador que se especializa en el campo en que quiero incursionar: el Análisis de Datos.

Al acercarme al Dr. Igor para platicarle mis inquietudes, encontramos intereses en común en lo que respecta al manejo de la información por parte de varias instituciones del Estado. En particular, coincidimos en que un tema de suma importancia en estos meses ha sido la contingencia ambiental experimentada en la zona metropolitana del Valle de México. Esto abrió camino al estudio de las mediciones del IMECA en la Ciudad de México utilizando el enfoque de series de tiempo, algo que ya otras personas han hecho, pero se han limitado a querer modelarlo para hacer pronósticos o evaluaciones sencillas de las políticas públicas aplicadas (e.g. *Hoy no circula*). Fue entonces que el Doctor propuso una metodología recientemente difundida donde se estudian las observaciones (presumiblemente de una serie de tiempo) como vectores pertenecientes a un espacio fase bajo el enfoque de sistemas dinámicos, i.e. estudiar las observaciones (en nuestro caso las mediciones de ozono) en busca de un comportamiento determinista, dando lugar al esclarecimiento de la naturaleza de las emisiones de ozono en la Ciudad de México. Lo anterior con el simple objetivo de proveer nuevas y actualizadas herramientas que sirvan para la correcta toma de decisiones por parte de las autoridades competentes.

A lo largo de estas semanas estuvimos trabajando en la documentación y preparación de los datos obtenidos de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA).

A continuación, presento una parte de lo que será mi estructura de tesis.

TÍTULO

Análisis de las mediciones de Ozono en la Zona Metropolitana del Valle de México de acuerdo a la Red Automática de Monitoreo Atmosférico.

HIPÓTESIS

Los índices de ozono en la región norte de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) [no deben analizarse bajo el paradigma de series de tiempo / tienen comportamiento acorde a un sistema dinámico]

Los niveles de ozono en la ZMVM tienen un comportamiento de baja dimensión y con una dinámica no lineal determinística. Por lo anterior, los métodos tradicionales de análisis de series de tiempo, han fallado en proponer pronósticos precisos y confiables

OBJETIVO DEL TRABAJO

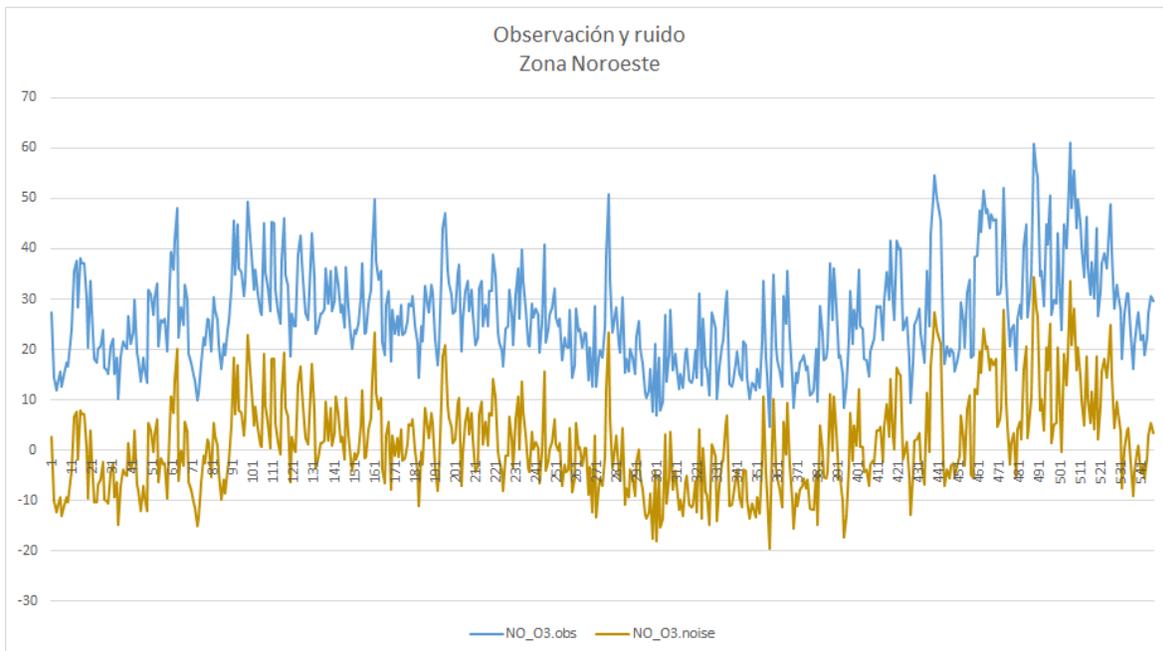
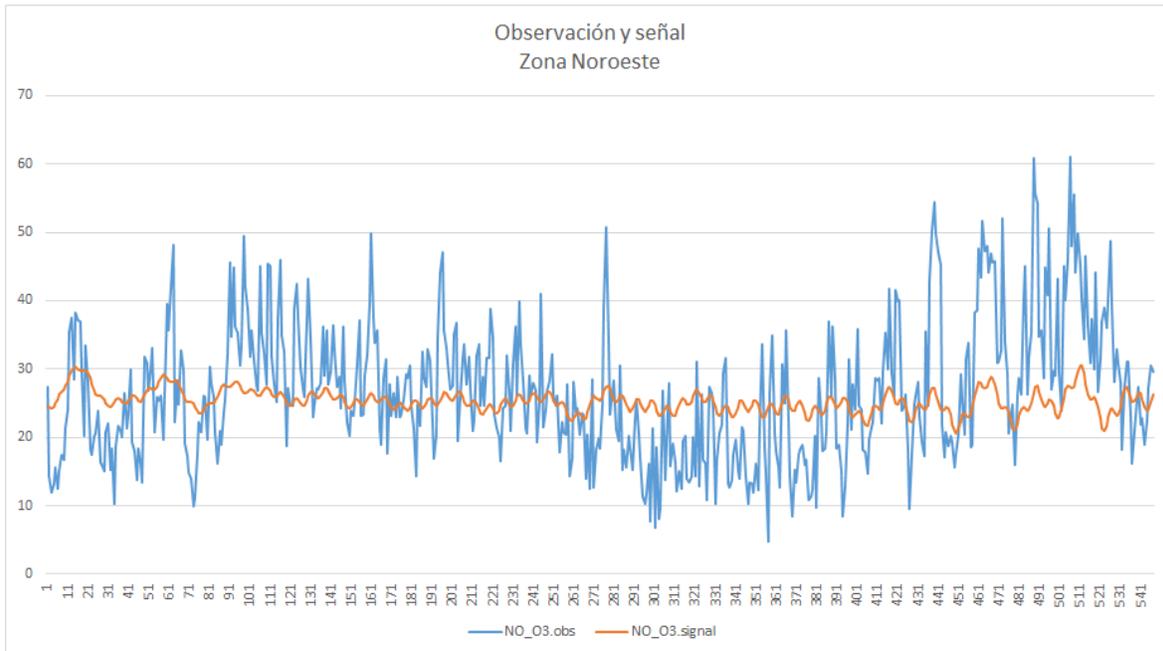
Denotar la naturaleza del comportamiento de las emisiones de Ozono en la ZMVM a fin de ofrecer herramientas confiables para la evaluación de medidas gubernamentales respecto a la contingencia ambiental, así como una metodología funcional para la toma de decisiones.

Proporcionar evidencia cuantitativa para demostrar que los niveles de ozono de la ZMVM tienen una dinámica no lineal determinística, sobre las cual las autoridades pueden generar políticas públicas que mejoren la calidad del aire.

RESULTADOS PRELIMINARES

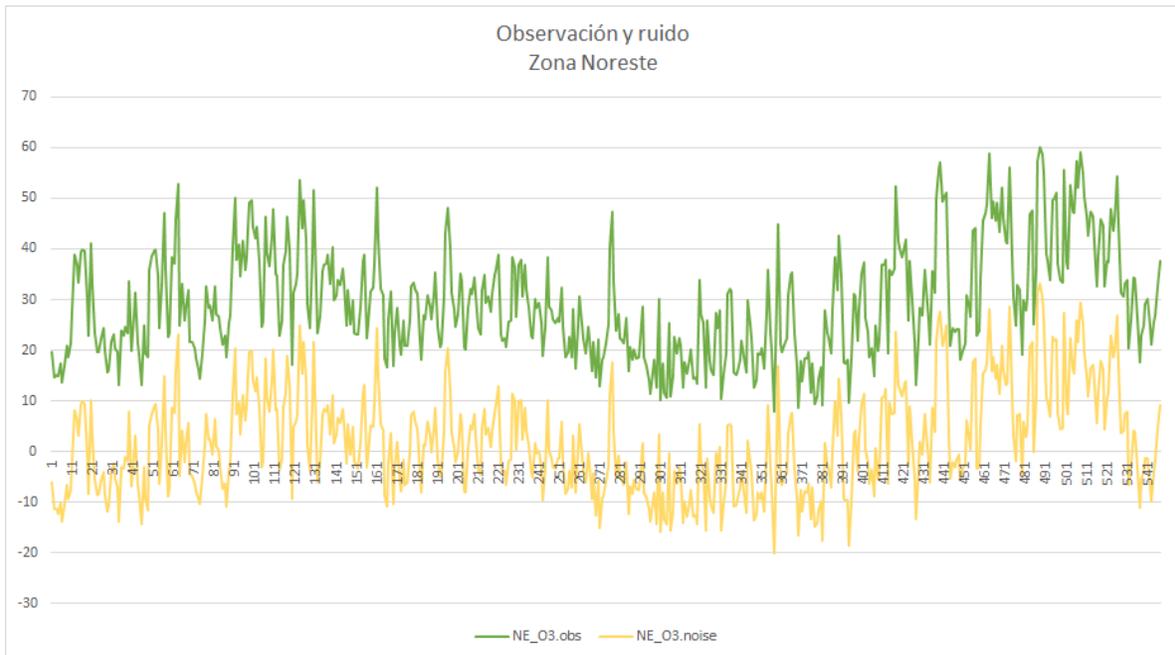
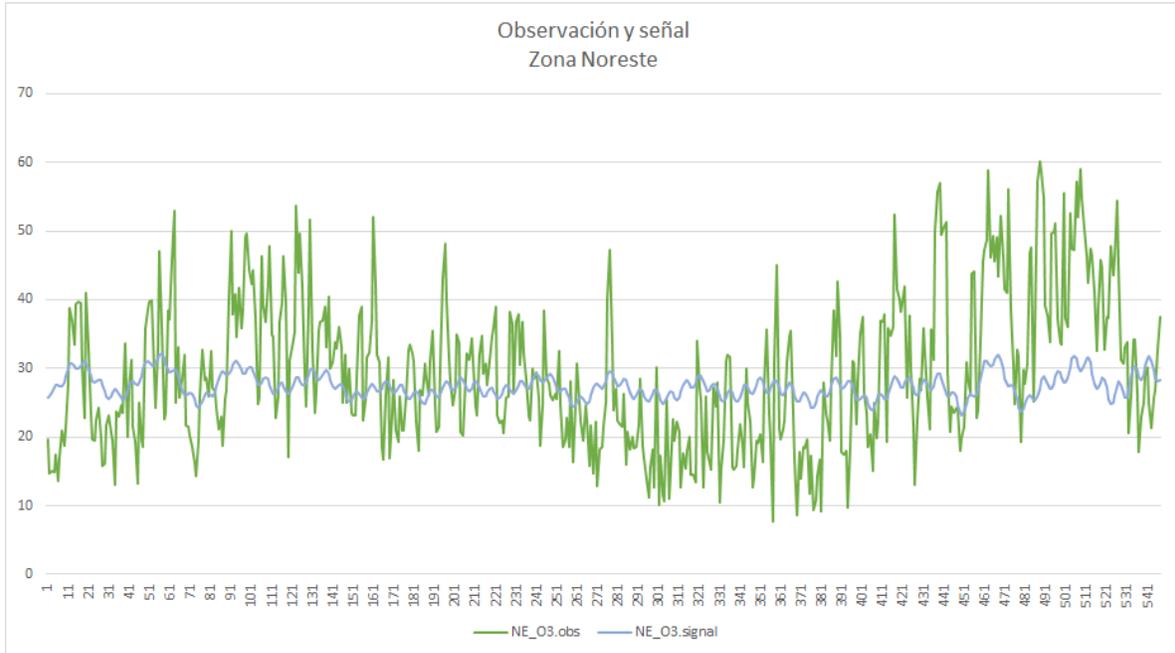
Se ha trabajado con las mediciones de ozono del último año y medio y se ha determinado en un análisis muy superficial que hay diferencias notables entre los comportamientos del nivel de ozono de las distintas zonas de la ZMVM. A continuación, las gráficas iniciales que denotan el comportamiento del ozono (por zonas):

Zona Noroeste



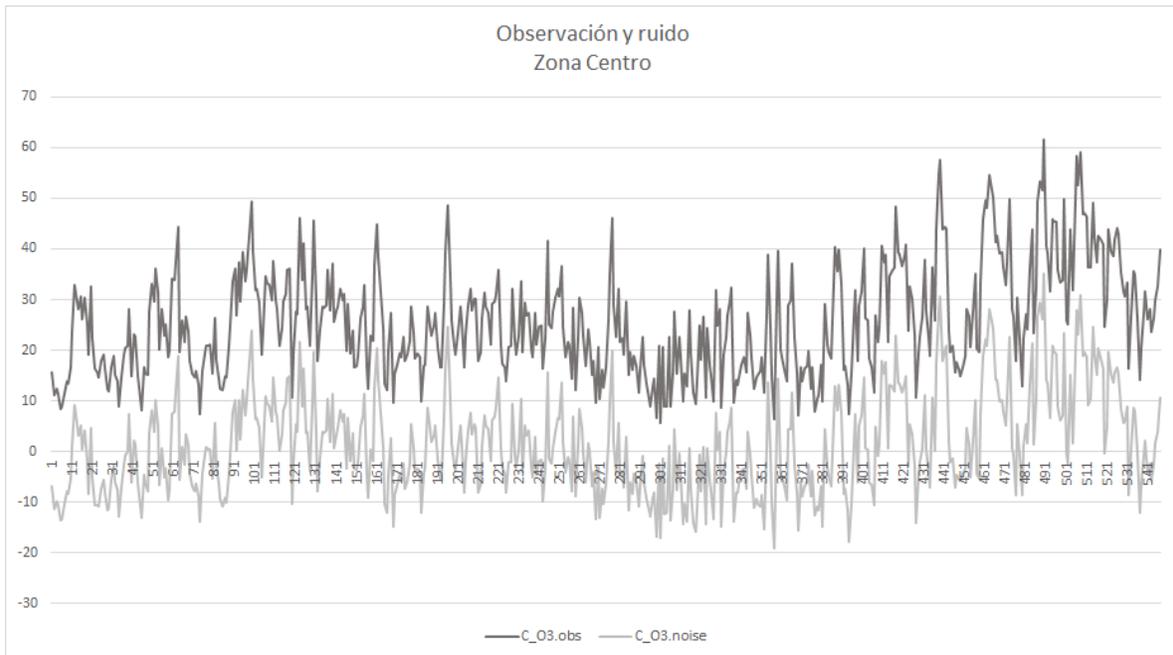
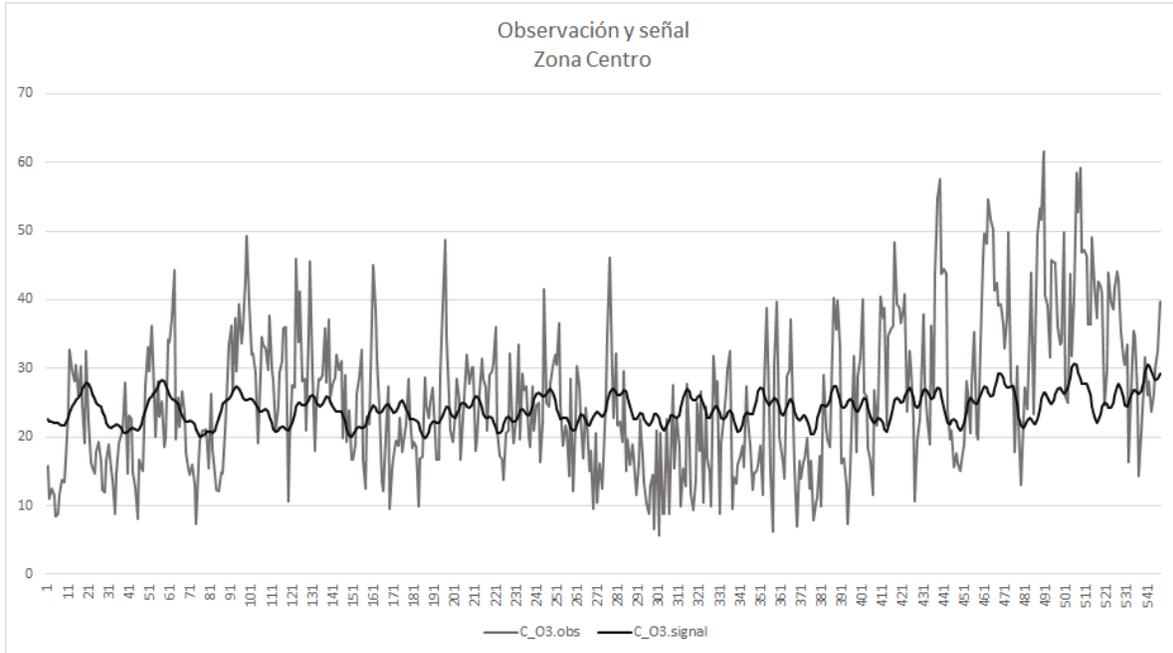
Se puede apreciar cierta ciclicidad en la señal (sin ruido). Mientras la gráfica del ruido muestra que por mucho éste no es ruido blanco.

Zona Noreste



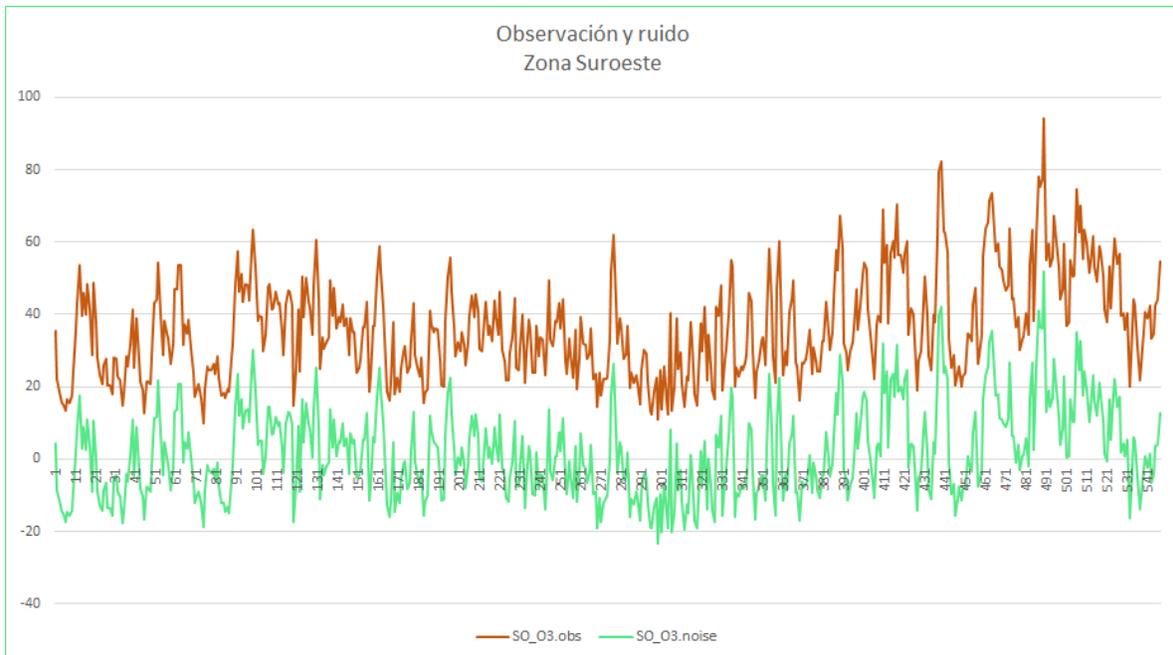
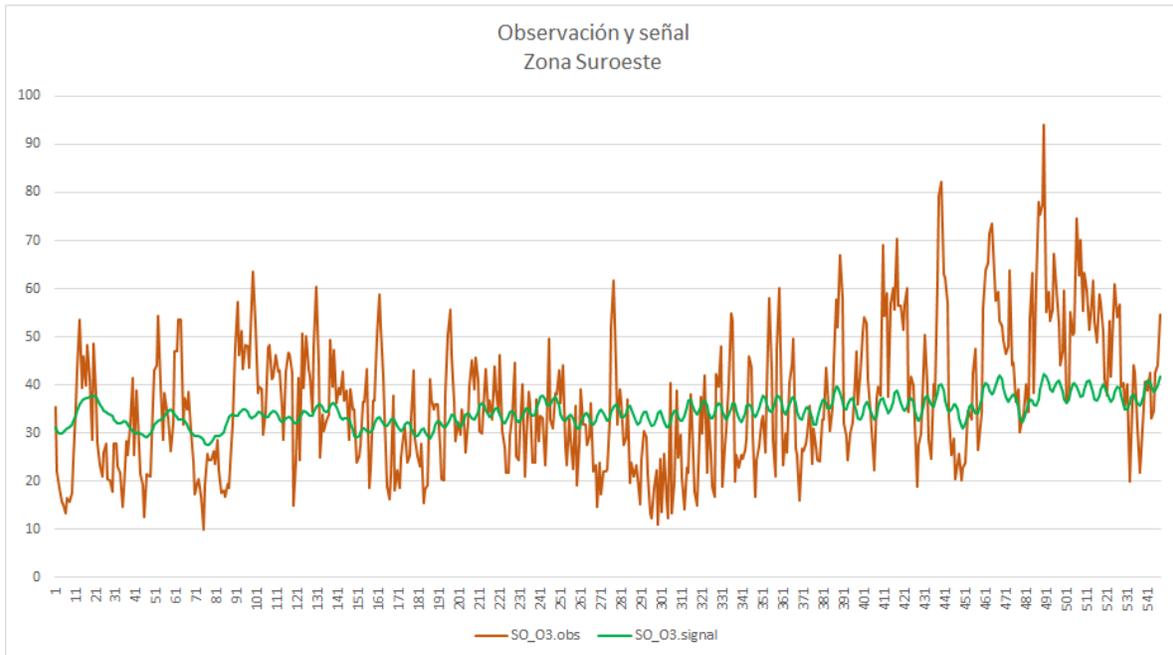
Comportamiento similar a la zona Noroeste en la gráfica de señales y ruido.

Zona Centro



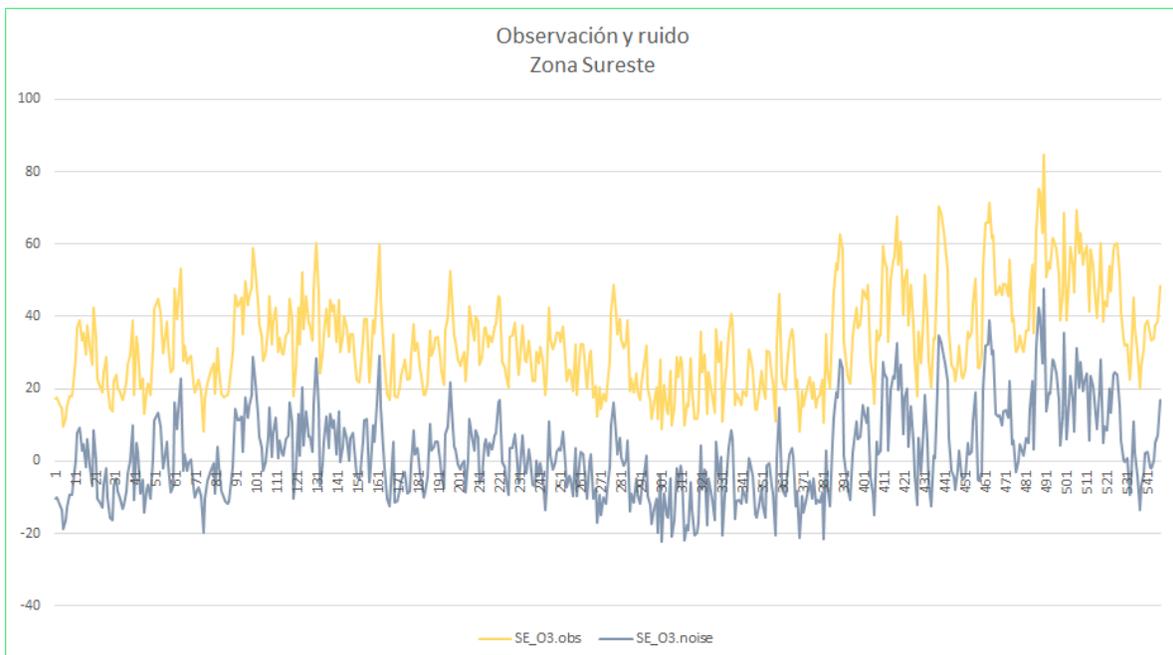
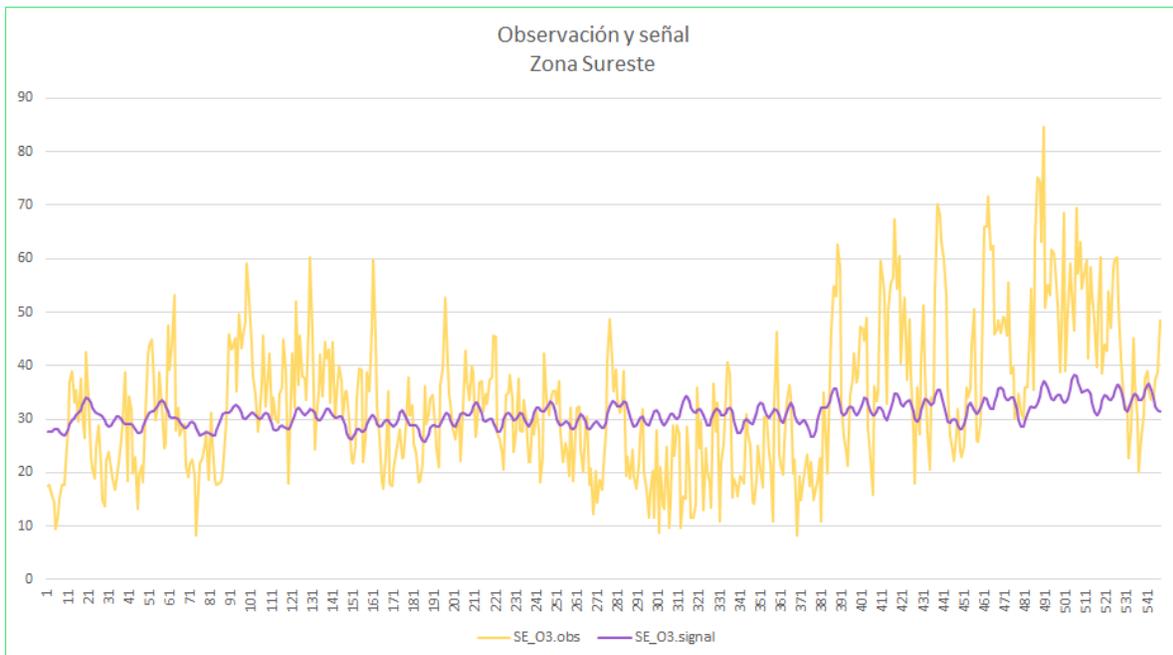
Los ruidos de esta zona parecen tener comportamiento determinista, pero será tratado con reservas por la composición de estaciones en la zona .

Zona Suroeste



El ruido de esta zona parece no tener pendiente (o tendencia), siendo casi horizontal.

Zona Sureste



Aquí el ruido también parece estable y sin tendencia.

En un resultado anticipado, se puede apreciar un comportamiento sinusoidal en los ruidos de las zonas Noroeste y Noreste (NO y NE, respectivamente), lo que nos indicaría

que no hay aleatoriedad evidente en sus ruidos, i.e. se puede modelar tanto la señal como el ruido de esas zonas. Contrastando están las zonas Suroeste y Sureste (SO, SE), donde los ruidos parecen ser aleatorios alrededor de cierta media. La zona Centro, por otra parte, no es fácil de distinguir, pero se debe considerar que esta zona está vigilada por únicamente 2 estaciones de la RAMA (Iztacalco y la Merced), de forma que es fácil cuestionar su relevancia.

BIBLIOGRAFÍA PRELIMINAR

- Kantz H. y Schreiber T., *Nonlinear time series analysis*, Segunda edición, Cambridge University Press (2004)
- Audelo-Vucovich Estela et al., *Tendencia de la Dinámica No-Lineal en una Precontingencia Ambiental causada por Partículas en Suspensión*, Información Tecnológica Vol. 26(4), págs. 21-28 (2015)
- Van Buuren S. y Groothuis-Oudshoorn Karin, *Multivariate Imputation by Chained Equations in R (MICE)*, Journal of Statistical Software Vol. 45 (2011)
- Muñoz Diosdado et al., *Multifractal analysis of air pollutants time series*, Revista mexicana de Física Vol 59(1), págs. 7-13 (2013)
- Hoyos Luis et al., *Evaluation of air pollution control policies in mexico city using finite markov chain observation model*, Revista de Matemática: Teoría y Aplicaciones Vol. 16(2), págs. 255-266 (2009)
- Nava M. et al., *Ozone groundlevels as an air quality indicator for the Mexico City Metropolitan Area (MCMA) from 1986 to 1994*, Transactions on Ecology and the Environment Vol. 8, págs. 565-572 (1996)