

Informe sobre la monitorización de los niveles de calidad del aire en el entorno del vertedero de Zaldibar tras el deslizamiento del día 6 de febrero de 2020

EUSKO JAURLARITZA



GOBIERNO VASCO

INGURUMEN, LURRALDE PLANGINTZA
ETA ETXEBIZITZA SAILA

DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE,
PLANIFICACIÓN TERRITORIAL Y VIVIENDA

Un registro bibliográfico de esta obra puede consultarse en el catálogo
de la red *Bibliotekak* del Gobierno Vasco:
<http://www.bibliotekak.euskadi.net/WebOpac>

EDICIÓN: 1.ª agosto 2020

© Administración de la Comunidad Autónoma del País Vasco
Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial

INTERNET: www.euskadi.eus

EDITA: Eusko Jaurlaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia
Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco
Donostia-San Sebastián, 1 - 01010 Vitoria-Gasteiz

Informe sobre la monitorización de los niveles de calidad del aire en el entorno del vertedero de Zaldibar tras el deslizamiento del día 6 de febrero de 2020

EUSKO JAURLARITZA



GOBIERNO VASCO

Eusko Jaurlaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia

Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco

Vitoria-Gasteiz, 2020

Índice

1. Introducción	5
2. Objetivo del informe	6
3. Descripción de actuaciones llevadas a cabo	7
4. Contaminantes objeto de monitorización ante el suceso acontecido	11
5. Compuestos orgánicos volátiles	13
5.1. Determinación de concentración de compuestos orgánicos volátiles	13
5.1.1. Toma de muestras y equipos utilizados	
5.1.2. Método de cuantificación	
5.2. Ubicación de puntos y periodo de muestreo para la monitorización de COVs	15
5.3. Análisis de datos de COV en muestreos continuos: UM7 y UM8	18
5.3.1. Análisis datos COVs en UM7	
5.3.2. Análisis datos COVs en UM8	
5.4. Análisis de datos de COVs en muestreos manuales	27
5.4.1. Análisis datos COVs manuales en el entorno de Eibar	
5.4.2. Análisis datos COVs manuales en el entorno de Zaldibar y Ermua	
5.4.3. Análisis datos COVs manuales en el entorno de Mallabia y Elgeta	
5.5. Comparación de niveles de benceno con referencia legal	36
6. Partículas, hidrocarburos aromáticos y metales pesados	38
6.1. Determinación de la concentración de material particulado, composición de metales y HAPs	38
6.1.1. Toma de muestra y equipos utilizados	
6.1.2. Métodos de cuantificación	
6.2. Ubicación de puntos y periodo de muestreo	41
6.3. Análisis de datos	42
6.3.1. PM10	
6.3.2. Metales pesados	
6.3.3. Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)	
7. Contaminantes orgánicos persistentes (dioxinas y furanos y bifenilos policlorados)	51
7.1. Determinación de la concentración de dioxinas y furanos en aire ambiente	51
7.1.1. Toma de muestra y equipos utilizados	
7.1.2. Método de cuantificación	
7.2. Ubicación de puntos y periodo de muestreo	53
7.3. Resultados	54
7.3.1. Resultados de dioxinas y furanos	
7.3.2. Resultados de PCBs	
8. Fibras de amianto	59
8.1. Determinación de la concentración de fibras de amianto	59
8.1.1. Toma de muestras y equipos utilizados	
8.1.2. Método de cuantificación	
8.2. Ubicación de puntos y periodo de muestreo	61
8.3. Resultados	62
9. Conclusiones	63
ANEXOS (ver documentos adjuntos)	

1. Introducción

El día 6 de febrero de 2020 por la tarde ocurrió un deslizamiento en un vertedero ubicado en el municipio de Zaldibar, y propiedad de Verter Recycling 2002, S.L. Al día siguiente se inició un incendio en la base de un talud de aproximadamente 30 metros de altura ubicado en el corte de la parte superior del vertedero no desprendida. El incendio que inicialmente era de pequeña extensión fue afectando a la superficie de dicho talud. Quedó controlado durante el día 18 de febrero, aunque la noche del día 20 y la madrugada del día 22 hubo reigniciones, que quedaron controladas en las siguientes horas. Tras las labores de los días 23 y 24 se extinguió por completo el incendio.

En ese periodo se detectaron distintos focos menores y superficiales debidos a la combustión generada por la presencia de metano derivado de la fermentación de los residuos en el vaso del vertido y que se veía incrementada en horario nocturno por la menor presión y el aumento del gradiente atmosférico. Además de las emisiones producidas por la combustión, también había emanación de gases propios del vertedero, al haber quedado la estructura para su recogida dañada.

Ante el posible impacto de las emisiones en las zonas pobladas, el sábado día 8 de febrero se movilizaron diversos equipamientos de la Red de Control de Calidad del Aire del Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial y Vivienda en coordinación con

Figura 1. **Fotografías del humo generado durante el incendio del vertedero los días 11,12 y 14 de febrero**

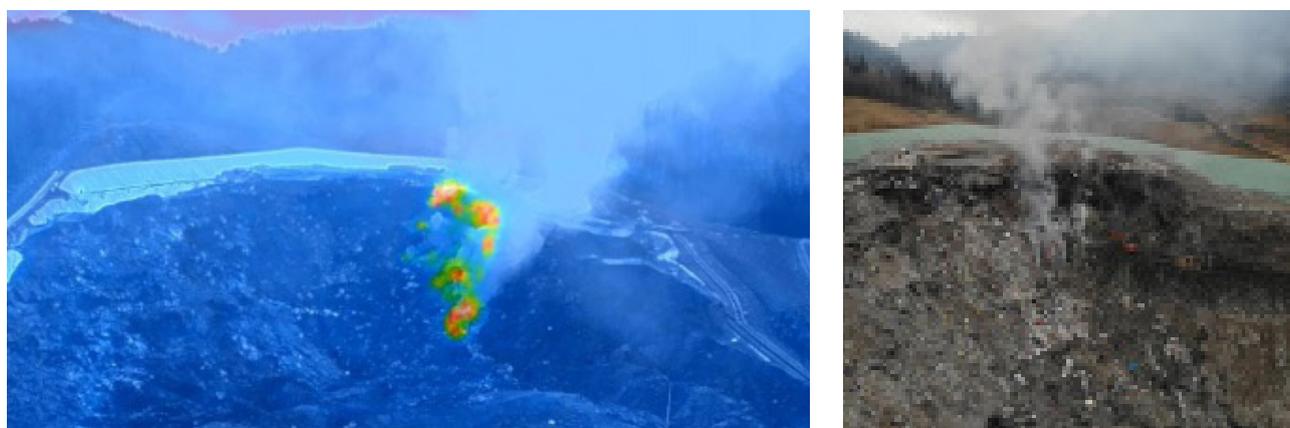


1. Introducción

la Dirección de Salud Pública y Adicciones para monitorizar y verificar el estado de la calidad del aire en cuanto a la posible presencia de contaminantes atmosféricos ligados al citado incendio, a las emanaciones del vertedero producidas por la rotura del sistema de captación de gases, y al deslizamiento de residuos

Desde entonces, se han publicado dos informes con el Plan de Vigilancia que se llevó a cabo, así como boletines informativos con datos y resultados.

Figura 2. **Termografía del incendio del día 10/02/2020 y fotografía aérea de la reingición del día 21/02/2020**



2. Objetivo del informe

El objetivo de este informe es exponer, por un lado, las actuaciones de vigilancia y seguimiento realizadas durante el incendio del vertedero desde el 8 de febrero hasta el 31 de marzo, y por otro, los resultados de las mediciones de los contaminantes atmosféricos objeto de monitorización. Queda fuera del ámbito de este informe la evaluación de la afectación a la salud, tarea que le corresponde realizar a la Dirección de Salud Pública del Departamento de Salud del Gobierno Vasco.

3. Descripción de actuaciones llevadas a cabo

El viernes 7 de febrero comenzó un incendio que fue aumentando en intensidad hasta el sábado 8 de febrero. El 8 de febrero técnicos de Medio Ambiente y del Laboratorio de Salud Pública del Gobierno Vasco desplazados a la zona del suceso comprobaron que el penacho del incendio impactaba hacia la zona meridional de Ermua. Ante esta situación, y comprobando que las direcciones de viento provenían del cuadrante SO, se trasladó un laboratorio móvil a la zona donde llegaba el humo y se instaló un equipo captador de partículas en el barrio San Lorenzo.

El día 10 de febrero se convocó una reunión interna con todos los departamentos implicados del Gobierno Vasco para poner en marcha las actuaciones convenientes con la información de la que se disponía en ese momento.

En el caso de la vigilancia de las emisiones que se estaban produciendo se analizó el tipo de residuos que había en el vaso y qué contaminantes podían emitirse en su combustión para poder llevar a cabo su muestreo y análisis. Los contaminantes que se contemplaron para su medición fueron aquellos ligados a la combustión y cuya exposición podría conllevar un riesgo para la población. Estos contaminantes objeto de monitorización fueron:

- Compuestos orgánicos volátiles.
- Partículas.
- Benzo(a)pireno (HAPs).
- Compuestos orgánicos persistentes (dentro de este grupo están las dioxinas y furanos).
- Metales.

Hay que destacar que estos contaminantes requieren una toma de muestras y analíticas que deben ser realizadas mediante equipamiento específico y por parte de equipos técnicos con conocimiento experto de dichos contaminantes, en el caso de COPs los equipos que se utilizan suelen ser de alta resolución, y el personal que los explota y gestiona altamente cualificado.

3. Descripción de actuaciones llevadas a cabo

En ese momento, se decidió también realizar algunos muestreos de amianto, complementarios a los que se debían de realizar en el ámbito de salud laboral. Aunque este contaminante no estaba ligado a la combustión, se valoró la verificación de su presencia o no dado el movimiento de residuos que se había producido. Para elegir los puntos de medición de amianto se tuvo en cuenta la zona deslizada y las tareas realizadas que implicaban movimiento de residuos, muy especialmente, la zona de acopio temporal de residuos que se había elegido junto a la autopista.

En cuanto a la mejor ubicación de los equipos para la monitorización de la situación, por un lado, se elaboró la rosa de vientos con los datos disponibles de 2019 de la estación meteorológica de Eitzaga próximo al vertedero para conocer la frecuencia de direcciones de viento y las intensidades de viento de la zona. Se consultaron asimismo las rosas de viento desarrolladas por Euskalmet del 2018 y 2017. Además, ese mismo lunes día 10 de febrero de 2020 se empezó a recibir la predicción meteorológica de Euskalmet específica para el punto del incendio y para los siguientes días (desde las 12:00h del día 10 de febrero de 2020 hasta las 05:00h del día 18 de febrero de 2020). En ella se observaba que los vientos predominantes para los siguientes días iban a tener un impacto principalmente en la zona más meridional de Ermua, y también en Eibar. Las rosas de vientos históricas y la representación gráfica de la predicción recibida se encuentran en el anexo 1.2.

El análisis de las condiciones meteorológicas y de direcciones de vientos confirmó por un lado que la ubicación inicial en San Lorenzo elegida para el laboratorio móvil colocado el mismo día 8 y operando desde entonces era idónea. Además, analizando las direcciones y la distribución de la zona se decidió que había que ubicar equipos de medición fijos en Eibar. El día 11 de febrero quedó instalado un laboratorio móvil en la plaza de Untzaga de Eibar y al día siguiente se colocó un segundo captador de partículas en el hospital de Eibar. Antes del 11 de febrero, los días 8, 9, 10 y 11 se realizaron muestreos manuales en el entorno de Eibar en puntos donde se preveía un impacto con la predicción de Euskalmet o en puntos donde había población y técnicos desplazados a la zona estimaban un posible impacto del penacho. Estos puntos fueron: hospital Calle Santaines, Barrio Amaña y Untzaga. En estos días siguiendo este planteamiento también se realizaron muestreos manuales.

Con todo ello el día 11 de febrero se publicó un «Plan de vigilancia de la calidad del aire por el incidente acontecido en Verter Recycling» (<https://www.euskadi.eus/gobierno-vasco/medio-ambiente/>)

A partir de esta fecha la monitorización se mantuvo de manera continua y fija en los puntos de Ermua y Eibar para poder vigilar zonas de alta densidad poblacional. Asimismo, diariamente se realizó un seguimiento de las predicciones meteorológicas que posibilitaban la identificación de otros puntos de impacto en los cuales se realizaban muestreos manuales de compuestos orgánicos volátiles para conseguir una cobertura espacial mayor y caracterizar mejor el problema. Esta estrategia de monitorización fue complementada con la modelización de las trayectorias de contaminantes según la dirección y la velocidad de viento de cada día utilizando a la plataforma web de la empresa Meteosim, S.L.,

3. Descripción de actuaciones llevadas a cabo

CTrackM¹ (Chemical Track Modelling) cuyo acceso fue facilitado por la Dirección de Atención de Emergencias y Meteorología. Revisando la predicción meteorológica y esta modelización a diario se tomaba la decisión de si era necesario reforzar los puntos de medida fijos con muestreo manual o no, y en caso afirmativo dónde convenía muestrear. Esta predicción se confirmaba, además, con la observación *in situ* por parte del personal desplazado a la zona, que confirmaba que se estuviesen cogiendo muestras manuales en los momentos más desfavorables. Estos muestreos manuales fueron medidas de un momento puntual para obtener un nivel de concentración y detectar compuestos orgánicos ligados al incendio. Esta vigilancia reforzaba asimismo la cobertura espacial de los muestreos continuos en Ermua y Eibar. Con este planteamiento se realizaron muestreos manuales en el barrio de Eitzaga (Zaldibar), en Zaldibar (pueblo), en Mallabia, en Elgueta y en el centro de Ermua.

Además, en el caso de las dioxinas y furanos, al conocer los primeros resultados de la medición de San Lorenzo la tarde-noche del 14 de febrero se pusieron en marcha 2 captadores más en Eitzaga y Eibar, y más tarde el día 21 de febrero en Ermua centro, al objeto de vigilar estos contaminantes en zonas susceptibles de estar expuestas.

Así, en total se destinaron a la vigilancia y seguimiento dos laboratorios móviles, dos captadores de bajo volumen, cuatro captadores de alto volumen, un muestreador manual para compuestos orgánicos volátiles y cuatro muestreadores manuales para fibras.

El incendio quedó controlado durante el día 18 de febrero, aunque el día 20 a las 22:10 y el día 22 a las 3:30 se dieron reigniciones que quedaron controladas en las horas inmediatamente posteriores.

Una vez controlado el incendio, se decidió, junto con la Dirección de Salud Pública, cuál iba a ser la estrategia de seguimiento de niveles de contaminación, y la planificación de dicha vigilancia, y se publicó el 18 de marzo el Plan de Control y Vigilancia de la Calidad del Aire por el incidente acontecido en el Vertedero Verter Recycling en Fase Seguimiento.

Resultado de todo el control y vigilancia realizado, los resultados de calidad del aire incluidos en este informe incluyen:

- Compuestos Orgánicos Volátiles:
 - Eibar. Hasta el día 19 de marzo.
 - Ermua. Hasta el día 31 de marzo.
- Partículas PM10:
 - Eibar. Hasta el día 19 de marzo.
 - Ermua. Hasta el día 31 de marzo.
- Metales y HAPs hasta el 14 de marzo.
- Compuestos orgánicos persistentes en las cuatro ubicaciones relacionadas hasta el 6 de marzo.

¹ Esta plataforma utiliza el modelo meteorológico Weather Research and Forecasting Model (WRF), el modelo de referencia y más aceptado por la comunidad científica internacional, y el modelo de transporte HYSPLIT («Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory»), uno de los modelos de transporte atmosférico de referencia de la Organización Meteorológica Mundial (OMS) para la gestión de diferentes tipos de emergencias. Permite la visualización de predicciones meteorológicas generadas por un modelo meteorológico, y a su vez la modelización de dispersión de contaminantes en situaciones de emergencia o riesgo ambiental a través de trayectorias, retrotrayectorias y nubes de dispersión.

3. Descripción de actuaciones llevadas a cabo

Cabe recordar que el domingo 15 de marzo de 2020 entró en vigor el estado de alarma y las medidas de confinamiento de la población provocadas por el COVID-19. Pese a la declaración del estado de alarma se ha seguido midiendo los niveles de calidad del aire según el plan previsto, aunque representen una situación fuera de lo normal en cuanto a tráfico y actividad en el entorno, y así se ha reflejado en el informe, separando estos resultados de los obtenidos con una actividad normal. Debido a la excepcionalidad de la situación la UM7 ubicada en Ermua ha estado midiendo COVs más tiempo de lo planificado inicialmente, hasta el 26 de mayo.

Los datos meteorológicos para el punto del incendio fueron posteriormente analizados de nuevo. Dicho análisis confirma que las direcciones de viento que se dieron entre el día 7 y el día 18 de febrero fueron en su mayoría sur suroeste, con velocidades más altas, y del oeste con velocidades bajas. La pluviometría de esos días fue baja, con menos de 10 litros acumulados en total. La información gráfica de este reanálisis realizado *a posteriori* se encuentra en el anexo 1.2.3.

4. Contaminantes objeto de monitorización ante el suceso acontecido

Las actuaciones puestas en marcha tras el incendio del vertedero han estado encaminadas a monitorizar la presencia de contaminantes ligados a la combustión de residuos depositados en el vertedero, así como a añadir un extra de monitorización al amianto, adicional a la llevada a cabo en el ámbito de salud laboral de los trabajos. La movilización de equipamiento ha estado enfocada a monitorizar más de 200 contaminantes, que se pueden agrupar en los siguientes 4 grupos de contaminantes, y cuyo detalle se puede consultar en el Anexo 1.1:

Compuestos Orgánicos Volátiles

- Los compuestos orgánicos volátiles (COV) son elementos orgánicos que se presentan en estado gaseoso a la temperatura ambiente normal o que son muy volátiles a dicha temperatura. Tienen un origen tanto natural (biogénicos, emitidos por la vegetación) como antropogénico (debido a la evaporación de disolventes orgánicos o productos de limpieza, a la quema de combustibles, al transporte, etc.).
- Se han rastreado 172 compuestos orgánicos volátiles en el laboratorio móvil 7 y muestras manuales, uno más en el laboratorio móvil 8 (1,3-butadieno).

Partículas, Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP) y metales pesados

- Se han captado PM10, que son las partículas cuyo diámetro aerodinámico es inferior a 10 micrómetros (μm). En el mismo filtro, dado su tamaño, además de PM10, se pueden medir o bien hidrocarburos aromáticos policíclicos o bien metales. Los dos primeros se pueden producir en combustiones incompletas; los metales, en función del material que se quema, pueden aparecer como parte de la fracción particulada.
- Se han medido 16 hidrocarburos aromáticos policíclicos², entre los cuales el benzo(a)pireno, que dispone de regulación legal en calidad del aire.
- Se han medido 16 metales pesados diferentes, entre los cuales níquel, arsénico, cadmio y plomo están regulados en la normativa de calidad del aire.

² El contaminante naftaleno se ha medido tanto como COV (en fracción gaseosa) como junto a los HAPs (en fracción particulada).

Contaminantes Orgánicos Persistentes (Dioxinas y Furanos, y Bifenilos Policlorados)

- Los contaminantes orgánicos persistentes (COPs, Persistent Organic Pollutants –POP) son compuestos bioacumulables, tóxicos, y tienen una elevada permanencia en el ambiente y capacidad de transportarse a larga distancia.
- Las dioxinas y furanos (PCDD/F) son un tipo de compuestos orgánicos tricíclicos clorados, principalmente subproductos no intencionados de una serie de procesos químicos, así como de casi todos los procesos de combustión con presencia de cloro (incluidos los incendios forestales, por ejemplo). Son, por tanto, de origen natural y antropogénico. La combustión de residuos puede generar la emisión de dioxinas y furanos. Se han analizado 17 congéneres que entrañan riesgos toxicológicos.
- Los bifenilos policlorados o policlorobifenilos (PCBs) son de origen antropogénico exclusivamente. Se han utilizado tradicionalmente en numerosas aplicaciones industriales, como aislantes dieléctricos o en adhesivos y pinturas. Aunque actualmente su uso como materia prima está prohibido, se pueden emitir al medio ambiente por el uso de productos que los contienen, o por combustión. Se han medido 18 congéneres de PCB incluyendo aquellos con propiedades similares a las dioxinas (orto y mono-orto sustituidos, 12 congéneres).

Amianto

- Amianto o asbesto es el término genérico con el que se denomina a un conjunto de minerales naturales con una estructura fibrosa y cristalina, incombustible y que puede ser dividida en filamentos. Las fibras de amianto son las partículas de forma fibrilar cuya longitud sea superior a 5 micrómetros.
- Se ha analizado la presencia de fibras de amianto en el aire ambiente en diferentes puntos.

5. Compuestos orgánicos volátiles

5.1. Determinación de concentración de compuestos orgánicos volátiles

Los compuestos orgánicos volátiles se han muestreado de dos formas: de forma continua en los laboratorios móviles UM7 y UM8 (furgonetas equipadas con cromatógrafos on-line) que permiten tener resultados cada hora, y de forma manual con tubos utilizados en diferentes puntos cuya cuantificación se hizo en el cromatógrafo de la UM7.

Figura 3. Fotografías de los laboratorios móviles UM7 en Ermua y UM8 en Eibar



5.1.1. Toma de muestras y equipos utilizados

Para la toma de muestra, tanto online como manual, se han utilizado tubos combinados (60:80 meshTenax-TA/Carboxen 1000/Carbosieve S11 de 4-1/2» x 4mm ID).

En el muestreo de la UM7 se capta durante 10 minutos a un caudal de 0,5L/min lo que conlleva 5 litros de muestra; en la UM8 se capta durante 25 min a un caudal de 40 ml/min lo que conlleva un volumen total de 1L por muestra. La diferencia de volumen se debe a que en la UM7 antes de la transferencia a la línea de desorción final, la captación se transfiere a una trampa de desorción-focalización de igual composición que los tubos.

5. Compuestos orgánicos volátiles

Para los muestreos manuales se utilizan sistemas de captación y preparación de la muestra por proceso activo XITECH que permiten programar la toma de aire y el caudal a muestrear. En los muestreos manuales la toma de caudal se realiza durante un periodo de 15 minutos a un caudal de 0,33 L/min, lo que conlleva 5 litros de muestra.

Figura 4. Bomba y tubos combinados para el muestreo manual de COVs



5.1.2. Método de cuantificación

Los equipos instalados en ambos laboratorios móviles están destinados a cuantificar diferentes familias de compuestos orgánicos: hidrocarburos aromáticos, hidrocarburos alifáticos, cicloalcanos, alcoholes, ésteres, halocarbonos, glicoles, aldehídos, cetonas y terpenos, entre otros. El método desarrollado permite determinar 172 compuestos estimados de referencia por la OMS (Organización Mundial de la Salud), y la EPA, Agencia Medioambiental Norteamericana en la UM7. En la UM8 se puede determinar uno más, el 1,3-butadieno.

En la unidad móvil 7 la cuantificación de los compuestos orgánicos volátiles se hace de forma continua, y se lleva a cabo en un equipo de Desorción Térmica CDS ACEM 9305 acoplado a un GC/MSD 5975T con el uso de un tubo y trampa con desorción focalizada, cuyo funcionamiento se puede controlar mediante software. La desorción final se realiza a través de una línea de transferencia al GC/MSD 5975T. Posteriormente, con el uso del Software ChemStation y del Software de Deconvolución (DRS) que emplea la librería IARTLIB.MSL (Indoor Air Toxic Library), se identifica y cuantifica los compuestos orgánicos observados.

También se ha contado con un equipo similar para cuantificar COVs en la unidad móvil 8 (UM8), en este caso, un equipo de Desorción Térmica Markes Unity-2 acoplado a un GC/MSD 5975T. Los compuestos son depositados en una trampa Air-Toxics durante 25 min a un caudal de 40ml/min para que después, por desorción, migren hacia la línea de transferencia del GC/MSD 5975T. La identificación y cuantificación se realiza de la misma forma que en la UM7.

La toma de muestras y las operaciones de verificación y calibración de equipos se han realizado al amparo de un Sistema de Aseguramiento de la Calidad conforme a la norma UNE-EN 17025.

Figura 5. Equipos de Desorción Térmica ACEM9305 y GC/MSD 5975T, donde se observa el dispositivo para control manual (centro derecha) y el mástil de toma de muestra (derecha superior), así como ampliación del equipo ACEM9305 con detalle de la válvula de conmutación Indoor/Outdoor



5.2. Ubicación de puntos y periodo de muestreo para la monitorización de COVs

Los puntos de muestreo donde se han instalado los dos laboratorios móviles para medir COVs de forma continua son: el laboratorio móvil UM7 en la zona San Lorenzo de Ermua, desde el día 8 de febrero hasta el 31 de marzo. La ubicación es contigua a un aparcamiento en superficie, y se encuentra a 115 metros de la autopista AP-8. El laboratorio móvil UM8 se ha instalado en una zona peatonal de la Plaza Untzaga de Eibar, sobre un aparcamiento cubierto, desde el día 11 de febrero hasta el 19 de marzo.

Además, se tomaron muestras manuales puntuales en Eibar desde el día 8 hasta medio día del 12 de febrero, que es cuando comenzó a dar datos la unidad móvil 8 allí ubicada, también el día 13 mientras se realizaba una tarea de mantenimiento en dicha UM8, y en otros puntos del entorno.

En total han sido 11 puntos de medición manuales distribuidos geográficamente en una zona que abarca Ermua, Eibar, Zaldibar, Mallabia y Elgeta y que presentados en una malla cartográfica UTM 1x1 km dan una visión de la caracterización espacial que se ha

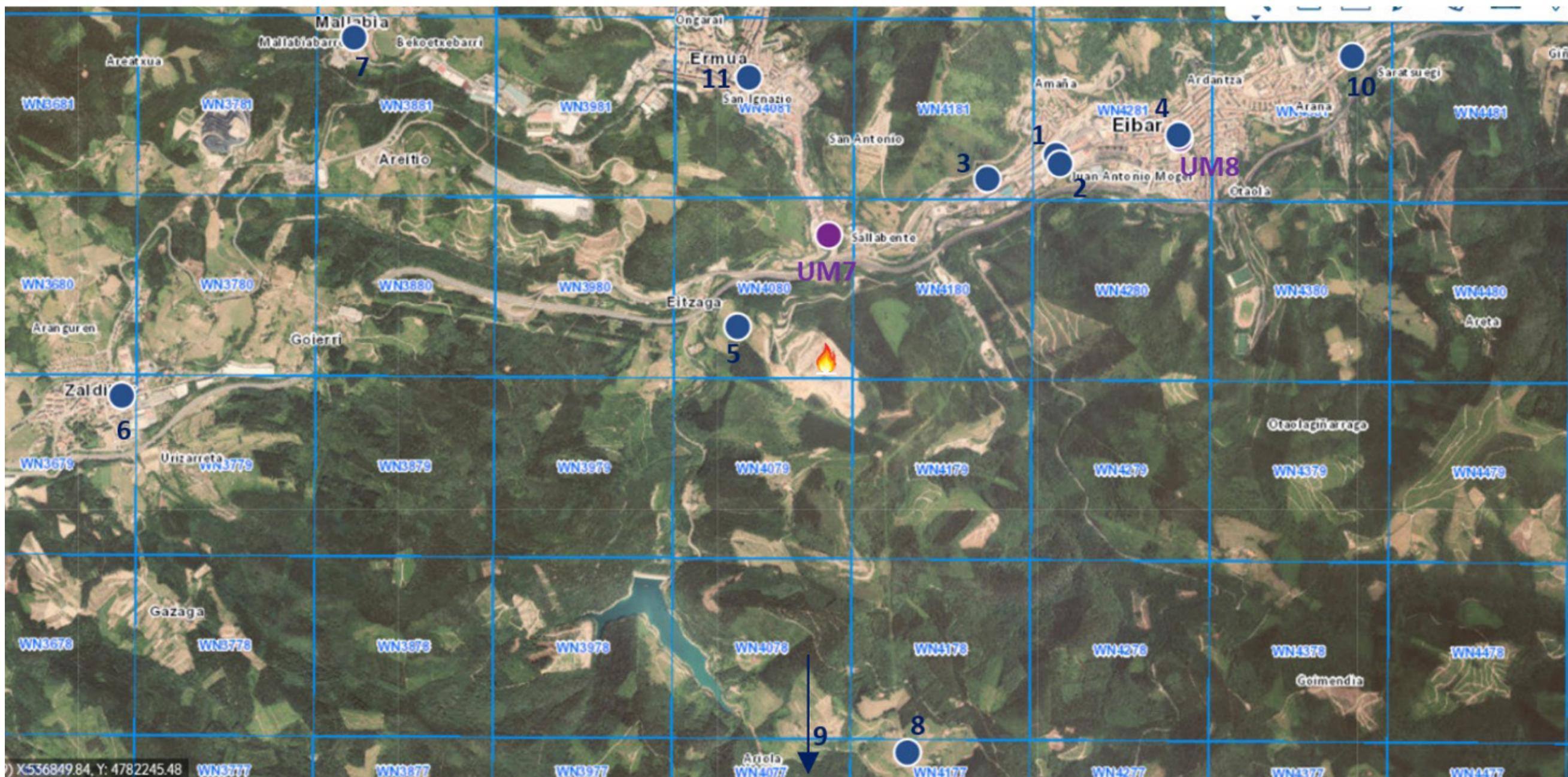
5. Compuestos orgánicos volátiles

realizado. Se presentan a continuación en la ORTOFOTO 2019 0,25M de Geoeuskadi. Las horas concretas de muestreos se pueden consultar en el informe de laboratorio del anexo 1.4.

Tabla 1. **Puntos de muestreo de COVs, fijos (UM7 y UM8) y manuales (del 1 al 11)**

Nº	Punto de muestreo	Municipio	Coordenadas UTM30 ETRS89		
			Día	X	Y
UM7	Zona San Lorenzo	Ermua	Del 8 febrero al 31 marzo	540859,67	4780794,16
UM8	Plaza Untzaga	Eibar	Del 12 febrero al 19 marzo	542820,94	4781338,26
1	Hospital Eibar Cruce Santainés-Otaola Hirbidea	Eibar	8 de febrero	542125,39	4781245,45
2	Calle Santainés	Eibar	Del 8 al 12 de febrero	542150,53	4781199,13
3	Barrio Amaña, Calle Tiburcio, 23	Eibar	8, 10, 11 de febrero	541747,17	4781108,02
4	Untzaga, 1	Eibar	8, 13 de febrero	542808,91	4781360,71
5	Eitzaga Auzoa, 14	Zaldibar	Del 11 al 26 de febrero	540355,86	4780281,14
6	Plaza Ayuntamiento Zaldibar	Zaldibar	11 de febrero	536914,97	4779885,13
7	Elmoste kalea 8 (Parque Infantil)	Mallabia	12, 21 de febrero	538203,21	4781874,53
8	Agroturismo. Egoetxeaga, 22	Elgeta	12 de febrero	541319,31	4777929,22
9	Domingo Iturbe, 2 (Explanada frente Herri Eskola)	Elgeta	12, 13 de febrero	541781,18	4776201,48
10	Exterior Urkizu Eskola	Eibar	13 de febrero	543778,47	4781804,93
11	Junto plaza Orbe Kardinal. Torrekoa, 2	Ermua	13 de febrero	540411,07	4781669,85

Figura 6. Ubicación de puntos de muestreo de COVs fijos (en morado) y manuales (en azul). Ortofoto con malla cartográfica 1x1 km



Fuente: elaboración propia con imagen de Geoeuskadi

5.3. Análisis de datos de COV en muestreos continuos: UM7 Y UM8

De todos los compuestos que pueden medirse en la UM7 y la UM8 hay algunos que por presentarse en concentraciones muy bajas no se pueden cuantificar. El límite de cuantificación o determinación³ (LD) para todos los compuestos es $0,1\mu\text{g}/\text{m}^3$. Los compuestos que durante el periodo de muestreo no han dado en ningún caso valores por encima del límite de determinación no se incluyen en las tablas de resultados. Para el tratamiento estadístico los valores por debajo del límite de cuantificación se consideran como LD/2, es decir, 0,05.

Los informes emitidos por el Laboratorio de Salud Pública respecto a la presencia de compuestos orgánicos volátiles en los muestreos continuos realizados en la UM7 y UM8 se adjuntan en los Anexos 2 y 3. En estos informes se presentan los compuestos identificados en el periodo de muestreo continuo para ambos puntos, para el periodo de muestreo objeto de estudio completo; UM7 periodo 8 de febrero al 31 de marzo y UM8 del 12 de febrero al 19 de marzo.

5.3.1. Análisis datos COVs en UM7

Para el análisis de COVs en Ermua se han agrupado los datos en 3 grupos: periodo del 8 de febrero al 18 de febrero durante el incendio, periodo del 19 de febrero al 14 de marzo sin incendio y el último periodo ha sido el coincidente con una actividad reducida provocada por la COVID-19, del 15 de marzo al 31 de marzo.

En la siguiente tabla se representan, para cada uno de los periodos, el porcentaje de muestras en el que el compuesto da un valor superior al límite de determinación, y la media del periodo. Es decir, se incluyen los compuestos orgánicos volátiles que han tenido casos por encima del límite de determinación, en el caso contrario se expresa como no cuantificado (n.c.). Están ordenados de mayor a menor porcentaje de datos para cada compuesto obtenido durante el incendio.

Todos los estadísticos descriptivos calculados para estos compuestos durante los 3 periodos están en el Anexo 1.3.1

Del método desarrollado para la identificación de 172 COVs, se identificaron 47 por encima del límite de determinación en el periodo del 8 al 18 de febrero, 45 en el periodo del 19 de febrero al 14 de marzo y 45 en el periodo del 15 de marzo al 31 de marzo. Todos ellos aparecen en la tabla.

³ En otros informes de resultados de análisis de laboratorio este LD puede aparecer como LQ o LC (límite de cuantificación).

5. Compuestos orgánicos volátiles

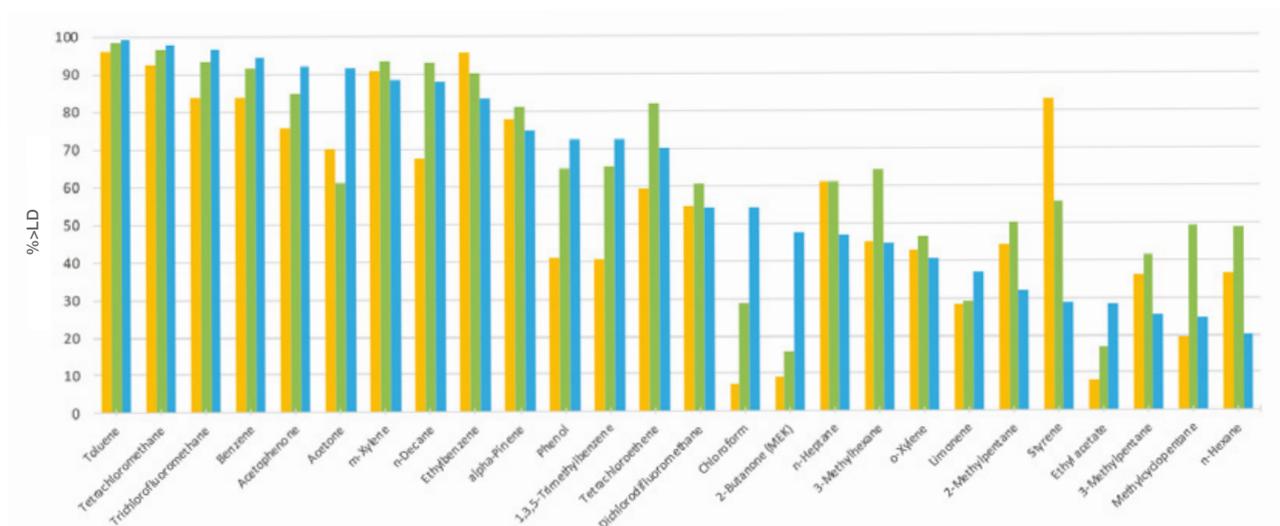
Tabla 2. COVs cuantificados en la UM7 en Ermua entre el 8 de febrero y el 31 de marzo

Compuesto	Del 8 de febrero al 18 de febrero		Del 19 de febrero al 14 de marzo		Del 15 al 31 de marzo	
	>LD (%)	Media	>LD (%)	Media	>LD (%)	Media
Toluene	96,4	2,669	98,3	2,900	99,5	2,264
Ethylbenzene	95,5	0,559	90,1	0,351	83,4	0,249
Tetrachloromethane	92,0	0,199	96,8	0,314	98,1	0,399
m-Xylene	90,6	0,525	93,6	0,534	88,5	0,372
Trichlorofluoromethane	83,9	1,064	93,3	1,588	96,4	1,752
Benzene	83,9	0,905	91,6	0,400	94,5	0,359
Styrene	83,0	0,508	55,6	0,175	28,6	0,094
alpha-Pinene	77,7	0,362	80,9	0,774	74,5	1,188
Acetophenone	75,9	1,324	84,7	2,837	91,8	4,123
Acetone	70,1	4,373	61,0	4,857	91,6	6,243
n-Decane	66,5	0,246	93,1	0,505	87,7	0,360
n-Heptane	61,6	0,785	61,2	0,789	46,9	0,549
Tetrachloroethene	59,8	0,557	82,0	0,926	70,2	0,748
Dichlorodifluoromethane	54,9	0,995	60,4	1,408	54,3	1,330
3-Methylhexane	46,0	1,000	64,4	1,036	44,7	0,787
2-Methylpentane	44,2	0,166	50,1	0,343	31,7	0,143
Pentane	44,2	3,098	31,2	2,382	9,9	0,808
o-Xylene	43,3	0,129	46,5	0,176	40,4	0,124
1,3,5-Trimethylbenzene	41,1	0,120	65,3	0,175	72,4	0,181
Phenol	40,6	0,091	64,8	0,144	72,4	0,192
n-Hexane	36,2	0,328	48,9	0,607	20,2	0,214
3-Methylpentane	35,3	0,284	41,5	0,599	25,5	0,264
Limonene	27,7	0,097	29,0	0,102	37,0	0,123
2,2,4-Trimethylpentane	26,3	0,404	35,8	0,496	18,0	0,236
Methylcyclopentane	19,6	0,089	49,2	0,144	24,8	0,089
n-Undecane	14,3	0,255	14,8	0,293	11,8	0,249
2-Butanone (MEK)	9,4	0,268	16,0	0,419	47,4	1,135
Ethyl acetate	8,0	0,117	16,7	0,170	28,4	0,166
Naphthalene	8,0	0,057	5,2	0,054	1,7	0,051
Chloroform	7,1	0,056	28,8	0,084	54,1	0,102
n-Dodecane	5,8	0,056	6,2	0,058	6,3	0,057
Cyclohexane	4,5	0,055	5,1	0,059	5,3	0,061
2-Propanol	2,7	0,157	5,2	0,177	6,3	0,158
Chlorobenzene	2,7	0,052	n.c.		n.c.	
n-Nonane	2,7	0,052	5,7	0,054	1,0	0,051
1,2,4-Trimethylbenzene	2,2	0,054	1,5	0,055	2,4	0,058
Methyl methacrylate	1,8	0,053	n.c.		n.c.	
Dimethyl sulphide	0,9	0,052	1,3	0,053	1,7	0,054
tert-Butanol	0,9	0,053	2,0	0,065	0,7	0,054
Methylcyclohexane	0,9	0,051	1,9	0,053	0,5	0,050
Isopropylbenzene (cumene)	0,9	0,051	0,2	0,050	n.c.	
Tetrahydrofuran (THF)	0,4	0,052	n.c.		n.c.	
1,1,1-Trichlorethane	0,4	0,051	0,3	0,050	n.c.	
p-Xylene	0,4	0,051	1,5	0,054	0,5	0,051
n-Propylbenzene	0,4	0,051	0,3	0,051	0,2	0,050
beta-Pinene	0,4	0,051	1,9	0,052	1,7	0,052
p-Isopropyltoluene (p-cymene)	0,4	0,050	0,3	0,050	0,2	0,050
Trichloroethene	n.c.		2,7	0,053	2,2	0,053
1,1-Dichloroethene	n.c.		n.c.		0,5	0,050
Acetaldehyde	n.c.		n.c.		0,2	0,050

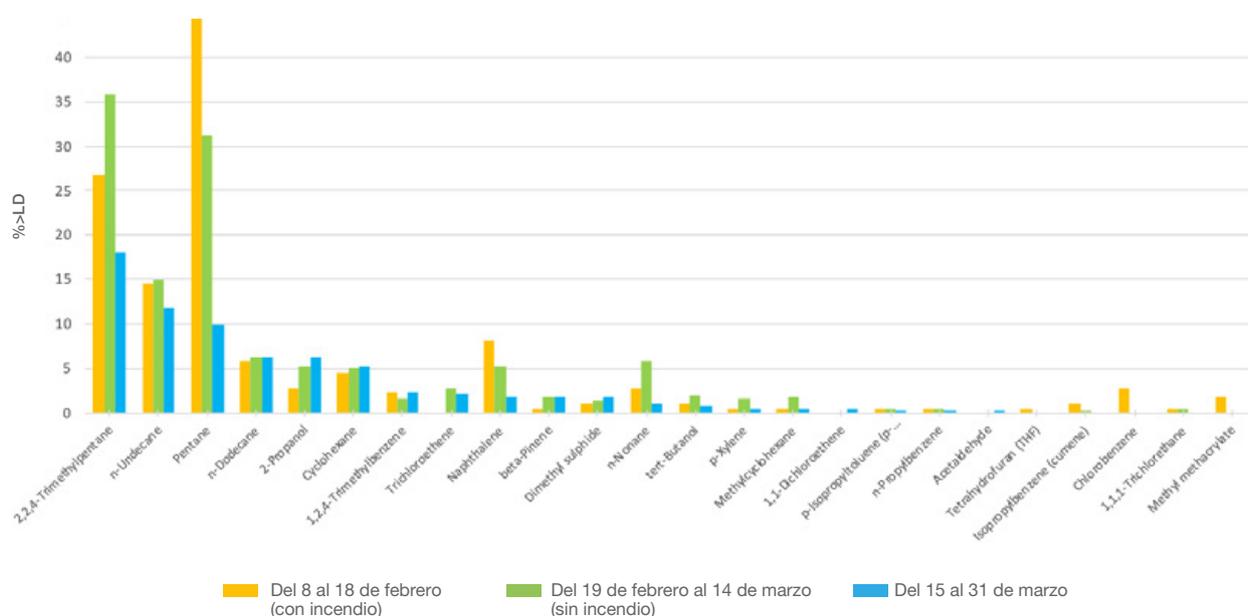
Si analizamos cualitativamente los COVs presentes en las mediciones comparando los porcentajes por encima del límite de determinación, es decir el número de veces que se cuantifica cada compuesto frente al total, se obtienen las siguientes gráficas:

Figura 7. Representación de porcentaje de muestras por encima del límite de determinación en la UM7-Ermua. El orden de los compuestos viene por el porcentaje de datos según el periodo del 15 al 31 de marzo

ERMUA: Porcentaje por encima de LD de cada COV identificado agrupados en los 3 periodos. Gráfica 1



ERMUA: Porcentaje por encima de LD de cada COV identificado agrupados en los 3 periodos. Gráfica 2



En estas gráficas se puede observar que hay compuestos que están con porcentajes altos durante los 3 periodos como son el tolueno, el tetraclorometano, el etilbenceo, el triclorofluorometano, el m-xileno y el benceno (tienen porcentajes entre 84-95%).

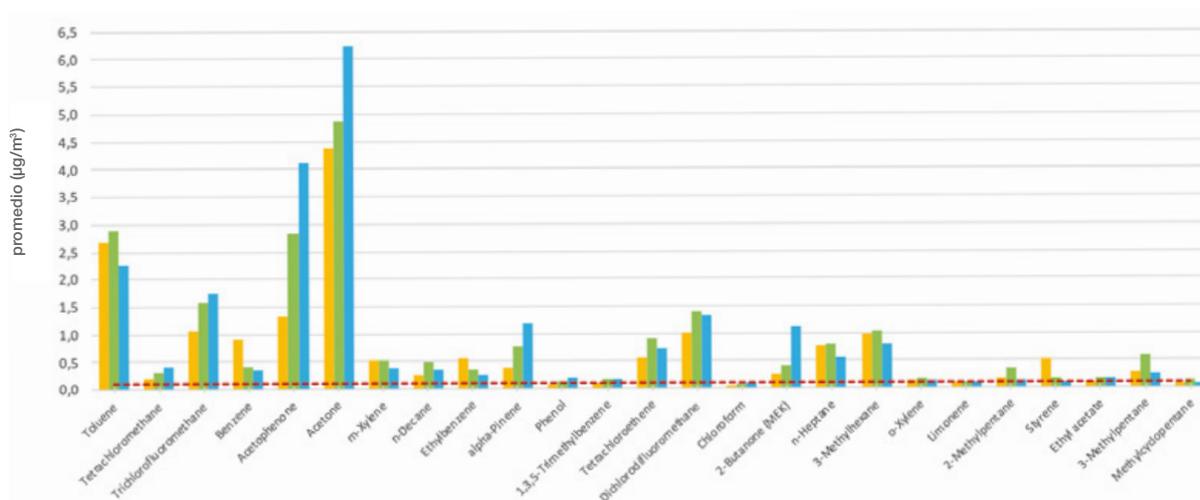
5. Compuestos orgánicos volátiles

En ellas se observa que algunos compuestos, aunque están presentes en los 3 periodos, el porcentaje va disminuyendo a medida que pasan los días, estos compuestos son: el estireno, naftaleno, el pentano y el etilbenceno (en este compuesto la disminución no es tan pronunciada). Hay un grupo de COVs con un porcentaje muy pequeño que aparecen ligados al periodo del incendio son el tetrahidrofurano (THF) 0,4%, clorobenceno 2,7%, y metilmetacrilato 1,8%.

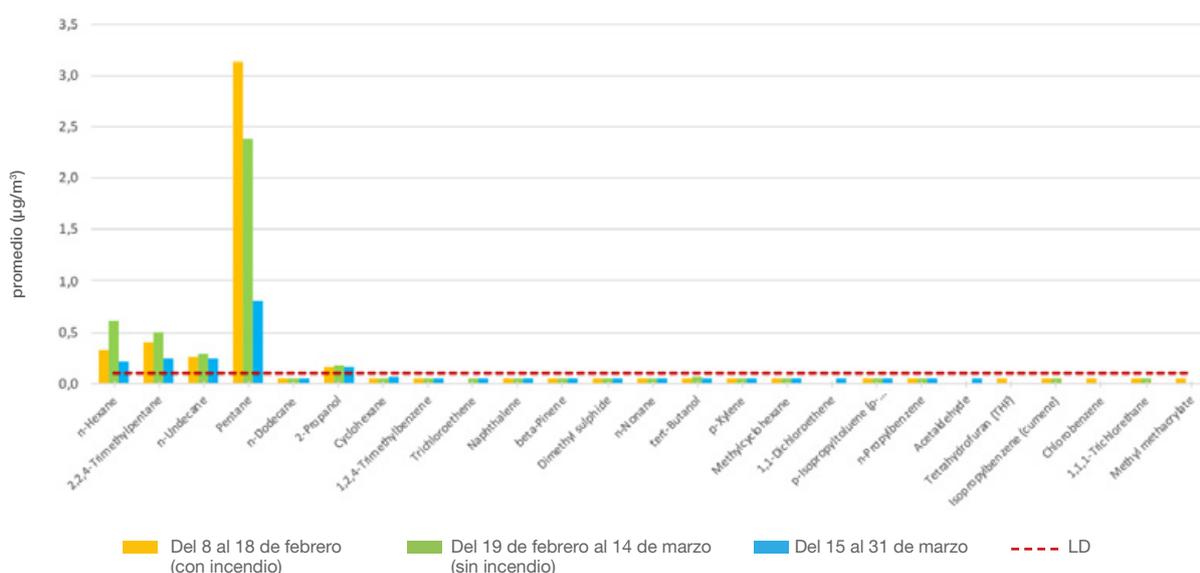
Para analizar cuantitativamente se han comparado los promedios de cada compuesto en cada periodo, manteniendo el orden de la comparación cualitativa. Se ha representado también los promedios que dan por debajo del límite de determinación LD (0,1 µg/m³).

Figura 8. Representación de promedios de cada compuesto según el periodo en la UM7-Ermua. El orden de los compuestos viene por el porcentaje de datos según el periodo del 15 al 31 de marzo

ERMUA: Comparativa de promedios de cada compuesto en los 3 periodos. Gráfica 1



ERMUA: Comparativa de promedios de cada compuesto en los 3 periodos. Gráfica 2



En la Figura 8 se puede observar qué compuestos son los que presentan mayores medias⁴ en Ermua. En el periodo del 8 al 18 de febrero los compuestos son la acetona, pentano, tolueno, acetofenona, triclorofluorometano, 3-metilhexano, diclorodifluorometano y benceno.

En el periodo del 19 de febrero al 14 de marzo se repiten los mismos compuestos, el promedio del benceno disminuye y aparece el tetracloroetano (percloroetileno). En el último periodo destacan la acetona, acetofenona, tolueno, triclorofluorometano, diclorodifluorometano, el pentano y aparecen el alfa-Pineno y el 2-Butanona.

Es destacable la disminución del promedio de benceno en los 3 periodos y el pentano que sigue la misma tendencia. El etilbenceno y el estireno que aparecen con promedios de 0,6 µg/m³ y 0,5 µg/m³ en el primer periodo se identifican en los otros dos periodos con promedios menores.

Si se analiza la evolución horaria de estos compuestos en relación al transcurso del incendio se puede observar que el benceno, etilbenceno, estireno y naftaleno siguen la misma tendencia detectándose picos en el periodo del 8 al 18 de febrero que muestran la influencia del penacho impactando (se adjunta una gráfica de esta evolución en el anexo 1.4.1). Cabe resaltar que el incendio no es una fuente emisora de contaminantes ni homogénea ni contante en el tiempo, ya que depende de los materiales y los procesos de combustión que en ellos se estén dando. Sin embargo, dada estas tendencias similares se puede concluir que parte del aporte de estos contaminantes haya venido en una parte de la combustión originada en el vertedero.

De manera general algunas de las conclusiones del análisis son las siguientes:

- **En las mediciones realizadas en Ermua, cuatro COVs, aunque aparecen en todos los periodos de medición, se detectan más veces en el periodo del incendio como son el estireno, naftaleno, pentano y ligeramente el etilbenceno.**
- **Además, el benceno, estireno, etilbenceno y pentano presentan promedios más altos durante el periodo del incendio que posteriormente van disminuyendo.**
- **Si se analiza la evolución temporal del benceno, estireno, etilbenceno y naftaleno durante el periodo del incendio activo aparecen picos coincidentes de estos compuestos en el tiempo. Los valores más altos se dieron el miércoles, 12 de febrero, alrededor de las 20 horas.**
- **Los COVs que presentan promedios mayores en los tres periodos son tolueno, acetofenona, acetona y triclorofluorometano.**

⁴ Se han destacado aquellos compuestos con promedios igual o mayores a 1 µg/m³.

5.3.2. Análisis datos COVs en UM8

Para el análisis de COVs en Eibar se han agrupado los datos en 3 grupos de acuerdo a los siguientes periodos: periodo del 12 de febrero al 18 de febrero durante el incendio, periodo del 19 de febrero al 14 de marzo sin incendio y el último periodo ha sido el de actividad de tráfico e industrial reducida, del 15 de marzo al 19 de marzo.

En la siguiente tabla (Tabla 3) se representan, para cada uno de los periodos, el porcentaje de muestras en el que el compuesto da un valor superior al límite de determinación, y la media del periodo. Es decir, se incluyen los compuestos orgánicos volátiles que han tenido casos por encima del límite de determinación, en el caso contrario se expresa como no cuantificado (n.c). Están ordenados de mayor a menor porcentaje de datos para cada compuesto obtenido durante el incendio.

Todos los estadísticos descriptivos calculados para estos compuestos durante los 3 periodos están en el ANEXO 1.3.2.

Del método desarrollado para la identificación de 173 COVs, se identificaron 56 por encima del límite de determinación en el periodo del 12 al 18 de febrero, 57 en el periodo del 19 de febrero al 14 de marzo y 31 en el periodo del 14 de marzo al 19 de marzo. Todos ellos aparecen en la tabla.

Tabla 3. COVs cuantificados en la UM8 en Eibar entre el 12 de febrero y el 19 de marzo

Compuesto	Del 12 de febrero al 18 de febrero		Del 19 de febrero al 14 de marzo		Del 15 al 19 de marzo	
	>LD (%)	Media	>LD (%)	Media	>LD (%)	Media
Benzene	95,2	1,068	91,8	0,446	73,4	0,192
Trichlorofluoromethane	83,7	0,604	84,4	0,497	82,3	0,339
Toluene	79,5	2,399	70,3	1,200	62,1	0,741
Tetrachloromethane	77,7	0,229	81,9	0,183	79	0,119
Acetone	74,7	4,170	80,3	3,587	83,9	3,796
Ethylbenzene	68,1	0,654	36,9	0,27	33,1	0,082
Tetrachloroethene	52,4	0,349	44,3	0,257	33,1	0,108
n-Heptane	47	0,349	20,3	0,134	7,3	0,072
o-Xylene	45,2	0,251	24,7	0,106	26,6	0,07
p-Xylene	41	0,283	28,7	0,156	21,8	0,071
n-Decane	39,2	0,193	21,7	0,158	19,4	0,11
Dichloromethane	32,5	0,132	27,5	0,11	10,5	0,062
3-Methylhexane	31,3	0,257	34	0,194	41,1	0,188
m-Xylene	31,3	0,378	12	0,206	11,3	0,06
Butane, 2-methyl-	30,7	0,194	43,2	0,189	43,5	0,148
Styrene	30,1	0,163	10,8	0,078	1,6	0,051
1,3,5-Trimethylbenzene	25,9	0,126	12,9	0,083	1,6	0,051
Limonene	22,9	0,126	10	0,067	6,5	0,056
p-Isopropyltoluene (p-cymene)	21,7	0,194	18,5	0,12	17,7	0,093

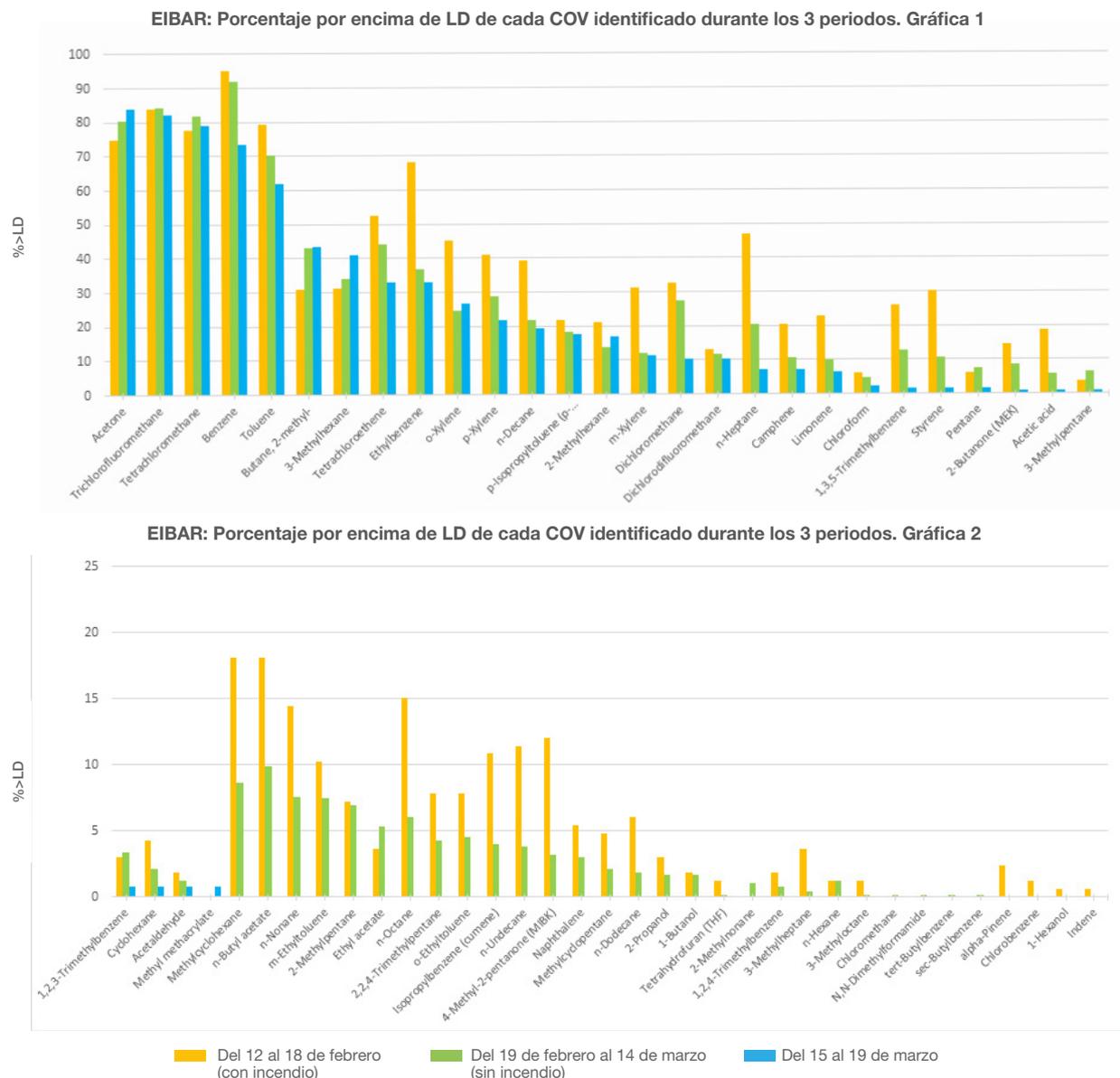
[.../...]

Tabla 3. COVs cuantificados en la UM8 en Eibar entre el 12 de febrero y el 19 de marzo (cont.)

Compuesto	Del 12 de febrero al 18 de febrero		Del 19 de febrero al 14 de marzo		Del 15 al 19 de marzo	
	>LD (%)	Media	>LD (%)	Media	>LD (%)	Media
2-Methylhexane	21,1	0,154	14	0,078	16,9	0,07
Camphene	20,5	0,08	10,6	0,061	7,3	0,056
Acetic acid	18,7	0,134	5,6	0,063	0,8	0,051
Methylcyclohexane	18,1	0,09	8,6	0,064	n.c.	
n-Butyl acetate	18,1	0,195	9,9	0,117	n.c.	
n-Octane	15,1	0,068	6,1	0,057	n.c.	
2-Butanone (MEK)	14,5	0,351	8,6	0,21	0,8	0,071
n-Nonane	14,5	0,075	7,6	0,07	n.c.	
Dichlorodifluoromethane	13,3	0,134	11,7	0,132	10,5	0,119
4-Methyl-2-pentanone (MIBK)	12	0,109	3,2	0,067	n.c.	
n-Un.cecane	11,4	0,097	3,8	0,066	n.c.	
Isopropylbenzene (cumene)	10,8	0,06	3,9	0,053	n.c.	
m-Ethyltoluene	10,2	0,088	7,4	0,069	n.c.	
2,2,4-Trimethylpentane	7,8	0,1	4,2	0,078	n.c.	
o-Ethyltoluene	7,8	0,074	4,6	0,059	n.c.	
2-Methylpentane	7,2	0,143	7	0,126	n.c.	
Chloroform	6	0,058	4,9	0,057	2,4	0,052
n-Dodecane	6	0,081	1,8	0,06	n.c.	
Pentane	6	0,175	7,4	0,116	1,6	0,055
Naphthalene	5,4	0,066	3	0,059	n.c.	
Methylcyclopentane	4,8	0,085	2,1	0,06	n.c.	
Cyclohexane	4,2	0,066	2,1	0,058	0,8	0,051
3-Methylpentane	3,6	0,102	6,4	0,098	0,8	0,053
Ethyl acetate	3,6	0,196	5,3	0,155	n.c.	
3-Methylheptane	3,6	0,053	0,5	0,05	n.c.	
2-Propanol	3	0,122	1,7	0,093	n.c.	
1,2,3-Trimethylbenzene	3	0,065	3,3	0,055	0,8	0,051
alpha-Pinene	2,4	0,053	n.c.		n.c.	
Acetaldehyde	1,8	0,064	1,2	0,057	0,8	0,055
1-Butanol	1,8	0,055	1,7	0,054	n.c.	
1,2,4-Trimethylbenzene	1,8	0,059	0,8	0,052	n.c.	
n-Hexane	1,2	0,057	1,2	0,054	n.c.	
Tetrahydrofuran (THF)	1,2	0,068	0,2	0,051	n.c.	
Chlorobenzene	1,2	0,051	n.c.		n.c.	
3-Methyloctane	1,2	0,052	0,2	0,05	n.c.	
1-Hexanol	0,6	0,05	n.c.		n.c.	
In.cene	0,6	0,052	n.c.		n.c.	
Chloromethane	n.c.		0,2	0,051	n.c.	
N,N-Dimethylformamide	n.c.		0,2	0,051	n.c.	
tert-Butylbenzene	n.c.		0,2	0,05	n.c.	
sec-Butylbenzene	n.c.		0,2	0,05	n.c.	
2-Methylnonane	n.c.		1,1	0,052	n.c.	
Methyl methacrylate	n.c.		n.c.		0,8	0,06

Si analizamos cualitativamente los COVs presentes en las mediciones comparando los porcentajes por encima del límite de determinación, es decir el número de veces que se cuantifica cada compuesto frente al total, se obtienen las siguientes gráficas:

Figura 9. Representación de porcentaje de muestras por encima del límite de determinación en la UM8-Eibar. El orden de los compuestos viene por el porcentaje de datos según el periodo del 15 al 19 de marzo

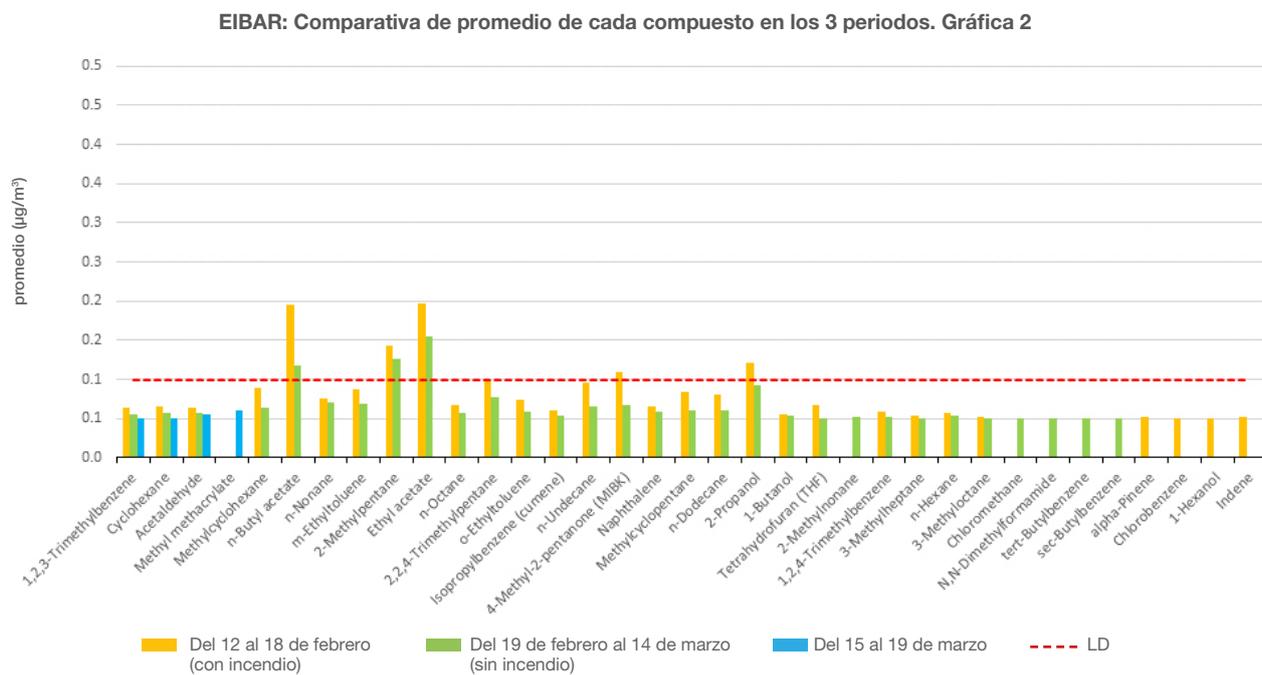
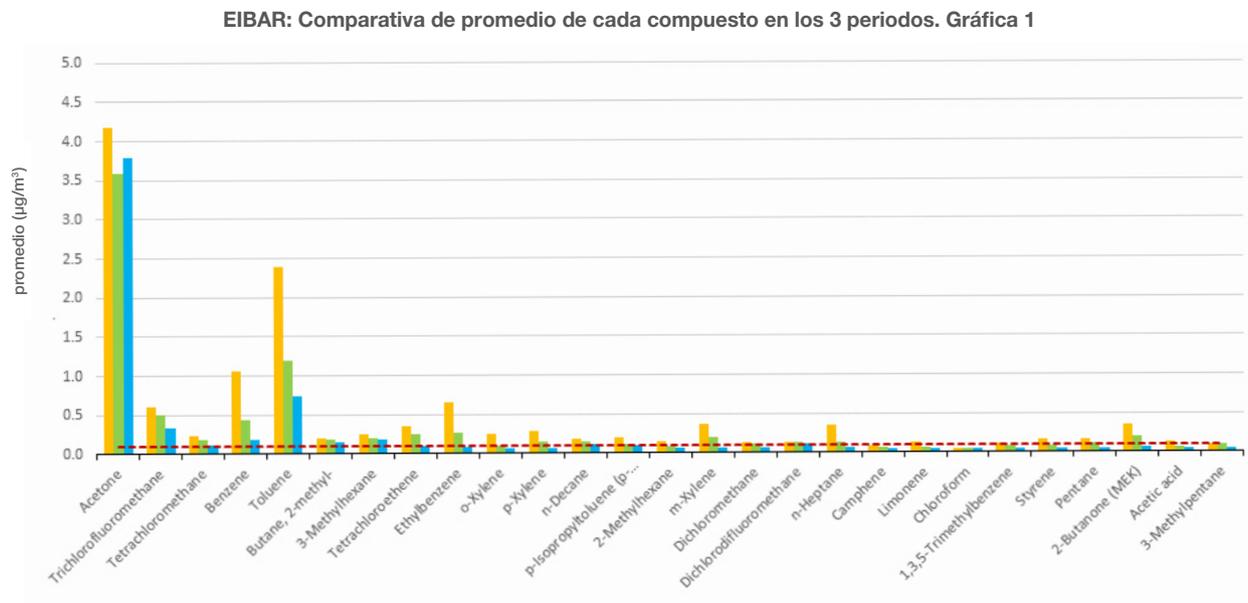


Los compuestos que aparecen con un porcentaje de datos mayor son: el benceno, tolueno, etilbenceno, xilenos (m-o-p), n-decano, n-heptano, 1,3,5-trimetilbenceno, canfeno, limoneno, estireno, 3-metil-hexano, 2-metilbutano, p-isopropiltolueno (p-cymene), 2-metilhexano y el ácido acético⁵. Hay otro grupo de compuestos que aparecen solo durante el periodo del incendio, pero con un porcentaje de datos muy bajo, estos compuestos son el alfa-pineno (2,4%), el clorobenceno (1,2%), el 1-Hexanol (0,6%) y Indeno (0,6%).

En el análisis cuantitativo se han comparado los promedios de cada compuesto en cada periodo. En la gráfica 1 y gráfica 2 se representan los promedios de los 3 periodos. Se ha indicado los promedios que dan por debajo del límite de determinación LD ($0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

⁵ Compuestos cuyo % de datos por encima de LD es mayor que 20. En el caso del ácido acético es 18,7%.

Figura 10. Representación de promedios de cada compuesto según el periodo en la UM8-Eibar. El orden de los compuestos viene por el porcentaje de datos según el periodo del 15 al 19 de marzo



En la gráfica 1 se puede observar que hay compuestos que destacan por presentar promedios más altos, por ejemplo, el benceno, tolueno y acetona. Entre ellos el benceno y el tolueno presentan promedios mayores en el periodo del 12 al 18 de febrero (incendio). En este periodo también destaca el etilbenceno, cuyo promedio desciende a la mitad en el siguiente periodo.

En la segunda gráfica se puede observar que de los 35 compuestos que se representan la mayoría de los promedios calculados se sitúan por debajo del límite de determinación.

Si se analiza la evolución horaria de estos compuestos en relación al transcurso del incendio se puede observar que el benceno, etilbenceno, estireno y naftaleno siguen la misma tendencia detectándose picos que muestran la influencia del penacho impactando, por ejemplo, la madrugada del jueves 13 de febrero y la del viernes 14 de febrero (se adjunta una gráfica de esta evolución en el anexo 1.4.1).

Algunas de las conclusiones de este análisis son las siguientes:

- **En las mediciones realizadas en Eibar hay varios compuestos que aparecen en un porcentaje de muestras mayor: benceno, tolueno, etilbenceno, xilenos (m-o-p), n-decano, n-heptano, 1,3,5-trimetilbenceno, canfeno, limoneno, estireno, 3-metil-hexano, 2-metilbutano, p-isopropiltolueno (p-cymene), 2-metilhexano y el ácido acético.**
- **Los compuestos que presentan valores promedios más altos son el tolueno, el benceno y la acetona. Siendo el benceno y el tolueno los que más descienden en los siguientes periodos.**
- **Observando la evolución temporal del benceno, estireno, etilbenceno y naftaleno se observa que presentan picos similares, sobre todo en el caso de los dos primeros. Los valores más altos de estos compuestos en Eibar se dieron el jueves, 13 de febrero, alrededor de las tres de la mañana.**

5.4. Análisis de datos de COVs en muestreos manuales

Los informes emitidos por el Laboratorio de Salud Pública respecto a la presencia de compuestos orgánicos volátiles en los muestreos manuales se adjuntan en el Anexo 4. En ellos se presentan los compuestos identificados en cada muestreo manual, 54 en total.

Los muestreos manuales se fueron planificando según las direcciones de viento para verificar concentraciones en puntos donde se preveía el impacto del penacho del incendio tal y como se explica en el apartado 3. Estos muestreos fueron lecturas puntuales en tiempo y espacio para medir una concentración puntual. En el caso de muestreos realizados en el mismo punto se ha obtenido la concentración media promediando las diferentes medidas obtenidas.

Como se describe en la toma de muestra son tubos adsorbentes a partir de los cuales se cuantifica la concentración de COVs por muestra. Por ello el número de datos es mucho menor que en las mediciones continuas.

El análisis de los datos obtenidos se presenta a continuación dividido en tres apartados. Cada apartado incluye puntos de medición de un entorno geográfico; primero Eibar, en segundo lugar, Zaldibar y Ermua y posteriormente Mallabia y Elgeta.

5.4.1. Análisis datos COVs manuales en el entorno de Eibar

Además de la medición fija en Eibar con la UM8 a partir del 12 de febrero se han medido COVs con muestreos manuales en otros 5 puntos más de Eibar. Estos puntos son: calle Santaines, el barrio Amaña, Untzaga 1, Urkizu (zona externa de la escuela) y en el Hospital de Eibar.

Del método analítico utilizado para la identificación de 172 COVs, se han identificado 58 COVs en Calle Santaines, 41 COVs en el Barrio de Amaña, 38 en Untzaga, 31 en Urkizu y 16 en el punto Hospital de Eibar.

A continuación, se presentan las tablas con el número de muestras y la concentración⁶ de los compuestos cuantificados. En el caso de muestras en las que no se ha cuantificado un compuesto determinado aparece la celda vacía.

Tabla 4. COVs cuantificados en las muestras manuales del entorno de Eibar

Compuesto	8/02/2020 a 12/02/2020		8, 10 y 11 de febrero		8 y 13 de febrero		13 de febrero		8 de febrero	
	Calle Santaines		Barrio Amaña		Untzaga 1		Exterior Urkizu Eskola		Hospital Eibar	
	N	µg/m ³	N	µg/m ³	N	µg/m ³	N	µg/m ³	N	µg/m ³
Toluene	21	4,645	4	3,093	3	2,917	1	2,060	1	3,218
Acetophenone	21	4,025	4	5,788	3	4,720	1	4,732	1	4,034
Acetic acid	21	0,505	4	0,626	3	0,397				
m-Xylene	21	1,103	4	0,599	3	0,691	1	0,58	1	0,436
Pentane	21	1,875	4	4,070	3	4,241	1	4,114	1	1,994
Ethylbenzene	21	0,828	4	0,997	3	0,691	1	0,358	1	0,294
Tetrachloromethane	21	0,191	4	0,207	3	0,188	1	0,222		
Trichlorofluoromethane	21	0,362	4	0,247	3	0,953	1	1,534		
n-Hexane	21	0,722	4	0,4	3	0,659	1	0,666	1	1,126
Tetrachloroethene	21	0,335	4	0,302	3	0,103	1	0,172		
beta-Pinene	21	0,267	4	0,15			1	0,226		
n-Decane	21	1,571	4	1,478	3	0,162	1	0,164	1	0,282
Dichlorodifluoromethane	21	0,803	4	1,422	3	2,769	1	1,826		
alpha-Pinene	21	0,307	4	0,243	3	0,127	1	0,326	1	0,156
2-Methylpentane	21	1,248	4	0,368	3	0,515	1	0,376	1	2,444
Butane, 2-methyl-	21	0,38	4	0,31	3	0,769	1	0,582	1	1,190

[.../...]

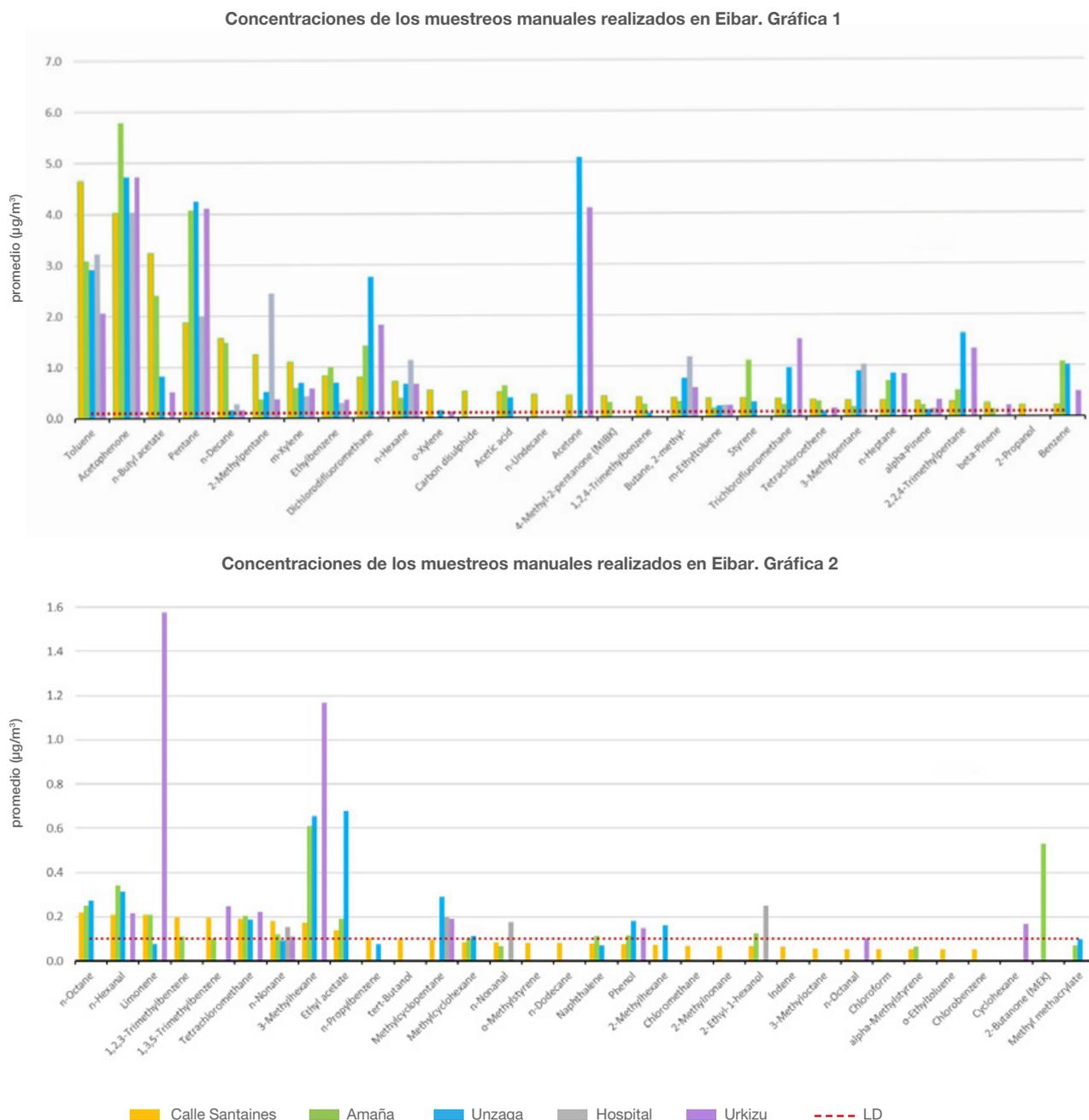
⁶ En el caso de puntos de medición en el que hay más de una muestra la concentración indicada es el promedio de las muestras (en µg/m³). Para cada punto aparece el número de muestras y el periodo.

5. Compuestos orgánicos volátiles

Tabla 4. COVs cuantificados en las muestras manuales del entorno de Eibar (cont.)

Compuesto	8/02/2020 a 12/02/2020		8, 10 y 11 de febrero		8 y 13 de febrero		13 de febrero		8 de febrero	
	Calle Santaines		Barrio Amaña		Untzaga 1		Exterior Urkizu Eskola		Hospital Eibar	
	N	µg/m ³	N	µg/m ³	N	µg/m ³	N	µg/m ³	N	µg/m ³
Limonene	21	0,208	4	0,21	3	0,077	1	1.574		
Styrene	21	0,365	4	1,123	3	0,296				
n-Butyl acetate	21	3,241	4	2,407	3	0,818	1	0,522		
Benzene	21	0,223	4	1,078	3	1,006	1	0,49		
1,3,5-Trimethylbenzene	21	0,196	4	0,102			1	0,248		
n-Nonane	21	0,181	4	0,12	3	0,091	1	0,11	1	0,152
n-Octane	21	0,217	4	0,25	3	0,273				
m-Ethyltoluene	21	0,373	4	0,19	3	0,231	1	0,232	1	0,238
n-Heptane	21	0,313	4	0,708	3	0,847	1	0,832		
Carbon disulphide	21	0,513								
Methylcyclopentane	21	0,095			3	0,293	1	0,19	1	0,2
Phenol	21	0,077	4	0,117	3	0,182	1	0,148		
Naphthalene	21	0,078	4	0,114	3	0,071				
4-Methyl-2-pentanone (MIBK)	21	0,421	4	0,291						
2,2,4-Trimethylpentane	21	0,287	4	0,522	31.639		1	1		
n-Dodecane	21	0,083								
Methylcyclohexane	21	0,086	4	0,102	3	0,113				
Ethyl acetate	21	0,139	4	0,191	3	0,681				
Acetone	21	0,44			3	5	1	4		
3-Methylhexane	21	0,175	4	0,611	3	0,653	1	1		
1,2,3-Trimethylbenzene	21	0,2	4	0,111						
n-Propylbenzene	21	0,104			3	0,075				
n-Hexanal	21	0,21	4	0,341	3	0,313	1	0,216		
tert-Butanol	21	0,097								
o-Methylstyrene	21	0,084								
n-Undecane	21	0,445								
2-Propanol	21	0,227								
2-Methylhexane	21	0,072			3	0,162				
2-Ethyl-1-hexanol	21	0,065	4	0,125					1	0,25
o-Ethyltoluene	21	0,052								
In.cene	21	0,065								
Chloromethane	21	0,068								
Chloroform	21	0,055								
Chlorobenzene	21	0,052								
alpha-Methylstyrene	21	0,054	4	0,063						
3-Methyloctane	21	0,058								
2-Methylnonane	21	0,065								
n-Octanal	21	0,055					1	0,104		
2-Butanone (MEK)			4	0,532						
Methyl methacrylate			4	0,07	3	0,099				
Cyclohexane							1	0,168		

Figura 11. Promedios de concentración de los COVs obtenidas en los muestreos manuales en el entorno de Eibar



Los compuestos que aparecen en los 5 puntos de medición con concentraciones más elevadas son el tolueno, la acetofenona y el pentano. Destacan asimismo la acetona en Untzaga y Urkizu, y el limoneno en Urkizu. El punto en el que más se observa la influencia del incendio es Amaña (muestras de los días 10 y 11), al detectarse niveles benceno, naftaleno, estireno y etilbenceno superiores al resto.

5.4.2. Análisis datos COVs manuales en el entorno de Zaldibar y Ermua

Del método analítico utilizado para la identificación de 172 COVs, se han identificado 46 COVs en Eitzaga durante el incendio, 50 COVs en Eitzaga en los muestreos sin incendio, 21 en Ermua y 17 en Zaldibar.

A continuación, se presentan las tablas con el número de muestras y la concentración de los compuestos cuantificados. En el caso de muestras en las que no se ha cuantificado un compuesto determinado aparece la celda vacía.

Tabla 5. COVs cuantificados en las muestras manuales del entorno de Zaldibar y Ermua

Compuesto	11/02/2020 al 18/02/2020		Del 19/02/2020 al 26/02/2020		11/02/2020		13/03/2020	
	Eitzaga (Incendio)		Eitzaga (Sin incendio)		Zaldibar		Ermua	
	N	µg/m ³	N	µg/m ³	N	µg/m ³	N	µg/m ³
Trichlorofluoromethane	9	0,343	8	0,622	1	0,644		
Toluene	9	1,187	8	2,493	1	1,860	1	1,4660
Tetrachloromethane	9	0,207	8	0,176	1	0,174		
Tetrachloroethene	9	0,49	8	1,387	1	0,160		
tert-Butanol	9	0,404						
Styrene	9	0,402	8	0,185				
p-Xylene	9	0,072						
Phenol	9	0,130						
Pentane	9	0,966	8	1,928	1	1,058	1	3,054
o-Xylene	9	0,091	8	0,167	1	0,304		
o-Ethyltoluene			8	0,097				
n-Undecane	9	0,332	8	1,488				
n-Nonanal	9	0,122	8	0,169			1	0,208
n-Hexane	9	0,185	8	0,582				
n-Heptane	9	0,439	8	0,423				
n-Dodecane	9	0,067	8	0,102				
n-Decanal	9	0,103	8	0,093			1	0,106
n-Butyl acetate	9	0,229	8	1,959	1	0,688	1	0,538
Naphthalene	9	0,096	8	0,107				
m-Xylene	9	0,270	8	0,778	1	0,456	1	0,454
m-Ethyltoluene	9	0,07	8	0,187	1	0,18	1	0,260
Methylcyclohexane	9	0,068	8	0,145				
Limonene	9	0,061	8	0,338			1	0,120
Ethynylbenzene (phenylacetylene)	9	0,315	8	0,122				

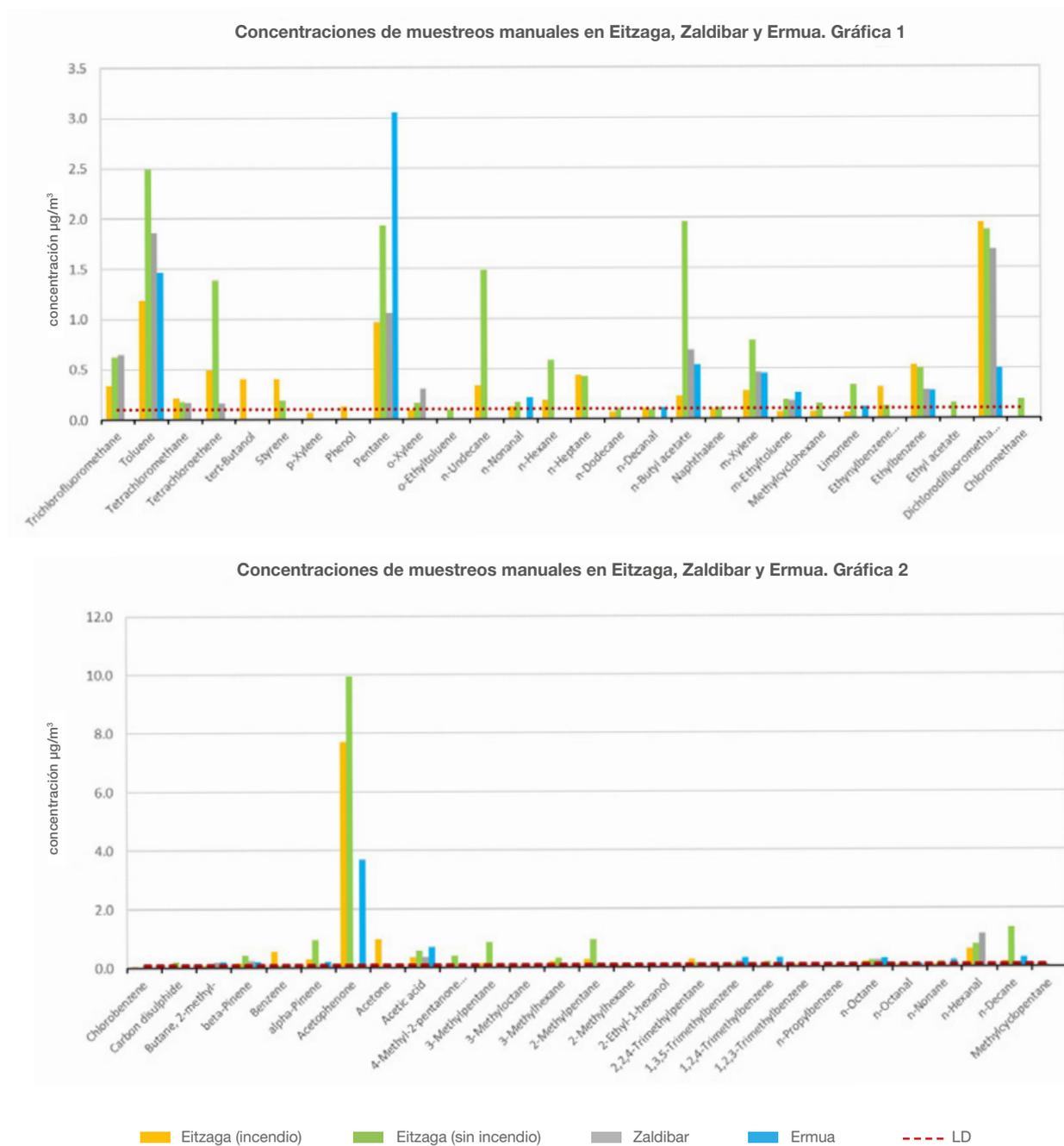
[.../...]

5. Compuestos orgánicos volátiles

Tabla 5. COVs cuantificados en las muestras manuales del entorno de Zaldibar y Ermua (cont.)

Compuesto	11/02/2020 al 18/02/2020		Del 19/02/2020 al 26/02/2020		11/02/2020		13/03/2020	
	Eitzaga (Incendio)		Eitzaga (Sin incendio)		Zaldibar		Ermua	
	N	µg/m ³	N	µg/m ³	N	µg/m ³	N	µg/m ³
Ethylbenzene	9	0,532	8	0,502	1	0,278	1	0,270
Ethyl acetate			8	0,154				
Dichlorodifluoromethane	9	1,949	8	1,875	1	1,682	1	0,5
Chloromethane			8	0,19				
Chlorobenzene	9	0,071						
Carbon disulphide			8	0,214				
Butane, 2-methyl-	9	0,09	8	0,113	1	0,186	1	0,226
beta-Pinene	9	0,165	8	0,426	1	0,252	1	0,212
Benzene	9	0,564	8	0,082				
alpha-Pinene	9	0,3	8	0,941			1	0,228
Acetophenone	9	7,712	8	9,953			1	3,700
Acetone	9	0,962						
Acetic acid	9	0,357	8	0,606	1	0,348	1	0,696
4-Methyl-2-pentanone (MIBK)			8	0,400				
3-Methylpentane	9	0,143	8	0,855				
3-Methyloctane			8	0,059				
3-Methylhexane	9	0,224	8	0,341				
2-Methylpentane	9	0,27	8	0,938				
2-Methylhexane	9	0,059	8	0,075				
2-Ethyl-1-hexanol			8	0,064				
2,2,4-Trimethylpentane	9	0,276	8	0,134				
1,3,5-Trimethylbenzene	9	0,058	8	0,108	1	0,212	1	0,328
1,2,4-Trimethylbenzene			8	0,207			1	0,33
1,2,3-Trimethylbenzene	9	0,077	8	0,148				
n-Propylbenzene			8	0,069				
n-Octane	9	0,189	8	0,239	1	0,256	1	0,292
n-Octanal	9	0,089	8	0,103			1	0,122
n-Nonane	9	0,086	8	0,195			1	0,248
n-Hexanal	9	0,615	8	0,777	1	1,130		
n-Decane	9	0,196	8	1,330			1	0,334
Methylcyclopentane	9	0,067	8	0,061				

Figura 12. Promedios de concentración de los COVs obtenidas en los muestreos manuales en Eitzaga, Zaldibar y Ermua



Los compuestos que destacan son el tolueno y el pentano en los cuatro puntos de medición. La acetofenona también destaca en Eitzaga (con y sin incendio). El butilacetato en Eizaga durante la medición sin incendio. El diclorofluorometano en todos menos en Ermua. Se detecta la influencia del incendio en la media de las muestras de Eitzaga durante el incendio; también en el periodo tratado como post-incendio (muestras de los días 21 y en menor medida, el día 24) no así en Zaldibar-herria ni en Ermua-centro.

5.4.3. Análisis datos COVs manuales en el entorno de Mallabia y Elgeta

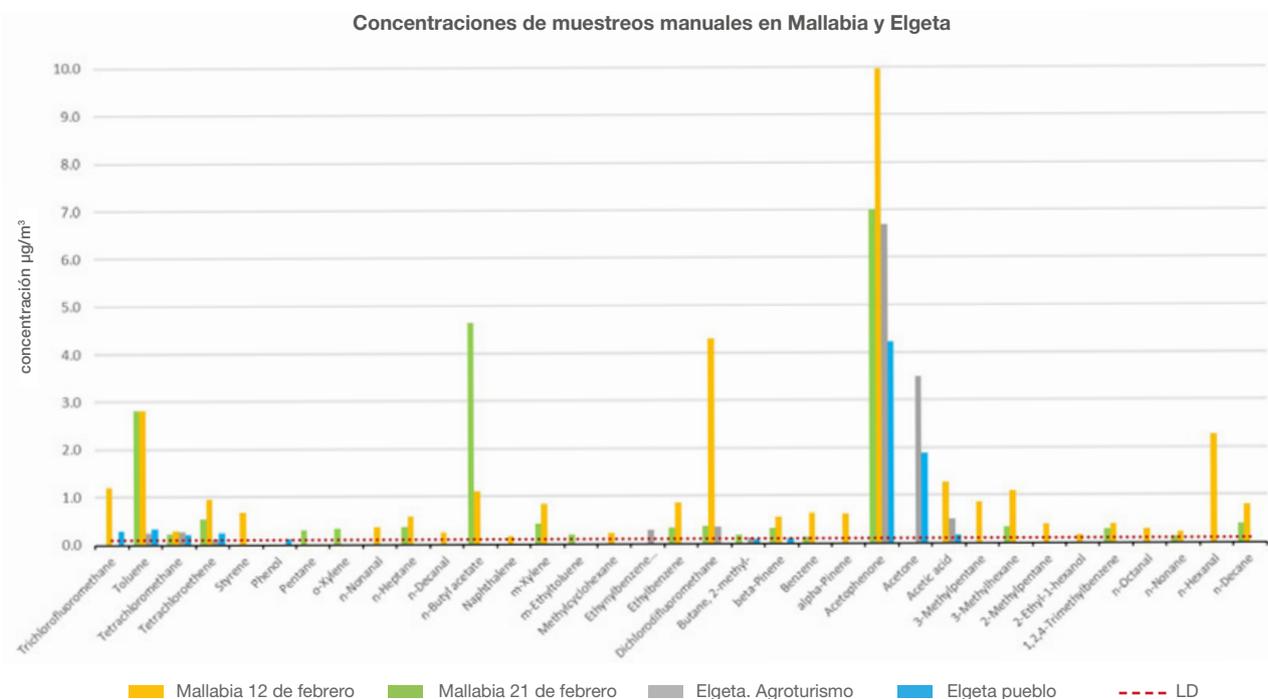
Del método analítico utilizado para la identificación de 172 COVs, en los pueblos más alejados del vertedero se han identificado 19 COVs en Mallabia durante el incendio, 28 COVs en Mallabia en el muestreo del 21 de febrero sin incendio, 10 en Elgeta pueblo y 9 en el agroturismo de Elgeta.

A continuación, se presentan las tablas con el número de muestras y la concentración de los compuestos cuantificados. En el caso de muestras en las que no se ha cuantificado un compuesto determinado aparece la celda vacía.

Tabla 6. COVs cuantificados en las muestras manuales del entorno de Mallabia y Elgeta

Compuesto	12/02/2020	21/02/2020	12/02/2020	12 y 13 /02/2020
	Mallabia	Mallabia	Elgeta. Agroturismo	Elgeta pueblo
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Trichlorofluoromethane		1,210		0,279
Toluene	2,814	2,812	0,246	0,325
Tetrachloromethane	0,234	0,28	0,260	0,216
Tetrachloroethene	0,524	0,952	0,110	0,241
Styrene		0,662		
Phenol				0,104
Pentane	0,288			
o-Xylene	0,324			
n-Nonanal		0,364		
n-Heptane	0,370	0,584		
n-Decanal		0,246		
n-Butyl acetate	4,636	1,100		
Naphthalene		0,160		
m-Xylene	0,434	0,828		
m-Ethyltoluene	0,190			
Methylcyclohexane		0,236		
Ethynylbenzene (phenylacetylene)			0,274	
Ethylbenzene	0,336	0,846		
Dichlorodifluoromethane	0,356	4,304	0,352	
Butane, 2-methyl-	0,180		0,106	0,079
beta-Pinene	0,314	0,542		0,090
Benzene	0,122	0,630		
alpha-Pinene		0,610		
Acetophenone	6,996	9,972	6,704	4,221
Acetone			3,496	1,881
Acetic acid		1,276	0,5	0,154
3-Methylpentane		0,86		
3-Methylhexane	0,336	1,094		
2-Methylpentane		0,398		
2-Ethyl-1-hexanol		0,168		
1,2,4-Trimethylbenzene	0,286	0,404		
n-Octanal		0,282		
n-Nonane	0,136	0,226		
n-Hexanal		2,270		
n-Decane	0,398	0,796		

Figura 13. Promedios de concentración de los COVs obtenidas en los muestreos manuales en Mallabia y Elgeta



En Mallabia y Elgeta el número de COVs identificado es menor que en el resto de muestreos manuales. De los muestreos manuales en este entorno, la muestra de Mallabia del 21 de febrero día en el que hubo un rebrote del incendio es la que presenta un número mayor de COVs. Además, se identifican algunos como el benceno, estireno, triclorofluorometano y diclorofluorometano y 3-metilpentano entre otros, que aparecen también en las mediciones fijas en el periodo del incendio.

- Se detecta la influencia del incendio en Eibar los días 10 y 11 de febrero (en Amaña y Santainés) y el 13 (en Untzaga); en el barrio Eitzaga de Zaldibar los días 14 y 18. Además, una vez controlado el incendio, se detectan compuestos ligados a la combustión el día 21 en Eitzaga y en Mallabia, y el día 24 en Eitzaga. No se detecta en las muestras tomadas en Elgeta, Ermua-centro ni en Zaldibar-herria.
- El número de COVs detectados varía desde los 58 detectados en un punto de Eibar (calle Santainés) a los 9 detectados en el barrio Egoetxeaga de Elgeta.
- En cuanto a promedios se refiere, destaca la acetofenona, pues está presente en la UM7 en Ermua y en casi todas las ubicaciones de muestreo manual, especialmente en Eitzaga, Mallabia y Elgeta, con medias entre 5 y 8, $\mu\text{g}/\text{m}^3$. No se detecta en Zaldibar-herria ni en la UM8 en Eibar.

5.5. Comparación de niveles de benceno con referencia legal

De todos los COV medidos, el único que está regulado en la normativa de calidad del aire es el benceno, que tiene un valor límite para el valor promedio anual de 5 µg/m³.

En las mediciones realizadas de forma continua en Ermua y Eibar los promedios del periodo en que se desarrolló el incendio activo han sido de 0,905 y 1,068 µg/m³, respectivamente. En ambos casos, los valores de benceno descendieron en los siguientes periodos, siendo de 0,4 µg/m³ y 0,45 µg/m³ del 19 de febrero al 14 de marzo en Ermua y Eibar y posteriormente al 14 de marzo, de 0,36 µg/m³ y 0,19 µg/m³ respectivamente. De manera ilustrativa, durante la paralización de actividades no esenciales decretada por la declaración de alarma y vacaciones de Semana Santa, entre el 30 de marzo y el 13 de abril fuera del objeto de este informe, los valores de benceno en Ermua disminuyeron drásticamente con una media de 0,064 µg/m³ y un máximo de 0,58 µg/m³, detectándose benceno únicamente en un 8% de los datos de ese periodo.

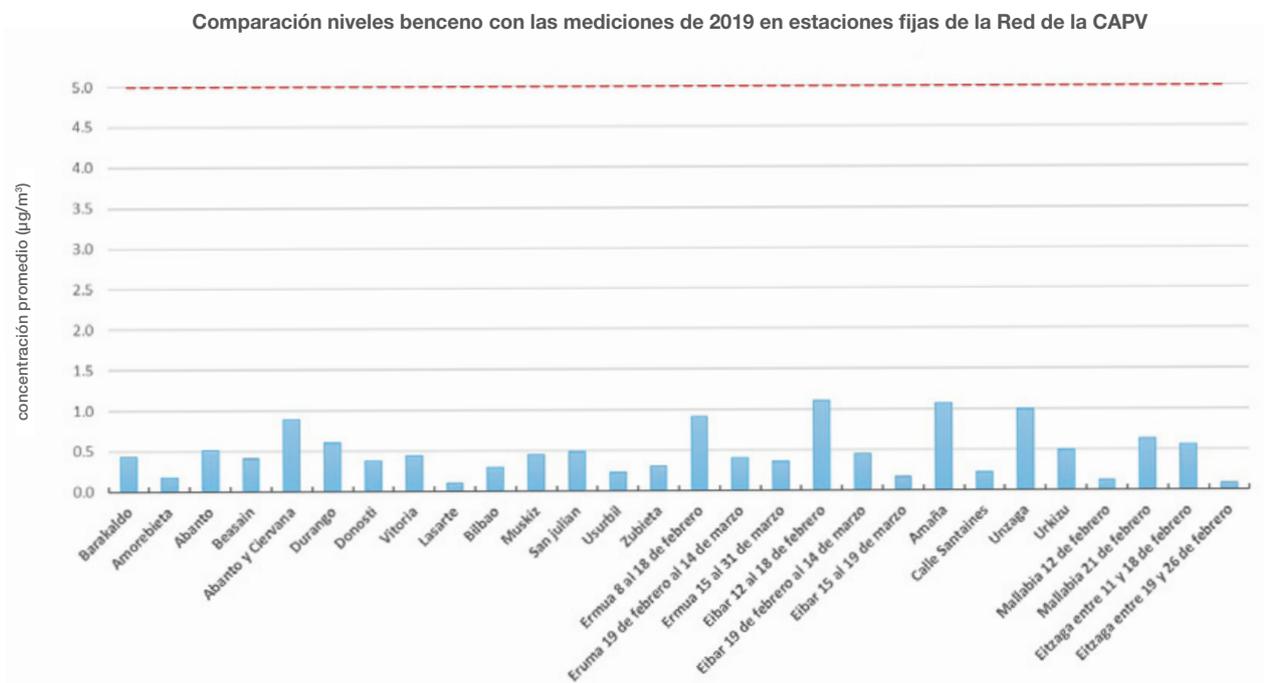
En las mediciones que se llevaron de forma manual las concentraciones más altas se recogieron en el entorno de Eibar en Amaña y Untzaga en fechas correspondientes al periodo del incendio.

A continuación, se muestra una tabla con las concentraciones medias en cada punto de medición y fecha (en los puntos donde se ha detectado benceno). Se presentan únicamente la concentración media del periodo en µg/m³ y el máximo en el caso de que haya más de un dato (en mediciones continuas y en muestreos manuales en el mismo punto).

Tabla 7. Promedios de benceno en µg/m³ en cada punto de medición en el que se ha encontrado por encima del límite de determinación (incluidos puntos fijos y manuales)

Municipio	Ubicación	Fecha	Media	Max
ERMUA	UM7: San Lorenzo	Del 8 al 18 de febrero	0,90	9,56
		Del 19 de febrero al 14 de marzo	0,40	2,2
		Del 15 al 31 de marzo	0,36	2,7
EIBAR	UM8: Untzaga	Del 12 al 18 de febrero	1,07	14
		Del 19 de febrero al 14 de marzo	0,45	3,2
		Del 15 al 19 de marzo	0,19	0,53
EIBAR	AMAÑA	Entre el 8 y el 11 de febrero	1,07	3,1
	SANTAINES	Entre el 8 y el 12 de febrero	0,22	1,3
	UNTZAGA	8 de febrero y 13 de febrero	1,0	2,8
	URKIZU	13 de febrero	0,49	-
MALLABIA	ELMOSTE 8 (ELIZA)	12 de febrero	0,12	-
	ELMOSTE 8 (ELIZA)	21 de febrero	0,63	-
ZALDIBAR	EITZAGA	Entre el 11 de febrero y el 18 de febrero	0,56	3,4
	EITZAGA	Entre el 19 de febrero y el 26 de febrero	0,082	0,204

Figura 14. Niveles de benceno en el entorno del vertedero y en otros puntos de la CAPV



Si se representan las concentraciones medias recogidas en todos los puntos de medición en las diferentes fechas en comparación con los promedios anuales de benceno de las estaciones fijas de la Red de Control de Calidad del Aire de la CAPV se puede observar que tanto en Ermua en el periodo del incendio, como en Eibar en la medición fija y en las manuales del barrio de Amaña y Untzaga el valor es ligeramente superior a los valores medidos en la CAPV (son promedios referidos al año 2019).

6. Partículas, hidrocarburos aromáticos y metales pesados

6.1. Determinación de la concentración de material particulado, composición de metales y HAPs

La toma de muestra y medición de PM10 se ha realizado según el método de referencia que se describe en la Norma UNE-EN 12341:2015 «Aire ambiente. Método de medición gravimétrico normalizado para la determinación de la concentración másica PM10 o PM2,5 de la materia particulada en suspensión».

El método de referencia para la medición del plomo, arsénico, cadmio y níquel en el aire ambiente es el que se describe en la Norma UNE-EN 14902:2006 «Calidad del aire ambiente-Método normalizado para la medida de Pb, Cd, As y Ni en la fracción PM10 de la materia particulada en suspensión».

El proceso de ensayo para la determinación de metales se ha realizado según la norma UNE-EN 14902:2006. Para determinar las concentraciones de los elementos metálicos cada filtro se ha digerido en medio ácido (HNO₃). La técnica instrumental empleada es ICP-Masas, e incluye la determinación de los siguientes metales: Fe, Mn, As, Se, Zn, Cu, Cr, Cd, Ni, Pb, Ba, V, Co, Ce, Pd y Hg.

El análisis de los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) se ha realizado según la norma UNE-ISO 16362:2006 por cromatografía de líquidos de alta resolución (UPLC) con detector de fluorescencia y diodo de array, previa extracción de los PAHs en horno microondas (MAE) con acetonitrilo. El ensayo permite determinar los siguientes compuestos: Naftaleno, Acenaftaleno, Acenafteno, Fluoreno, Fenantreno, Antraceno, Fluoranteno, Pireno, Benzo[a]antraceno, Criseno, Benzo[b]fluoranteno, Benzo[k]fluoranteno, Benzo[a]pireno, Dibenzo[a,h]antraceno, benzo[g,h,i]perileno, In.ceno [1,2,3-c,d] pireno).

La toma de muestras y las operaciones de verificación y calibración de equipos se han realizado al amparo de un Sistema de Aseguramiento de la Calidad conforme a la norma UNE-EN 17025.

Además, la toma de muestra, la pesada de filtros y el análisis de metales se han realizado al amparo de la acreditación ENAC del Laboratorio de Salud Pública en Bizkaia con nº de acreditación 132/LE1136.

6.1.1. Toma de muestra y equipos utilizados

Para el muestreo de partículas se han utilizado dos captadores de partículas de bajo volumen DERENDA LVS3.1 con cabezal de corte para PM10. Los filtros utilizados para la captación de partículas han sido filtros de fibra de cuarzo de 47mm de diámetro.

Los procedimientos de almacenamiento, transporte de filtros y requisitos de pesada se ha hecho según lo establecido en la norma Norma UNE-EN 12341: 2015. Las operaciones de pesada se han realizado en sala de balanzas acondicionada, manteniendo una temperatura de $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa de 45-50% constante en el tiempo establecido en la norma de referencia.

Los equipos están diseñados para poder programar el tiempo de toma de muestra por filtro. Inicialmente se tomaron muestras cada 8 horas; unos días después de controlado el incendio, el día 24 de febrero, se modificó a 24 horas.

Los filtros se transportaron al Laboratorio de Salud Pública para su pesada y el posterior análisis de metales y HAP.

Figura 15. **Equipo captador de partículas Derenda ubicado en el Hospital de Eibar, soporte de filtros y filtro para muestreo de partículas**



Figura 16. Equipo captador de partículas Derenda LVS3.1 ubicado en el interior de la UM7 con cambiador de filtros y detalle del cabezal en el techo de la unidad móvil por donde entra la muestra



6.1.2. Métodos de cuantificación

La concentración de partículas en suspensión de corte PM10 se determina por pesada según lo establecido en la Norma UNE-EN 12341:2015 «Aire ambiente. Método de medición gravimétrico normalizado para la determinación de la concentración másica PM10 o PM2,5 de la materia particulada en suspensión».

El análisis de la concentración metálica del material particulado; vanadio, cromo, manganeso, hierro, cobalto, níquel, cobre, cinc, arsénico, selenio, cadmio, bario, cerio, plomo, paladio y mercurio, se realiza por digestión ácida y posterior análisis por espectrometría masas por plasma acoplado inductivamente (ICP-MS). Los filtros de cuarzo son introducidos en un tubo de pirex con ácido nítrico al 65% a 120°C durante 24h. La disolución final obtenida se analiza por ICP-MS. El límite de determinación o cuantificación del hierro es de 0,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el de plomo es 0,02 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el de manganeso es de 9 ng/m^3 , de bario, cobre, cromo, y níquel es 4 ng/m^3 , el de arsénico, cadmio, selenio y vanadio es 0,4 ng/m^3 , y el de cerio, cinc, cobalto y paladio es 0,04 ng/m^3 .

La determinación de los 16 hidrocarburos aromáticos policíclicos; naftaleno, acenafeno, fluoreno, fenantreno, antraceno, fluoranteno, pireno, benzo(a)antraceno, criseno, benzo(b)fluoranteno, benzo(k)fluoranteno, benzo(a)pireno, dibenzo(a,h)antraceno, benzo(g,h,i)perileno, indeno(1,2,3-c,d)pireno y acenaftileno se realiza mediante extracción con microondas (MAE). Los filtros de cuarzo de 47mm de diámetro obtenidos del captador se introducen en un tubo de teflón con acetonitrilo. La extracción se realiza en un microondas (CEM) siguiendo una rampa de temperatura. El extracto final se analiza

mediante cromatografía líquida (Waters Acquity UPLC H-Class) con detector de fluorescencia (FLR) y diodo de array (PDA). El límite de determinación o cuantificación es de $0,1 \text{ ng/m}^3$ para todos ellos, salvo para el acenaftileno, que es $0,2 \text{ ng/m}^3$.

6.2. Ubicación de puntos y periodo de muestreo

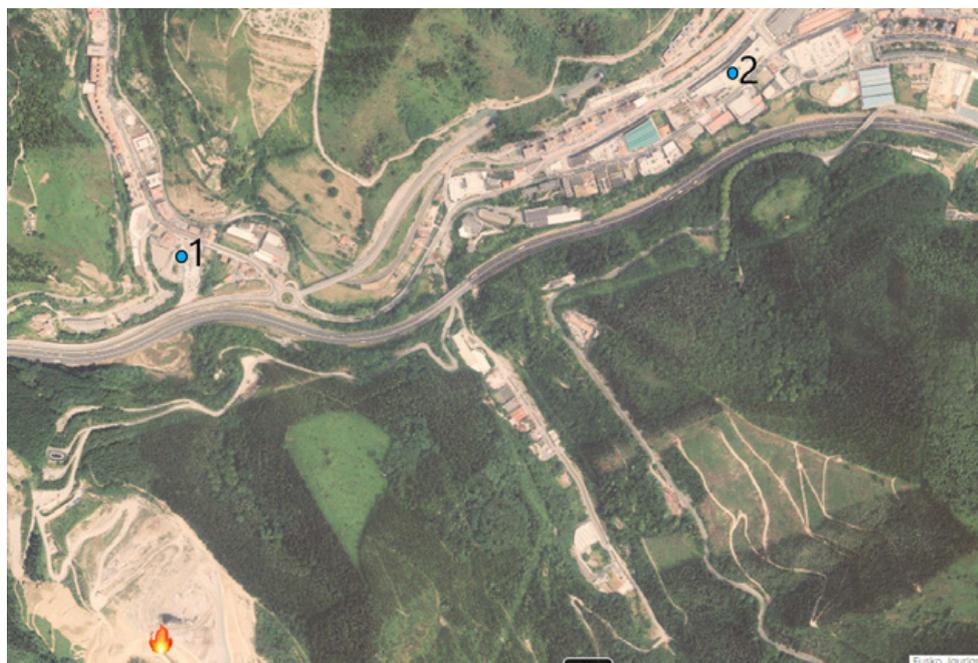
Uno de los captadores ha estado ubicado en el laboratorio móvil UM7 en Ermua, y se dispone de datos, en el contexto de este informe, desde el 8 de febrero hasta el 14 de marzo, incluido, si bien para partículas PM10 se ha mantenido la medición más allá del periodo de estudio de este informe. En el periodo señalado se han tomado 34 muestras.

El otro ha estado ubicado en el hospital de Eibar y entre el 12 de febrero y el 14 de marzo, incluido, y se dispone de 29 muestras.

Tabla 8. Coordenadas de puntos de muestreo de PM10, metales y HAPs

Ubicación	Punto de muestreo	Municipio	Coordenadas UTM30 ETRS89	
			X	Y
Captador 1	Zona San Lorenzo (UM7)	Ermua	540859,67	4780794,16
Captador 2	Hospital Eibar	Eibar	542037,01	4781187,96

Figura 17. Puntos de muestreo de PM10, metales y HAPs



6.3. Análisis de datos

Los informes de resultados de los análisis de partículas, metales y HAPs del Laboratorio de Salud Pública se adjuntan en los anexos 5 (Ermua) y 6 (Eibar).

Para el análisis de datos se han agrupado los resultados obtenidos en las mediciones realizadas durante el incendio y las realizadas una vez sofocado el incendio.

En este punto hay que destacar que en el periodo del incendio cuando la vigilancia era más intensiva se programó la toma de muestra para tener muestras cada 8 horas y así poder detectar niveles anómalos. Además, como se preveía que la combustión iba a liberar hidrocarburos aromáticos policíclicos, se reforzó su análisis siguiendo una proporción de 2 filtros para análisis de HAPS y 1 para metales.

El alcance del análisis viene determinado por los contaminantes que aparecen regulados en el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, cuyos valores límite se establece en el Anexo I:

PM10	Valor límite anual: 40 µg/m³ como promedio anual Valor límite diario: 50 µg/m³, que no podrá superarse más 35 veces al año
Plomo (Pb)	Valor límite anual: 0,5 µg/m ³ como promedio anual
Níquel (Ni)	Valor objetivo: 20 ng/m ³ como promedio anual
Cadmio (Cd)	Valor objetivo: 5 ng/m ³ como promedio anual
Arsénico (As)	Valor objetivo: 6 ng/m ³ como promedio anual
Benzo(a)pireno	Valor objetivo: 1 ng/m ³ como promedio anual

Los valores establecidos en la normativa de calidad del aire están referidos a promedios diarios en el caso de PM10 y a promedios anuales en el caso de Pb, Ni, Cd, As, B(a)pireno. Por tanto, para el análisis de los datos obtenidos en PM10 y en metales y HAPs se han utilizado los promedios diarios de PM10 y las concentraciones medias de cada periodo de medición para los metales y HAPs.

6.3.1. PM10

A continuación, se muestran los datos estadísticos calculados para las mediciones de PM10 en los dos puntos de medición Ermua y Eibar. Los promedios diarios de cada día se adjuntan una tabla en el Anexo 1.6.

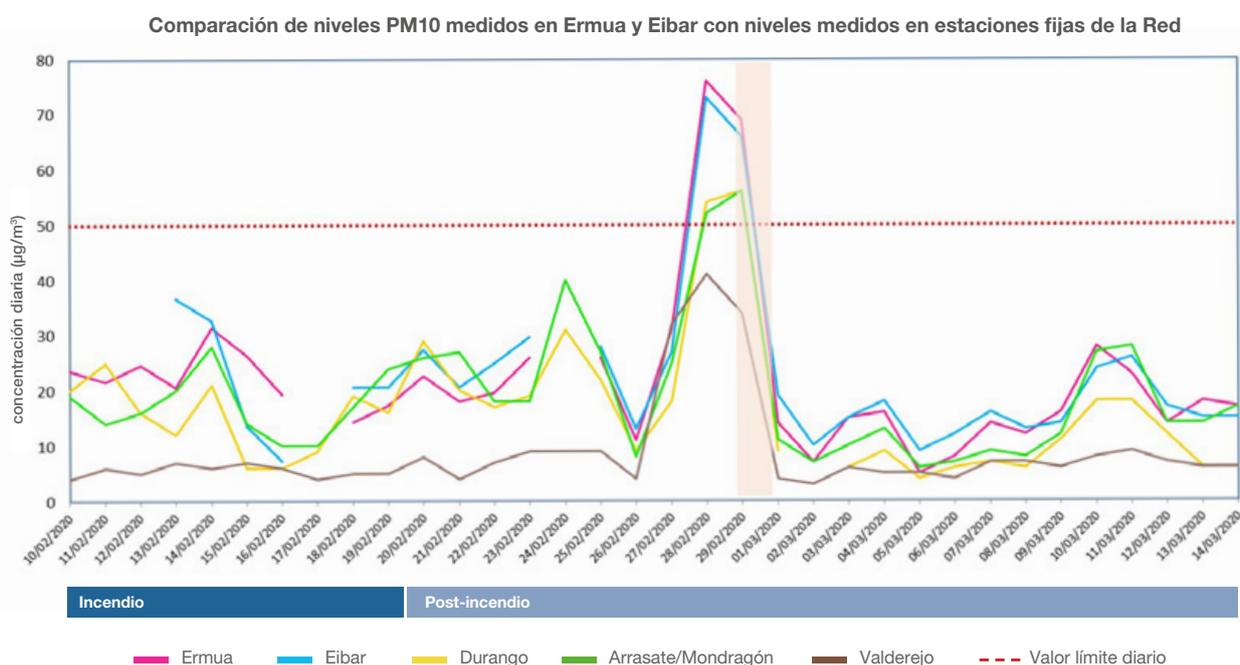
Tabla 9. Estadísticos de PM10 en dos ubicaciones, con el incendio activo y con el incendio sofocado

	Estadísticas PM10 en Ermua		Estadísticas PM10 en Eibar	
	8 febrero-18 febrero	19 febrero-14 marzo	12 febrero-18 febrero	19 febrero-14 marzo
Número de datos	8	24	5	24
%Datos	91	96	71	96
Promedio	23	22	22	23
Máximo diario	31	76	37	73
Mínimo diario	14	5	7	9
Nº Superaciones	0	2	0	2
Percentil 90,4	28	30	35	29

Los estadísticos obtenidos de las mediciones de PM10 están dentro de los niveles de PM10 que se miden en otras estaciones de la Red de Control de Calidad del Aire de la CAPV (RCCA).

Para comparar estos niveles con los medidos en otros puntos se ha representado los niveles de PM10 medidos desde el 8 de febrero del 2020 al 14 de marzo del 2020 con los niveles medidos en los sistemas automáticos de medida de dos estaciones de la RCCA próximas a ERMUA y EIBAR como son Durango y Arrasate/Mondragón. A esta gráfica se ha añadido los niveles de PM10 medidos en un punto rural de referencia como es Valderejo.

Figura 18. Niveles de PM10 desde el 8 de febrero hasta el 14 de marzo en Ermua y Eibar, y en tres ubicaciones cercanas



El máximo diario durante el incendio en Ermua fue de 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ el día 14 de febrero y en Eibar de 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ el día 13 de febrero. Durante el periodo del 19 de febrero al 14 de marzo se produjeron tanto en Ermua como en Eibar dos superaciones del valor límite diario de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, los días 28 y 29 de febrero. Estos días hubo un episodio de partículas generalizado que tuvo repercusión en gran parte de las mediciones de PM10 que se registran en la Red de Control de Calidad del Aire y de la misma manera se reflejó en las mediciones de esos días en Ermua y Eibar.

6.3.2. Metales pesados

En relación a los metales medidos se presenta a continuación las tablas con el resumen de estadísticos en ambos puntos de medición Ermua y Eibar para los dos periodos.

Tabla 10. Valores máximos y promedio⁷ de metales en Ermua

Metales Ermua	INCENDIO ACTIVO (del 11 al 18 de febrero) (n=10)			INCENDIO SOFOCADO (del 19 de febrero al 13 de marzo) (n=19)		
	n>LD	Máximo	Media	n>LD	Máximo	Media
Arsénico PM10 ng/m³	2	0,66	<LD ⁸	8	1,04	0,41
Cadmio PM10 ng/m³	0	-	-	1	0,57	< LD
Níquel PM10 ng/m³	5	26,20	6,64	9	7,50	< LD
Plomo PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	-	-	0	-	-
Bario PM10 ng/m³	10	58,17	32,87	17	48,97	15,49
Cerio PM10 ng/m³	10	0,40	0,20	19	3,70	0,41
Cinc PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	10	0,15	0,09	13	0,15	0,07
Cobalto PM10 ng/m³	10	2,03	0,45	19	0,97	0,20
Cobre PM10 ng/m³	9	45,62	18,36	15	40,42	18,38
Cromo PM10 ng/m³	10	35,81	13,82	14	14,06	7,55
Hierro PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	10	1,31	0,59	18	2,85	0,63
Manganeso PM10 ng/m³	7	45,14	16,52	14	56,17	17,65
Mercurio PM10 ng/m³	0	-	-	0	-	-
Paladio PM10 ng/m³	2	0,26	0,05	1	0,04	< LD
Selenio PM10 ng/m³	2	1,03	<LD	6	4,73	0,60
Vanadio PM10 ng/m³	6	0,78	0,44	14	6,23	0,88

⁷ En el periodo de muestreo con el incendio sofocado, se dispone de 7 muestras de 8 horas y 9 de 24 horas.

⁸ Para el cálculo de los promedios, los resultados por debajo del límite de determinación se han sustituido por LD/2. Para los compuestos que se han detectado en pocas muestras por encima de dicho límite, el promedio calculado puede ser inferior al mismo.

Tabla 11. Valores máximos y promedio⁹ de metales en Eibar

Metales Eibar	INCENDIO ACTIVO (del 14 al 18 de febrero) (n=6)			INCENDIO SOFOCADO (del 19 de febrero al 13 de marzo) (n=19)		
	n>LD	Máximo	Media	n>LD	Máximo	Media
Arsénico PM10 ng/m³	2	0,5	<LD	8	1,1	<LD
Cadmio PM10 ng/m³	0	-	-	1	0,5	<LD
Níquel PM10 ng/m³	2	9,8	<LD	9	11,8	4,08
Plomo PM10 µg/m³	0	-	-	0	-	-
Bario PM10 ng/m³	4	31,1	16,18	16	52,3	15,55
Cerio PM10 ng/m³	4	0,3	0,12	19	3,6	0,37
Cinc PM10 µg/m³	3	0,1	0,05	13	0,2	0,07
Cobalto PM10 ng/m³	6	1,0	0,27	18	0,9	0,19
Cobre PM10 ng/m³	3	27,7	13,95	17	54,4	21,11
Cromo PM10 ng/m³	6	18,4	10,47	15	25,2	9,03
Hierro PM10 µg/m³	6	0,7	0,34	19	2,--7	0,55
Manganeso PM10 ng/m³	3	31,8	11,12	13	48,4	16,90
Mercurio PM10 ng/m³	0	-	-	0	-	-
Paladio PM10 ng/m³	1	0,05	<LD	0	-	-
Selenio PM10 ng/m³	0	-	-	9	4,5	0,59
Vanadio PM10 ng/m³	2	0,6	<LD	10	5,7	0,70

Las concentraciones de metales medidas están dentro de los rangos que se miden en otros puntos de la CAPV, en entornos urbano-industriales con una coexistencia de diversas fuentes, como es el caso de Ermua y Eibar. Ambas localidades poseen una implantación de actividades ligadas al sector del metal y máquina herramienta y los niveles que se registran son atribuibles a esta característica y en todo caso, los promedios de la campaña son inferiores en ambos periodos y en ambos puntos al valor límite exigido en la normativa de calidad del aire actual.

Las Tablas 10, 11, 12 y 13 muestran los estadísticos calculados para las concentraciones de metales cuantificados en los dos puntos de medición, para los dos periodos. Sin embargo, como se ha mencionado anteriormente, la normativa vigente de calidad del aire únicamente establece valores límite para el Ni, As, Cd y Pb. Si se representan gráficamente las concentraciones medias de cada punto de medición de cada periodo y los comparamos con los promedios que se han medido en los puntos de referencia durante el año 2019 de la Red de Control de Calidad del aire de la CAPV se obtienen las siguientes gráficas:

⁹ En el periodo de muestreo con el incendio sofocado, se dispone de 7 muestras de 8 horas y 9 de 24 horas.

Figura 19. Comparación de concentraciones medias de níquel en Ermua y Eibar con el incendio activo y con el incendio sofocado, con promedios anuales de 2019 en los puntos de referencia de medición de la Red

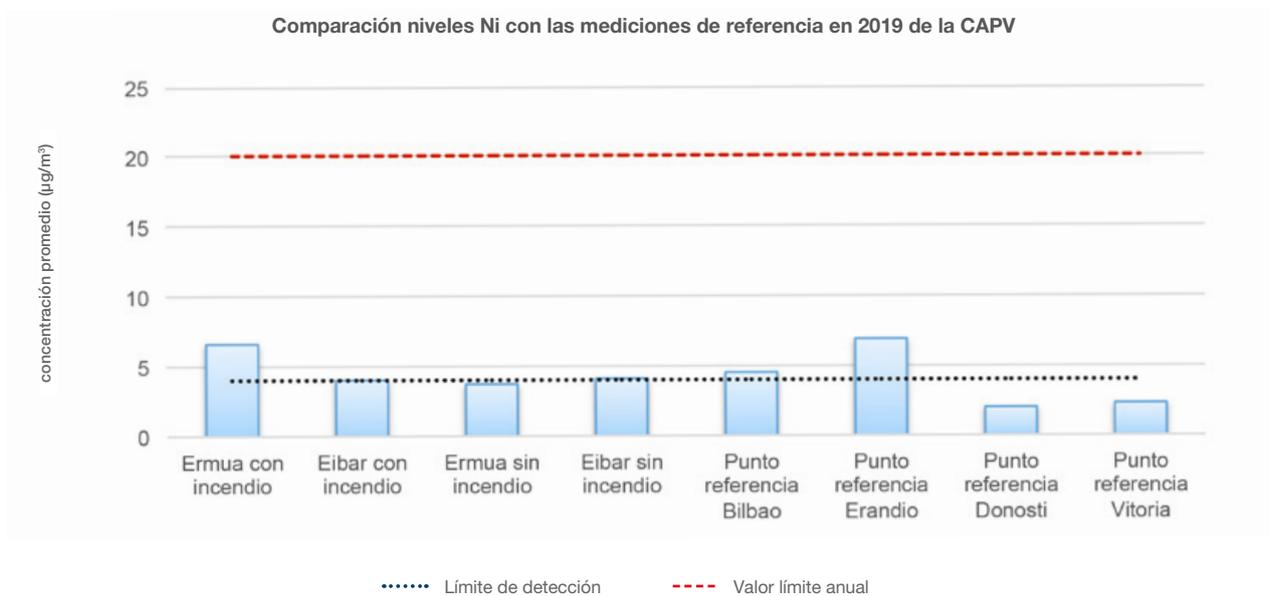


Figura 20. Comparación de concentraciones medias de arsénico en Ermua y Eibar con el incendio activo y con el incendio sofocado, con promedios anuales de 2019 en los puntos de referencia de medición de la Red

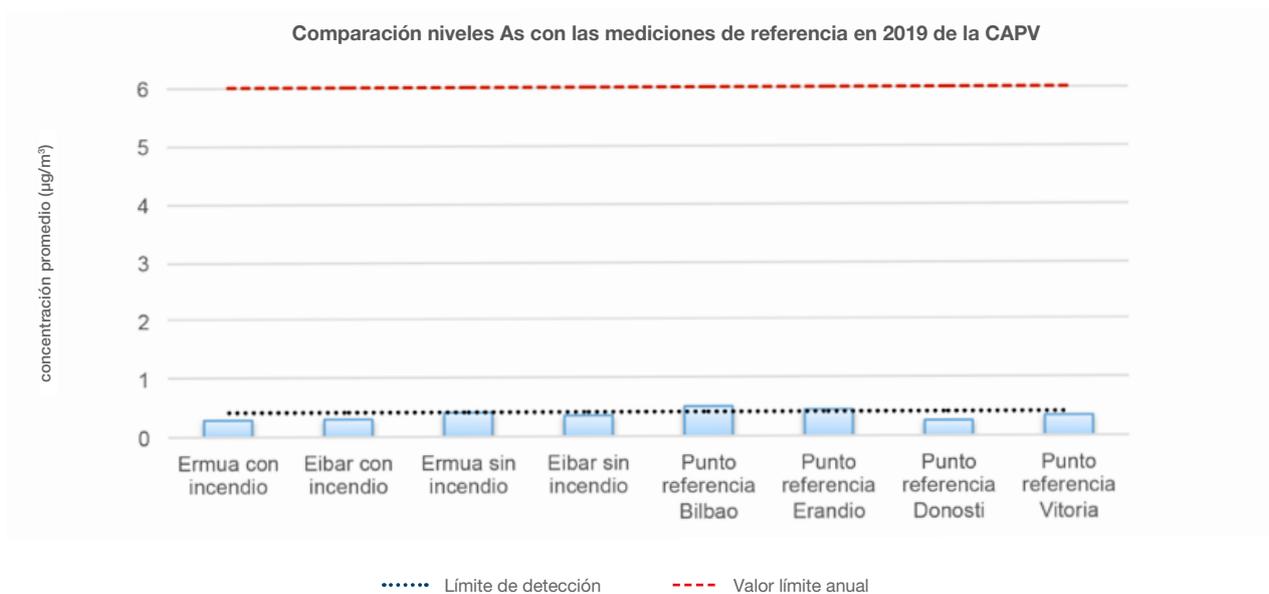


Figura 21. Comparación de concentraciones medias de cadmio en Ermua y Eibar con el incendio activo y con el incendio sofocado, con promedios anuales de 2019 en los puntos de referencia de medición de la Red

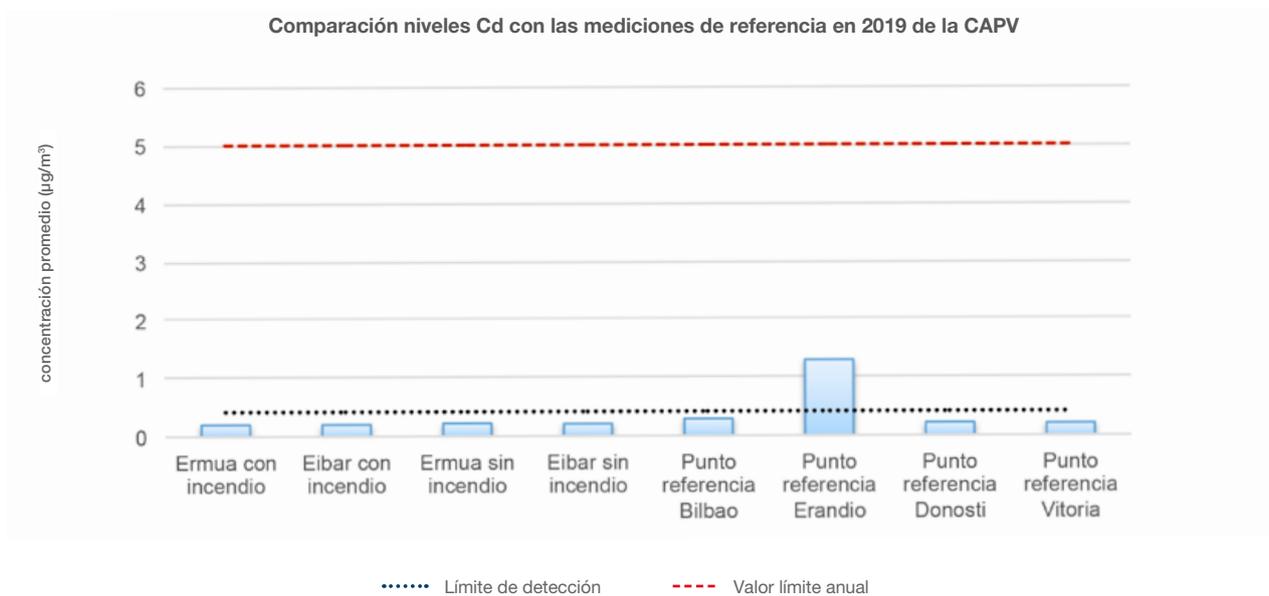
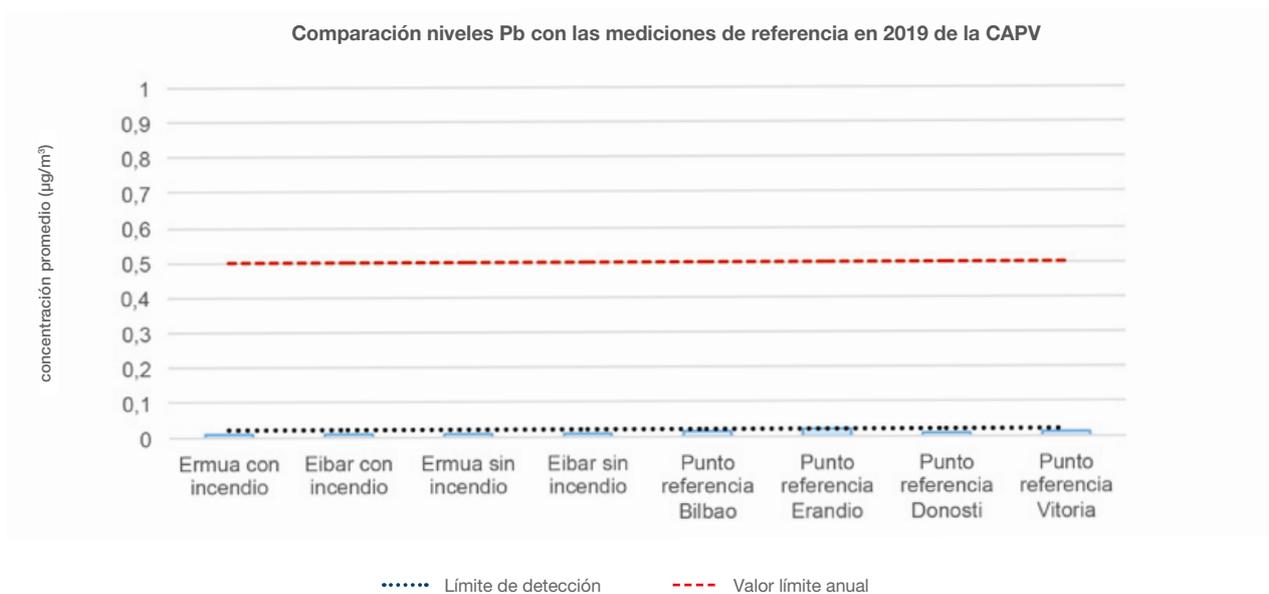


Figura 22. Comparación de concentraciones medias de plomo en Ermua y Eibar con el incendio activo y con el incendio sofocado, con promedios anuales de 2019 en los puntos de referencia de medición de la Red



6.3.3. Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)

En relación a los HAPs medidos se presenta a continuación las tablas con el resumen de estadísticos en ambos puntos de medición Ermua y Eibar para los dos periodos.

Tabla 12. Estadísticos de HAPs en Ermua con el incendio activo

Estadísticas HAPs en ERMUA (Periodo del 8 de febrero al 18 de febrero)										
Compuesto (ng/m ³)	N.º total	> LD	Media	Máximo	SD	Mediana	P 98	P 95	P 75	P 25
Benzo(a)pireno	19	10	0,23	0,35	0,12	1,56	1,2	0,65	0,24	0,05
Benzo(g,h,i)perileno	19	17	0,32	0,22	0,27	1,04	0,86	0,59	0,39	0,17
Criseno	19	13	0,42	0,48	0,32	1,94	1,64	1,18	0,58	0,05
Benzo(b)fluoranteno	19	10	0,26	0,34	0,18	1,5	1,16	0,66	0,33	0,05
In.ceno(1,2,3-c,d)pireno	19	7	0,18	0,21	0,05	0,79	0,67	0,5	0,32	0,05
Benzo(a)antraceno	19	6	0,12	0,12	0,05	0,43	0,39	0,33	0,16	0,05
Benzo(k)fluoranteno	19	5	0,09	0,11	0,05	0,53	0,4	0,19	0,08	0,05
Fluoranteno	19	1	0,05	0,01	0,05	0,11	0,09	0,06	0,05	0,05
Pireno	19	1	0,07	0,07	0,05	0,34	0,23	0,08	0,05	0,05
Dibenzo(a,h)antraceno	19	1	0,06	0,03	0,05	0,18	0,13	0,06	0,05	0,05
Naftaleno	19	0								
Acenafteno	19	0								
Fluoreno	19	0								
Fenantreno	19	0								
Antraceno	19	0								
Acenaftileno	19	0								

Tabla 13. Estadísticos de HAPs en Ermua, con el incendio sofocado

Estadísticas HAPs en ERMUA (Periodo del 19 de febrero al 14 de marzo)										
Compuesto (ng/m ³)	N.º total	> LD	Media	Máximo	SD	Mediana	P 98	P 95	P 75	P 25
Benzo(a)pireno	16	9	0,11	0,07	0,1	0,24	0,24	0,23	0,15	0,05
Benzo(g,h,i)perileno	16	15	0,2	0,09	0,21	0,36	0,36	0,36	0,25	0,12
Benzo(b)fluoranteno	16	8	0,12	0,09	0,08	0,28	0,28	0,27	0,15	0,05
In.ceno(1,2,3-c,d)pireno	16	8	0,15	0,11	0,08	0,34	0,34	0,34	0,23	0,05
Benzo(a)antraceno	16	5	0,08	0,06	0,05	0,22	0,21	0,19	0,12	0,05
Criseno	16	5	0,08	0,05	0,05	0,22	0,2	0,18	0,11	0,05
Pireno	16	3	0,07	0,04	0,05	0,15	0,15	0,15	0,05	0,05
Benzo(k)fluoranteno	16	3	0,06	0,03	0,05	0,13	0,13	0,13	0,05	0,05
Naftaleno	16	2	0,07	0,05	0,05	0,23	0,2	0,16	0,05	0,05
Fenantreno	16	1	0,05	0,02	0,05	0,12	0,1	0,07	0,05	0,05
Fluoranteno	16	1	0,05	0,01	0,05	0,1	0,09	0,06	0,05	0,05
Acenafteno	16	0								
Fluoreno	16	0								
Antraceno	16	0								
Dibenzo(a,h)antraceno	16	0								
Acenaftileno	16	0								

6. Partículas, hidrocarburos aromáticos y metales pesados

Tabla 14. Estadísticos de HAPs en Eibar con el incendio activo

Estadísticas HAPs en EIBAR (Periodo del 12 de febrero al 18 de febrero)										
Compuesto (ng/m ³)	N.º total	> LD	Media	Máximo	SD	Mediana	P 98	P 95	P 75	P 25
Benzo(a)pireno	12	4	0,12	0,11	0,05	0,38	0,35	0,31	0,17	0,05
Benzo(g,h,i)perileno	12	9	0,23	0,18	0,19	0,66	0,61	0,53	0,29	0,12
Criseno	12	8	0,19	0,15	0,13	0,49	0,47	0,42	0,32	0,05
Benzo(b)fluoranteno	12	5	0,14	0,13	0,05	0,46	0,42	0,37	0,18	0,05
In.ceno(1,2,3-c,d)pireno	12	3	0,12	0,14	0,05	0,48	0,44	0,37	0,1	0,05
Pireno	12	1	0,06	0,03	0,05	0,16	0,13	0,1	0,05	0,05
Benzo(k)fluoranteno	12	1	0,06	0,05	0,05	0,21	0,18	0,12	0,05	0,05
Naftaleno	12	0								
Acenafteno	12	0								
Fluoreno	12	0								
Fenantreno	12	0								
Antraceno	12	0								
Fluoranteno	12	0								
Benzo(a)antraceno	12	0								
Dibenzo(a,h)antraceno	12	0								
Acenaftileno	12	0								

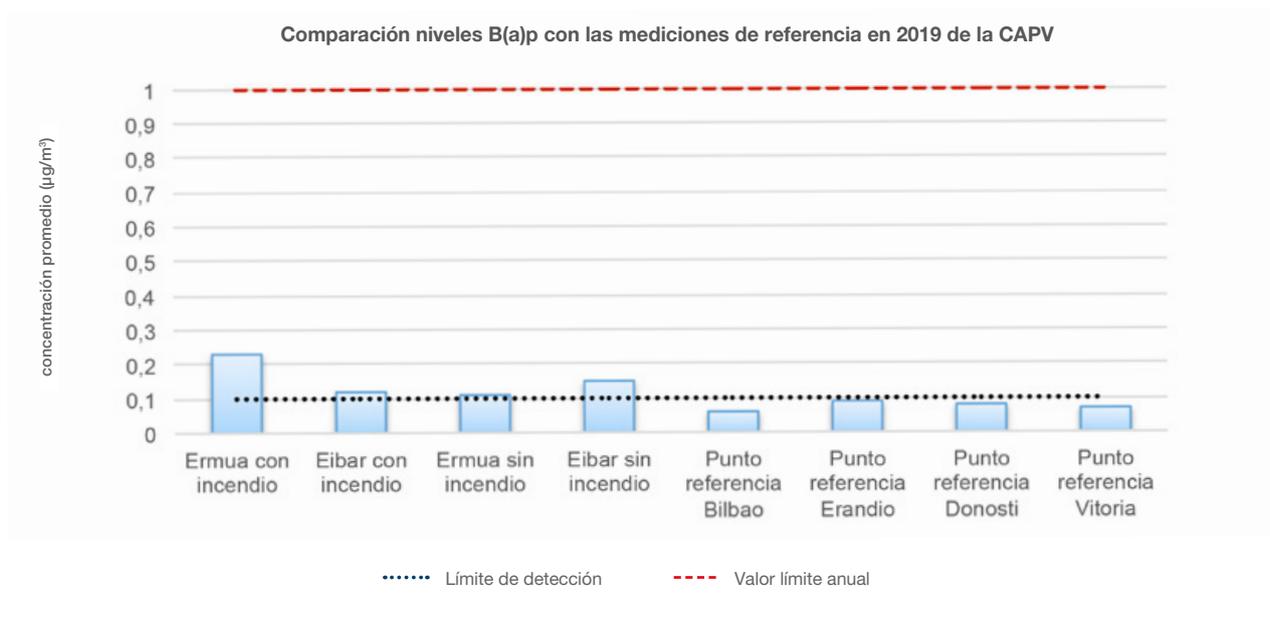
Tabla 15. Estadísticos de HAPs en Eibar con el incendio sofocado

Estadísticas HAPs en EIBAR (Periodo del 19 de febrero al 14 de marzo)										
Compuesto (ng/m ³)	N.º total	> LD	Media	Máximo	SD	Mediana	P 98	P 95	P 75	P 25
Benzo(a)pireno	16	7	0,15	0,2	0,05	0,85	0,68	0,43	0,14	0,05
Benzo(g,h,i)perileno	16	14	0,23	0,19	0,16	0,82	0,7	0,52	0,24	0,13
Benzo(b)fluoranteno	16	9	0,17	0,21	0,12	0,9	0,73	0,48	0,16	0,05
Criseno	16	8	0,14	0,15	0,08	0,62	0,52	0,38	0,15	0,05
In.ceno(1,2,3-c,d)pireno	16	8	0,17	0,2	0,08	0,8	0,68	0,51	0,22	0,05
Benzo(a)antraceno	16	6	0,12	0,1	0,05	0,36	0,35	0,34	0,16	0,05
Pireno	16	5	0,11	0,1	0,05	0,43	0,36	0,27	0,15	0,05
Fluoranteno	16	4	0,08	0,06	0,05	0,26	0,23	0,18	0,06	0,05
Benzo(k)fluoranteno	16	3	0,09	0,11	0,05	0,49	0,39	0,23	0,05	0,05
Naftaleno	16	2	0,07	0,06	0,05	0,28	0,23	0,16	0,05	0,05
Fenantreno	16	2	0,06	0,02	0,05	0,12	0,11	0,11	0,05	0,05
Dibenzo(a,h)antraceno	16	1	0,05	0,02	0,05	0,12	0,1	0,07	0,05	0,05
Acenafteno	16	0								
Fluoreno	16	0								
Antraceno	16	0								
Acenaftileno	16	0								

De todos los HAPs medidos, el benzo(a)pireno es el único para el cual está establecido un valor límite anual en la normativa vigente de calidad del aire. Si se comparan las concentraciones medidas en Ermua y Eibar con los promedios anuales de 2019 de los puntos

de referencia de la Red de Control de Calidad del Aire de la CAPV referencia en los cuales se mide benzo(a)pireno se obtiene la siguiente gráfica:

Figura 23. Comparación de concentraciones medias de benzo(a)pireno en Ermua y Eibar con el incendio activo y con el incendio sofocado, con promedios anuales de 2019 en los puntos de referencia de medición de la Red



Los promedios de las mediciones muestran valores ligeramente más elevados que otros puntos de la Red de Control de Calidad del Aire de la CAPV, sobre todo en el punto de medición de Ermua en los días del incendio. Cabe mencionar que durante los días que hubo incendio la toma de muestra se programó cada 8 horas tal y como se menciona en el capítulo de la toma muestra.

En estas mediciones octohorarias si hubo un valor alto el primer día de medición ligado al incendio el 8 de febrero en el filtro captado de 16 h a 24 h en el punto de Ermua, en él se midió una concentración de $1,6 \text{ ng/m}^3$. En esa misma muestra en Ermua también se detectaron otros HAPs en niveles más elevados que en el resto de muestras: crisenno ($1,9 \text{ ng/m}^3$), Benzo(b)fluoranteno ($1,5 \text{ ng/m}^3$), Benzo(g,h,i,)perileno ($1,0 \text{ ng/m}^3$) e Indeno(1,2,3-c,d)pireno ($0,8 \text{ ng/m}^3$). Se detectan nuevamente, aunque en cantidades menores, el día 12 de febrero entre las 00 y las 08 horas.

En Eibar-hospital los mayores niveles de esos mismos HAPs se dan el día 24 de febrero, con el incendio sofocado, entre las 00 y las 08 horas: Benzo(b)fluoranteno ($0,9 \text{ ng/m}^3$), Benzo(a)pireno ($0,8 \text{ ng/m}^3$), Benzo(g,h,i,)perileno ($0,8 \text{ ng/m}^3$), Indeno(1,2,3-c,d)pireno ($0,8 \text{ ng/m}^3$), crisenno ($0,6 \text{ ng/m}^3$) y Benzo(k)fluoranteno ($0,5 \text{ ng/m}^3$).

Los siguientes HAPs daban en todas las muestras por debajo del límite de determinación en ambas ubicaciones: acenafteno, fluoreno, antraceno y acenaftileno.

7. Contaminantes orgánicos persistentes (dioxinas y furanos y bifenilos policlorados)

7.1. Determinación de la concentración de dioxinas y furanos en aire ambiente

La determinación de dioxinas y furanos se ha realizado en base al método TO-9A publicado por la U.S. Environmental Protection Agency «Methods for the determination of polychlorinated, polybrominated and brominated/chlorinated, dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in ambient air» (Ref. EPA/625/R-96/010b).

La determinación de PCBs se ha realizado en base al método TO-4A publicado por la U.S. Environmental Protection Agency «Methods for the determination of polychlorinated, polybrominated and brominated/chlorinated, dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in ambient air» (Ref. EPA/625/R-96/010b).

7.1.1. Toma de muestra y equipos utilizados

La toma de muestra se ha realizado con un captador de alto volumen de la empresa Digtel, modelo DHA-80. El captador se ha calibrado a un caudal de 250 l/min ($\pm 2\%$) con un rotámetro trazable ENAC, lo que aporta un volumen de muestra de 360 m³ en un periodo de 24 h, superando el valor mínimo establecido en el método (325 m³ en un periodo de 24 h). Como materiales de muestreo se han utilizado un filtro de cuarzo y una espuma de poliuretano (PUF) aportados por los laboratorios de ensayo, previa limpieza y acondicionamiento.

Figura 24. Equipo captador de partículas Digital High Volume con filtros y puff. A la derecha el puff de poliuretano para captar el contaminante



7.1.2. Método de cuantificación

La metodología analítica empleada está basada en el uso de la espectrometría de masas de alta resolución acoplada a la cromatografía de gases de alta resolución, utilizando el método de la dilución isotópica para la cuantificación de los analitos de interés. Las muestras requieren las etapas de extracción, purificación y concentración final de las mismas. El procedimiento de extracción se ha realizado en Soxhlet durante 24h con mezcla de disolventes n-hexano:diclorometano (9:1, v:v). La muestra a extraer se fortifica con patrones EN-1948ES, P48-M-ES y P48-W-ES (Wellington Laboratories, ON, Canadá). La purificación conlleva el empleo de un sistema de purificación automático DEXTech+ (LC-Tech, GmbH) con columnas de sílice ácida multicapa, de alúmina y de carbón grafitico. La técnica analítica precisa de varios días de procesado.

En el cálculo de concentraciones se ha empleado la aproximación de upperbound, lo que significa que cuando un congénere se detecta por debajo del límite de detección de la técnica, a dicho congénere se le asigna un valor de concentración igual a su límite de detección. Para el cálculo final de las concentraciones se han usado los volúmenes de aire muestreados en condiciones ambientales (C.A.).

Los equivalentes tóxicos totales (TEQ, Toxic Equivalent Quantity) se han calculado en base a los factores de equivalencia tóxica (TEF) de cada uno de los analitos estudiados, aplicando los TEF-I y los TEF-OMS.

Todos los ensayos se han realizado al amparo de un Sistema de Aseguramiento de la Calidad conforme a la norma UNE-EN 17025, incluyendo la toma de muestras y las operaciones de verificación y calibración de equipos.

7.2. Ubicación de puntos y periodo de muestreo

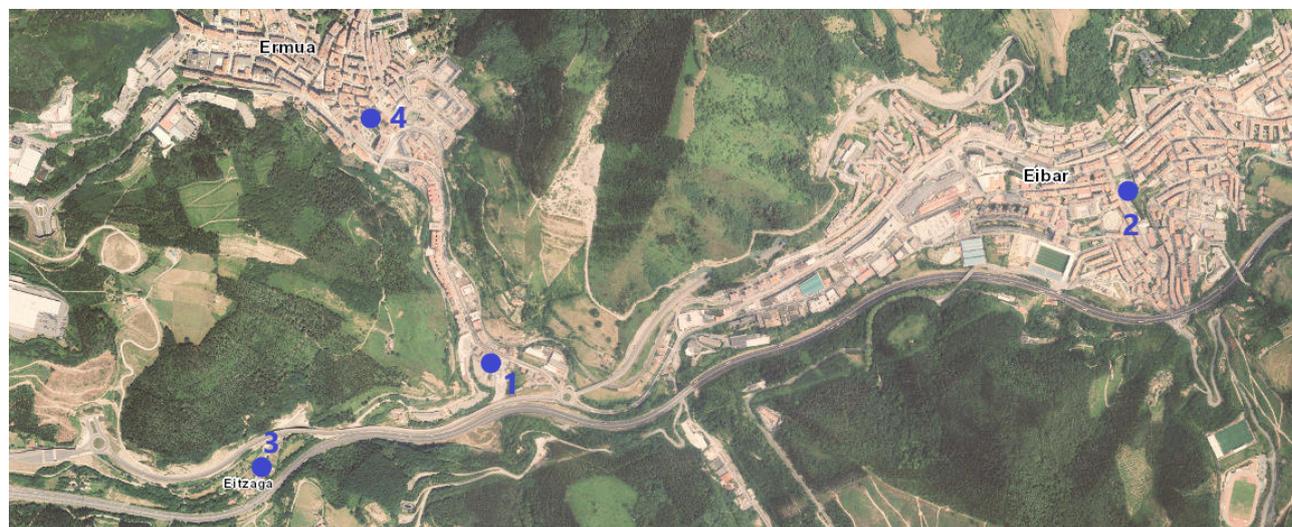
Para la determinación de compuestos orgánicos persistentes/dioxinas y furanos se ubicó el domingo 9 de febrero un captador de alto volumen junto a la UM7, en el barrio San Lorenzo de Ermua. La primera muestra de 24 horas se envió al Instituto de Química Orgánica General (IQOG), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) en Madrid, donde se procesó de manera urgente, obteniendo su resultado a primera hora de la tarde del viernes 14 de febrero. A la vista del resultado obtenido, sensiblemente superior al valor habitual, el Departamento de Sanidad consideró emitir una recomendación de protección de la salud a la ciudadanía, al tiempo que se reforzaban las mediciones con la ubicación de dos captadores adicionales. Estos captadores se colocaron en Eibar, junto a la UM8, y en el barrio Eitzaga, del municipio de Zaldibar. Adicionalmente, el día 21 de febrero de 2020 se colocó un cuarto captador en el centro de Ermua. Cabe explicar que este tipo de captador no es un equipamiento que se pueda ir cambiando día a día de ubicación.

Durante el incendio se fueron tomando muestras de 24 horas y enviando y analizando las mismas de manera urgente; el 21 de febrero en algunos puntos el muestreo cambió a 48 o 72 horas, aunque su envío y procesamiento siguió realizándose con carácter urgente por parte de los laboratorios encargados. Se analizaron muestras hasta el 6 de marzo.

Tabla 16. Coordenadas de los puntos de medición de compuestos orgánicos persistentes

	Punto de muestreo	Municipio	Coordenadas UTM30 ETRS89	
			X	Y
Captador 1	Zona San Lorenzo	Ermua	540859,67	4780794,16
Captador 2	Plaza Untzaga	Eibar	542820,94	4781338,26
Captador 3	Barrio Eitzaga	Zaldibar	540161,31	4780481,18
Captador 4	Ermua centro	Ermua	540484,00	4781586,00

Figura 25. Ubicación puntos de medición para compuestos orgánicos persistentes



Mapa de base: GeoEuskadi Ortofoto 2019

7.3. Resultados

Las muestras han sido llevadas a analizar a dos laboratorios diferentes para su análisis: Instituto de Química Orgánica General (IQOG), del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) en Madrid, e Institut Químic de Sarrià (IQS), en Barcelona. El Instituto de Química Orgánica General (IQOG-CSIC) ha actuado como laboratorio de referencia, homogeneizando la expresión de resultados.

Se adjuntan, así:

- Anexo 7: «Actividades de vigilancia ambiental realizadas en el laboratorio de Química Ambiental del Departamento de Análisis Instrumental y Química Ambiental del IQOG-CSIC en relación al incendio del vertedero de Zaldibar – Muestreos de inmisión realizados entre el 10 y el 29 de febrero de 2020». Fecha del informe: 17 de marzo de 2020. Consiste en un informe comprensivo elaborado por el CSIC que recoge la información sobre las muestras recogidas en febrero, tanto las analizadas por su laboratorio como los resultados del laboratorio IQS de esas fechas.
- Anexo 8: «Resultados PCDD/F en las muestras analizadas en el IQOG», con resultados posteriores al informe comprensivo de 17/03/2020. Fecha: 7 de abril de 2020.
- Anexo 9: «Informe técnico 20/0238.A» Resultado del análisis elaborado por IQS, para los resultados posteriores al informe comprensivo de 17/03/2020. Fecha: 9 de marzo de 2020.
- Anexo 10: «Informe técnico 20/0254.A»: Resultado del análisis elaborado por IQS, para los resultados posteriores al informe comprensivo de 17/03/2020. Fecha de 12 de marzo de 2020.

7.3.1. Resultados de dioxinas y furanos

En el periodo del incendio activo, entre el 9 y el 18 de febrero, se analizaron 16 muestras. Posteriormente, 42 muestras. Los resultados de presentan en unidades TEQ-OMS¹⁰ (fg¹¹/m³), en condiciones ambientales (C.A.)

¹⁰ Los equivalentes tóxicos totales (TEQ, Toxic Equivalent Quantity) se calculan con base a los factores de equivalencia tóxica (TEF) de cada uno de los analitos estudiados. En la tabla se recogen los datos una vez aplicados los factores de equivalencia tóxica de la Organización Mundial de la Salud, según se indica en el informe del CSIC. Los informes de IQS presentan los resultados en TEQ-I, que tiene otros factores de equivalencia tóxica; en esta tabla están convertidos a TEQ-OMS para su comparación.

¹¹ 1 fentogramo=10⁻¹⁵ gramos

7. Contaminantes orgánicos persistentes (dioxinas y furanos y bifenilos policlorados)

Tabla 17. Resultados de PCDD/F (TEQ-OMS ,fg/m³. C.A.) Las muestras de 24 horas se representan en una única celda; las de 48 horas en dos celdas; las de 72 horas en tres celdas. Las celdas vacías significan que no hay muestra para ese espacio de tiempo

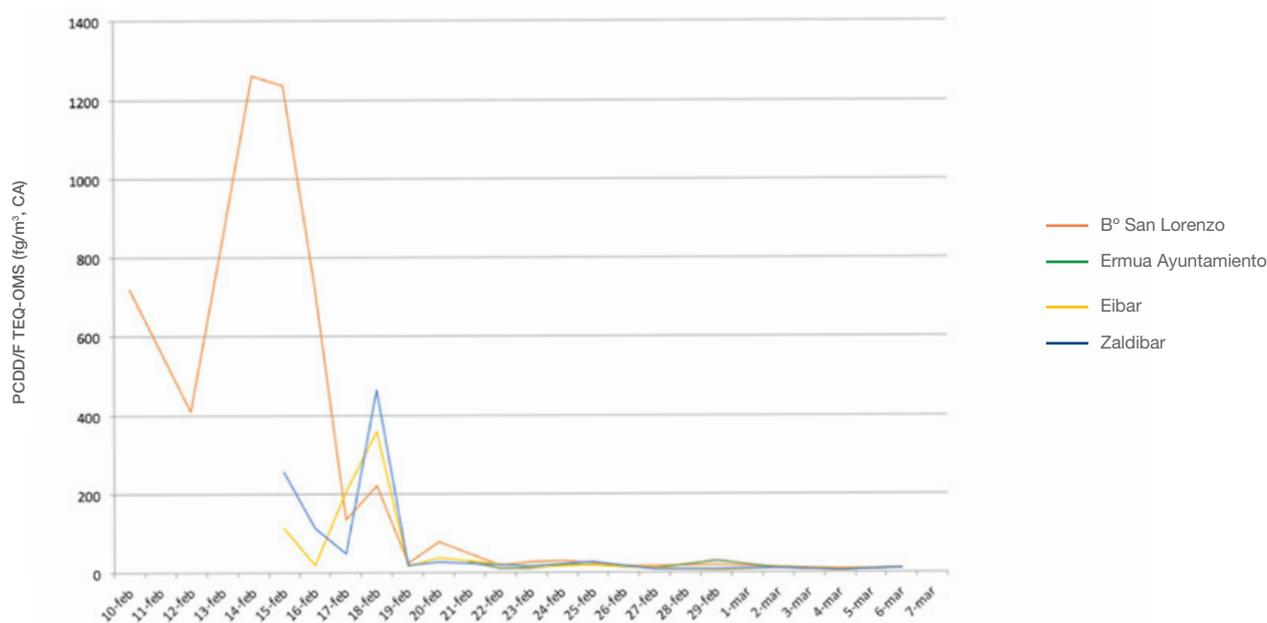
Fecha	Horario ¹²	Ermua S. Lorenzo	Ermua Centro	Eibar P. Untzaga	Zaldibar Eitzaga
9-10 feb	14h-14h	719,11			
10-11 feb	14h-14h	410,00			
11-12 feb	14h-14h				
12-13 feb	14h-14h	830,00			
13-14 feb	14h-14h				
14-feb	14h-23:59	1262,65 ¹³			
15-feb	00-23:59	1237,27		114,81	257,26
16-feb	00-23:59	730,51		20,23	114,85
17-feb	00-23:59	135,98		204,26	47,98
18-feb	00-23:59	220,89		358,45	463,03
19-feb	00-23:59	25,65		16,44	18,31
20-feb	00-23:59	77,31		37,15	27,71
21-feb	00-23:59	48,38	26,83	14,17	16,94
22-feb	00-23:59	20,07	10,61	14,17	16,94
23-feb	00-23:59	26,39	10,05	14,17	16,94
24-feb	00-23:59	30,42	19,31	20,39	27,08
25-feb	00-23:59	24,56	18,05	20,39	27,08
26-feb	00-23:59	16,17	13,52	10,02	9,44
27-feb	00-23:59	17,07	10,13	10,02	9,44
28-feb	00-23:59	20,62	29,89	5,68	8,41
29-feb	00-23:59				
1-mar	00-23:59	14,26	11,69	11,18	12,07
2-mar	00-23:59				
3-mar	00-23:59	8,72	6,23	4,87	5,15
4-mar	00-23:59				
5-mar	00-23:59	11,61	11,90	11,38	12,00
6-mar	00-23:59				

¹² Entre el 9 de febrero y el 14 de febrero las muestras se recogían a las 14 horas; a partir de ese día se cambió el horario a medianoche, por ello existe una muestra el día 14 de 10 horas.

¹³ El volumen muestreado no fue suficiente según el método de referencia.

En el siguiente gráfico se ha representado la evolución temporal en cada una de las ubicaciones. Para representar las muestras de más de 24 horas, el valor obtenido se ha asignado al último día de muestreo, siguiendo el criterio adoptado por el CSIC en su informe.

Figura 26. Evolución temporal de PCDD/F en aire (TEQ-OMS, fg/m³, C.A.) en función de la localidad de muestreo



En la Figura 25 en el que se representan los resultados de las PCDD/F frente a la evolución temporal se observa la disminución de los niveles tal y como concluye el informe elaborado por el CSIC el 17/03/2020 incluido en el anexo 7. En este informe se indica que los niveles indicados por la OMS como habituales en entorno urbanos son de 100 fg/m³.

La normativa de calidad del aire actual, el RD 102/2011, del 28 de enero, relativo a la mejora de calidad del aire, no contempla las dioxinas y furanos como contaminantes objeto de regulación. Esta normativa define límites y métodos de evaluación para el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno, monóxido de carbono, ozono, arsénico, cadmio, níquel y benzo(a)pireno en el aire ambiente. De hecho, no existen referencias legales para los niveles en inmisión para estos contaminantes en aire ambiente.

En la CAPV no hay experiencia previa de valores de dioxinas en incendios. En zonas urbanas, un estudio¹⁴ reciente realizado en los municipios de Urretxu, Lasarte y Usurbil mostró un valor medio de 11,47 (9,64- 13,3) fg TEQ-WHO/m³ (Ibarluzea, 2019).

¹⁴ Ibarluzea J. BIODONOSTIA. Grupo de Investigación de Epidemiología Ambiental y Desarrollo Infantil. 2019. Estudio epidemiológico relativo a la planta de Valorización energética que forma parte del complejo Medio Ambiental Gipuzkoa: Línea 1: Evaluación de la exposición a contaminantes atmosféricos en aire: <https://www.gipuzkoa.eus/eu/web/ingurumena/hiri-hondakinak/azpiegiturak>

7.3.2. Resultados de PCBs

En cuanto a PCBs, únicamente se han analizado en las muestras que se enviaron al laboratorio del Instituto de Química Orgánica General (IQOG-CSIC), y hasta el 23 de febrero. En la siguiente tabla se incluyen los resultados, en equivalentes tóxicos totales (TEQ-OMS, fg/m³, condiciones ambientales).

Tabla 18. Equivalentes tóxicos totales (TEQ-OMS, fg/m³, C.A.) de PCB en las muestras analizadas

Fecha	Horario ¹⁵	Ermua S. Lorenzo	Ermua Centro	Eibar P. Untzaga	Zaldibar Eitzaga
9-10 feb	14h-14h	84,93			
15-feb	00-23:59	176,07		13,14	20,63
16-feb	00-23:59	113,05		5,44	18,35
18-feb	00-23:59	21,43		22,77	50,18
19-feb	00-23:59	7,55		3,22	4,52
21-feb	00-23:59			2,80	4,26
22-feb	00-23:59	6,05	2,28	2,80	4,26
23-feb	00-23:59	7,63	2,92	2,80	4,26

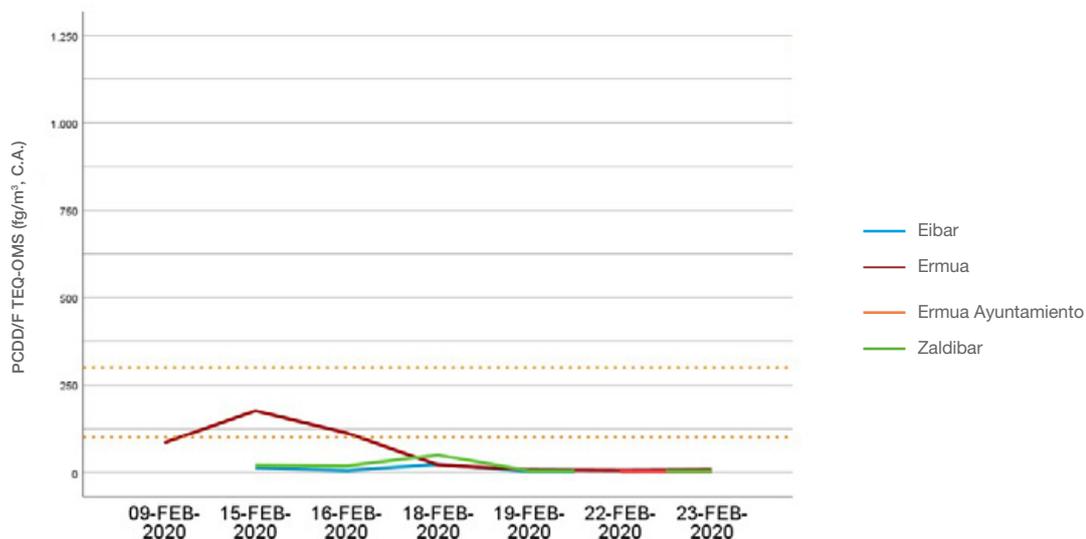
En relación a los PCB, el informe del IQOG-CSIC del Anexo 7 cita literalmente:

«La cantidad de TEQ en aire derivada de PCB es muy baja comparada con la registrada para las PCDD/F como muestra la figura 4. Los niveles encontrados se han situado por debajo de aquellos indicados por la OMS como habituales en entornos urbanos (100 fg /m³) durante el periodo estudiado, con la excepción de los días 15 y 16 de febrero en la localidad de Ermua. A partir del 19 de febrero, en todas las localizaciones los niveles TEQ derivados de PCB se encuentran un orden de magnitud (<10 fg/m³) por debajo del valor indicado por la OMS⁴ (Tabla 1)»

¹⁵ Entre el 9 de febrero y el 14 de febrero las muestras se recogían a las 14 horas; a partir de ese día se cambió el horario a medianoche, por ello existe una muestra el día 14 de 10 horas.

7. Contaminantes orgánicos persistentes (dioxinas y furanos y bifenilos policlorados)

Figura 27. Evolución temporal de la presencia de PCB en aire (TEQ-OMS, fg/m³, C.A.) en función de la localidad de muestreo. La escala se ajusta a los niveles encontrados de PCDD/F con fines comparativos (Figura 26). Las líneas discontinuas naranjas representan los niveles habituales en entornos urbanos (100 fg/m³) e indicativos de fuentes significativas de estos compuestos (300 fg/m³) según la OMS¹⁶.



Fuente: Gráfica extraída del Informe emitido por IQOG-CSIC.

¹⁶ WHO, *World Health Organization Regional Office for Europe*, Copenhagen. Air Quality Guidelines for Europe. WHO Regional Publications, European Series, No. 91. Pg 33, 92, 102-104.
http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/74732/E71922.pdf?ua=1

8. Fibras de amianto

Se han realizado muestreos manuales para la determinación de fibras de amianto al objeto de comprobar la posible afección en el entorno debido al deslizamiento y posteriores movimientos de residuos. Estas muestras fueron procesadas en el Laboratorio de Salud Pública del Gobierno Vasco para el recuento de fibra en microscopio. El alcance de este capítulo está referido a las muestras procesadas por dicho laboratorio, aunque cabe citar que en el área del vertedero también se han realizado mediciones de amianto por parte de otros agentes, en el marco de salud laboral. En concreto, hasta el 31 de marzo se han realizado 77 mediciones, entre muestreos personales y muestreos estáticos ambientales en diferentes puntos; mediciones que han continuado más allá de esa fecha.

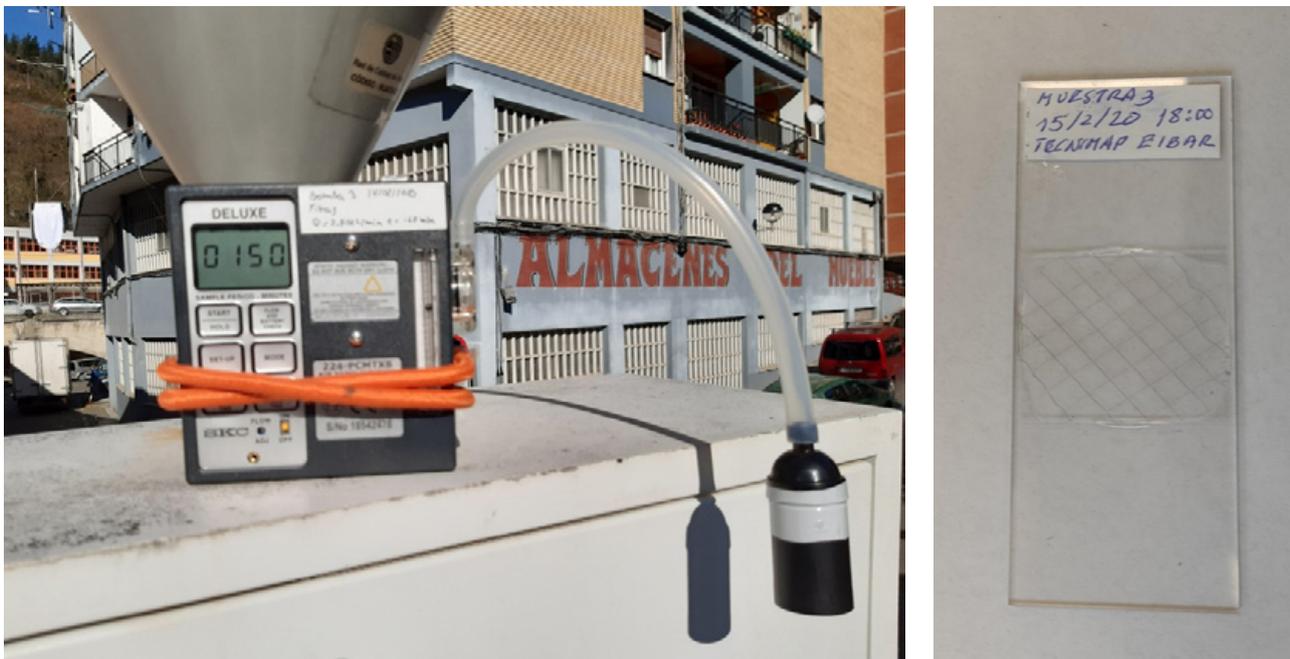
8.1. Determinación de la concentración de fibras de amianto

La determinación de fibras se ha realizado en base al método MTA/MA-051/A04 publicado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales «Determinación de fibras de amianto y otras fibras en aire. Método del filtro de membrana / Microscopía óptica de contraste de fases. (Método multifibra)». Este método está elaborado de acuerdo con el método «Determinación de la concentración de fibras suspendidas en el aire. Método basado en la microscopía óptica de contraste de fase» de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 1997), que es aplicable a cualquier tipo de fibra (método multifibra). El método de la OMS es un procedimiento fiable para obtener los datos necesarios para determinar las concentraciones de fibras en el aire y se ha promovido su uso internacional para obtener resultados comparables cuando se utilice en distintos laboratorios y por diferentes analistas. El método de la OMS está recomendado para el recuento de fibras de amianto en la Directiva 2003/18/CE que modifica la Directiva 83/477/CEE sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al amianto durante el trabajo.

8.1.1. Toma de muestras y equipos utilizados

La toma de muestra se ha realizado con bombas de bajo volumen SKC (Modelo Airchek XR5000) calibradas con celdas drycal trazables ENAC. Siguiendo las indicaciones del método, el caudal de operación nominal ha comprendido entre 2,50 a 3,50 litros/minuto ($\pm 5\%$). Como material de muestreo se ha utilizado un filtro de ésteres de celulosa de 25 mm de diámetro y un tamaño de poro de 0,8 μm , incorporando cuadrícula impresa.

Figura 28. Bomba de muestreo y preparativa de filtro para fibras



8.1.2. Método de cuantificación

El filtro muestreado se transforma de membrana opaca en espécimen transparente, ópticamente homogéneo con acetona. A continuación, se miden y cuentan las fibras, utilizando un microscopio con contraste de fases. El resultado se expresa en fibras por centímetro cúbico de aire que se calcula a partir del número de fibras contenidas en el filtro y el volumen de aire muestreado.

La metodología analítica empleada está basada en el uso de la MICROSCOPIA ÓPTICA DE CONTRASTE DE FASES. El filtro de muestreo se ha transparentado con vapor de acetona y se ha preparado con líquido de contraste sobre un portaobjetos de microscopía. Se ha utilizado un microscopio de contraste de fases de la empresa Nikon, modelo Eclipse Ci-L, operando a 500 aumentos. Empleando un micrómetro de objeto, una vez instalada la retícula Walton-Beckett, se ha calibrado la retícula del ocular, verificando el mismo al inicio de cada sesión de recuento.

El recuento finaliza al alcanzar un número de 100 fibras contadas; si ese número de fibras no se alcanza, se continua hasta examinar 100 campos. A partir de las fibras contadas, el número de campos observados y la superficie efectiva del filtro se ha calculado el número de fibras en la muestra. Del número de fibras en la muestra y del volumen de aire aspirado se ha calculado la concentración ambiental, expresando el resultado final en fibras por centímetro cúbico de aire.

Todos los ensayos se han realizado al amparo de un Sistema de Aseguramiento de la Calidad conforme a la norma UNE-EN 17025, incluyendo la toma de muestras y las operaciones de verificación y calibración de equipos.

8.2. Ubicación de puntos y periodo de muestreo

Se tomaron 87 muestras de fibras en 6 puntos entre 09/02/2020 y el 31/03/2020. Los puntos de medición de fibras no tienen que ver con el incendio, sino con la estabilización del deslizamiento que implica movimiento de residuos. Así, en el caso de las mediciones realizadas por la Viceconsejería, se tomó como potencial fuente de fibras la zona deslizada del vertedero, y, muy especialmente, la zona de acopio temporal de residuos que se realizaba junto a la autopista.

Tabla 19. Coordenadas de puntos de muestreo de fibras

	Punto de muestreo	Municipio	Coordenadas UTM30 ETRS89		
			Días	X	Y
PA1	Calle Santaines	Eibar	9 al 26 de febrero	542145,75	4781196,49
PA2	Zona San Lorenzo	Ermua	9 de febrero al 6 de marzo ¹⁷ ; y 12,17,21,25 y 29 de marzo	540859,67	4780794,16
PA3	Barrio Eitzaga	Zaldibar	Del 11 de febrero al 6 de marzo, y 8, 10, 14, 19, 23, 27 y 31 de marzo	540294,05	4780337,25
PA4	Barrio Amaña	Eibar	11 de febrero	541733,47	4781101,85
PA5	Junto a caserío	Ermua	26 de febrero	540748,14	4780707,25
PA6	Junto a vivien.ca	Ermua	22 de febrero	540736,55	4780640,71

Figura 29. Puntos de muestreo de fibras



¹⁷ El 22 y 26 de febrero se tomaron muestras en los puntos cercanos PA5 y PA6.

8.3. Resultados

En total, se han analizado 87 muestras por parte del laboratorio de Salud Pública. En ninguna de ellas se ha detectado presencia de fibras por encima de los valores de referencia (< 0,01 fibras/centímetro cúbico). En el Anexo 11 se adjunta el «Informe de resultados sobre la calidad del aire ambiente en los términos municipales de Ermua, Eibar y Zaldibar. (Fibras de amianto y otras fibras)» de fecha 14 de mayo de 2020.

9. Conclusiones

La vigilancia de la calidad del aire tras el deslizamiento e incendio del vertedero de Zaldibar ha supuesto un despliegue de recursos inédito en Euskadi en cuanto al tipo de foco emisor, la naturaleza de los contaminantes a vigilar y a la urgencia por la exposición y posibles riesgos de la población.

El tipo de análisis y equipos que han sido necesarios han sido diversos y con tiempos y métodos de análisis diferentes. Todo estas actuaciones y resultados se han sintetizado en el presente informe. Tras la exposición de los datos las conclusiones más reseñables son:

A. General

El incendio que se produjo tras el deslizamiento dio lugar a un foco emisor heterogéneo en cuanto a los contaminantes que podía emitir. Esta emisión ha estado condicionada por varios factores, como la tipología de residuos que se estuviesen quemando en cada momento, la temperatura de combustión que se alcanzó, las reacciones químicas producidas entre contaminantes emitidos y presentes, etc. lo que hace imposible asegurar si un compuesto volátil, por ejemplo, tuvo su fuente o no en esa combustión. Asimismo, con el deslizamiento la estructura de recogida de gases del propio vertedero quedó dañada, por lo que pudiera haber compuestos que, teniendo su origen en el vertedero, no fuesen producto de la combustión.

Durante el incendio la pluviometría fue muy baja (menos de 10 litros en todos los días) y los vientos predominantes fueron de oeste, con velocidades bajas, y de sur-suroeste, con velocidades superiores. Las ubicaciones elegidas para monitorizar la calidad del aire, a la vista de los datos meteorológicos, fueron adecuadas.

B. Compuestos Orgánicos Volátiles COVs

En cuanto a compuestos orgánicos volátiles se refiere, el incendio ha aportado, entre otros, ciertas cantidades de benceno, estireno, etilbenceno, pentano, y, en menor cantidad, naftaleno. Se han producido algunos picos puntuales de benceno, que no han sido constantes en el tiempo, siendo el promedio de los periodos muestreados inferior al valor límite anual establecido en la normativa de calidad del aire.

Aparte de estos COVs, se detecta en los puntos con unidades móviles la influencia de componentes de tráfico. En una atmósfera urbana con influencia de tráfico rodado, como pueden ser ambas ubicaciones, es habitual que destaque el tolueno con los mayores valores promedio, seguido de meta- y para-xileno, ya con valores promedio más bajos, el benceno, etilbenceno y o-xileno. Proceden de las emisiones de escapes de automóviles, como resultado de combustiones incompletas de sus combustibles.

En cuanto a COVs no relacionados con el incendio ni con el tráfico, la acetofenona destaca en todas las ubicaciones salvo en Zaldibar-pueblo y en la unidad móvil 8 en Eibar. Puede tener su origen tanto en la naturaleza como en fragancias, aditivos, disolventes, entre otros. Otros compuestos que aparecen en el estudio y que también pueden tener un origen tanto natural como resultado del uso de productos de limpieza en las inmediaciones, son el alfa-pineno, el limoneno y el canfeno. La presencia de tetracloroetano (percloroetileno) se asocia a actividades industriales en la zona.

De los 172 COVs rastreados (uno más en la UM8), la cantidad de ellos detectados varía desde los 58 detectados en el núcleo urbano de Eibar a los 9 detectados en una zona muy rural como es el barrio Egoetxeaga de Elgeta. Lo que demuestra que el perfil de concentraciones de estos compuestos en cada punto es muy variado en número y tipo de compuesto y responde a fuentes y reacciones químicas diversas.

C. Partículas PM₁₀, Metales e Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos

El material particulado es un contaminante originado por actividades muy diferentes.

El máximo diario durante el incendio en Ermua fue de 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ el día 14 de febrero y en Eibar de 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ el día 13 de febrero. Durante el periodo del 19 de febrero al 14 de marzo se produjeron tanto en Ermua como en Eibar dos superaciones del valor límite diario de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, los días 28 y 29 de febrero. Estos días hubo un episodio de partículas generalizado que tuvo repercusión en gran parte de las mediciones de PM₁₀ que se registran en la Red de Control de Calidad del Aire y de la misma manera se reflejó en las mediciones de esos días en Ermua y Eibar.

Las concentraciones de níquel, arsénico, cadmio y plomo registradas en ambos puntos y durante todo el periodo estuvieron dentro de los rangos normales de medición de la CAPV.

El benzo(a)pireno, al igual que otros hidrocarburos aromáticos policíclicos, se registró con concentraciones más elevadas al principio del incendio el 8 de febrero el resto de días en ambas ubicaciones estuvo dentro de los rangos normales de medición de la CAPV.

D. Dioxinas y furanos y PCBs

Las dioxinas y furanos han sido los contaminantes cuya monitorización ha revelado valores superiores a los niveles habituales para entornos urbanos.

Los valores más altos se dieron en Ermua la tarde-noche del día 14, y al día siguiente, 15 de febrero.

Aquí hay que destacar que el mismo 14 de febrero con los resultados que arrojaban las muestras anteriores, el Departamento de Salud emitió una alerta a la población con una serie de recomendaciones. El 18 de febrero asimismo se detectaron valores altos en 3 ubicaciones. A partir de esta fecha los niveles fueron descendiendo hasta alcanzar valores habituales de entornos urbanos.

Se debe aprender de lo acontecido que en futuras emergencias ligadas a combustiones parciales de residuos plásticos con presencia de PVC o compuestos clorados en las que no se prevea una extinción rápida, debe ser un contaminante prioritario a monitorizar.

En cuanto a PCBs se refiere, en general los niveles se han encontrado dentro de los valores habituales en fondo urbano, salvo los días 15 y 16 de febrero el barrio de San Lorenzo de Ermua, cuando están algo por encima. En el barrio Eitzaga, fondo rural con niveles de fondo más bajos, los niveles de PCB suben ligeramente el día 18.

E. Sobre la evolución temporal del incendio

En cuanto a zonas y días se refiere, se ha detectado la influencia del incendio mientras estaba activo en el barrio San Lorenzo de Ermua en mayor o menor medida entre el 8 y el 16 de febrero; en Eibar, los días 10, 11, 13, 14 y 18; en Eitzaga el día 18, aunque también ligeramente el 14. No se ha detectado influencia del incendio en las mediciones de Zaldibar-herria, Ermua-centro ni Elgeta (ambas ubicaciones).

En los días posteriores al control del incendio (día 18) se siguieron detectando puntualmente, aunque en menor cantidad, probablemente por una combinación de factores, por un lado, debido a pequeños focos internos activos que todavía aportaban algo y también por la presencia de contaminantes que permanecían en la atmósfera y reaccionaban entre ellos. Así, la reignición que comenzó la noche del día 20 se notó en las muestras manuales de Eitzaga y Mallabia del día 21 por la mañana. El día 24 de febrero se detectaron compuestos orgánicos volátiles relacionados con el incendio en una muestra manual en Eitzaga a las 8:30 de la mañana, y en la UM7 en Ermua y en la UM8 en Eibar a mediodía; asimismo, se captaron algunos HAPs en el Hospital de Eibar entre las 00 y las 8 de la mañana.

F. Amianto

Finalmente, el caso de la monitorización de amianto ha sido diferente y no ha respondido a la vigilancia de las contaminantes potenciales ligados a la combustión sino al propio deslizamiento y las posteriores tareas de movimiento de residuos. Además de las labores de control de amianto propias de la normativa de salud laboral que hayan llevado a cabo los agentes que en esas tareas trabajaban, se ha realizado un control adicional en las poblaciones del entorno, tomando como potencial fuente de fibras la zona deslizada del vertedero, y, muy especialmente, la zona de acopio temporal de residuos que se realizaba junto a la autopista. En ninguna de las muestras se han detectado fibras por encima de los valores de referencia.