

INTRODUCCIÓN

La contaminación ambiental es la silenciosa consecuencia generada a raíz de la actividad diaria del hombre moderno y que es principalmente notoria en entornos industriales y núcleos urbanos.

Con el paso de los años, esta situación ha ido empeorando; y es por ello que urge incentivar los programas de control de calidad del aire, así como la generación de campañas de movilidad sostenible que cimienten la consciencia ambiental de los ciudadanos.

La contaminación del aire representa un importante riesgo para la salud tanto en los países desarrollados o como en aquellos en vías de desarrollo. Por lo que cuando hablamos de esta, hablamos de un problema de alcance y escala global.

Sin ir mas lejos, se estima que la contaminación ambiental, es causa de 4,2 millones de muertes prematuras al año en todo el mundo; debidas generalmente a la exposición a partículas pequeñas (PM2.5), que son causantes enfermedades cardiovasculares, respiratorias y cáncer.

EL índice de calidad del aire (ICA,AQI)

AQI (Air Quality Index), es un índice que sirve para informar a cerca de la calidad del aire diaria a la población, de forma clara y sencilla. Este indica el grado de pureza o contaminación atmosférica, así como los efectos para la salud asociados, que las personas pueden sufrir como consecuencia de una exposición al aire contaminado.

La EPA (*Environmental Protection Agency; Agencia de Protección ambiental de EE.UU*) calcula el AQI para cinco contaminantes atmosféricos principales: Ozono al nivel del suelo, contaminación por partículas, Monóxido de Carbono, Dióxido de Azufre y Dióxido de Nitrógeno. Representando el ozono al nivel del suelo y las partículas en la atmósfera los dos contaminantes de mayor peligro para la salud de las personas.

A continuación, se muestran los contaminantes más perjudiciales:

- **Óxidos de nitrógeno (NOx):** Se producen como consecuencia de combustiones a alta temperatura, siendo el tráfico una de las principales fuentes de generación. Sus efectos sobre la salud se dejan notar a través de inflamación de las vías respiratorias, afecciones de órganos principales, y del sistema inmunológico y circulatorio.
- **Ozono (O3):** El ozono se forma en la atmósfera por la reacción entre óxidos de nitrógeno (NOx) y compuestos orgánicos volátiles (COVs) en presencia de calor y luz solar. Puede dar lugar a problemas respiratorios y puede contribuir a incrementar la mortalidad prematura.
- **Dióxido de azufre (SO2):** Se produce por la quema de combustibles con alto contenido de azufre y petróleo. Las principales fuentes de generación son los procesos industriales y la extracción de metales a partir de minerales. Puede tener efectos perjudiciales sobre la salud incluso a grandes distancias del foco emisor, pudiendo causar problemas respiratorios, alteración del metabolismo de las proteínas, dolor de cabeza y ansiedad. problemas mayores como el de la lluvia ácida (SO2 + H2O). Viéndose no solo afectada la salud humana, sino también edificaciones y cultivos.
- **Partículas en suspensión (PM10 y PM2.5):** Junto con los óxidos de nitrógeno son los contaminantes más perjudiciales, ya que, debido a su pequeño tamaño, penetran con facilidad en el sistema respiratorio, pudiendo alcanzar el flujo sanguíneo. Las partículas más gruesas (PM10) suelen tener origen natural y están compuestas por polvo, tierra, polen, moho, esporas y otros materiales. Sin embargo, las partículas más finas, se generan por el uso de vehículos tanto diesel como gasolina, así como otras combustiones en procesos industriales. Niveles altos de PM 2.5 producen irritación en los

ojos, en la nariz y en la garganta, además de tos, opresión en el pecho y dificultad para respirar; pudiendo derivar en función de la exposición en capacidad pulmonar reducida; ataques de asma; ataques al corazón y muerte prematura en personas con enfermedades cardíacas y pulmonares.

¿Cómo funciona el AQI/EPA?

El AQI es un índice reconocido a nivel mundial que valora la calidad medioambiental de 0 a 500. Cuanto más alto es el valor del AQI, mayor es el nivel de contaminación atmosférica y mayor la preocupación para la salud. Por ejemplo, un valor del AQI de 50 representa buena calidad atmosférica con escaso potencial para afectar a la salud pública, pero un valor del AQI superior a 300 representa una calidad atmosférica peligrosa.

Por lo general, los valores de AQI inferiores a 100 se consideran satisfactorios. Cuando los valores del AQI son superiores a 100, la calidad del aire se considera insalubre en primer lugar, para ciertos grupos de personas sensibles, y a continuación para todos a medida que los valores del AQI aumentan.

Interpretación de AQI

El objetivo del AQI es indicar la calidad de aire, en una terminología sencilla de interpretar, entendible sin necesidad de conocimientos previos. Para ello, la EPA ha asignado un color específico a cada categoría del AQI para ayudar a interpretar rápidamente la calidad del aire.

Tabla 1: Rangos AQI

Valores del índice de la calidad del aire (AQI)	Niveles preocupantes para la salud	Colores
<i>Cuando el AQI se encuentra en esta gama:</i>	<i>...la condición de la calidad del aire es:</i>	<i>...conforme se representa con el color:</i>
0 a 50	Buena	Verde
51 a 100	Moderada	Amarillo
101 a 150	Insalubre para grupos sensibles	Naranja
151 a 200	Insalubre	Rojo
201 a 300	Muy insalubre	Morado
301 a 500	Peligrosa	Granate

1. Imagen: Air Quality Index

- **Buena:** Valor AQI entre 0 y 50. La calidad del aire se considera satisfactoria y la contaminación atmosférica presenta un riesgo escaso o nulo.
- **Moderado:** Valor AQI entre 51 y 100. La calidad del aire es aceptable, pero podría existir suponer un riesgo moderado para la salud de un grupo muy reducido de personas.
- **Insalubre para grupos sensibles:** Valor AQI entre 101 y 150. Si bien el común de las personas en general no sufrirán en este rango del AQI, las personas con enfermedades pulmonares,

ancianos y niños son considerados grupos susceptibles de padecer síntomas consecuencia de estos rangos.

- **Insalubre:** Valor AQI entre 151 y 200. Todas las personas expuestas a estos niveles de contaminación pueden comenzar a padecer efectos adversos para la salud, mientras que los miembros de los grupos sensibles pueden padecer efectos graves.
- **Muy insalubre:** Valor AQI entre 201 y 300. Este rango desencadenaría una alerta sanitaria que implica que todos pueden padecer efectos graves para la salud.
- **Peligroso:** Valor AQI superior a 300. Este rango desencadenaría una advertencia sanitaria de condiciones de emergencia.
- Para medir la contaminación del aire, se utilizan diferentes sensores donde se analiza la concentración del contaminante en el ambiente.
Esta monitorización es esencial para:
 - ➤ Evaluar los impactos sobre la salud pública y proporcionar información a la ciudadanía.
 - ➤ Determinar si un área cumple con los estándares normativos.
 - ➤ Evaluar los cambios en la calidad del aire como resultado de los planes de implementación estatales o municipales pudiendo realizar los ajustes necesarios para lograr una mejor calidad del aire en el futuro.

EXPERIMENTACIÓN VITORIA

A continuación, presentamos los resultados de sensorización medioambiental obtenidos en Vitoria entre los días 17 y 24 de Mayo. Y una comparativa con los datos de las fuentes oficiales.

Nuestros datos los ha recogido nuestro propio sistema de monitorización ELON EME PLUS, que tiene un precio de mercado de 2.050€ + IVA.

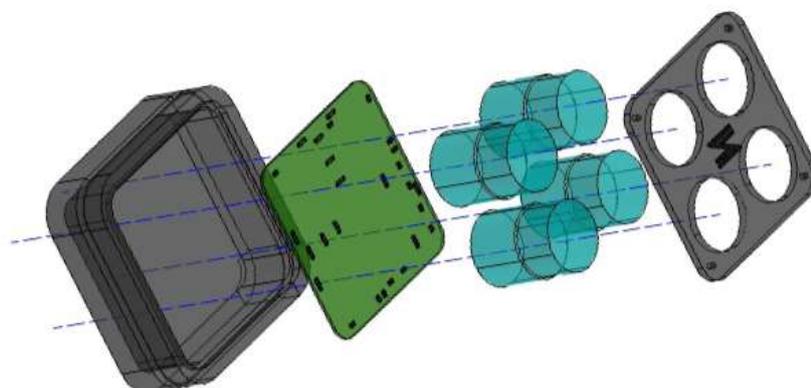
Con este estudio, pretendemos demostrar la conveniencia de instalar un mayor número de nodos de sensorización medioambiental de menor coste en muchos puntos de la ciudad, en detrimento de instalar un menor número de nodos de sensorización medioambiental de mayor coste en pocos puntos de la ciudad.

Por ejemplo, en el caso de Vitoria, solo hay 4 estaciones de medición medioambiental.

Suponiendo un coste medio por unidad de 20.000€, serían 80.000€ que el ayuntamiento podría invertir en 40 de nuestros nodos de sensorización medioambiental. Consiguiendo de esta forma un mapa de calidad medioambiental mucho más preciso para cada punto.

ELON EME PLUS

ELON EME PLUS cuenta con sensores de alta calidad para la detección y parametrización compuestos contaminantes.



Umbral de peligrosidad

A continuación, se muestran las tablas de los umbrales de peligrosidad para cada elemento contaminante. Estas tablas están reconocidas como estándar europeo.

(https://www.airqualitynow.eu/about_indices_definition.php)

ug/m³	PM1 (ug/m3)	PM2.5 (ug/m3)	PM10 (ug/m3)	NO2 (ug/m3)	CO (ug/m3)	O3 (ug/m3)	SO2 (ug/m3)
Muy bueno	-	0	0	0	0	0	0
		15	25	50	5000	66	50
Bueno	-	15	25	50	5000	66	50
		30	50	100	7500	120	100
Moderado	-	30	50	100	7500	120	100
		55	90	200	10000	187	350
Malo	-	55	90	200	10000	187	350
		110	180	400	20000	241	500
Muy malo	-	110	180	400	20000	241	500
	-						

PPB	PM1 (ug/m3)	PM2.5 (ug/m3)	PM10 (ug/m3)	NO2 (PPB)	CO (PPB)	O3 (PPB)	SO2 (PPB)
Muy bueno	-			0	0	0	0
				26,08	2500	33	18,73
Bueno	-			26,08	2500	33	18,73
				52,17	3750	60	37,46
Moderado	-			52,17	3750	60	37,46
				104,34	5000	93,5	131,11
Malo	-			104,34	5000	93,5	131,11
				208,67	10000	120,5	187,31
Muy malo	-			208,67	10000	120,5	187,31
	-						

	-						
--	---	--	--	--	--	--	--

PPM	PM1 (ug/m3)	PM2.5 (ug/m3)	PM10 (ug/m3)	NO2 (PPM)	CO (PPM)	O3 (PPM)	SO2 (PPM)
Muy bueno	-			0	0	0	0
				0,03	2,5	0,03	0,02
Bueno	-			0,03	2,5	0,03	0,02
				0,05	3,75	0,06	0,04
Moderado	-			0,05	3,75	0,06	0,04
				0,10	5	0,09	0,13
Malo	-			0,10	5	0,09	0,13
				0,21	10	0,12	0,19
Muy malo	-			0,21	10	0,12	0,19
	-						

Los códigos de color a lo largo del documento hacen referencia a estas tablas.

Para comparar los valores obtenidos, se muestra la tabla con las MEDIAS DIARIAS (24h) para cada valor medidos por las estaciones meteorológicas (<http://www.euskadi.eus>) de distintos puntos de la ciudad. Cabe destacar que ninguna estación mide los datos de más de dos contaminantes, por lo tanto, se han cogido y agrupado los datos de varias estaciones, además, ninguna estación es capaz de medir el SO2:

MEDICIONES EN CAMPO

ELON EME PLUS

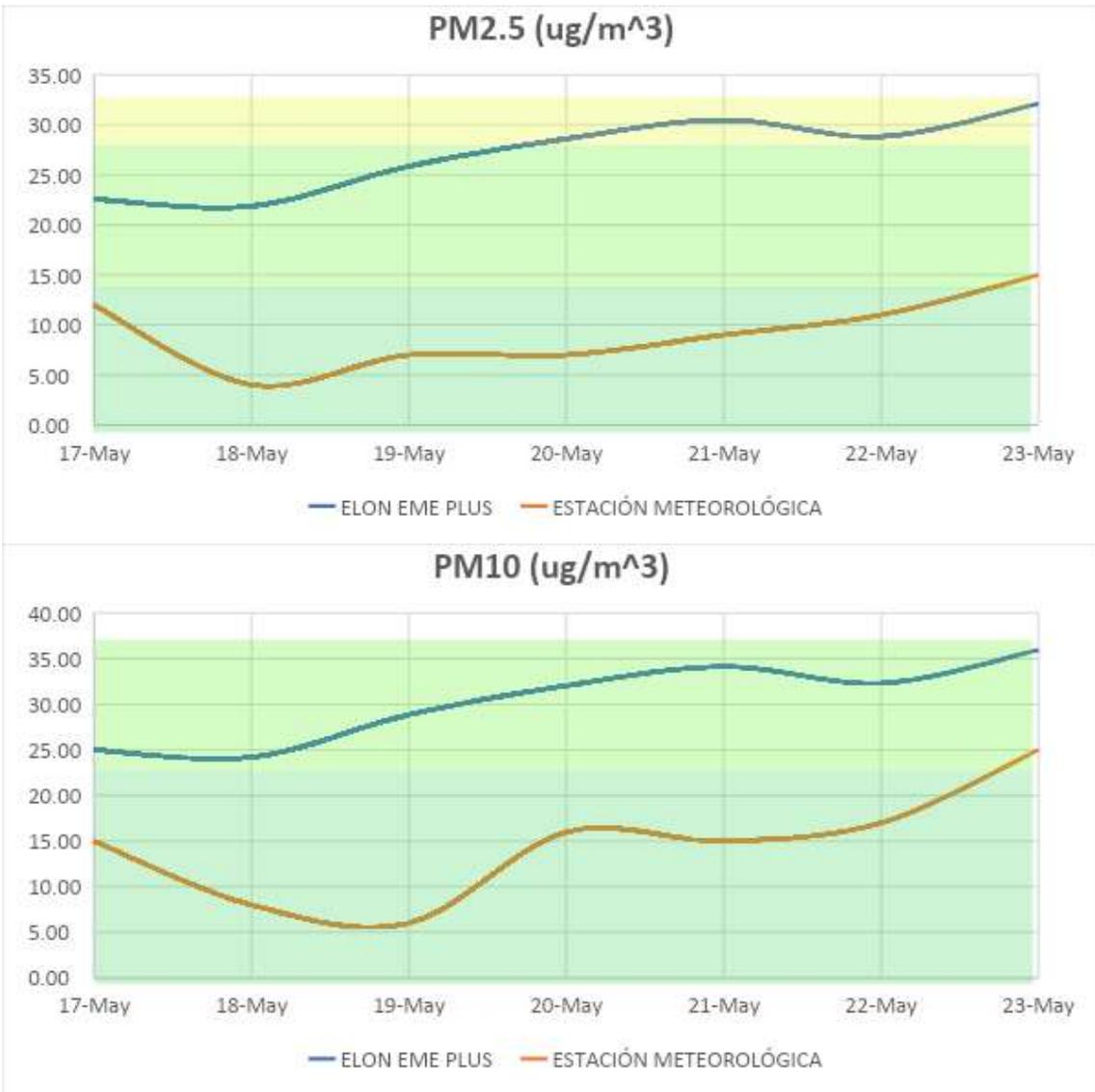
ELON EME PLUS	PM2,5 (ug/m³)	PM10 (ug/m³)	CO (ug/m³)	NO2 (ug/m³)	O3 (ug/m³)	SO2 (ug/m³)
17/05/2019	22,58	25,00	781,06	66,51	85,40	32,96
18/05/2019	21,88	24,18	803,56	76,00	48,15	29,87
19/05/2019	25,87	28,85	816,25	76,58	62,35	29,36
20/05/2019	28,61	32,04	900,55	64,94	60,30	33,76
21/05/2019	30,49	34,13	884,41	65,53	52,51	32,34
22/05/2019	28,83	32,30	962,32	70,12	47,69	35,56
23/05/2019	32,11	35,95	969,20	78,55	43,69	32,45

ESTACIÓN METEREOLÓGICA VITORIA

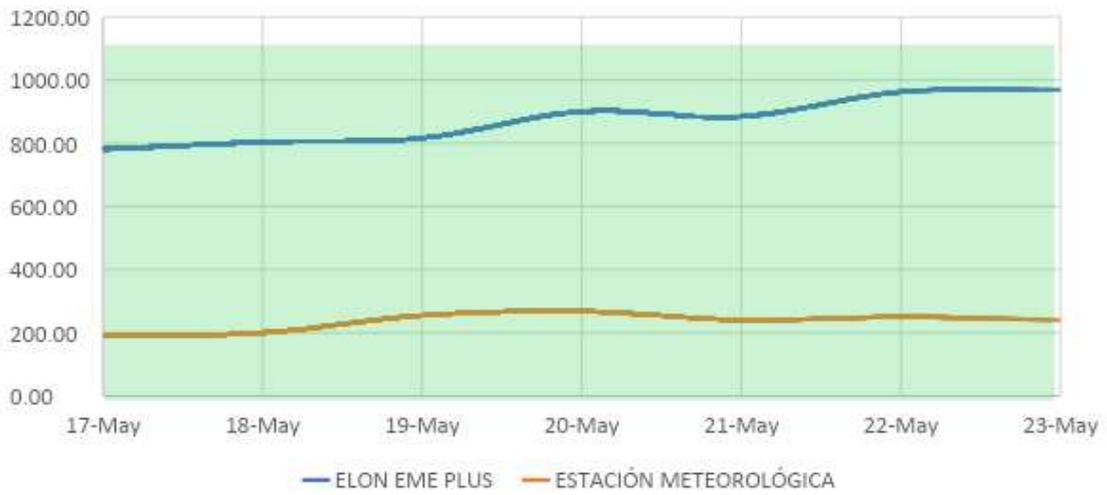
ESTACIÓN	PM2,5 (ug/m³)	PM10 (ug/m³)	CO (ug/m³)	NO2 (ug/m³)	O3 (ug/m³)	SO2 (ug/m³)
17/05/2019	12	15	190	22	90	-
18/05/2019	4	8	200	40	56	-
19/05/2019	7	6	255	60	69	-
20/05/2019	7	16	268	64	65	-
21/05/2019	9	15	240	55	60	-

22/05/2019	11	17	250	62	52	-
23/05/2019	15	25	240	70	45	-

A continuación, se muestra gráficamente la diferencia entre el ELON EME PLUS y la ESTACIÓN METEOROLÓGICA:



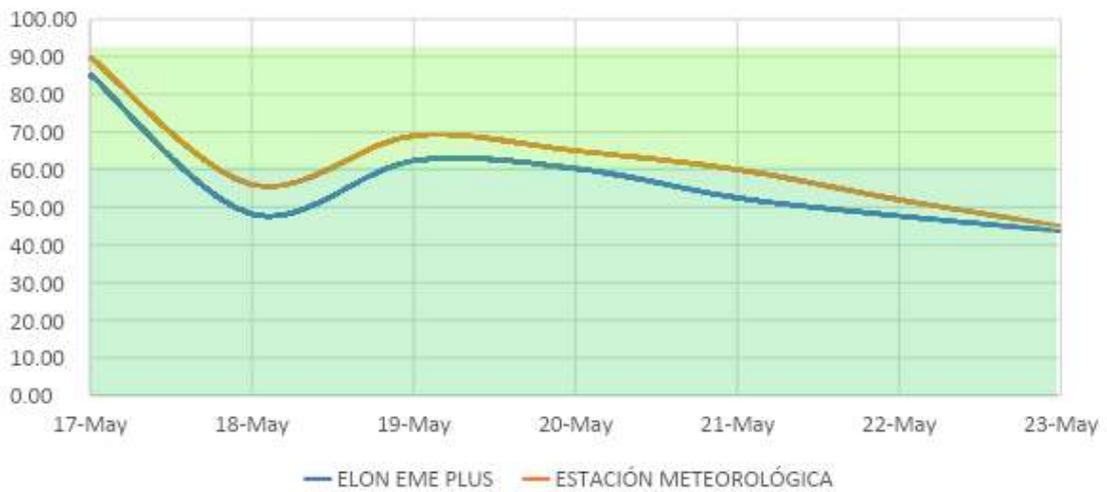
CO (ug/m³)

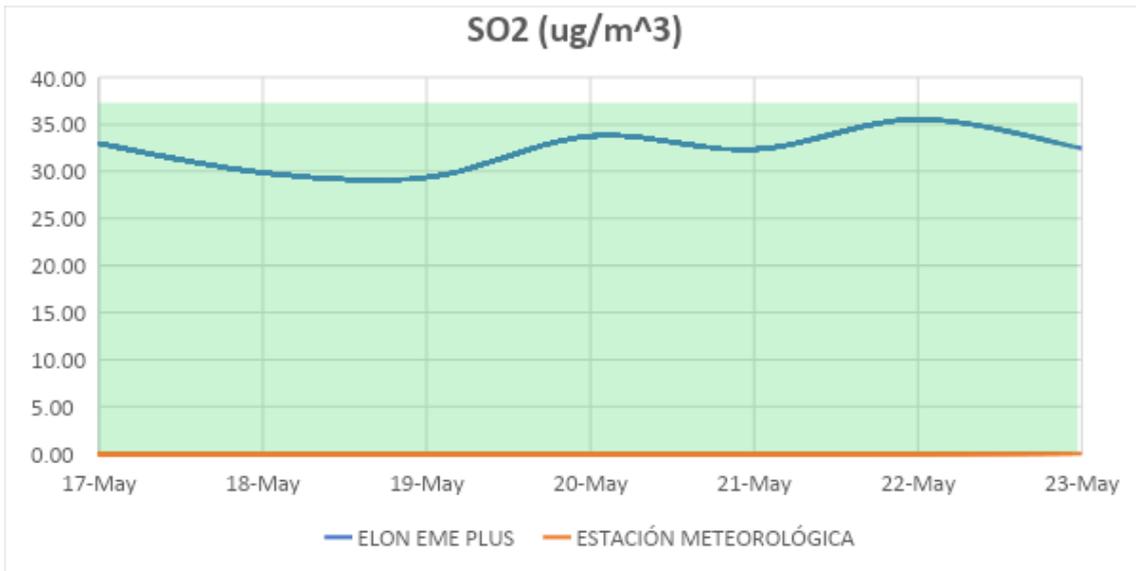


NO2 (ug/m³)



O3 (ug/m³)





Se observa que las tendencias de los valores se encuentran alineados, sin embargo, al encontrarse en distintos puntos de la ciudad, los valores medidos son distintos.

Para mediciones menores a 24h, el estándar europeo considera medias de 1 HORA para todos los contaminantes excepto para el CO, que se consideran 8 horas. En los siguientes gráficos se muestran los datos obtenidos con el ELON EME PLUS con mayor detalle, mostrando la variación de las concentraciones de cada contaminante a lo largo del día:





