



MÁSTER UNIVERSITARIO EN PREVENCIÓN DE RIESGOS
LABORALES

TITULO: CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LA CIUDAD DE MURCIA Y MEDIDAS DE ACTUACIÓN



DIRECTOR: ANTONIO FCO. J. CARDONA LLORENS

AUTORA: MARÍA JOSÉ FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ

FECHA DE ENTREGA 6 DE JULIO DE 2019



**INFORME DEL DIRECTOR DEL TRABAJO FIN MASTER DEL MASTER
UNIVERSITARIO EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES**

D. Manuel Miguel Jordán Vida, Tutor/a del Trabajo Fin de Máster, titulado *Contaminación atmosférica en la ciudad de Murcia y medidas de actuación*, realizado por la estudiante D^a. María José Fernández Rodríguez.

Hace constar que el TFM ha sido realizado bajo mi supervisión y reúne los requisitos para ser evaluado.

Fecha de la autorización: 14 de junio de 2019

Fdo.: Manuel Miguel Jordán Vidal
Tutor TFM



ÍNDICE

1.Introducción.	06
2.Objetivos.	09
3. Cuerpo del trabajo.	10
3.1 Datos geográficos de la Ciudad de Murcia.	10
3.2. Evolución de la población urbana y parque automovilístico en la Ciudad de Murcia.	11
3.3. Principales contaminantes y niveles máximos establecidos.	12
3.3.1. Partículas PM.	12
3.3.2. Ozono.	13
3.3.3. Dióxido de nitrógeno.	15
3.3.4. Dióxido de azufre.	16
3.3.5. Compuestos orgánicos volátiles.	16
3.4. Contaminantes y enfermedades más frecuentes	18
3.4.1 Fisiología de la respiración.	19
3.4.2. Efectos sobre la salud de los principales contaminantes.	19
3.4.2.1 PM ₁₀ Y PM _{2,5} .	19
3.4.2.2. Compuestos orgánicos volátiles (COV).	29
3.4.2.3 Ozono	30
3.4.3. Rutas fisiopatológicas de los efectos cardiovasculares por inhalación de partículas	31
3.4.4. Otras enfermedades relacionadas.	31
3.4.4.1. Diabetes Tipo II.	31
3.4.4.2. Bajo peso al nacer.	34
3.4.4.3. Defectos congénitos del corazón.	34
4. Concepto de Enfermedad profesional y enfermedad laboral.	36
5. Actuación frente a la exposición a contaminantes ambientales.	37
5.1. Control de riesgos.	38
5.1.2 Actuación sobre el foco y medio de difusión.	38
5.1.4. Actuación sobre el receptor.	40
5.2. Control de emisiones.	40
5.2.1 Medidas correctivas en la industria.	41
6. Planes de actuación ante la contaminación ambiental en la ciudad de Murcia.	42
6.1. Análisis de la contaminación atmosférica.	44
6.1.1. Dióxido de azufre.	44
6.1.2. Dióxido de Nitrógeno.	45

6.1.3. PM ₁₀ .	45
6.1.4. Ozono.	46
6.1.5. Monóxido de Carbono.	46
6.2. Índice de la calidad del aire.	47
6.3. Medidas de actuación del ayuntamiento de Murcia.	48
6.3.1. Actuaciones relacionadas con la movilidad sostenible.	49
6.3.2. Concienciación en la ciudadanía.	50
6.3.3. Actuaciones que afectan a otras problemáticas de ámbito mundial.	50
6.3.4. Instrumentos económicos/administrativos de protección del medio ambiente.	50
6.4. Protocolo de activación del ayuntamiento de Murcia.	51
6.4.1 Nivel de aviso.	53
6.4.2. Episodio de contaminación atmosférica.	54
6.4.3. Situación de alerta atmosférica.	54
6.5. Puesta en funcionamiento de las medidas de actuación.	55
6.5.1. Nivel de aviso.	55
6.5.2. Episodio de contaminación atmosférica.	56
6.5.3. Situación de alerta atmosférica.	58
6.5.4. Recomendaciones generales para la población.	61
6.5.5. Recomendaciones generales para mejorar la calidad del aire.	62
7. Propuesta de medidas de prevención de riesgos laborales para trabajadores. expuestos a la contaminación ambiental en el Ayuntamiento de Murcia.	63
8. Conclusiones.	64
9. Bibliografía.	65

INDICE DE TABLAS

Tabla1. Información geográfica y meteorológica del núcleo urbano de la ciudad de Murcia.	10
Tabla2. Evolución de la población en la ciudad de Murcia https://www.foro-ciudad.com/murcia/murcia/habitantes.html#Evolucion	11
Tabla3. Guía de calidad del aire de la OMS y objetivo intermedio para el ozono: concentraciones de ocho horas	14
Tabla4. Valores límite de NO ₂ para la salud humana y ecosistemas	15
Tabla5. Valores límite Benceno.	18
Tabla6. Diagnóstico “la clínica, la función pulmonar y la inflamación”.	23
Tabla7. Los escalones del asma.	24
Tabla8. Exposición al ozono y efectos observados.	30
Tabla9. Potenciales rutas fisiopatológicas de los efectos cardiovasculares por inhalación de partículas	31
Tabla10. Valores mensuales SO ₂ año 2008 Ciudad de Murcia	45
Tabla11. Valores mensuales SO ₂ año 2008 Ciudad de Murcia	45
Tabla12. Valores mensuales PM10 año 2008 Ciudad de Murcia	46
Tabla13. Valores mensuales O ₂ año 2008 Ciudad de Murcia	46
Tabla14. Valores mensuales CO año 2008 Ciudad de Murcia	47
Tabla15. índice de calidad del aire	48
Tabla16. Calidad del aire de la ciudad de Murcia por días	49

1.INTRODUCCIÓN

El art. 45 de la Constitución Española de 1978 establece el derecho de todos los ciudadanos a disfrutar de un medio ambiente adecuado para el desarrollo de la persona, así como el deber de conservarlo y la obligación de los poderes públicos de velar por la utilización racional de los recursos naturales con el fin de proteger y mejorar la calidad de vida y defender y restaurar el medio ambiente, estableciendo que quienes violen tal disposición serán sancionados en los términos que la ley fije penal o administrativamente, sin perjuicio de la obligación de reparar el daño causado.

La Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera, define contaminación atmosférica como la presencia en la atmósfera de materias, sustancias o formas de energía que impliquen molestia, riesgo o daño para la seguridad o salud de las personas, el medio ambiente y demás bienes de cualquier naturaleza. Dicha Ley actualiza la base legal para los desarrollos relacionados con la evaluación y la gestión de la calidad del aire en España, y tiene como fin último el de alcanzar unos niveles óptimos de calidad del aire para evitar, prevenir o reducir riesgos o efectos negativos sobre la salud humana, el medio ambiente y demás bienes de cualquier naturaleza.

En el ámbito de la Administración local, para los municipios de más de 100.000 habitantes y las aglomeraciones, establece obligaciones, como las de disponer de instalaciones y redes de evaluación, informar a la población sobre los niveles de contaminación y calidad del aire, elaborar planes y programas para los objetivos de calidad del aire, e integrar las consideraciones relativas a la protección atmosférica en la planificación de las distintas políticas sectoriales, adoptando cuando sea necesario medidas de restricción total o parcial del tráfico. El Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, entre otros aspectos, sienta las bases de la evaluación de la calidad del aire, en relación con el ozono, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y partículas, entre otros contaminantes, y regula el intercambio de información entre administraciones públicas y al público. La Ley 7/1985, de 2 de abril, reguladora de las Bases del Régimen Local, establece en su art.25, entre las competencias de la Administración local, el Medio ambiente urbano, en particular, parques y jardines públicos, gestión de los residuos sólidos urbanos y protección contra la contaminación acústica, lumínica y atmosférica en las zonas urbanas.

Según los datos del Banco Mundial del año 2017 el 80,08% de la población en España vive en zonas urbanas y la población que respiró aire contaminado en el Estado español, según los valores límite y objetivo establecidos para los contaminantes principales citados por la Directiva 2008/50/CE y el Real

CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LA CIUDAD DE MURCIA Y MEDIDAS DE ACTUACIÓN

Decreto 102/2011, alcanzó los 17,5 millones de personas, es decir un 37,6% de toda la población. Por lo que, uno de cada tres españoles respiró un aire que incumplía los estándares legales vigentes.

En cuanto a la Región de Murcia, toda la población respira un aire perjudicial para la salud según las recomendaciones de la OMS, siendo cerca de medio millón los murcianos que viven en las zonas Norte y Centro donde se superan los límites legales (el 32% de la población), y todo el territorio está expuesto a niveles de contaminación que dañan la vegetación.

Y es en los núcleos urbanos, en nuestro caso, la Ciudad de Murcia, donde en los últimos años, este fenómeno se ha visto acusado por el incremento de la cantidad de vehículos que, debido a los gases emitidos por los combustibles de estos, produce un empeoramiento de la calidad del aire.



Ilustración 1 Murcia contaminada -europapress (26/12/2018)

Mediante la disminución de los niveles de los contaminantes del aire se puede reducir la carga de morbilidad derivada de accidentes cerebrovasculares, cánceres de pulmón y neumopatías crónicas y agudas, entre ellas el asma. Mejorando así la calidad de vida y salud de los trabajadores expuestos a la contaminación ambiental en su jornada laboral, ya que cuanto más bajos sean los niveles de

contaminación del aire mejor será la salud cardiovascular y respiratoria de las personas expuestas, tanto a largo como a corto plazo.

La actuación se basa en disminuir dichos contaminantes ambientales como: PM_{10} (pequeñas partículas sólidas o líquidas de polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento o polen, dispersas en la atmosfera cuyo diámetro aerodinámico es menor de 10 micras), $PM_{2,5}$ (partículas en suspensión de un diámetro menor de 2,5 micras) y dentro de los contaminantes emitidos por los combustibles tendríamos los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles (COVs) y a partir de éstos y por la acción fotoquímica se forma el Ozono troposférico (O_3).

Siendo las partículas en suspensión (PM), el dióxido de nitrógeno (NO_2) y el ozono troposférico (O_3) los contaminantes que causan mayor daño a la salud humana.

Dado el impacto en la población, y que este fenómeno se hace más patente en los individuos que por sus puestos de trabajo, pasan más tiempo expuestos al aire ambiente y por tanto a la contaminación, se realizará una revisión de los problemas de salud en personas expuestas a este fenómeno, de cuáles son las enfermedades más relevantes relacionadas con este aspecto, y cuáles son las actuaciones para disminuir este efecto.

2.OBJETIVOS.

- Realizar una revisión de los contaminantes del aire y las enfermedades relacionadas con los mismos.
- Investigar cómo afectan a nivel laboral y social esas enfermedades.
- Recopilar las medidas que está desarrollando el Ayuntamiento de Murcia para prevenir la contaminación y los protocolos de actuación de este en caso de emergencias medioambientales relacionadas con la calidad del aire.
- Aportar un protocolo de prevención de riesgos laborales en los trabajadores expuestos a la contaminación ambiental en el Ayuntamiento de Murcia.



3. CUERPO DEL TRABAJO

3.1. DATOS GEOGRÁFICOS CIUDAD DE MURCIA.

La Ciudad de Murcia se sitúa en la depresión prelitoral murciana, ocupando todo el cuadrante superior derecho, rodeada por rebordes montañosos que delimitan el valle al norte y al sur, separándola de la llanura litoral del campo de Cartagena. Esta situación geográfica contribuye a que sea difícil la dispersión de los contaminantes, ayudado por las condiciones meteorológicas, ya que se trata de un clima semiárido cálido con una temperatura media de 18°C con precipitaciones que se concentran en pocos días y escasas rachas de viento.

Tabla 1 Información geográfica y meteorológica del núcleo urbano de la ciudad de Murcia.

Datos geográficos y meteorológicos	
LATITUD	37° 59' 10'' N (1)
LONGITUD	1° 07' 49'' O (1)
Altitud (Sobre Nivel del Mar)	43 m (1)
Superficie	12.86 km ² (2)
Población	447-282 (2018)
Densidad de población	34-780,87 habitantes/km ²
Vehículos estimados	299370 (3)
Temperatura media anual	25.7 °C
Clima	Mediterráneo seco con inviernos suaves y veranos calurosos. Las precipitaciones son escasas, aproximadamente 300-350 mm/año y concentradas en pocos días, con 2800-2900 horas de sol anuales.
(1) Medidos en Plaza Circular	
(2) Datos correspondientes a los barrios del núcleo urbano.	
(3) Término municipal de Murcia	

3.2. EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN Y PARQUE AUTOMOVILÍSTICO.

La ciudad de Murcia, según el censo, ha aumentado en más de 200.000 habitantes en los últimos 70 años, duplicándose su población.

Tabla 2 Evolución de la población en la ciudad de Murcia <https://www.foro-ciudad.com/murcia/murcia/habitantes.html#Evolucion>

Total, habitantes	
Año	
2018	447.182
2010	441.345
2000	357.165
1990	322.911
1980	288.631
1970	243.759
1960	249.738
1950	218.375
1940	193.731
1930	158.724
1920	141.175
1910	125.057
1900	111.539

El crecimiento del parque automovilístico de la ciudad también ha visto incrementado su número en los últimos 20 años. Situándose en la actualidad en 707 vehículos por cada mil habitantes.

3.3. PRINCIPALES CONTAMINANTES DEL AIRE. NIVELES MÁXIMOS ESTABLECIDOS.

3.3.1. PARTÍCULAS (PM).

Definición y fuentes principales.

Las partículas en suspensión son los ingredientes principales de las brumas, humos y polvo en suspensión. La contaminación por partículas es una mezcla de sólidos microscópicos y gotitas líquidas suspendidas en el aire.

Esta contaminación, también conocida como materia particulada, está formada por distintos componentes, incluyendo ácidos (tales como los nitratos y sulfatos), amoníaco, cloruro sódico, productos químicos orgánicos, metales, el suelo o partículas de polvo y alérgenos (tales como fragmentos de esporas de polen o moho) y agua. Se compone de una mezcla compleja de partículas sólidas y líquidas de sustancias orgánicas e inorgánicas suspendidas en el aire.

Las partículas tienen en una amplia gama de tamaños y se clasifican en función de su diámetro aerodinámico en PM₁₀ (partículas con un diámetro aerodinámico inferior a 10 micras) o PM_{2.5} (diámetro aerodinámico inferior a 2,5 micras). Estas últimas son más peligrosas, ya que, al ser inhaladas, pueden alcanzar las zonas periféricas de los bronquiolos y alterar el intercambio pulmonar de gases.

Estas partículas son tan pequeñas que pueden ser detectadas sólo con un microscopio electrónico. Las fuentes de las partículas finas incluyen todo tipo de combustiones, incluidos los vehículos automóviles, plantas de energía, la quema residencial de madera, incendios forestales, quemaduras agrícolas, y algunos procesos industriales.

Partículas de polvo grueso. Las partículas entre 2,5 y 10 micras de diámetro se conocen como gruesas. Las fuentes de las partículas gruesas son las operaciones de trituración o molienda, y el polvo levantado por los vehículos que circulan en las carreteras.

Las primeras se forman básicamente por medio de procesos mecánicos, como las obras de construcción, la resuspensión del polvo de los caminos y el viento, mientras que las segundas proceden sobre todo de fuentes de combustión. En la mayor parte de los entornos urbanos están presentes ambos tipos de partículas, gruesas y finas, pero la proporción correspondiente a cada uno de los dos tipos de

tamaños es probable que varíe de manera sustancial entre las ciudades en todo el mundo, en función de la geografía, la meteorología y las fuentes específicas de PM de cada lugar.

Algunas partículas, conocidas como partículas primarias son emitidas directamente de una fuente, como por ejemplo las obras de construcción, carreteras sin pavimentar, los campos, las chimeneas o los incendios. Otros se forman en complicadas reacciones en la atmósfera de sustancias químicas, como dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno que son emitidos por las centrales eléctricas, industrias y automóviles. Estas partículas, conocidas como partículas secundarias, constituyen la mayor parte de la contaminación por partículas finas.

La contaminación por partículas, a diferencia del ozono, puede darse todo el año.

En cuanto a la Ciudad de Murcia es de especial importancia el control de esta materia particulada PM_{10} y $PM_{2,5}$ debido a la aridez de la zona y a la intrusión episódica de polvo sahariano.

$PM_{2,5}$:	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, media anual
	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, media de 24 horas
PM_{10} :	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, media anual
	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, media de 24 horas

Además de los valores, las Directrices sobre la Calidad del Aire establecen metas intermedias para concentraciones de PM_{10} y $PM_{2,5}$ destinadas a promover una reducción gradual, de concentraciones altas a otras más bajas.

Si se alcanzaran esas metas intermedias se podrían esperar reducciones importantes de los riesgos de enfermedades agudas y crónicas derivadas de la contaminación del aire. No obstante, los valores establecidos en las Directrices deberían ser el objetivo final.

3.3.2. OZONO (O_3).

Definición y fuentes principales

El ozono a nivel del suelo es uno de los principales componentes de la niebla tóxica. Éste se forma por la reacción con la luz solar (fotoquímica) de contaminantes como los óxidos de nitrógeno (NO_x)

CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LA CIUDAD DE MURCIA Y MEDIDAS DE ACTUACIÓN

procedentes de las emisiones de vehículos o la industria y los compuestos orgánicos volátiles (COVs) emitidos por los vehículos, los disolventes y la industria. Los niveles de ozono más elevados se registran durante los períodos de tiempo soleado.

Siendo bastante importante en esta zona, el control de estos niveles, por la presencia de aglomeraciones urbanas y zonas de cultivos intensivos que podrían verse afectados y que se extiende hasta la provincia de Alicante a través de la Vega del río Segura.

Tabla 3. Guía de calidad del aire de la OMS y objetivo intermedio para el ozono: concentraciones de ocho horas

	Media máxima diaria de ocho horas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Fundamento del nivel elegido
Niveles Altos	240	Efectos significativos en la salud; proporción sustancial de la población vulnerable afectada.
Objetivo intermedio-1 (OI-1)	160	Efectos importantes en la salud; no proporciona una protección adecuada de la salud pública. La exposición a este nivel está asociada con: <ul style="list-style-type: none"> • efectos fisiológicos e inflamatorios en los pulmones de adultos jóvenes sanos que hacen ejercicio expuestos durante periodos de 6,6 horas; • efectos en la salud de los niños (basados en diversos estudios de campamentos de verano en los que los niños estuvieron expuestos a niveles ambientales de ozono); • aumento estimado de un 3-5% de la mortalidad diaria (basado en los resultados de estudios de series cronológicas diarias).
Guía de calidad del aire (GCA)	100	Proporciona una protección adecuada de la salud pública, aunque pueden producirse algunos efectos en la salud por debajo de este nivel. La exposición a este nivel de ozono está asociada con: <ul style="list-style-type: none"> • un aumento estimado de un 1-2% de la mortalidad diaria (basado en los resultados de estudios de series cronológicas diarias); • la extrapolación a partir de estudios de laboratorio y de campo, basada en la probabilidad de que la exposición en la vida real tienda a ser repetitiva y en que se excluyen de los estudios de laboratorio las personas muy sensibles o con problemas clínicos, así como los niños; • la probabilidad de que el ozono ambiental sea un marcador para los oxidantes relacionados con él.

3.3.3. DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO₂).

Definición y fuentes principales

Como contaminante atmosférico, el NO₂ puede correlacionarse con varias actividades:

- En concentraciones de corta duración superiores a 200 µg/m³, es un gas tóxico que causa una importante inflamación de las vías respiratorias.
- Es la fuente principal de los aerosoles de nitrato, que constituyen una parte importante de las PM_{2.5} y, en presencia de luz ultravioleta, del ozono.

Las principales fuentes de emisiones antropogénicas de NO₂ son los procesos de combustión (calefacción, generación de electricidad y motores de vehículos y barcos).

Tabla 4. Valores límite de NO₂ para la salud humana y ecosistemas

	Valor límite horario para la protección de la salud humana (NO ₂)	Valor límite anual para la protección de la salud humana (NO ₂)	Nivel crítico anual para la protección de la vegetación y los ecosistemas (NO _x)
Umbral superior de evaluación	70% del valor límite (140 µg/m ³ que no podrán superarse en más de 18 ocasiones por año civil)	80% del valor límite (32 µg/m ³)	80% del nivel crítico (24 µg/m ³ , expresado como NO ₂).
Umbral inferior de evaluación	50% del valor límite (100 µg/m ³ que no podrán superarse en más de 18 ocasiones por año civil)	65% del valor límite (26 µg/m ³)	65% del nivel crítico (19,5 µg/m ³)

2.3.4. DIÓXIDO DE AZUFRE (SO₂)

Definición y fuentes principales.

El SO₂ es un gas incoloro con un olor penetrante que se genera con la combustión de fósiles (carbón y petróleo) y la fundición de minas que contienen azufre. La principal fuente antropogénica del SO₂ es la combustión de fósiles que contienen azufre usados para la calefacción doméstica, la generación de electricidad y los vehículos a motor.

Valores fijados en las Directrices

SO₂ 20 µg/m³ media en 24h

500 µg/m³ de media en 10 min

La concentración de SO₂ en períodos promedio de 10 minutos no debería superar los 500 µg/m³. Los estudios indican que un porcentaje de las personas con asma experimenta cambios en la función pulmonar y síntomas respiratorios tras períodos de exposición al SO₂ de tan solo 10 minutos.

La revisión de la directriz referente a la concentración de SO₂ en 24 horas, que ha descendido de 125 a 20 µg/m³, se basa en las siguientes consideraciones:

- Los efectos nocivos sobre la salud están asociados a niveles de SO₂ muy inferiores a los aceptados hasta ahora.
- Se requiere mayor grado de protección.
- Pese a las dudas que plantea todavía la causalidad de los efectos de bajas concentraciones de SO₂, es probable que la reducción de las concentraciones disminuya la exposición a otros contaminantes.

3.3.5 COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (COV).

Los compuestos orgánicos volátiles (COV) son todos aquellos hidrocarburos que se presentan en estado gaseoso a la temperatura ambiente normal o que son muy volátiles a dicha temperatura. Se puede considerar como COV aquel compuesto orgánico que a 20°C tenga una presión de vapor de 0.01 kPa o más, o una volatilidad equivalente en las condiciones particulares de uso.

Suelen presentar una cadena con un número de carbonos inferior a doce y contienen otros elementos como oxígeno, flúor, cloro, bromo, azufre o nitrógeno. Su número supera el millar, pero los más

abundantes en el aire son metano, tolueno, n-butano, i-pentano, etano, benceno, n-pentano, propano y etileno. Tienen un origen tanto natural (COV biogénicos) como antropogénico (debido a la evaporación de disolventes orgánicos, a la quema de combustibles, a la circulación de vehículos, etc.).

Dentro del grupo de los compuestos orgánicos volátiles (COV's), los compuestos aromáticos benceno, tolueno y xilenos (BTX's) son especialmente significativos a causa de sus efectos sobre la salud humana y su importante presencia en las gasolinas. Asimismo, también son significativos n-hexano, c-Hexano y etilbenceno.

Con respecto a su peligrosidad los COV pueden clasificarse en 3 grupos:

- Compuestos extremadamente peligrosos para la salud: Benceno, cloruro de vinilo y 1,2 diclorometano.
- Compuestos clase A: los que pueden causar daños significativos al medio ambiente, como, por ejemplo: acetaldehído, anilina, tricloroetileno, etc.
- Compuestos clase B: tienen menor impacto en el medio ambiente. Pertenecen a este grupo, entre otros, acetona y etanol.

Con respecto a daños directos sobre la salud, estos se producen principalmente por vía respiratoria, aunque también pueden entrar a través de la piel. Además, estos compuestos son liposolubles por lo que se bioacumulan en las grasas de los organismos vivos.

Como efectos que pueden producir están problemas respiratorios, irritación de ojos y garganta, mareos, etc. También se pueden dar efectos psiquiátricos (irritabilidad, dificultad de concentración, etc.). Además, a largo plazo pueden causar daños renales, al hígado o al sistema nervioso central o algunos COV tienen efecto cancerígeno como por ejemplo el benceno.

Valores límite Benceno.

El valor límite se expresará en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, referido a una temperatura de 293 K y a una presión de 101,3 kPa.

Tabla 5. Valores límite Benceno.

	Período de promedio	Valor límite	Margen de tolerancia	Fecha de cumplimiento del valor límite
Valor límite para la protección de la salud humana	Año civil	5 µg/m ³	5 µg/m ³ (100 %) el 13 de diciembre de 2000, reduciendo el 1 de enero de 2006 y posteriormente cada doce meses 1 µg/m ³ hasta alcanzar el 0 % el 1 de enero de 2010 5 µg/m ³ , en las zonas y aglomeraciones en las que se haya concedido una prórroga de acuerdo con el artículo 23	1 de enero de 2010

3.4. ENFERMEDADES RELACIONADAS CON LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL.

En nuevas estimaciones, la Organización Mundial de la Salud (OMS) informa de que en 2012 unos 7 millones de personas murieron –una de cada ocho del total de muertes en el mundo- como consecuencia de la exposición a la contaminación atmosférica intra y extramuros

Esta conclusión duplica con creces las estimaciones anteriores y confirma que la contaminación atmosférica constituye en la actualidad, por sí sola, el riesgo ambiental para la salud más importante del mundo. Por su parte un nuevo análisis sistemático de todos los riesgos a la salud encontró que la contaminación por partículas finas es un problema de salud pública mayor; contribuyendo anualmente con más de 3.2 millones de muertes prematuras en el mundo y alrededor de 76 millones de años de vida saludable perdidos. *Institute for Health, Metrics and Evaluation (IHME) 2012.* La Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer de la MS anunció que clasificó la contaminación del aire como carcinógeno para los humanos (Lyon/Ginebra, 17 de octubre de 2013, ARC). •La contaminación del aire causa cáncer de pulmón. •En 2010 se produjeron 223 000 muertes por cáncer de pulmón en todo el mundo atribuibles a la contaminación. •Se observa una asociación positiva con un mayor riesgo de cáncer de vejiga.

3.4.1. FISIOLÓGÍA DE LA RESPIRACIÓN.

Los pulmones tienen alrededor de 500 millones de alvéolos, formando una superficie total de alrededor de 140 m² en adultos (aproximadamente la mitad de la superficie de una cancha de tenis).

El pulmón puede almacenar alrededor de 5 litros de aire en su interior (en los deportistas puede superar los 6 litros), pero solo 500 ml inspiramos y exhalamos durante la respiración. Un muy buen ejercicio para comprender la capacidad que tienen los pulmones humanos, consiste en tener en cuenta que respiramos alrededor de 15 veces por minuto, se deduce que tomamos 7,5 ml de aire en ese tiempo.

•En ese orden de ideas, es posible plantear la realización de una cuenta en la que se calcule la cantidad de aire que ingresa en un año a los pulmones para conocer su ritmo de trabajo. Por ejemplo, haciendo la cuenta obtenemos que respiramos 450 litros de aire en una hora, 10.800 litros en un día y 3.900.000 litros en un año.

3.4.2. EFECTOS SOBRE LA SALUD.

3.4.2.1 PM₁₀ Y PM_{2,5}.

El camino que deben de recorrer las partículas para poder penetrar en el organismo es el siguiente:

- **Nariz:** Es el primer filtro en el que el aire es calentado, humedecido y parcialmente desprovisto de partículas por impacto en las fosas nasales y sedimentación. Son eliminadas por estornudos, mucosidades, etc.
- **Faringe y Laringe:** Aquí las partículas retenidas pueden ser expulsadas por vía salivar o vía esofágica.
- **Árbol traqueobronquial:** Aquí las partículas por fenómenos similares a los anteriores son expulsadas al exterior por los cilios que tiene este aparato.
- **Alvéolos:** Las partículas que han alcanzado la región alveolar, se depositan en las paredes, tanto por fenómenos de difusión como sedimentación. El mecanismo de expulsión es muy lento y sólo parcialmente conocido quedando la mayor parte de las partículas retenidas en las paredes alveolares.

Los efectos de sobre la salud de las partículas PM son:

- a) Reducción de la función pulmonar.
- b) Agravamiento del asma y bronquitis crónica.
- c) Muerte prematura.
- d) Catarro y exacerbación de asma.
- e) Infecciones respiratorias.
- f) Enfermedad pulmonar obstructiva crónica.
- g) Exacerbación de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

a) Reducción de la función pulmonar.

La función principal de los pulmones es realizar el intercambio gaseoso con la sangre. En los alvéolos se produce el paso de oxígeno desde el aire a la sangre y el paso de dióxido de carbono desde la sangre al aire.

La espirometría es quizá el examen más simple, más informativo e imprescindible para evaluar al paciente respiratorio. Consiste en la medición de los flujos espiratorios forzados después de una inspiración máxima, es decir la medición de los flujos desde CPT (capacidad pulmonar total) hasta VR (volumen residual). También se mide la cantidad total de aire eliminado, lo que se denomina CVF (capacidad vital forzada) y que tiene una muy buena correlación con la CPT medida por otras técnicas. La espirometría no mide por tanto el Volumen Residual (VR) ni la CRF (capacidad residual funcional).

Para realizar este examen es fundamental la cooperación del paciente y debe ser realizado al menos tres veces para asegurar la reproducibilidad y aceptabilidad.

Como criterios de reproducibilidad se acepta una variación menor a 0.2 l. Debe tener además una espiración de a lo menos 6 segundos y/ o un *plateau*. Idealmente debe estar libre de artefactos como la tos.

Las mediciones más utilizadas son la CVF y el VEF₁, así como la relación entre ambos.

Este examen permite, clasificar a los enfermos en obstructivos y restrictivos.

Obstructivos son aquellos que tienen una disminución de los flujos espiratorios y restrictivos aquellos en los cuales los volúmenes están disminuidos.

El VEF₁ es el volumen de aire eliminado en el primer segundo de la espiración forzada, que depende básicamente de la resistencia de la vía aérea y del tamaño pulmonar.

También se mide el FEMM (flujo espiratorio medio máximo), que mide el flujo espiratorio entre el 25% y el 75% de la espiración forzada, el que sería más sensible para detectar obstrucción en etapas más precoces, pero desgraciadamente los rangos de normalidad son amplios.

b) Agravamiento del asma y bronquitis crónica.

b.1) Asma.

Definición.

Definimos el asma como una enfermedad inflamatoria crónica de las vías respiratorias, en cuya patogenia intervienen diversas células y mediadores de la inflamación, condicionada en parte por factores genéticos, y que cursa con hiperrespuesta bronquial y una obstrucción variable del flujo aéreo, total o parcialmente reversible, ya sea por la acción medicamentosa o espontáneamente.

Los factores de riesgo de desarrollo de asma son aquellos implicados en la aparición de la enfermedad asmática. Pueden ser dependientes del huésped, frecuentemente perinatales, como la prematuridad o la ausencia de período de lactancia; o ambientales, como la exposición a infecciones, alérgenos o antibióticos.

Mecanismos implicados en la fisiopatología del asma.

Inflamación

Está presente incluso en pacientes con síntomas esporádicos y afecta a toda la vía respiratoria, incluida la mucosa nasal. Se debe a la activación de diferentes tipos de células y la liberación de mediadores:

- Células: linfocitos T, mastocitos, eosinófilos, neutrófilos, células dendríticas y macrófagos.
- Moléculas: quimiocinas, cisteinileucotrienos, citoquinas, histamina, óxido nítrico, prostaglandina D₂...

Obstrucción.

Limitación al flujo aéreo secundaria a estrechamiento intenso de la vía respiratoria, responsable de los síntomas característicos de la exacerbación asmática.

Hiperrespuesta bronquial.

Aparición de obstrucción bronquial en respuesta a estímulos que son inocuos en personas sin asma. Conduce a una limitación variable al flujo aéreo y a la aparición de síntomas intermitentes.

Variabilidad.

En el asma se produce típicamente una fluctuación de los síntomas y de la función pulmonar en el tiempo, incluso en un mismo día, más allá de los cambios fisiológicos esperables.

Remodelación.

Cambio en la estructura de las vías respiratorias que se asocia con una progresiva pérdida de la función pulmonar, en ocasiones irreversible.

El diagnóstico de asma se debe considerar ante síntomas y signos clínicos de sospecha, como sibilancias, disnea, tos y opresión torácica. Éstos son habitualmente variables y de predominio nocturno. La espirometría es la prueba diagnóstica de primera elección y permite determinar la capacidad vital forzada (FVC) y el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV₁). La obstrucción se define como un cociente FEV₁/FVC por debajo de 0,7 y el FEV₁ reducido confirma la obstrucción, ayuda a establecer su gravedad e indica un mayor riesgo de exacerbaciones.

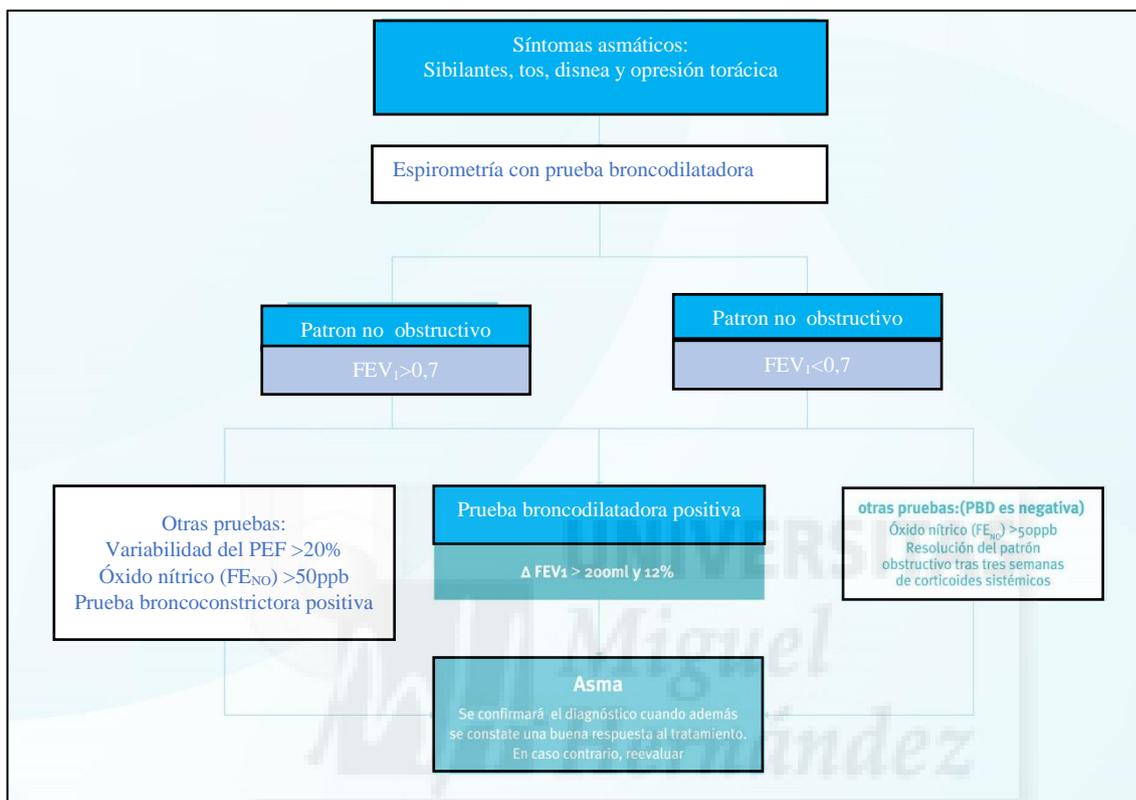
Para la prueba de broncodilatación se recomienda administrar 4 inhalaciones sucesivas de salbutamol y repetir la espirometría a los 15 minutos. Se considera respuesta positiva un aumento del FEV₁ $\geq 12\%$ y ≥ 200 ml respecto al valor basal.

Para valorar la variabilidad disponemos de la medición seriada de PEF (patológico si varía más del 20% entre diferentes determinaciones) y para la hiperrespuesta bronquial se administra metacolina, un broncoconstrictor, y se mide la dosis que provoca un descenso del 20% en el FEV₁.

La fracción exhalada de óxido nítrico (FENO) mide de forma no invasiva la inflamación eosinofílica de las vías aéreas y se considera patológica la obtención de cifras por encima de 50ppb.

La respuesta funcional al tratamiento es otro criterio diagnóstico y se evalúa con la repetición de la espirometría tras 2-3 semanas de corticoides sistémicos.

Tabla 6. DIAGNÓSTICO “LA CLÍNICA, LA FUNCIÓN PULMONAR Y LA INFLAMACIÓN”.



TRATAMIENTO.

Los fármacos utilizados para tratar el asma se clasifican en

- Fármacos de alivio o rescate, que se utilizan a demanda para tratar o prevenir la broncoconstricción. Incluyen los agonistas β de acción rápida y los anticolinérgicos inhalados.
- Fármacos de control o mantenimiento, que deben administrarse a diario durante períodos prolongados. Esta medicación se estructura en escalones que permiten un aumento progresivo de dosis y la adición de diferentes fármacos hasta alcanzar el control del asma. Entre ellos están los glucocorticoides inhalados o sistémicos, los antileucotrienos, los agonistas β adrenérgicos de acción prolongada, el tiotropio y algunos anticuerpos monoclonales (como el omalizumab o el mepolizumab).

Tabla 7. Los escalones del asma.

Tratamiento de mantenimiento						
	Escalón 1	Escalón 2	Escalón 3	Escalón 4	Escalón 5	Escalón 6
De elección	GCI a dosis bajas	GCI a dosis bajas + LABA	GCI a dosis medias + LABA	GCI a dosis altas + LABA Si mal control considerar añadir: <ul style="list-style-type: none"> • Tiotropio y/o • ALRT y/o • Teofilina y/o • Anticuerpos monoclonales 	GCI a dosis altas + LABA + tiotropio o ARLT o teofilina Si persiste mal control considerar: Termoplastia y/o, Triamcinolona IM o Glucocorticoides VO	
Tratamiento de demanda						
	SABA	SABA o GCI a dosis bajas + formoterol				
Educación sanitaria, control ambiental, tratamiento de la rinitis y otras comorbilidades						

b.2) Bronquitis crónica.

La bronquitis crónica es una enfermedad inflamatoria de los bronquios respiratorios que está asociada con la exposición prolongada a irritantes respiratorios no específicos, incluyendo microorganismos, y que se acompaña de hipersecreción de moco y de ciertas alteraciones estructurales en el bronquio, tales como fibrosis, descamación celular, hiperplasia de la musculatura lisa, etc. Se trata de una variante de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

Síntomas.

Clínicamente, se define como una enfermedad caracterizada por la presencia de tos y/o expectoración durante al menos tres meses al año, durante al menos dos años consecutivos, y que no sean atribuibles a ninguna otra causa o enfermedad. Puede presentarse con o sin sangre y solo los casos muy evolucionados se acompañan de insuficiencia respiratoria, edemas de las extremidades, en particular los pies y cor pulmonale. La bronquitis prologada o a repetición, aquella que cursa sin obstrucción, no entraría en el concepto de EPOC, sino en bronquitis aguda recurrente, haciéndose imperante su diagnóstico diferencial con asma.

Fisiopatología.

Los irritantes bronquiales en el aire (principalmente tabaco pero también, otros factores como infecciones por bacterias, virus u hongos, así como contaminantes ambientales del aire, incluyendo polución industrial son causas muy comunes y frecuentes de bronquitis crónica. También se ha señalado como agentes causantes a otras formas de contaminación atmosférica, principalmente al dióxido de azufre y al dióxido de nitrógeno) causan:

- Parálisis ciliar de las células de la mucosa respiratoria, lo cual ocasiona una retención de las secreciones de moco por las células caliciformes incrementando enormemente el riesgo de infecciones secundarias.
- Inflamación de la mucosa bronquial y alveolar con infiltración de neutrófilos y un incremento en la acumulación de proteasas tóxicas, causando destrucción del epitelio ciliar, fibrosis y metaplasia escamosa incrementando grandemente el riesgo de una obstrucción local irreversible.
- Espasmo bronquial con obstrucción bronquial reversible y con el tiempo, destrucción del epitelio ciliar, fibrosis y metaplasia.
- Hipertrofia glandular con hipersecreción de moco por la mucosa pudiendo llevar a insuflación pulmonar y atelectasia.

c) Muerte prematura.

Hablamos de muerte prematura cuando nos referimos a un fallecimiento de una persona que entendemos que por su edad todavía no debería morir y no lo hace por causas de envejecimiento natural.

Para hablar de muerte prematura hay que tener en cuenta el entorno y la esperanza de vida que hay en un país. Aunque a nivel internacional no hay un límite claro de edad establecido para calificar una muerte de prematura algunos países la sitúan alrededor de los 60 años. En España los fallecidos antes de los 65 años, aunque sea por una enfermedad crónica, se considera que han muerto de forma prematura.

Las causas de una muerte prematura son muy diversas, y en el tema que nos atañe podemos decir que en España la contaminación atmosférica ha causado casi 93.000 muertes prematuras en España durante la última década, según determina una investigación de la Escuela Nacional de Sanidad del Instituto de Salud Carlos III, recogida en el informe 'El aire que respiras: la contaminación atmosférica en las ciudades', elaborado por DKV y la Fundación Ecología y Desarrollo (ECODES), y presentado este miércoles.

Además, los científicos estiman que el dióxido de nitrógeno ha sido culpable de 6.085 muertes evitables cada año en España, según un trabajo publicado en 'Environment International', y también recogido en el estudio de DKV y ECODES.

A esta estadística hay que sumar la aportada en otro estudio de este año que suma otras 499 víctimas por culpa de ozono troposférico, muestra otra investigación presente en 'Atmospheric Environment'. Otro estudio, publicado en 'Environmental Pollution' cifró en 2.683 las muertes prematuras anuales por la contaminación por partículas en el aire, principalmente procedente de los tubos de escape.

d) Catarro y exacerbación de asma.

e) Infecciones respiratorias.

Los cambios estructurales ocasionados por las sustancias irritantes ambientales favorecen la entrada y colonización de agentes patógenos en el tejido pulmonar, fundamentalmente en la población más susceptible, niños, ancianos, personas con enfermedades crónicas e inmunodeprimidos, siendo la neumonía la infección más prevalente.

f) EPOC.

Definición.

EPOC son las iniciales de Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica. Como su nombre indica, es una enfermedad de los pulmones que se caracteriza por obstruir parcialmente el paso del aire y, por lo

tanto, la llegada del oxígeno a la sangre. La EPOC es una enfermedad crónica, es decir, que dura para siempre.

La EPOC es también una enfermedad progresiva, es decir, que empeora con el tiempo si no se evitan las causas que la provocan y no se trata correctamente. No obstante, si la EPOC se detecta con suficiente antelación, se puede frenar su progresión aplicando las medidas oportunas.

La principal causa de EPOC es el tabaco. También puede contribuir a su aparición la inhalación de otras sustancias que irritan los pulmones, como la polución del aire, vapores químicos, humos o polvo.

Síntomas.

Los principales síntomas de la EPOC son respiratorios, sobre todo tos crónica, expectoración mucosa, dificultad para respirar con normalidad (se conoce como disnea), sonidos de silbidos al respirar y sensación de opresión en el pecho, entre otras.

La EPOC es una enfermedad crónica, es decir, los síntomas pueden ir empeorando conforme va avanzando la enfermedad, por lo que es importante el control por parte del médico, que le indicará al paciente el tratamiento más adecuado para controlar sus síntomas y que pueda llevar una vida lo más normal posible.

Tos persistente. Principal síntoma de la EPOC en sus fases iniciales

Como la gravedad de los síntomas es progresiva, las personas que sufren EPOC pueden pensar inicialmente que tienen una tos leve normal en fumadores, o que es cosa de la edad o de estar en baja forma física.

Los síntomas de la EPOC se desarrollan debido a la obstrucción de las vías aéreas, que hace que los pulmones sean incapaces de utilizar el oxígeno y eliminar el anhídrido carbónico (CO₂) de forma efectiva.

Factores de riesgo.

Existen distintos factores de riesgo que pueden dar lugar al desarrollo de la EPOC y que se pueden prevenir o controlar, con el fin de evitar padecer la enfermedad en un futuro.

- Consumo de tabaco: es el principal factor de riesgo. El consumo pasivo de tabaco también es un factor para tener en cuenta.
- Exposición a humos: el aire procedente de la quema de combustible (leña o carbón) puede provocar en las personas que lo respiran, una mayor probabilidad de sufrir EPOC.
- Contaminación ambiental: en personas más susceptibles de sufrir empeoramientos de la enfermedad (lo que se conoce como exacerbaciones), respirar el aire con alto contenido en partículas contaminantes puede agravar su salud.
- La exposición al polvo, vapores o productos químicos en el lugar de trabajo o en el hogar también está reconocido como factor de riesgo de EPOC.
- Tuberculosis pulmonar: esta enfermedad infecciosa se relaciona con mayor obstrucción pulmonar.
- Factores genéticos: hay ciertas alteraciones en los genes, que se heredan y se pueden relacionar con mayor probabilidad de sufrir EPOC.
- La edad: las personas mayores padecen más EPOC que las más jóvenes.
- El sexo: la EPOC es más frecuente entre los hombres.
- Las infecciones respiratorias: también pueden relacionarse con mayor probabilidad de sufrir EPOC.

Diagnóstico.

Se realiza con la espirometría y con los antecedentes del paciente (si fuma o si está expuesto a contaminantes químicos por motivos laborales) y el historial médico de su familia (si algún pariente ha sufrido EPOC previamente), así como los síntomas que pueda presentar, también ayudan al médico a establecer el diagnóstico de EPOC.

Se conocen varios tipos de EPOC –llamados fenotipos-y cada uno de ellos requiere un tratamiento diferente, por lo que es importante que, en el diagnóstico, el médico determine qué fenotipo de EPOC presenta el paciente para prescribirle el tratamiento más adecuado.

Exacerbación de la EPOC.

3.4.2.2 COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (BENCENO, HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (HAP).

- Afección del sistema respiratorio.

- Cáncer (daño genotóxico).
- Afecciones teratogénicas y mutagénicas
- Cáncer (leucemia)
- Leucemia mieloide aguda (LMA)
- Efectos tóxicos sobre el sistema inmunológico.
- Afección al ciclo reproductivo de hombres y mujeres.
- Desarrollo de arterosclerosis.
- Efectos tóxicos sobre el sistema inmunológico
- Afección al ciclo reproductivo de hombres y mujeres
- Desarrollo de arterosclerosis.

3.4.2.3 OZONO Y FUNCIÓN PULMONAR.

- Puede irritar el sistema respiratorio, provocando tos, irritación en la garganta y una sensación incomoda en el pecho.
- Reducción de la función pulmonar haciendo más difícil la respiración, en personas que padecen asma puede provocar ataques. El ozono puede reducir la función pulmonar. La “función pulmonar”, es el volumen de aire que usted inhala cuando hace una aspiración profunda y la velocidad a la que es capaz de exhalarlo. El ozono puede hacer más difícil el respirar profunda y vigorosamente. Cuando esto sucede, puede ser que aparezca la dificultad respiratoria. Si está haciendo ejercicio o trabajando al aire libre, usted puede notar que está respirando más rápidamente y menos profundamente de lo normal. La función pulmonar reducida puede ser un problema en particular para los trabajadores al aire libre, los atletas competitivos, y otras personas que se ejercitan al aire libre”.
- Empeorar las enfermedades pulmonares crónicas como el enfisema y la bronquitis y reducir la capacidad del sistema inmunológico para defender al sistema respiratorio de infecciones, además puede causar un daño permanente al pulmón.

<p>Puede irritar el sistema respiratorio, provocando tos, irritación en la garganta y una sensación incomoda en el pecho.</p>		<p>Reducción de la función pulmonar haciendo más difícil la respiración, en personas que padecen asma puede provocar ataques.</p>	<p>Empeorar las enfermedades pulmonares crónicas como el enfisema y la bronquitis y reducir la capacidad del sistema inmunológico para defender al sistema respiratorio de infecciones, además puede causar un daño permanente al pulmón.</p>
Concentración (ppm)	Tiempo de exposición	Efecto observado	
0,08 - 0,15	1-3 horas	Tos y dolor de cabeza	
0,12	1 - 3 horas	En individuos sanos, durante el ejercicio: Disminuye la Tasa Máxima de Flujo respiratorio y la Capacidad Vital Forzada. Incrementa la sensibilidad de las vías aéreas, lo cual podría significar un aumento en la respuesta a otros contaminantes.	
0,12	2 - 5 horas	Disminución de la función pulmonar en niños y adultos, durante ejercicio fuerte	
0,24	1 - 3 horas	En individuos sanos, durante el ejercicio: Incremento en la frecuencia respiratoria, disminución en la resistencia de las vías aéreas, disminución de la función pulmonar.	

Tabla 8. Exposición al ozono y efectos observados.

3.4.3. POTENCIALES RUTAS FISIOPATOLÓGICAS DE LOS EFECTOS CARDIOVASCULARES POR INHALACIÓN DE PARTÍCULAS.

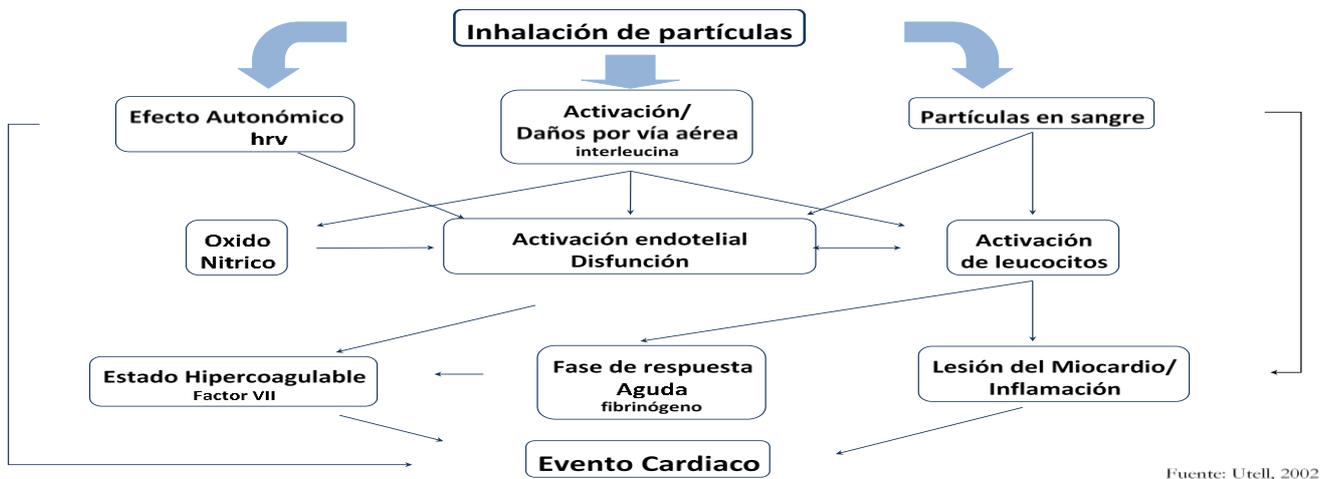


Tabla 9. Potenciales rutas fisiopatológicas de los efectos cardiovasculares por inhalación de partículas

3.4.4. OTRAS ENFERMEDADES RELACIONADAS.

3.4.4.1 DIABETES TIPO II Y CONTAMINACIÓN AMBIENTAL.

La diabetes no solo está relacionada con la obesidad o el sedentarismo. Cada vez hay más evidencias de que también tiene mucho que ver con los contaminantes a los que está expuesto el ciudadano medio. En los últimos seis años han aparecido más de 50 estudios que indican que las personas expuestas a los llamados compuestos orgánicos persistentes (COP) presentan un mayor riesgo de padecer diabetes. Así lo han reconocido expertos de todo el mundo, que el mes pasado asistieron en Carolina del Norte al encuentro sobre el tema, organizado por el Ministerio de Salud de Estados Unidos y los célebres NIH (National Institutes of Health).

La incidencia de la diabetes de tipo 2, enfermedad metabólica en la que se alteran los niveles de glucosa en sangre, está aumentando en todo el mundo. En España su prevalencia alcanza el 10% de la población. Algunas estimaciones indican que hacia 2050 podría llegar a afectar al 50%. Está asociada a factores como el envejecimiento, con cierta predisposición genética, y al sedentarismo, la obesidad y la mayor ingesta de alimentos ricos en hidratos de carbono y grasas.

Sin embargo, cada vez hay más estudios que indican que la incidencia de diabetes es mayor en las personas a las que se detectan en su sangre o en su orina niveles altos de COP, principalmente pesticidas como el hexaclorobenceno o el DDT (y su metabolito, el DDE), PCB (policlorobifenilos,

de origen industrial, utilizado en transformadores eléctricos y muchos otros productos), bisfenol A (utilizados en plásticos y recientemente prohibido por la UE en biberones y juguetes) o dioxinas (residuos de reconocido poder cancerígeno). Los científicos creen que estas sustancias aumentan el riesgo de dos trastornos muy relacionados con la diabetes: el síndrome metabólico y la resistencia a la insulina.

Uno de los primeros estudios fue el realizado en 2001 por el Instituto Nacional de Salud Ambiental de EE. UU. y ya indicaba que los individuos con diabetes presentaban niveles de PCB un 30% mayores que los individuos que no padecen la enfermedad. Otro estudio de Centers for Disease Control (CDC) indica que las personas expuestas continuamente a seis de los contaminantes que forman parte de la familia de los COP elevan en un 38% el riesgo de padecer diabetes.

Otros estudios más recientes, como los realizados por Duk-Hee Lee de la Universidad Nacional de Kyungpook, y David Jacobs, de la Universidad de Minnesota en EE. UU., también han encontrado una fuerte relación entre la exposición a "cócteles" de varios contaminantes persistentes y la diabetes. El último trabajo, publicado a principios del 2011 en PLoS One, concluye que "la exposición simultánea a varios COP puede contribuir al desarrollo de obesidad, dislipidemia y resistencia a la insulina, los precursores más comunes de la diabetes". Y apunta: "Aunque la obesidad es la primera causa de estas anomalías metabólicas, la exposición a los COP puede contribuir a la adiposidad y otras alteraciones del metabolismo".

Este último estudio se ha realizado con 90 personas de las que se han podido analizar muestras biológicas de 20 años atrás, desde 1985 hasta 2006. Se analizaron hasta 31 tipos diferentes de COP. Además, corrobora datos que Lee ya había obtenido en 2006: las personas delgadas y obesas con bajos niveles de COP en sangre no tienen diabetes. Sin embargo, si en su sangre se encuentran más de seis de estos compuestos, tanto delgados como obesos desarrollan diabetes.

El estudio publicado en PLoS One también indica la necesidad de precisar los niveles de estos compuestos que podrían contribuir a la diabetes, ya que han observado que en dosis extremadamente altas no se observa más diabetes. Los investigadores tienen una explicación para lo que, a simple vista, parecería una contradicción. Apuntan a que los estudios con animales indican que las dosis más altas inducen una pérdida de peso que, al mismo tiempo, podría estar relacionada con la disminución de la glucemia. "Las alteraciones en la glucosa y en metabolismo de los lípidos a causa de los COP requiere, al menos de dos condiciones, que ocurra de forma persistente y dosis relativamente bajas", concluyen. Indican que estar expuesto a una mezcla de COP podría ser el coctel detonante del proceso.

Los COP son compuestos químicos sintéticos o artificiales que persisten durante largo tiempo en el ambiente y en las cadenas alimentarias de animales y humanos. Se acumulan en el tejido graso y en los órganos ricos en lípidos (como el sistema nervioso, el hígado o el páncreas). "De su enorme persistencia nos da una buena idea que todavía hoy detectemos DDT en el 88% de la población general, cuando se prohibió hacia 1975", explica Miquel Porta, catedrático de Salud Pública de la Autónoma de Barcelona.

Porta ha dirigido el primer informe realizado en España sobre la distribución de contaminantes tóxicos en la población, en Cataluña. En una muestra representativa de 919 personas, todas estuvieron contaminadas por al menos tres de los 19 COP analizados, y la mayoría presentaron concentraciones elevadas de uno o más de ellos. De hecho, "la vigilancia de la contaminación humana por compuestos ambientales es uno de los aspectos novedosos del proyecto de ley general de salud pública que el gobierno acaba de remitir a las Cortes", apunta Porta.

También hay otros estudios recientes que indican que el Bisfenol A (BPA) podría estar involucrado en el desarrollo de diabetes gestacional y que, además, condicionaría que el futuro bebé la desarrollase en la edad adulta. Ángel Nadal, catedrático de Fisiología de la Universidad Miguel Hernández, de Elche, ha estudiado ratones hembra embarazadas expuestas a este compuesto durante los 19 días que dura la gestación en este animal. Todas desarrollaron diabetes gestacional. Además, el problema persiste cuatro meses después de dar a luz, cuando lo habitual es que los niveles vuelvan a la normalidad a los pocos días del parto. Las crías también acabaron siendo diabéticas a los seis meses de nacer (lo que en seres humanos equivaldría a tener unos 40 años).

Para Nadal, "resulta necesario realizar estudios con mujeres expuestas a BPA", que actuaría como un disruptor del sistema endocrino. La regulación de la glucosa durante el embarazo es muy importante, sobre todo en los últimos tres meses, cuando el feto necesita obtener más nutrientes. En situaciones normales, el cuerpo responde reajustando los mecanismos por los cuales se metabolizan los azúcares. Se produce una resistencia a la insulina en los músculos, el hígado y los adipocitos, al mismo tiempo que aumenta la masa de células beta pancreáticas (productoras de insulina) como respuesta a la glucosa, explica Nadal. En el ajuste de este complejo sistema interviene una hormona, el estradiol. El BPA mimetiza al estradiol y, por lo tanto, altera la señal de la hormona femenina y confunde al sistema", concluye Nadal.

3.4.4.2 CONTAMINACIÓN DE AIRE Y BAJO PESO AL NACER.

- Las concentraciones de ozono (O₃) y partículas finas (PM_{2.5}) presentaron asociación con el bajo peso al nacer.
- Las relaciones negativas significativas entre el peso al nacer y ozono indican que el ozono es un factor de riesgo significativo de bajo peso al nacer.
- Las PM_{2.5} también son un factor de riesgo significativo de bajo peso al nacer en las comunidades más urbanizadas.
- Estos hallazgos sugieren que las políticas ambientales y de salud deben ajustarse para abordar los diferentes efectos de los contaminantes del aire en los resultados del parto, en los diferentes tipos de comunidades. Spatial variations in the associations of term birth weight with ambient air pollution in Georgia, USA. Tu J. et al. 2016.

3.4.4.3. CONTAMINACIÓN DE AIRE Y DEFECTOS CONGÉNITOS DEL CORAZÓN.

Algunos de los defectos congénitos de corazón que afectan a los recién nacidos pueden estar causados por la contaminación atmosférica a la que estuvieron expuestas sus madres durante el embarazo, según un estudio presentado el pasado domingo día 17 en una de las sesiones de reunión científica anual de la Asociación Americana del Corazón (AHA, por las siglas en inglés), celebrada en Dallas (Estados Unidos).

Aproximadamente 8 de cada 1.000 recién nacidos presentan defectos cardíacos -anormalidades en la estructura del corazón- que se producen debido al desarrollo incompleto o irregular del corazón del feto durante las primeras etapas del embarazo. Algunas de estas alteraciones están asociadas a trastornos genéticos, pero hasta ahora la mayoría de estos casos tenían un origen desconocido.

Un estudio presentado en la reunión de la AHA por expertos de la Universidad de Alberta (Canadá) apunta que estos defectos cardíacos en niños pueden estar asociados con la exposición de sus madres a las mezclas específicas de las toxinas ambientales durante el embarazo. Los investigadores examinaron los patrones de incidencia de defectos congénitos del corazón y la presencia de tóxicos ambientales en Alberta, Canadá. La investigación en curso busca determinar si la proximidad de las mujeres embarazadas a compuestos orgánicos y metales pesados emitidos en el aire afecta el riesgo de defectos del corazón en sus hijos.

“Aunque el estudio todavía no se ha completado, los datos conocidos sugieren que algunas emisiones contaminantes -en particular, las procedentes de industrias químicas- puede estar relacionado con anomalías cardíacas que se desarrollan mientras el corazón se está formando en el útero”, explica el investigador principal de este trabajo, Deliwe P. Ngwezi, en una nota informativa facilitada por la propia AHA.

El estudio se basa en los defectos cardíacos congénitos diagnosticados entre 2004 y 2011 y las emisiones de sustancias químicas registradas por la agencia canadiense que controla la calidad del aire.

Lista de agentes peligrosos

Los investigadores estudiaron a fondo tres categorías de productos químicos, uno de los cuales muestra una fuerte correlación con las tasas de defectos congénitos del corazón. De acuerdo con Ngwezi, el grupo de los productos químicos sospechosos de provocar las malformaciones incluye benceno, butadieno, bisulfuro de carbono, cloroformo, óxido de etileno, hexaclorobenceno, tetracloroetano, metanol, dióxido de azufre, tolueno, plomo, mercurio y cadmio.

Las tasas de defectos congénitos del corazón han disminuido gradualmente en Canadá desde 2006, fecha a partir de la cual el gobierno endureció las regulaciones para reducir las emisiones contaminantes en las industrias, explica el profesor Ngwezi. Las autoridades sanitarias y los ciudadanos deben conocer que “según los datos preliminares de nuestro estudio, al disminuir las emisiones contaminantes, las tasas de defectos congénitos del corazón también disminuyen”.

4. CONCEPTO DE ENFERMEDAD PROFESIONAL Y ENFERMEDAD LABORAL.

Según se establece en el artículo 116 de la Ley General de la Seguridad Social:

Se entenderá por enfermedad profesional la contraída a consecuencia del trabajo ejecutado por cuenta ajena en las actividades que se especifiquen en el cuadro que se apruebe por las disposiciones de aplicación y desarrollo de esta Ley, y que esté provocada por la acción de los elementos o sustancias que en dicho cuadro se indiquen para cada enfermedad profesional.

Por tanto, el concepto de enfermedad profesional es puramente legal. Para que una enfermedad pueda ser considerada como profesional, deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- Ser contraída como consecuencia del trabajo.
- El trabajo debe ser ejecutado por cuenta ajena.
- Debe estar incluida en el cuadro de enfermedades profesionales.

Y enfermedad de origen laboral, en su término más amplio, las podemos entender como aquellas que se contraen como consecuencia del trabajo, independientemente de si están o no incluidas en el cuadro de enfermedades profesionales, o de si el trabajo se realiza o no por cuenta ajena.

5. ACTUACIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN A CONTAMINANTES AMBIENTALES.

Hay que tener en cuenta que la metodología concreta de evaluación, especialmente en lo que se refiere a la identificación del contaminante y a los criterios de valoración empleados, presentará aspectos diferenciales en función del contaminante concreto al que se refiera y, sobre todo, de si se trata de exposiciones a contaminantes físicos, químicos o biológicos. Como norma general, la evaluación higiénica incluirá la determinación cuantitativa y cualitativa (normalmente mediante mediciones higiénicas) del nivel de presencia del contaminante y el empleo de unos criterios de evaluación con los que compararla.



En cuanto a la evaluación de la exposición, es necesario determinar la exposición de la persona trabajadora al contaminante, que dependerá tanto del nivel de presencia de dicho contaminante (su concentración ambiental o su intensidad), como del tiempo durante el cual la persona esté sometida de manera real y efectiva a su acción agresiva (tiempo de exposición).

La metodología concreta de evaluación dependerá del contaminante cuya exposición se pretenda evaluar. Así, en algunos casos vendrá legalmente establecida y en otros casos se utilizarán metodologías elaboradas por entidades de reconocido prestigio (como podría ser la Norma UNE-EN 689:1996 para evaluar la exposición a agentes químicos por vía inhalatoria).

La evaluación de la exposición por vía inhalatoria se realiza mediante la medición de la concentración ambiental del contaminante y posterior comparación con un valor de referencia al que denominamos “*valor límite ambiental*” (VLA). La superación de este valor límite indica una situación en la que la exposición al contaminante puede poner en peligro la salud de las personas trabajadoras. En general indican los niveles máximos de un determinado contaminante, a los cuales la mayoría de las personas

pueden estar expuestas a lo largo de toda su vida laboral (en jornadas de 8 horas diarias, durante 40 horas semanales), sin sufrir efectos adversos para su salud.

Sin embargo, es importante tener presente que los valores límite tienen ciertas “limitaciones”. Una de ellas es que no protegen al 100 % de la población, pudiendo existir personas que por sus propias características individuales y/o hábitos de vida, pueden sufrir daños en su salud como consecuencia de exposiciones incluso inferiores a los valores límite. De manera muy simplificada, podemos encontrar dos grandes tipos de valor límite ambiental:

- El VLA-ED (valor límite ambiental de exposición diaria), que trata de proteger a la persona trabajadora frente a los efectos a medio/largo plazo sobre la salud, causados por exposiciones repetidas al contaminante (efectos crónicos). Hace referencia a una concentración media referida a toda una jornada de trabajo.
- El VLA-EC (valor límite ambiental de exposición de corta duración), que trata de proteger a la persona trabajadora frente a los efectos derivados de una única exposición al contaminante, cuyos efectos, por norma general, se manifiestan de forma más o menos inmediata (efectos agudos). Hace referencia a una concentración media referida a un periodo de 15 minutos.

5.1. CONTROL DE RIESGOS.

Cuando el resultado de la evaluación ponga de manifiesto la existencia de riesgos que no se pueden eliminar, deberán adoptarse las medidas necesarias para su minimización y control.

Para ello podemos actuar sobre el foco generador, sobre el medio de difusión y/o sobre el receptor (que es la propia persona trabajadora).

5.1.2 ACTUACIÓN SOBRE EL FOCO Y MEDIO DE DIFUSIÓN.

Para rebajar las partículas finas en el aire de diferentes maneras. París, Londres, Estocolmo, Berlín e incluso Madrid, han ideado medidas que, con matices, se articulan en torno a ejes similares: una tasa por acceder al centro, renovar la flota de autobuses, gravar a los coches más contaminantes, aumentar los kilómetros de carriles bici, monitorizar la contaminación y compensarla con espacios verdes.

Existen una serie de recomendaciones que pueden ayudar a mejorar la situación que la DGT ha puesto de manifiesto y son un conjunto de consejos que ayudarían a ahorrar combustible y por la tanto a reducir la emisión de gases:

- Apagar el motor en paradas prolongadas.
- No cargar el coche en exceso.
- Acelerar un motor que está frío lo desgasta mucho y consume mucho combustible.
- Conducir con las ventanillas bajadas aumenta el consumo de combustible.
- Planear bien la ruta previamente o con ayuda de u GPS hace siempre que recorramos menos kilómetros y consumamos menos.
- Vigilar la presión de las ruedas y su estado de conservación. Unos neumáticos más anchos de lo debido hacen que se gaste más combustible.
- Mantener el filtro de aire en buen estado ahorra combustible.
- Optar por los motores Diesel, pues reducen el consumo de combustible en un 10%, o por un vehículo con el sistema START STOP.
- Renovar el parque automovilístico. Se estima que un vehículo nuevo contamina un 95% menos que los fabricados hace 20 años.
- Informarse previamente de las zonas de atasco en las vías urbanas e interurbanas y así evitarlas.
- Es preferible, de cara al consumo, circular utilizando las marchas más largas y a bajas revoluciones.
- Intentar no dar acelerones antes de parar el motor.
- No conducir a una velocidad excesiva, pues el combustible empleado va en proporción directa a ésta.
- Procurar no utilizar, en lo posible, la baca portaequipajes, pues se estima que aumenta el consumo hasta un 35% más.
- Utilizar el transporte público siempre que podamos en nuestros desplazamientos, pues muchas veces resulta mucho más cómodo, práctico e incluso rápido que utilizar nuestro vehículo particular.

5.1.3. ACTUACIÓN SOBRE EL RECEPTOR.

Formación e información

Se trata de uno de los pilares básicos de la actuación preventiva. Además, es un derecho de los trabajadores y trabajadoras y un deber empresarial. Es imprescindible que las personas sepamos

identificar los riesgos que se derivan de nuestro trabajo y que conozcamos y estemos en disposición de adoptar las medidas adecuadas para evitarlos.

Rotación de puestos, pausas...

Con estas medidas no conseguimos evitar que el contaminante higiénico se genere, ni que se transmita hasta las personas. Sin embargo, nos permite disminuir el tiempo de exposición, lo que a su vez consigue reducir la exposición y por tanto el riesgo. Se trata de una medida complementaria.

Encerramiento de la persona trabajadora

Se trata de aislar a la persona trabajadora del entorno contaminado, de forma inversa al encerramiento de los procesos o al aislamiento de los equipos. En ocasiones puede resultar problemático, pues puede influir negativamente en las necesidades de relación de dicha persona con sus compañeros y compañeras.

Uso de equipos de protección individual (EPI)

En determinadas circunstancias pueden resultar imprescindibles, aunque siempre deberían ser el último recurso... La empresa deberá proporcionar los EPI adecuados a las tareas a realizar. Los EPI deberán disponer de marcado CE y manual de instrucciones del fabricante, debiendo utilizarse en conformidad con el mismo.

5.2. CONTROL DE EMISIONES.

A parte de los fenómenos atmosféricos que no podemos controlar, que sumados a las emisiones por parte del tráfico que ya hemos visto como disminuir sus efectos, podemos actuar también interviniendo a través de medidas correctivas en la industria.

5.2.1 MEDIDAS CORRECTIVAS EN LA INDUSTRIA.

- Restringir el uso de ciertos combustibles y eliminar los combustibles contaminantes.
- Promover las energías renovables.
- Modificar la actividad de ciertos procesos de producción para realizar:
- Medidas correctivas en relación con la extracción y transporte, carga, descarga y almacenamiento de materiales no metálicos de materias primas minerales. Estas

actividades industriales se caracterizan por operaciones realizadas al aire libre que producen polvo difuso. Las medidas propuestas son:

- Utilizar sistemas neumáticos para el transporte de materias primas en los diversos procesos industriales.
- Instalar válvulas de admisión en los sitios de los diferentes procesos que pueden generar emisiones de polvo.
- Asegurar una buena aspiración de las piezas en la entrada del horno para reducir la materia particulada descargada por la chimenea.
- Purificar los gases en la salida de la chimenea.
- Fomentar y promover el uso de combustibles limpios y materias primas que están libres de compuestos tóxicos.
- Promover la implementación de la gestión ambiental.



6. PLANES DE ACTUACIÓN ANTE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN LA CIUDAD DE MURCIA

La calidad del aire de la ciudad de Murcia se mide a través de la estación atmosférica denominada “San Basilio”, situada en la calle Federico García Lorca, de Murcia. Dicha estación se encuentra incluida en la Red de Vigilancia y Evaluación de la Calidad del Aire que gestiona la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. Esta Red persigue los siguientes objetivos:

- Evaluar, con métodos de referencia, las distintas zonas en las que se divide el territorio regional.
- Cumplir con los criterios de calidad y garantía de calidad de datos exigidas en la normativa europea.
- Establecer Planes de actuación a corto plazo y Planes de mejora de calidad del aire en caso de superación de umbrales límite.
- Informar a la población de forma continua e inteligible, en cumplimiento de las obligaciones derivadas de la normativa europea.

A su vez, la Región se divide en zonas según unas características geográficas, actividad humanas y ambientales que condiciona su calidad del aire y el tipo de contaminación predominante.

En zonas en donde la contaminación se aproxima a umbrales límite, o se requieren una profundidad de datos por otros criterios, se utilizan estaciones automáticas de vigilancia, mientras que en zonas en donde los niveles son bajos, se realizan campañas de media discontinuas con unidades móviles de calidad del aire. La ciudad de Murcia pertenece a la zona denominada “aglomeración urbana de Murcia capital” cuyo código identificativo es ES 1407. La zona se sitúa en el centro del valle formado por las cuencas del Segura y Guadalentín y se caracteriza por la numerosa población asentada en esta zona ya que incluye la población del casco urbano de Murcia y la mayoría de sus pedanías, y otros núcleos de población que componen la vega media, con tráfico de vehículos y actividades industriales y de servicios. Esta zona posee 2 estaciones de vigilancia de la atmósfera, de las cuales la de San Basilio se encuentra dentro del término municipal de Murcia. Esta estación mide los siguientes parámetros atmosféricos y meteorológicos:

- Parámetros atmosféricos:
 - Dióxido de azufre: SO₂.
 - Monóxido de nitrógeno: NO.
 - Dióxido de nitrógeno: NO₂.

- Óxidos de nitrógeno: NO_x.
 - Monóxido de carbono: CO.
 - Partículas: PM₁₀.
 - Ozono: O₃.
- Parámetros meteorológicos:
- Velocidad de viento.
 - Dirección de viento.
 - Temperatura media.
 - Humedad relativa.
 - Presión barométrica.
 - Radiación solar.

En Murcia ciudad, a finales del mes de diciembre de 2018, se ha producido, como el año anterior, un episodio significativo de contaminación de partículas. En este episodio, durante ocho días seguidos, se ha alcanzado o superado el valor límite diario de 50 microgramos por metro cúbico, con un pico de 74 microgramos por metro cúbico el martes, 25 de diciembre. Durante los primeros de enero, se ha producido otro episodio de contaminación con algún pico como el día 3 de enero con 70 microgramos/metro cúbico.

Las partículas que se respiran en la atmósfera de nuestros entornos urbanos en forma sólida o líquida se pueden dividir, según su tamaño, en dos grupos principales. A las de diámetro igual o inferior a los 10 micrómetros se las denomina PM₁₀ y a las partículas más pequeña, PM_{2,5}. Estas últimas están constituidas por aquellas partículas de diámetro inferior o igual a los 2,5 micrómetros, es decir, son 100 veces más delgadas que un cabello humano.

Desgraciadamente, las micropartículas PM_{2,5} solamente se miden en la estación de Mompean (Cartagena) de la red regional, no así en la estación de San Basilio, la que corresponde a Murcia. Esto tiene como consecuencia una ausencia de datos de estas micropartículas PM_{2,5}, más peligrosas si cabe que las PM₁₀, porque por su pequeño tamaño llegan a los alveolos pulmonares y pueden pasar al sistema circulatorio.

En España la normativa y los valores por los que nos regimos para evaluar la calidad del aire siguen las pautas que marca la normativa europea. El Real Decreto 1073/2002, de 18 de octubre, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el dióxido de azufre, dióxido de

nitrógeno, óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno y monóxido de carbono y el Real Decreto 1796/2003, de 26 de diciembre, relativo al ozono en el aire ambiente contienen dichos valores límite que no deben sobrepasarse, y que son por tanto aplicables a nuestro municipio. También hay que mencionar la normativa relacionada con los Compuestos Orgánicos Volátiles, plasmada por el Real Decreto 117/2003, de 31 de enero, sobre limitación de emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes en determinadas actividades.

6.1 ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LA CIUDAD DE MURCIA.

Las condiciones geográficas y meteorológicas de la ciudad de Murcia hacen difícil la dispersión de los contaminantes, especialmente en su núcleo urbano. Es por tanto necesario prestar una especial atención a las emisiones que se produzcan en su seno con el fin de evitar que se sobrepasen los valores límite de concentración establecidos para los contaminantes que afectan de forma más significativa a la salud.

6.1.1. DIÓXIDO DE AZUFRE.

Evolución La evolución mensual durante el año 2008 de la concentración de SO₂ en el ambiente urbano del municipio de Murcia, según los datos ofrecidos por el analizador de la estación atmosférica, se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 10. Valores mensuales SO₂ año 2008 Ciudad de Murcia

VALORES MEDIOS MENSUALES DE SO ₂ (µg/m ³ N)												
VALOR	ENE.	FEB.	MAR	ABR.	MAY	JUN.	JUL.	AGO	SEP.	OCT.	NOV	DIC.
MÁXIMO	12,5	11,1	9,2	9,5	8,6	7,6	6,9	7	5,7	5,5	5,2	7,8
MÍNIMO	6,6	6,6	6,5	6,9	5,9	6,5	3,3	2,6	2,7	2	2,3	3,3
MEDIO	9,44	8,26	7,97	8,03	7,25	7,04	4,86	3,97	3,92	3,48	3,47	5,19

Análisis de Datos Los datos anteriores muestran que el contenido en SO₂ del aire en el municipio de Murcia está muy por debajo de lo que marca la legislación (125µg/m³ N diario).

6.1.2. DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO₂)

Evolución La evolución mensual durante el año 2008 de la concentración de NO₂ en el ambiente urbano del municipio de Murcia, según los datos ofrecidos por el analizador de la estación atmosférica se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 11. Valores mensuales NO₂ año 2008 Ciudad de Murcia

VALORES MEDIOS MENSUALES DE NO ₂ (µg/m ³ N)												
VALOR	ENE.	FEB.	MAR	ABR.	MAY	JUN.	JUL.	AGO	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
MÁXIMO	58,4	45,8	34,2	36,9	33,3	35,9	35,1	28,3	34,6	41,8	69,8	73,2
MÍNIMO	33,1	13,5	12,2	15,3	4,2	5,3	11	10,3	16,8	10,6	35,1	29,8
MEDIO	45,10	24,77	25,36	25,48	16,38	15,70	21,23	18,95	26,40	26,88	52,94	54,88

Análisis de Datos: Los valores de NO₂ medidos en el ambiente urbano del municipio de Murcia no superan el valor límite de 200 µg/m³ N (en una hora), ya que las medias diarias son muy inferiores al valor citado, si bien el cumplimiento de dicho valor límite deberá ser efectivo a partir de enero de 2010.

6.1.3. MATERIAL PARTICULADO RESPIRABLE (PM₁₀)

Evolución La evolución mensual durante el año 2008 de la concentración de material particulado respirable, PM₁₀, en el ambiente urbano del municipio de Murcia, según los datos ofrecidos por el analizador de la estación atmosférica se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 12. Valores mensuales PM₁₀ año 2008 Ciudad de Murcia

VALORES MEDIOS MENSUALES DE PM ₁₀ (µg/m ³ N)												
VALOR	ENE.	FEB.	MAR	ABR.	MAY	JUN.	JUL.	AGO	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
MÁXIMO	53,4	51,8	35	33,1	25,3	36,9	32,2	31,7	37,2	38,5	34,3	51,7
MÍNIMO	13,3	18,5	16,3	10,5	9,4	13,4	17,8	15,2	12,7	8,3	9,8	9,4
MEDIO	33,20	29,27	23,94	20,71	18,52	21,72	23,83	22,02	21,13	22,35	19,84	22,51

Análisis de los datos: Los valores de partículas sedimentables PM₁₀ se encuentran por debajo de los rangos establecidos por la legislación, no superándose los 50 µg/m³ N anuales en promedio diario.

6.1.4. OZONO (O₃)

Evolución La evolución mensual durante el año 2008 de la concentración de ozono en el ambiente urbano del municipio de Murcia, según los datos ofrecidos por el analizador de la estación atmosférica se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 13. Valores mensuales O₃ año 2008 Ciudad de Murcia

VALORES MEDIOS MENSUALES DE O ₃ (µg/m ³ N)												
VALOR	ENE	FEB.	MAR	ABR.	MAY	JUN.	JUL.	AGO	SEP.	OCT.	NOV	DIC.
MÁXIMO	40,3	78,4	72,6	76,7	81,1	96,5	93,4	95,3	70,6	74,2	38,3	37,5
MÍNIMO	4,4	12,1	9,3	31,7	31	47,1	55,8	59	21,3	20,2	8,3	5,3
MEDIO	16,55	31,02	42,23	56,21	55,97	72,25	75,87	73,07	49,56	39,77	18,29	18,77

Análisis de Datos: Los datos suministrados revelan que no ha habido superación de los niveles objetivo del Anexo I de la normativa nacional vigente, que se estipula en 120 µg/m³ N (máximo de los promedios octohorarios por día) si bien el cumplimiento de dicho valor objetivo deberá hacerse efectivo a partir de enero de 2010.

6.1.5. MONÓXIDO DE CARBONO (CO)

Evolución La evolución mensual durante el año 2008 de la concentración de CO en el ambiente urbano del municipio de Murcia, según los datos ofrecidos el analizador de la estación atmosférica se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 14. Valores mensuales CO año 2008 Ciudad de Murcia

VALORES MEDIOS MENSUALES DE CO (mg/m ³ N)												
VALOR	ENE.	FEB.	MAR	ABR.	MA	JUN.	JUL.	AGO	SEP.	OCT	NOV	DIC.
MÁXIMO	2,3	1,6	1,7	1,7	1,6	1,4	1,4	1,5	1,4	1,4	0,6	1,3
MÍNIMO	0,9	0,9	1	1	1	1,1	1	1,1	1	0,2	0,3	0,4
MEDIO	1,45	1,33	1,33	1,39	1,31	1,21	1,24	1,32	1,26	0,98	0,44	0,73

Análisis de Datos Los valores de CO medidos en la atmósfera del municipio de Murcia indican que la contaminación producida por este compuesto es muy baja, estando los valores medidos muy por debajo de los umbrales de superación que marca la legislación.

6.2. ÍNDICE DE LA CALIDAD DE AIRE.

Se define como Índice de la Calidad del Aire la expresión numérica, de carácter adimensional, obtenida de la fusión de varias variables ambientales mediante criterios de ponderación específicamente definidos. Existen varios tipos distintos de Índices de Calidad del Aire. El definido por la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia tiene las siguientes características:

- El índice de calidad del aire consiste en un valor adimensional, calculado a partir de información procedente de las directivas vigentes relacionadas con los distintos contaminantes atmosféricos,

cuyo principal objetivo es facilitar a la población la comprensión de la información relacionada con la contaminación del aire.

- La base del índice la constituyen las Directivas Europeas más recientes. Se han considerado los contaminantes para los cuales, por su importancia y efectos, se han establecido niveles de concentración que hay que respetar, y se han utilizado los niveles establecidos a la hora de determinar los distintos grados de contaminación.
- También se han tenido en cuenta las propiedades y cualidades de otros índices que se utilizan en la actualidad o se han utilizado, con el fin de que el índice elaborado sea el más adecuado para ofrecer información.
- Se ha elaborado un índice urbano diario, considerando cinco contaminantes: SO₂, PM₁₀, NO₂, O₃ y CO.
- Se medirán estos contaminantes en las estaciones que se hayan considerado representativas. Con los datos obtenidos en cada estación, se calculará un índice individual para cada contaminante, conocido como índice parcial. A partir de ellos se obtendrá el índice global que coincidirá con el índice parcial del contaminante que presente el peor comportamiento.
- En cuanto al rango cuantitativo, el valor del índice estará comprendido entre 0 y >150, de modo que cuando la concentración de contaminante sea nula, el índice valga 0, y el índice valga 100 cuando la concentración de contaminante coincida con el valor límite fijado por las Directivas Europeas para cada uno de los contaminantes considerados, con el fin de evitar, prevenir o reducir los efectos nocivos para la salud.
- El valor del índice para cualquier otro valor de concentración se obtendrá, por sencillez, por interpolación lineal. Se ha acordado que el rango cualitativo del índice estará dividido en cuatro tramos, que definirán los principales estados de la calidad del aire. De este modo, la calidad del aire podrá ser buena, admisible, mala o muy mala. A cada uno de los tramos se le asignará el color más adecuado.

Tabla 15- índice de calidad del aire

VALOR DEL ÍNDICE	CALIDAD DEL AIRE	COLOR
0-50	BUENA	VERDE
51-100	ADMISIBLE	AMARILLO
101-150	MALA	ROJO
>150	MUY MALA	MARRON
Siempre que el índice sea mayor que 100, se habrá superado el valor límite al menos para alguno de los contaminantes estudiados, valor que no debe ser superado en ninguna ocasión		

A continuación, se muestra un resumen de los valores del Índice de Calidad del Aire durante el año 2008, para Murcia con un total de 327 días, según los datos arrojados por la Red de Vigilancia de Calidad del Aire de la Región de Murcia. Para la determinación del Índice de Calidad del Aire diario se han tenido en cuenta los siguientes contaminantes:

Tabla 16. Calidad del aire de la ciudad de Murcia por días

TIPO DÍA	CANTIDAD
DÍAS CON CALIDAD "BUENA":	140
DÍAS CON CALIDAD "ADMISIBLE":	183
DÍAS CON CALIDAD "MALA":	4
DÍAS CON CALIDAD "MUY MALA":	0

6.3 MEDIDAS DE ACTUACIÓN DEL AYUNTAMIENTO DE MURCIA.

El Ayuntamiento de Murcia fue pionero en la Región en pro de una movilidad más sostenible, promocionando sistemas de transporte público y privado menos contaminantes, en cumplimiento con la Disposición Adicional Sexta de la Ley 34/2007 de Calidad del Aire y Protección de la Atmósfera. A la normativa municipal existente (varias Ordenanzas municipales medioambientales entre ellas, la de "Protección de la Atmósfera"), se unieron un gran número de medidas derivadas de la publicación del Plan de Movilidad Urbana Sostenible y en el Plan Director de la Bicicleta del Municipio de Murcia. El Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS) fue aprobado definitivamente en Pleno de fecha 19/12/2013. Posteriormente, se aprobó por Decreto con fecha 24/03/2014 el Plan de Actuación del PMUS para el año 2014. El Plan Director de la Bicicleta del municipio de Murcia (PDBM) fue aprobado en Pleno de fecha 25/03/2010 y publicado en el BORM n.º 82 de 12/04/2010 para información pública. Entre las medidas enfocadas a la reducción de la contaminación atmosférica, fomento de información, formación y sensibilización, etc., muchas de ellas en el marco de la planificación autonómica (Plan de Mejora de la Calidad del Aire para la Región de Murcia, periodo

2016- 2018, aprobado mediante Acuerdo de Consejo de Gobierno de 25/11/2015; BORM n.º 35, de fecha 12/02/2016), destacan:

6.3.1. EN CUANTO A LAS ACTUACIONES RELACIONADAS CON LA MOVILIDAD SOSTENIBLE:

- Mejora del transporte público: renovación paulatina de la flota de autobuses, y adquisición de nuevos vehículos impulsados por biocombustibles, híbridos o eléctricos.
- Implantación del tranvía.
- Creación de aparcamientos disuasorios
- Controles periódicos de las emisiones de gases de vehículos en circulación, junto con la Patrulla Ecológica de la Policía Local (más de 1.000 vehículos al año)
- Limitación de las velocidades en las rondas que circunvalan Murcia (a 80 km/h en ronda oeste, 50 km/h en las costeras)
- Peatonalización de 252.000 m² y 4 áreas de tráfico restringido (267 calles).
- Creación y puesta en marcha de la Oficina de la Bicicleta (2010) con el objeto de coordinar y promocionar el uso de la bicicleta en el municipio, e implantación de un Sistema de Alquiler de Bicicleta pública.
- Desarrollo del Proyecto Vías Amables, incluyendo proyectos de señalización de 5 vías Amables (con un total de 26,67 Km), colocación de Paneles Informativos, realización y distribución de folletos informativos y realización de rutas guiadas).
- Construcción de Carril Bici: ejecutados más de 170 km. Planificados, 591 km de vías ciclables.
- Cursos de conducción eficiente entre los trabajadores municipales
- Propuesta de adquisición de vehículos eléctricos (6 motos), para la Concejalía de Urbanismo, Medio Ambiente y Huerta, e instalación de 5 puntos de recarga en vía pública.
 - Calle Acisclo Diaz junto Cortefiel.
 - -Jaime I El Conquistador.
 - Plaza Circular.
 - Av. Rio Segura esquina Calle Ambrosio Salazar.
 - Paseo de Florencia esquina con C/ Dr. Mesa del Castillo

6.3.2. CONCIENCIACIÓN AMBIENTAL EN LA CIUDADANÍA:

Desde el Programa de Educación Ambiental para escolares y asociaciones se ofertan diferentes talleres que abordan temáticas como la “Protección de la atmósfera”, “Eficiencia energética”, “Movilidad Sostenible”, etc.

6.3.3. ACTUACIONES QUE AFECTAN A OTRAS PROBLEMÁTICAS DE ÁMBITO MUNDIAL:

Se está trabajando en las mesas de adaptación al cambio climático, promovidas por la Agencia Local de la Energía, para la elaboración del Plan de Adaptación al Cambio Climático, obligación contraída con la firma en 2016 del Pacto de Alcalde por el Clima y la Energía, y relacionadas también con el Plan municipal de Acción de Energía Sostenible (2008-2020).

6.3.4. INSTRUMENTOS ECONÓMICOS/ADMINISTRATIVOS DE PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE:

Línea de subvenciones: Línea de ayudas de entre 2.000 y 4.500 euros, que se podrán ejecutar hasta finales de 2018, a las personas y empresas que compren vehículos eléctricos nuevos, y subvencionará también la instalación de puntos de recarga en garajes comunitarios. Estas ayudas forman parte de los compromisos adquiridos por la Estrategia Local del Vehículo Eléctrico para impulsar ese tipo de vehículos.

Se obliga en los siguientes contratos municipales al uso de vehículos ecológicos/eléctricos: Limpieza viaria y recogida de residuos (Cespa), mantenimiento de zonas verdes (STV) y mantenimiento del alumbrado (Electromur).

6.4. PROTOCOLO DE ACTUACIÓN DEL AYUNTAMIENTO DE MURCIA

En diciembre de 2017, la Dirección General de Medio Ambiente, dentro de las actuaciones a tratar en la Comisión de Seguimiento del Plan de Mejora de la Calidad del Aire para la Región de Murcia 2016-2018, estableció un Protocolo Marco de Actuación Municipal en episodios ambientales de contaminación de NO₂ y PM₁₀, estableciendo umbrales adicionales de actuación, en relación con el NO₂, y preventivos y de alerta, para el caso de las partículas PM₁₀.

Desde el Ayuntamiento de Murcia, en el ámbito de sus competencias, teniendo y lo dispuesto en el Real Decreto 102/2011 para los Ayuntamientos de más de 100.000 habitantes, elabora el presente Protocolo, siendo su ámbito de aplicación la ciudad de Murcia y sus pedanías, por albergar la mayor densidad poblacional y de tráfico rodado. El Ayuntamiento de Murcia elabora el presente Protocolo, para recoger las medidas que, a nivel municipal, se adoptarán en caso de que se detecten las superaciones que se indican. Se conforma como una herramienta de ámbito local dirigida a proteger a la población, reducir la contaminación atmosférica en situaciones en las que se superen los umbrales de información y alerta regulados en la normativa estatal, así como proponer medidas genéricas a realizar por la población en general en aras de una mejor calidad del aire en el municipio, especialmente en relación con los contaminantes cuyos valores se ven superados. Dicho texto ha sido fruto de un proceso de participación en el que han colaborado las distintas administraciones, dándose traslado del mismo a la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, a la Jefatura Provincial de Tráfico del Ministerio del Interior, a la Dirección General de Medio Ambiente de la CARM, así como a las Concejalías municipales que pueden verse afectados por las medidas del referido Protocolo (Tráfico, Policía Local, Fomento, Sanidad, Urbanismo, Educación, Deportes, Cultura, etc...). Por todo ello, y en ejercicio de las competencias en materia de medio ambiente urbano atribuidas por los artículos 25.2.b) y 26.1.d) de la Ley 7/1985, de 2 de abril, Reguladora de las Bases de Régimen Local y en virtud del artículo 127.1.n) de la citada Ley de bases, se eleva a la Junta de Gobierno la siguiente Propuesta Primero: Aprobar el Protocolo de medidas a adoptar durante episodios de contaminación atmosférica por dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre, ozono y partículas (PM10), con el contenido que se contempla en el texto del mismo y sus Anexos que se unen al presente acuerdo formando parte inseparable a todos los efectos. Segundo: Acordar la publicación de dicho Protocolo en el Boletín Oficial de la Región de Murcia para mayor conocimiento de la población, entrando en vigor a partir del día siguiente a dicha publicación. Asimismo, se podrá acceder a su contenido a través de la página web www.murcia.es/medio-ambiente.

El Ayuntamiento de Murcia elabora el presente Protocolo, para recoger las medidas que, a nivel municipal, se adoptarán en caso de que se detecten las superaciones que se indican. Se conforma como una herramienta de ámbito local dirigida a proteger a la población, reducir la contaminación atmosférica en situaciones en las que se superen los umbrales de información y alerta regulados en la normativa estatal, así como proponer medidas genéricas a realizar por la población en general en aras de una mejor calidad del aire en el municipio, especialmente en relación con los contaminantes cuyos valores se ven superados.

Se determinará una o varias personas que sirvan de nexo entre la administración local y regional, con el fin de coordinar las actuaciones de este Protocolo con el regional, así como para las actuaciones incluidas en el Plan Regional de Calidad del Aire.

El protocolo se aplica a 4 contaminantes, en función de los límites/umbrales superados:

- Ozono (O_3)
- Dióxido de Nitrógeno (NO_2)
- Dióxido de Azufre (SO_2)
- Material particulado (PM_{10})

El Protocolo, para los 4 contaminantes, será de aplicación continua durante todo el año.

Se establecen las siguientes fases:

Las medidas que se adopten tendrán en consideración:

- La distribución de la población
- La tipología y distribución de las dos estaciones de vigilancia de la calidad del aire
- El viario de tráfico, para facilitar la implantación de posibles actuaciones de restricción de este.

El Protocolo Regional (Resolución de 28 de mayo de 2010) establece como medida de control de las fuentes antropogénicas de los contaminantes NO_2 , SO_2 y O_3 , PM_{10} actuar a través de:

- Regulación del tráfico rodado
- Uso moderado de los vehículos
- Ahorro de energía tanto en casa como en el trabajo
- Limitaciones en el uso de productos que contengan precursores del ozono, como disolventes orgánicos y productos de limpieza.

Es por ello por lo que las medidas propuestas en este Protocolo giran en torno a estos ejes, además de otras medidas concretas para superaciones de partículas en suspensión.

Se establecen tres niveles de actuación en función de las concentraciones que se registren en cualquiera de las dos estaciones, y, en su caso, teniendo en cuenta el tipo de umbral que se ha superado:

6.4.1. NIVEL DE AVISO

Cuando en una de las dos estaciones se haya superado, y así se haya comunicado desde la Dirección General de Medio Ambiente, los siguientes valores:

Para Ozono: umbral de información: $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$, durante 1 hora (establecido en Real Decreto 102/2011).

Para NO_2 : superar en 2 días consecutivos en cualquier estación, $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ máxima horaria de un día (recogido en protocolo marco regional).

Para SO_2 : superar durante 3 horas consecutivas, $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (umbral de información establecido en Protocolo regional Resolución 28/05/2010).

Para PM_{10} :

- $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de media natural diaria durante 3 días consecutivos y con pronóstico de superación del valor límite diario o de intrusión subsahariana. (establecido en protocolo marco regional)
- $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de media natural diaria durante 1 día y con pronóstico de superación del valor límite diario o de intrusión subsahariana. (establecido en protocolo marco regional)

6.4.2 EPISODIO DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Cuando en una de las dos estaciones se haya superado, y así se haya comunicado desde la Dirección General correspondiente, los siguientes valores:

Para Ozono: superar $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (umbral de información del Real Decreto 102/2011), durante 2 h, y con valor creciente (recogido en protocolo regional Resolución 28/05/2010)

Para NO_2 : superar $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de media natural horaria 3 horas consecutivas en un día (recogido en protocolo regional Resolución 28/05/2010)

Para SO_2 : superación durante 1 h, $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (recogido en protocolo regional Resolución 28/05/2010)

PM_{10} :

- 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media natural diaria durante 3 días consecutivos (recogido en protocolo marco regional)
- 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de media natural diaria 1 día (recogido en protocolo marco regional)

6.4.3 SITUACIÓN DE ALERTA ATMOSFÉRICA

Cuando en una de las dos estaciones se haya comunicado desde la Dirección General correspondiente, los siguientes valores:

Para O_3 :

- 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, durante 1 h y con valor cualquiera (establecido en Real Decreto 102/2011).

Para NO_2 :

- 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ máxima horaria de 1 día, durante 2 días consecutivos (recogido en protocolo marco regional)
- 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de media natural horaria 3 horas consecutivas (establecido en Real Decreto 102/2011)

Para SO_2 :

- 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, durante 3 h consecutivas (umbral de alerta) (establecido en Real Decreto 102/2011).

Para PM_{10} :

- 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media natural diaria, durante 5 días consecutivos (recogido en protocolo marco regional)
- 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media natural diaria 1 día (recogido en protocolo marco regional)

6.5 PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE ACTUACIÓN.

La puesta en funcionamiento de las medidas se hará de forma progresiva, en función de los niveles de contaminación y de la estación fija de medida de calidad del aire donde se hayan superado los umbrales/niveles establecidos.

6.5.1. NIVEL DE AVISO.

Las actuaciones por realizar serán informar a la población de la situación y de las recomendaciones generales incluidas en el ANEXO III, de la siguiente manera:

El responsable del Servicio de Medio Ambiente dará parte al responsable designado de cada uno de los Servicios Municipales implicados en este protocolo (Gabinete de Alcaldía, Policía Local, Servicio de Protección Civil, Servicio de Extinción de Incendios y Salvamento, Servicio con competencias en Sanidad, Servicios responsables de las empresas concesionarias de transporte público y limpieza viaria, Servicio de Informática, Servicio con competencias en Tráfico, Servicio con competencias en materia de Deportes, Servicio con competencias en materia de Turismo, Servicio con competencias en licencias de edificación, Servicio con competencias en Educación, Agencia Local de la Energía), así como cualquier otro que se considere necesario función de la situación, con el fin de que se inicien las diferentes actuaciones indicadas. Especial atención interna por parte del Servicio competente en la vigilancia de la calidad del aire del Ayuntamiento de los niveles de los contaminantes que hayan superado los valores descritos, a través del Portal de la Calidad del Aire de la Comunidad Autónoma, así como de la situación y evolución meteorológica, con el fin de observar y poder informar de su evolución.

Medidas informativas a la población, a través de:

Notas de prensa a los medios de comunicación más relevantes de la ciudad: prensa, radio y televisión (Gabinete de Alcaldía).

Aviso informativo en la web del Ayto. La información incluirá datos concretos sobre las concentraciones alcanzadas, fecha y horas de superación, estaciones donde se han producido las superaciones, tipo de umbral/límite superado y previsión de la evolución de las concentraciones (Servicio de Informática).

Inclusión de mensajes informativos en los paneles municipales (Servicio con competencias en materia de Turismo; Servicio con competencias en materia de Medio Ambiente).

Aviso a través de las Redes sociales (Twitter, Facebook, etc.) (Servicio de Informática y Gabinete de Alcaldía)

Inclusión de información en los canales propios de la Policía Local (Twitter, Facebook, etc.)

6.5.2. EPISODIO DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA.

Las actuaciones para realizar por este ayuntamiento serán, además de las medidas citadas en el apartado anterior, las siguientes:

Medidas de información:

Medidas de información específicas (superación, previsiones y medidas a adoptar):

Aviso a los responsables designados en cada uno de los Servicios/departamentos

implicados (Servicio con competencias en materia de Medio Ambiente)

Medidas de información a la población (superación, previsiones y medidas a adoptar):

Recomendaciones específicas para los grupos de riesgo. (Servicio con competencias en materia de Sanidad).

Se avisará y comunicará a los centros sanitarios y hospitalarios del episodio de contaminación. (Servicio con competencias en materia de Sanidad)

Se deberá informar en todos los colegios (públicos, concertados y privados), institutos, universidades, residencias de ancianos y centros de día. (Servicios competentes en materia de Sanidad, Educación y Servicios Sociales)

Comunicar a los polideportivos, tanto públicos como privados, que se dé aviso por megafonía de la/s superación/es, de las personas con mayor riesgo de estar afectadas por dicha subida y las pautas que deberán seguir. (Servicio con competencias en materia de Deportes).

Comunicación a través de la radio y televisión local (Gabinete de Alcaldía).

Deberá transmitir a través de los diferentes paneles de información situados en las vías públicas la/s superación/es, el tipo de población afectada por el episodio de contaminación y las medidas que se deben adoptar por la población más vulnerable. ANEXO III (Servicio con competencias en materia de Turismo y Servicio de Medio Ambiente)

Medidas a realizar por la Policía Local:

La Policía Local deberá vigilar que la circulación sea lo más fluida posible, evitando atascos de los vehículos a motor en ciudad y pedanías limítrofes y vigilar que no se realicen paradas prolongadas o innecesarias con el motor en marcha (esperas, carga y descarga, semáforos de larga/media duración). Controlar las zonas de carga y descarga y recomendar a los operarios que se realicen más tarde de las 18:00 h y con los motores de los vehículos apagados.

Desvío del tráfico de paso para que no acceda por la Ronda Oeste cuando las superaciones se den únicamente en la estación de San Basilio.

Informar a la DGT del tipo de medida que se va a tomar y qué restricciones al tráfico del vehículo privado se van a implantar para que lo publiquen en su página web, redes sociales y puedan informar en los paneles informativos de accesos a la ciudad.

Medidas a realizar en los centros deportivos:

Informar a través del sistema de megafonía de la/s superación/es y recomendar a las personas con mayor riesgo de sufrir problemas respiratorios, y especialmente ancianos y niños, que eviten cualquier actividad física y, en general, eviten la exposición al sol en las horas centrales del día.

Los responsables de los centros deportivos y los socorristas deberán permanecer atentos ante cualquier situación de emergencia que se pudiera dar entre los visitantes.

Comunicar cualquier situación de emergencia a la Policía Municipal o al Centro Sanitario más próximo.

Medidas generales:

Fomento del transporte público (maximizar capacidad en líneas de más aforo, intensificar redistribución del Servicio de préstamo de bicicletas, incremento de la frecuencia de autobuses y tranvía).

Medidas generales (solo en caso de superación de PM_{10}):

Restricción de operaciones en las obras que generan contaminantes en la ciudad (Policía Local y Servicio con competencias en inspección de obras y actividades).

Suspensión de todos los derribos durante este periodo, salvo los de urgente necesidad (Policía Local y Servicio con competencias en inspección de obras y actividades).

Quedan prohibidas las operaciones de asfaltado o alquitranado de las calles durante este periodo.
(Policía Local)

Se prohíben los sopladores en tareas de limpieza (Servicio responsable de la empresa concesionaria de Limpieza Viaria; Servicio con competencia en Parques y Jardines)

Limpieza del firme de rodadura en vías de tráfico, especialmente recomendado en caso de pronóstico de contaminación aguda y/o períodos de escasas precipitaciones. (Servicio responsable de la empresa concesionaria de Limpieza Viaria)

6.5.4. SITUACIÓN DE ALERTA ATMOSFÉRICA.

Las actuaciones para realizar por este ayuntamiento serán, además de las medidas citadas en apartados anteriores:

Medidas informativas específicas:

Aviso a los responsables designados en cada uno de los Servicios/departamentos implicados (Servicio con competencias en materia de Medio Ambiente).

Medidas informativas a la población:

Se introducirá un anuncio de forma inmediata y de forma destacada, “Alerta atmosférica”, incluyendo recomendaciones a la población en general, y a los sectores de población más vulnerables en particular en medios de comunicación: prensa, radio,

Televisión (Gabinete de Alcaldía) y en los paneles informativos situados en vía pública (Servicio con competencias en materia de Turismo; Servicio con competencias en materia de Medio Ambiente)

Comunicar la nueva situación a todos los centros enumerados en el apartado anterior:

centros sanitarios y hospitalarios, centros educativos, etc. la existencia de alerta a la población.
(Servicio con competencias en materia de Sanidad)

Medidas generales:

Instar a los agentes responsables del seguimiento de las emisiones de actividades incluidas en el Catálogo de Actividades Potencialmente Contaminadoras de la Atmósfera (Real Decreto 100/2011)

CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LA CIUDAD DE MURCIA Y MEDIDAS DE ACTUACIÓN

(inspectores municipales de medio ambiente y en colaboración con la Patrulla Ecológica, con el apoyo del Servicio con competencias en inspección ambiental de la Comunidad Autónoma; inspectores de obras y actividades).

Paralización de las obras hasta la desactivación del protocolo (Policía Local y Servicio con competencias en inspección de obras y actividades).

Cambiar la franja horaria para la distribución de mercancías en hora punta de contaminación

Medidas a establecer de forma coordinada entre el Servicio con competencias en Tráfico, la Policía Local y DGT:

Prohibición del estacionamiento de vehículos en la zona regulada de ORA cuando las superaciones se den en la estación de San Basilio, circunscrita al área interior delimitada por Ronda Oeste, Ronda Sur, Avda. Los Dolores, Avda. Miguel Indurain,

Avda. Reino de Murcia y Avda. Doctor Pedro Guillén (ver mapa Anexo V).

Excepciones a esta medida: ver Anexo II.

Aviso a DGT para inclusión de mensajes informativos en las pantallas de la autovía en los accesos sobre las restricciones al tráfico existentes.

No se establece como medida reducir el límite de velocidad en la Ronda Oeste porque actualmente ya está limitado a 80 km/h.

Medidas conjuntas de los Servicios con competencias en Tráfico, Transportes y Policía Local:

Con el fin de facilitar la aplicación de las medidas previstas para el tráfico, se deberá desarrollar un Plan Específico de control del tráfico, que podrá concretar aspectos tales como:

- Campañas informativas
- Reconversión de carriles de circulación en carriles bici
- Peatonalización de forma transitoria de algunos ejes viarios
- Gestión de la velocidad según criterios ambientales
- Variación en las franjas horarias para la carga/descarga
- Regulación semafórica, dando prioridad al transporte público

- Fomento del transporte público
- Aparcamientos disuasorios
- Restricción total al tráfico de los vehículos a motor con más de 10 años de antigüedad con referencia al año en que se active el protocolo, en el área interior delimitada por Ronda Oeste, Ronda Sur, Avda. Los Dolores, Avda. Miguel Indurain, Avda. Reino de Murcia y Avda. Doctor Pedro Guillén.

Medidas a realizar por la Policía Local:

Vigilar en el cumplimiento de las prohibiciones que se establezcan relacionadas con la vía pública.

Vigilar en los parques y zonas verdes la existencia de personas, sobre todo ancianos y niños, haciendo ejercicio físico y recomendarles, bajo su responsabilidad, la no práctica de éste.

Coordinación con posibles restricciones de la circulación que hagan otros ayuntamientos afectados.

No se establece como medida reducir la velocidad en el casco urbano, ya que gran parte de él ya se encuentra limitado a 30 km/h.

Medidas a realizar en los centros deportivos:

Informar a través del sistema de megafonía y aconsejar a los visitantes a que no realicen actividad física. En el caso de superación de ozono, deberán evitarlo en las horas de máxima radiación solar.

Permanecerán atentos ante cualquier situación de emergencia que se pueda dar entre los visitantes y se comunicará rápidamente a la Policía Municipal o Centro sanitario más próximo.

6.5.4 RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA POBLACIÓN.

Las recomendaciones que se pueden utilizar en redes sociales, web del Ayuntamiento, paneles informativos, etc., serían las siguientes:

- Preste atención a la información y previsiones que las autoridades proporcionan acerca de la calidad del aire.
- Se recomienda reducir la exposición prolongada y la realización de ejercicio físico o actividades que requieran esfuerzo al aire libre.
- Opta por desplazamientos a pie o con bicicleta, escogiendo calles poco transitadas.

- Utiliza siempre que puedas el transporte público para reducir el tráfico.
- Si has de coger el coche, comparte el trayecto con otras personas. Mantenlo en perfecto estado y usa catalizadores que regulen los gases de escape. Si tienes diferentes vehículos, utiliza el que tenga las emisiones más bajas. Realiza una conducción eficiente: arranca suavemente, utiliza el freno del motor, evita aceleraciones y frenadas bruscas, etc. Procura reducir la velocidad de circulación.
- Si es posible, trabaja a distancia, varía el horario de trabajo para poder viajar con transporte público, trabaja en la localización de la empresa más cercana a tu casa, etc.
- Apaga las luces innecesarias y los aparatos que no estés utilizando.
- Bajar la temperatura de la calefacción o aire acondicionado de las casas con el objetivo de minimizar el consumo energético.
- Se aplazará la quema de rastrojos y márgenes agrícolas prevista en la Orden de 19 de octubre de 2017 por la que se dictan las medidas fitosanitarias a adoptar en caso de Acumulación de restos vegetales.
- Cuida la vegetación del entorno: las plantas capturan los contaminantes presentes en el aire.
- Utiliza al máximo los servicios de tu barrio para evitar desplazamientos innecesarios
- Se recomienda reducir la ventilación en las viviendas.

6.5.5 RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA POBLACIÓN PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AIRE (WEB GENERAL DEL AYUNTAMIENTO Y LA DEL SERVICIO DE MEDIO AMBIENTE).

Las personas más sensibles a la contaminación atmosférica, tales como niños, ancianos y personas con problemas respiratorios, deberán evitar cualquier esfuerzo físico y ejercicios al aire libre hasta que remita el episodio de contaminación.

En caso de superarse el umbral de alerta a la población, se recomienda con carácter general para toda la población evitar los esfuerzos físicos prolongados durante ese periodo y se informará de los posibles efectos o síntomas que pueden aparecer sobre la salud humana.

7. PROPUESTA DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES PARA TRABAJADORES EXPUESTOS A LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN EL AYUNTAMIENTO DE MURCIA.

Al no existir un plan específico de prevención de riesgos laborales dentro del marco del personal del Ayuntamiento de Murcia, en referencia a los riesgos de la contaminación ambiental, y si planes de actuación para toda la población, en caso de subida de los niveles de contaminación, creo que sería necesaria la creación de unas medidas para prevenir enfermedades laborales relacionadas con la misma.

En ningún manual de trabajo en exterior, ni ninguna normativa encontrada habla de la protección de los trabajadores frente a la contaminación ambiental. Ni en el caso de la policía local ni el de ingeniería urbana. Estos son los dos colectivos que más tiempo pasan en las calles debido al particular cometido de ambas profesiones.

Por todo esto y tras la investigación realizada, propondría varios puntos para tener en cuenta a la hora de hacer la evaluación del servicio de prevención.

1. Control de las vías respiratorias.
 - 1.1. Hacer reconocimientos médicos periódicos obligatorios para los trabajadores expuestos a la contaminación ambiental, con espirometría incluida, al menos 2 al año.
2. En caso de aviso o en caso de alerta por contaminación.
 - 2.1. Adoptar medidas de protección de las vías respiratorias con mascarillas filtrantes de gases y vapores.
 - 2.2. Limitar el tiempo en la vía pública en las horas de mayor incidencia de contaminación, fundamentalmente la de mayor exposición solar (verano) ya que el ozono se forma por la reacción con la luz solar (fotoquímica) de contaminantes.
3. Renovación de la dotación de vehículos.
 - 3.1. Sustituir toda la flota de la que dispone el Ayuntamiento a vehículos eléctricos, o híbridos. Reduciendo así los niveles de contaminación directa que recibirían estos colectivos.

8. CONCLUSIONES.

- Los contaminantes ambientales (PM_{10} , NO_2 , O_3 , SO_2 y compuestos orgánicos) producen enfermedades respiratorias, cardiovasculares, endocrinológicas y diferentes tipos de cáncer, que merman la calidad de vida y producen muertes prematuras, no solo de los trabajadores expuestos a los mismos, sino en la población en general.
- Este fenómeno además produce un aumento en las bajas laborales con el consecuente gasto sanitario que conlleva.
- Es fundamental incluir en los protocolos de actuación del Ayuntamiento de Murcia la medición de las partículas $PM_{2,5}$ ya que éstas son las más perjudiciales para la salud humana y no se realizan mediciones de las mismas,
- Por último, es de suma importancia para la salud y seguridad, la realización de un protocolo de prevención de riesgos laborales, para trabajadores expuestos a la contaminación ambiental, porque, en la ciudad de Murcia, no se tiene constancia de que exista, ya que ni en los sindicatos, ni en la Conserjería de Medioambiente, ni en el Instituto de Seguridad y Salud han podido aportar ningún tipo de información al respecto.

9. BIBLIOGRAFÍA.

1. Dirección General del Medio Ambiente. Borrador plan regional Murcia calidad del aire. Murcia; 2014-2018.
2. Riojas López H, Zuñiga Bello P. Efectos en la salud por la contaminación atmosférica en México. Ciudad de México; 2017.
3. Ayuntamiento de Murcia. Diagnóstico ambiental del municipio de Murcia. Murcia 2018.
4. Baeza Caracena A, Miñana Aznar A, Ruiz Fernández M. Estudio de los niveles de contaminación del aire ambiente en calles del núcleo urbano de la Ciudad de Murcia. Murcia 2015.
5. Kryworuchko J, Stacey D, Bai N, Graham ID. Twelve years of clinical practice guideline development, dissemination and evaluation in Canada (1994 to 2005). *Implement Sci.* 2009; 4: 49.
6. Plaza V, Bellido-Casado J, Alonso-Coello P, Rodrigo G. Guías de Práctica Clínica para el asma. Luces y sombras. *Arch Bronconeumol.* 2009; 45(Sup11): 25-9.
7. Boulet LP, FitzGerald MJ, Levy ML, Cruz AA, Pedersen S, Haahtela T et al. A guide to the translation of the Global Initiative for Asthma (GINA) strategy into improved care. *Eur Respir J.* 2012; 39: 1220-29.
8. Buringh E, Fischer P, Hoek G (2000). Is SO₂ a causative factor for the PM-associated mortality risks in the Netherlands *Inhalation Toxicology*, 12(Suppl.):S55–S60.
9. Burnett RT et al. (2004). Associations between short-term changes in nitrogen dioxide and mortality in Canadian cities. *Archives of Environmental Health*, 59:228–236.
10. Cohen A et al. (2004). Mortality impacts of urban air pollution. In: Ezzati M et al., eds. *Comparative quantification of health risks: global and regional burden of disease attributable to selected major risk factors.* Geneva, World Health Organization:1353–1434.