

Compendio Estadístico del Sistema de Monitoreo Atmosférico de la ZMVM

1986 - 2003

Presentación

A finales del año 2000 se conjuntaron los esfuerzos destinados a la operación de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (**RAMA**), de la Red Meteorológica (**REDMET**), de la Red Manual de Monitoreo Atmosférico (**REDMA**) y de la Red de Depósito Atmosférico (**REDDA**), para consolidar el Sistema de Monitoreo Atmosférico de la ZMVM, el cual tiene entre sus objetivos llevar a cabo la vigilancia y evaluación del estado que guarda la calidad del aire de manera continua y permanente, con el propósito de mantener informada a la sociedad para proteger su salud y coadyuvar en la toma de decisiones para la prevención y control de la contaminación del medio ambiente.

La Red Automática de Monitoreo Atmosférico, comenzó a operar con su actual configuración a partir de 1986. Actualmente está integrada por 32 estaciones remotas equipadas con equipo automático, de las cuales 15 forman parte de la Red Meteorológica¹. La Red Manual cuenta con 19 estaciones remotas equipadas con equipo manual. La Red de Depósito Atmosférico cuenta con 16 estaciones remotas equipadas con colectores semiautomáticos (depósito húmedo y seco)². Es importante mencionar que el número de sitios que opera la REDMA y la REDDA puede cambiar de año en año debido a las prioridades definidas por programas de monitoreo anteriores.

Los parámetros que se determinan actualmente en el Sistema de Monitoreo Atmosférico de la ZMVM son:

- RAMA mide las concentraciones horarias de los contaminantes criterio³: ozono (O₃), bióxido de nitrógeno (NO₂), monóxido de carbono (CO), bióxido de azufre (SO₂) y partículas menores a 10 micrómetros (PM₁₀).
- REDMET registra valores horarios de las variables meteorológicas; velocidad del viento (WSP), dirección del viento (WDR), humedad relativa (RH) y temperatura ambiente (TMP).
- REDMA registra las concentraciones de partículas suspendidas totales (PST), partículas menores a 10 micrómetros (PM₁₀), así como la concentración de metales en los filtros de partículas, como es el caso de plomo (Pb).
- REDDA colecta muestras de depósito seco y depósito húmedo (principalmente de agua de lluvia), en este último se determina el pH del agua de lluvia, la conductividad electrolítica (CE), concentraciones de aniones (nitratos, sulfatos y cloruros) y de cationes (amonio, calcio, magnesio, sodio y potasio).

En la Tabla 1 se presenta la relación de estaciones y los parámetros que se registran en el Sistema de Monitoreo Atmosférico de la ZMVM, mientras que la Tabla 2 muestra los parámetros y las unidades en que se registra cada parámetro. El Mapa 1 indica la ubicación de cada una de las estaciones del Sistema de Monitoreo Atmosférico en la ZMVM.

¹ 10 de las estaciones de la REDMET utilizan sensores de tipo electromecánico (WSP y WDR) y sensores de aluminio (TMP), el resto de las estaciones emplean sensores ultrasónicos (WSP y WDR) y sensores tipo termistor (TMP) y capacitivo (RH).

² A partir de 1997 se comenzaron a reemplazar los equipos convencionales de depósito total por equipos semiautomáticos de depósito (húmedo y seco).

³ Se denominan contaminantes criterio del aire a aquellas sustancias presentes en el aire ambiente que son abundantes, se encuentran en todas partes y para los cuales se han establecido concentraciones máximas permisibles (normas para protección de la salud) arriba de los cuales se tienen efectos nocivos a la salud reconocidos. Los contaminantes criterio actuales son el ozono, el bióxido de azufre, el monóxido de carbono, el bióxido de nitrógeno, las partículas suspendidas totales, las partículas menores a 10 micrómetros y el plomo en filtros de partículas.

Tabla 1. Relación de parámetros registrados por las estaciones del Sistema de Monitoreo Atmosférico de la ZMVM

Zona	Estación	Clave	Red Automática						Red Manual			Red de Depósito Atmosférico						
			O ₃	CO	SO ₂	NO ₂	NO _x	PM ₁₀	MET	PST	PM ₁₀	Pb	pH	CE	A	C		
NOROESTE	Vallejo	VAL																
	Tacuba	TAC																
	ENEP Acatlán	EAC																
	Azcapotzalco	AZC																
	Tlalnepantla	TLA																
	I.M.P.	IMP																
	Tultitlán	TLI																
	Atizapán	ATI																
	Legaria ^a	IBM																
	Laboratorio de Análisis Ambiental GDF-UNAM	LAA																
	Secretaría de Hacienda ^{b, d}	SHA																
NORESTE	Los Laureles	LLA																
	La Presa ^b	LPR																
	La Villa	LVI																
	San Agustín	SAG																
	Xalostoc ^a	XAL																
	Aragón	ARA																
	Netzahualcóyotl ^c	NET																
	Villa de las Flores	VIF																
	Chapingo ^{a, b, e}	CHA																
	Netzahualcóyotl Sur ^{a, b}	NTS																
CENTRO	Cerro del Tepeyac ^b	TEC																
	Lagunilla	LAG																
	Merced	MER																
	Hangares ^b	HAN																
	Benito Juárez	BJU																
	Insurgentes	MIN																
	Museo de la Cd. México ^{b, f}	MCM																
SUROESTE	Plaza de Sta. Catarina	PSC																
	Portales ^b	POT																
	Santa Ursula	SUR																
	Pedregal ^g	PED																
	Plateros	PLA																
	Cuajimalpa	CUA																
	Tlalpan	TPN																
	Lomas ^b	LOM																
Diconsa	DIC																	
Ecoguardas Ajusco Picacho ^a	EAJ																	

	Exconv. Desierto Leones	EDL																				
	Felipe Angeles ^{b,h}	FAN																				
	Museo Tecnológico de la CFE ^b	CFE																				
	San Nicolás Totolapan	SNT																				
SURESTE	Cerro de la Estrella ^a	CES																				
	UAM Iztapalapa ^b	UIZ																				
	Taxqueña ^b	TAX																				
	Tláhuac ⁱ	TAH																				
	CORENA	COR																				
	Milpa Alta	MPA																				

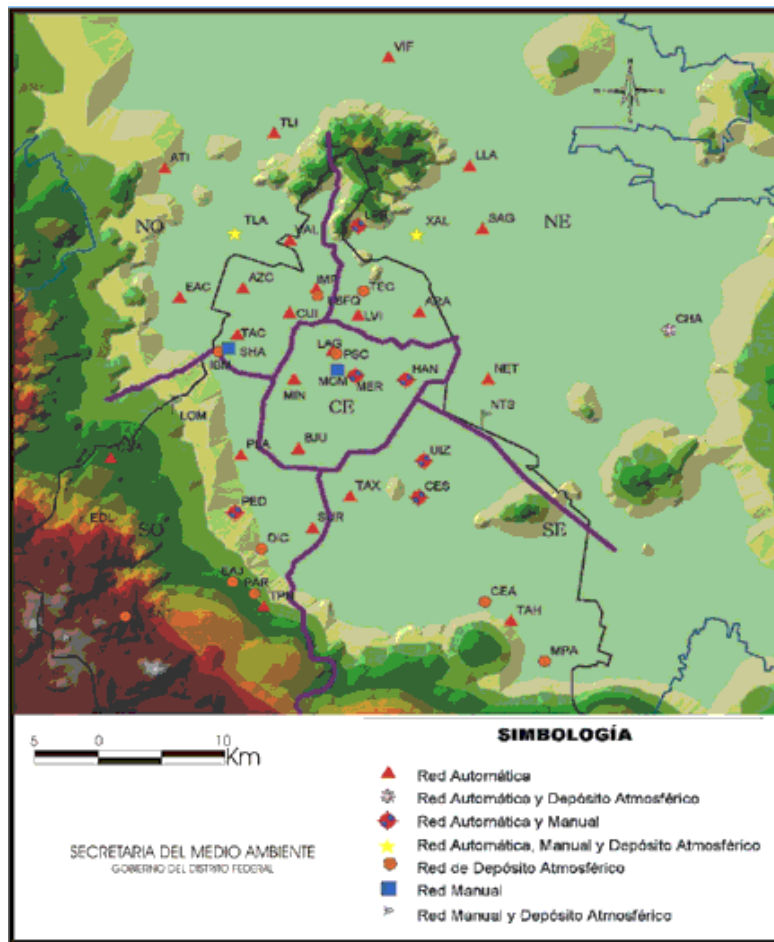
^{a/} Estación de la REDDA que actualmente no registra datos.	^{b/} Estación de la REDMA que actualmente no registra PST.
^{c/} Estación de la RAMA que actualmente no registra datos.	^{d/} SHA en la REDDA fue reubicado y nombrado como IBM.
^{e/} CHA en la RAMA actualmente no registra CO.	^{f/} MCM en la REDDA fue reubicado y nombrado como PSC.
^{g/} PED en la REDDA fue reubicado y nombrado como EDL.	^{h/} FAN en la REDDA fue reubicado y nombrado como DIC.
^{i/} TAH en la RAMA actualmente no registra CO, NO2 y NOX.	^{j/} XCH en la REDDA fue reubicada, nombrada CEA y nuevamente renombrada COR.

Tabla2. Parámetros y unidades de medición registrados en el Sistema de Monitoreo Atmosférico de la ZMVM.

SÍMBOLO	PARÁMETRO	UNIDADES	SÍMBOLO	PARÁMETRO	UNIDADES
O ₃	Ozono	ppm	A	Aniones (nitratos y sulfatos)	mg/l
SO ₂	Dióxido de azufre	ppm	C	Cationes (amonio, calcio, magnesio, sodio y potasio)	mg/l
NO ₂	Dióxido de nitrógeno	ppm	CE	Conductividad electrolítica	μS/cm
CO	Monóxido de carbono	ppm	MET	Parámetros meteorológicos	
PM10	Partículas menores a 10 micrómetros	μg/m ³	WSP	Velocidad del viento	m/s
PST	Partículas suspendidas totales	μg/m ³	TMP	Temperatura	°C
Pb	Plomo	μg/m ³	WDR	Dirección del viento	grados azimut
pH	Potencial hidrógeno	unidades pH	RH	Humedad relativa	%

ppm: partes por millón
 μg/m³: microgramos por metro cúbico
 mg/l: miligramos por litro
 μS/cm: microSiems por centímetro
 m/s: metros por segundo
 °C: grados centígrados
 %: porcentaje

Mapa 1. Localización de las estaciones del Sistema de Monitoreo Atmosférico de la ZMVM, 2003



Metodología

INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AIRE

Como se mencionó anteriormente, la información contenida en este documento facilita el trabajo de diversos sectores de la población interesados en el tema de la contaminación del aire. Para la gestión pública ésta información pueden visualizarse como indicadores del estado de la calidad del aire asociados a múltiples aspectos, como pueden ser la protección de la salud humana, la evaluación indirecta de programas y acciones de prevención y control, el daño a ecosistemas, el posicionamiento de la contaminación en la ZMVM a nivel internacional, etc.

Por lo anterior, esta información sienta las bases para el desarrollo de un sistema de indicadores dado que son medidas estadísticas que muestran cambios de uno o más parámetros relacionados a través del tiempo, que en algunos casos reflejan la tendencia de un parámetro determinado.⁴

En el caso de los indicadores asociados a la protección de la salud humana, la información de los contaminantes criterio se procesó en primera instancia con base a las normas oficiales mexicanas para protección de la salud. En la Tabla 3 se muestran los valores límite, criterios de exposición aguda y crónica, y tiempo de exposición para los contaminantes criterio.

La exposición aguda que se establece en estas normas se refiere a la exposición a concentraciones mayores al valor límite en un lapso corto de tiempo y la exposición crónica se refiere a la exposición a concentraciones mayores al valor límite en un lapso prolongado de tiempo.

Tabla 3. Normas Oficiales Mexicanas, Salud Ambiental.

CONTAMINANTE	Valores Límite			
	Exposición Aguda		Exposición Crónica	
	Concentración y tiempo promedio	Frecuencia máxima aceptable	Concentración y tiempo promedio	Frecuencia máxima aceptable
Ozono (O ₃) NOM-020-SSA1-1993	0.11 ppm(1 hora)	1 vez al año cada 3 años ^b	>0.08 ppm ^{/c} (máximo diario de promedios móviles de 8 horas)	>4 veces al año
Monóxido de Carbono (CO) NOM-021-SSA1-1993	11 ppm(máximo diario de promedios móviles de 8 horas)	1 vez al año	----	----
Bióxido de Azufre (SO ₂) NOM-022-SSA1-1993	0.13 ppm(24 horas)	1 vez al año	0.03 ppm(promedio anual)	----
Bióxido de Nitrógeno (NO ₂) NOM-023-SSA1-1993	0.21 ppm(1hora)	1 vez al año	----	-----
Partículas Suspendidas Totales (PST) NOM-024-SSA1-1993	260 µg/m ³ (24 horas)	1 vez al año	75 µg/m ³ (promedio anual)	----
Partículas menores a 10 micrómetros (PM10) NOM-025-SSA1-1993	150 µg/m ³ (24 horas)	1 vez al año	50 µg/m ³ (promedio anual)	----
Plomo (Pb) NOM-026-SSA1-1993	----	----	1.5 µg/m ³ (promedio de 3 meses)	----

^{/a} Publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 23 de dic. de 1994.

^{/b} En la modificación de la norma se plantea 1 vez al año, por publicarse en el Diario Oficial de la Federación.

^{/c} Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de agosto de 2002.

⁴ Adaptado de <http://www.banamex.com/esp/indicadores/glosario/bursatil/i.html>

Además del enfoque de protección de la salud humana, en este trabajo se presenta información procesada bajo diferentes perspectivas (indicadores) del problema de la contaminación del aire, para

complementar y facilitar su entendimiento. Los resultados de este procesamiento se presentan en dos escalas de tiempo, dependiendo de la información que proporciona cada una de las redes de monitoreo y del tipo de parámetro.

Debido a la importancia que tiene el ozono en la ZMVM por ser el contaminante criterio que rebasa con mayor frecuencia la norma de protección a la salud ante eventos de exposición aguda, la cual se evalúa por medio de la concentración máxima diaria, en este compendio se presentan indicadores para estimar la Exposición Total Diaria y la Exposición Promedio Diaria. La Exposición Total Diaria combina la concentración y el tiempo de exposición al contaminante en el aire ambiente.

La Exposición Total Diaria se obtiene considerando aquellos datos horarios de O₃ mayores al valor normado ([O₃]_{hr} > 0.110 ppm), siendo la diferencia entre ambos la exposición a esa hora ([O₃]_{hr} - 0.110), de tal manera que la exposición total en un día (ver ejemplo en la Figura 1) se obtiene como la suma de todas las diferencias para valores que exceden la norma.

$$Exp. Total_{da} = \sum_{[O_3] > 0.110} ([O_3] - 0.110)$$

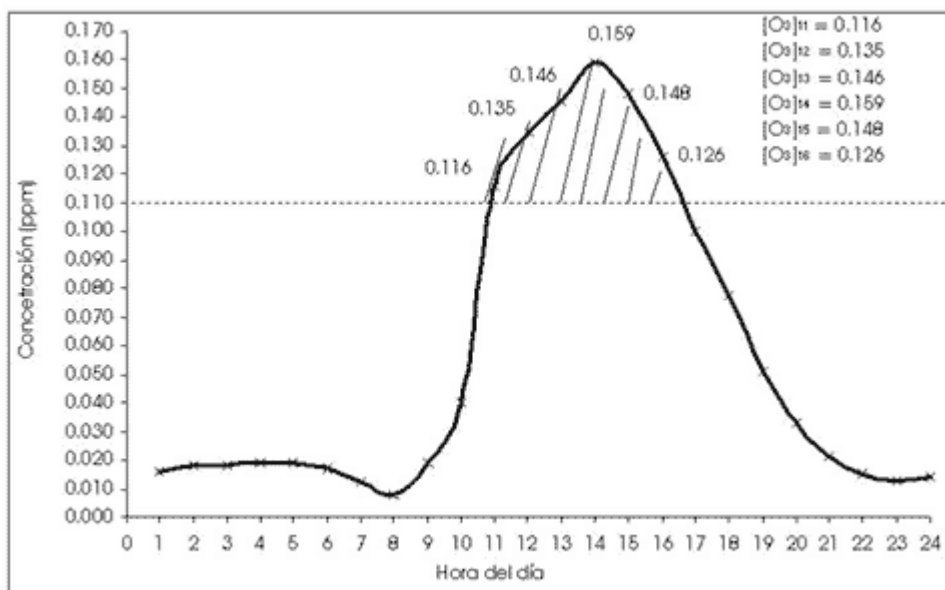
A partir de este resultado se obtiene la Exposición Promedio Diaria, es decir, la exposición total diaria ponderada por el número de horas del día en que el valor de O₃ es mayor al valor normado. De esta forma y para los fines de este compendio, se construyeron bases de datos anuales para la Exposición Total Diaria y la Exposición Promedio Diaria por estación de monitoreo.

$$Exp. Prom_{da} = \frac{Exp. Total_{da}}{\text{horas del día que se excede la norma}}$$

En el ejemplo de la Figura 1 son seis las horas con valores mayores a el valor normado, por lo cual la exposición promedio en este ejemplo se calcula como:

$$Exp. Prom_{da} = \frac{(0.116 - 0.110) + (0.135 - 0.110) + (0.146 - 0.110) + (0.159 - 0.110) + (0.148 - 0.110) + (0.126 - 0.110)}{6} = 0.028 \text{ ppm}$$

Figura 1. Promedio superior al límite de Ozono



En la Tabla 4 se listan los parámetros estadísticos que conforman este compendio y que pueden visualizarse como indicadores, el tipo de fenómeno ambiental que pueden caracterizar y la escala de tiempo o base de datos de la cual provienen. En el siguiente apartado se explica la representación de cada uno de los parámetros o indicadores.

Tabla 4. Parámetros estadísticos o indicadores complementarios.

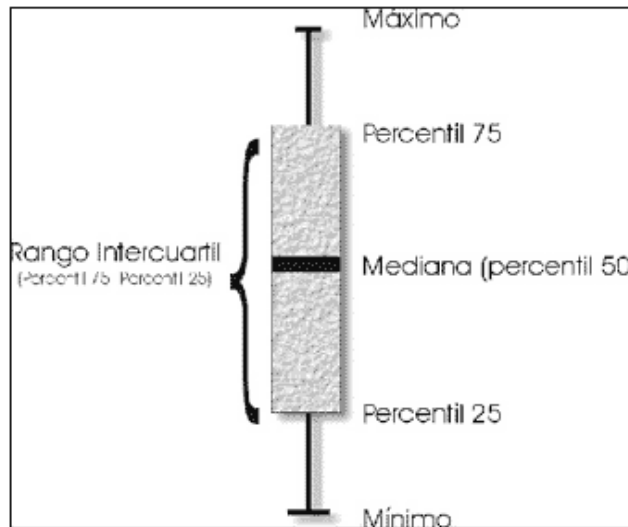
Parámetro Indicador	Descripción	Horario	Móviles	Diario	Promedio superior al límite
Medidas de localización anuales	Caracteriza una población de datos respecto a diferentes criterios (normas de salud, políticas, programas ambientales y urbanos, etc.) y fenómenos (temporalidad, patrones, niveles característicos de una región, etc.), ya que identifica en qué valores se concentran los datos.	*	*	*	*
Medida de dispersión anual	Evalúa la dispersión (variabilidad) de una población de datos a lo largo de un año y comparar en el tiempo.	*	*	*	*
Distribución de datos por intervalos	<>Muestra la frecuencia de valores de un parámetro en intervalos específicos, facilitando la evaluación de su comportamiento en el tiempo. Para los contaminantes criterio los intervalos se asocian a su norma de salud y múltiplos de la misma, para la meteorología se asocian a categorías generales, como es el caso de la rosa de vientos para la dirección del viento o la escala de Beaufort para la velocidad el viento (véase Tabla 5).	*	*	*	*
Perfil horario anual	Muestra el comportamiento del parámetro en el transcurso de un día típico, el cual puede asociarse con la evolución de las emisiones de contaminantes provenientes de actividades antropogénicas o la orografía de la ZMVM en el caso de los parámetros meteorológicos.	*			
Segundo valor máximo anual	Se obtiene solo en el caso del ozono y permite evaluar de manera alterna el cumplimiento de la norma de salud correspondiente. Evita la influencia de variables meteorológicas o eventos locales de contaminación.	*			

Las medidas de localización para los datos empleados en este compendio estadístico son la concentración máxima, la concentración mínima, la mediana o percentil 50, la moda, los percentiles 10, 25, 75, 90, 95 y 98. La Figura 2 permite explicar el tipo de información que proveen estos parámetros o indicadores.

Percentil. Señala un valor de concentración debajo del cual se encuentra un determinado porcentaje de datos ordenados por su magnitud. Por ejemplo, el valor del Percentil 75 señala la concentración a partir de la cual se encuentran tres cuartas partes del total, en tanto que el Percentil 25 señala la concentración a partir de la cual se encuentra una cuarta parte del total.

Mediana. Divide el conjunto de concentraciones ordenadas por su magnitud en dos grupos con igual número de datos. Esto significa que en la mitad de los días del año las concentraciones están por debajo del valor de este indicador. Es equivalente al Percentil 50.

Figura 2. Representación gráfica de algunos parámetros estadísticos (gráfica de "caja y bigotes" o boxplot).



Rango Intercuartil. Representa la diferencia entre el percentil 75 y el percentil 25, por lo que concentra el 50% de los datos alrededor de la mediana. Permite visualizar la variabilidad de la información, evitando la influencia de los casos extremos.

Caso extremo o caso atípico (outlier). Dada la variación de un fenómeno la mayoría de las observaciones se concentran alrededor de un punto (media o mediana), aquellos que se alejan considerablemente de éste, se consideran como datos atípicos, es decir datos que no ocurren frecuentemente y se alejan del resto.

Tabla 5. Intervalos asociados a características generales de ciertos parámetros que se miden en el Sistema de Monitoreo Atmosférico de la ZMVM.

Parámetro	Intervalos
pH en agua de lluvia	pH < 5.00 natural ⁵ : 5.0 <= pH <= 5.60 pH > 5.60
Temperatura (°C) Fuente: Glosario meteorológico SMN	helada: TMP < 2.5 frío: 2.5 <= TMP < 10 fresco: 10 <= TMP < 20 templado: 20 <= TMP < 30 caluroso: 30 <= TMP < 40 bochornoso: TMP >= 40
Velocidad del viento (m/s) Escala de Beaufort Fuente: CNA-IMTA	calma: 0.0 <= WSP < 0.3 ventolina: 0.3 <= WSP < 1.6 brisa muy débil o débil: 1.6 <= WSP < 5.5 brisa moderada o fresca: 5.5 <= WSP < 10.8 viento fresco o fuerte: 10.8 <= WSP < 17.2 viento duro o muy duro: 17.2 <= WSP < 24.5 temporal, borrasca o huracán: WSP >= 24.5
Dirección del viento (grados azimut) Rosa de vientos (16 rumbos)	N: 348.75 <= WDR < 11.25 NNE: 11.25 <= WDR < 33.75 NE: 33.75 <= WDR < 56.25 ENE: 56.25 <= WDR < 78.75 E: 78.75 <= WDR < 101.25 ESE: 101.25 <= WDR < 123.75 SE: 123.75 <= WDR < 146.25 SSE: 146.25 <= WDR < 168.75 S: 168.75 <= WDR < 191.25 SSO: 191.25 <= WDR < 213.75 SO: 213.75 <= WDR < 236.25 OSO: 236.25 <= WDR < 258.75 O: 258.75 <= WDR < 281.25 ONO: 281.25 <= WDR < 303.75 NO: 303.75 <= WDR < 326.25 NNO: 326.25 <= WDR < 348.75

5 El agua de lluvia por naturaleza es ácida, por lo cual se considera como valores naturales del pH del agua de lluvia el intervalo [5.00, 5.60].

CRITERIOS DE SUFICIENCIA DE INFORMACIÓN

Para garantizar la calidad en el procesamiento de la información que genera una estación de monitoreo, es necesario considerar que todo sistema de información es susceptible a la pérdida de registros, lo que deberá ser tomado en cuenta al presentar un parámetro o indicador. Por lo anterior, en términos generales se considera que la información de una estación de monitoreo será representativa para caracterizar cualquier fenómeno si cuenta al menos con tres cuartas partes de datos al año; sin embargo, con la finalidad de reportar la información acumulada por el Sistema de Monitoreo Atmosférico de la ZMVM durante el periodo de 1986 a 2003, en este compendio se consideró pertinente clasificar a las estaciones conforme su desempeño anual en cuanto a la suficiencia de información, definiéndose tres categorías: bueno cuando se cuenta con al menos el 75% de los datos del año, regular cuando se cuenta con más del 50% de los datos del año sin llegar a tener el 75% y malo cuando se cuenta con menos del 50% de datos del año.

Como se mencionó anteriormente, el Sistema de Monitoreo Atmosférico de la ZMVM integra información de los contaminantes criterio del aire, parámetros ambientales y meteorológicos en distintas escalas de tiempo. La **RAMA** y la **REDMET** generan información horaria durante todos los días del año, en tanto que la **REDMA** genera un muestreo de 24 horas cada 6 días y la **REDDA** genera un muestreo cada semana, y sólo en el caso de haberse presentado el fenómeno de lluvia se obtiene información del depósito húmedo. Es por esto que se requiere identificar claramente para cada estación de monitoreo el total de datos que se espera registrar anualmente, considerándose este total como el 100% esperado y así clasificar su desempeño.

A continuación se indica el número total de datos anuales que se espera registrar en cada estación de monitoreo, así como el número de datos que determina un desempeño bueno, regular o malo. En la Tabla 6 se presenta el número de datos asociados a cada categoría de desempeño anual.

-RAMA y REDMET: El total anual de datos horarios⁶ por estación de monitoreo debe ser en años bisiestos 8,784 (24 horas x 366 días) y en años no bisiestos 8,760 (24 horas x 365 días), por lo cual el 50% equivale a 4,392 y 4,380 registros al año, respectivamente, mientras que el 75% equivale a 6,588 y 6,570 registros al año respectivamente (Tabla 6).

-RAMA: El total anual de datos⁷ diarios por estación de monitoreo debe ser 366 en años bisiestos y 365 en años no bisiestos, por lo cual el 50% equivale a 183 y 182 registros al año respectivamente, mientras que el 75% equivale a 274 y 273 registros al año respectivamente (Tabla 6).

-REDMA: El total anual de muestreos⁸ por estación de monitoreo debe ser 61 al año (un registro cada 6 días), por lo cual el 50% equivale a 30 muestreos al año y el 75% equivale a 45 muestreos al año (Tabla 6).

-REDDA: Dado que el total de muestreos con información del depósito húmedo depende de que llueva en la estación de monitoreo, el número de muestreos anuales será el mínimo entre 52 (número de semanas en un año) y el total de muestreos con información del parámetro de mayor interés en esta red, es decir pH (Tabla 6).

Tabla 6. Total de información y porcentaje anual por estación del Sistema de Monitoreo Atmosférico de la ZMVM.

TIPO DE RED	TIPO DE DATOS	PORCENTAJE DE DATOS		
		50%	75%	100%
RAMA y REDMET	Horario	4392	6588	8784 (año bisiesto)
		4380	6570	8760 (año no bisiesto)
	Diario	183	274	366 (año bisiesto)
		182	273	365 (año no bisiesto)
REDMA	Muestreos de 24 horas	30	45	61
REDDA	Muestreos Semanales	mínimo entre 52 y total de muestras con datos de pH		

Con el propósito de visualizar fácilmente el desempeño anual de cada estación de monitoreo, en las tablas de resultados de este compendio se identifican de la siguiente manera las categorías de desempeño:

- Desempeño malo: celdas en color gris oscuro.
- Desempeño regular: celdas color gris claro.
- Desempeño bueno: celdas color blanco.

En el caso de los muestreos de la REDMA se emplearon los siguientes identificadores.

- Más del 100% de los muestreos esperados⁹: celdas en color blanco y tipo de letra cursiva.
- Falta de un mes de muestreos para el cálculo del promedio trimestral de plomo¹⁰: celdas en color gris oscuro.
- Falta de un mes de muestreos para el cálculo del promedio trimestral de plomo y más de 6 muestras por mes¹¹: celdas color gris oscuro y tipo de letra cursiva.

En la Tabla 7 se ilustra la apariencia de estos identificadores como aparecen en las tablas de resultados.

Tabla 7. Apariencia de los identificadores de desempeño que aparecen en las tablas de resultados

TIPO DE RED	APARIENCIA DE LA CELDA
Cualquier Red de Monitoreo	Desempeño malo: menos del 50% de información anual
	Desempeño regular: entre 50% y 75% de la información anual
	Desempeño bueno: al menos el 75% de la información anual
REDMA	Desempeño bueno con más del 100% de los muestreos del año
Promedios trimestrales de Pb en la REDMA	Desempeño malo: con falta de un mes de muestreos y no más de 11 muestreos en el trimestre
	Desempeño malo con falta de un mes de muestreos y más de 11 muestreos en el trimestre

⁶ Datos horarios: son los promedios que se obtienen cada hora en la RAMA y en la REDMET. De estos datos horarios se obtienen los datos móviles.

Datos móviles: son los promedios que integran datos de un periodo de tiempo definido, en el caso del promedio móvil de 8 horas para Ozono y Monóxido de Carbono, que se emplean en este compendio, se obtienen como el promedio del dato horario de interés con los de las 7 horas anteriores.

⁷ Datos diarios: en el caso de los datos provenientes de la RAMA, se entiende por dato diario el máximo dato horario de las 24 horas del día para Ozono, Bióxido de Nitrógeno y Óxidos de Nitrógeno y el máximo dato de los 24 promedios móviles diarios de Monóxido de Carbono, mientras que para Partículas Menores a 10 Micrómetros y Bióxido de Azufre el dato diario representa el promedio de los datos horarios de las 24 horas del día.

⁸ Muestreos: en el caso de los datos provenientes de la REDMA se entiende por muestreo el valor obtenido de la colecta de 24 horas cada 6 días, mientras que en el caso de la REDDA se entiende por muestreo el valor obtenido de la colecta de la semana.

⁹ En campañas específicas se monitoreo más de lo especificado en la norma, por lo cual se presentó más del 100% de registros esperados.

¹⁰ En ocasiones hace falta un mes completo de datos, sin embargo uno o dos meses presentan los 5 ó 6 muestreos totales del mes.

¹¹ En ocasiones hace falta un mes completo de datos, y alguno de los dos meses presentan más muestreos de los esperados por mes.

CRITERIOS DE DEPURACIÓN DE LA INFORMACIÓN

El proceso de depuración de la información del Sistema de Monitoreo Atmosférico de la ZMVM, se lleva a cabo con la finalidad de definir nuevos criterios para mejorar la representatividad de los parámetros o indicadores obtenidos; así como para homogeneizar los métodos de procesamiento de la información. Con el desarrollo de este proceso se establecieron las bases para que en el futuro la información de este sistema sea más confiable y de calidad.

En el caso de la RAMA y la REDMET que registran la información horaria en forma automática, es factible que se presenten valores inválidos como consecuencia de fallas en la operación de los instrumentos o en la transmisión de la información, cortes en la energía eléctrica o mantenimiento de los equipos; antes de utilizar las bases de datos se depuran todos aquellos registros fuera del rango que se etiquetaron como datos faltantes, valores negativos o fuera de rango.

Cabe mencionar que desde el segundo semestre del año 2001 se vienen modificando e instrumentando diversos procedimientos de control de calidad para la operación de los equipos de gases con el propósito de garantizar la validez de la información. En una primera etapa se modificó el procedimiento de verificación de la línea base del instrumento lo que garantiza los registros con valores cero en la base de datos. Es por esto que a partir de octubre de 2001 las bases de datos de O₃, NO₂, NO_x y SO₂ presentan datos con valor cero los cuales son correctos.

Dependiendo del parámetro, el criterio de depuración fue:

- Para el O₃, el NO₂ y el NO_x se obtiene el máximo diario si se cuenta al menos con el 75% de los registros de un día (es decir si se cuenta al menos con 18 de 24 horas con datos).
- Para el SO₂ y las PM₁₀ se obtiene el promedio diario si se cuenta al menos con el 75% de los registros de un día (es decir si se cuenta al menos con 18 de 24 horas con datos).
- Para el CO y O₃ se obtiene el promedio móvil de 8 horas si se cuenta al menos con el 75% de los registros en 8 horas consecutivas (es decir si se cuenta al menos con 6 de las 8 horas con datos). Se obtiene un promedio móvil por cada hora del día y de estos valores se obtiene el máximo diario si se cuenta al menos con el 75% de los promedio móviles del día (es decir si se cuenta al menos con 18 de las 24 horas).
- Para los parámetros meteorológicos, se verifica que el valor registrado esté en el intervalo de medición y que corresponda a los valores típicos según la época del año.
- La velocidad del viento se registraba en millas terrestres por hora hasta el 30 de marzo de 1995 y a partir del 1 de abril de 1995 se registra en metros por segundo, por lo que se transformó la información de millas a metros vía la equivalencia 1 milla terrestre = 1609 metros (1 milla/hr = 0.4469 m/s).
- Dado que la dirección del viento y la velocidad del viento se obtienen por medio de un promedio vectorial, es necesario que ambos sensores (velocidad y dirección del viento) operen correctamente, por lo cual en la base de datos si alguno de estos dos registros no es válido se anula el otro.

Por su parte, la información reportada por la REDMA y la REDDA actualmente proviene del Laboratorio de Análisis Ambiental GDF-UNAM, por lo cual dicha información ya presenta un control de calidad en el análisis de las muestras, sin embargo se aplican los siguientes criterios de depuración:

- En el caso de la REDDA, el tiempo de colecta de cada muestra es de 7 días, por lo cual las muestras con menos de 6 días o más de 8 días de colecta se consideran inválidas y se eliminan de los reportes generados en este compendio. Mientras que en la REDMA y de conformidad con la normatividad para PST (Norma Oficial Mexicana para control de la contaminación atmosférica NOM-035-ECOL-1993), se establece que las mediciones se realicen en períodos de 24 horas cada seis días o cada tres días; para las PM₁₀, aún cuando no hay una norma equivalente, se considera el mismo criterio.