



¿Está el aire de Donosti contaminado? ¿Afecta al Cambio Climático?

Introducción.

El clima está cambiando y muchos de los gases de efecto invernadero responsables del cambio climático también son contaminantes atmosféricos comunes que afectan a nuestra salud y al medio ambiente.

Así que si mejoramos la calidad del aire que respiramos también podemos ayudar a mitigar el cambio climático.

El dióxido de carbono y el metano son los mayores impulsores del calentamiento global pero no son los únicos. Muchos otros gases y partículas, llamados «forzadores del clima», influyen en la cantidad de energía solar que retiene la Tierra y en la cantidad que refleja al espacio.

Entre estos forzadores del clima se encuentran contaminantes atmosféricos habituales que se vienen midiendo en ambientes urbanos tales como el ozono, óxidos de nitrógeno y partículas finas.

Y viceversa, aunque no comprendamos del todo bien cómo puede afectar el cambio climático a la calidad del aire, recientes investigaciones indican que esta relación recíproca puede ser más intensa de lo que se creía hasta ahora.

En las evaluaciones realizadas desde 2007, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático -el organismo internacional creado para evaluarlo- prevé un descenso en el futuro de la calidad del aire en las ciudades, debido al cambio climático.

En muchas regiones del mundo se prevé que el cambio climático afectará a las condiciones climáticas locales, entre ellas la frecuencia de las olas de calor y los episodios de aire estancado. Más luz solar y unas temperaturas más altas pueden, por ej., no solo prolongar los períodos de tiempo en que suben los niveles de ozono, sino que también pueden agravar aún más las concentraciones máximas de ozono.

Sin duda, eso no es una buena noticia para el sur de Europa, que ya hace frente a episodios de excesivo ozono troposférico en periodo estival, contaminante este secundario que se origina en la atmósfera por reacciones químicas entre otros efluentes tóxicos procedentes de los vehículos motorizados y la presencia de luz solar. Se han producido últimamente episodios de excesivo ozono en la Comunidad de Madrid y otras Comunidades Autónomas del centro, levante y sur de España

Directrices de la OMS de los efectos de la contaminación urbana sobre la salud.

Según la OMS son muchos los efectos a corto y a largo plazo que la contaminación atmosférica puede ejercer sobre la salud de las personas, así aumenta el riesgo de padecer enfermedades respiratorias agudas, como la neumonía, y crónicas, como el cáncer del pulmón y enfermedades cardiovasculares.

La contaminación atmosférica afecta de distintas formas a diferentes grupos de personas. Los efectos más graves se producen en las personas que ya están enfermas. Además, los grupos más vulnerables, como los niños, los ancianos y las familias de pocos ingresos y con un acceso limitado a la asistencia médica, son más susceptibles a los efectos nocivos de dicho fenómeno.

Las Guías de calidad del aire siguen siendo el documento autorizado por excelencia de la OMS sobre el tema de la calidad del aire y la salud y en ellas se realiza un examen completo de los datos científicos.

Se recomiendan concentraciones de partículas finas, dióxido de nitrógeno (NO₂), dióxido de azufre (SO₂) y ozono (O₃) que protegerían a la gran mayoría de las personas de los efectos nocivos de la polución del aire sobre la salud.

Pero no todos los contaminantes atmosféricos nos afectan igual, según la OMS y estudios científicos recientes, las PM_{2,5}, es uno de los contaminantes urbanos con efectos más dañinos para la salud, sino el que más.

Según dichas directrices la OMS nos indica que el 92% de la población mundial vive en lugares en los que el aire excede los límites anuales fijados para las partículas con una media inferior a 2,5 micras (PM_{2,5}).



Qué son las partículas (PM_{2,5}). Riesgos para la salud.

El material particulado respirable presente en el medio ambiente de las

ciudades en forma sólida o líquida (polvo, hollín, humos metálicos, polen...) se suele dividir, según su tamaño, en dos grupos:

- Las de diámetro aerodinámico igual o inferior a los 10 μm o 10 micrómetros (1 μm corresponde a la milésima parte de un milímetro) se las denomina PM10 y suelen tener en su composición un importante componente de tipo natural, como partículas de polvo procedente del viento del norte de África (polvo sahariano), frecuente en nuestras latitudes.

-Y las partículas en suspensión inferiores a 2.5 micras (fracción respirable más pequeña) PM2,5, de origen principalmente antropogénico: las emisiones de los vehículos diésel en las ciudades.

Por esta razón, las partículas en suspensión de menos de 2,5 micras (PM2,5) parecen ser un mejor indicador de la contaminación urbana que las que se venían utilizando hasta ahora, las PM10.

Además las partículas PM2,5 incluyen otros contaminantes que se adhieren a ellas, como los sulfatos, nitratos y el hollín, que penetran profundamente en los pulmones y en el sistema cardiovascular, lo que representa un riesgo grave para la salud humana.

En las directrices de la OMS, el límite establecido de media anual de PM2,5 es de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Existe una estrecha relación cuantitativa entre la exposición a altas concentraciones de pequeñas partículas (PM10 y PM2,5) a largo plazo y el aumento de la mortalidad o morbilidad. A la inversa, cuando las concentraciones de partículas pequeñas y finas son reducidas, la mortalidad conexas también desciende, en el supuesto de que otros factores se mantengan sin cambios.

La contaminación con partículas PM2,5 conlleva efectos sanitarios incluso en muy bajas concentraciones; de hecho, no se ha podido identificar ningún umbral por debajo del cual no se hayan observado daños para la salud.

Por consiguiente, las recomendaciones de la OMS se orientan a lograr concentraciones de partículas lo más bajas posibles.

Las partículas PM 2,5 se producen principalmente en el transporte motorizado, la generación de energía, la industria y la agricultura.

Entre ellos, se consideran los vehículos motorizados como el factor más determinante del deterioro de la calidad del aire en las ciudades.

La Agencia Europea de Medio Ambiente ha manifestado que se han reducido las emisiones de diversas fuentes en el período 2002-2011, principalmente de dióxido de azufre (SO_2), monóxido de carbono (CO), plomo y benceno.

Sin embargo, una parte importante de los europeos todavía está expuesta a concentraciones de óxidos de nitrógeno (NO_2), ozono (O_3) y partículas finas de diámetro menor de 2,5 μm (PM2,5) ,por encima de los valores guía de la OMS.

Estos tres contaminantes vienen a ser los más problemáticos para la salud de la población europea.

España supera muchas de las veces los valores de partículas finas, dióxido de nitrógeno (NO_2) y ozono. Esto provoca que gran parte de nuestra población esté sometida a niveles insalubres de polución, con efectos adversos para su salud.

Los últimos informes de la OMS señalan que los valores objetivo y límite de algunos contaminantes deben reducirse para equipararse, más que a sus guías, a los valores normativos de Estados Unidos, más bajos que los nuestros.

La OMS propone unos valores guía atendiendo estrictamente a criterios de salud, que indican la **cantidad máxima deseable** de contaminantes.

Existen también notables diferencias entre los valores establecidos por la Unión Europea y las directrices de la OMS.

Cabe destacar que la recomendación anual de la OMS para PM_{2,5} (10 µg/m³) es menos de la mitad que el valor límite europeo actual (25 µg/m³) o los 20 establecidos para el año 2020, mientras que Estados Unidos reguló un valor límite de 12 µg/m³.

En cuanto a **exposiciones diarias** de PM_{2,5}, la OMS recomienda valores inferiores a 25 mg/m³, mientras que la UE no tiene legislado ningún valor límite.

En resumen, estudios científicos recientes muestran los efectos que la contaminación atmosférica ocasiona en la salud, y además señalan que los niveles regulados son demasiado altos para proteger a la población.

Sin embargo, al parecer razones políticas han retrasado la toma de medidas hasta 2030 para tener un mayor acercamiento a las directrices de la OMS. Un horizonte demasiado lejano para un riesgo ambiental que provoca tan grave impacto en la salud pública.



Red de vías ciclistas en Donostia-San Sebastián

La contaminación acústica en las ciudades.

El ruido es una amenaza invisible para los ciudadanos, el ruido enferma. La Organización Mundial de la Salud (OMS) afirma que el ruido es uno de los factores ambientales que provoca más enfermedades. Acostumbrados a generarlo y a soportarlo quizás no nos damos cuenta de sus nocivas consecuencias.

De hecho, después de la contaminación atmosférica, la acústica es la segunda causa de origen ambiental que provoca más alteraciones en la salud.

Varios estudios demuestran una relación directa entre el exceso de ruido y el aumento de enfermedades.

Los vehículos a motor (coches, motos, aviones...) son la principal fuente de contaminación acústica. La OMS calcula que solo el ruido del tráfico perjudica la salud de al menos un tercio de los europeos, correspondiendo a los vehículos a motor el 80% de la contaminación acústica.



El por qué de nuestro estudio.

Aunque la calidad del aire de Donostia-San Sebastián, según los datos aportados por las cabinas fijas, es francamente buena en relación a los límites establecidos por la Unión Europea, algunos de los contaminantes no siempre cumplen con las recomendaciones dadas por la OMS (Organización Mundial de la Salud).

Tradicionalmente se viene midiendo el nivel de contaminación del aire urbano mediante sensores colocados en cabinas fijas en determinados puntos de la ciudad.

Su mayor inconveniente es que no refleja la calidad del aire real que se respira al pedalear por las vías ciclistas, caminar, correr o estar parados en la acera o cruzando la calzada, ya que las referidas cabinas están colocadas en lugares alejados de aquellos por los que habitualmente nos movemos los ciclistas y ciudadanos en general, a pocos metros de los tubos de escape de los vehículos motorizados.

Sin olvidarnos que en estos casos estamos respirando hasta 2-3 veces más aire (en función del esfuerzo realizado) que permaneciendo quietos y, consecuentemente, inhalando más partículas y gases tóxicos.

Cuando se habla de la promoción de la salud de la población, una de las recomendaciones saludables es la de hacer ejercicio físico, que por otra parte, está muy extendido afortunadamente en nuestra ciudad, pero ni siquiera conocemos la calidad del aire en tiempo real que respiramos al desplazarnos en bici o simplemente caminando.

Otros se preguntan, si no sería mejor no pedalear que hacerlo inhalando humos tóxicos junto a los vehículos motorizados.

Para salir de dudas, qué mejor que empezar a medir con las nuevas tecnologías, la calidad del aire que inhalamos cuando pedaleamos por los bidegorris (vías ciclistas) de la ciudad.

Sensores de medida y su correlación con los de las cabinas.

Con la colocación en las bicis de sensores de medida de partículas finas PM2.5 (inferiores a 2.5 micras, las más dañinas para las vías respiratorias por penetrar hasta los pulmones y sistema cardiovascular) hemos empezado a conocer la calidad del aire que respiramos en tiempo real en la ciudad.

Para dar con los sensores de partículas finas PM2.5 más adecuados existentes en el mercado, nos pusimos en contacto con personal del CSIC, que nos indicaron que había equipos de bajo coste y tamaño reducido, aptos para llevarlos en la bici en un periodo de tiempo razonable.

Y que ellos acababan de realizar un estudio cuyo objetivo consistió en evaluar el funcionamiento de varios sensores existentes en el mercado, para la medida de la calidad del aire en condiciones reales.

Entre los monitores estudiados y con mejores resultados de correlación con los sensores de las cabinas (de referencia) se encontraba el medidor óptico para partículas inferiores a 2.5 micras AIRBEAM2.5, que es el sensor por el que finalmente nos hemos decantado.

Las nuevas tecnologías (sensores, internet y apps) ponen hoy día en nuestras manos herramientas para obtener datos de la calidad del aire urbano que inhalamos.

Los sensores se comunican con el smartphone, via bluetooth, en el que se geolocalizan y visualizan.

Estos pequeños detectores con sus smartphones asociados para nuestras medidas, han sido costeados por Medio Ambiente del Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián y Kalapie.

Al terminar las mediciones de un recorrido, los datos se envían a una página web en la que se almacenan y pueden verse y analizarse.

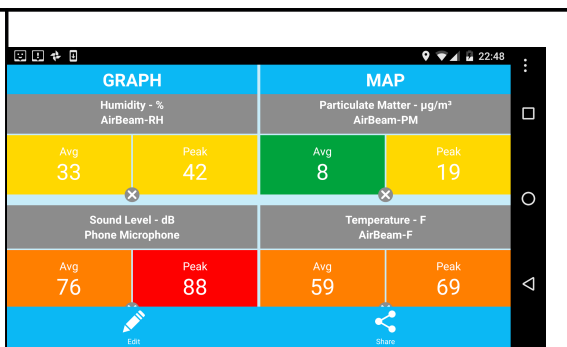
Las diferentes medidas realizadas se van superponiendo para darnos una visión de conjunto de la ciudad. Podemos desglosarlas por horas, fines de semana, calles...

Mientras uno pedalea puede ir viendo en cada momento en el smartphone el nivel de partículas finas PM2.5, así como el valor pico y promedio del recorrido realizado.

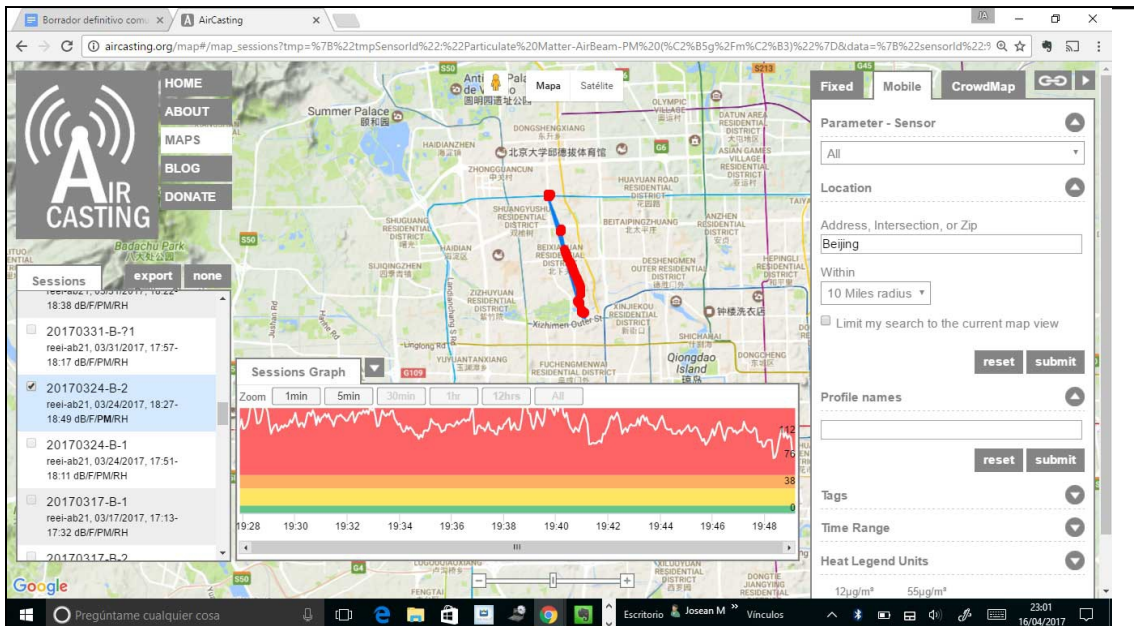
Estos sensores PM2.5 también permiten medir la calidad del aire en puntos fijos de áreas urbanas en tiempo real, como un complemento de las redes de medida de calidad del aire existentes en las ciudades (cabinas).



Sensor AirBeam para partículas 2,5 MP



Pantalla del app del móvil para grabar las medidas de partículas 2,5 PM y otras variables



Esta es la web AirCasting a donde se suben todas las mediciones. En la imagen Beijing, el 24/03/2017, zona residencial, ¡la contaminación 2,5 PM, por encima de lo que puede medir el detector!



Voluntario en bici 1



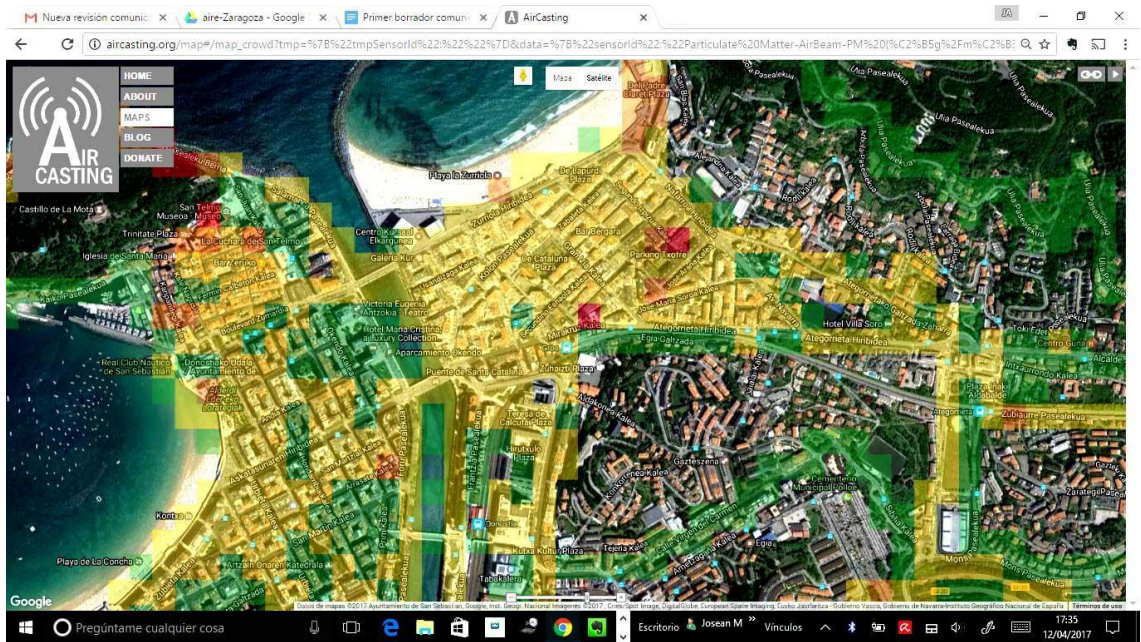
Voluntario 2

Primeros resultados

Tras 2 meses de toma de muestras podemos aventurar algunas “percepciones” interesantes pues para pasar a resultados definitivos estimamos necesario un período más largo, con un gran número de muestras desde todo tipo de situaciones y vehículos: caminantes, bicis, coches, autobuses y trenes de cercanías.

Además antes debemos realizar varios test comparando nuestros detectores móviles con los colocados en las cabinas que el Gobierno Vasco tiene en varios puntos de Donostia.

1ª percepción.- Donostia no es una ciudad libre de aire contaminado. Si observamos el mapa pixelado de la ciudad, obtenido con 200 desplazamientos, en diferentes días y horas, durante los dos últimos meses, aun sin poder cubrir exhaustivamente toda la ciudad, nos da esta imagen:

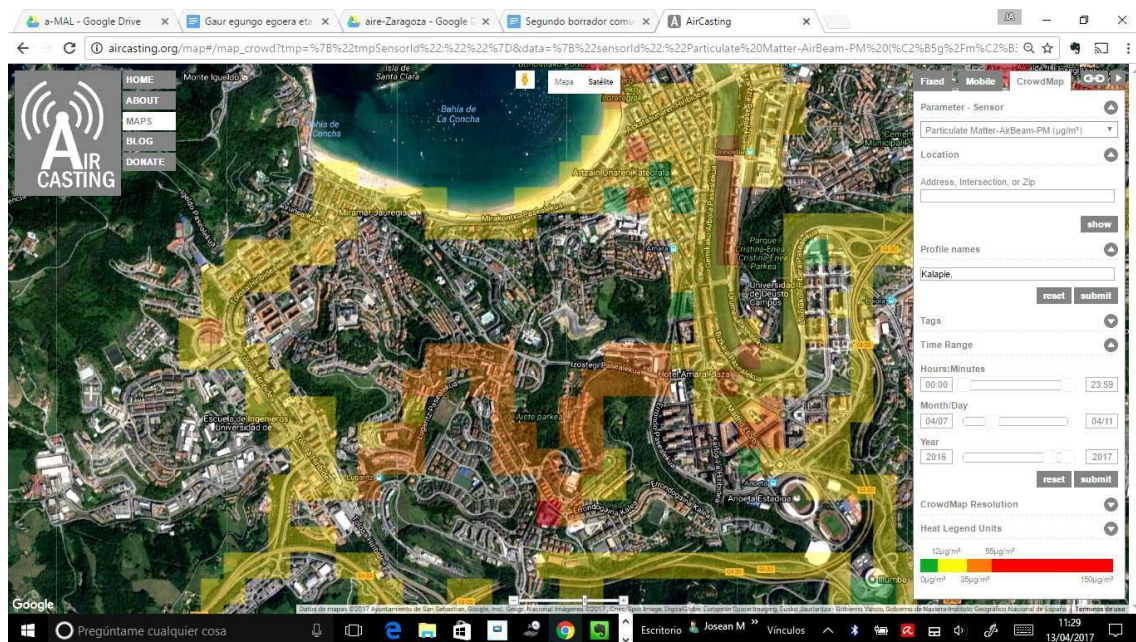


Nota: los colores empleados son verde (bien, hasta 12µm), amarillo (regular, hasta 35 µm), naranja (mal, hasta 55 µm), rojo (muy mal, solo mide hasta 150 µm)

Se aprecia un aire con una calidad regular en partículas 2,5 PM

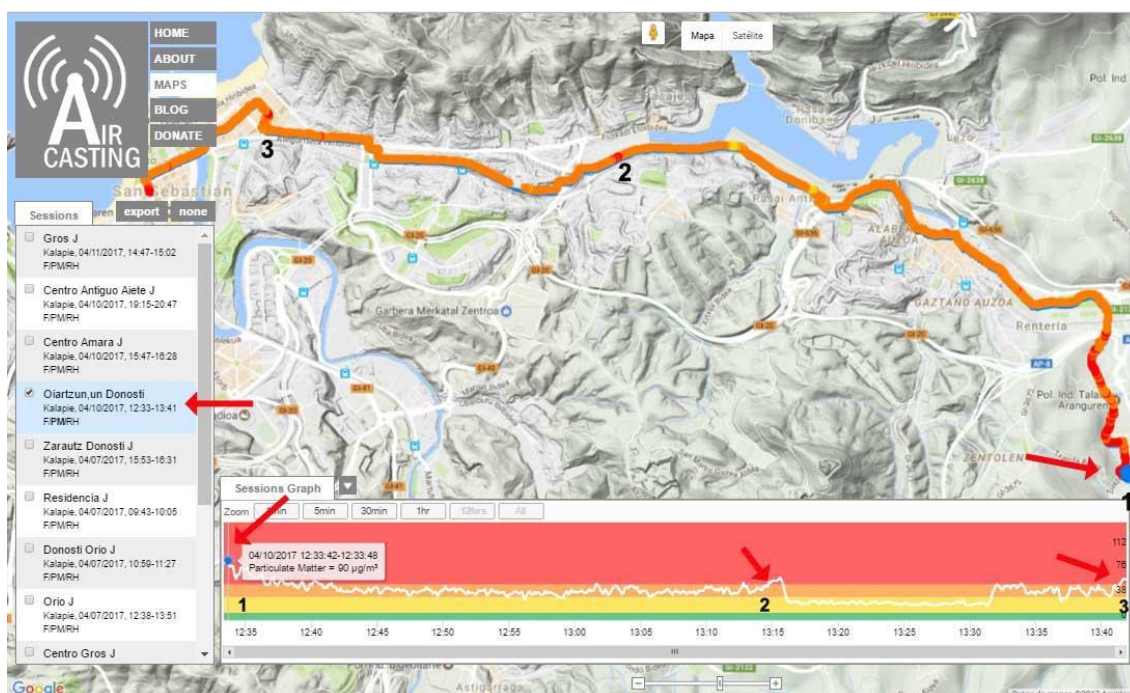
2ª percepción. Se han producido algunos episodios de contaminación del aire preocupantes como los ocurridos entre los días 7 al 11 de abril.

Ejemplo 1.- Media de calidad aire 2,5 PM entre el 7 y 11 de abril en zona Donosti.



Ninguno de los recorridos medidos nos da verde, todos amarillo (calidad regular) o naranja (mal)

Ejemplo 2.- Recorrido en bici el 10 de abril de Oiartzun a Donosti, 13 km, en el mapa de dcha a izda, de 12:35 a 13:35 horas. Este es el siguiente gráfico:



La gráfica de la concentración de partículas 2,5 PM va de izda a dcha. Se observa una alta contaminación, con una media de 42 µm y un pico que queda fuera del gráfico, de 92 µm.

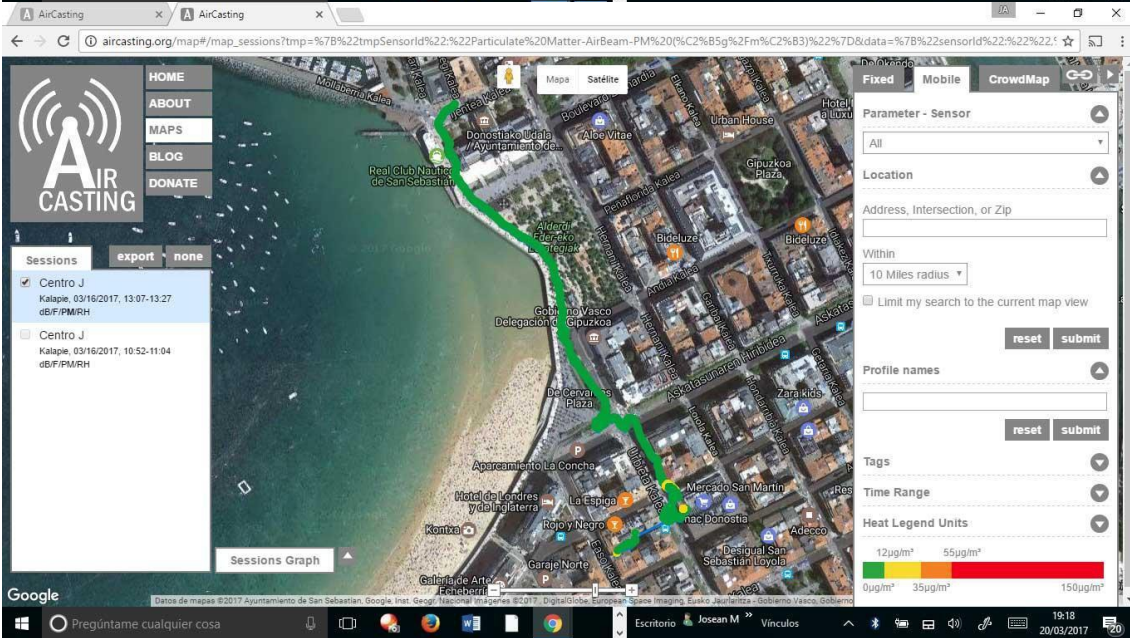
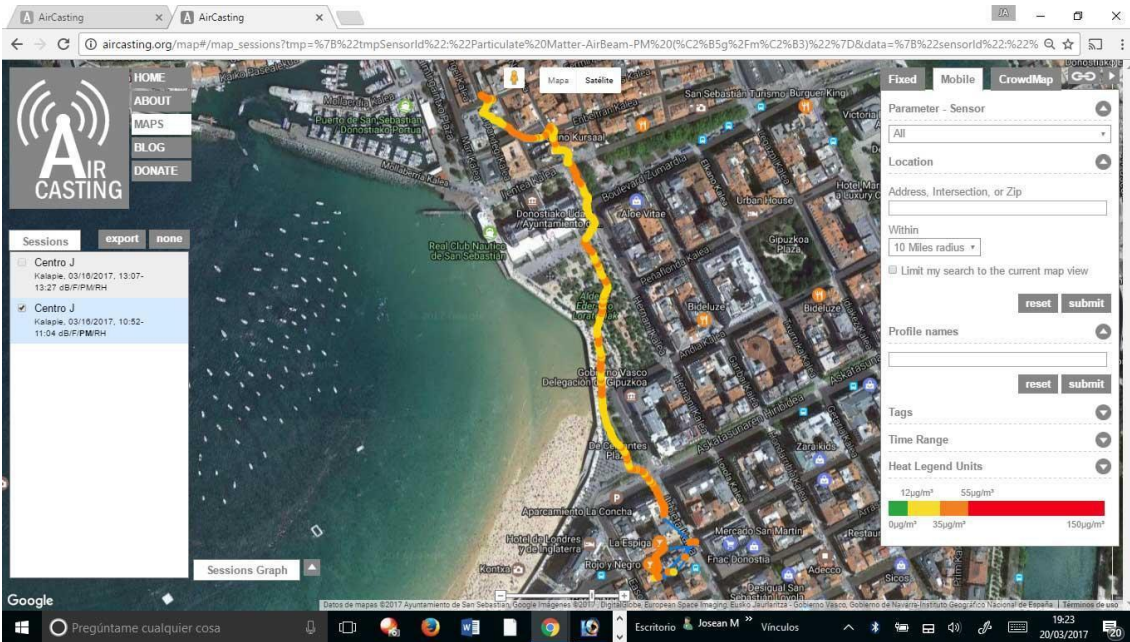
3ª percepción. Estos episodios puntuales de alta contaminación parecen estar ligados a fenómenos atmosféricos como : inversión térmica, estabilización de nieblas bajas o semi bajas, etc. Por ejemplo:

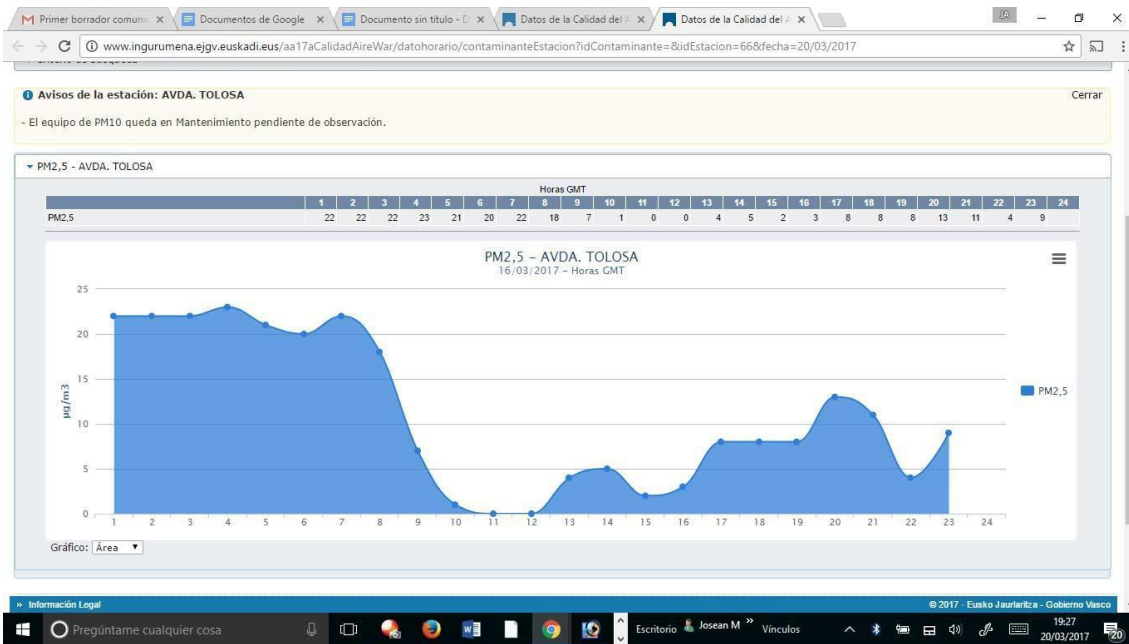
En Donosti en este caso se hicieron dos medidas en torno a la playa de la Concha, Ayuntamiento y Parte Vieja, lugares de muy poca circulación, con una diferencia de 2.30 horas.

La primera nos da una apreciable contaminación: colores amarillo y naranja y la segunda todo verde. ¿Qué ha ocurrido? un cambio brusco que deshizo la inversión térmica.

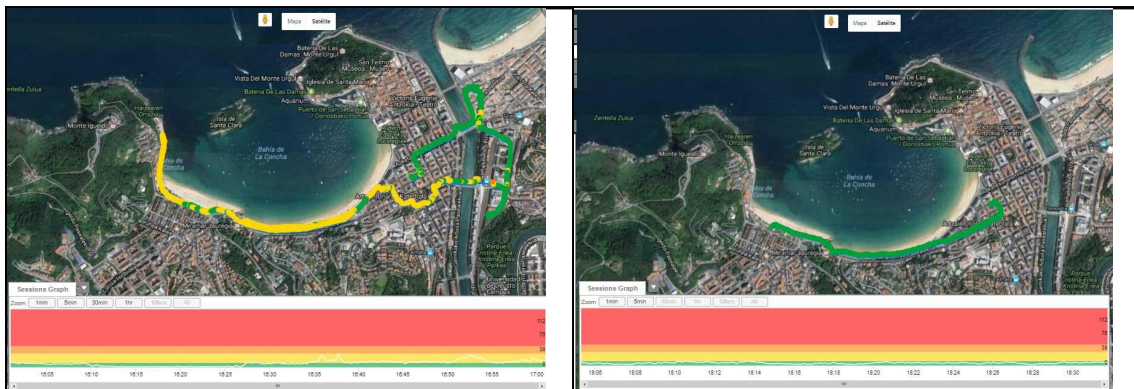
En el gráfico de la cabina más próxima de control del aire del Gobierno Vasco, se confirma este repentino cambio, aunque no coinciden los valores de partículas PM2.5 por tratarse de ubicaciones diferentes.

Nota: los colores empleados son verde (bien, hasta 12µm), amarillo (regular, hasta 35 µm), naranja (mal, hasta 55 µm), rojo (muy mal, solo mide hasta 150 µm).





4ª percepción.- Se observan diferencias significativas del nivel de contaminación existente en las mismas vías ciclistas, en situaciones y días distintos, debido entre otras razones, a la mayor intensidad de vehículos motorizados, razón que nos obliga a seguir realizando más mediciones.



Como se puede ver hay bastante información y muy interesante obtenida con dos detectores en dos meses de prospecciones, ¡esto promete!

Otras experiencias.

La Universidad de Navarra, en colaboración con el CIEMAT, Gobierno de Navarra, Mancomunidad, Ayuntamiento...) está desarrollando el Proyecto Life+ Respira (2014 - 2017) con el objetivo principal de demostrar que es posible reducir la exposición a contaminantes atmosféricos urbanos de las personas que circulan en bicicleta y a pie por la ciudad.

Se trata de una iniciativa apoyada con 2 millones de euros por el instrumento financiero LIFE de la Unión Europea.

Para llevarlo a cabo utilizan 50 equipos portátiles (cada uno mide 5 contaminantes) y cuenta con un grupo de 50 voluntarios que se desplazan en bicicleta por la ciudad con sus respectivos equipos.

Conclusiones.

Estas primeras mediciones de partículas finas PM_{2,5} y las que iniciemos, en una segunda fase este mismo año, ampliando el estudio a los parámetros PM₁, PM₁₀, óxidos de nitrógeno, ozono y ruido ambiental, nos permitirá conocer en tiempo real de forma global y más completa, la calidad del aire que respiramos al desplazarnos en bici por la ciudad y, en consecuencia, la de la ciudadanía en general, y su situación en relación a las recomendaciones dadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Asimismo, mejorando la calidad del aire de Donostia-San Sebastián, además de los beneficios directos en la salud de sus ciudadanos, cualesquiera que sea su modo de desplazamiento, contribuiremos también a disminuir la emisión de gases efecto invernadero y, en consecuencia, a atenuar los efectos del Cambio Climático.

Por otro lado, esperamos que este mayor conocimiento de la calidad del aire de la ciudad, sirva de ayuda a los responsables municipales en la toma de medidas de gestión de la movilidad y planificación de un urbanismo más sostenible.

Para finalizar, animamos a otras Asociaciones Ciclistas del estado español a que inicien experiencias similares a la nuestra, con la finalidad de convertirse en agentes sociales activos en el proceso de reducción del grado de polución del aire que inhalan al desplazarse en bici por sus ciudades, y aporten así su granito de arena a la lucha contra el Cambio Climático.

Autores:

Carlos Pérez Olozaga y José Antonio Meoqui Echeverria
Socios de Kalapie

NOTA:

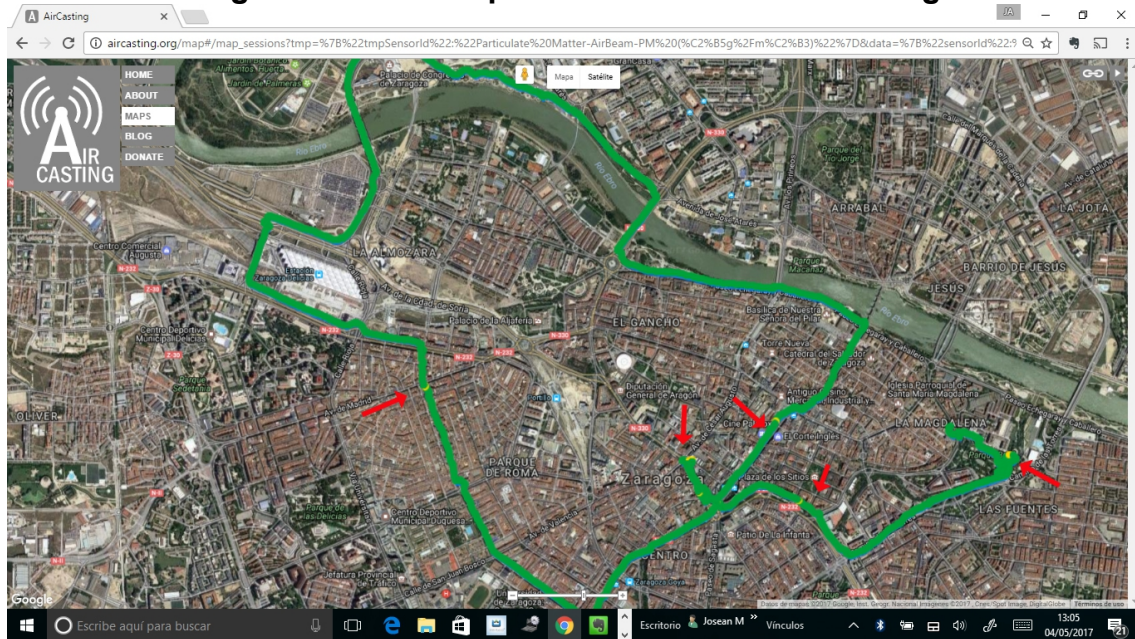
-Las personas interesadas en las características técnicas y operativas del sensor **PM_{2.5}**, pueden consultar la web de nuestra Asociación ciclista: www.kalapie.org, en la que se ha colgado información básica del monitor. Para más detalles se pueden dirigir a kalapie@kalapie.org

-Hemos añadido también los resultados de las mediciones de partículas PM_{2.5}, de la tarde del viernes 28 de abril, en la ruta guiada realizada en buena armonía por numerosos participantes del Congreso, a lo largo de 15 km de vías ciclistas de la ciudad de Zaragoza.

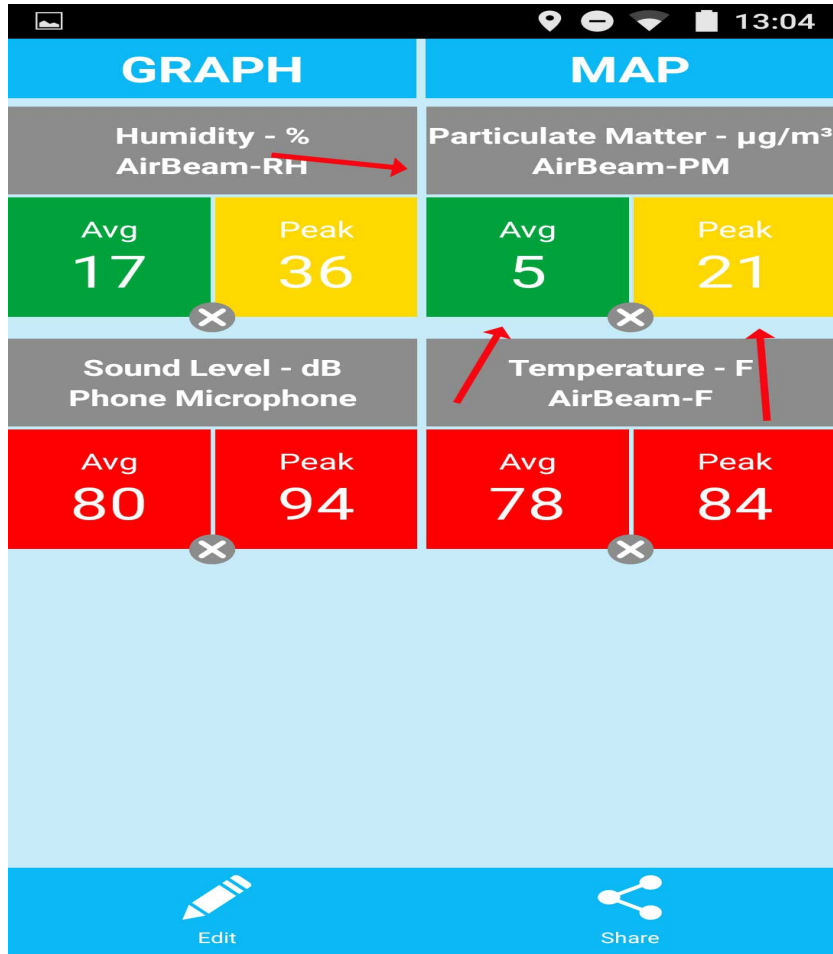
Resultados por cierto muy satisfactorios, con concentraciones de PM_{2.5} inferiores a 12 microgramos/m³ (línea continua en color verde) como se puede observar en las 3 imágenes, debido al ligero cierzo que soplabla en la ciudad y dispersaba los contaminantes. En consecuencia, podemos indicar que parece ser más saludable pedalear bien abrigado con el cierzo que hacerlo sin él, posiblemente respirando los humos de los vehículos motorizados.

Asimismo, en el enlace: <https://es.wikiloc.com/wikiloc/view.do?id=17471006> se puede ver la ruta comentada, con fotos de los participantes de nuestro grupo.

Ruta guiada de 15 km por las vías ciclistas de Zaragoza



Valor promedio y máximo de partículas PM2.5





Web AirCasting

Bibliografía.

1-OMS. Guías de calidad del aire. Organización Mundial de la Salud.
http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair_agq/es/

2-Directiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de mayo de 2008 relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa.

http://www.mambiente.munimadrid.es/opencms/opencms/cal aire/contenidos/normativas/03_Directiva_2008_50_CE.html

3-Propuesta de Directiva del Parlamento europeo y del Consejo relativa a la reducción de las emisiones nacionales de ciertos contaminantes atmosféricos y por la que se modifica la Directiva 2003/35/CE

<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:1:52013PC0920:ES:HTML>.

4-Propuesta de Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo sobre la limitación de las emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de las instalaciones de combustión medianas

<http://eur-ex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2013:0919:FIN:ES:HTML>. [Links

5-The Clean Air Policy Package - Environment - European Commission

http://ec.europa.eu/environment/air/clean_air_policy.htm.

6-Querol X, Viana M, Moreno T, et al. Bases científico-técnicas para un Plan Nacional de Mejora de la Calidad del Aire. Informes CSIC

[http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/CALIDADAIRE\(alta\)tcm7-306363.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/CALIDADAIRE(alta)tcm7-306363.pdf).

7-EEA. Air quality in Europe - 2013 report - European Environment Agency (EEA) <http://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2013>.

8-MAGRAMA. Plan Nacional de Calidad del Aire y Protección de la Atmósfera: Plan AIRE. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/Plan_Aire.aspx.

9-WHO. Health risks of air pollution in Europe - HRAPIE project. New emerging risks to health from air pollution - results from the survey of experts WHO Regional Office for Europe

<http://www.euro.who.int/en/healthtopics/environment-and-health/air-quality/publications/2013/health-risks-ofair-pollution-in-europe-hrapie-project.-new-emerging-risks-to-health-fromair-pollution-results-from-the-survey-of-experts>.

10-Lepeule J, Laden F, Dockery D, et al. Chronic exposure to fine particles and mortality: an extended follow-up of the Harvard Six Cities study from 1974 to 2009. Environ Health Perspect. 2012

11-Chen H, Goldberg MS, Villeneuve PJ. A systematic review of the relation between long-term exposure to ambient air pollution and chronic diseases. Rev Environ Health.

12-IARC. IARC Scientific Publication No. 161: air pollution and cancer. International Agency for Research on Cancer.

<http://www.iarc.fr/en/publications/books/sp161/index.php>.

13-Loomis D, Grosse Y, Lauby-Secretan B, et al. The carcinogenicity of outdoor air pollution. Lancet Oncol.

14- Loane C, Pilinis C, Lekkas TD, et al. Ambient particulate matter and its potential neurological consequences. Rev Neurosci.

15- Jalaludin B, Cowie C. Particulate air pollution and cardiovascular disease - it is time to take it seriously. Rev Environ Health. 2014

16-Boldo E, Linares C, Aragonés N, et al. Air quality modeling and mortality impact of fine particles reduction policies in Spain. Environ Res. 2014

17-Directiva 2001/81/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2001, sobre techos nacionales de emisión de determinados contaminantes atmosféricos.

[http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?](http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2001:309:0022:0030:ES:PDF)

[uri=OJ:L:2001:309:0022:0030:ES:PDF.](http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2001:309:0022:0030:ES:PDF)

18-Normas Euro. Reducción de las emisiones contaminantes de los vehículos ligeros.

http://europa.eu/legislation_summaries/environment/air_pollution/l28186_es.htm.

19-La contaminación atmosférica urbana provoca ocho veces más muertes que los accidentes de tráfico en España.

<http://blogs.elpais.com/alternativas/2017/02/la-contaminacion-atmosferica-urbana-produce-mas-muertes-que-el-tabaco-y-los-accidentes-de-traffic.html>

20-<http://www.fundacionmelior.org/content/tema/10-cosas-que-deberias-saber-sobre-la-contaminacion-acustica>

21-<http://sicaweb.cedex.es/docs/leyes/Directiva-2002-49-CE-Evaluacion-gestion-ruido-ambiental.pdf>

22-<https://www.boe.es/doue/2015/168/L00001-00823.pdf>