

Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo

Guía para:

CALIDAD DEL AIRE AMBIENTAL INMISIONES ATMOSFÉRICAS

1. OBJETO

Esta guía establece los límites de inmisiones de los principales contaminantes del aire, que garantizan una calidad del aire ambiental aceptable para la salud y la vida humana en particular y para la vida silvestre en general. La guía debe servir para la introducción de normas nacionales. Las normas nacionales deben ser de observancia obligatoria y contribuir a mejorar la calidad del aire para garantizar a la población sus derechos constitucionales a un medio ambiente limpio y saludable.

Las inmisiones excesivas son aquellas que exceden uno o varios valores de la norma que se adjunta en la tabla.

Si no existen valores máximos para algún contaminante se considera las inmisiones excesivas cuando:

- a) Dañan la vida humana, de los animales y las plantas o su hábitat.
- b) Basado en una evaluación perturban considerablemente el bienestar de una parte de la población.
- c) Dañan construcciones, los suelos, la vegetación y las aguas.

En estos casos se debe de fijar normas adicionales a estos contaminantes.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta guía debe servir de base para las normas nacionales que deben regir en todo el territorio nacional para la calidad del aire ambiental, la calidad de aire interior será motivo de otra Guía.

3. DEFINICIONES

- 3.1 CONDICIONES NORMALES DE PRESIÓN Y TEMPERATURA (CNPT):** Se refiere a condiciones en las cuales se tiene una presión de 101,3 kPa (1 atmósfera) y una temperatura de 25°C (77°F ó 298,15 K).
- 3.2 CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS:** Cualquier sustancia extraña a la constitución normal del aire, sean partículas, gases o formas de energía.
- 3.3 CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICCA:** Es una alteración de la composición normal del aire provocada por la presencia en la atmósfera de una o más sustancias que han sido incorporadas directa o indirectamente por el hombre o por fuentes naturales en cantidades suficientes, características y duración; tal que puedan afectar adversamente a la flora y fauna, a los materiales y al hombre mismo.
- 3.4 GUÍA DE CALIDAD DEL AIRE:** Es el estimado del nivel de concentración de un contaminante del aire al cual pueden estar expuestos los seres humanos durante un tiempo promedio determinado sin riesgos apreciables para la salud. Estos estimados son recomendaciones y no tienen respaldo legal.
- 3.4 INMISIONES ATMOSFÉRICCAS:** Es la concentración de contaminantes en el aire cuya absorción causa daños a la salud humana y el medio ambiente
- 3.5 LÍMITE DE INMISIÓN DE UN CONTAMINANTE ATMOSFÉRICO:** Es la concentración máxima de un contaminante atmosférico en el aire, fuera del cual se puede causar daños a la salud humana y al medio ambiente.
- 3.6 MONITOREO DE INMISIONES ATMOSFÉRICCAS:** Es el seguimiento sistemático que se realiza a partir del muestreo de la calidad de aire ambiente (inmisiones) que se efectúa mediante mediciones continuas o discontinuas.
- 3.7 MONITOREO CONTINUO:** Es el que se realiza con equipo automático con un mínimo de 15 lecturas en un periodo no menor a 30 minutos y no mayor a 360 minutos. El resultado del monitoreo es el promedio del período muestreado.
- 3.8 MUESTREO:** Es el proceso de selección y toma de muestras representativas sobre inmisiones atmosféricas.
- 3.9 NORMA DE CALIDAD DEL AIRE:** Dispositivo legal que establece el límite máximo permisible de concentración de un contaminante del aire durante un tiempo promedio de muestreo determinado, definido con el propósito de proteger la salud y el ambiente. En una primera fase se debe de implementar medidas para alcanzar los límites máximos de emisiones propuestos. Estos deben ser

evaluados en función de salud y con los nuevos conocimientos científicos. En una segunda fase que no debe de sobrepasar los diez años se debe de implementar límites más estrictos.

Esta sección describe los valores guía recomendados por la OMS para seis contaminantes tradicionales: dióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO₂), ozono (O₃), material particulado en suspensión (MP) y plomo.

3.10 PARTÍCULAS TOTALES SUSPENDIDAS (PTS): Entran en este grupo partículas sólidas de diferentes tamaños.

3.22 PM₁₀: Son partículas en suspensión con diámetros promedios menores o iguales a 10 µm.

3.23 PM_{2,5}: Son partículas en suspensión con diámetros promedios menores o iguales a 2,5 µm.

4. ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

CNPT	=	condiciones normales de presión y temperatura
Nm ³	=	metros cúbicos a CNPT
m ³	=	metro cúbico
PM	=	material particulado (por sus siglas en inglés).
µg	=	microgramo

5. FÓRMULA

Fórmula para transformar ppm a µg/m³, en gases a CNPT:

$$\mu\text{g}/\text{m}^3 = \frac{\text{ppm} \times \text{peso molecular del gas}}{\text{Volumen del gas en m}^3}$$

ppm expresado en relación molar.

6. CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES DE LAS INMISIONES

En la tabla 1 se especifican los límites de inmisiones de los principales contaminantes del aire.

Tabla 1
Guía de Norma de Calidad de aire ambiente (inmisiones)

Contaminante	Símbolo	Unidad	Limite El Salvador	Limite OMS	Período de medición	Meta de no exceder X año	Cumplir hasta
Dióxido de azufre	SO ₂	µg/Nm ³	80	50	Anual	0	2006
			365	125	24 horas	4	2006
Monóxido de carbono	CO	µg/Nm ³	10 000	10000	8 horas	1	2006
			40 000	30000	1 hora	2	2006
Oxidos de nitrógeno	NO ₂	µg/Nm ³	100	40	Anual	0	2010
				200	1 hora	10	2010
			150	Nd	24 horas	5	2010
Ozono	O ₃	µg/Nm ³	235	Nd	1 hora	26	2010
			120	120	8 horas	26	2010
			60	Nd	Anual	0	2010
Partículas inhalables	PM ₁₀	µg/Nm ³	50	Nd	Anual	0	2006
			150	Nd	24 horas	25	2006
	PM _{2,5}	µg/Nm ³	15	Nd	Anual	0	2008
			65	Nd	24 horas	25	2008
Partículas Totales Suspendidas	PTS	µg/Nm ³	75	Nd	Anual	0	2006
			260	Nd	24 horas	25	2006
Plomo	Pb	µg/Nm ³	0,5	0.5	Anual	0	2002
			1,5	Nd	Trimestral	0	2002

Nd- No dan valores

7. CUMPLIMIENTO Y VERIFICACIÓN

Las normas no deberían de sobrepasarse más de cierto número de veces por año como se indica en la tabla. Corresponde la introducción y vigilancia del cumplimiento de normas a las autoridades nacionales competentes. En situaciones de emergencia ambiental relacionada con la calidad del aire, la autoridad deberá definir las medidas temporales a tomar para superar dichas emergencias.

8. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- Guías y normas de calidad del aire en exteriores, OPS/CEPIS/PUB/00.50

- **Decreto 833/1975, de febrero, que desarrolla la Ley 38/1972 de Protección del Ambiente Atmosférico**
Boletín Oficial de Estado, Numero 96, de 22 de abril de 1975, Estado Español.
Directiva 96/62/EC

ANEXO A

CONSIDERACIONES

Los niveles de inmisión fijados serán sujetos a futuras revisiones en un periodo máximo de cinco (5) años, tomando en cuenta las estadísticas de salud y los informes científicos, a fin de proteger de mejor forma la salud y vida del ser humano.

METODOLOGÍA DE MEDICIÓN

La evaluación de la calidad del aire en un área determinada, se llevará a cabo durante lapsos de muestreo que comprendan variaciones climatológicas y estacionales, si las hubiere, y considerando los tipos y características de las fuentes de emisión más importantes del sector, ciclos de operación representativos de la producción promedio anual de las fuentes, así como cualquier otra condición del área que pueda incidir en la calidad del aire.

Este lapso de muestreo comprenderá un tiempo mínimo de muestreo de cuatro (4) semanas, una cantidad mínima de veinte (20) muestras efectivas, distribuidas durante todo el lapso del muestreo, con una frecuencia mínima de captación de una (1) muestra cada tres (3) días, para estudios que se realicen en un lapso menor de seis (6) meses, y con una frecuencia mínima de una (1) muestra cada seis (6) días, para estudios efectuados en lapsos mayores a seis (6) meses. Así mismo los periodos de medición reflejan las variaciones diurnas y nocturnas y los valores máximos, para los casos de mediciones continuas. El número de puntos de muestreo y su ubicación deberá permitir que se detecten las variaciones de concentración debido a las fuentes existentes. En todo caso la localización de las estaciones de muestreo será fuera del lindero de cualquier fuente.

La determinación de la concentración de contaminantes en el aire podrá ser realizada por los métodos de muestreo, periodos de medición y métodos analíticos que se señalan a continuación:

**Tabla A1
Muestreo, frecuencia y métodos analíticos de medición**

CONTAMINANTE	MÉTODO DE MUESTREO	PERIODOS DE MEDICIÓN	MÉTODO ANALÍTICO
Dióxido de Azufre	Absorción (Manual)	1 hora a 24 horas continuas	Espectrofotometría (Método de la pararosanilina)
	Absorción (Manual)	1 hora a 24 horas continuas	Conductimetría (Método manual)
	Absorción (Manual)	1 hora a 24 horas continuas	Fotometría de llama (Método automático)
	Instrumental (Automático)	1 hora a 24 horas continuas	Fluorescencia (Método automático)
	Instrumental (Automático)	24 horas continuas	Cromatografía iónica
Partículas Totales Suspendidas	Gran Volumen	24 horas continuas	Gravimetría
PM ₁₀	Gran Volumen	24 horas continuas	Gravimetría
	Pequeño Volumen	24 horas continuas	Gravimetría
	Automático	24 horas continuas	Radiación Beta
	Automático	24 horas continuas	Microbalanza oscilatoria
Dióxido de Nitrógeno	Pasivo	30 días continuos	Espectrofotometría
	Activo	24 horas continuas	Colorimetría
	Automático	8 horas continuas	Quimiluminiscencia
Monóxido de Carbono	Instrumental (Automático)	1 hora a 8 horas continuas	Espectrometría de infrarrojo no dispersivo (Automático)
	Instrumental (Automático)	1 hora a 8 horas continuas	Electroquímico (Método automático)
Ozono	Instrumental (Automático)	1 hora continua	Quimiluminiscencia detector foto multiplicador (Método automático)
Plomo	Gran Volumen	24 horas continuas	Espectrofotometría de absorción atómica
Plomo en PM10	Bajo volumen	24 horas continuas	Espectrofotometría de absorción atómica

La autoridad podrá autorizar, previa solicitud de la parte interesada, la utilización de otros métodos de medición que cuenten con la equivalencia respectiva.

Indice Centroamericano de Calidad del Aire (ICCA)

El índice centroamericano de calidad del aire, se define como un valor representativo del nivel de contaminación atmosférica que indica a la vez los efectos en la salud humana asociados a este, dentro de una región determinada.

El ICCA está concebido como una forma sencilla de reportar a la población los niveles de contaminación atmosférica existente y funciona a través de una escala de 0 a 500 dividida en 6 segmentos que corresponden cada uno a una categoría de calidad de aire que causa ciertos efectos en la salud. La primera categoría corresponde a una calidad del aire buena que no causa ningún efecto en la salud, y la última categoría corresponde a una calidad del aire peligrosa que causa daños a la salud de toda la población. La concentración de cada contaminante se transforma a valores del ICCA mediante fórmulas creadas por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, de tal manera que el límite de inmisión del contaminante se encuentre en el segundo segmento del ICCA.

ICCA	CALIDAD DEL AIRE	EFFECTOS
0-50	Buena	No se anticipan impactos a la salud cuando la calidad del aire se encuentra en este rango.
51-100	Satisfactoria	Situación favorable para la realización de todo tipo de actividades, personas sensitivas podrían sentir modestias.
101-150	No Satisfactoria	Aumento de molestias menores en personas sensibles
151-200	Dañina por la salud	Aumento de molestias e intolerancia relativa al ejercicio en personas con padecimientos respiratorios
201-300	Muy dañina por la salud,	Aparición de diversos síntomas e intolerancia al ejercicio en la población
300-500	peligroso	La población debe de mantenerse en casa. Se debe de tomar medidas inmediatas de contingencia.

Colores para el índice centroamericano de la Calidad del Aire (ICCA)					
0-50 Buena	51 - 100 Satisfactorio	101 - 150 No Satisfactorio	151 - 200 Dañina para la salud	201 - 300 Muy dañina para la salud	301-500 Peligrosa
verde	amarillo	café	rojo	morado	negro

Aplicación del ICCA

La aplicación del ICCA debe de ser reglamentada por separado tomando en cuenta las necesidades de proteger la población en cada país.

Indice Centroamericano de Calidad del Aire (ICCA) OZONO

ICCA	Calidad del Aire OZONO	8 horas	Indicaciones para su Salud
0-50	Buena	0-0.064ppm	No se anticipan impactos a la salud cuando la calidad del aire se encuentra en este rango.
51-100	Moderada	0.065-0.084ppm	Las personas extraordinariamente sensibles deben considerar limitación de los esfuerzos físicos excesivos y prolongados al aire libre.
101-150	Dañina a la salud de los grupos sensibles	0.085-0.104ppm	Los niños y adultos activos y personas con enfermedades respiratorias tales como el asma, deben evitar los esfuerzos físicos excesivos y prolongados al aire libre.
151-200	Dañina a la salud	0.105-0.124ppm	Los niños y adultos activos y personas con enfermedades respiratorias tales como el asma, deben evitar los esfuerzos excesivos prolongados al aire libre; las demás personas, especialmente los niños, deben limitar los esfuerzos físicos excesivos y prolongados al aire libre.
201-300	Muy dañina a la salud	Mayor que 0.125	Los niños y adultos activos, y personas con enfermedades respiratorias tales como el asma, deben evitar todos los esfuerzos excesivos al aire libre; las demás personas, especialmente los niños, deben limitar los esfuerzos físicos excesivos al aire libre.
300-500	Peligrosa	Mayor que 0.374ppm	La población debe de mantenerse en casa. Se debe de tomar medidas inmediatas de contingencia.

*Un ICCA de 100 para el ozono corresponde a un nivel de ozono de 0.08 partes por millón (promediado sobre 8 horas)

Índice Centroamericano de Calidad del Aire (ICCA): Material particulado (PM)

ICCA	Calidad del aire Material particulado (PM)	Indicaciones para su Salud			
			PM _{2.5}		PM ₁₀
0 - 50	Buena	0- 15.3	No se anticipan impactos a la salud cuando la calidad del aire se encuentra en este rango.	0- 54	No se anticipan impactos a la salud cuando la calidad del aire se encuentra en este rango.
51 - 100**	Moderada	15.5-40.2	No se anticipan impactos a la salud cuando la calidad del aire se encuentra en este rango.	56-154	No se anticipan impactos a la salud cuando la calidad del aire se encuentra en este rango.
101 - 150	Dañina a la Salud de los Grupos Sensibles	40.5-65.4	Los niños y adultos activos, y personas con enfermedades respiratorias tales como el asma, deben evitar los esfuerzos físicos excesivos y prolongados al aire libre.	155-254	Los niños y adultos activos, y personas con enfermedades respiratorias tales como el asma, deben evitar los esfuerzos físicos excesivos y prolongados al aire libre.
151 - 200	Dañina a la Salud	66-159	La gente con la enfermedades respiratorias tal como asma, debe evitar el esfuerzo al aire libre; todos los demás, especialmente los mayores y los niños, deben limitar el esfuerzo prolongado al aire libre.	255-354	La gente con la enfermedades respiratorias tal como asma, debe evitar el esfuerzo al aire libre; todos los demás, especialmente los mayores y los niños, deben limitar el esfuerzo prolongado al aire libre.
201 - 300	Muy dañina a la Salud	160-250	La gente con la enfermedades respiratorias tal como asma, debe evitar todo el esfuerzo al aire libre; especialmente los mayores y los niños, deben limitar	355-424	La gente con la enfermedades respiratorias tal como asma, debe evitar todo el esfuerzo al aire libre; especialmente los mayores y los niños, deben limitar el esfuerzo prolongado al aire libre.

			el esfuerzo prolongado al aire libre.		
301 - 500	Peligroso	251-500	Todos deben evitar el esfuerzo al aire libre; gente con la enfermedad respiratoria tal como asma, debe permanecer dentro	424-604	Todos deben evitar el esfuerzo al aire libre; gente con la enfermedad respiratoria tal como asma, debe permanecer dentro

* PM tiene dos tipos de mediciones, que corresponde a los dos tamaño de partículas finas que se miden:*

- Las Partículas hasta 2.5 micrómetros de diámetro (PM2.5)
- las Partículas hasta 10 micrómetros de diámetro (PM10)

**

- Un ICCA de 100 para PM2.5 corresponde a un nivel PM2.5 de 40 microgramos por metro cúbico (promediado sobre 24 horas).
- Un ICCA de 100 para PM10 corresponde a un nivel PM10 de 150 microgramos por metro cúbico (promediado sobre 24 horas).

Indice Centroamericano de Calidad del Aire (ICCA): Monóxido de carbono (CO)

ICCA	Calidad del Aire Monóxido de Carbono	CO en ppm	Indicaciones para su Salud
0 - 50	Buena	0- 4.4	No se anticipan impactos a la salud cuando la calidad del aire se encuentra en este rango.
51 - 100	Moderada	4.5-9.4	No se anticipan impactos a la salud cuando la calidad del aire se encuentra en este rango.
101 - 150	Dañina a la Salud de los Grupos Sensitivos	9.5-12.4	La gente con enfermedades cardiovasculares tal como angina, debe limitar el esfuerzo pesado y evita las fuentes de CO, tales como el tráfico pesado
151 - 200	Dañina a la Salud	12.5-15.4	La gente con enfermedades cardiovasculares tal como angina, debe limitar el esfuerzo pesado y evitar las fuentes de CO, tales como el tráfico pesado
201 - 300	Muy Dañina a la Salud	15.5-30.4	La gente con enfermedades cardiovasculares tal como angina, debe limitar el esfuerzo y evitar las fuentes de CO, tales como el tráfico pesado
301 - 500	Peligroso	30.5-50.4	La gente con enfermedades cardiovasculares tal como angina, debe evitar todo esfuerzo y las fuentes de CO, tales como el tráfico pesado

Un ICCA de 100 para el monóxido de carbono corresponde a un CO de 9 partes por millón (promediado sobre 8 horas).

Indice Centroamericano de Calidad del Aire (ICCA): Dióxido de azufre (SO₂)

ICCA	Calidad del Aire Dióxido de azufre SO ₂	SO ₂ en ppm	Indicaciones para su Salud
0 - 50	Buena	0-0.034	No se anticipan impactos a la salud cuando la calidad del aire se encuentra en este rango.
51 - 100*	Moderada	0.035-0.144	No se anticipan impactos a la salud cuando la calidad del aire se encuentra en este rango.
101 - 150	Dañina a la Salud de los Grupos Sensitivos	0.145-0.224	Los niños, asmáticos, y la gente con enfermedades del corazón o pulmones deben considerar de limitar el esfuerzo al aire libre.
151 - 200	Dañina a la Salud	0.225-0.304	Los niños, asmáticos, y la gente con enfermedades del corazón o pulmones deben limitar el esfuerzo al aire libre
201 - 300	Muy dañina a la Salud	0.305-0.604	Todos deben limitar el esfuerzo al aire libre.
301 - 500	Peligroso	0.605-1.005	Los niños, asmáticos, y la gente con enfermedades del corazón o pulmones deben permanecer adentro; todos deben evitar el esfuerzo al aire libre.

*Un ICCA de 100 para el bióxido de azufre corresponde a un nivel de SO₂ de 0.14 partes por millón (promediado sobre 24 horas).

Indice Centroamericano de Calidad del Aire (ICCA): Dióxido de nitrógeno (NO₂)

ICCA	Calidad del aire Bióxido de Nitrógeno NO ₂	NO ₂ en ppm	Indicaciones para la salud
0 - 50	Buena	na	No se anticipan impactos a la salud cuando la calidad del aire se encuentra en este rango.
51 - 100	Moderada	na	No se anticipan impactos a la salud cuando la calidad del aire se encuentra en este rango.
101 - 150	Dañina a la Salud de los Grupos Sensitivos	na	No se anticipan impactos a la salud cuando la calidad del aire se encuentra en este rango.
151 - 200	Dañina a la Salud	na	No se anticipan impactos a la salud cuando la calidad del aire se encuentra en este rango.
201* - 300	Muy Dañina	0.452-1.24	Los niños y la gente con enfermedades respiratorias tal como asma, debe limitar el esfuerzo pesado al aire libre.

	a la Salud		
301 - 500	Peligroso	1.25- 2.04	Los niños y la gente con enfermedades respiratorias tal como asma, debe limitar o moderar el esfuerzo al aire libre pesado.

*Efectos de corto plazo a la salud por el dióxido de nitrógeno no ocurren hasta que los valores de ICCA estén por encima de 200; por lo tanto, el ICCA no se calcula por abajo de 201 para NO₂.

Un ICCA de 201 para NO₂ corresponde a un nivel NO₂ de 0.65 partes por millón (promediado sobre 24 horas).

Na, no aplica, no se considera que causa daños a corto plazo

TABLA --INDICES EN UNIDADES [1] METRICAS

	24-hr. PM	24-hr. SO2	8-hr. CO	1-hr. O3	1-hr. NO2
ICCA	µg/m ³	µg/m ³	mg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
50	50	80	5	120	([2])
100	150	365	10	235	([2])
200	350	800	17	400	1,130
300	420	1,600	34	800	2,260
400	500	2,100	46	1,000	3,000
500	600	2,620	57.5	1,200	3,750

[1] a 25°C y 760 mm Hg.

[2] No es reportado a estas concentraciones ya que no se prevé daños a la salud

FIN DE GUIA