

MÓDULO CALIDAD DE AIRE

GESTIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

CLASE N°2

- Introducción.
- Guías de la Organización Mundial de la Salud (OMS).
- Marco normativo nacional.
- Marco normativo departamental.
- Ejercicio.

INTRODUCCIÓN

- Paracelso (1493-1541): “**Todas las sustancias son venenos; no hay ninguna que no lo sea. La dosis correcta diferencia un veneno de un remedio**”.
- Esta afirmación es la base de las **regulaciones sobre calidad de aire**: el objetivo es establecer **niveles ambientales aceptables** de diferentes contaminantes atmosféricos de forma tal que **las dosis resultantes no generen daño significativo en la salud pública**.
- Las regulaciones de calidad de aire deben proteger la salud pública, debiendo su cumplimiento ser practicable y económicamente sustentable.

INTRODUCCIÓN

- Algunas definiciones:
 - ❖ **Parámetros de calidad de aire:** permiten cuantificar características o propiedades del aire, en forma directa o indirecta.
 - ❖ **Criterios de calidad de aire:** son valores numéricos o enunciados descriptivos recomendados para mantener un determinado uso del aire.
 - ❖ **Objetivos de calidad de aire:** se refieren a metas de mejora en materia de calidad de aire (implican planes de acción, recursos y plazos).
 - ❖ **Estándares de calidad de aire:** valores con fuerza legal. Toman en cuenta estudios epidemiológicos y toxicológicos, pero también el contexto local. Expresan valores de concentración máxima admisible (emisión e inmisión (ambiental u ocupacional)).

INTRODUCCIÓN

- Los estándares de calidad de aire pueden ser de largo plazo (estratégicos), o de corto plazo (tácticos; por ejemplo control del tráfico vehicular durante la realización de ciertos eventos).
- Los primeros estándares de calidad de aire respondieron a eventos concretos.
- Los estándares de calidad de aire no son iguales en todos los países. Esto ha provocado la re-localización de industrias en países con normativas menos exigentes.
- Los estándares de calidad de aire han logrado disminuir las concentraciones ambientales de diversos contaminantes atmosféricos, en conjunto con el uso de nuevos combustibles y tecnologías.

INTRODUCCIÓN

- Las regulaciones de contaminación atmosférica son **reglas que deben ser seguidas** con respecto a: *emisiones, calidad de aire, procesos.*

Estándares de emisión: definen límites de concentración de emisión de diversos contaminantes, medidos en la fuente (escape de vehículos, chimeneas de industrias, entre otras) (permiten controlar el cumplimiento de normativa por parte de emprendimientos específicos)

Estándares de calidad de aire: definen concentraciones aceptables de diversos contaminantes atmosféricos en el aire ambiente, sin importar su fuente de emisión

Estándares vinculados a procesos: definen procedimientos de trabajo. Por ejemplo, la implementación de tecnologías que generen menos emisiones o el uso de combustibles con menor contenido de azufre

INTRODUCCIÓN

- Componentes de un estándar de calidad de aire:

- ❖ **Indicador:** lo que se va a medir (concentración de $PM_{2.5}$, SO_2 , O_3 , etc.) y cómo se va a medir.
- ❖ **Tiempo de promediación:** por ejemplo 1 h, 8 h, 24 h o 1 año. Depende de si se quieren evaluar efectos sobre la salud de corto o largo plazo.
- ❖ **Definición de cumplimiento:** método estadístico que defina el cumplimiento del estándar, incluyendo por ejemplo el número de excedencias permitidas en un año.
- ❖ **Nivel:** valor numérico del indicador (por ejemplo $25 \mu g/m^3$ para el promedio anual de la concentración ambiental de $PM_{2.5}$).



INTRODUCCIÓN

- Tecnologías “más limpias”: ómnibus eléctricos.
- Combustibles “más limpios”: bajo contenido de azufre.
- Reducción del uso de energía: transporte activo, aislamiento térmico de viviendas.
- Prohibición de actividades: zonas de bajo tráfico vehicular.
- Tecnologías de control de emisiones: solución de “fin de tubería”.
- Diseño urbano: puede provocar cambios en los patrones de movilidad.



GUÍAS DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS)

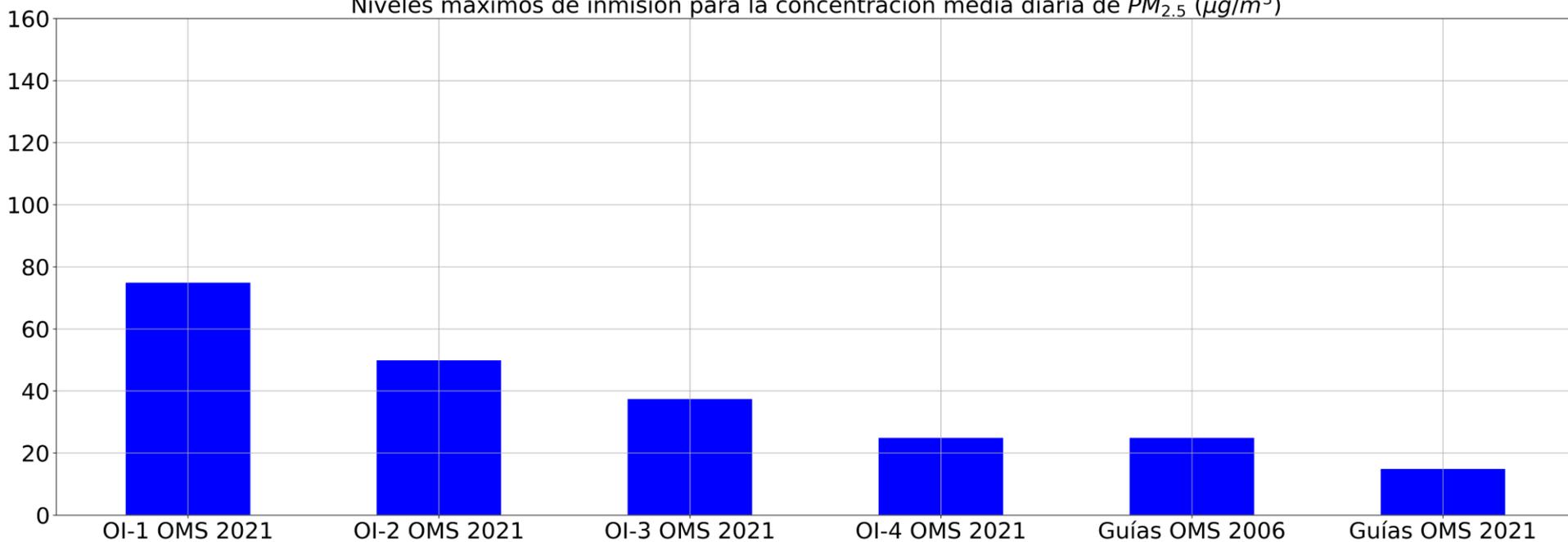
- La OMS considera que la contaminación atmosférica es un problema importante de salud ambiental, y en este sentido recomienda un conjunto de guías de calidad de aire para diversos contaminantes a escala global.
- Estas guías tienen por objeto ofrecer orientación sobre la manera de reducir los efectos de la contaminación del aire en la salud y constituyen un marco de referencia global.
- De todas maneras, las normas nacionales varían en función del enfoque adoptado con el fin de equilibrar los riesgos para la salud, la viabilidad tecnológica, los aspectos económicos, entre otros factores políticos y sociales, que a su vez dependerán, entre otras cosas, del nivel de desarrollo y la capacidad nacional en relación con la gestión de la calidad del aire.

GUÍAS DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS)

- En los valores guía de la OMS se tiene en cuenta esta heterogeneidad y se reconoce, en particular, que cuando los gobiernos fijan objetivos para sus políticas deben estudiar con cuidado las condiciones locales propias antes de adoptar las guías directamente como normas con validez jurídica.
- Además, se recalca que los valores guía no pueden proteger plenamente la salud humana, porque en las investigaciones no se han identificado los umbrales por debajo de los cuales no se producen efectos adversos.
- Además de los valores guía, se brindan objetivos intermedios para cada contaminante. Estos objetivos se han propuesto como pasos de una reducción progresiva de la contaminación atmosférica y su utilización está prevista en zonas con altos niveles de contaminación.
- Estos valores guía aplican a ambientes exteriores e interiores, con excepción de los lugares de trabajo.

GUÍAS DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS)

Niveles máximos de inmisión para la concentración media diaria de $PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$)



GUÍAS DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS)



MARCO NORMATIVO NACIONAL

- Constitución de la República:
 - ❖ En la actualización del año 2004, en el artículo 47, se establece que "la protección del ambiente es de interés general. Las personas deberán abstenerse de cualquier acto que cause depredación, destrucción o contaminación graves al medio ambiente. La ley reglamentará esta disposición y podrá prever sanciones para los transgresores".
- Ley 17.283, General de Protección del Medio Ambiente (2000):
 - ❖ Declara de interés general (en conformidad a lo establecido en el artículo 47 de la Constitución de la República): "la protección del ambiente, de la calidad del aire, del agua, del suelo y del paisaje; la conservación de la diversidad biológica y de la configuración y estructura de la costa; la reducción y el adecuado manejo de las sustancias tóxicas o peligrosas y de los desechos cualquiera sea su tipo; la prevención, eliminación, mitigación y la compensación de los impactos ambientales negativos".
 - ❖ El Decreto 135/021 reglamenta el artículo 17 de esta Ley, que prohíbe liberar o emitir a la atmósfera, directa o indirectamente, sustancias, materiales o energía, por encima de los límites máximos o en contravención de las condiciones que se establezcan, teniendo en cuenta los niveles o situaciones que puedan poner en peligro la salud humana, animal o vegetal, deteriorar el ambiente o provocar riesgos, daños o molestias graves a seres vivos o bienes.

MARCO NORMATIVO NACIONAL

- Estándares de calidad de aire (Decreto 135/021 de Mayo 2021):
 - ❖ Se establecen objetivos de calidad de aire en dos etapas: 2021 a 2023, y 2024 en adelante.
 - ❖ De aplicación en todo el territorio nacional.
 - ❖ Corresponden al aire ambiente (quedan excluidos los lugares de trabajo y los ambientes interiores).
 - ❖ El período de medición de una hora solo será de aplicación en los monitoreos continuos.
 - ❖ Más allá de que no se regulan las emisiones de gases de efecto invernadero, ni de contaminantes que puedan afectar la capa de ozono, se dice que “se deberán adoptar las previsiones necesarias para minimizar las emisiones de gases que aporten al calentamiento global o que contribuyan al deterioro de la capa de ozono”.
 - ❖ Las concentraciones límite corresponden a una temperatura de 293 K y a una presión atmosférica de 1013 hPa.
 - ❖ Las concentraciones máximas diarias son el valor resultante de promedios móviles octohorarios.
 - ❖ Se entiende por tolerancia el porcentaje del valor límite en que puede superarse dicho valor durante determinado período de tiempo, sin que deba definirse un Plan de Acción.

MARCO NORMATIVO NACIONAL

- Objetivos de calidad de aire (2021 a 2023):

Contaminante		Decreto 2021 hasta 2023
PM _{2.5}	Indicador	Media diaria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
		35
		Media anual ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
		25
PM ₁₀		Media diaria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
		75
		Media anual ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
		30
O ₃		Media horaria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
		-
		Media móvil de 8 horas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
		100
NO ₂		Media horaria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
		200
		Media anual ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
		40

Tiempo de promediación

Nivel

Contaminante	Decreto 2021 hasta 2023
SO ₂	Media de 10 minutos (µg/m ³)
	-
	Media horaria (µg/m ³)
	300
	Media 3 horas (µg/m ³)
	-
	Media diaria (µg/m ³)
	50
	Media anual (µg/m ³)
CO	-
	Media de 15 minutos (µg/m ³)
	-
	Media de 30 minutos (µg/m ³)
	-
	Media horaria (µg/m ³)
	30000
Plomo	Media móvil de 8 horas (µg/m ³)
	10000
	Media 3 meses (µg/m ³)
	-
TRS (H ₂ S)	Media anual (µg/m ³)
	0,5
	Media de 30 minutos (µg/m ³)
	10
	Media horaria (µg/m ³)
	Media diaria (µg/m ³)
	7

MARCO NORMATIVO NACIONAL

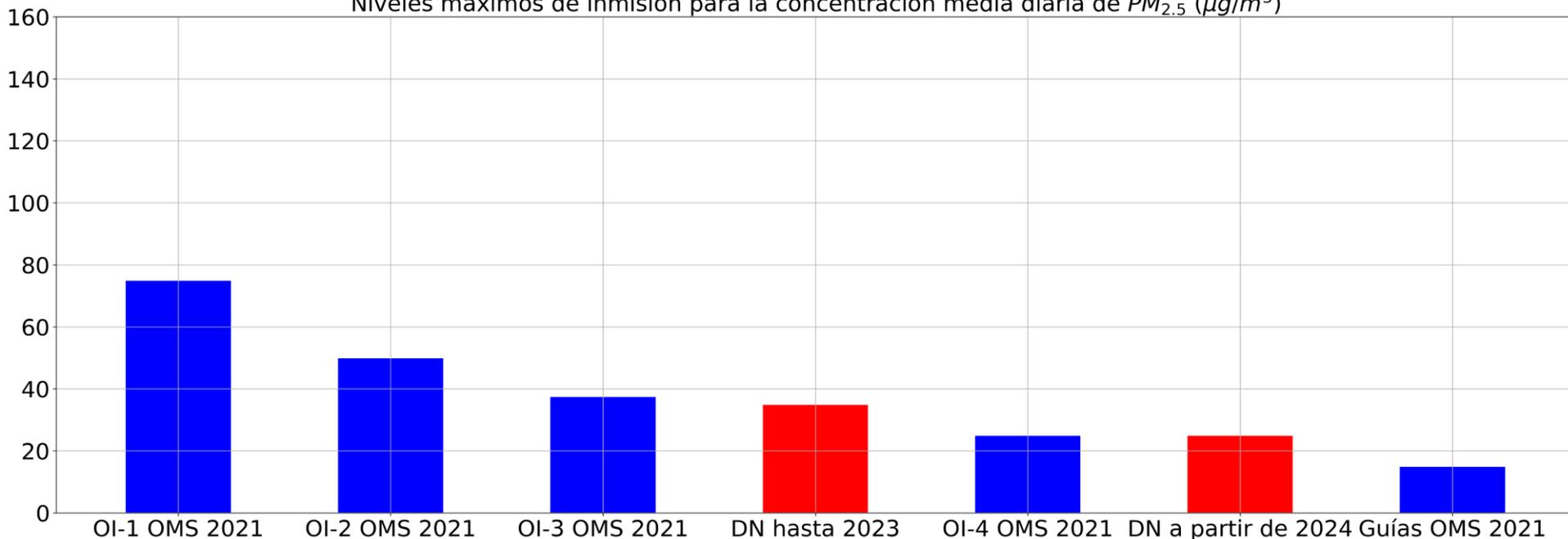
- Objetivos de calidad de aire (2021 a 2023):

Referencias
260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 18 horas al año
112 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 15 días en el año
160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 25 días en promedios de 3 años
15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 40 veces en el año
11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 10 días en el año
450 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 24 horas en el año
125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 3 días en el año
54 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 30 días en el año
P= 1013 hPa; T=293 K

Definición de cumplimiento

MARCO NORMATIVO NACIONAL

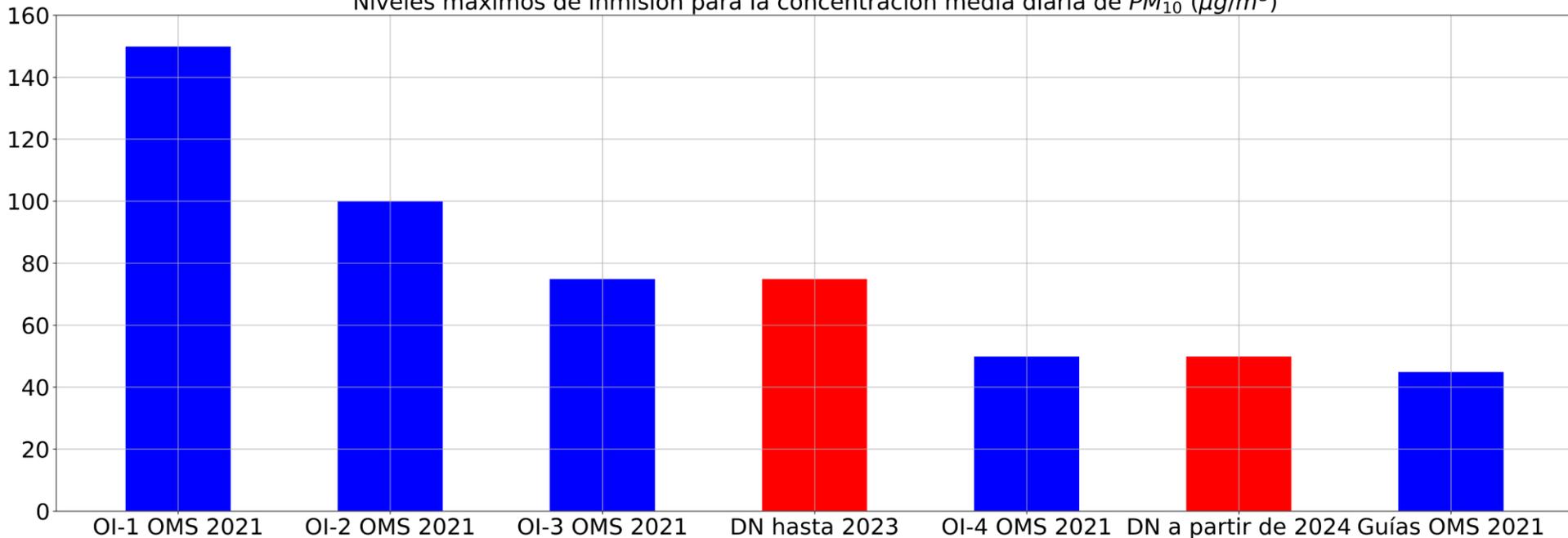
Niveles máximos de inmisión para la concentración media diaria de $PM_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



■ Para Buenos Aires: $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

MARCO NORMATIVO NACIONAL

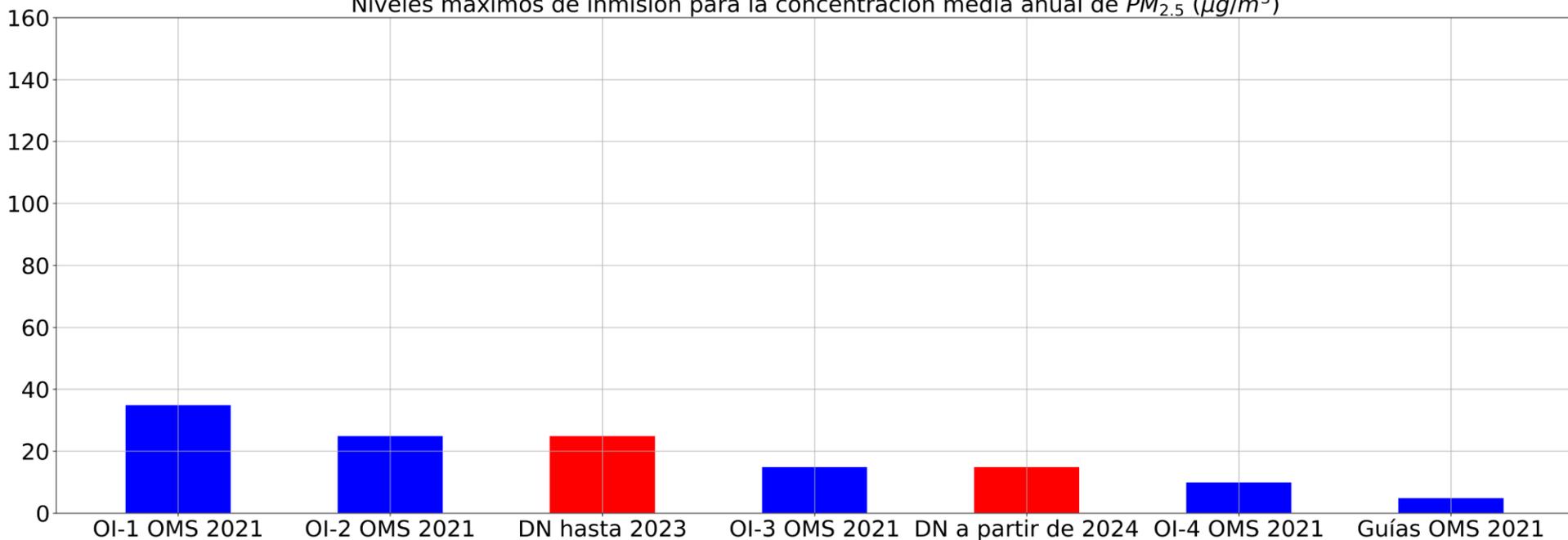
Niveles máximos de inmisión para la concentración media diaria de PM_{10} ($\mu g/m^3$)



■ Para Buenos Aires: 150 $\mu g/m^3$.

MARCO NORMATIVO NACIONAL

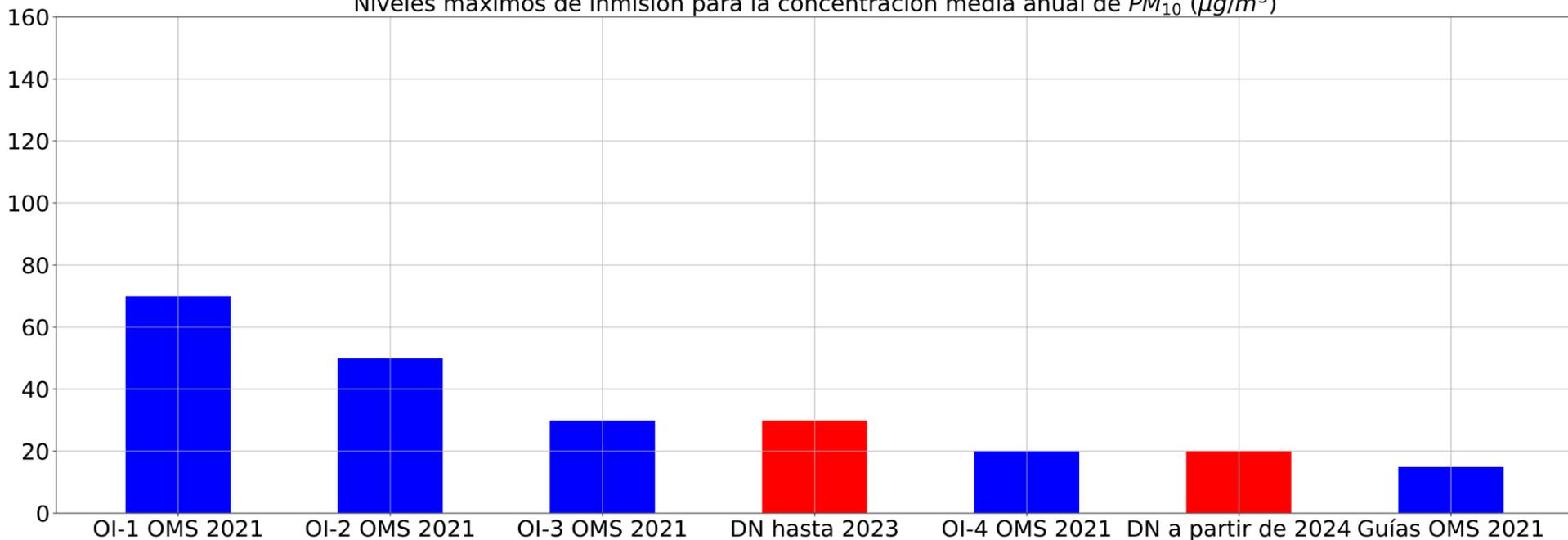
Niveles máximos de inmisión para la concentración media anual de $PM_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



■ Para Buenos Aires: 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

MARCO NORMATIVO NACIONAL

Niveles máximos de inmisión para la concentración media anual de PM_{10} ($\mu g/m^3$)



■ Para Buenos Aires: $50 \mu g/m^3$.

MARCO NORMATIVO NACIONAL

- Estándares de emisión de fuentes fijas (Decreto 135/021 de Mayo 2021):
 - ❖ Los estándares de emisión constituyen límites máximos permisibles de emisiones de gases y partículas al aire producidas por fuentes fijas.
 - ❖ Se entiende como fuente fija la edificación o instalación, donde se realizan operaciones que dan origen a la emisión de contaminantes al aire por una chimenea, o lo que oficie como tal para la evacuación de los gases o partículas.
 - ❖ Con el objeto de preservar la calidad del aire, cuando el Ministerio de Ambiente constate que no se cumplen los estándares de calidad de aire, exigirá las medidas adicionales necesarias a tomar, sin perjuicio del cumplimiento de los estándares de emisión.

MARCO NORMATIVO NACIONAL

- Estándares de emisión de fuentes fijas (Decreto 135/021 de Mayo 2021):
 - ❖ Los estándares serán de aplicación sobre toda instalación fija que tenga algún tipo de emisiones a la atmósfera, exceptuando los emisores del sector residencial y pequeños emisores. Se entiende por pequeños emisores, del sector de servicios y comercios, a los procesos de combustión con potencia térmica inferior a 0.5 MW, y a los emprendimientos de los restantes ramos que considere el Ministerio de Ambiente.
 - ❖ El cumplimiento de estos estándares se aplica a condiciones de operación en régimen, exceptuando situaciones transitorias de operación, paradas y arranques de unidades en el caso de procesos continuos. La tolerancia de salida de régimen será determinada en cada caso. Los procesos batch deberán cumplir con los estándares de emisión durante todo el período en que se encuentren en funcionamiento.

MARCO NORMATIVO NACIONAL

- Estándares de emisión de fuentes fijas (Decreto 135/021 de Mayo 2021):
 - ❖ En casos particulares, el Ministerio de Ambiente podrá disminuir las exigencias establecidas para las emisiones, si a su criterio el interesado demuestra que las mismas no provocan impactos significativos al ambiente.
 - ❖ Los valores límite están expresados en condiciones normales de presión y temperatura (101.3 kPa y 273.15 K), y en base seca.
 - ❖ El monitoreo de las emisiones se hará de modo continuo o discreto dependiendo del tipo de rubro considerado y/o del porte del emprendimiento.

MARCO NORMATIVO NACIONAL

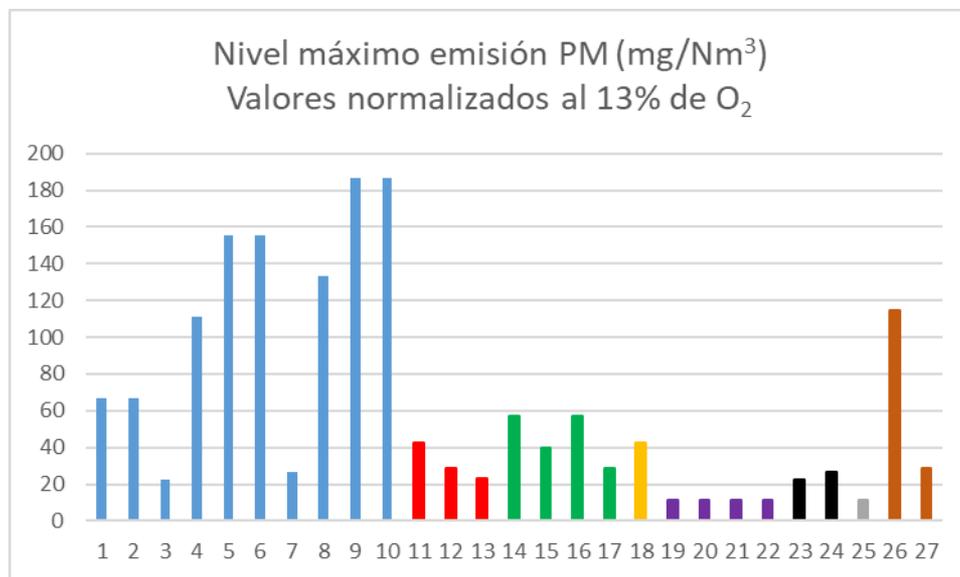
- Estándares de emisión de fuentes fijas (Decreto 135/021 de Mayo 2021):
 - ❖ Los métodos de referencia estándar a utilizar en los monitoreos, deberán ser aquellos validados a nivel internacional, hasta tanto el Ministerio de Ambiente no apruebe normativa específica al respecto. En la Resolución Ministerial 916/2022, dicho Ministerio publicó un listado de metodologías de monitoreo aceptadas.
 - ❖ Los responsables de fuentes de emisión fijas deberán diseñar los ductos de emisión de modo de permitir la realización de monitoreos en condiciones estándar.
 - ❖ Si bien no se establecen dentro de la presente norma límites cuantificables para el control de emisiones difusas de contaminantes, se podrán establecer límites máximos para emisiones difusas de compuestos orgánicos volátiles.

MARCO NORMATIVO NACIONAL

- Estándares de emisión de fuentes fijas (Decreto 135/021 de Mayo 2021):
 - ❖ Se definen los siguientes niveles de tolerancia:
 - ❖ Monitoreos continuos: el 90 % de todos los valores medios diarios de un año deben cumplir los estándares de emisión. Ningún valor medio diario puede exceder en 130 % el estándar de emisión.
 - ❖ Monitoreos discretos: el valor límite de emisión corresponde al estándar de emisión. Al momento del monitoreo, los emprendimientos deberán estar operando como mínimo al 90 % de la capacidad de operación promedio de los últimos 12 meses.

MARCO NORMATIVO NACIONAL

- Estándares de emisión de fuentes fijas (Decreto 135/021 de Mayo 2021):



- Generación de energía
- **Fabricación de clinker y cal, y co-procesamiento en hornos de Clinker**
- **Fabricación de pasta de celulosa y papel**
- **Producción de ácido fertilizantes**
- **Refinación de petróleo**
- **Producción primaria y secundaria de metales y acería**
- Incineradores de residuos (quedan excluidos los residuos sanitarios para los que se aplican los estándares incluidos en el Decreto 586/009)
- **Otros emisores**

MARCO NORMATIVO NACIONAL

- Estándares de emisión de fuentes móviles (Decreto 135/021 de Mayo 2021):
 - ❖ Los estándares de emisión son los valores máximos de gases y partículas que un motor o vehículo puede emitir bajo condiciones normalizadas.
 - ❖ Este Decreto no regula las emisiones marítimas ni aéreas.
 - ❖ En función de la evolución de la calidad del combustible, podrán adoptarse estándares de emisión más exigentes en el futuro.

MARCO NORMATIVO NACIONAL

- Estándares de emisión de fuentes móviles (Decreto 135/021 de Mayo 2021):
 - ❖ Para los vehículos en circulación se implementarán acciones para disminuir sus emisiones atmosféricas.
 - ❖ Para los vehículos livianos, las normas se definen en mg/km, mientras que para los vehículos pesados se definen según la potencia del motor en g/kWh y por lo tanto no son comparables.

MARCO NORMATIVO NACIONAL

- Estándares de emisión de fuentes móviles (Decreto 135/021 de Mayo 2021):

Tabla 14. Categorías de vehículos automotores ^{(1) (2)}

Categoría	Tipo	Ruedas	Asientos	Peso ⁽⁴⁾ PBT	Masa de referencia ⁽⁵⁾	
					Livianos	Pesados
M	Para transporte de pasajeros	≥ 4	-	-	≤ 2610 kg	> 2610 kg
M1		-	≤ 8 ⁽³⁾	-		
M2		-	> 8 ⁽³⁾	≤ 5 toneladas		
M3		-	> 8 ⁽³⁾	> 5 toneladas	-	Todos
N	Para transporte de carga	≥ 4	-	-	≤ 2610 kg	> 2610 kg
N1		-	-	≤ 3,5 toneladas		
N2		-	-	> 3,5 toneladas ≤ 12 toneladas		
N3		-	-	> 12 toneladas	-	Todos

(1) Por vehículo automotor se entiende todo vehículo autopropulsado, apto para circular por carretera, que se mueve por sus propios medios, que posee por lo menos cuatro ruedas y un sistema de dirección propia, que sirve directamente para el transporte de personas y/o cargas o para tracción de otros vehículos sin motor.

(2) La categorización se basa en la resolución consolidada de las Naciones Unidas sobre la construcción de vehículos (ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.6).

(3) Además del asiento del conductor.

(4) Por peso bruto total o PBT, se entiende el peso máximo del vehículo, constituido por la suma de la tara más su carga útil; siendo la tara el peso propio del vehículo, considerando incluido en él, el peso de los fluidos y del combustible contenido en el depósito (que estará lleno hasta el 90% de su capacidad como mínimo), de las herramientas, accesorios, ruedas de auxilio, extintor de incendio y demás equipamientos necesarios para su funcionamiento, sin conductor, ni pasajeros ni carga; y, la carga útil, la capacidad de carga del vehículo, incluyendo el peso de los usuarios.

(5) Por masa de referencia se entiende la tara del vehículo, incrementada en un valor uniforme de 100 kg.

MARCO NORMATIVO NACIONAL

- Estándares de emisión de fuentes móviles (Decreto 135/021 de Mayo 2021):
 - ❖ Vehículos nuevos con motor de encendido por chispa (gasolina):

Tabla 15. Estándares de emisión para vehículos con motor de encendido por chispa ⁽¹⁾						
Categoría	Masa de referencia (kg)	Emisiones de escape (mg/km)				
		CO	HCT	NO _x	NMHC	MP ^{(2) (3)}
M	Todas	1000	100	60	68	5
N1	≤ 1305	1000	100	60	68	5
N1	> 1305 y ≤ 1760	1810	130	75	90	5
N1	> 1760	2270	160	82	108	5
N2		2270	160	82	108	5

(1) Corresponden a los estándares del Reglamento (CE) N° 715/2007 (Euro 5).

(2) Aplicable sólo a vehículos con motores de inyección directa.

(3) 4,5 mg/km utilizando el procedimiento de medición de partículas desarrollado por UN/ECE.

MARCO NORMATIVO NACIONAL

- Estándares de emisión de fuentes móviles (Decreto 135/021 de Mayo 2021):
 - ❖ Vehículos livianos (masa menor o igual a 2610 kg) nuevos con motor de encendido por compresión (gasoil):

Categoría	Masa de referencia (kg)	Emisiones de escape (mg/km)			
		CO	HC + NO _x	NO _x	MP
M	Todas	500	230	180	5
N1	≤ 1305	500	230	180	5
N1	> 1305 y ≤ 1760	630	295	235	5
N1	> 1760	740	350	280	5
N2	≤ 2610	740	350	280	5

(1) Corresponden a los estándares del Reglamento (CE) N° 715/2007 (Euro 5).

MARCO NORMATIVO NACIONAL

- Estándares de emisión de fuentes móviles (Decreto 135/021 de Mayo 2021):
 - ❖ Vehículos pesados (masa mayor a 2610 kg) nuevos con motor de encendido por compresión (gasoil):

Tabla 17. Estándares de emisión para vehículos pesados con motor de encendido por compresión ⁽¹⁾						
Test	Emisiones de escape					
	CO (g/KWh)	HC (g/KWh)	NMHC (g/KWh)	NO_x (g/KWh)	MP (g/KWh)	HUMOS (m ⁻¹)
ESC ⁽²⁾	1.5	0.46	-	2.0	0.02	0.5
ETC ⁽³⁾	4.0	-	0.55	2.0	0.03	-

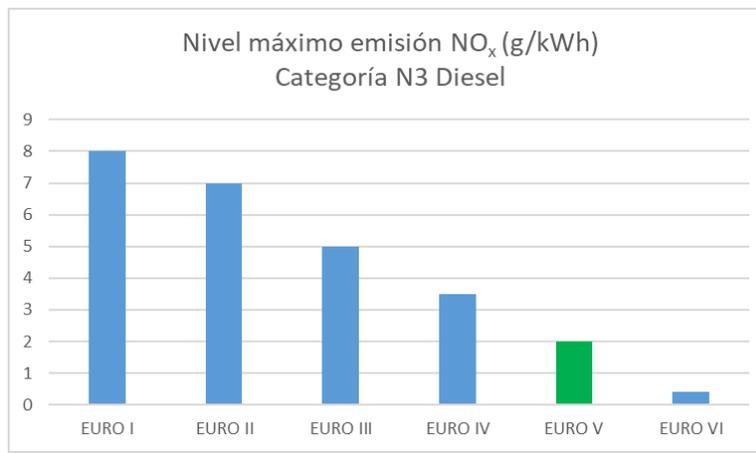
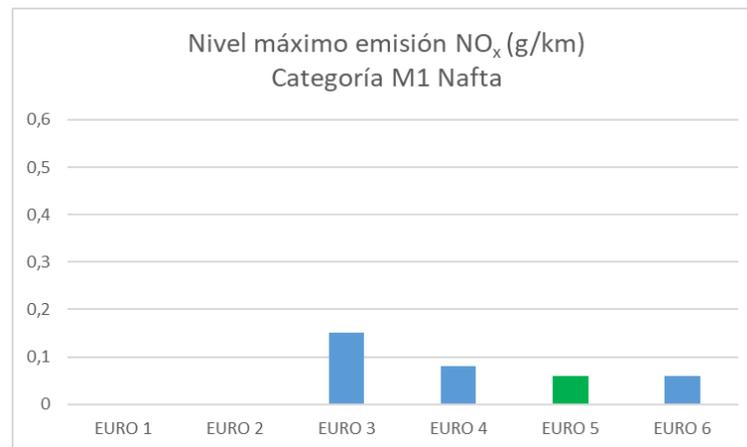
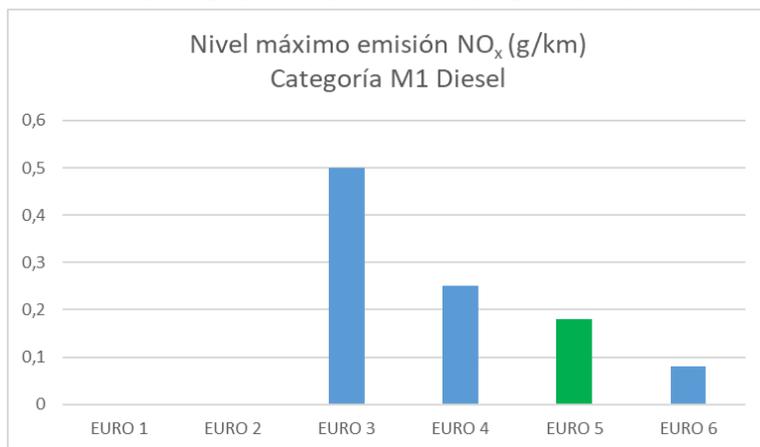
(1) Corresponden a los estándares de la Directiva N° 2005/55/CE (Euro V).

(2) Corresponde a Ciclo Estacionario Europeo, de acuerdo a la Directiva N° 2005/55/CE.

(3) Corresponde a Ciclo Transitorio Europeo, de acuerdo a la Directiva N° 2005/55/CE.

MARCO NORMATIVO NACIONAL

■ Evolución normativa en la Unión Europea:



MARCO NORMATIVO NACIONAL

- **Decreto 111/008:** a partir del 1° de julio de 2008, la Dirección Nacional de Transporte del MTOP no expedirá certificados de Necesidad de Importación ni registrará y habilitará vehículos pesados 0 km con motores de ciclo Diésel, destinados al transporte de pasajeros y cargas, si las emisiones de gases y partículas, y la opacidad de los humos procedentes de sus motores, no cumplen con los valores límite establecidos en la Directiva 98/69/CE de la Unión Europea (Norma EURO III), o en la norma EPA 98. **El nuevo Decreto es más exigente que esta normativa.**
- **Decreto 586/009:** los sistemas de tratamiento de residuos sanitarios basados en la tecnología de incineración, deberán ajustar sus emisiones a la atmósfera a los límites máximos permitidos, a excepción de aquellos parámetros que se hubieran modificado en las autorizaciones correspondientes.

MARCO NORMATIVO NACIONAL

- Capacidad nominal: suma de las capacidades de incineración de los hornos que componen la instalación.
- Se incluyen algunos de los contaminantes regulados.
- Los valores expresados en mg/m^3 , son miligramos de contaminante por metro cúbico de gas seco en condiciones estándar ($T = 0^\circ \text{C}$, $p = 1 \text{ atm}$) corregidos al 7 % de O_2 .

Contaminante	Límite de emisión- Capacidad nominal menor de 90 kg/h	Límite de emisión- Capacidad nominal mayor de 90 kg/h
PM	40 mg/m^3	20 mg/m^3
CO	25 ppmv	25 ppmv
SO ₂	30 ppmv	20 ppmv
NO _x	210 ppmv	210 ppmv

MARCO NORMATIVO NACIONAL

- Guías de la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA):
 - ❖ Brindar lineamientos generales a tener en cuenta en la definición de monitoreos de partículas (PM_{10} , $PM_{2.5}$) en el entorno de los emprendimientos que procesan granos.
 - Muestreos discretos y en **zona urbana o suburbana**:

Grano	Capacidad de secado (toneladas/hora)	Muestreos mínimos	
		Zafra	Fuera de zafra
Arroz	≤ 90	2	2
	> 90	4	2
Soja, Maíz, Girasol, Sorgo Trigo, Cebada u otros	≤ 90	2	1
	> 90	3	2

MARCO NORMATIVO NACIONAL

- Guías de la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA):
 - ❖ Brindar lineamientos generales a tener en cuenta en la definición de monitoreos de partículas (PM_{10} , $PM_{2.5}$) en el entorno de los emprendimientos que procesan granos.
 - Muestreos discretos y en **zona rural**:

Grano	Capacidad de secado (toneladas/hora)	Muestreos mínimos	
		Zafra	Fuera de zafra
Arroz	≤ 90	2	1
	> 90	2	2
Soja, Maíz, Girasol, Sorgo Trigo, Cebada u otros	≤ 90	1	1
	> 90	2	1

MARCO NORMATIVO NACIONAL

- Guías de la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA):
- ❖ Brindar lineamientos generales a tener en cuenta en la definición de monitoreos de partículas (PM_{10} , $PM_{2.5}$) en el entorno de los emprendimientos que procesan granos.
 - Cuando el monitoreo sea continuo, las mediciones deberán contemplar campañas de medición de una semana como mínimo, considerando que cuanto más extendidas estén las mediciones en el período de estudio (zafra/no zafra) mejor representado estará ese período. Las mediciones en zafra deberán concentrarse en los períodos de mayor producción/operación.
 - **Información a incluir en los reportes:** Mapa del sitio (número y categoría de padrón, ubicación de equipos de monitoreo); Equipamiento utilizado (marca, modelo, procedimiento de medición, límite de detección, rango de lectura, estado de calibración); Parámetro(s) monitoreado(s); Fechas de monitoreo con hora de inicio y finalización del mismo; Condiciones meteorológicas durante cada periodo de muestreo (incluyendo dirección y velocidad del viento, rosa de vientos para monitoreo continuo); Estado de procesos y operación industrial durante los muestreos y otras observaciones si las hubiera; Rosa de contaminación de cada parámetro registrado (puede ser un gráfico radial que vincule la dirección del viento con las concentraciones); Análisis y evaluación del cumplimiento de las condiciones establecidas por la administración (por ejemplo: Resolución Ministerial de la autorización correspondiente) incluyendo los valores de calidad de aire aplicables en función de las pautas/condiciones de carácter general vigentes.

MARCO NORMATIVO NACIONAL

- Guías de la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA):
 - ❖ Contribuir al criterio de decisión en lo que respecta a la ubicación e instalación de equipos de monitoreo de contaminantes atmosféricos para la evaluación de la calidad de aire.
 - Localización del sitio de monitoreo en función de los objetivos del muestreo:
 - ❑ Determinar las concentraciones de ciertos contaminantes como información general o en zonas de interés particular.
 - ❑ Determinar el impacto significativo de una fuente o varias en la calidad de aire.
 - ❑ Mediciones de contaminantes generados por fuentes móviles.

MARCO NORMATIVO NACIONAL

- Guías de la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA):
- ❖ Contribuir al criterio de decisión en lo que respecta a la ubicación e instalación de equipos de monitoreo de contaminantes atmosféricos para la evaluación de la calidad de aire.
 - Otros criterios de localización del sitio de monitoreo:
 - ❑ Zona urbana/suburbana/rural (población susceptible de la zona (hospitales, escuelas); zonas de aglomeración de personas (centros comerciales, plazas, clubes deportivos); edificaciones cercanas).
 - ❑ Velocidad y dirección predominante del viento (preferentemente registradas a 10 m de altura).
 - ❑ Existencia y características de fuentes emisoras adicionales a la que se está evaluando.

MARCO NORMATIVO NACIONAL

- Guías de la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA):
 - ❖ Contribuir al criterio de decisión en lo que respecta a la ubicación e instalación de equipos de monitoreo de contaminantes atmosféricos para la evaluación de la calidad de aire.
 - La definición de la ubicación de los equipos deberá estar acompañada, siempre que sea posible, de un modelo de dispersión que justifique la propuesta. Esta modelación deberá tener en cuenta las condiciones meteorológicas en el lugar o en una zona igualmente representativa de donde se tengan datos disponibles para tal fin.

MARCO NORMATIVO NACIONAL

Criterios de caracterización de lugar a evaluar para la instalación de monitores

Parámetros	Criterio	1	2	3	4	5
Operativos	Seguridad	Muy inseguro	Inseguro	Regular	Seguro	Muy seguro
	Conexión eléctrica	No disponible	Disponible de baja confiabilidad	Confiable pero difícilmente disponible	Muy confiable y disponible con restricciones	Muy confiable y disponible sin restricciones
	Accesibilidad	Problemas de acceso al sitio	Acceso dificultoso y con horarios restringidos	Acceso normal pero con horarios limitados	Acceso fácil pero con horarios limitados	Acceso fácil y sin restricciones de horario
	Propiedad del sitio (*)	Privado conflictivo	Público conflictivo	Privado no conflictivo	Público no municipal ni estatal	Público municipal o estatal
Técnicos	Arbolado	Muy profuso. Más de 10 árboles de más de 3 m a menos de 30 m	Profuso. Hasta 10 árboles de más de 3 m a menos de 30 m	Escaso	Poco crecimiento arbóreo de menor altura	Ningún árbol a menos de 10 m
	Edificación	Muy importante. Más de 10 edificios con alturas de 5 m a menos de 30 m	Importante. Hasta 10 edificios con alturas de entre 5 a 30 m	Casas bajas y algún edificio a menos de 10 m	Casas bajas y algún edificio a menos de 30 m	Ningún edificio en 30 m
	Altura	Mayor a 10 m Menor a 1.5 m	5 m	4 m	3 m	1.5 m - 2 m

(*) Aplicable solamente a organismos públicos.

MARCO NORMATIVO NACIONAL

- Guías de la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA):
- ❖ Contribuir al criterio de decisión en lo que respecta a la ubicación e instalación de equipos de monitoreo de contaminantes atmosféricos para la evaluación de la calidad de aire.
 - Una valoración total de 22 con un mínimo de 3 en cada uno de los criterios (sin contar (*)) sería suficiente para seleccionar un sitio como posible sitio de monitoreo.

MARCO NORMATIVO NACIONAL

- Guías de la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA):
- ❖ Definir una guía para realizar el tratamiento estadístico descriptivo de los datos registrados en monitoreos continuos de calidad de aire.
 - El promedio horario se realizará en base a la resolución temporal del analizador. Es decir, si el analizador efectúa registros por minuto, el promedio horario se calculará en caso de presentar al menos el 75 % de las mediciones en esa hora (45 datos válidos si no se realizaron operaciones de calibración). En el caso del promedio de las 8 hs móviles o el promedio diario, se promediarán los datos horarios válidos si los mismos superan o son iguales al 75 % de los datos totales. Se aplicará el mismo criterio para el promedio anual, tomando para el cálculo los promedios diarios.

MARCO NORMATIVO NACIONAL

- Guías de la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA):
 - ❖ Definir una guía para realizar el tratamiento estadístico descriptivo de los datos registrados en monitoreos continuos de calidad de aire.
 - Los status definen la calidad del dato para que este sea utilizado posteriormente como información válida. Los únicos datos que son válidos para realizar cálculos estadísticos son los correspondientes a los status de valores numérico "1 (Válido)" y "2 (Límite de detección)"

Calidad del dato	Valor numérico
Válido	1
Calibración zero	33
Calibración span	34
Calibración multipunto	35
Erróneo	-999
Mantenimiento	50
Límite de detección	2

MARCO NORMATIVO NACIONAL

- Guías de la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA):
 - ❖ Definir una guía para realizar el tratamiento estadístico descriptivo de los datos registrados en monitoreos continuos de calidad de aire.
 - Rango temporal para el cálculo de los valores medios horarios, diarios y anuales de cada contaminante:

Contaminante	1 hora	8 horas móviles	24 horas	Anual
Contaminante x	00:00 - 00:59	00:00-07:59	00:00 - 23:59	01/01/yyyy 00:00 - 31/12/yyyy 23:59

MARCO NORMATIVO NACIONAL

- Guías de la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA):
- ❖ Definir una guía para realizar el tratamiento estadístico descriptivo de los datos registrados en monitoreos continuos de calidad de aire.
 - Variables meteorológicas: para la realización de cálculos de las variables meteorológicas debe preverse que las mismas tengan status "I" y que en cada caso se posea el 75 % de los registros disponibles.

MARCO NORMATIVO DEPARTAMENTAL

- En Montevideo, la Intendencia estableció, a través de una resolución del Servicio de Instalaciones Mecánicas y Eléctricas del Departamento de Desarrollo Ambiental del 4 de junio de 1993, un conjunto de estándares de calidad de aire.
- Algunos de estos valores perdieron su vigencia luego de la sanción del Decreto visto anteriormente, ya que son menos restrictivos que los que allí figuran.
- A diferencia del Decreto recientemente sancionado, en esta normativa figuran estándares para PST (nivel máximo diario: $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$; nivel máximo anual: $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

MARCO NORMATIVO DEPARTAMENTAL

- Índices de calidad de aire:
 - ❖ Se utilizan para informar el estado de la calidad de aire a la población de manera simple.
 - ❖ Se obtienen a partir de los valores de concentración de los contaminantes atmosféricos registrados.
 - ❖ El índice de una estación de monitoreo será el peor índice obtenido para todos los contaminantes registrados.

MARCO NORMATIVO DEPARTAMENTAL

- Índice de Calidad de Aire de Montevideo (ICAire):
 - ❖ Se asocian a una estación de monitoreo y a un período de medición.
 - ❖ Tiene carácter informativo, no predictivo (se basa en mediciones ya realizadas).

CATEGORÍAS	PM 2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	O ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	TRS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
MUY BUENA	0-15	0-45	0-60	0-40	0-10	0-3,0	0-4500
BUENA	16-25	46-50	61-80	41-75	11-20	3,1-5,0	4501-7000
MODERADA	26-35	51-75	81-100	76-200	21-50	5,1-7,0	7001-10000
REGULAR	36-75	76-150	101-160	201-500	51-125	7,1-11,0	10001-15000
MALA	>75	>150	>160	>500	>125	>11,0	>15000

EJERCICIO

- Estación Curva de Maroñas:
- ❖ Utilizando los datos de monitoreo proporcionados, determinar el ICAire de la Estación para el día 1/8/2018.

