



Contaminación atmosférica en el medio urbano

Autor: Eneko González Rodríguez

Institución: GEOnopia

Otros autores: Diego Jiménez Rubio (GEOnopia)

Resumen

El crecimiento exacerbado del medio urbano en las últimas décadas ha traído consigo numerosas consecuencias, algunas de ellas negativas desde el punto de vista de la calidad medioambiental como, por ejemplo, la contaminación atmosférica que reina en las grandes ciudades del mundo desarrollado, y que será el eje nuestro trabajo, en el que analizaremos sus causas, consecuencias y posibles soluciones alternativas a las que ya se han planteado. Numerosos elementos propios del mundo urbano interactúan entre sí e influyen en el nivel de gases contaminantes acumulados en las ciudades, como los transportes, el clima, o los espacios verdes. Consideramos que Madrid es un ejemplo perfecto para analizar la contaminación atmosférica en el medio urbano, debido a que su notable crecimiento en poco tiempo y sus características climáticas generan constantemente un sentimiento de alarma y preocupación en la sociedad, que ve cómo se instala frecuentemente sobre la ciudad una especie de 'boina' de aire contaminante que puede acarrear importantes problemas de salud. Llevaremos a cabo una comparativa de la situación de Madrid respecto a otras grandes ciudades, así como de las medidas que se han llevado a cabo para solventar esta problemática situación. Creemos que el marco de crisis económica en el que nos hallamos es propicio para la conservación medioambiental y la aplicación de ambiciosas medidas cuyos beneficios medio ambientales superen con creces los costes de prevención y, por tanto, nos conduzcan al desarrollo sostenible.

Palabras claves: Contaminación atmosférica; clima; espacios verdes; smog; transporte.

1. Introducción

Cuando hablamos de la contaminación atmosférica, se nos vienen a la cabeza flashes de grandes columnas de humo saliendo de fábricas e industrias, atascos monumentales en los que cada vehículo emite gran cantidad de gas o calefacciones. Esto no es más que una demostración de la sensación de culpabilidad que nos invade cuando tenemos noticias acerca de la presencia de gases nocivos para la salud. Y es que, si bien es cierto que las emisiones naturales de este tipo de gases son importantes, las antropogénicas tienen un peso cada vez más predominante en el deterioro de la atmósfera.

Es por ello por lo que nos resulta especialmente interesante el análisis de este concepto, centrándonos en algo tan cercano como la ciudad de Madrid. La incesante emisión de gases contaminantes, especialmente en países desarrollados y más concretamente en áreas urbanas de los mismos, no hace más que reafirmar una frase que se viene repitiendo con frecuencia en los últimos años, martilleando nuestros oídos día a día pero que parece no hacernos reaccionar: “Estamos viviendo por encima de nuestras posibilidades”.

Cuando escuchamos esa aseveración todos asentimos con vehemencia, nos mostramos totalmente de acuerdo pero no cambiamos en absoluto nuestro modo de vida. Si podemos tener un coche lujoso que consuma el doble que uno más pequeño y con menor consumo lo tenemos; si podemos generar más productos industriales a cambio de contaminar un poco más lo hacemos. Y mientras eso no cambie, mientras sigamos ostentando esa visión individualista de la vida, mientras nuestro compromiso con el medio ambiente no pase más allá de la afirmación pasiva, nuestra atmósfera seguirá resintiéndose, nuestros hijos respirarán un aire cargado de gases nocivos y nuestro nivel de vida en definitiva, será mucho peor.

Con este trabajo no pretendemos que EE UU firme el Protocolo de Kioto, ni que reuniones internacionales como Río +20 sean más útiles de lo que son (a pesar de que no sea difícil) sino que busquemos la respuesta a preguntas que todo ciudadano puede hacerse cualquier día al dirigirse a Madrid y ver cómo una “boina de contaminación” envuelve a su ciudad acechándola silenciosa pero gravemente. Asimismo, resulta doloroso ver cómo en ocasiones los políticos perciben el respeto al medioambiente como un obstáculo al bienestar económico, cuando debería ser todo lo contrario. El objetivo es que ese término tan repetido a lo largo de los últimos tiempos, como es el de desarrollo sostenible, deje de ser algo abstracto y utópico para convertirse en una realidad.

2. Aspectos generales

Antes de afrontar un estudio exhaustivo y concreto del estado atmosférico en la ciudad de Madrid, debemos tener claros una serie de conceptos generales.

Cuando hablamos de *contaminación atmosférica* hacemos referencia a la existencia en el aire de sustancias que alteran la calidad del mismo, de forma que entrañen molestia o riesgo para las personas y bienes de cualquier naturaleza. Los contaminantes

atmosféricos pueden ser *naturales* o *antropogénicos*; si bien es cierto que los primeros son lo más abundantes, aquellos generados por la actividad humana son los que tendrán mayor repercusión en la biosfera a largo plazo.

Se suele establecer una gran división de los contaminantes atmosféricos, pudiendo ser éstos *primarios* (vertidos directamente a la atmósfera) o *secundarios* (producidos por transformaciones y reacciones químicas y fotoquímicas que sufren los primarios en la atmósfera).

Existe gran cantidad de gases contaminantes entre los que destacan los CFCs, ozono (O₃), metano (CH₄), dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂) y, sobre todo, dióxido de carbono (CO₂) así como monóxido de carbono (CO).

Si bien es cierto que existen estos y otros muchos gases contaminantes, para establecer el nivel de contaminación atmosférica concreto de un lugar se emplea un valor numérico que tiene en cuenta la concentración de cinco gases contaminantes, como son las partículas en suspensión, el SO₂, el NO₂, CO y el O₃. A este valor numérico se le denomina *Índice de calidad del aire*.

Se conocen varios efectos negativos sobre la atmósfera como consecuencia de la presencia excesiva de gases contaminantes entre los que destaca el efecto invernadero y la reducción de la capa de ozono, problemas a nivel global. Pero hay otro tipo de contaminación atmosférica que incide en las grandes aglomeraciones de población como es el conocido como "*smog*".

Este anglicismo deriva de las palabras anglosajonas "smoke" (humo) y "fog" (niebla). Consiste en una bruma opaca que se cierne sobre aquellas ciudades que presentan unas características demográficas, geográficas y climáticas concretas. Son numerosos los episodios de *smog* que se han producido a lo largo del siglo XX, siendo los acaecidos en Londres los más destacados, entre 1948 y 1962, etapa en la cual llegaron a fallecer en torno a las 15.500 personas.

De esto deducimos que una de las principales razones para la creación de estas nubes de humo son las emisiones industriales, sector con un gran peso en la economía británica a lo largo del siglo XX en el que la preocupación por el medio ambiente era escasa lo cual permitía la emisión masiva de gases contaminantes productos de la combustión.

Se denomina *smog fotoquímico* cuando es resultado de la combinación de óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles que tras ser catalizados por la radiación solar, generan nitratos y ozono troposférico cuyos efectos son muy nocivos para salud de los seres vivos. Los efectos del *smog* se incrementan en situaciones de inversión térmica, con escasez de vientos y precipitaciones lo que impide la dispersión del aire contaminado y genera por tanto, la famosa "boina" de la que hacen gala muchas ciudades del mundo desarrollado, como Madrid.



Smog en Madrid. <http://runawayreactions.wordpress.com/2012/05/21/investigadores-en-zaragoza-nuevo-sistema-para-abaratar-la-reduccion-de-co2-de-la-atmosfera/>

Del informe realizado por el OSE en 2007 (Observatorio de Sostenibilidad en España) se desprenden conclusiones verdaderamente escalofriantes sobre los efectos que puede provocar, directa o indirectamente la contaminación urbana, aseverando que tres de cada cuatro españoles viven en entornos urbanos con niveles de contaminación superiores a las recomendaciones y reglamentación lo cual provoca una reducción de la esperanza de vida, ya que se atribuyen unas 16 000 muertes a la presencia masiva de estos gases. Los efectos más destacados del smog se manifiestan en el sistema respiratorio, siendo verdaderamente peligroso para personas con asma u otros problemas pulmonares. La OMS (Organización Mundial de la Salud) atribuye a la contaminación urbana un 1,4% de los fallecimientos totales que se dan en el mundo.

Quizá estos datos provoquen estupor y alarmismo pero solo así podremos entender la gravedad del asunto y lo necesario que es el hecho de tomarse este tema muy en serio y plantear medidas importantes.

Antes de abordar el tema más exhaustivamente, analizando las causas y consecuencias así como las medidas promulgadas y futuribles, llevaremos a cabo un repaso histórico de la contaminación urbana.

3. Repaso histórico a la contaminación urbana

La preocupación por la calidad del aire atmosférica es algo relativamente moderno en nuestro planeta. Como suele ocurrir en muchos aspectos de nuestra vida cotidiana, no prestamos atención a algo hasta que nos ocasiona algún problema, y los problemas en lo referente a la contaminación atmosférica comenzaron a producirse a finales del siglo XIX, principios del siglo XX.

Por esta época, el carbón era la principal fuente de energía y su utilización masiva e indiscriminada en la emergente industria británica hizo que proliferaran episodios de contaminación urbana que supusieron verdaderos desastres a nivel nacional, ya que provocaron numerosos fallecimientos. Pero no todos los gases contaminantes procedían del carbón. Y es que en torno a 1910 comenzaron a surgir voces desde Alemania que alertaban de la conveniencia de controlar las emisiones procedentes de los motores de vehículos. Es este apartado especialmente interesante ya que, si dejamos de lado el Reino Unido, una de las ciudades que presentó episodios de *smog* más cruentos a inicios del siglo XX fue Los Ángeles, a pesar de contar con una industria verdaderamente humilde y un número de calefactores muy bajo. Esto demostró el poder contaminante de los vehículos, e incitó a que se creara la primera regulación por vía legal de las emisiones de gases por parte de motores de vehículos, lo cual tuvo gran repercusión en la industria automovilística.

Dejando de lado este episodio anecdótico pero no por ello menos relevante, debemos centrarnos en las cruentas etapas con un *smog* letal que se vivieron a mediados del siglo XX en el Reino Unido.

Muchos tenemos una visión estereotipada de Londres como de una ciudad gris, con una niebla densa y permanente, estereotipo reforzado por pinturas o películas que nos trasladan a la urbe inglesa de inicios del siglo XX. Pero es preciso señalar que la niebla en Londres no es un fenómeno atmosférico especialmente recurrente; lo que nos ofrecían cuadros y películas de la época no era más que un *smog* que atemorizó y mermó la población londinense durante más de una década.

Los problemas comenzaron en 1948 cuando se dieron varios episodios de acumulación importante de gases contaminantes a baja altura debido a una gran utilización del carbón, desarrollo de transportes y abundancia de industrias.

Pero el verdadero cataclismo se produjo entre el 4 y el 9 de Diciembre de 1952, días en los que la saturación habitual del aire de gases tan nocivos como el monóxido de carbono o el dióxido de azufre, se unió a un proceso de inversión térmica en el que una masa de aire caliente se instaló sobre otra más fría e impidió que los gases contaminantes se dispersaran.

El aire se convirtió en irrespirable ya que debemos tener en cuenta que el carbón utilizado no era de buena calidad y contenía una gran proporción de azufre. Además las bajas temperaturas que reinaban en la capital británica durante esos días, provocó que se consumiera más de lo normal.

Esta nube tóxica, apodada con el cinéfilo nombre de “Niebla asesina” generó un verdadero caos en la ciudad, al afectar al servicio de transporte público, sistema educativo (obligó a cerrar las aulas) y sanitario (hospitales totalmente atestados de gente

con problemas respiratorios). El balance de este trágico suceso fueron unas 12000 personas fallecidas en apenas unas semanas.

Hasta 1962 continuaron los problemas con el *smog* a pesar de la adopción progresiva de medidas que intentaban salvaguardar la calidad del aire. Estas medidas unidas a la progresiva desaparición del carbón como fuente de energía en sustitución del petróleo, también contaminante pero bastante menos, ha dado lugar a que este tipo de sucesos no se hayan vuelto a producir.



Londres, 1952. <http://unabrevehistoria.blogspot.com.es/2008/07/el-gran-smog-de-londres-de-1952.html>

Tras conocer los devastadores efectos que puede tener el smog en los seres humanos nos podemos preguntar, ¿por qué entonces el smog que hay en Madrid, México DF o Bangkok en la actualidad no tiene efectos tan graves, al menos a corto plazo y de forma directa?

Pues bien, la respuesta es sencilla. Existen dos grandes tipos de smog; el primero de ellos y que prolifera en la actualidad es el smog fotoquímico, del que hablamos con anterioridad y que presenta un color parduzco o negro al ostentar gran cantidad de ozono. Las consecuencias que origina en el sistema respiratorio de los seres humanos son importantes pero no llega a ocasionar muertes, como sí ocurrió en Londres en 1952.

Este es el smog que acecha a las grandes ciudades actuales en las que suele haber mucho tráfico, es decir, abundancia de monóxido de nitrógeno y, en menor medida, monóxido de carbono, cuyos efectos son más problemáticos.

Y es que el smog que acechó la ciudad londinense era lo que se conoce como *smog gris* o *industrial*, provocado por la masiva presencia en el aire de hollín y azufre procedentes de la combustión de carbón. Este tipo de smog es mucho más problemático que el

anterior ya que el azufre puede tener efectos mortales en la población. Actualmente, no hay prácticamente ninguna ciudad, y menos del mundo desarrollado, que presente este tipo de contaminación urbana.



Los Ángeles. Smog fotoquímico - <http://oceanworld.tamu.edu/resources/oceanography-book/atmosphere.html>

Una vez analizadas algunas de las efemérides más destacadas en el ámbito de la contaminación atmosférica, pasamos a interpretar datos concretos de la ciudad de Madrid que hacen referencia a la evolución a corto plazo de la contaminación atmosférica, así como de su variación espacial.

Todas las gráficas siguientes han sido obtenidas en:

<http://www.mambiente.munimadrid.es/svca/index.php>

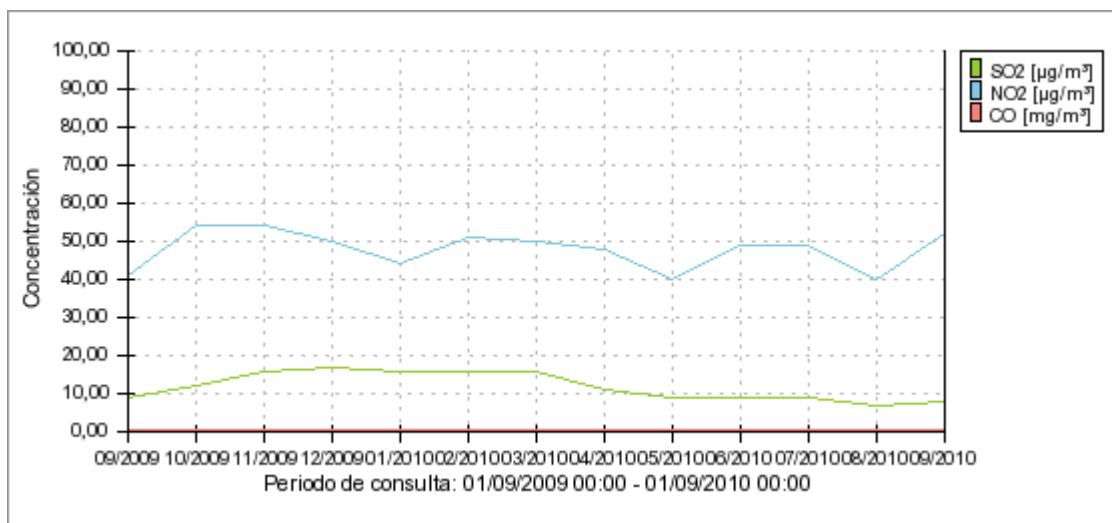
Comparativas temporales

Modificaciones diarias:



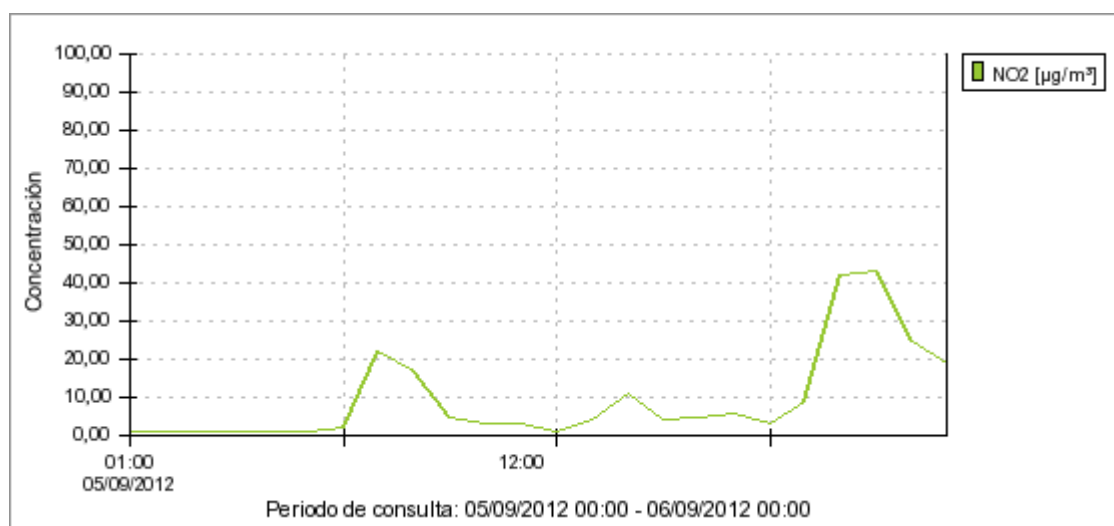
Para entender esta gráfica debemos tener en cuenta que el NO₂ es un compuesto químico que se desprende de combustiones como las de los vehículos motorizados. Es uno de los principales contaminantes a nivel urbano y genera problemas respiratorios. Esta gráfica corresponde a un día laborable del mes de mayo y a la estación del paseo de la Castellana. Observamos cómo entre las 00:00 y las 06:00 el nivel de NO₂ es bajo ya que el tráfico rodado no es elevado. Con la entrada al trabajo de forma masificada el nivel de NO₂ asciende abruptamente manteniéndose con altibajos a lo largo del día, hasta que llega la hora de vuelta a los hogares, momento en el que se produce el repunte del NO₂ como consecuencia de un tráfico masivo.

Modificaciones anuales:

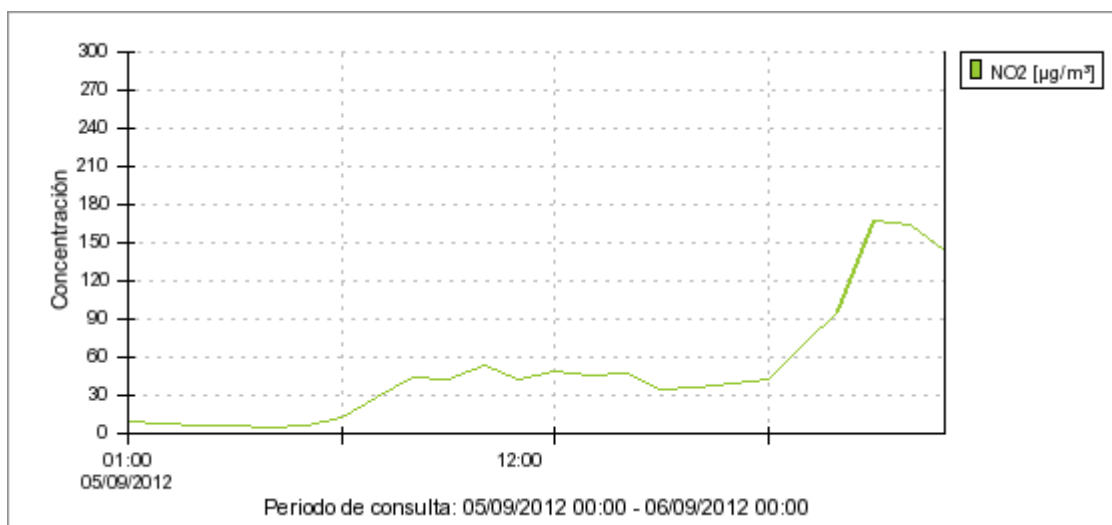


Estos datos corresponden a la estación de control de calidad del aire situada en Plaza de España y muestra la variación de SO₂, NO₂ y CO entre el 1 de Septiembre de 2009 y el 1 de Septiembre de 2010. Sorprende ver la elevada proporción de dióxido de azufre (SO₂) presente a lo largo de todo el año, lo cual se debe al incesante tráfico que discurre por esta zona, al igual que el NO₂. Ambos gases deben ser regulados y no pueden superar determinada proporción ya que si lo hicieran habría riesgo de lluvia ácida. Sin embargo, el escasísimo nivel de monóxido de carbono (CO) nos hace entender que nos situamos en una zona cuyo aire no es especialmente nocivo para los seres vivos.

Comparativa espacial



Esta gráfica corresponde a los datos recogidos en la estación de control de calidad del aire de El Pardo, una zona caracterizada por su densa arboleda que actúa como sumidero de parte de los gases contaminantes. Si nos atenemos al estudio del dióxido de nitrógeno observamos valores bastante bajos, solo con algún repunte a la hora de entrada y salida laboral ya que esta zona se erige en una zona de paso entre sectores de la ciudad y municipios periféricos.



En esta gráfica que recoge los datos correspondientes a la estación de control de calidad del aire de Plaza de España, observamos cómo el nivel de dióxido de nitrógeno es netamente superior al de El Pardo, sobre todo en las horas centrales del día, debido a un mayor tráfico rodado. Sin embargo, los repuntes que se producen tanto a la hora de entrada como de salida laboral se dan unas horas más tarde que en el Pardo, lo cual se debe a que Plaza de España es el objetivo de esos trabajadores que llevan a cabo movimientos pendulares diarios, del hogar al trabajo y del trabajo al hogar.

4. Factores que inciden en la contaminación urbana

Como hemos dejado entrever a lo largo de toda la comunicación técnica, la contaminación urbana puede ser tanto de origen natural, como antrópica. En este apartado abordaremos aquellos factores que afectan a la contaminación urbana de Madrid, ya sea aumentándola por medio de la emisión de gases contaminantes, o reduciéndola al erigirse en sumideros de estos gases.

Madrid presenta una serie de particularidades en distintos ámbitos como son:

4.1. Climatología.

El clima dominante en la región madrileña es el mediterráneo continentalizado. La altura, y el enclaustramiento continental de la ciudad de Madrid, que además suele estar bajo el influjo de un anticiclón (el de las Azores), limita la entrada de masas de aire que renueven o limpian la atmósfera

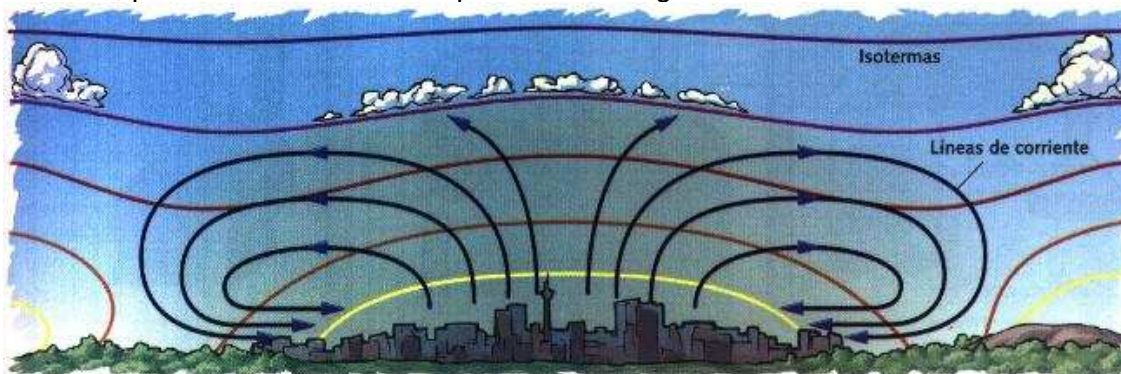
Sin embargo, el clima del área metropolitana de Madrid presenta importantes peculiaridades. Numerosos elementos característicos de las grandes ciudades, hacen que la temperatura en la capital sea netamente superior que en las afueras, diferencia que se intensifica en situaciones anticiclónicas que provocan la aparición de lo que se conoce como *isla de calor*.

La isla de calor es un fenómeno urbano por el que se modifican las condiciones climáticas y meteorológicas de un lugar con respecto a otro próximo, por efecto de los materiales. Se puede definir como un clima regional modificado. Es un concepto relativamente actual; y decimos esto porque su existencia está asociada única y exclusivamente a grandes aglomeraciones urbanas. Una de sus principales peculiaridades es el notable aumento de temperatura producido por las noches, debido a que los materiales de construcción que predominan en la ciudad, como hormigón o asfalto, retienen una gran cantidad de calor, evitando su dispersión y desprendiéndolo por la noche.

La expresión *isla de calor* surge por primera vez en 1958, de mano del climatólogo británico Gordon Manley, quien relaciona la reducción de las precipitaciones en forma de nieve en las ciudades inglesas con el aumento de la temperatura en las mismas durante un período de años. En la intensidad y duración de las islas de calor influyen factores muy dispares. En lo referente al clima, la ausencia de vientos y nubosidad favorece la aparición de islas de calor de gran magnitud. Por supuesto que las emisiones de gases contaminantes, ya sea por medio de calefactores, industrias o transportes favorece las islas de calor. Asimismo, el albedo se erige en un factor influyente en la retención de calor predominante en las ciudades. La construcción de grandes edificios así como del asfalto en colores oscuros, hace que el calor se retenga mucho más que si se emplearan materiales blancos.

Aunque uno de los factores que provoca un peculiar efecto son los altos edificios. Como ya sabemos, la radiación solar no sólo llega a la superficie terrestre, sino que ésta emite también radiación al exterior en aras de mantener un equilibrio térmico. Pero dicho equilibrio se rompe cuando la recurrencia de altos edificios es muy elevada, lo cual impide la “salida” de radiación hacia el exterior, produciendo lo que se conoce como “efecto cañón”. Podemos entenderlo como un efecto invernadero a nivel local ya que los gases se encierran en un espacio concreto provocando una cápsula que absorbe mucha radiación. No es fácil revertir esta situación ya que cuanto más calor hace, la gente utiliza sistemas de refrigeración durante más tiempo a mayor intensidad lo que sigue incrementando las emisiones de gases contaminantes. Sólo la llegada de una borrasca que traiga vientos y precipitaciones puede dispersar una isla de calor pero esto no es más que una solución temporal e insuficiente.

Este fenómeno está estrechamente ligado con el smog urbano, al que favorece e intensifica, por lo tanto tiene unas repercusiones negativas en la salud humana.



Gráfica de islas de calor - <http://cienciascic.blogspot.com.es/2011/02/islas-de-calor.html>

En los últimos tiempos, hay científicos que se postulan en la línea de que las islas de calor pueden tener una repercusión importante en el calentamiento global pero de una forma muy peculiar. Esta corriente de pensamiento científica asegura que las notables diferencias en los valores térmicos y pluviométricos recogidos en los últimos años respecto a los de década anteriores se debe en gran parte, a que los observatorios utilizados se encuentran actualmente en una isla de calor, debido al rápido proceso de urbanización que experimentan ciudades como Madrid, mientras que hace unas décadas estaban alejados de la aglomeración urbana. Esto nos hace pensar que estamos analizando unos datos sobredimensionados, lo cual provocaría una visión alarmista algo alejada de la realidad.

Actualmente, Madrid es la única ciudad en España que presenta una isla de calor de importante intensidad. El primer estudio que se realizó de la misma data de 1984 y fue realizada por Antonio López Gómez.

En los últimos tiempos, han proliferado los estudios de islas de calor en otras ciudades españolas, llamando notablemente la atención de la comunidad científica, el realizado en la ciudad de Teruel. Resulta sorprendente que una ciudad pequeña, con apenas 28.000 habitantes, una industria bastante modesta y un casco histórico con baja densidad de tráfico, ostente una de las islas de calor más notorias del país. Esto nos demuestra que no sólo la contaminación y la densidad de población influyen notablemente en la configuración de islas de calor, sino también una accidentada topografía y aspectos plenamente climáticos como la inversión térmica que se da entre la ciudad y las terrazas fluviales que le circundan.

Regresando a la ciudad de Madrid, llama la atención un incremento notable de las temperaturas en las dos últimas décadas. Un ejemplo claro se percibe en las medidas recogidas en el observatorio de El Retiro. La temperatura media ha ascendido 0,7°C desde 1990, el doble de lo que lo ha hecho a nivel global. Mayo y Junio son los que presentan incrementos más notables de la temperatura cada año.

De los 10 años más cálidos en Madrid, cuatro de ellos se producen a partir del año 2000.

Estos datos han sembrado cierta alarma en la comunidad científica, que no logra explicarse aumentos tan bruscos en tan poco tiempo si no es por el aumento continuado de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, como el CO₂ o el CH₄.

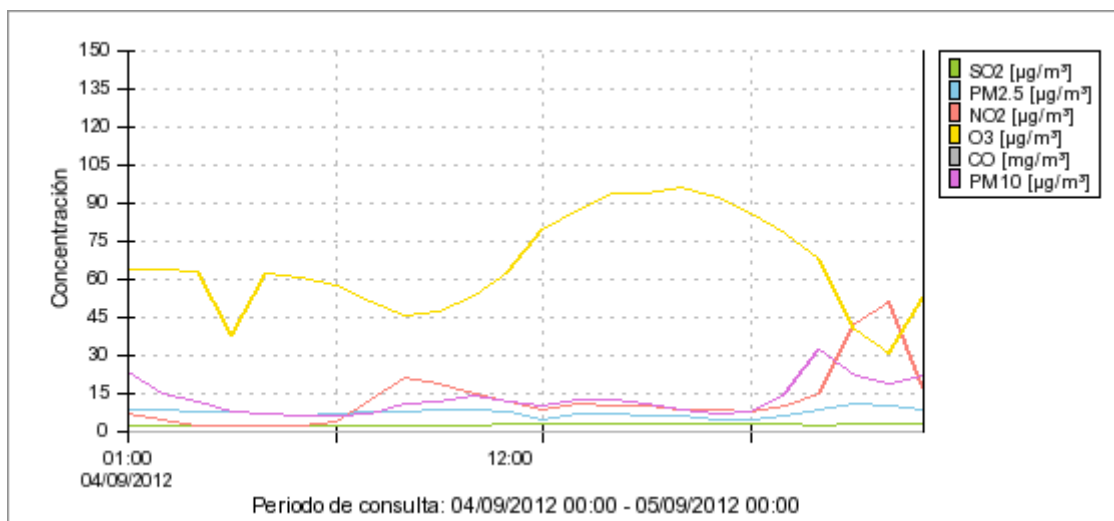
4.2. Espacios verdes

En ocasiones, cuando hablamos de espacios verdes como El Retiro en Madrid, Hyde Park en Londres o el Bois de Boulogne en París, nos referimos a ellos con la expresión “pulmones de la ciudad”. Y nada más lejos de la realidad. En medios urbanos tan densificados como Madrid, se hace plenamente necesario espacios verdes en los que la vegetación actúe como sumidero de gases contaminantes como el CO₂, y aporte frescura al ambiente.

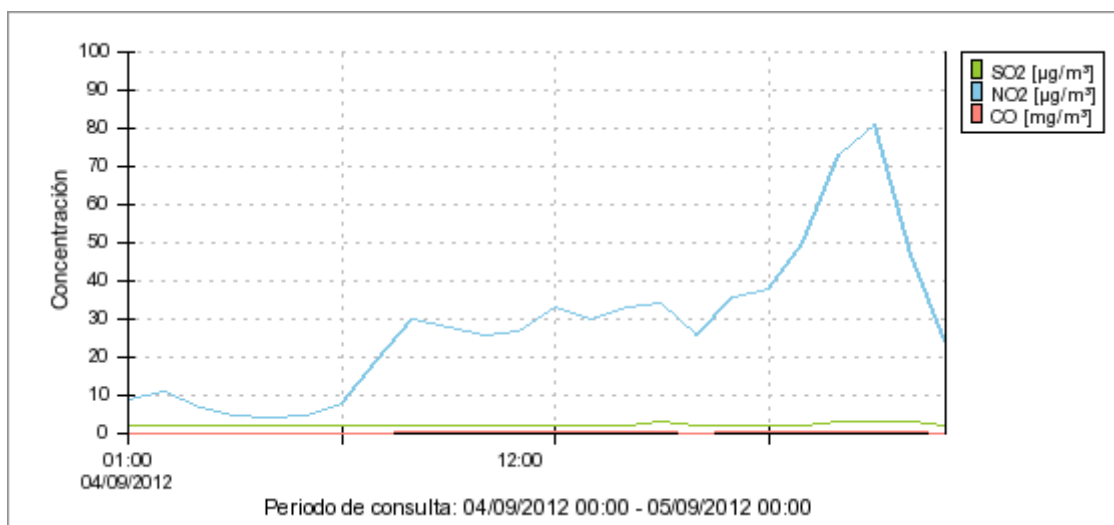
Quizá a más de uno le sorprenda conocer que Madrid es la ciudad europea con más árboles y espacios verdes. Según un estudio realizado por la Universidad de Chicago, a cada madrileño le corresponden 16 metros cuadrados de zonas verdes, siendo lo recomendable por la Organización Mundial de la Salud, al menos 10 metros cuadrados. Otras ciudades como París o Zurich presentan valores inferiores a los 11 metros cuadrados por habitante. A modo de curiosidad, es preciso señalar que la ciudad con más espacios verdes por habitante es la urbe brasileña de Curitiba con 52 metros cuadrados por habitante.

El trabajo que se ha venido realizando en Madrid en la última década para incrementar los espacios verdes es muy alabable, pero no parece suficiente. A pesar de crear más de mil hectáreas de zonas verdes en las que se han plantado un millón de árboles, la contaminación atmosférica en la ciudad sigue siendo elevada. No obstante, sí que es cierto que hay importantes diferencias.

Si analizamos los valores obtenidos en la estación de control de calidad del aire de la Casa de Campo, nos percataremos de un bajo nivel de todos los gases contaminantes a excepción del ozono troposférico.



Sin embargo, analicemos ahora la disposición de gases contaminantes a la misma hora y el mismo día en el observatorio de Plaza de España.



Como vemos los valores de dióxido de nitrógeno se disparan pero el resto de gases presenta muy poca concentración, siendo destacable la ausencia prácticamente total de ozono.

- Estas gráficas datan del 5 de Septiembre de 2012 y han sido obtenidas de <http://www.mambiente.munimadrid.es/svca/index.php?lang=es>

Llama notablemente la atención la presencia masiva del ozono en zonas con importante vegetación. Esto se debe a una serie de complejas reacciones fotoquímicas y efecto de los vientos, y supone un gran problema para todas aquellas personas que se dirigen a estas áreas en pos de pasear o hacer deporte, creyendo alejarse de la contaminación, pero que no hacen más que respirar una sustancia cuyos efectos son muy negativos para la salud.

4.3. Transporte

Como hemos señalado con anterioridad, las combustiones generadas por los automóviles liberan gran cantidad de gases contaminantes. El transporte es un gran problema en Madrid. La ciudad no parece estar en absoluto acondicionada, para el tránsito en bicicleta por ella. Esto demuestra la poca cultura ciclista que existe en nuestro país, en contraposición al de otros países, sobre todo centroeuropeos.

En un ranking elaborado por la OCDE (Organización de Cooperación y Desarrollo Económico) en el que únicamente se incluyen países desarrollados, no hay ninguna ciudad española entre las 30 primeras, siendo Copenhague la mejor clasificada.

El transporte público tampoco parece ser un referente en la vida diaria de los madrileños. Bien es cierto que son destacables los constantes esfuerzos de los políticos por alentar su uso pero, Madrid es una de las ciudades que acoge a más automóviles diariamente. Además, la reciente subida de precio de los billetes de transporte público parece ser una medida poco efectiva para incentivarlo.

Son ya habituales los mensajes subliminales que podemos ver en las carreteras de entrada a Madrid cuando se encadenan varios días sin llover, y la boina de contaminación se hace palpable a simple vista.

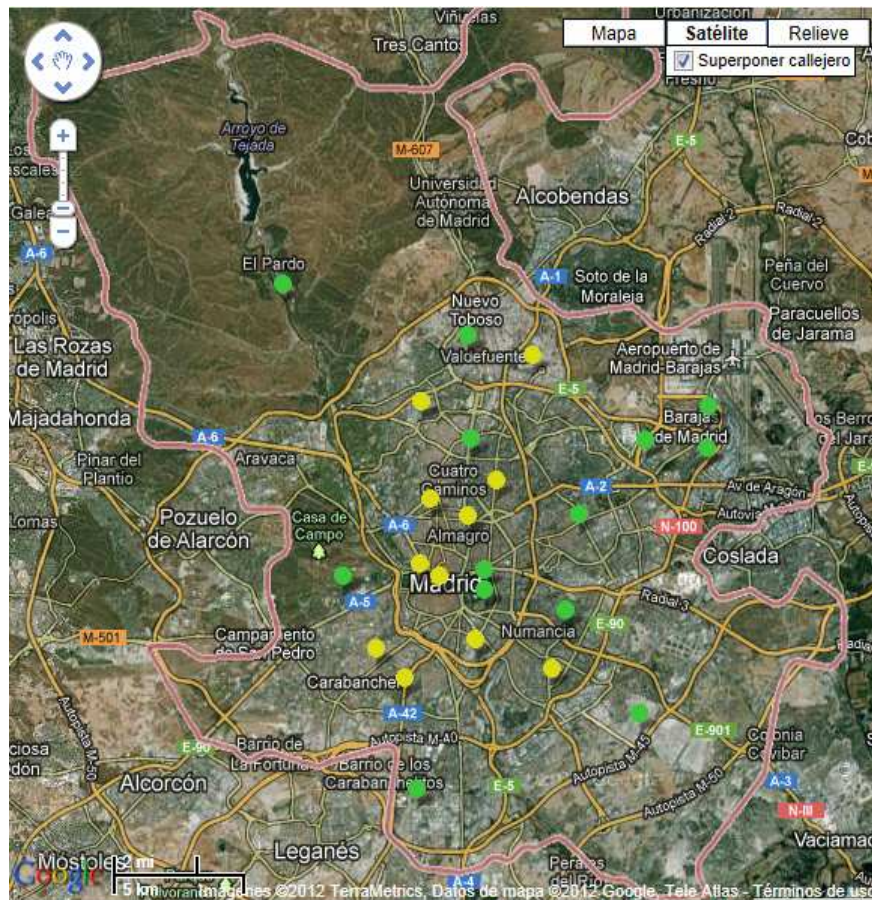


[http://www.madridiario.es/imagenesPieza/cartel-utilice-el-transporte-publico-ds11-\(4\).jpg](http://www.madridiario.es/imagenesPieza/cartel-utilice-el-transporte-publico-ds11-(4).jpg)

A pesar de ello, el transporte privado en Madrid sigue siendo claramente preeminente y no parece que el Ayuntamiento de Madrid dé el paso definitivo de las recomendaciones a medidas contundentes y sin ambigüedad.

Una vez analizados los principales factores que afectan a la contaminación de la atmósfera en medios urbanos, es preciso señalar que en función de todos los datos recogidos en cada una de las estaciones de control de calidad del aire, se establece un valor numérico que responde a la definición de *Índice de Calidad del Aire*.

Teniendo en cuenta este valor, el aire se puede clasificar en *bueno*, *admisible*, *deficiente* o *malo*. En el siguiente mapa observamos la disimetría de la calidad del aire en función de la zona de Madrid en la que nos encontremos.



Mapa extraído de: <http://www.mambiente.munimadrid.es/svca/index.php?lang=es>

5. Estrategias y planes de mitigación de Madrid y otras ciudades del mundo y valoración de las mismas.

Analizando la situación que se vive en Madrid en lo que a contaminación atmosférica se refiere, parece vital la promulgación de una serie de medidas drásticas que eviten el incremento progresivo de las temperaturas así como de los gases contaminantes.

Sin embargo, el escepticismo y la desazón son los sentimientos que pueden provocar algunas de las medidas tomadas o simplemente anunciadas, ya que no se han aplicado por ese mal llamado “crisis”. En 2008 se conocieron datos muy negativos en lo que a emisiones de CO₂ en la capital de España se refiere. Algunas de las medidas adoptadas por el ejecutivo de Esperanza Aguirre fueron tan inocentes e inocuas como las siguientes: *Cursos de conducción eficiente, fomento de transportes alternativos, impulso para la utilización de combustibles menos contaminantes así como apoyo a la energía solar.*

Bonitas palabras y objetivos, sin duda alguna, pero desde luego poco atrevidas y eficientes.

Todas estas medidas y muchas otras se engloban en lo que se conoce como *Plan Azul*, vigente desde 2006 y cuyos objetivos no parecen haber sido cumplidos, a tenor de los alarmistas datos analizados con anterioridad.

Y es que, a pesar de que en numerosas ocasiones a lo largo del año se superan con creces los niveles de CO₂ y otras partículas contaminantes recomendados por la UE, no se llevan a cabo medidas extraordinarias, ni con el tiempo suficiente para evitar estas situaciones de peligro para la integridad de los transeúntes.

Las recomendaciones no valen; si bien es cierto que los políticos no son lo suficientemente valientes para aplicar medidas ambiciosas en este sentido, igualmente criticable es la actitud de los habitantes de Madrid, que se resisten a sacrificar la comodidad que supone ir con el coche propio a pesar de los niveles de contaminación existentes.

Muchas son las ciudades que han aplicado medidas restrictivas al tráfico en el centro, como Londres, urbe que obliga al pago de un peaje a todos aquellos que quieran acceder al centro de la ciudad; o México DF, que en función de la terminación de las matrículas asigna unos días u otros para circular por el centro.

En ocasiones parece que no existen soluciones a corto plazo a este problema, y solo se ofrecen vagas ideas de cara al futuro. Pero hay ejemplos de ciudades europeas que han sido valientes y han mejorado su situación atmosférica notablemente. Un ejemplo de ello es Friburgo (Alemania) en la que se optó por desarrollar urbanísticamente las zonas en las que fuera rentable fomentar un transporte público eficaz mientras que en las ciudades españolas primero se urbaniza en zonas en las que la única razón para hacerlo es la especulación, y se obliga a los ciudadanos a pagar costes muy altos para conseguir llevar a estas zonas el transporte público.

Incentivar el transporte público y poner trabas a los coches más contaminantes. Esa debería ser la máxima a seguir por todo ayuntamiento de una ciudad con problemas de contaminación para Madrid, en lo que además, supondría un embellecimiento de la ciudad ya que reduciría el hollín de las fachadas de muchos edificios y permitiría un discurrir más fluido de los transeúntes.

La apuesta por las zonas verdes que ha hecho el ayuntamiento con la construcción de espacios como Madrid Río o el parque forestal de Valdebebas, muestran el camino correcto pero debe estar secundado por medidas restrictivas en el transporte.

Otras medidas más novedosas y que supondrían también un embellecimiento de la ciudad notable pueden ser las siguientes:

-Como antes señalamos, el hecho de que los materiales predominantes en la construcción sean tan oscuros y por tanto, con tanta capacidad de retención del calor, incrementa la contaminación urbana y la intensidad de la isla de calor. Medidas ambiciosas son las que se están proponiendo en los últimos tiempos como la construcción de tejados con pequeños jardines o con otro tipo de materiales, más claros y que reflejen más la radiación.



Imagen sacada de <http://cienciascic.blogspot.com.es/2011/02/islas-de-calor.html>

Muy probablemente, cuando los políticos vean este tipo de medidas alegrarán que son caras y que no es el momento. Sin embargo, se han llevado a cabo verdaderos macroproyectos en este país que han costado el doble de lo que costaría esto y cuyo rendimiento actual y futuro es prácticamente nulo. No hace falta recordar el tráfico aéreo que hay en Ciudad Real o Castellón.

¿Por qué no invertir entonces en este tipo de proyectos que, además de ser beneficiosos para la salud, suponen un embellecimiento de la ciudad y por ende, beneficios económicos derivados del turismo? ¿Qué mejor momento que el que estamos viviendo para emprender proyectos de futuro, el tan famoso y, por desgracia, abstracto I+D+I?

Existe un proyecto de investigación llevado a cabo por el CSIC de Zaragoza, en el que un grupo de científicos ha desarrollado un novedoso sistema basado en un proceso de combustión con transportadores, que quema el combustible con un óxido metálico que provoca que el CO₂ sea apartado de la combustión. Este es un proceso barato ya que reduce el coste de captura. Es necesario reducir mucho más las emisiones de CO₂ y qué mejor forma de hacerlo que mediante un sistema de bajo coste como éste.

Proliferan también otros procesos, consistentes en la captura de CO₂ y almacenamiento en formaciones geológicas a grandes profundidades, lo cual logra evitar que las emisiones lleguen a la atmósfera. Es un sistema eficiente pero muy caro pero a pesar de ello... ¡sorpresa!, en España contamos con varias instalaciones de este tipo, localizándose la más importante en la provincia de León.

Creemos que es posible lograr una simbiosis perfecta entre economía, respeto medio ambiental y, lo que es más difícil, intereses políticos. El ser humano ha sido capaz de cosas maravillosas a lo largo de su historia y echar a perder todos los avances por no ser capaz de cuidar su propia casa, su propio planeta sería verdaderamente lamentable. Debemos reaccionar pronto, tanto los políticos como los ciudadanos de a pie para conservar la maravilla que se nos ha brindado; la oportunidad de vivir en un mundo próspero y saludable.

6. Bibliografía.

Recursos web

<http://www.madridiario.es/2008/Octubre/medioambiente/medio-ambiente/103411/tres-veces-mas-co2-espanaprint.html>

<http://www.elmundo.es/elmundo/2011/02/08/ciencia/1297170075.html>

http://www.ladyverd.com/articulo/964/clasificacion_mundial_de_las_ciudades_mas_ciclistas.htm

<http://www.ecologiaverde.com/madrid-una-ciudad-llena-de-zonas-verdes/>

<http://www.osman.es/noticia/599>

<http://cienciasic.blogspot.com.es/2011/02/islas-de-calor.html>

<http://www.elmundo.es/elmundo/2009/08/02/madrid/1249232248.html>

http://enciclopedia.us.es/index.php/Geograf%C3%ADa_f%C3%ADsica_de_la_Comunidad_de_Madrid#Clima

http://enciclopedia.us.es/index.php/Geograf%C3%ADa_f%C3%ADsica_de_la_Comunidad_de_Madrid#Clima

<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/002804.htm>

<http://unabrevehistoria.blogspot.com.es/2008/07/el-gran-smog-de-londres-de-1952.html>

<http://tejiendoelmundo.wordpress.com/2010/06/18/el-gran-smog-de-1952-la-niebla-que-mato-a-miles-de-londinenses/>

<http://www.tierramerica.net/global/conectate0225.shtml>

<http://runawayreactions.wordpress.com/2012/05/21/investigadores-en-zaragoza-nuevo-sistema-para-abaratar-la-reduccion-de-co2-de-la-atmosfera/>

<http://es.scribd.com/doc/15932239/Emisiones-contaminantes>

<http://www.bbc.co.uk/news/world-europe-12393803>

<http://www.elmundo.es/elmundo/2007/10/02/ciencia/1191331417.html>

http://territoriosostenible2011.blogspot.com.es/2011_11_01_archive.html