



Departament de Projectes
d'Enginyeria

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ANEXO II. FORMACIÓN DE OZONO TROPOSFÉRICO Y REGÍMENES DE SENSIBILIDAD QUÍMICA

para:

Cabildo de Tenerife
(Área de Sostenibilidad, Territorio y Medio Ambiente)

realizado por:

Universidad Politécnica de Cataluña (UPC)
Departament de Projectes d'Enginyeria

La formación de ozono puede considerarse el gran producto de la química de la baja atmósfera. La fotólisis de NO₂ puede conducir a la formación de ozono cuando NO y NO₂ están presentes bajo la luz del sol. El ozono se forma como resultado de la fotólisis de NO₂ a longitudes de onda inferiores a 424 nm.

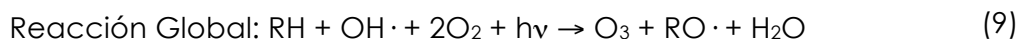
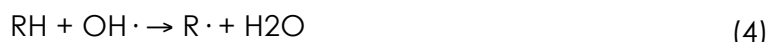


donde M representa un tercer cuerpo que elimina energía de la reacción y estabiliza al ozono. Una vez formado, el ozono reacciona con el NO para regenerar el NO₂.



Las tres reacciones anteriores ocurren rápidamente, estableciéndose una concentración de estado estacionario de ozono (20-50 ppb).

No obstante, existe un camino de reacción que convierte NO a NO₂ sin consumir ozono, y que permite su acumulación. Este conjunto de reacciones se favorece por la presencia de hidrocarburos, que reaccionan con un radical hidroxilo (OH·) y con el oxígeno atmosférico para generar un radical peróxido (RO₂·). Dicho radical oxida al NO a NO₂, interfiriendo en la reacción (3).



La diferencia clave entre la química troposférica diurna y nocturna puede resumirse de la siguiente forma: ausencia de reacciones fotolíticas, eliminación de ozono mediante la reacción con NO (ecuación 3) y NO₂ para generar el radical nitrato, NO₃·. Este radical rápidamente sufre un proceso de fotólisis durante las horas de radiación solar, así que su concentración diurna es despreciable. Durante la noche, el proceso que tiene lugar es:





Finalmente, el N_2O_5 se convierte de manera irreversible a ácido nítrico en presencia de vapor de agua.



El resultado final de esta serie de reacciones es una acumulación de ozono troposférico, contaminante altamente oxidante y perjudicial para la salud humana y los ecosistemas.

Una vez que se conocen los niveles de NO_x y COVs en un determinado ámbito de estudio (caso base), se puede estudiar la relación de estos contaminantes con la concentración de Ozono mediante el uso de isopletras. Una isopletra para el O_3 es una representación tridimensional en la cual la concentración de Ozono se expresa como función de las concentraciones de NO_x y COVs. El modelo de calidad del aire tiene en cuenta los valores de los precursores (que varían en un determinado rango) y las condiciones de la simulación generando una representación de los valores de Ozono. Las gráficas de las isopletras mostrarían, por lo tanto, la relación entre los niveles de NO_x , COVs y O_3 .

Las isopletras de Ozono tienen una importancia fundamental para las políticas de control de formación de Ozono troposférico, puesto que nos permiten distinguir dos regiones fundamentales (Figura 1):

1. Región limitada por NO_x : es el área donde la concentración de Ozono depende de la cantidad de NO_x , y esto sucede cuando hay un déficit de óxidos de nitrógeno en la atmósfera. En estas zonas, las concentraciones de COVs suelen ser altas, generalmente como consecuencia de la abundante presencia de vegetación. El control de los NO_x es esencial para reducir las concentraciones de Ozono. En la Figura 1 se puede observar que una modificación de los niveles de COVs en la región limitada por NO_x apenas haría variar los niveles de Ozono, mientras que una reducción de los óxidos de nitrógeno conllevaría un sustancial descenso en los niveles de O_3 .
2. Región limitada por COVs: es la región donde la concentración de Ozono depende de la cantidad de COVs presentes en la atmósfera. En esta región, las políticas de reducción de Ozono irían encaminadas al control de los compuestos orgánicos volátiles. Tal y como se muestra en la Figura 1, en esta zona de la isopletra un cambio en la concentración

de NO_x no afecta a los niveles de Ozono, produciéndose un cambio significativo si se alteran las concentraciones de COVs.

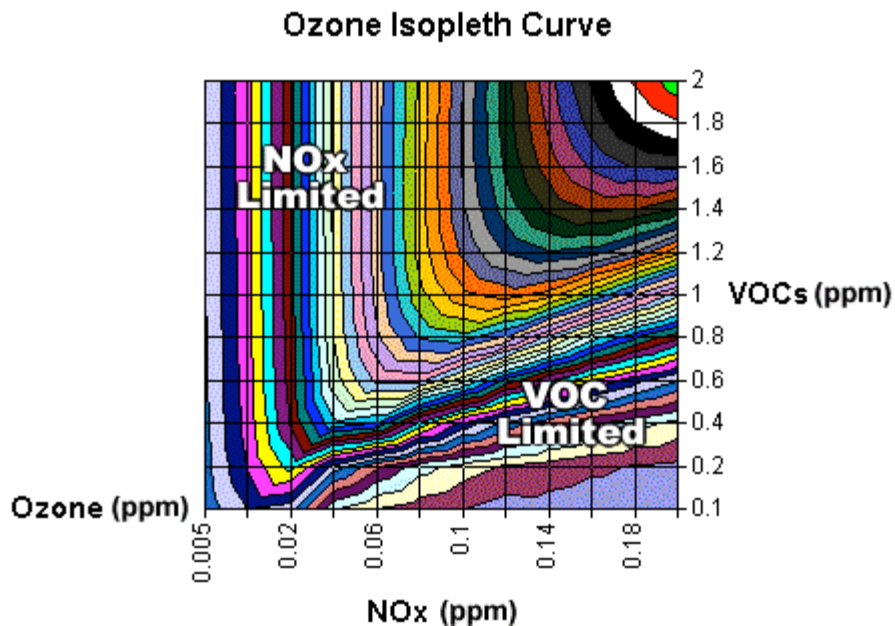


Figura 1. Regiones limitadas por NO_x y por COVs determinadas a partir de una isopleta de Ozono.

Existe un número de trabajos que explican la diferente respuesta del Ozono a los cambios en la concentración de precursores, como Meng et al. (1997); Nguyen and Dabdub (2002) (aplicación a Estados Unidos) y Jiménez et al. (2005a; 2005b) (aplicado a la Península Ibérica para el estudio de la respuesta del ozono al cambio de precursores en ciudades debido al tráfico; y a cambios en emisiones industriales). Estos autores indican la mejora en los niveles de Ozono troposférico debido al control de las emisiones de NO_x y COVs utilizando la herramienta de los regímenes de sensibilidad química. Se debe tener en cuenta que el control los niveles de precursores no se corresponde, en general, a reducciones proporcionales de contaminantes secundarios fotoquímicos.

REFERENCIAS

Jiménez, P., Parra, R., Baldasano, J.M. (2005a) Modeling the ozone weekend effect in very complex terrains: a case study in the northeastern Iberian Peninsula. *Atmospheric Environment*, 39, 429-444.

Jiménez, P., Parra, R., Baldasano, J.M. (2005b) Control of ozone precursors in a very-complex industrial terrain by using multiscale-nested air quality models with fine spatial resolution (1 km²). *Journal of the Air & Waste Management Association*, 55, 1085-1099.

Meng, Z., Dabdub, D., Seinfeld, J.H. (1997) Chemical coupling between atmospheric Ozone and particulate matter. *Science*, 277, 116-119.

Nguyen, K., Dabdub, D. (2002) NO_x and VOC control and its effects on the formation of aerosols. *Aerosol Science and Technology*, 36, 560-572.