

El IMECA: Indicador del Grado de Contaminación de la Atmósfera

Nota de Divulgación

Rodolfo Trejo Vázquez

Instituto Tecnológico de Aguascalientes, Departamento de Ing. Química y Bioquímica

Av. López Mateos 1801 Ote, Frac. Ojocaliente, Aguascalientes, Ags. C.P. 20256,

Tel (449)9105002 ext 159, e-mail dr_trejo2004@yahoo.com.mx

Resumen

Se presenta una descripción del concepto que sustenta al Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA), del algoritmo con que se calcula y de una aplicación del mismo a un caso ejemplo.

Palabras clave

IMECA, contaminación atmosférica, calidad del aire.

Introducción

El Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA), es un valor de referencia utilizado para dar a conocer a la población el estado que guarda la contaminación atmosférica en una zona o ciudad, en una determinada fecha u hora del día.

El IMECA se elabora con información de una red de monitoreo atmosférico, y en su forma completa incluye datos de Ozono (O₃), Dióxido de Nitrógeno (NO₂), Dióxido de azufre (SO₂), Monóxido de carbono (CO) y la fracción respirable (PM₁₀) de las partículas suspendidas totales.

Existen redes de monitoreo bien establecidas en el área metropolitana de la ciudad de México (AMCM), y las ciudades de Monterrey y Guadalajara, siendo la de mayor antigüedad y experiencia la primera de ellas. En otras 6 ciudades existen equipos de monitoreo que trabajan esporádicamente, pero sin integrar una red, como es el caso de la ciudad de Aguascalientes.

El IMECA del AMCM tuvo su antecesor en el IMEXCA, índice que bajo los auspicios de la entonces Dirección General de Saneamiento Atmosférico, de la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente, comenzó a publicarse desde fines de 1977[1]. La información del IMECA está dirigida a todo público en el AMCM, por lo que su interpretación es muy sencilla (Tabla 1).

| IMECA | CONDICIÓN | EFFECTOS A LA SALUD HUMANA |
|---------|-----------------------------------|---|
| 0-100 | Dentro de la norma. Satisfactoria | Ninguno |
| 101-200 | No satisfactoria | Molestias en ojos, nariz y garganta en personas sensibles |
| 201-300 | Mala | Posibles problemas respiratorios por actividad al aire libre |
| 301-500 | Muy Mala | Los síntomas anteriores se agudizan, especialmente en personas sensibles como bebés, personas de la tercera edad, fumadores y personas que padecen enfermedades respiratorias crónicas. |

Tabla 1. Interpretación del IMECA

Dependiendo del valor que tome, hay unas recomendaciones para la población [2]. En el Anexo 1 se presenta dicha información, que como se dijo antes, refleja el estado de deterioro de la atmósfera en su conjunto, y no el efecto de un contaminante en particular. Puede consultarse por Internet o por el servicio telefónico IMECATEL: 01-55-52-78-99-31.

Estos datos son de vital importancia para la protección de enfermos asmáticos, cardíacos y personas sensibles. Ayudan a las autoridades a tomar decisiones restrictivas respecto de la circulación de automóviles y otras fuentes de emisión atmosférica. La manera en que se determina el valor del IMECA es poco conocida por las personas no relacionadas con él, y se explica en el resto de este artículo.

Los conceptos de proporcionalidad, punto de quiebre y concentración límite.

En principio el IMECA es un valor que estandariza y traduce, en una escala de puntos IMECA, una concentración de un contaminante, promediada en un día, o asignada para una hora en particular. De este modo, puede calcularse un IMECA para cada uno de los contaminantes básicos o primarios antes mencionados: O₃, NO₂, SO₂, CO, PM₁₀. Sin embargo, para no confundir a la gente, se acostumbra reportar un solo valor IMECA, el cual corresponde al mayor de los cinco anteriores. Existe pues, una proporcionalidad (o relación lineal) entre el IMECA de un contaminante y la concentración del mismo. La proporcionalidad es la misma desde una concentración de cero, hasta una concentración que llamaremos “de quiebre”, y que corresponde al valor máximo permitido por la normatividad vigente para ese contaminante (Figura 1). A este punto corresponde un valor del IMECA de 100 puntos

A partir del valor de quiebre, la proporcionalidad cambia, de modo que la relación entre el IMECA de un contaminante y su concentración a partir del punto de quiebre tiene otra pendiente (Figura 1).

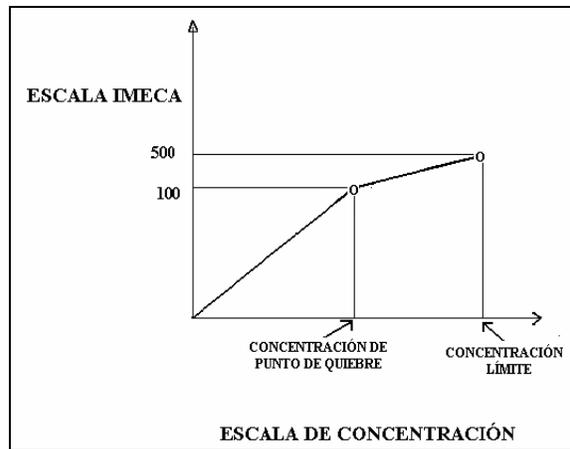


Figura 1. Relación entre la concentración del contaminante y el valor del IMECA, para casos con un punto de quiebre [1].

El final del segundo tramo de recta corresponde a una concentración considerada irrespirable por ser suficiente para causar graves daños a una persona normal en menos de una hora. A esta concentración le llamaremos “límite”. A este valor corresponde un IMECA de 500 puntos.

| CONTAMINANTE | CONCENTRACIÓN MÁXIMA PERMITIDA POR LA NORMATIVIDAD (PUNTO DE QUIEBRE) | CONCENTRACIÓN LÍMITE |
|---|--|---------------------------|
| OZONO (O ₃) | 0.11 ppm (1 cada 3 años, medido con 1 hora de muestreo) | 0.60 ppm |
| DIÓXIDO DE AZUFRE (SO ₂) | 0.13 ppm (1 vez al año, como máximo, con media aritmética anual de 0.03 ppm o menos) | 1.00 ppm |
| DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO ₂) | 0.21 ppm (1 vez al año, medido con 1 hora de muestreo) | 2.00 ppm |
| MONÓXIDO DE CARBONO (CO) | 11 ppm (1 vez al año, medido con 8 horas de muestreo) | 50 ppm |
| FRACCIÓN RESPIRABLE DE PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES (PM ₁₀) | 150 µg/m ³ std (1 vez al año, medido con 24 horas de muestreo, y debiendo ser la media aritmética trimestral de 50 µg/m ³ o menos) | 600 µg/m ³ std |

Tabla 2. Valores de quiebre y límite para los contaminantes primarios [1]

| VALOR DEL IMECA | CONCENTRACIÓN µg/ m ³ std |
|-----------------|--------------------------------------|
| 0 | 0 |
| 100 | 50 |
| 200 | 350 |
| 300 | 420 |
| 400 | 500 |
| 500 | 600 |

Tabla 3. Puntos de quiebre para el PM₁₀ [2]

Las concentraciones del punto de quiebre y de límite se presentan en la tabla 2 para cada uno de los contaminantes. En el caso de la fracción respirable de partículas suspendidas totales, conocida como PM₁₀, debido a su alta peligrosidad se acostumbra utilizar 4 puntos de quiebre, según se indica en la Tabla 3. Esta situación especial se representa en la Figura 2.

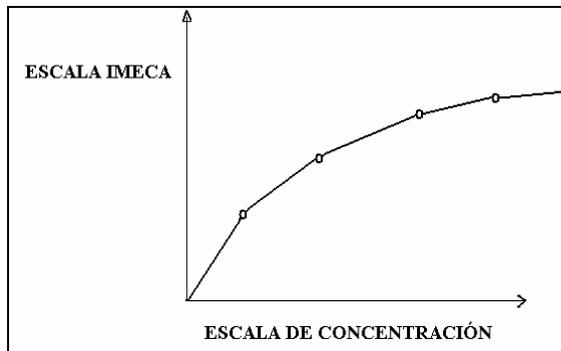


Figura 2. Relación entre la concentración del contaminante Y el valor del IMECA, para casos con varios puntos de quiebre [2].

- 0.5 ppm de O₃
- 1.8 ppm de NO₂
- 0.8 ppm de SO₂
- 25 ppm de CO
- 330 µg/m₃ std de PM₁₀

Entonces, el IMECA de cada contaminante, calculado mediante las ecuaciones de la Tabla 4 para rango 2 es:
 Para O₃ el IMECA vale 418.40
 Para NO₂ el IMECA vale 455.30
 Para SO₂ el IMECA vale 408.04
 Para CO el IMECA vale 243.59
 Para PM₁₀ el IMECA vale 193.33
 y el IMECA que se reportará a la población será de 455.3, debido a que es el mayor de todos.

Conclusiones

El IMECA es una escala arbitraria, normalizada entre cero y 500, que permite a la población interpretar el grado de peligrosidad que exhibe la atmósfera en un tiempo y lugar dados. La relación entre concentración y puntos IMECAS siempre es lineal, pero cambia la magnitud de la proporcionalidad a partir del punto de quiebre. Para los contaminantes básicos el punto de quiebre es el valor de concentración correspondiente a un valor de 100 en la escala de IMECAS. De este punto en adelante, la condición de la atmósfera se considera peligrosa. Existe un solo punto de quiebre para los contaminantes básicos gaseosos, pero en el caso de partículas suspendidas, la fracción de respirables, conocida como PM₁₀ tiene 5 puntos de quiebre. En caso de emergencia, deben seguirse las instrucciones del Anexo 1 y mantener la calma.

Referencias

[1]. Qué es el IMECA? Documento de Internet URL: http://www.edomex.gob.mx/se/rama/html/conceptos_IMECA.htm Consultado el 12 de Mayo de 2006.
 [2]. Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México. Documento de Internet URL: <http://www.sma.df.gob.mx/simat/pnimeca.htm> Consultado el 12 de Mayo de 2006.

ANEXO 1

µg/m³ estándar. Esta unidad es una relación masa/volumen entre el contaminante y el aire. El volumen del aire deberá ser medido a condiciones estándar, es decir, a 25 °C de temperatura y 1 atmósfera de presión. Un g de masa contiene un millón de µg. PM₁₀ es la fracción de partículas suspendidas cuyo tamaño es menor o igual a 10 micras (µm). Una micra es la millonésima parte de un metro.

| CONTAMINANTE | RANGO 1 | RANGO 2 | |
|------------------|----------------|---------------------|---------|
| CO | I=9.09C | I=10.2564C-12.82 | |
| SO ₂ | I=769.23C | I=459.77C+40.2298 | |
| NO ₂ | I=476.19C | I=223.4637C+53.0726 | |
| O ₃ | I=909.09C | I=816.3265C+10.204 | |
| PM ₁₀ | I=2C | I=0.3333C+83.33 | |
| CONTAMINANTE | RANGO 3 | RANGO 4 | RANGO 5 |
| CO | N/A | N/A | N/A |
| SO ₂ | N/A | N/A | N/A |
| NO ₂ | N/A | N/A | N/A |
| O ₃ | N/A | N/A | N/A |
| PM ₁₀ | I=1.42857C-300 | I=1.25C-225 | I=C-100 |

Tabla 4. Ecuaciones de cálculo para los IMECAS de cada contaminante.

Ecuaciones de cálculo del IMECA.

Habiendo considerado lo anterior, El IMECA de un contaminante gaseoso se puede calcular mediante una de las dos ecuaciones presentadas en la Tabla 4, y para el caso de PM₁₀, mediante una de las 5 ecuaciones presentadas en la misma Tabla 4.

Ejemplo de cálculo.

Supongamos que las concentraciones representativas de un cierto día son¹:

¹ ppm quiere decir partes por millón. Esta unidad de concentración es aplicable a contaminantes gaseosos. Para contaminantes no gaseosos, se prefiere usar

EFFECTOS EN LA SALUD A DIFERENTES NIVELES IMECA Y RECOMENDACIONES PARA PREVENIRLOS.

| POSIBLES EFECTOS EN LA SALUD | MEDIDAS DE TIPO PREVENTIVO |
|---|---|
| <p>IMECA 0-100</p> <p>-No se presentan efectos negativos en la salud de la población.</p> | <p>No es necesaria ninguna medida de tipo preventivo.</p> |
| <p>IMECA 101-250</p> <p>-Se presenta irritación conjuntival o dolor de cabeza en cualquier grupo de la población.</p> <p>-Los enfermos del corazón o de los pulmones reactivan los síntomas de sus padecimientos.</p> <p>-Los lactantes, los ancianos y los fumadores, presentan aumento de su frecuencia respiratoria, sensación de falta de aire y palpitations.</p> <p>-La población general sana, presenta molestias como ardor de ojos, dolor de cabeza, aumento de su frecuencia respiratoria, sensación de falta de aire y palpitations, sobre todo al realizar alguna actividad física intensa.</p> | <p>En este nivel, deben adoptarse conductas generales que disminuyan la exposición a la atmósfera contaminada, especialmente por parte de los niños, ancianos, embarazadas y los enfermos crónicos del corazón o los pulmones. Es recomendable para toda la población la adopción de las siguientes medidas:</p> <p>Evitar la exposición a la atmósfera contaminada. No realizar ejercicio o actividad física intensa al aire libre. Permanecer en ambientes cerrados mientras dure el episodio de contaminación elevada.</p> |

| | |
|--|--|
| <p>IMECA 251-350</p> <p>-Los lactantes, los ancianos y los fumadores, pueden presentar las molestias descritas para el nivel anterior, además de alteraciones de tipo inflamatorio (tos, expectoración y espasmo bronquial).</p> <p>-La población general sana, puede ser que presente trastornos del aparato respiratorio y cardiovascular, como aumento de frecuencia cardiaca y respiratoria, sensación de falta de aire, palpitations y otras.</p> | <p>Es recomendable especialmente para los grupos con mayor riesgo, adoptar las medidas mencionadas en el cuadro de arriba, y además:</p> <p>Evitar agresiones adicionales al aparato respiratorio como fumar o exponerse al humo del tabaco, evitar cambios bruscos de temperatura y disminuir el contacto con personas que presenten infecciones de las vías respiratorias.</p> |
| <p>IMECA 351 EN ADELANTE</p> <p>-Los mismos efectos que en el cuadro de arriba, solo que agudizados, dependiendo del tiempo de exposición.</p> | <p>Los grupos de personas de alto riesgo deben buscar ayuda médica. Ingerir abundantes líquidos, preferentemente jugos de frutas naturales. Mantenerse atentos a las recomendaciones de las Instituciones del Sistema Nacional de Salud, a través de los medios de comunicación. Mantener la calma.</p> |