

CAMPAÑA MEDIDA COVs, PLAN NACIONAL DE OZONO

TRANSFERENCIA DE MITERD AL CSIC, 2023TE002:
“TRANSFERENCIA A CSIC PARA TRABAJOS RELACIONADOS CON LA
CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA Y POR COPS”

INFORME PLAN OZONO



Realizado por:



Para:



Diciembre 2023

Autores:

Xavier Querol, Jordi Massagué, Andrés Alastuey, Ana M. Yañez, Roger Seco

Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua (IDAEA)

Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

Enrique Mantilla, Amalia Muñoz, Esther Borrás, Teresa Vera

Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM)

Eliseo Monfort, Irina Celades, Ana López Lilao, Vicenta Sanfelix

Instituto de Tecnología Cerámica (ITC)

Universitat Jaume I (UJI)

Miguel Escudero

Departamento de Física Aplicada

Universidad de Zaragoza (UNIZAR)

Jesús de la Rosa, Ana Sánchez de la Campa

Departamento de Ciencias de la Tierra

Universidad de Huelva (UHU)

CONTENIDO

| | |
|---|----|
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| I.1. OZONO TROPOSFÉRICO Y SUS PRECURSORES | 1 |
| I.2. REGIMENES DE FORMACIÓN DE OZONO | 5 |
| II. OBJETIVOS | 6 |
| III. METODOLOGÍA..... | 8 |
| IV. RESULTADOS | 15 |
| IV.1. NIVELES DE COVs | 15 |
| IV.1.1. Gasolineras..... | 15 |
| IV.1.2. Clústers químicos y petroquímicos | 16 |
| IV.1.3. Papelera | 17 |
| IV.1.4. Talleres de pintura e industria automóvil | 17 |
| IV.1.5. Puertos | 17 |
| IV.1.6. Tráfico | 18 |
| IV.1.7. Fondo urbano..... | 18 |
| IV.2. POTENCIAL MÁXIMO DE FORMACIÓN DE OZONO | 30 |
| IV.2.1. Gasolineras..... | 30 |
| IV.2.2. Clústers químicos y petroquímicos | 31 |
| IV.2.3. Papelera | 32 |
| IV.2.4. Talleres de pintura e industria automóvil | 32 |
| IV.2.5. Puertos | 33 |
| IV.2.6. Tráfico | 33 |
| IV.2.7. Fondo urbano..... | 34 |
| V. BIBLIOGRAFÍA..... | 46 |

I. INTRODUCCIÓN

I.1. OZONO TROPOSFÉRICO Y SUS PRECURSORES

El ozono (O₃) troposférico afecta a la calidad del aire desde la atmósfera urbana contaminada a las áreas remotas del planeta. Su formación requiere reacciones fotoquímicas (gobernadas por la radiación solar) con la participación de óxidos de nitrógeno (NO_x) y compuestos orgánicos volátiles (COVs), y va acompañada de la producción de una gran variedad de compuestos secundarios intermedios y finales, importantes para la calidad del aire (US-EPA, 2006).

La formación fotoquímica de O₃ comienza con la oxidación del óxido nítrico (NO) a dióxido de nitrógeno (NO₂) por radicales peróxido-orgánicos (RO₂) o hidro-peróxido (HO₂), (Figura 1). Estos radicales se originan por oxidación de los COVs (de origen antrópico o biogénico), mayoritariamente mediante radical hidroxilo (OH). Una vez formado el NO₂, durante el día su fotólisis produce NO y un átomo de O en estado excitado (O*), que luego reacciona con O₂ para formar O₃. Téngase también en cuenta que los NO_x (= NO + NO₂) no se consumen en este proceso (es decir, es catalítico) y por tanto están constantemente disponibles para generar O₃.

Hay un gran número de compuestos de N oxidado en la atmósfera, tales como NO, NO₂, NO₃, HNO₂, HNO₃, N₂O₅, HNO₄, PAN en fase gas, así como otros nitratos orgánicos e inorgánicos en fase particulada. Colectivamente estas especies se conocen como NO_y y su formación se desencadena por la emisión de NO principalmente. El lavado de los NO_x atmosféricos se produce mayoritariamente a través de su conversión a ácido nítrico (HNO₃) y su deposición húmeda.

La oxidación de los COVs se inicia principalmente por reacción con el radical hidroxilo (OH) durante el día. La fuente primaria de radicales OH en la atmósfera es la reacción de átomos de O* (procedentes de la fotólisis de O₃) con vapor de agua. En áreas contaminadas, la fotólisis de aldehídos (por ejemplo, HCHO), ácido nitroso (HONO) y peróxido de hidrógeno (H₂O₂) también pueden ser fuentes significativas de OH, o de radicales HO₂ que rápidamente pueden convertirse en OH (Eisele et al., 1997). El O₃ también puede oxidar alquenos, especialmente por la noche, cuando son más abundantes los radicales NO₃. En ambientes costeros y otros ambientes específicos también pueden iniciar la oxidación de los COVs radicales Cl y Br.

La generación de radicales oxidantes para convertir NO a NO₂ sin consumir O₃ se produce en zonas remotas y rurales a partir de la oxidación de CH₄, CO y COVs-NM (no metánicos) de origen biogénico (isopreno, terpenos, metanol, etc.) y de sus productos inmediatos de reacción (epóxidos, nitratos y compuestos carboxílicos, como formaldehído y acetaldehído). En zonas menos remotas, además de los anteriores, contribuyen otros compuestos, como los hidrocarburos (aromáticos, alcanos y alquenos) y COVs oxigenados resultantes de la oxidación de hidrocarburos o de emisiones antropogénicas o biogénicas directas (formaldehído, acetaldehído, metanol, cetonas, etc.). Este conjunto de compuestos abarca una amplia gama de propiedades químicas y tiempos de vida en la atmósfera: el isopreno tiene una vida atmosférica de aproximadamente una hora, mientras que el metano tiene una vida atmosférica de aproximadamente una década.

[illegible]

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100. 101. 102. 103. 104. 105. 106. 107. 108. 109. 110. 111. 112. 113. 114. 115. 116. 117. 118. 119. 120. 121. 122. 123. 124. 125. 126. 127. 128. 129. 130. 131. 132. 133. 134. 135. 136. 137. 138. 139. 140. 141. 142. 143. 144. 145. 146. 147. 148. 149. 150. 151. 152. 153. 154. 155. 156. 157. 158. 159. 160. 161. 162. 163. 164. 165. 166. 167. 168. 169. 170. 171. 172. 173. 174. 175. 176. 177. 178. 179. 180. 181. 182. 183. 184. 185. 186. 187. 188. 189. 190. 191. 192. 193. 194. 195. 196. 197. 198. 199. 200. 201. 202. 203. 204. 205. 206. 207. 208. 209. 210. 211. 212. 213. 214. 215. 216. 217. 218. 219. 220. 221. 222. 223. 224. 225. 226. 227. 228. 229. 230. 231. 232. 233. 234. 235. 236. 237. 238. 239. 240. 241. 242. 243. 244. 245. 246. 247. 248. 249. 250. 251. 252. 253. 254. 255. 256. 257. 258. 259. 260. 261. 262. 263. 264. 265. 266. 267. 268. 269. 270. 271. 272. 273. 274. 275. 276. 277. 278. 279. 280. 281. 282. 283. 284. 285. 286. 287. 288. 289. 290. 291. 292. 293. 294. 295. 296. 297. 298. 299. 300. 301. 302. 303. 304. 305. 306. 307. 308. 309. 310. 311. 312. 313. 314. 315. 316. 317. 318. 319. 320. 321. 322. 323. 324. 325. 326. 327. 328. 329. 330. 331. 332. 333. 334. 335. 336. 337. 338. 339. 340. 341. 342. 343. 344. 345. 346. 347. 348. 349. 350. 351. 352. 353. 354. 355. 356. 357. 358. 359. 360. 361. 362. 363. 364. 365. 366. 367. 368. 369. 370. 371. 372. 373. 374. 375. 376. 377. 378. 379. 380. 381. 382. 383. 384. 385. 386. 387. 388. 389. 390. 391. 392. 393. 394. 395. 396. 397. 398. 399. 400. 401. 402. 403. 404. 405. 406. 407. 408. 409. 410. 411. 412. 413. 414. 415. 416. 417. 418. 419. 420. 421. 422. 423. 424. 425. 426. 427. 428. 429. 430. 431. 432. 433. 434. 435. 436. 437. 438. 439. 440. 441. 442. 443. 444. 445. 446. 447. 448. 449. 450. 451. 452. 453. 454. 455. 456. 457. 458. 459. 460. 461. 462. 463. 464. 465. 466. 467. 468. 469. 470. 471. 472. 473. 474. 475. 476. 477. 478. 479. 480. 481. 482. 483. 484. 485. 486. 487. 488. 489. 490. 491. 492. 493. 494. 495. 496. 497. 498. 499. 500. 501. 502. 503. 504. 505. 506. 507. 508. 509. 510. 511. 512. 513. 514. 515. 516. 517. 518. 519. 520. 521. 522. 523. 524. 525. 526. 527. 528. 529. 530. 531. 532. 533. 534. 535. 536. 537. 538. 539. 540. 541. 542. 543. 544. 545. 546. 547. 548. 549. 550. 551. 552. 553. 554. 555. 556. 557. 558. 559. 560. 561. 562. 563. 564. 565. 566. 567. 568. 569. 570. 571. 572. 573. 574. 575. 576. 577. 578. 579. 580. 581. 582. 583. 584. 585. 586. 587. 588. 589. 590. 591. 592. 593. 594. 595. 596. 597. 598. 599. 600. 601. 602. 603. 604. 605. 606. 607. 608. 609. 610. 611. 612. 613. 614. 615. 616. 617. 618. 619. 620. 621. 622. 623. 624. 625. 626. 627. 628. 629. 630. 631. 632. 633. 634. 635. 636. 637. 638. 639. 640. 641. 642. 643. 644. 645. 646. 647. 648. 649. 650. 651. 652. 653. 654. 655. 656. 657. 658. 659. 660. 661. 662. 663. 664. 665. 666. 667. 668. 669. 670. 671. 672. 673. 674. 675. 676. 677. 678. 679. 680. 681. 682. 683. 684. 685. 686. 687. 688. 689. 690. 691. 692. 693. 694. 695. 696. 697. 698. 699. 700. 701. 702. 703. 704. 705. 706. 707. 708. 709. 710. 711. 712. 713. 714. 715. 716. 717. 718. 719. 720. 721. 722. 723. 724. 725. 726. 727. 728. 729. 730. 731. 732. 733. 734. 735. 736. 737. 738. 739. 740. 741. 742. 743. 744. 745. 746. 747. 748. 749. 750. 751. 752. 753. 754. 755. 756. 757. 758. 759. 760. 761. 762. 763. 764. 765. 766. 767. 768. 769. 770. 771. 772. 773. 774. 775. 776. 777. 778. 779. 780. 781. 782. 783. 784. 785. 786. 787. 788. 789. 790. 791. 792. 793. 794. 795. 796. 797. 798. 799. 800. 801. 802. 803. 804. 805. 806. 807. 808. 809. 810. 811. 812. 813. 814. 815. 816. 817. 818. 819. 820. 821. 822. 823. 824. 825. 826. 827. 828. 829. 830. 831. 832. 833. 834. 835. 836. 837. 838. 839. 840. 84

han demostrado que la infiltración de O₃ al interior de aulas de escuelas suecas causa episodios de partículas ultra-finas en muy altas concentraciones.

La capacidad de los COVs para generar radicales, y por tanto O₃, puede variar enormemente según las diferentes especies y ambientes. Para caracterizar estas capacidades o potenciales de formación de O₃ de cada COV se utiliza el *Maximum Incremental Reactivity* (MIR, Carter, 2009; 2010; Venecek et al., 2018), que indica los valores máximos de potencial de formación de O₃, en g de O₃ que puede formarse por cada g de COV. La Figura 2 muestra como ejemplo los valores de MIR para los COVs con mayor capacidad de formación potencial de O₃ (rango 1-50 y 500-550). Estos valores MIR fueron actualizados para 1300 COVs por Venecek et al. (2018). Los valores más elevados alcanzan sobre 14 g O₃ g⁻¹ COV, mientras que en el rango más bajo hay COVs con valores próximos a 0, o incluso negativos. Para calcular la capacidad de formación de O₃ hay que tener en cuenta pues, tanto el MIR como la concentración de cada COV.

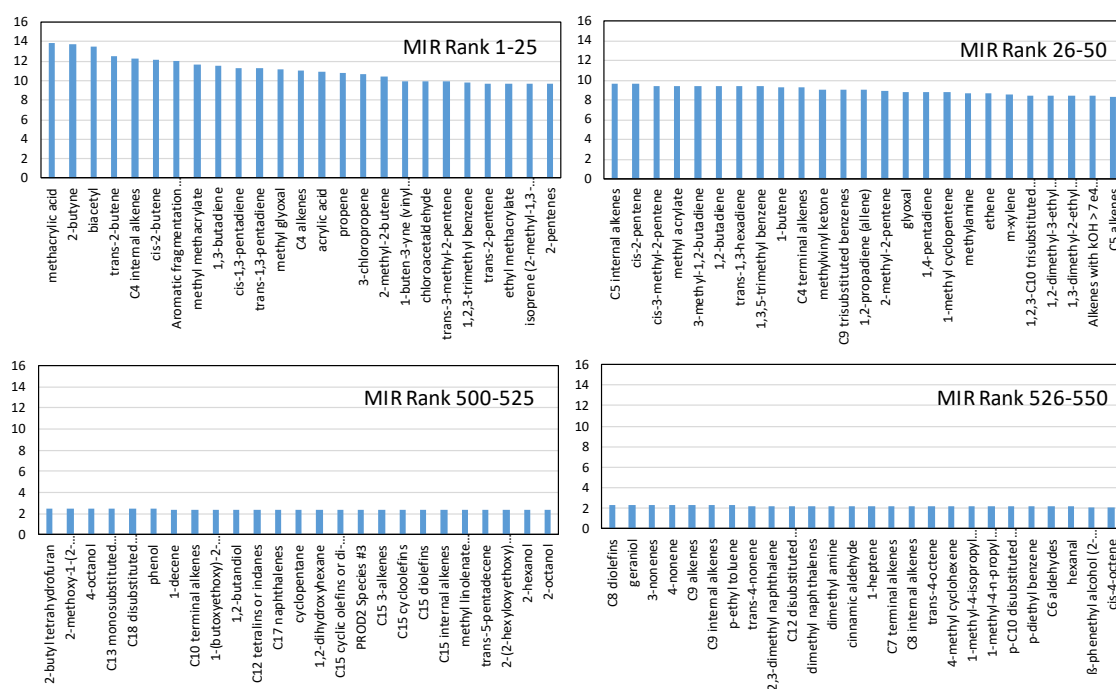


Figura 2. Ejemplos de valores altos (rango 1 a 50) y medios (500-550) de MIR (g O₃ g⁻¹ COV). Datos obtenidos de Venecek et al. (2018).

Es importante resaltar que la concentración de O₃ troposférico en un momento y lugar determinado es resultado no sólo de formación fotoquímica a partir de COVs biogénicos y antropogénicos de una zona concreta, sino, en gran medida, del transporte de O₃ desde zonas vecinas, del aporte regional y hemisférico, y de las inyecciones estratosféricas (Monks et al., 2015). Ello hace que la atribución de fuentes al origen de los episodios de O₃ sea una tarea extremadamente complicada y que solamente se pueda obtener mediante modelos complejos de calidad del aire.

Como se ha comentado anteriormente, durante la oxidación de los COVs se generan radicales oxidantes orgánicos que con el NO generan NO₂ que a su vez genera O₃, pero además se generan aerosoles orgánicos secundarios (SOA), un componente mayoritario de PM_{2.5}. Derwent et al. (2010) evaluaron la capacidad de formación de SOA (SOAP) de 113 COVs. Este SOAP refleja la

capacidad de formación de SOA respecto al tolueno, dándole una capacidad de 100 al mismo. De manera que un SOAP de 200 indica una capacidad de generación de SOA alta, equivalente a la de dos veces la del tolueno, mientras que un SOAP de 1 indica una capacidad equivalente al 1% de la del tolueno. En la Tabla 1 se muestran los 52 COVs, de los 108 evaluados por Derwent et al. (2010), con un SOAP >0.5, y a su derecha se han incluido los MIR (g O₃ g⁻¹ COV) respectivos según Venecek et al. (2018) para comparar los potenciales de formación de SOA y O₃ de estos 52 COVs. Además, se han sombreado aquellos que se analizan en el presente estudio. Esta tabla muestra que los COVs con mayor SOAP son aromáticos etilbenceno, estireno, propilbenceno, m-, p-etiltolueno, tolueno, o-, m-, p-xieno, benceno, y diferentes isómeros de trimetilbenceno, presentan un SOAP de entre 212 y 21. Destaca por sus valores máximos de SOAP (216) un aldehído derivado de aromáticos, el benzoaldehído. Siguen a los aromáticos, alcanos, como dodecano y undecano (35 y 16), aromáticos biogénicos, como los monoterpenos β- y α-pineno (18 y 17). Sin embargo, benzaldehído, estireno, benceno, dodecano y undecano presentan unos valores de MIR muy bajos, y por tanto son generadores de SOA pero no de O₃. El resto de los listados en este párrafo presentan SOAP >10 y MIR entre 3.5 y 9.4 μg O₃ g⁻¹ COV, y todos ellos se han analizado en el presente estudio. El isopreno, con alto MIR (9.7 μg O₃ g⁻¹ COV) solamente tiene un 2% de la capacidad de formación de SOA del tolueno.

Tabla 1. Los 52 COVs con mayor capacidad de formación de aerosoles orgánicos secundarios (SOAP) de los 113 evaluados por Derwent et al. (2010). SOAP refleja la capacidad de formación de SOA respecto al tolueno, dándole una capacidad de 100 al mismo. Además, se añaden para cada uno de los COVs los MIR (g O₃ g⁻¹ COV) respectivos, según Venecek et al. (2018) para comparar los potenciales de formación de SOA y O₃ de cada uno de ellos. Además, se han sombreado aquellos que se analizan en el presente estudio. En negrita se marcan los valores de SOAP>10 y MIR>3. Los COVs con valores en negrita en las dos columnas tienen alta capacidad de formar SOA y O₃.

| Compuesto | SOAP | MIR | Compuesto | SOAP | MIR |
|--------------------------|------------|------------|----------------------|------|------------|
| Benzaldehído | 216 | -0.3 | trans Pent-2-ene | 3.1 | 9.7 |
| Styrene | 212 | 1.7 | Nonane | 1.9 | 1.0 |
| Ethylbenzene | 112 | 6.1 | 2-Methylbut-2-ene | 1.9 | 10 |
| Propylbenzene | 110 | 5.6 | Isoprene | 1.9 | 9.7 |
| m-Ethyltoluene | 101 | 6.7 | 1,3-Butadiene | 1.8 | 12 |
| Toluene | 100 | 4.0 | Propylene | 1.6 | 2.0 |
| i-Propylbenzene | 96 | 5.6 | Ethylene | 1.3 | 2.0 |
| o-Xylene | 96 | 7.2 | cis Hex-2-ene | 1.3 | 7.8 |
| o-Ethyltoluene | 95 | 5.3 | trans Hex-2-ene | 1.3 | 8.0 |
| Benzene | 93 | 0.8 | But-1-ene | 1.2 | 9.3 |
| m-Xylene | 85 | 8.5 | 2-Methylbut-1-ene | 0.9 | 5.7 |
| p-Ethyltoluene | 70 | 4.3 | Propylene glycol | 0.9 | 2.5 |
| p-Xylene | 67 | 5.5 | Octane | 0.8 | 1.2 |
| 1,2,3-Trimethylbenzene | 44 | 9.9 | Ethylene glycol | 0.8 | 3.4 |
| Dodecane | 35 | 0.8 | Formaldehyde | 0.7 | 7.2 |
| 1,2,4-Trimethylbenzene | 21 | 7.9 | Ethanol | 0.6 | 1.8 |
| β-Pinene | 18 | 3.5 | 3-Pentanol | 0.6 | 1.8 |
| α-Pinene | 17 | 4.0 | sec-Butanol | 0.6 | 1.5 |
| Undecane | 16 | 0.9 | Butylene | 0.6 | 9.3 |
| 1,3,5-Trimethylbenzene | 14 | 9.4 | 3-Methylbut-1-ene | 0.6 | 6.8 |
| 3,5-Dimethylethylbenzene | 12 | 6.4 | Acetaldehyde | 0.6 | 6.1 |
| 3,5-Diethyltoluene | 7.5 | 7.1 | Methylethylketone | 0.6 | 1.5 |
| Decane | 7.0 | 0.9 | Methylpropylketone | 0.6 | 2.0 |
| trans But-2-ene | 4.0 | 13 | Methyl-i-butylketone | 0.6 | 3.5 |
| cis But-2-ene | 3.6 | 13 | Diacetone alcohol | 0.6 | 0.1 |
| cis Pent-2-ene | 3.1 | 9.6 | Propionaldehyde | 0.5 | 6.8 |

I.2. RÉGIMENES DE FORMACIÓN DE OZONO

Como se ha expuesto en apartados anteriores el O₃ se genera a partir de los precursores COVs y NOx pero con relaciones de estos que no son lineales respecto a la producción de O₃. Además, la relación COVs/NOx puede variar drásticamente temporalmente y espacialmente en una misma zona. Así, a lo largo del día en un fondo urbano esta relación decrece drásticamente en horas punta del tráfico y aumenta anterior y posteriormente. Cuando nos alejamos de la ciudad la relación aumenta marcadamente. Así, se distinguen clásicamente dos regímenes de formación de O₃, al cual se añade otro propuesto recientemente. Estos se resumen en:

- **Formación de O₃ limitada por COVs**, en ambientes donde la concentración de NOx es tan elevada que el que se produzca O₃ depende de la concentración de COVs (Monks et al., 2015). En estos ambientes una disminución de NOx puede llegar a no tener efecto sobre los niveles de O₃, o incluso puede llegar a incrementarlo. Este tipo de ambiente de régimen se suele registrar en zonas urbanas e industriales (con altas emisiones de NOx).
- **Formación de O₃ limitada por NOx**, en ambientes donde la concentración de NOx son muy bajas. En este régimen la formación de O₃ depende de la concentración de COVs (Monks et al., 2015). En estos ambientes una disminución de COVs puede llegar a no tener efecto sobre los niveles de O₃, o incluso puede llegar a incrementarlo. Este tipo de ambiente de régimen se suele registrar fuera de zonas urbanas e industriales (con niveles de NOx de fondo).
- **Formación de O₃ limitada por PM**. Recientemente Li et al. (2019) e Ivatt et al. (2022) han propuesto que, en ambientes con altas concentraciones de partículas, estas actúan como eliminadoras de radicales HO₂ que de otro modo reaccionarían con el NO para producir O₃ en condiciones limitadas por COVs. Por tanto, una reducción marcada de niveles de PM en ambientes urbanos puede traducirse también en un incremento en O₃ debido a la mayor disponibilidad de HO₂.

II. OBJETIVOS

Para el estudio de la dinámica de formación del O₃ troposférico en el territorio español en el marco de las transferencias directas recibida por el CSIC en 2021-2023 se prevé realizar las actuaciones listadas debajo, con informes preliminares a finales en 2022 y 2024. Estas actuaciones cubren parte de las previstas en los planeados para un periodo de 4 años (mediados 2021 a mediados 2025). A continuación, se resumen las actuaciones previstas para el programa de 4 años.

Por parte del CSIC, CEAM, Universidad del País Vasco, Universidad de Huelva y Universidad de Zaragoza:

- Estudio de tendencias de concentraciones de O₃ y contaminantes relacionados, y datos meteorológicos disponibles en la base de datos de MITERD/AEMET en el período 2010-2023.
- Análisis en detalle de variabilidad espacial y temporal de las concentraciones de O₃ durante el período de confinamiento por la COVID-19.
- Integración de los resultados obtenidos relativos a las concentraciones de O₃ en los estudios llevados a cabo hasta el momento por equipo de investigación en las cuencas atmosféricas de: Vic, Madrid, Valle del Guadalquivir, Castilla-León, País Vasco, Puertollano, Comunidad Valenciana y Andalucía Occidental.
- **Integración de los resultados obtenidos relativos a las concentraciones de compuestos orgánicos volátiles (COVs) en los estudios llevados a cabo hasta el momento por equipo de investigación en las cuencas atmosféricas de: Vic, Madrid, Valle del Guadalquivir, Castilla-León, Aragón, La Rioja, País Vasco, Navarra, Barcelona, Castellón, Valencia, Tarragona, Huelva, en 2019-2023.**

Por parte del BSC e ITC:

- Modelización de episodios de O₃. Configuración del sistema de modelización, estudio de sensibilidad a resolución numérica, condiciones meteorológicas, emisiones antropogénicas. Evaluación de los resultados del modelo con observaciones en las cuencas atmosféricas de interés (Vic, Madrid, Valle del Guadalquivir, Castilla-León).
- Análisis de contribución de fuentes a los niveles de O₃. Cálculo de la contribución de O₃ procedente de países europeos y Norte de África a las cuencas de interés y su importancia relativa a los niveles nacionales. Contribución del tráfico marítimo al O₃ nacional.
- Cuantificación del impacto del confinamiento por la COVID-19 en las emisiones antropogénicas y niveles de O₃ a nivel nacional mediante técnicas de modelización. Estimación de los cambios de emisiones a lo largo de 2020 mediante técnicas de inteligencia artificial.

En base a lo expuesto en el apartado anterior y en la actuación marcada en negrita unos párrafos más arriba, este informe tiene como objetivo la obtención de datos sobre niveles de COVs en diferentes cuencas españolas con problemas de calidad del aire en lo referente a O₃ troposférico. Así pues, este informe da respuesta a resultados parciales sobre mediciones de concentraciones de COVs en aire ambiente, en este caso en emplazamientos próximos a focos de emisión.

Para complementar el estudio de la fenomenología de los episodios de contaminación por O₃ en España se realizaron campañas de mediciones en superficie de O₃, NO₂ y COVs con dosímetros pasivos durante los meses de julio de 2019, 2020, 2021, 2022 y 2023 con los objetivos de:

- Determinar la distribución espacial y cuantificar los niveles promedio de O₃ y algunos de sus precursores (NO₂ y COVs) en diferentes cuencas aéreas; y
- Obtener una especiación detallada de una serie de COVs (oxigenados, OCOVs; e hidrogenados, HCOVs) y compararla entre las cuencas estudiadas.
- Medir concentraciones de COVs en las proximidades de focos de emisión relevantes, como clústers petroquímicos y químicos, tráfico rodado, gasolineras, talleres de pintura de automóviles, puertos y papeleras.

Con este fin se han realizado campañas de medida en el Valle del Guadalquivir (2019 y 2021), Barcelona y Plana de Vic (2019 y 2022), Castellón costa a interior (2020 y 2021), Portugal-Castilla y León (2020) y Madrid (2021), Aragón, La Rioja, País Vasco, Navarra y Tarragona (2022), así como en las proximidades de focos de emisión relevantes, tales como clústeres petroquímicos y químicos, gasolineras, talleres de pintura de automóviles, puertos y papeleras, en Castellón, Valencia, Huelva y Tarragona (2023). El presente informe resume los resultados de la campaña de julio de 2023.

III. METODOLOGÍA

La campaña de muestreo y análisis de niveles de COVs se realizó los meses de junio y julio de 2023, con aproximadamente 15 días de duración. Los detalles de cada emplazamiento de medición se presentan en la Figuras 3 a 6 y Tabla 2, resaltando que los niveles de COVs son muy elevados por haberse realizado las mediciones en las proximidades de los focos de emisión, o incluso en el mismo foco.



Figura 3. Zonas donde se realizaron las mediciones de la campaña de COVs en junio-julio de 2023.

Las concentraciones medias HCOVs y OCOVs durante aproximadamente 15 días fueron medidas utilizando cartuchos adsorbentes instalados en cuerpos difusivos (*Radiello* RAD165 + RAD1201 y RAD145 + RAD1202, respectivamente) (Figura 7). Los muestreos se realizaron en las siguientes zonas (ver periodo específico de medición, finales de junio a mediados de julio, en Tabla 2):

- Puertos de Barcelona, Huelva y Valencia.
- Clústeres petroquímicos de Castellón y Huelva.
- Clúster químico del W de Tarragona.
- Gasolineras de Valencia y Castellón.
- Papelera de Zaragoza.
- Talleres de automóviles en Castellón, Sariñena, Valencia y Zaragoza.
- Fondo urbano de Castellón.

Los dosímetros se instalaron y retiraron en las mismas mañanas del día inicial y final mediante diferentes equipos de trabajo operando simultáneamente.

Una vez recogidos se enviaron al Centro de Estudios del Mediterráneo (CEAM) y tras realizar la desorción, los niveles de COVs se analizaron mediante Cromatografía de Gases-Espectrometría de Masas (GC-MS) y Cromatografía líquida-espectrometría de masas (LCMS).



Figura 4. Localización de las mediciones de COVs en junio-julio de 2023 en Barcelona y Tarragona.



Figura 5. Localización de las mediciones de COVs en junio-julio de 2023 en Castellón y Valencia.

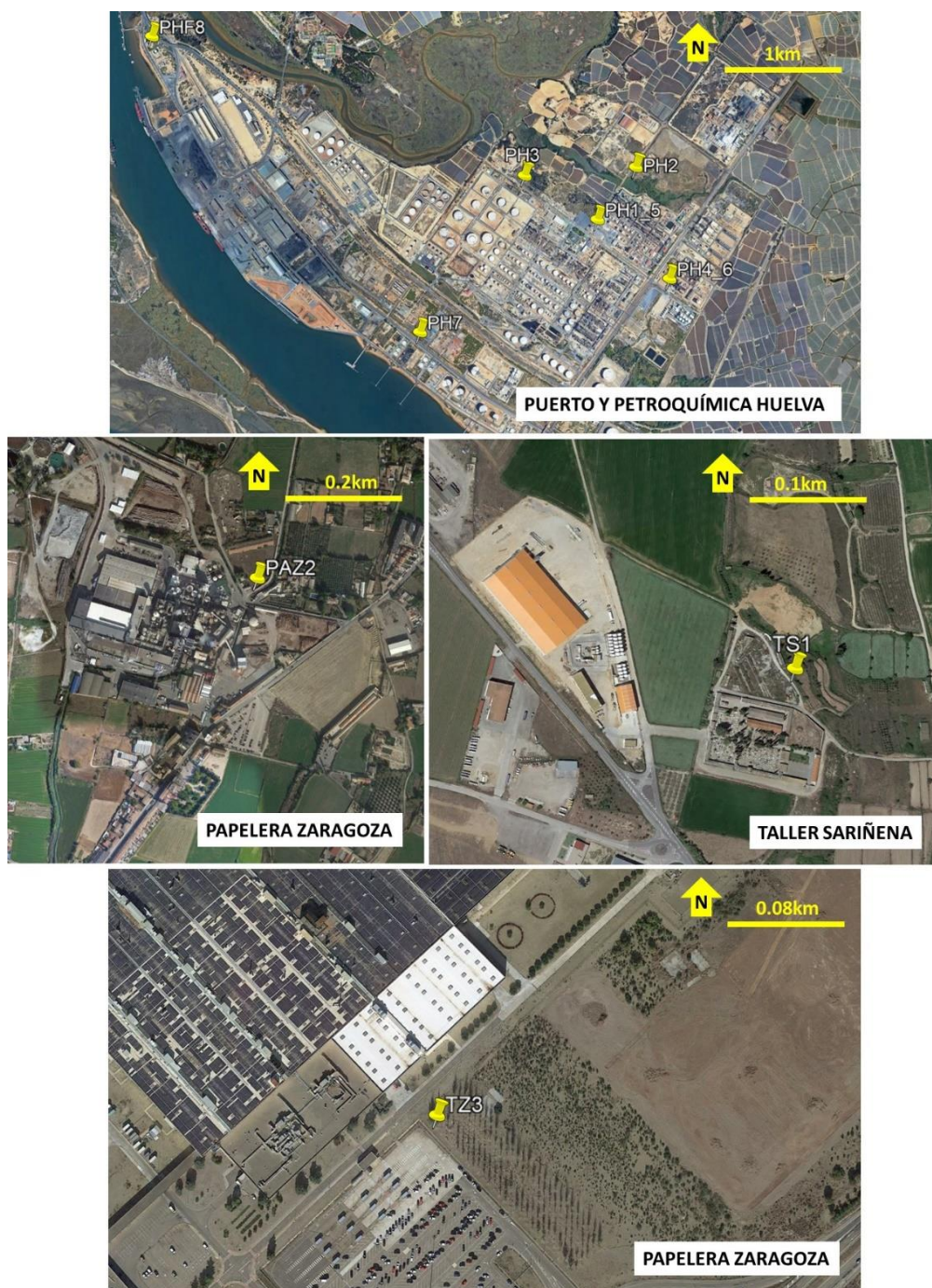


Figura 6. Localización de las mediciones de COVs en junio-julio de 2023 en Huelva y Aragón.

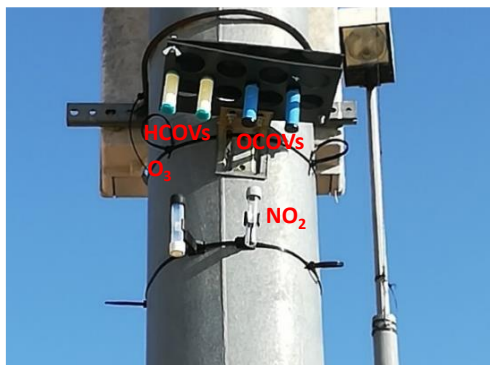


Figura 7. Dosímetros Gradko (para O₃ y NO₂) y Radiello (para COVs) instalados en un emplazamiento de medida.

Mediante el uso de dosímetros de COVs y análisis por GC-MS, se midieron las concentraciones de 116 COVs. Con el objetivo de que todas las campañas fueran comparables entre ellas, se consideraron los COVs que presentan concentraciones superiores al límite de detección en al menos uno de todos los emplazamientos muestreados. Se seleccionaron 108 compuestos, de los cuales 49 son HCOVs y 59 OCOVs.

Las limitaciones más significativas del método empleado en este estudio para medida de niveles de COVs relevantes en la formación de O₃ son:

- No se puede determinar el isopreno correctamente ya que es un compuesto demasiado volátil para ser adsorbido por los dosímetros. La emisión de dicho compuesto en gran variedad de especies vegetales es muy característica.
- Del mismo modo no se pueden determinar COVs <C₅, también con alta capacidad de formación de O₃.

Las limitaciones propias de la metodología de muestreo son:

- El carácter pasivo de las muestras permite realizar una zonificación de los contaminantes, pero no tiene la resolución temporal necesaria para determinar procesos concretos y puntuales de contaminación ya que el tiempo de exposición es de 5 a 15 días; y
- El muestreo pasivo por difusión se puede ver afectado por elevadas velocidades del viento y por elevadas humedades continuadas en el tiempo.

Por último, en cuanto a la **metodología analítica**, existen dos limitaciones importantes:

- Se determinan gran cantidad de COVs, pero no todos ellos se calibran con su standard, sino con un isómero o semejante, bien por falta del standard o por falta de existencia en botellas de calibración; y
- Los factores de difusión Q (que tienen en cuenta tanto la difusión, como otros parámetros) no están determinados para todas las especies ni para todos los rangos de tiempos de exposición (5 o 15 días). En caso de no estar determinado experimentalmente, se ha utilizado el factor Q del compuesto estructuralmente más similar de los que sí tenían valor de Q experimental. En el caso de las cetonas, para las cuales no hay ningún valor de Q de referencia, se ha optado por realizar un promedio entre los aldehídos semejantes (por ejemplo, para la 2-pentanona se ha promediado entre el valor del isopentanal y el del pentanal)

Tabla 2. Detalles de los puntos de medición de COVs en la campaña 2023.

| CASTELLON | 03/07/2023-17/07/2023 | | | | | | |
|------------|----------------------------------|-----------|------------------|------------------|------------------------------|--|---------------------------|
| Nodo | HCOVs | OCOVs | Hora puesta | Hora recogida | Coordenadas | Ubicación | Observaciones |
| TC1 | 1 | 1 | 03/07/2023 16:50 | 17/07/2023 12:30 | 39° 58' 30" N 00° 04' 48" W | Taller Marzá puerta cabinas | |
| TC2 | 2 | 2 | 03/07/2023 16:40 | 17/07/2023 12:45 | 39° 58' 27" N 00° 04' 48" W | Taller Marzá oficinas | |
| FUC3 | 3 | 3 | 03/07/2023 16:15 | 17/07/2023 12:00 | 39° 59' 18" N 00° 01' 36" W | Patronato Castellón | |
| GC4 | 4 | 4 | 03/07/2023 14:15 | 17/07/2023 12:15 | 40° 00' 16" N 00° 03' 23" W | Bencinas lavaderos | |
| GC5 | 5 | 5 | 03/07/2023 14:10 | 17/07/2023 12:30 | 40° 00' 18" N 00° 03' 21" W | Bencinas surtidores | |
| GC6 | 6 | 6 | 03/07/2023 14:00 | 17/07/2023 11:25 | 39° 58' 56" N 00° 01' 08" W | Cepsa surtidores | |
| GC7 | 7 | 7 | 03/07/2023 13:50 | 17/07/2023 11:10 | 39° 58' 53" N 00° 01' 07" W | Cepsa lavaderos | |
| TC8 | 8 | 8 | 03/07/2023 13:30 | 17/07/2023 11:45 | 39° 58' 51" N 00° 01' 24" W | Maravi entrada | |
| TC9 | 9 | 9 | 03/07/2023 13:20 | 17/07/2023 11:35 | 39° 58' 48" N 00° 01' 24" W | Maravi parte trasera | |
| PCF10 | 10 | 10 | 03/07/2023 13:05 | 17/07/2023 10:10 | 39° 56' 50" N 00° 01' 48" W | Camino naranjos | |
| PC11 | 11 | 11 | 03/07/2023 12:45 | 17/07/2023 10:25 | 39° 57' 14" N 00° 00' 56" W | Entrada BP | |
| PCF12 | 12 | 12 | 03/07/2023 12:15 | 17/07/2023 9:50 | 39° 57' 47" N 00° 02' 04" W | Balsa regantes | |
| FUC13 | 13 | 13 | 03/07/2023 11:15 | 17/07/2023 13:00 | 39° 59' 45" N 00° 03' 53" W | ITC | |
| CS-PTRMS-1 | no aplica | no aplica | 03/07/2023 15:00 | 18/07/2023 9:30 | 39° 57' 47 " N 00° 02' 04" W | Balsa regantes | |
| CS-PTRMS-2 | no aplica | no aplica | 18/07/2023 12:30 | | 39° 58' 56" N 00° 01' 08" W | Cepsa surtidores | |
| BARCELONA | MUESTREO 28/06/2023 - 13/07/2023 | | | | | | |
| PUB1 | 1 | 1 | 28/06/2023 9:30 | 13/07/2023 9:30 | 41° 21' 51" N 02° 10' 23" E | Puerto Barcelona frente muelle cruceros | |
| PUB2 | 2 | 2 | 28/06/2023 10:00 | 13/07/2023 10:00 | 41° 21' 23" N 02° 09' 31" E | Cementerio frente P BCN parque depósitos | Influencia ronda litoral |
| PUB3 | 3 | 3 | 28/06/2023 10:30 | 13/07/2023 10:30 | 41° 20' 54" N 02° 09' 00" E | Extremo S P BCN frente industrias | Parque depósitos S |
| TARRAGONA | MUESTREO 29/06/2023 - 13/07/2023 | | | | | | |
| QT1 | 4 | 4 | 29/06/2023 9:30 | 13/07/2023 9:30 | 41° 06' 29" N 01° 12' 43" E | Extremo E polígono químico | Frente parque depósitos |
| QT3 | 5 | 5 | 29/06/2023 10:30 | 13/07/2023 10:30 | 41° 06' 42" N 01° 09' 36" E | Centro-N polígono químico cerca Canonja | |
| QT2 | 6 | 6 | 29/06/2023 10:00 | 13/07/2023 10:00 | 41° 06' 59" N 01° 10' 48" E | Extremo W polígono químico | Industrias y depósitos |
| VALENCIA | MUESTREO 29/06/2023 - 13/07/2023 | | | | | | |
| Nodo | HCOVs | OCOVs | Hora puesta | Hora recogida | Coordenadas | Ubicación | Observaciones |
| GV1 | 1 | 1 | 29/06/2023 9:50 | 13/07/2023 9:30 | 39° 29' 07" N 00° 19' 47" W | Gasolinera, cerca del lavadero | |
| GV2 | 2 | 2 | 29/06/2023 9:58 | 13/07/2023 9:35 | | Gasolinera, cerca de la entrada | |
| GV3 | 3 | 3 | 29/06/2023 10:10 | 13/07/2023 9:45 | 39° 28' 25" N 00° 20' 12" W | Gasolinera, farola de delante | |
| GV4 | 4 | 4 | 29/06/2023 10:18 | 13/07/2023 9:50 | | Gasolinera detrás a altura ventana de la finca | |
| PUV5 | 5 | 5 | 29/06/2023 10:30 | 13/07/2023 10:05 | 39° 27' 18" N 00° 19' 38" W | Terminal de pasajeros | |
| PUVF6 | 6 | 6 | 29/06/2023 10:55 | 13/07/2023 10:20 | 39° 27' 04" N 00° 20' 13" W | Nazaret | |
| PUVF7 | 7 | 7 | 29/06/2023 11:15 | 13/07/2023 10:35 | 39° 26' 42" N 00° 20' 24" W | Cerca de la Punta | |
| TV8 | 8 | 8 | 29/06/2023 12:30 | 13/07/2023 11:00 | 39° 28' 07" N 00° 21' 12" W | Farola salida de vehículos Taller autocir | |
| TV9 | 9 | 9 | 29/06/2023 13:06 | 13/07/2023 12:03 | 39° 27' 35" N 00° 24' 08" W | Taller Esteve Requena | |
| TV10 | 10 | 10 | 29/06/2023 13:20 | 13/07/2023 12:12 | 39° 27' 20" N 00° 24' 04" W | Taller Dirve Option | |
| ZARAGOZA | MUESTREO 03/07/2023 -17/07/2023 | | | | | | |
| TS1 | 1 | 1 | 03/07/2023 11:18 | 17/07/2023 10:42 | 41° 48' 25" N 0° 9' 26" W | Sariñena (misma ubicación de campaña 2022) | |
| PAZ2 | 2 | 2 | 03/07/2023 12:42 | 17/07/2023 11:56 | 41° 41' 40" N 0° 49' 24" W | Papelera Torras Papel (Montañana) | Olor papelera (sulfurado) |

Campaña de COVs Plan Nacional de O₃ 2023

| | | | | | | | |
|---------------|--|---|------------------|------------------|----------------------------|--|----------------------------|
| TZ3 | 3 | 3 | 03/07/2023 13:50 | 17/07/2023 12:55 | 41° 45' 06" N 1° 10' 15" W | Planta Stellantis (Figueruelas) | Olor disolvente |
| HUELVA | MUESTREO 29 Y 30/06/2023 - 14/07/2023 | | | | | | |
| PH1 | 1 | 1 | 29/06/2023 10:35 | 14/07/2023 14:30 | 37° 11' 06" N 6° 53' 47" W | Proximidades CEPSA Química y Refinería CEPSA | |
| PH5 | 5 | 5 | 14/07/2023 14:30 | 28/07/2023 12:45 | | | |
| PH2 | 2 | 2 | 29/06/2023 10:50 | 14/07/2023 14:40 | 37° 11' 19" N 6° 53' 32" W | Proximidades CEPSA Química | |
| PH3 | 3 | 3 | 29/06/2023 11:00 | 14/07/2023 14:50 | 37° 11' 20" N 6° 54' 10" W | Proximidades CEPSA Refinería | |
| PH4 | 4 | 4 | 29/06/2023 11:15 | 14/07/2023 14:15 | 37° 10' 48" N 6° 53' 25" W | Proximidades Fertilberia | Amoniaco-Urea planta P.Fra |
| PH6 | 6 | 6 | 14/07/2023 14:15 | 28/07/2023 12:40 | | | |
| PUH7 | 7 | 7 | 30/06/2023 13:25 | 14/07/2023 14:00 | 37° 10' 41" N 6° 54' 51" W | Proximidades Muelle Petrolero | Próximo a Punta del Sebo |
| PUHF8 | 8 | 8 | 30/06/2023 13:50 | 14/07/2023 15:00 | 37° 12' 09" N 6° 56' 12" W | Cabina La Rábida | |

IV. RESULTADOS

IV.1. NIVELES DE COVs

Los niveles de COVs medidos en esta campaña no presentan interés en cuanto a niveles en aire ambiente dado que estos se han obtenido muy cerca de los focos, o incluso en ellos. Sí que lo presentan, en cambio, las proporciones relativas de los diferentes compuestos y grupos de COVs, pues estas ayudan a identificar aquellos componentes que presentan una concentración superior en las posibles emisiones.

La Tabla 3 y Figura 8 muestran las concentraciones de cada COV analizado en cada emplazamiento indicado en la Tabla 2. En ellas se puede observar que las concentraciones de COVs totales más elevadas ($100 \mu\text{g m}^{-3}$) se obtuvieron en el clúster petroquímico de Huelva (PH) en unos puntos localizados en emplazamientos pegados a las instalaciones industriales, seguidas por un emplazamiento similar en el clúster petroquímico de Castellón (PC) algunos emplazamientos portuarios de Barcelona y Huelva (PUB y PUH) y talleres de pinturas de vehículos (TA), con concentraciones alrededor de $60 \mu\text{g m}^{-3}$. La mayor parte de los emplazamientos próximos a gasolineras alcanzaron concentraciones de COVs totales de 30 a $40 \mu\text{g m}^{-3}$, y los de fondo urbano, próximos a $20 \mu\text{g m}^{-3}$.

En cuanto al predominio de tipo de COVs, dominan ampliamente los aldehídos con proporciones de hasta 50 (PUV) - 60 (papelera de Zaragoza, PAP) % de los COVs, excepto en PC (claro dominio de aromáticos), PUH y PH (dominio de alcanos) y el clúster químico de Tarragona (QT, dominio de aromáticos y alcanos). Además, destacan 10-20% cetonas en la mayor parte de emplazamientos, ésteres (hasta casi 20%) en TA, ácidos carboxílicos (10%) en algunas gasolineras (GAS) de Castellón, puntos de fondo en PC y fondo urbano de Castellón, siloxanos (hasta 20% en algunas GAS y 5% en algunos TA, PUV y PC).

La Tabla 4 muestra para cada tipo de ambiente (GAS, P, TA, Q, FU, etc) los COVs ordenados por niveles de concentración, y la Tabla 5 y Figura 9, los COVs agrupados por grupo.

Cabe resaltar que una elevada proporción de los compuestos oxigenados es de origen secundario (generado en la atmósfera) y por tanto no se emiten por una fuente. Sin embargo, en los párrafos anteriores se añaden igualmente.

Para la comparación con otros clústeres químicos y el tráfico rodado se añaden a las comparaciones (Tablas 4 y 5 y Figura 9) los resultados de las medidas de COVs obtenidas en los clústeres petroquímicos de Vizcaya (PB) y Tarragona (PT), en 2022, así como las de la estación de tráfico de Escuelas Aguirre en Madrid (TRM), en 2021.

IV.1.1. Gasolineras

Los compuestos que se encuentran en concentraciones de 2.7 a $0.8 \mu\text{g m}^{-3}$ como media de las gasolineras son:

- OCOVs (mayoritariamente secundarios en cuanto a origen): Formaldehído > acetaldehído > endolim > acetona > butanal > ácido pinónico.
- HCOVs: 2-metilpentano > metilciclohexano > tolueno > 2,2-dimetilbutano.

IV.1.2. Clústers químicos y petroquímicos

Como cabía esperar destacan por concentraciones de alkanos y aromáticos mayores que en otros emplazamientos, aunque el rango de concentración es grande. También destacan los niveles altos de acetonas (PH, PC y PB) y acetatos (PC) en algunos clústeres; y siloxanos en PB

Clúster petroquímico de Huelva

Los compuestos que se encuentran en concentraciones de 14 a 0.8 $\mu\text{g m}^{-3}$ como media son:

- OCOVs (de 7.4 a 0.8 $\mu\text{g m}^{-3}$): Acetona > acetaldehído > formaldehído > butanal > 2,4-hexadienal > propanal > toluquinona > glicolaldehído.
- HCOVs (de 14 a 0.8 $\mu\text{g m}^{-3}$): Metilciclohexano > 2-metilpentano > 2,2-dimetilbutano > hexano > propilbenceno > 1,3,5-trimetilbenceno > tolueno > nonano > octeno > 4-etiltolueno > m-cimeno > heptano.

Clúster petroquímico de Castellón

Los compuestos que se encuentran en concentraciones de 7 a 0.8 $\mu\text{g m}^{-3}$ como media son:

- OCOVs (de 4 a 0.8 $\mu\text{g m}^{-3}$): Acetona > butilacetato > butanal > ácido pinónico > octametilciclotetrasiloxano > hidroxiacetona > formaldehído > toluquinona > nonanal > ciclohexanona > acetaldehído.
- HCOVs (de 7 a 0.8 $\mu\text{g m}^{-3}$): 2-Metilpentano > tolueno > metilciclohexano > etilbenceno > propilbenceno > 1,3,5-trimetilbenceno > m,p-xileno > o-xileno > hexano > heptano > hepteno > 4-etiltolueno > m-cimeno > 2,2-dimetilbutano.

Clúster petroquímico de Vizcaya

Los compuestos que se encuentran en concentraciones de 5 a 0.8 $\mu\text{g m}^{-3}$ como media son:

- OCOVs (de 3 a 0.8 $\mu\text{g m}^{-3}$): Acetona > formaldehído > hexanal > butanal > acetaldehído.
- HCOVs, de 5 a 0.8 $\mu\text{g m}^{-3}$: Tolueno > metilciclohexano > etilbenceno > o-xileno > m,p-xileno > octeno.

Clúster petroquímico de Tarragona (NE)

Los compuestos que se encuentran en concentraciones de 5 a 0.8 $\mu\text{g m}^{-3}$ como media son:

- OCOVs (de 3 a 0.8 $\mu\text{g m}^{-3}$): Acetona > hexametilciclotrisiloxano > formaldehído > acetaldehído > hexanal > butanal > hidroxiacetona.
- HCOVs (de 5 a 0.8 $\mu\text{g m}^{-3}$): Tolueno > benceno.

Clúster químico de Tarragona (SW)

Los compuestos que se encuentran en concentraciones de 5 a 0.8 $\mu\text{g m}^{-3}$ como media son:

- OCOVs (de 5 a 0.8 $\mu\text{g m}^{-3}$): Formaldehído > acetaldehído > acetona > butanal > endolim.
- HCOVs (de 2 a 0.8 $\mu\text{g m}^{-3}$): 2-Metilpentano > metilciclohexano > 2,2-dimetilbutano > hexano > tolueno > 1,3,5-trimetilbenceno.

IV.1.3. Papelera

Los compuestos que se encuentran en concentraciones de 5 a 0.8 $\mu\text{g m}^{-3}$:

- OCOVs (de 5 a 0.8 $\mu\text{g m}^{-3}$): Acetaldehído > formaldehído > acetona > butanal > propanal > hexanal.
- HCOVs (0.8 $\mu\text{g m}^{-3}$): 1,3,5-trimetilbenceno.

A destacar la concentración de acetaldehído mucho mayor que en el resto de los emplazamientos.

IV.1.4. Talleres de pintura e industria automóvil

Los compuestos que se encuentran en concentraciones de 4 a 0.8 $\mu\text{g m}^{-3}$ como media de las los talleres:

- OCOVs (de 3 a 0.8 $\mu\text{g m}^{-3}$): Butilacetato > formaldehído > acetona > acetaldehído > n-propilacetato > butanal > endolim > hidroxiacetona > toluquinona.
- HCOVs (de 4 a 0.8 $\mu\text{g m}^{-3}$): Metilciclohexano > tolueno > propilbenceno > 1,3,5-trimetilbenceno > 2-metilpentano > etilbenceno.

A destacar la concentración elevada de acetatos.

IV.1.5. Puertos

Los puertos de Barcelona y Huelva destacan po las altas concentraciones de algunos alcanos.

Puerto de Huelva

Los compuestos que se encuentran en concentraciones de 9 a 0.8 $\mu\text{g m}^{-3}$ como media de los dos puntos de medición:

- OCOVs (de 3 a 0.8 $\mu\text{g m}^{-3}$): Acetona > 2,4-hexadiendial > acetaldehído > formaldehído > butanal > propanal > nonanal.
- HCOVs (de 9 a 0.8 $\mu\text{g m}^{-3}$): Metilciclohexano > 2-etilpentano > hexano > 2,2-dimetilbutano > octeno > tolueno.

A destacar la alta concentración de alcanos y acetona en este puerto con elevado movimiento y almacenaje de hidrocarburos y próximo al clúster petroquímico.

Puerto de Barcelona

Los compuestos que se encuentran en concentraciones de 8 a 0.8 $\mu\text{g m}^{-3}$ como media de los tres puntos de medición:

- OCOVs (de 3 a 0.8 $\mu\text{g m}^{-3}$): Acetaldehído > formaldehído > butanal > propanal > acetona.
- HCOVs (de 8 a 0.8 $\mu\text{g m}^{-3}$): 2-Metilpentano > metilciclohexano > 2,2-dimetilbutano > hexano > propilbenceno > 1,3,5-trimetilbenceno > tolueno.

A destacar la alta concentración de alcanos en este sector del puerto con grandes depósitos de hidrocarburos.

Puerto de Valencia

Los compuestos que se encuentran en concentraciones de 8 a 0.8 $\mu\text{g m}^{-3}$:

- OCOVs (de 3 a 0.8 $\mu\text{g m}^{-3}$): Formaldehído > acetona > acetaldehído > endolim > butanal > hexanal > hexametildiclotrisiloxano > octanal > benzaldehído > propanal > heptanal.
- HCOVs (de 1.4 a 0.8 $\mu\text{g m}^{-3}$): Dodecano > m-Cimeno.

A destacar la alta concentración de folmaldehído y acetona.

IV.1.6. Tráfico

La estación de tráfico de Madrid registró los niveles de COVs más elevados de los emplazamientos del presente informe, incluso aquellos en el interior de petroquímicas o talleres de automóviles, y presenta un dominio claro de aromáticos. Destaca también la concentración elevada de acetona.

Los compuestos que se encuentran en concentraciones de 32 a 0.8 $\mu\text{g m}^{-3}$:

- OCOVs (de 4 a 1.2 $\mu\text{g m}^{-3}$): Acetona > formaldehído > acetaldehído > butilacetato > hexametildiclotrisiloxano > sabinaketona > valerolactona.
- HCOVs (de 32 a 12 $\mu\text{g m}^{-3}$): Tolueno > etilbenceno > m,p-xileno > o-xileno.
- HCOVs (de 4 a 0.8 $\mu\text{g m}^{-3}$): dodecano > propilbenceno > octeno > a-pineno > tetradecano > 4-etiltolueno > decano > hepteno > tetracloroetileno > hexano > nonano > canfeno > 1,2,4-trimetil heptano > limoneno > benceno.

IV.1.7. Fondo urbano

Los niveles de COVs son bajos tanto en el fondo urbano de Castellón como en el de Valencia, además los compuestos con concentraciones superiores (1.7-0.8 $\mu\text{g m}^{-3}$) son todos OCOVs; hidroxiacetona > toluquinona > formaldehído > acetone > endolim > ácido pinónico > acetaldehído > butanal, en Castellón y formaldehído > endolim > acetaldehído > butanal > acetona en Valencia.

Tabla 3a. Concentraciones medias de COVs ($\mu\text{g m}^{-3}$) y MIR ($\mu\text{g O}_3 \text{ g}^{-1} \text{ COV}$, Veneczek et al., 2018) para diferentes puntos de muestreo de la campaña de 2023. Celdas vacías, bajo límite de detección.

| Compuesto | MIR | GV1 | GV2 | GV3 | GV4 | GC4 | GC5 | GC6 | GC7 | TV8 | TV9 | TV10 | TC1 | TC2 | TC3 | TC4 | TZ3 | TS1 | FUC3 | FUC13 | FUV6 | FUV7 |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|
| Ácido propanoico | 1.35 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | <0.1 | 0.1 | 0.1 | <0.1 | | |
| 2,2-Dimetilbutano | 1.30 | 1.7 | 1.1 | 2.2 | 2.2 | 0.4 | 0.5 | 1.4 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.5 | 2.6 | <0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 |
| 2-Metilpentano | 1.77 | 3.7 | 2.8 | 5.7 | 4.2 | 1.3 | 1.4 | 3.0 | 1.9 | 1.6 | 1.4 | 0.7 | 1.5 | 1.3 | 1.6 | 1.8 | 7.6 | 0.4 | 1.1 | 0.6 | 0.3 | 0.4 |
| Decano | 0.93 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.3 |
| Dodecano | 0.79 | 1.2 | 1.5 | 0.4 | 0.8 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.1 | 1.1 | 0.5 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.8 |
| Heptano | 1.37 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.6 | 1.3 | 0.1 | 0.8 | 0.2 | 0.4 | 1.6 | 0.4 | <0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 |
| Hexano | 1.55 | 1.5 | 1.1 | 2.4 | 1.9 | 0.5 | 0.4 | 1.2 | 0.3 | 0.8 | 0.9 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.7 | 2.6 | 1.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.1 |
| Metilciclohexano | 1.86 | 2.7 | 2.5 | 4.0 | 2.9 | 1.1 | 1.0 | 2.4 | 0.8 | 2.5 | 17.1 | 1.0 | 12.4 | 2.5 | 7.7 | 6.3 | 3.6 | 0.2 | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 0.6 |
| Nonano | 1.03 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.9 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| Octano | 1.15 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | <0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 1.0 | 0.1 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 0.1 | <0.1 |
| Tetradecano | 0.75 | 0.8 | 0.4 | 0.3 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.8 | 0.7 | 0.3 | 0.2 | 0.8 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.7 |
| Undecano | 0.85 | 0.3 | 0.3 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | <0.1 | 0.1 | 0.6 | 0.5 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | <0.1 | 0.3 | <0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 |
| Benzilalcohol | 4.71 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 0.5 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 2.2 | 0.9 | 0.3 |
| Fenol | 2.41 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.7 | 0.5 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.4 |
| Hexilalcohol | 2.87 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | <0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 0.1 | <0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Acetaldehído | 6.07 | 9.1 | 12.5 | 8.7 | 18.1 | 4.0 | 4.2 | 5.7 | 4.7 | 10.7 | 9.4 | 10.6 | 4.3 | 12.0 | 6.2 | 7.7 | 10.8 | 1.1 | 6.5 | 3.2 | 6.2 | 5.3 |
| Acroleína | 6.98 | 1.5 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | | | 0.1 | | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 4.6 | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 1.9 | 0.1 | | | |
| Butanal | 5.73 | 6.5 | 6.6 | 5.4 | 12.1 | 3.2 | 3.6 | 4.8 | 3.6 | 9.8 | 10.4 | 9.7 | 4.1 | 6.6 | 3.3 | 5.2 | 6.8 | 1.9 | 5.9 | 2.9 | 5.1 | 3.8 |
| Crotonaldehído | 8.18 | 1.1 | 0.8 | 0.7 | 2.3 | 0.9 | 0.6 | 1.1 | 0.4 | 1.3 | 1.2 | 1.6 | 0.6 | 0.7 | 0.5 | 1.0 | 2.6 | | 1.0 | 0.1 | 0.6 | 0.2 |
| Formaldehído | 7.16 | 17.9 | 17.3 | 15.5 | 33.2 | 8.0 | 8.6 | 11.2 | 9.2 | 23.0 | 15.8 | 21.1 | 10.3 | 13.1 | 9.2 | 14.8 | 10.9 | 3.1 | 15.3 | 6.9 | 13.8 | 10.4 |
| Glicolaldehído | 4.68 | 0.6 | 0.6 | 0.5 | 1.2 | 0.3 | 0.5 | 0.5 | 0.4 | 1.2 | 1.2 | 1.1 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.8 | 0.8 | 0.1 | 0.7 | 0.3 | 0.6 | 0.4 |
| Glutaraldehído | 4.13 | 1.6 | 0.6 | 0.5 | 0.9 | 0.1 | 2.2 | 1.2 | 0.4 | 1.0 | 0.6 | 0.8 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 0.2 | 1.4 |
| Heptanal | 3.55 | 2.0 | 1.6 | 1.7 | 3.5 | 0.7 | 0.9 | 1.1 | 0.7 | 2.1 | 4.6 | 1.7 | 0.7 | 0.9 | 0.7 | 1.1 | 1.3 | 0.3 | 1.7 | 0.6 | 1.5 | 1.3 |
| Hexanal | 4.17 | 2.8 | 2.9 | 2.6 | 5.9 | 1.2 | 1.2 | 1.9 | 1.5 | 5.1 | 3.4 | 3.4 | 1.5 | 1.8 | 1.5 | 2.4 | 2.3 | 0.4 | 2.5 | 1.0 | 2.0 | 1.6 |
| Isobutanal | 4.50 | 1.2 | 0.5 | 0.5 | 1.1 | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 0.3 | 1.0 | 1.0 | 0.9 | 3.0 | 0.5 | 0.3 | 0.5 | 0.5 | 0.9 | 0.6 | 0.3 | 0.5 | 0.4 |
| Isovaleraldehído | 4.69 | 0.1 | | | | | | | | | | | 0.1 | | | | 2.9 | 0.4 | | 0.1 | | |
| Metacroleína | 5.43 | 0.3 | 0.1 | 0.4 | | | | 0.3 | | | | | 0.2 | 0.3 | | 0.1 | 0.1 | 0.3 | | | | 0.3 |
| Nonanal | 3.00 | 0.2 | 0.3 | 1.3 | 0.3 | 2.5 | 3.1 | 3.7 | 3.4 | 0.9 | 1.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 3.4 | 9.1 | 0.9 | 0.3 | 0.5 | 1.9 | 0.5 | 0.7 |
| Octanal | 3.06 | 1.9 | 1.8 | 1.7 | 3.8 | 0.9 | 0.9 | 1.5 | 1.0 | 2.3 | 2.1 | 2.5 | 1.7 | 1.1 | 0.8 | 1.5 | 1.3 | 0.2 | 1.9 | 0.7 | 1.4 | 1.1 |
| Pentanal | 4.88 | | | | | 1.4 | 1.6 | 2.3 | 1.6 | | | | 1.7 | 2.1 | 1.7 | 2.5 | | 0.5 | 2.8 | 1.2 | | |
| Pinonaldehído | 4.00 | 1.8 | 1.1 | 1.1 | 2.8 | 1.0 | 1.0 | 1.2 | 1.2 | 1.3 | 1.0 | 2.0 | 3.0 | 1.9 | 1.1 | 2.0 | 0.9 | 0.4 | 1.5 | 0.8 | 0.9 | 0.9 |
| Pivalaldehído | 4.60 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | <0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | | 0.1 | 1.2 | 0.1 | | 0.1 | 0.6 | | 0.2 | | 0.1 | 0.1 |
| Propanal | 6.78 | 5.0 | 4.8 | 4.6 | 9.5 | 2.2 | 2.3 | 3.6 | 2.4 | 5.4 | 5.1 | 5.7 | 2.8 | 4.0 | 2.3 | 3.3 | 5.1 | 0.8 | 3.7 | 1.9 | 3.2 | 2.3 |
| Glioxal | 8.84 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.5 | | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 |
| Hepteno | 4.22 | 1.7 | 1.1 | 2.3 | 1.7 | 0.6 | 0.5 | 1.2 | 0.4 | 2.2 | 3.1 | 0.8 | 1.5 | 0.5 | 1.3 | 6.2 | 1.1 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.3 |
| Octeno | 3.46 | 0.8 | 1.2 | 1.9 | 1.3 | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 1.1 | 0.7 | 1.5 | 1.3 | 2.8 | 1.6 | 1.9 | 1.5 | 0.9 | 1.7 | 1.3 | 1.0 | 1.5 | 0.5 |
| 1,2,4-Trimetilbenceno | 7.88 | 4.1 | 1.3 | 1.3 | 1.2 | 0.7 | 0.6 | 1.1 | 0.4 | 1.8 | 2.3 | 2.4 | 3.4 | 1.1 | 1.2 | 1.0 | 1.1 | 0.4 | 0.9 | 0.7 | 0.4 | 0.8 |
| 1,3,5-Trimetilbenceno | 9.35 | 7.2 | 6.7 | 7.5 | 6.3 | 2.7 | 3.0 | 5.8 | 2.2 | 10.3 | 14.0 | 13.2 | 21.5 | 5.5 | 6.5 | 4.8 | 19.7 | 1.7 | 4.3 | 3.3 | 4.6 | 3.5 |
| 4-Etiltolueno | 4.28 | 1.4 | 1.1 | 1.4 | 1.1 | 0.5 | 0.5 | 1.0 | 0.4 | 1.7 | 2.5 | 2.1 | 2.9 | 0.7 | 1.1 | 0.8 | 3.3 | 0.2 | 0.6 | 0.5 | 0.7 | 0.5 |
| Benceno | 0.79 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Dimetilestireno | 1.00 | 0.1 | 0.1 | <0.1 | 0.1 | <0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | <0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 0.1 | <0.1 | 0.2 | <0.1 | 0.1 |
| Estireno | 1.70 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.9 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| Etilbenceno | 6.12 | 1.6 | 1.2 | 1.8 | 1.3 | 0.5 | 0.4 | 1.2 | 0.4 | 3.9 | 5.1 | 2.2 | 5.4 | 0.9 | 1.7 | 1.5 | 3.5 | 0.2 | 0.4 | 0.3 | 0.6 | 0.5 |
| Indano | 3.25 | 0.4 | 0.5 | 0.2 | 0.6 | 0.7 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 0.6 | 0.5 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.2 | 0.7 | 1.0 | 0.3 |

Campaña de COVs Plan Nacional de O₃ 2023

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| m,p-Xileno | 6.99 | 2.2 | 1.6 | 2.5 | 1.8 | 0.7 | 0.6 | 1.7 | 0.7 | 6.3 | 6.3 | 3.9 | 8.8 | 1.3 | 2.5 | 2.3 | 5.1 | 0.5 | 0.6 | 0.5 | 1.0 | 0.7 |
| o-Xileno | 7.17 | 2.6 | 1.9 | 2.9 | 2.1 | 0.8 | 0.7 | 1.9 | 0.7 | 5.6 | 5.9 | 4.2 | 8.4 | 1.3 | 2.5 | 2.2 | 6.2 | 0.3 | 0.7 | 0.6 | 1.1 | 0.7 |
| m-Propiltolueno | 4.00 | 0.1 | 0.1 | <0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | <0.1 | 1.0 | <0.1 | <0.1 | 0.4 | 0.2 | 0.1 |
| o-Propiltolueno | 4.18 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 0.3 | 0.4 | 0.3 | 1.2 | 0.2 | 0.5 | 0.2 | 0.2 | 0.3 |
| o-Tolualdehído | -0.29 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | | | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| Propilbenceno | 2.15 | 2.0 | 1.7 | 2.3 | 1.5 | 0.7 | 0.7 | 1.4 | 0.5 | 2.5 | 3.5 | 3.0 | 4.0 | 1.1 | 1.5 | 1.2 | 5.5 | 0.2 | 0.7 | 0.6 | 1.0 | 0.7 |
| Tolueno | 4.02 | 5.0 | 3.2 | 5.7 | 4.4 | 1.3 | 1.4 | 11.2 | 4.1 | 9.0 | 11.7 | 4.6 | 24.0 | 2.7 | 7.6 | 6.2 | 6.7 | 0.3 | 1.3 | 0.8 | 1.6 | 1.9 |
| Trimetilbenceno is.1 | 9.00 | 2.0 | 1.7 | 2.1 | 1.6 | 0.7 | 0.7 | 1.4 | 0.6 | 2.7 | 3.7 | 3.5 | 5.5 | 1.3 | 1.6 | 1.3 | 6.8 | 0.3 | 0.8 | 0.7 | 1.1 | 0.9 |
| Trimetilbenceno is.2 | 9.00 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 4.9 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.7 | 0.1 |
| Metilglioxal | 11.20 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | | 0.1 | 0.4 | 0.5 | | 0.3 | 0.1 | 0.2 | 0.2 |
| 2-Butanona | 1.53 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | <0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | <0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 2-Pentanona | 3.06 | 1.3 | 1.6 | 1.1 | 2.6 | | | | | 1.6 | 1.4 | 1.7 | | | | | | | | | 1.0 | 0.8 |
| 4-Metil-2-pentanona | 3.81 | 0.1 | | | | | | <0.1 | | | | | 0.2 | | | | | 0.1 | | | | |
| Acetona | 0.34 | <0.1 | 0.2 | 0.2 | 1.1 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 1.0 | 0.4 | 1.1 | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 0.8 | 0.4 | 0.1 | 0.6 | 0.3 | 0.3 | 0.1 |
| Hexanona | 3.47 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 1.4 | 2.6 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.2 |
| Hidroxiacetona | 3.08 | 0.7 | 0.5 | 0.4 | 1.1 | 4.3 | 4.7 | 5.3 | 4.4 | 0.6 | 0.5 | 0.8 | 4.7 | 2.9 | 4.3 | 7.3 | 1.2 | 0.4 | 7.7 | 3.9 | 0.4 | 0.3 |
| Sabinaketona | 4.05 | 1.7 | 1.1 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 0.6 | 0.8 | 0.3 | 0.6 | 0.6 | 0.7 | 0.6 | 0.7 | 0.5 | 2.1 | 0.6 | 0.6 | 1.1 | 0.9 | 0.6 | |
| 2,3-Butanediona | 13.50 | 1.6 | 1.8 | 1.4 | 4.2 | 1.3 | 1.2 | 1.6 | 1.3 | 0.8 | 3.2 | 2.9 | 14.5 | 0.8 | 1.1 | 3.1 | 5.0 | 0.6 | 2.6 | 0.6 | 1.0 | 1.3 |
| Ciclohexanona | 1.66 | 0.4 | 0.5 | 1.2 | 1.8 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.3 | 1.6 | 2.1 | 1.8 | 0.6 | 0.9 | 0.3 | 0.5 | 0.2 | <0.1 | 0.5 | 0.3 | 0.3 | 0.4 |
| Heptanona | 2.74 | 0.2 | | | 0.1 | 0.1 | | | 0.1 | 0.5 | 0.4 | 0.1 | 1.9 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | <0.1 | 0.1 | | <0.1 | <0.1 | |
| Nonanona | 1.33 | 0.5 | | | | | <0.1 | | <0.1 | 0.1 | 0.1 | <0.1 | 0.8 | | <0.1 | | 0.2 | | | | <0.1 | |
| Octanona | 3.06 | 0.6 | 0.4 | 0.5 | 0.7 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.1 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.9 | 0.3 | | 0.2 | | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | |
| Butilacetato | 1.00 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.1 | 3.5 | 6.4 | 3.0 | 6.8 | 0.5 | 0.4 | 0.7 | 1.1 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.1 |
| n-Propilacetato | 0.95 | 0.6 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | | | | | 1.9 | 2.8 | 0.7 | 4.8 | 0.1 | | | | | | | 0.1 | 0.1 |
| Octametilciclotetrasilox. | -0.05 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| a-pineno | 4.02 | 0.2 | 0.3 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 |
| Camfeno | 4.02 | 0.5 | 2.1 | 0.5 | 0.6 | 1.0 | 0.9 | 0.5 | 0.2 | 0.4 | 1.1 | 1.1 | 1.7 | 1.0 | 3.7 | 0.6 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 2.1 | 1.5 | 1.1 |
| Limoneno | 4.06 | 0.1 | 0.1 | <0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | <0.1 | 0.2 | 0.6 | 0.5 | 0.3 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 1.7 | 0.1 | 0.1 |
| m-Cimeno | 6.30 | 3.1 | 4.2 | 1.5 | 4.5 | 5.8 | 2.3 | 1.5 | 1.9 | 1.4 | 3.0 | 5.9 | 4.7 | 3.9 | 1.5 | 1.6 | 2.8 | 4.0 | 1.6 | 5.9 | 2.6 | 2.1 |
| o-Cimeno | 5.14 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 1.5 | 0.2 | 0.4 | 0.2 | 0.3 | 0.2 |
| β-Pineno | 3.47 | 2.1 | 3.8 | 1.5 | 2.6 | 1.6 | 1.5 | 1.1 | 0.7 | 1.5 | 2.2 | 2.4 | 2.3 | 1.9 | 1.3 | 1.2 | 0.5 | 0.6 | 0.9 | 2.2 | 2.3 | 2.0 |

Tabla 3b. Concentraciones medias de COVs ($\mu\text{g m}^{-3}$) y MIR ($\mu\text{g O}_3 \text{ g}^{-1} \text{ COV}$, Venecek et al., 2018) para diferentes puntos de muestreo de la campaña de 2023. Celdas vacías, bajo límite de detección (continuación).

| Compuesto | MIR | PUV5 | PUB1 | PUB2 | PUB3 | PUH7 | PUHF8 | QT1 | QT3 | QT2 | PCF10 | PC11 | PCF12 | PH1_5 | PH4_6 | PH2 | PH3 | PAZ2 |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|------|------|------|
| Ácido propanoico | 1.35 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 2,2-Dimetilbutano | 1.30 | 0.2 | 2.2 | 2.8 | 2.6 | 0.8 | 2.8 | 3.1 | 0.9 | 0.9 | 0.2 | 1.0 | 0.1 | 11.1 | 15.8 | 2.3 | 2.9 | 0.1 |
| 2-Metilpentano | 1.77 | 0.9 | 10.7 | 21.8 | 7.6 | 3.7 | 9.7 | 24.6 | 3.8 | 4.2 | 1.3 | 12.1 | 0.6 | 31.8 | 41.3 | 9.2 | 14.0 | 0.6 |
| Decano | 0.93 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.6 | 0.9 | 0.2 | 0.2 | 0.1 |
| Dodecano | 0.79 | 1.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.6 | 0.6 | 0.1 | 0.2 | 0.1 |
| Heptano | 1.37 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.4 | 0.1 | 1.5 | 1.4 | 0.2 | 0.7 | 0.1 | 2.0 | 0.1 | 1.2 | 1.8 | 0.5 | 0.8 | 0.1 |
| Hexano | 1.55 | 0.2 | 1.2 | 4.8 | 1.1 | 0.3 | 4.5 | 3.4 | 1.0 | 1.2 | 0.2 | 2.6 | 0.1 | 5.9 | 11.5 | 1.3 | 1.6 | 0.2 |
| Metilciclohexano | 1.86 | 0.7 | 1.3 | 7.7 | 3.6 | 1.6 | 32.6 | 14.7 | 1.7 | 2.8 | 1.2 | 7.1 | 0.5 | 35.9 | 43.3 | 8.1 | 14.8 | 0.4 |
| Nonano | 1.03 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.9 | 0.1 | 0.4 | 0.9 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 2.0 | 2.7 | 0.5 | 1.1 | 0.1 |
| Octano | 1.15 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.4 | 0.1 | 0.5 | 0.8 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 0.8 | 1.1 | 0.4 | 0.7 | 0.0 |
| Tetradecano | 0.75 | 0.4 | 0.2 | 0.5 | 0.3 | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 0.5 | 0.2 | 0.3 | 0.1 |
| Undecano | 0.85 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.7 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| Benzilalcohol | 4.71 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.8 | 0.3 | 0.9 | 0.3 | 0.5 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| Fenol | 2.41 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 1.0 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.3 | 0.1 | 0.1 |
| Hexilalcohol | 2.87 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.0 |
| Acetaldehído | 6.07 | 12.1 | 3.9 | 32.1 | 10.2 | 12.7 | 11.9 | 12.0 | 9.7 | 8.1 | 3.7 | 4.9 | 2.5 | 8.8 | 11.2 | 31.9 | 14.2 | 32.4 |
| Acroleína | 6.98 | 0.2 | 7.2 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | | | | | | | 4.0 | 0.2 | 0.3 | 0.1 | 0.1 |
| Butanal | 5.73 | 8.8 | 5.1 | 13.2 | 7.6 | 8.4 | 6.9 | 6.7 | 5.1 | 4.1 | 3.3 | 18.2 | 2.1 | 5.8 | 7.0 | 12.7 | 9.4 | 9.8 |
| Crotonaldehído | 8.18 | 1.3 | 0.9 | 1.1 | 0.7 | 1.6 | 1.3 | 0.8 | 0.3 | 0.3 | 0.6 | 1.7 | 0.2 | 0.8 | 1.4 | 2.6 | 1.4 | 1.0 |
| Formaldehído | 7.16 | 23.8 | 13.0 | 25.3 | 15.2 | 16.3 | 12.3 | 14.7 | 13.2 | 11.0 | 6.9 | 8.3 | 5.4 | 10.5 | 12.4 | 21.1 | 15.3 | 12.4 |
| Glicolaldehído | 4.68 | 0.9 | 0.5 | 1.1 | 0.9 | 1.2 | 1.0 | 0.7 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 1.6 | 0.2 | 4.4 | 4.5 | 8.7 | 1.3 | 0.9 |
| Glutaraldehído | 4.13 | 0.4 | 0.3 | 1.0 | 0.6 | | 0.0 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 1.0 | 0.1 | 0.1 | | 0.1 | 0.1 | |
| Heptanal | 3.55 | 2.6 | 0.6 | 1.0 | 0.8 | 1.6 | 1.6 | 0.8 | 0.7 | 0.5 | 0.7 | 1.2 | 0.5 | 1.1 | 1.4 | 2.3 | 1.9 | 1.7 |
| Hexanal | 4.17 | 4.1 | 0.4 | 0.7 | 0.7 | 2.7 | 2.2 | 0.6 | 0.6 | 0.4 | 1.2 | 1.4 | 0.8 | 1.7 | 2.3 | 3.8 | 3.5 | 3.6 |
| Isobutanal | 4.50 | 0.8 | 3.8 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 0.6 | 0.7 | 0.5 | 0.4 | 0.3 | 2.4 | 0.2 | 1.0 | 0.6 | 0.8 | 0.7 | 0.6 |
| Isovaleraldehído | 4.69 | | 1.9 | 3.1 | 2.5 | | | 2.3 | 2.1 | 1.7 | | | | 0.4 | | | | 2.6 |
| Metacroleína | 5.43 | | 0.2 | | | | | | | | 0.4 | 0.1 | | 0.2 | 0.4 | | | |
| Nonanal | 3.00 | 0.3 | 0.1 | 0.4 | 0.2 | 2.2 | 2.1 | 0.5 | 1.0 | 0.2 | 2.8 | 3.1 | 2.0 | 1.2 | 1.2 | 2.9 | 3.7 | 0.7 |
| Octanal | 3.06 | 2.9 | 0.6 | 2.1 | 1.3 | 1.8 | 1.6 | 1.2 | 1.2 | 0.7 | 0.9 | 0.9 | 0.7 | 1.1 | 1.5 | 2.2 | 2.1 | 1.6 |
| Pentanal | 4.88 | | 1.7 | | | | | | | | 1.6 | 1.9 | 1.0 | | | | | |
| Pinonaldehído | 4.00 | 1.9 | 1.8 | 1.7 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | 0.5 | 0.6 | 0.2 | 1.7 | 1.1 | 1.1 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 0.7 | 1.1 |
| Pivalaldehído | 4.60 | 0.2 | | 0.2 | 0.1 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | | | | | | 0.6 |
| Propanal | 6.78 | 5.6 | 2.0 | 8.7 | 5.0 | 6.6 | 6.8 | 3.8 | 3.1 | 2.6 | 1.9 | 2.9 | 1.3 | 5.0 | 9.3 | 9.4 | 9.8 | 6.0 |
| Glioxal | 8.84 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.3 | 6.5 | 4.6 | 0.4 | 0.4 | 0.2 | | 0.2 | | 3.3 | 4.3 | 6.1 | 5.1 | 0.5 |
| Hepteno | 4.22 | 0.3 | 0.4 | 1.6 | 1.1 | 0.3 | 3.3 | 2.5 | 0.5 | 1.7 | 0.4 | 3.6 | 0.3 | 3.8 | 4.9 | 0.9 | 1.3 | 0.2 |
| Octeno | 3.46 | 0.8 | 0.9 | 2.3 | 0.9 | 2.1 | 2.8 | 1.8 | 1.5 | 1.6 | 0.8 | 1.4 | 0.5 | 6.0 | 6.6 | 2.0 | 2.5 | 1.5 |
| 1,2,4-Trimetilbenceno | 7.88 | 0.8 | 0.1 | 0.3 | 1.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.8 | 4.9 | 0.7 | 1.4 | 1.9 | 0.3 | 0.6 | 1.2 |
| 1,3,5-Trimetilbenceno | 9.35 | 3.9 | 3.9 | 6.6 | 19.7 | 2.8 | 4.8 | 6.1 | 3.4 | 10.2 | 3.9 | 22.7 | 3.0 | 18.0 | 43.7 | 5.1 | 10.9 | 6.2 |

Campaña de COVs Plan Nacional de O₃ 2023

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| 4-Etiltolueno | 4.28 | 0.6 | 0.7 | 1.1 | 3.3 | 0.4 | 0.9 | 1.0 | 0.5 | 0.8 | 0.6 | 3.5 | 0.5 | 8.5 | 6.8 | 1.0 | 2.2 | 0.7 |
| Benceno | 0.79 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.6 | 0.6 | 0.1 | 0.1 | 0.0 |
| Dimetilestireno | 1.00 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| Estireno | 1.70 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.5 | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.1 | 1.2 | 0.1 | 1.4 | 0.6 | 0.3 | 0.2 | 0.3 |
| Etilbenceno | 6.12 | 0.5 | 0.8 | 1.5 | 3.5 | 0.2 | 0.9 | 0.9 | 0.7 | 1.1 | 0.5 | 7.8 | 0.4 | 2.3 | 3.9 | 0.6 | 1.0 | 0.5 |
| Indano | 3.25 | 0.6 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 1.0 | 0.6 | 0.4 | 0.6 | 1.1 | 0.8 | 0.3 | 0.2 |
| m,p-Xileno | 6.99 | 0.8 | 1.3 | 2.5 | 5.1 | 1.2 | 2.2 | 2.4 | 2.2 | 3.9 | 0.7 | 14.8 | 0.5 | 5.1 | 6.0 | 1.4 | 1.5 | 1.0 |
| o-Xileno | 7.17 | 0.9 | 1.5 | 2.7 | 6.2 | 0.4 | 1.5 | 1.7 | 1.3 | 1.9 | 0.8 | 13.2 | 0.6 | 4.4 | 7.6 | 1.2 | 2.1 | 0.9 |
| m-Propiltolueno | 4.00 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 1.0 | 0.1 | 0.0 | 0.8 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.7 | 0.2 | 0.1 | 0.0 |
| o-Propiltolueno | 4.18 | 0.3 | 0.2 | 0.5 | 1.2 | 0.2 | 0.3 | 0.6 | 0.2 | 1.0 | 0.2 | 1.4 | 0.2 | 1.4 | 3.6 | 0.4 | 1.0 | 0.5 |
| o-Tolualdehído | -0.29 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| Propilbenceno | 2.15 | 0.8 | 0.9 | 1.8 | 5.5 | 0.5 | 1.2 | 1.7 | 0.8 | 1.3 | 0.7 | 5.3 | 0.6 | 7.1 | 9.3 | 1.3 | 2.6 | 1.0 |
| Tolueno | 4.02 | 1.2 | 1.9 | 4.2 | 6.7 | 0.9 | 4.6 | 2.5 | 2.2 | 7.4 | 1.5 | 19.2 | 1.4 | 8.7 | 12.3 | 2.0 | 2.0 | 0.9 |
| Trimetilbenceno is.1 | 9.00 | 1.0 | 1.1 | 2.0 | 6.8 | 0.6 | 1.3 | 3.0 | 1.0 | 1.5 | 0.9 | 5.7 | 0.7 | 6.5 | 11.2 | 1.6 | 3.4 | 1.1 |
| Trimetilbenceno is.2 | 9.00 | 0.3 | 1.0 | 1.7 | 4.9 | 0.7 | 1.2 | 1.1 | 0.9 | 2.5 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 4.7 | 10.3 | 1.3 | 3.4 | 0.1 |
| Metilglioxal | 11.20 | 0.3 | | 0.3 | 0.2 | 1.1 | 0.8 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | | 0.2 | 0.1 | 1.7 | 1.5 | 2.7 | 0.9 | 0.5 |
| 2-Butanona | 1.53 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.0 | | 0.0 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.2 |
| 2-Pentanona | 3.06 | 1.8 | 0.0 | | | | | | 0.0 | 0.0 | | | | | | | | |
| 4-Metil-2-pentanona | 3.81 | | 1.4 | | | | | | | | | | | 0.1 | | | | |
| Acetona | 0.34 | 0.9 | 0.0 | 0.4 | 0.2 | 1.0 | 0.8 | 0.4 | 0.5 | 0.2 | 0.3 | 1.4 | 0.2 | 2.1 | 3.1 | 3.7 | 1.1 | 0.6 |
| Hexanona | 3.47 | 0.5 | 0.9 | 2.8 | 1.8 | 0.3 | 0.2 | 1.9 | 1.5 | 1.2 | 0.2 | 1.0 | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.5 | | 0.7 |
| Hidroxiacetona | 3.08 | 0.8 | 0.6 | 0.8 | 0.9 | 1.6 | 1.2 | 0.9 | 1.0 | 0.6 | 3.5 | 4.4 | 2.6 | 1.9 | 2.1 | 3.2 | 1.6 | 0.7 |
| Sabinaketona | 4.05 | 0.6 | 0.5 | 0.6 | 2.1 | 0.3 | 0.2 | 1.0 | 0.3 | 0.4 | 1.1 | 0.6 | 0.5 | 1.2 | 4.5 | 0.5 | 0.9 | 0.7 |
| 2,3-Butanediona | 13.50 | 3.3 | 0.8 | 2.3 | 4.5 | 6.9 | 5.9 | 4.0 | 3.9 | 1.9 | 1.2 | 1.6 | 0.3 | 7.6 | 6.2 | 5.2 | 8.4 | 2.8 |
| Ciclohexanona | 1.66 | 1.2 | 0.2 | 0.4 | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 1.4 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| Heptanona | 2.74 | 0.1 | 0.6 | | 0.1 | 0.0 | 0.2 | | | 0.1 | | 0.0 | | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.1 |
| Nonanona | 1.33 | | 1.8 | | | | | | | | | 0.0 | 0.0 | 0.4 | | | | |
| Octanona | 3.06 | 0.4 | 0.9 | 0.5 | 0.3 | 0.5 | 0.5 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 0.6 | 0.7 | 0.9 | |
| Butilacetato | 1.00 | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 1.1 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.1 | 3.4 | 0.1 | 0.8 | 1.2 | 0.3 | 0.5 | 0.3 |
| n-Propilacetato | 0.95 | 0.2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Octametilciclotetrasilox. | -0.05 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| a-pineno | 4.02 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 1.0 | 0.7 | 0.2 | 0.1 |
| Camfeno | 4.02 | 0.9 | 0.1 | 0.7 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.3 | 0.6 | 0.2 | 0.9 | 1.7 | 5.6 | 0.2 | 0.3 | 0.9 | 1.4 | 0.1 |
| Limoneno | 4.06 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.9 | 0.4 | 1.0 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.0 |
| m-Cimeno | 6.30 | 5.2 | 0.8 | 1.5 | 2.8 | 1.5 | 1.2 | 1.5 | 1.3 | 2.7 | 7.7 | 5.0 | 3.5 | 4.0 | 7.8 | 5.9 | 3.2 | 1.3 |
| o-Cimeno | 5.14 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 1.5 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 0.2 | 1.1 | 0.2 | 1.4 | 0.2 | 1.0 | 2.8 | 0.3 | 0.8 | 0.4 |
| β-Pineno | 3.47 | 1.8 | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 0.4 | 0.1 | 0.9 | 0.9 | 0.7 | 2.2 | 3.5 | 1.5 | 0.9 | 5.9 | 2.2 | 3.3 | 0.6 |

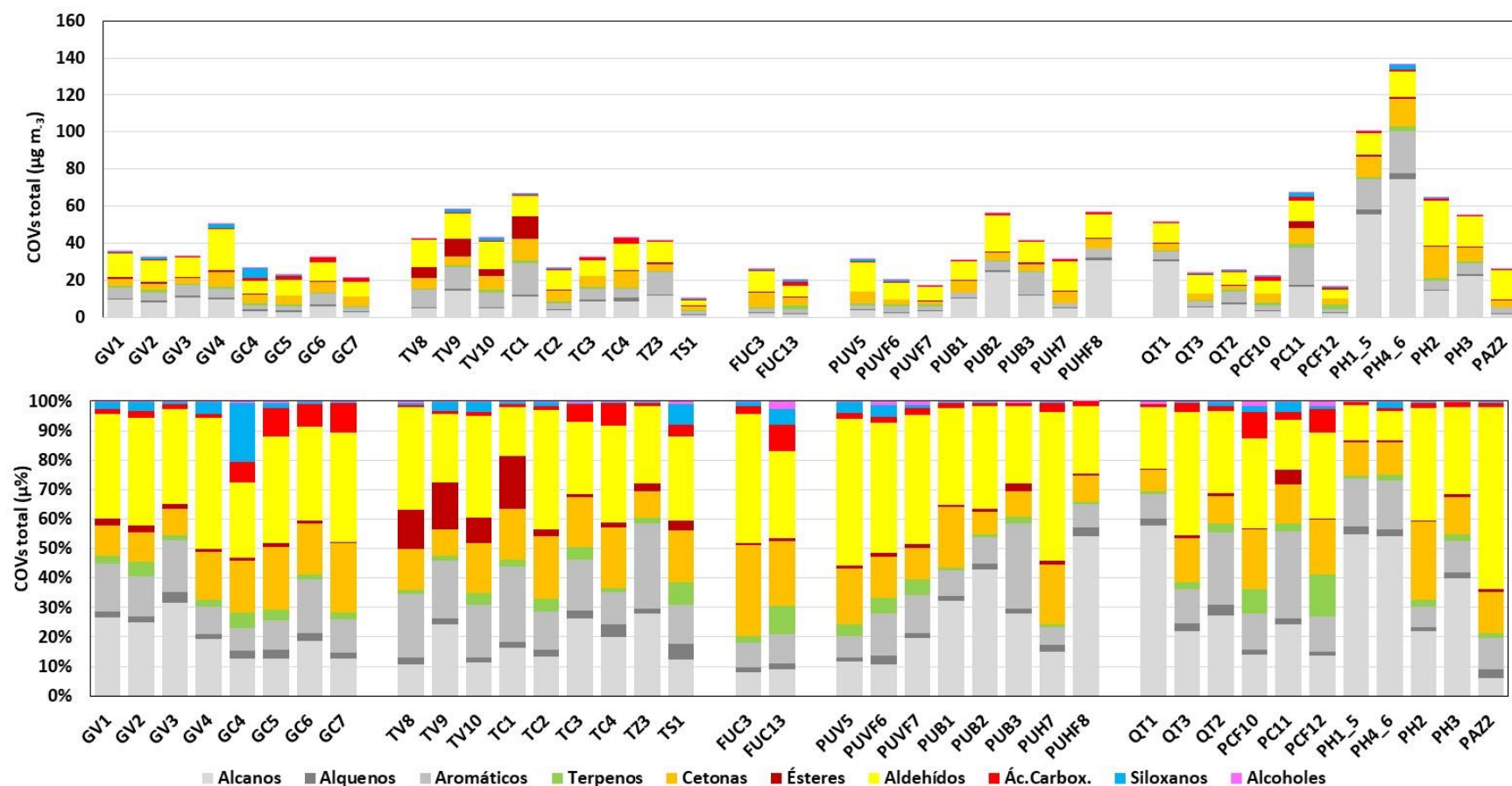


Figura 8. Concentraciones (superior, $\mu\text{g m}^{-3}$) y proporciones (inferior, %) medias de COVs para diferentes grupos de COVs y puntos de muestreo de la campaña de 2023. GAS, gasolineras; QT, clúster químico de Tarragona; PC, clúster petroquímico Castellón; PH, clúster petroquímico Huelva; PB; PAP, industria papelera Zaragoza; TA, talleres automóviles Valencia y Castellón; PUV, puerto Valencia; PUB, puerto Barcelona; PUH, puerto Huelva; FUC, fondo urbano Castellón; FUV, fondo urbano Valencia.

Tabla 4a. Concentraciones medias (en $\mu\text{g m}^{-3}$) de COVs para diferentes tipos de puntos de muestreo de la campaña de 2023, ordenados por concentración. GAS, gasolineras; QT, clúster químico de Tarragona; PC, clúster petroquímico Castellón; PH, clúster petroquímico Huelva; PB, clúster petroquímico Petronor (campaña 2022); PC, clúster petroquímico Tarragona (campaña 2022); PAP, industria papelera Zaragoza; TA, talleres automóviles Valencia y Castellón; PUV, puerto Valencia; PUB, puerto Barcelona; PUH, puerto Huelva; TRM, estación de tráfico Madrid (campaña 2021); FUC, fondo urbano Castellón; FUV, fondo urbano Valencia.

| GAS | | QT | | PC | | PH | | PB | | PT | | PAP | |
|---------------------------|-----|-----------------------|-----|-----------------------------|-----|---------------------------|------|---------------------------|-----|-----------------------|-----|-----------------------|-----|
| Formaldehído | 2.1 | 2-Metilpentano | 6.1 | 2-Metilpentano | 6.8 | Metilciclohexano | 13.7 | Tolueno | 5.1 | Tolueno | 3.7 | Acetaldehído | 5.3 |
| 2-Metilpentano | 1.7 | Metilciclohexano | 3.4 | Tolueno | 4.8 | 2-Metilpentano | 13.6 | Acetona | 3.0 | Acetona | 2.1 | Formaldehído | 1.7 |
| Acetaldehído | 1.4 | Formaldehído | 1.8 | Acetona | 4.1 | Acetona | 7.4 | Hexametildiclotrisiloxano | 3.0 | Benceno | 2.1 | Acetona | 1.7 |
| Metilciclohexano | 1.2 | Acetaldehído | 1.6 | Metilciclohexano | 3.8 | 2,2-Dimetilbutano | 6.2 | Formaldehído | 1.6 | Formaldehído | 1.2 | Butanal | 1.7 |
| Tolueno | 1.1 | 2,2-Dimetilbutano | 1.2 | Butilacetato | 3.4 | Hexano | 3.3 | Metilciclohexano | 1.5 | Hexanal | 1.1 | Propanal | 0.9 |
| Endolim | 1.1 | Hexano | 1.2 | Butanal | 3.2 | Acetaldehído | 2.7 | Acetaldehído | 1.4 | Butanal | 0.9 | Hexanal | 0.9 |
| Acetona | 1.0 | Acetona | 1.1 | Etilbenceno | 2.5 | Propilbenceno | 2.4 | Hexanal | 1.4 | Acetaldehído | 0.7 | 1,3,5-Trimetilbenceno | 0.7 |
| Butanal | 1.0 | Tolueno | 1.0 | Propilbenceno | 2.4 | 1,3,5-Trimetilbenceno | 2.1 | Butanal | 1.3 | m,p-Xileno | 0.7 | Endolim | 0.6 |
| Ácido pinónico | 1.0 | Butanal | 0.9 | 1,3,5-Trimetilbenceno | 2.4 | Formaldehído | 2.1 | Hidroxiacetona | 1.2 | Valerolactona | 0.7 | Benzaldehído | 0.6 |
| 2,2-Dimetilbutano | 0.9 | Endolim | 0.8 | m,p-Xileno | 2.1 | Tolueno | 1.6 | Etilbenceno | 1.2 | Hidroxiacetona | 0.6 | Isovaleraldehído | 0.6 |
| Hidroxiacetona | 0.9 | 1,3,5-Trimetilben. | 0.7 | o-Xileno | 1.8 | Nonano | 1.5 | o-Xileno | 0.9 | Decano | 0.6 | Octanal | 0.5 |
| Dodecano | 0.8 | Propilbenceno | 0.6 | Hexano | 1.7 | Butanal | 1.5 | m,p-Xileno | 0.8 | 3-Hidroxibenzaldehído | 0.5 | Heptanal | 0.5 |
| Octametildiclotetrasil. | 0.8 | Heptano | 0.6 | Ácido pinónico | 1.6 | 2,4-Hexadiendial | 1.5 | Octeno | 0.8 | Dodecano | 0.5 | Propilbenceno | 0.5 |
| Hexano | 0.7 | 3-Hidroxibenzaldehído | 0.5 | Heptano | 1.5 | Propanal | 1.2 | Pinonaldehído | 0.7 | a-pineno | 0.4 | 2-Hidroxibenzaldehído | 0.4 |
| Toluquinona | 0.7 | Octeno | 0.5 | Octametildiclotetrasiloxano | 1.5 | Octeno | 1.2 | Propanal | 0.6 | Estireno | 0.4 | Octeno | 0.4 |
| Propanal | 0.6 | Propanal | 0.5 | Hidroxiacetona | 1.4 | 4-Etiltolueno | 1.1 | Heptano | 0.5 | Pinonaldehído | 0.4 | 4-Hidroxibenzaldehído | 0.4 |
| Propilbenceno | 0.6 | Benzaldehído | 0.5 | Formaldehído | 1.2 | Toluquinona | 1.1 | 3-Hidroxibenzaldehído | 0.5 | Etilbenceno | 0.3 | Tetracloroetileno | 0.4 |
| Nonanal | 0.6 | Hexanona | 0.4 | Toluquinona | 1.1 | Glicolaldehído | 1.0 | Nonano | 0.4 | Pentanal | 0.3 | 2-Metilpentano | 0.4 |
| Hexanal | 0.6 | Isovaleraldehído | 0.4 | Nonanal | 1.0 | m-Cimeno | 0.8 | Pentanal | 0.4 | Nonano | 0.3 | Pinonaldehído | 0.3 |
| Octanal | 0.6 | m,p-Xileno | 0.4 | Hepteno | 0.9 | Heptano | 0.8 | Hepteno | 0.4 | Octeno | 0.3 | Butilacetato | 0.3 |
| 1,3,5-Trimetilbenceno | 0.6 | Nonano | 0.4 | Ciclohexanona | 0.9 | Nonanal | 0.7 | Propilbenceno | 0.4 | Propanal | 0.3 | | |
| Benzaldehído | 0.6 | Hepteno | 0.4 | 4-Etiltolueno | 0.8 | Hidroxiacetona | 0.7 | 1,3,5-Trimetilbenceno | 0.3 | Camfeno | 0.3 | | |
| Hexametildiclotrisiloxano | 0.5 | Tetradecano | 0.4 | Acetaldehído | 0.8 | Butilacetato | 0.7 | 2-Butanona | 0.3 | | | | |
| Tetradecano | 0.5 | Octano | 0.3 | m-Cimeno | 0.8 | Hexanal | 0.7 | Estireno | 0.3 | | | | |
| m-Cimeno | 0.5 | Octanal | 0.3 | 2,2-Dimetilbutano | 0.8 | Hepteno | 0.6 | Dodecano | 0.3 | | | | |
| Heptanal | 0.4 | m-Cimeno | 0.3 | Tetradecano | 0.7 | Octano | 0.6 | Nonanal | 0.3 | | | | |
| Octeno | 0.4 | Etilbenceno | 0.3 | Estireno | 0.7 | Trimetilbenceno isomero_1 | 0.6 | Camfeno | 0.3 | | | | |
| Ciclohexanona | 0.4 | Hidroxiacetona | 0.3 | Hexametildiclotrisiloxano | 0.7 | Benzonitrilo | 0.6 | Heptanal | 0.3 | | | | |
| Pinonaldehído | 0.3 | Butilacetato | 0.3 | Trimetilbenceno isomero_1 | 0.6 | Etilbenceno | 0.6 | Valerolactona | 0.3 | | | | |
| Etilbenceno | 0.3 | | | 1,2,4-Trimetilbenceno | 0.6 | Benzaldehído | 0.6 | | | | | | |
| 2,4-Hexadiendial | 0.3 | | | Endolim | 0.5 | Acetofenona | 0.6 | | | | | | |
| Nopinona | 0.3 | | | Isobutanal | 0.5 | Octanal | 0.6 | | | | | | |
| Hepteno | 0.3 | | | Camfeno | 0.4 | Tetradecano | 0.6 | | | | | | |
| 2-Pentanona | 0.3 | | | Propanal | 0.4 | Valerolactona | 0.5 | | | | | | |
| Decano | 0.3 | | | Octeno | 0.4 | Trimetilbenceno isomero_2 | 0.5 | | | | | | |
| | | | | Pentanal | 0.4 | o-Xileno | 0.5 | | | | | | |
| | | | | Benzaldehído | 0.4 | Glioxal | 0.5 | | | | | | |
| | | | | Nopinona | 0.4 | Biacetil/2,3-Butanediona | 0.5 | | | | | | |
| | | | | 2,4-Hexadiendial | 0.4 | m,p-Xileno | 0.5 | | | | | | |
| | | | | Glicolaldehído | 0.3 | Decano | 0.5 | | | | | | |
| | | | | Hexanal | 0.3 | Dodecano | 0.5 | | | | | | |

Campaña de COVs Plan Nacional de O₃ 2023

| GAS | QT | PC | PH | PB | PT | PAP |
|-----|----|--------------------|-------------------------------|----|----|-----|
| | | Heptanal 0.3 | Hexametildiclotrisiloxano 0.5 | | | |
| | | β-Pineno 0. | Heptanal 0.5 | | | |
| | | Octanal 0. | 3-Hidroxibenzaldehído 0.5 | | | |
| | | Octano 0. | Sabinaketona 0.4 | | | |
| | | Pinonaldehído 0. | Benceno 0.4 | | | |
| | | Hexanona 0. | Ácido Ftálico 0.4 | | | |
| | | o-Propiltolueno 0. | Estireno 0.4 | | | |
| | | Dodecano 0. | Octametildiclotetrasiloxa 0.4 | | | |
| | | o-Cimeno 0. | Ácido pirúvico 0.3 | | | |
| | | | 4-Oxo-2-pental 0.3 | | | |
| | | | o-Propiltolueno 0.3 | | | |
| | | | Endolim 0.3 | | | |
| | | | 2-Hidroxibenzaldehído 0.3 | | | |
| | | | Undecano 0.3 | | | |
| | | | β-Pineno 0.3 | | | |

Tabla 4b. Concentraciones medias (en $\mu\text{g m}^{-3}$) de COVs para diferentes tipos de puntos de muestreo de la campaña de 2023, ordenados por concentración. GAS, gasolineras; QT, clúster químico de Tarragona; PC, clúster petroquímico Castellón; PH, clúster petroquímico Huelva; PB, clúster petroquímico Petronor (campaña 2022); PC, clúster petroquímico Tarragona (campaña 2022); PAP, industria papelera Zaragoza; TA, talleres automóviles Valencia y Castellón; PUV, puerto Valencia; PUB, puerto Barcelona; PUH, puerto Huelva; TRM, estación de tráfico Madrid (campaña 2021); FUC, fondo urbano Castellón; FUV, fondo urbano Valencia (continuación).

| | TA | | FUC | | FUV | | PUV | | PUB | | PUH | | TRM |
|---------------------------|-----|-----------------------------|-----|---------------------------|-----|---------------------------|-----|---------------------------|-----|--------------------------|-----|---------------------------|------|
| Metilciclohexano | 3.6 | Hidroxiacetona | 1.9 | Formaldehído | 1.7 | Formaldehído | 3.3 | 2-Metilpentano | 7.5 | Metilciclohexano | 9.2 | Tolueno | 32.4 |
| Butilacetato | 2.8 | Toluquinona | 1.6 | Endolim | 1.0 | Acetona | 2.6 | Acetaldehído | 2.5 | 2-Metilpentano | 3.8 | Etilbenceno | 15.6 |
| Tolueno | 2.3 | Formaldehído | 1.5 | Acetaldehído | 0.9 | Acetaldehído | 2.0 | Formaldehído | 2.5 | Acetona | 2.7 | m,p-Xileno | 12.0 |
| Formaldehído | 2.1 | Acetona | 1.3 | Butanal | 0.8 | Endolim | 1.7 | Metilciclohexano | 2.3 | 2,4-Hexadiendial | 2.1 | o-Xileno | 12.3 |
| Acetona | 1.6 | Endolim | 1.0 | Acetona | 0.7 | Butanal | 1.5 | 2,2-Dimetilbutano | 1.9 | Acetaldehído | 2.0 | Acetona | 4.2 |
| Acetaldehído | 1.5 | Ácido pinónico | 1.0 | Dodecano | 0.7 | Dodecano | 1.4 | Hexano | 1.5 | Formaldehído | 2.0 | Dodecano | 3.8 |
| n-Propilacetato | 1.4 | Acetaldehído | 0.8 | Tetradecano | 0.7 | Hexanal | 1.0 | Butanal | 1.5 | Hexano | 1.5 | Propilbenceno | 3.3 |
| Propilbenceno | 1.3 | Butanal | 0.8 | Tolueno | 0.4 | Hexametildiclotrisiloxano | 1.0 | Propilbenceno | 1.3 | 2,2-Dimetilbutano | 1.4 | Octeno | 3.1 |
| 1,3,5-Trimetilbenceno | 1.3 | m-Cimeno | 0.6 | 1,3,5-Trimetilbenceno | 0.4 | Octanal | 0.9 | 1,3,5-Trimetilbenceno | 1.1 | Butanal | 1.3 | a-pineno | 3.0 |
| 2-Metilpentano | 1.2 | 2,4-Hexadiendial | 0.5 | Hexanal | 0.4 | Benzaldehído | 0.8 | Tolueno | 1.1 | Propanal | 1.0 | Tetradecano | 2.8 |
| Butanal | 1.2 | 2-Metilpentano | 0.5 | Octanal | 0.4 | Propanal | 0.8 | Propanal | 0.8 | Nonanal | 0.7 | 4-Etiltolueno | 2.6 |
| Endolim | 1.0 | Hexanal | 0.4 | Propanal | 0.4 | m-Cimeno | 0.8 | Acetona | 0.7 | Octeno | 0.7 | Formaldehído | 2.4 |
| Etilbenceno | 1.0 | Octanal | 0.4 | Propilbenceno | 0.4 | Heptanal | 0.7 | Benzaldehído | 0.7 | Tolueno | 0.7 | Decano | 2.4 |
| Hidroxiacetona | 0.9 | Propanal | 0.4 | Benzaldehído | 0.4 | Ciclohexanona | 0.7 | Endolim | 0.6 | Gloaxal | 0.6 | Acetaldehído | 2.3 |
| Toluquinona | 0.8 | 1,3,5-Trimetilbenceno | 0.4 | Heptanal | 0.4 | 2-Pentanona | 0.6 | Etilbenceno | 0.6 | Benzaldehído | 0.6 | Hepteno | 2.0 |
| Nonanal | 0.7 | Pentanal | 0.4 | m-Cimeno | 0.4 | Tetradecano | 0.5 | Butilacetato | 0.6 | Hexanal | 0.6 | Butilacetato | 1.9 |
| m,p-Xileno | 0.7 | Nopinona | 0.4 | Camfeno | 0.3 | 2-Metilpentano | 0.5 | Acetofenona | 0.5 | Heptano | 0.6 | Tetracloroetileno | 1.5 |
| Hexanal | 0.6 | Nonanal | 0.4 | Decano | 0.3 | Pinonaldehído | 0.5 | Isovaleraldehído | 0.5 | Endolim | 0.6 | Hexametildiclotrisiloxano | 1.5 |
| Ácido pinónico | 0.6 | Benzaldehído | 0.4 | Metilciclohexano | 0.3 | 1,3,5-Trimetilbenceno | 0.4 | Hexanona | 0.5 | Octanal | 0.6 | Hexano | 1.5 |
| o-Xileno | 0.6 | Hexametildiclotrisiloxano | 0.4 | 2-Pentanona | 0.3 | 2-Hidroxibenzaldehído | 0.4 | o-Xileno | 0.5 | Biacetil/2,3-Butanediona | 0.5 | Nonano | 1.3 |
| Propanal | 0.6 | Octametildiclotetrasiloxano | 0.3 | Octeno | 0.3 | Metilciclohexano | 0.4 | Nopinona | 0.5 | Hidroxiacetona | 0.5 | Sabinaketona | 1.2 |
| Tetradecano | 0.6 | Octeno | 0.3 | Hexametildiclotrisiloxano | 0.3 | Propilbenceno | 0.4 | Tetradecano | 0.5 | Heptanal | 0.4 | Camfeno | 1.2 |
| Ciclohexanona | 0.6 | Metilciclohexano | 0.3 | | | Caronaldehído | 0.3 | Nonano | 0.5 | Hepteno | 0.4 | 1,2,4-Trimetilbenceno | 1.2 |
| Hexano | 0.6 | Heptanal | 0.3 | | | Tolueno | 0.3 | Nonanona | 0.5 | 1,3,5-Trimetilbenceno | 0.4 | Valerolactona | 1.2 |
| Benzaldehído | 0.6 | Propilbenceno | 0.3 | | | Benzoquinona | 0.3 | Octanal | 0.4 | Propilbenceno | 0.4 | Heptano | 1.1 |
| Octanal | 0.5 | Camfeno | 0.3 | | | Hidroxiacetona | 0.3 | m,p-Xileno | 0.4 | Butilacetato | 0.4 | Limoneno | 0.9 |
| Heptano | 0.5 | Pinonaldehído | 0.3 | | | | | Octeno | 0.4 | Acetofenona | 0.4 | Benceno | 0.7 |
| Hepteno | 0.5 | Tolueno | 0.3 | | | | | 4-Etiltolueno | 0.4 | Benzoquinona | 0.3 | Metilciclohexano | 0.6 |
| m-Cimeno | 0.5 | Benzilalcohol | 0.3 | | | | | Isobutanol | 0.4 | Ácido pirúvico | 0.3 | Butanal | 0.6 |
| 2,5-Hexadiona | 0.5 | | | | | | | Pinonaldehído | 0.4 | Toluquinona | 0.3 | Octano | 0.6 |
| 2,2-Dimetilbutano | 0.5 | | | | | | | Trimetilbenceno isomero_1 | 0.4 | Ácido Ftálico | 0.3 | Trimetilbenceno isomero_1 | 0.5 |
| Dodecano | 0.5 | | | | | | | Acroleína | 0.4 | Nonano | 0.3 | 1,3,5-Trimetilbenceno | 0.4 |
| Heptanal | 0.5 | | | | | | | Caronaldehído | 0.3 | 4-Hidroxibenzaldehído | 0.3 | Ácido propanoico | 0.3 |
| 4-Etiltolueno | 0.4 | | | | | | | Ácido pirúvico | 0.3 | Octano | 0.3 | 2-Metilpentano | 0.3 |
| Octeno | 0.4 | | | | | | | Trimetilbenceno isomero_2 | 0.3 | Dodecano | 0.3 | Acetofenona | 0.3 |
| Pinonaldehído | 0.4 | | | | | | | Octano | 0.3 | Estireno | 0.3 | β-Pineno | 0.3 |
| Benzoquinona | 0.4 | | | | | | | m-Cimeno | 0.3 | | | | |
| Trimetilbenceno isomero_1 | 0.4 | | | | | | | Sabinaketona | 0.3 | | | | |
| 2,4-Hexadiendial | 0.4 | | | | | | | 4-Hidroxibenzaldehído | 0.3 | | | | |
| Nopinona | 0.3 | | | | | | | Hidroxiacetona | 0.3 | | | | |
| Camfeno | 0.3 | | | | | | | | | | | | |

Campaña de COVs Plan Nacional de O₃ 2023

| | TA | FUC | FUV | PUV | PUB | PUH | TRM |
|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Hexametildiclotrisiloxano | 0.3 | | | | | | |
| Biacetil/2,3-Butanediona | 0.3 | | | | | | |
| Caronaldehído | 0.3 | | | | | | |
| Octano | 0.3 | | | | | | |
| Octametildiclotetrasiloxano | 0.3 | | | | | | |
| Undecano | 0.3 | | | | | | |

Tabla 5. Concentraciones (superior, $\mu\text{g m}^{-3}$) y proporciones (inferior, %) medias de COVs para diferentes grupos de COVs y tipos de puntos de muestreo de la campaña de 2023. GAS, gasolineras; QT, clúster químico de Tarragona; PC, clúster petroquímico Castellón; PH, clúster petroquímico Huelva; PB, clúster petroquímico Petronor (campaña 2022); PT, clúster petroquímico Tarragona (campaña 2022); PAP, industria papelera Zaragoza; TA, talleres automóviles Valencia y Castellón; PUV, puerto Valencia; PUB, puerto Barcelona; PUH, puerto Huelva; TRM, estación de tráfico Madrid (campaña 2021); FUC, fondo urbano Castellón; FUV, fondo urbano Valencia.

| $\mu\text{g m}^{-3}$ | GAS | QT | PC | PH | PB | PT | PAP | TA | PUV | PUB | PUH | TRM | FUC | FUV |
|----------------------|------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|
| Alcanos | 6.6 | 14.1 | 16.4 | 64.9 | 3.3 | 1.9 | 1.5 | 8.4 | 3.7 | 15.2 | 17.7 | 14.9 | 2.0 | 2.8 |
| Alquenos | 0.7 | 0.9 | 1.4 | 2.9 | 1.3 | 0.4 | 0.8 | 1.0 | 0.4 | 0.7 | 1.2 | 6.6 | 0.4 | 0.5 |
| Aromático | 4.2 | 4.4 | 19.8 | 19.4 | 9.8 | 7.8 | 2.8 | 8.9 | 2.3 | 6.6 | 3.2 | 82.0 | 2.1 | 2.6 |
| Terpenos | 1.0 | 0.6 | 1.9 | 1.8 | 0.6 | 0.9 | 0.4 | 1.1 | 1.3 | 0.6 | 0.3 | 5.7 | 1.3 | 1.0 |
| Cetonas | 4.8 | 3.2 | 8.9 | 13.1 | 5.5 | 4.1 | 3.7 | 6.7 | 5.9 | 4.7 | 5.8 | 7.1 | 6.3 | 2.3 |
| Ésteres | 0.5 | 0.3 | 3.4 | 1.0 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 4.2 | 0.3 | 0.6 | 0.4 | 2.1 | 0.2 | 0.3 |
| Aldehídos | 11.4 | 9.3 | 11.3 | 12.8 | 9.3 | 6.2 | 16.1 | 12.3 | 15.6 | 13.5 | 14.4 | 5.7 | 8.7 | 8.3 |
| Ác.Carbox. | 1.4 | 0.5 | 1.9 | 1.1 | 0.9 | 0.4 | 0.3 | 1.0 | 0.6 | 0.5 | 0.9 | 0.6 | 1.2 | 0.4 |
| Siloxanos | 1.3 | 0.2 | 2.1 | 1.4 | 3.0 | 0.2 | 0.1 | 0.6 | 1.1 | 0.1 | 0.1 | 1.6 | 0.7 | 0.5 |
| Alcoholes | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.3 |
| Total | 6.6 | 14.1 | 16.4 | 64.9 | 3.3 | 1.9 | 1.5 | 8.4 | 3.7 | 15.2 | 17.7 | 14.9 | 2.0 | 2.8 |
| % | GAS | QT | PC | PH | PB | PT | PAP | TA | PUV | PUB | PUH | TRM | FUC | FUV |
| Alcanos | 20.8 | 41.8 | 24.3 | 54.6 | 9.8 | 8.6 | 5.9 | 18.9 | 11.8 | 35.6 | 40.3 | 11.8 | 8.5 | 14.9 |
| Alquenos | 2.3 | 2.6 | 2.0 | 2.5 | 3.7 | 1.8 | 3.2 | 2.3 | 1.2 | 1.7 | 2.6 | 5.2 | 1.9 | 2.4 |
| Aromático | 13.1 | 13.1 | 29.4 | 16.3 | 29.0 | 35.4 | 10.6 | 20.0 | 7.4 | 15.4 | 7.4 | 64.8 | 9.0 | 13.6 |
| Terpenos | 3.0 | 1.8 | 2.9 | 1.6 | 1.9 | 4.0 | 1.5 | 2.5 | 4.1 | 1.3 | 0.7 | 4.5 | 5.5 | 5.3 |
| Cetonas | 14.9 | 9.6 | 13.2 | 11.0 | 16.2 | 18.5 | 14.0 | 15.2 | 18.8 | 11.1 | 13.2 | 5.6 | 27.0 | 12.3 |
| Ésteres | 1.5 | 0.8 | 5.0 | 0.9 | 0.2 | 0.3 | 1.1 | 9.4 | 1.0 | 1.4 | 0.9 | 1.7 | 0.8 | 1.4 |
| Aldehídos | 35.7 | 27.6 | 16.9 | 10.8 | 27.3 | 28.4 | 61.6 | 27.8 | 49.8 | 31.6 | 32.7 | 4.5 | 37.5 | 44.0 |
| Ác.Carbox. | 4.4 | 1.5 | 2.8 | 0.9 | 2.6 | 2.0 | 1.3 | 2.3 | 2.0 | 1.3 | 2.0 | 0.5 | 5.3 | 2.2 |
| Siloxanos | 4.0 | 0.5 | 3.2 | 1.2 | 9.0 | 0.8 | 0.2 | 1.3 | 3.6 | 0.2 | 0.1 | 1.3 | 3.1 | 2.6 |
| Alcoholes | 0.4 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 0.1 | 1.5 | 1.3 |

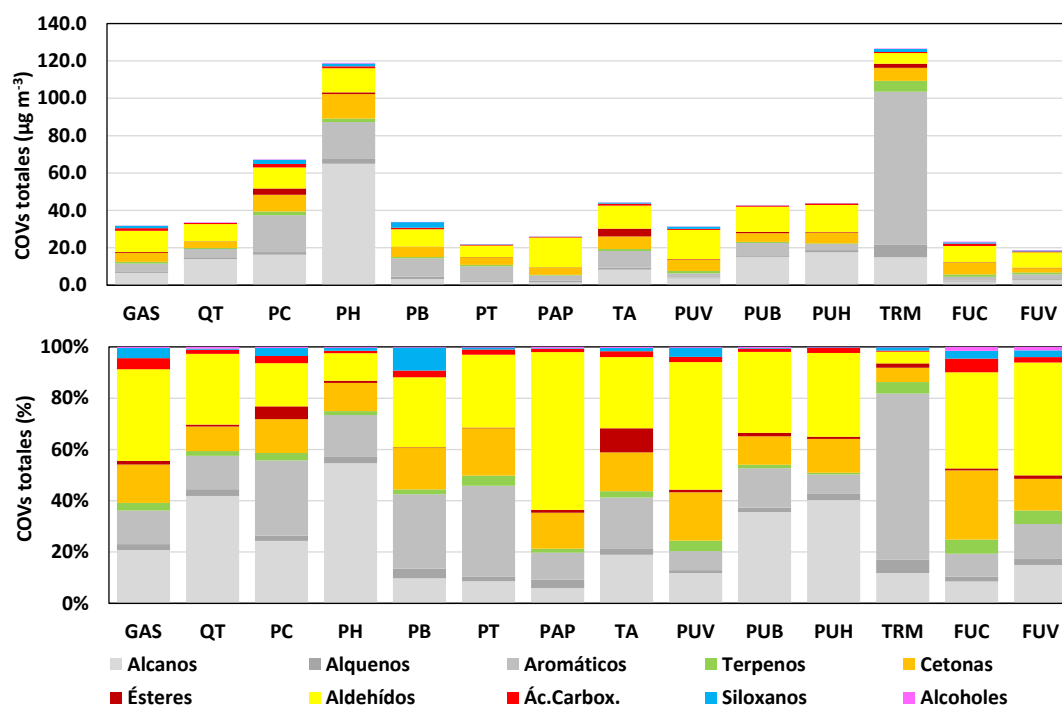


Figura 9. Concentraciones (superior, $\mu\text{g m}^{-3}$) y proporciones (inferior, %) medias de COVs para diferentes grupos de COVs y tipos de puntos de muestreo de la campaña de 2023. GAS, gasolineras; QT, clúster químico de Tarragona; PC, clúster petroquímico Castellón; PH, clúster petroquímico Huelva; PB, clúster petroquímico Petronor (campaña 2022); PC, clúster petroquímico Tarragona (campaña 2022); PAP, industria papelera Zaragoza; TA, talleres automóviles Valencia y Castellón; PUV, puerto Valencia; PUB, puerto Barcelona; PUH, puerto Huelva; TRM, estación de tráfico Madrid (campaña 2021); FUC, fondo urbano Castellón; FUV, fondo urbano Valencia.

IV.2. POTENCIAL MÁXIMO DE FORMACIÓN DE OZONO

Al igual que se ha indicado para los niveles de COVs medidos en esta campaña, los niveles de PMFO no presentan interés en cuanto a niveles en aire ambiente dado que estos se han obtenido muy cerca de los focos, o incluso en ellos. Sí que lo presentan, en cambio, las proporciones relativas de los diferentes compuestos y grupos de COVs, pues estas ayudan a identificar aquellos componentes que presentan una concentración superior en las posibles emisiones.

Los valores de PMFO para cada COV se obtienen de multiplicar su concentración ($\mu\text{g m}^{-3}$) y por su valor MIR (μg de O₃ que se puede formar por μg de COV). Estos valores no son nunca reales pues supone que todo el COV se consume para formar O₃ y que no hay competencia con otros COVs. Se calcula solamente con la intención de identificar qué COVs tienen un mayor potencial.

La Tabla 6 y Figura 10 muestran los valores de PMFO obtenidos para cada emplazamiento indicado en la Tabla 2. En ellas se puede observar que los valores de PMFO total más elevados ($460 \mu\text{g O}_3 \text{ m}^{-3}$) se obtuvieron en la estación de tráfico de Madrid (TRM), seguidos a mucha distancia por los clústeres petroquímicos de Castellón y Huelva (PC y PH, $210\text{-}30 \mu\text{g O}_3 \text{ m}^{-3}$), los talleres de pintura de automóviles y los puertos de Barcelona y Huelva (PUB, PUH, $120\text{-}140 \mu\text{g O}_3 \text{ m}^{-3}$) y el puerto de Valencia, las gasolineras, la papelería y los clústeres químico de Tarragona y petroquímico de Vizcaya (PUV, GAS, PAP, QT y PB, $90\text{-}100 \mu\text{g O}_3 \text{ m}^{-3}$). Las mediciones del clúster petroquímico de Tarragona y los emplazamientos de fondo urbano de Castellón y Valencia registraron valores relativamente bajos (PUV, FUC, FUV, próximos a $60 \mu\text{g O}_3 \text{ m}^{-3}$).

La Tabla 7 muestra para cada tipo de ambiente (GAS, P, TA, Q, FU, etc) los COVs ordenados por niveles de concentración, y la Tabla 8 y Figura 11, los COVs agrupados por grupo.

En cuanto al predominio de tipo de COVs con mayor aporte al PMFO, domina ampliamente los aldehídos y aromáticos. Los primeros contribuyen con el 73% al PMFO en PAP, 65% en PUV, 38-50% en TA, QT, GAS, PT, PB, PUB, PUH, FUC y FUV, 24-35% en PC y PH, y tan solo el 8% en TRM. Los aromáticos contribuyen con el 77% del PMFO en TRM, 40-48% en PT, PB y PC, 33% en TA, 20-25% en GAS, QT, PH y PUB y del 14-19% en el resto. Por otra parte, los alcanos contribuyen con el 23-26% en QT, PH y PUH, y 9-18% en GAS, PC, TA y PUB; mientras que en el resto la contribución es muy baja (2-6%). En el caso de las cetonas contribuyen con el 9-14% del PMFO total en GAS, FUC, FUV y PUV, en el resto 2-7%. Finalmente, los terpenos biogénicos contribuyen con el 12-21% en FUC y FUV, y con 2-7% en el resto.

Hay que remarcar que gran parte de los aldehídos se generan por oxidación de los HCOVs, y que, en muchos casos, el MIR de los aldehídos generados es más alto que el del HCOV del que procede

Para la comparación con otros clústeres químicos y el tráfico rodado se añaden a las comparaciones (Tablas 7 y 8 y Figura 11) los resultados de los valores de PMFO obtenidos en los clústeres petroquímicos de Vizcaya (PB) y Tarragona (PT), en 2022, así como las de la estación de tráfico de Escuelas Aguirre en Madrid (TRM), en 2021.

IV.2.1. Gasolineras

Los compuestos que alcanzan PFMOs de 15 a $2 \mu\text{g O}_3 \text{ m}^{-3}$ como media de las gasolineras son:

- OCOVs 15-6 µg O₃ m⁻³: Formaldehído > acetaldehído > butanal.
- OCOVs 4-2 µg O₃ m⁻³: Propanal > hidroxiacetona > hexanal > nonanal > biacetil/2,3-butanediona > pentanal > octanal > 2-pentanona > heptanal.
- HCOVs 5-2 µg O₃ m⁻³: 1,3,5-trimetilbenceno > tolueno > m-cimeno > 2-metilpentano > metilciclohexano > β-pineno o-xileno > m,p-xileno.

IV.2.2. Clústeres químicos y petroquímicos

Clúster petroquímico de Huelva

Los compuestos que se encuentran en concentraciones de 26 a 2 µg O₃ m⁻³ como media son:

- OCOVs 17-7 µg O₃ m⁻³: Acetaldehído > formaldehído > butanal > propanal > biacetil/2,3-butanediona.
- OCOVs 5-2 µg O₃ m⁻³: Glioxal > glicolaldehído > hexanal > acetona > nonanal > hidroxiacetona > sabinaketona > octanal > metilglioxal > heptanal > crotonaldehído.
- HCOVs 26-19 µg O₃ m⁻³: Metilciclohexano > 2-metilpentano > 1,3,5-trimetilbenceno.
- HCOVs 8-2 µg O₃ m⁻³: 2,2-dimetilbutano > tolueno > trimetilbenceno isom₁ > m-cimeno > propilbenceno > hexano > trimetilbenceno isom₂ > 4-etiltolueno > octeno > o-xileno > m,p-xileno > β-pineno > hepteno > etilbenceno > nonano > o-propiltolueno.

En este clúster los COVs con mayor PMFO son alcanos y aromáticos seguidos de aldehídos.

Clúster petroquímico de Castellón

Los compuestos que alcanzan PFMOs de 23 a 2 µg O₃ m⁻³ como media son:

- OCOVs 18-8 µg O₃ m⁻³: Butanal > formaldehído.
- Acetaldehído > formaldehído > butanal > propanal > biacetil/2,3-butanediona.
- OCOVs 5-2 µg O₃ m⁻³: Acetaldehído > hidroxiacetona > butilacetato > nonanal > propanal > isobutanal > pentanal > crotonaldehído > glicolaldehído > biacetil/2,3-butanediona.
- HCOVs 23-12 µg O₃ m⁻³: 1,3,5-Trimetilbenceno > tolueno > m,p-xileno > o-xileno > 2-metilpentano.
- HCOVs 8-2 µg O₃ m⁻³: Etilbenceno > metilciclohexano > trimetilbenceno isom₁ > propilbenceno > m-cimeno 1,2,4-trimetilbenceno > hepteno > β-pineno > 4-etiltolueno > hexano > heptano > camfeno.

Este clúster se caracteriza por un PMFO dominante de aromáticos, seguidos de aldehídos y alcanos. Destaca una contribución relativamente alta de butilacetato, solo obtenida en los talleres de automóviles.

Clúster petroquímico de Vizcaya

Los compuestos que alcanzan PFMOs de 21 a 2 µg O₃ m⁻³ como media son:

- OCOVs 12-6 µg O₃ m⁻³: Formaldehído > acetaldehído > butanal > hexanal.
- OCOVs 4-2 µg O₃ m⁻³: Propanal > hidroxiacetona > pinonaldehído > pentanal.
- HCOVs 21-6 µg O₃ m⁻³: Tolueno > etilbenceno > o-xileno > m,p-xileno.
- HCOVs 3-2 µg O₃ m⁻³: 1,3,5-trimetilbenceno > metilciclohexano > octeno > hepteno.

Este clúster se caracteriza por un PMFO dominante de tolueno y otros aromáticos, seguidos de aldehídos y cetonas.

Clúster petroquímico de Tarragona (NE)

Los compuestos que alcanzan PFMOs de 15 a 2 µg O₃ m⁻³ como media son:

- OCOVs 9-4 µg O₃ m⁻³: Formaldehído > butanal > acetaldehído > hexanal.
- OCOVs 2 µg O₃ m⁻³: Hidroxiacetona > propanal > pentanal > pinonaldehído.
- HCOVs 15-5 µg O₃ m⁻³: Tolueno > m,p-xileno.
- HCOVs 2 µg O₃ m⁻³: Etilbenceno > benceno > α-pineno > o-xileno.

Este clúster se caracteriza por un PMFO dominante de tolueno y otros aromáticos, seguidos de aldehídos. Los valores absolutos de PMFO son más bajos que otros clústeres petroquímicos pero en PT los puntos de muestreo estaban relativamente alejados de las instalaciones petroquímicas.

Clúster químico de Tarragona (SW)

Los compuestos que alcanzan PFMOs de 13 a 2 µg O₃ m⁻³ como media son:

- OCOVs 13-5 µg O₃ m⁻³: Formaldehído > acetaldehído > butanal.
- OCOVs 3-2 µg O₃ m⁻³: Biacetil/2,3-butanediona > propanal > isovaleraldehído > hexanona.
- HCOVs 11-4 µg O₃ m⁻³: 2-Metilpentano > 1,3,5-trimetilbenceno > metilciclohexano > tolueno.
- HCOVs 2 µg O₃ m⁻³: m,p-xileno > hexano > m-cimeno > trimetilbenceno isom_1 > o-xileno > octeno > 2,2-dimetilbutano > hepteno.

Este clúster se caracteriza por un PMFO dominante de aldehídos, alcanos y aromáticos.

IV.2.3. Papelera

Los compuestos que alcanzan PFMOs de 32 a 2 µg O₃ m⁻³ como media son:

- OCOVs 32-10 µg O₃ m⁻³: Acetaldehído > formaldehído > butanal.
- OCOVs 6-2 µg O₃ m⁻³: Propanal > hexanal > biacetil/2,3-butanediona > isovaleraldehído > heptanal > octanal.
- HCOVs 6 µg O₃ m⁻³: 1,3,5-trimetilbenceno.

Este punto de muestreo se caracteriza por un PMFO dominante de aldehídos, parte de los cuales pueden tener un origen primario al manipular grandes cantidades de madera.

IV.2.4. Talleres de pintura e industria automóvil

Los compuestos que alcanzan PFMOs de 13 a 2 µg O₃ m⁻³ como media son:

- OCOVs 13-6 µg O₃ m⁻³: Formaldehído > acetaldehído > butanal.
- OCOVs 4-2 µg O₃ m⁻³: Propanal > biacetil/2,3-butanediona > hidroxiacetona > butilacetato > hexanal > n-propilacetato > nonanal > pentanal > 2-pentanona > pinonaldehído.
- HCOVs 11-6 µg O₃ m⁻³: 1,3,5-Trimetilbenceno > Tolueno > metilciclohexano.
- HCOVs 4-2 µg O₃ m⁻³: m,p-xileno > o-xileno > m-cimeno > trimetilbenceno isom_1 > etilbenceno > propilbenceno > 2-metilpentano > hepteno > 4-etiltolueno > 1,2,4-trimetilbenceno > β-pineno > octeno.

Los talleres se caracterizan por un PMFO con contribuciones repartidas entre aldehídos, aromáticos y alcanos, seguidos de cetonas y acetatos.

IV.2.5. Puertos

Puerto de Huelva

Los compuestos que alcanzan PFMOs de 17 a 2 µg O₃ m⁻³ como media son:

- OCOVs 14-6 µg O₃ m⁻³: Formaldehído > acetaldehído > butanal > propanal > biacetil/2,3-butanediona > glioxal.
- OCOVs 4-2 µg O₃ m⁻³: Hexanal > nonanal > octanal > heptanal.
- HCOVs 17-7 µg O₃ m⁻³: Metilciclohexano > 2-metilpentano.
- HCOVs 4-2 µg O₃ m⁻³: 1,3,5-trimetilbenceno > tolueno > octeno > hexano > hepteno > 2,2-dimetilbutano > m,p-xileno.

Destacan las altas contribuciones de alcanos y aldehídos, seguidos por aromáticos y cetonas.

Puerto de Barcelona

Los compuestos que alcanzan PFMOs de 18 a 2 µg O₃ m⁻³ como media son:

- OCOVs 18-5 µg O₃ m⁻³: Formaldehído > acetaldehído > butanal > propanal.
- OCOVs 4-2 µg O₃ m⁻³: Biacetil/2,3-butanediona > isovaleraldehído > acroleína > isobutanal > hexanona > nonanona > pentanal.
- HCOVs 13-10 µg O₃ m⁻³: 2-metilpentano > 1,3,5-trimetilbenceno.
- HCOVs 4-2 µg O₃ m⁻³: Tolueno > metilciclohexano > o-xileno > trimetilbenceno isom_1 > m,p-xileno > propilbenceno > 2,2-dimetilbutano > trimetilbenceno isom_2 > hexano > etilbenceno > m-cimeno > 4-etiltolueno.

Destacan las altas contribuciones de aldehídos, alcanos y aromáticos.

Puerto de Valencia

Los compuestos que alcanzan PFMOs de 24 a 2 µg O₃ m⁻³ como media son:

- OCOVs 24-6 µg O₃ m⁻³: Formaldehído > acetaldehído > butanal > propanal.
- OCOVs 4-2 µg O₃ m⁻³: Hexanal > biacetil/2,3-butanediona > octanal > heptanal > pinonaldehído > 2-pentanona.
- HCOVs 5-2 µg O₃ m⁻³: m-cimeno > 1,3,5-trimetilbenceno > β-Pineno.

Destacan las altas contribuciones de aldehídos y otras menores de aromáticos.

IV.2.6. Tráfico

La estación de tráfico de Madrid registró los niveles de COVs y PMFO más elevados de los emplazamientos del presente informe, incluso aquellos en el interior de petroquímicas o talleres de automóviles, y presenta un dominio claro de aromáticos.

Los compuestos que alcanzan PFMOs de 130 a 2 µg O₃ m⁻³ como media son:

- OCOVs 17-14 µg O₃ m⁻³: Formaldehído > acetaldehído.
- OCOVs 5-2 µg O₃ m⁻³: Sabinaketona > butanal > butilacetato.

- HCOVs 130-88 $\mu\text{g O}_3 \text{ m}^{-3}$: Tolueno > etilbenceno > m,p-xileno > o-xileno.
- HCOVs 12-7 $\mu\text{g O}_3 \text{ m}^{-3}$: α -pineno > 4-etiltolueno > octeno > 1,2,4-trimetilbenceno > hepteno > propilbenceno.
- HCOVs 4-2 $\mu\text{g O}_3 \text{ m}^{-3}$: Camfeno > trimetilbenceno isom_1 > 1,3,5-trimetilbenceno > limoneno > dodecano > hexano > decano > tetradecano > trimetilbenceno isom_2 > heptano.

Destacan las elevadísimas contribuciones al PMFO de los aromáticos.

IV.2.7. Fondo urbano

Destacan las contribuciones al PMFO de formaldehído > acetaldehído > butanal > propanal > hexanal con PMFOs de 12-2 y 24-4 $\mu\text{g O}_3 \text{ m}^{-3}$ para FUC y FUV, respectivamente. Así mismo, biacetil/2,3-butanediona > octanal, heptanal > pinaldehído > 2-pentanona aportan 3-1 $\mu\text{g O}_3 \text{ m}^{-3}$. Como único HCOV antropogénico destaca 1,3,5-trimetilbenceno con 2-4 $\mu\text{g O}_3 \text{ m}^{-3}$. Además, los biogénicos m-cimeno y β -pineno aportan 5-1 $\mu\text{g O}_3 \text{ m}^{-3}$.

Tabla 6a. Valores de PMFO ($\mu\text{g O}_3 \text{ m}^{-3}$) y MIR ($\mu\text{g O}_3 \mu\text{g}^{-1} \text{ COV}$, Venecek et al., 2018) para diferentes COVs y puntos de muestreo de la campaña de 2023.

| Compuesto | MIR | GV1 | GV2 | GV3 | GV4 | GC4 | GC5 | GC6 | GC7 | TV8 | TV9 | TV10 | TC1 | TC2 | TC3 | TC4 | TZ3 | TS1 | FUC3 | FUC13 | FUV6 | FUV7 |
|-----------------------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|-----|------|------|------|------|------|-----|------|------|-----|------|-------|------|------|
| Ácido propanoico | 1.35 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | | |
| 2,2-Dimetilbutano | 1.30 | 1.7 | 1.1 | 2.2 | 2.2 | 0.4 | 0.5 | 1.4 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.5 | 2.6 | 0.0 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 |
| 2-Metilpentano | 1.77 | 3.7 | 2.8 | 5.7 | 4.2 | 1.3 | 1.4 | 3.0 | 1.9 | 1.6 | 1.4 | 0.7 | 1.5 | 1.3 | 1.6 | 1.8 | 7.6 | 0.4 | 1.1 | 0.6 | 0.3 | 0.4 |
| Decano | 0.93 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.3 |
| Dodecano | 0.79 | 1.2 | 1.5 | 0.4 | 0.8 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.1 | 1.1 | 0.5 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.8 |
| Heptano | 1.37 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.6 | 1.3 | 0.1 | 0.8 | 0.2 | 0.4 | 1.6 | 0.4 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 |
| Hexano | 1.55 | 1.5 | 1.1 | 2.4 | 1.9 | 0.5 | 0.4 | 1.2 | 0.3 | 0.8 | 0.9 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.7 | 2.6 | 1.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.1 |
| Metilciclohexano | 1.86 | 2.7 | 2.5 | 4.0 | 2.9 | 1.1 | 1.0 | 2.4 | 0.8 | 2.5 | 17.1 | 1.0 | 12.4 | 2.5 | 7.7 | 6.3 | 3.6 | 0.2 | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 0.6 |
| Nonano | 1.03 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.9 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| Octano | 1.15 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 1.0 | 0.1 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 |
| Tetradecano | 0.75 | 0.8 | 0.4 | 0.3 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.8 | 0.7 | 0.3 | 0.2 | 0.8 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.7 |
| Undecano | 0.85 | 0.3 | 0.3 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.6 | 0.5 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 |
| Benzilalcohol | 4.71 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 0.5 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 2.2 | 0.9 | 0.3 |
| Fenol | 2.41 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.7 | 0.5 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.4 |
| Hexilalcohol | 2.87 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Acetaldehído | 6.07 | 9.1 | 12.5 | 8.7 | 18.1 | 4.0 | 4.2 | 5.7 | 4.7 | 10.7 | 9.4 | 10.6 | 4.3 | 12.0 | 6.2 | 7.7 | 10.8 | 1.1 | 6.5 | 3.2 | 6.2 | 5.3 |
| Acroleína | 6.98 | 1.5 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | | | 0.1 | | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 4.6 | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 1.9 | 0.1 | | | |
| Butanal | 5.73 | 6.5 | 6.6 | 5.4 | 12.1 | 3.2 | 3.6 | 4.8 | 3.6 | 9.8 | 10.4 | 9.7 | 4.1 | 6.6 | 3.3 | 5.2 | 6.8 | 1.9 | 5.9 | 2.9 | 5.1 | 3.8 |
| Crotonaldehído | 8.18 | 1.1 | 0.8 | 0.7 | 2.3 | 0.9 | 0.6 | 1.1 | 0.4 | 1.3 | 1.2 | 1.6 | 0.6 | 0.7 | 0.5 | 1.0 | 2.6 | | 1.0 | 0.1 | 0.6 | 0.2 |
| Formaldehído | 7.16 | 17.9 | 17.3 | 15.5 | 33.2 | 8.0 | 8.6 | 11.2 | 9.2 | 23.0 | 15.8 | 21.1 | 10.3 | 13.1 | 9.2 | 14.8 | 10.9 | 3.1 | 15.3 | 6.9 | 13.8 | 10.4 |
| Glicolaldehído | 4.68 | 0.6 | 0.6 | 0.5 | 1.2 | 0.3 | 0.5 | 0.5 | 0.4 | 1.2 | 1.2 | 1.1 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.8 | 0.8 | 0.1 | 0.7 | 0.3 | 0.6 | 0.4 |
| Glutaraldehído | 4.13 | 1.6 | 0.6 | 0.5 | 0.9 | 0.1 | 2.2 | 1.2 | 0.4 | 1.0 | 0.6 | 0.8 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 0.2 | 1.4 |
| Heptanal | 3.55 | 2.0 | 1.6 | 1.7 | 3.5 | 0.7 | 0.9 | 1.1 | 0.7 | 2.1 | 4.6 | 1.7 | 0.7 | 0.9 | 0.7 | 1.1 | 1.3 | 0.3 | 1.7 | 0.6 | 1.5 | 1.3 |
| Hexanal | 4.17 | 2.8 | 2.9 | 2.6 | 5.9 | 1.2 | 1.2 | 1.9 | 1.5 | 5.1 | 3.4 | 3.4 | 1.5 | 1.8 | 1.5 | 2.4 | 2.3 | 0.4 | 2.5 | 1.0 | 2.0 | 1.6 |
| Isobutanal | 4.50 | 1.2 | 0.5 | 0.5 | 1.1 | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 0.3 | 1.0 | 1.0 | 0.9 | 3.0 | 0.5 | 0.3 | 0.5 | 0.5 | 0.9 | 0.6 | 0.3 | 0.5 | 0.4 |
| Isovaleraldehído | 4.69 | 0.1 | | | | | | | | | | | 0.1 | | | | 2.9 | 0.4 | | 0.1 | | |
| Metacroleína | 5.43 | 0.3 | 0.1 | 0.4 | | | | 0.3 | | | 0.3 | | 0.2 | 0.3 | | 0.1 | 0.1 | 0.3 | | | | 0.3 |
| Nonanal | 3.00 | 0.2 | 0.3 | 1.3 | 0.3 | 2.5 | 3.1 | 3.7 | 3.4 | 0.9 | 1.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 3.4 | 9.1 | 0.9 | 0.3 | 0.5 | 1.9 | 0.5 | 0.7 |
| Octanal | 3.06 | 1.9 | 1.8 | 1.7 | 3.8 | 0.9 | 0.9 | 1.5 | 1.0 | 2.3 | 2.1 | 2.5 | 1.7 | 1.1 | 0.8 | 1.5 | 1.3 | 0.2 | 1.9 | 0.7 | 1.4 | 1.1 |
| Pentanal | 4.88 | | | | | 1.4 | 1.6 | 2.3 | 1.6 | | | | 1.7 | 2.1 | 1.7 | 2.5 | | 0.5 | 2.8 | 1.2 | | |
| Pinonaldehído | 4.00 | 1.8 | 1.1 | 1.1 | 2.8 | 1.0 | 1.0 | 1.2 | 1.2 | 1.3 | 1.0 | 2.0 | 3.0 | 1.9 | 1.1 | 2.0 | 0.9 | 0.4 | 1.5 | 0.8 | 0.9 | 0.9 |
| Pivalaldehído | 4.60 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | | 0.1 | 1.2 | 0.1 | | 0.1 | 0.6 | | 0.2 | | 0.1 | 0.1 |
| Propanal | 6.78 | 5.0 | 4.8 | 4.6 | 9.5 | 2.2 | 2.3 | 3.6 | 2.4 | 5.4 | 5.1 | 5.7 | 2.8 | 4.0 | 2.3 | 3.3 | 5.1 | 0.8 | 3.7 | 1.9 | 3.2 | 2.3 |
| Glioxal | 8.84 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.5 | | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 |
| Hepteno | 4.22 | 1.7 | 1.1 | 2.3 | 1.7 | 0.6 | 0.5 | 1.2 | 0.4 | 2.2 | 3.1 | 0.8 | 1.5 | 0.5 | 1.3 | 6.2 | 1.1 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.3 |
| Octeno | 3.46 | 0.8 | 1.2 | 1.9 | 1.3 | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 1.1 | 0.7 | 1.5 | 1.3 | 2.8 | 1.6 | 1.9 | 1.5 | 0.9 | 1.7 | 1.3 | 1.0 | 1.5 | 0.5 |
| 1,2,4-Trimetilbenceno | 7.88 | 4.1 | 1.3 | 1.3 | 1.2 | 0.7 | 0.6 | 1.1 | 0.4 | 1.8 | 2.3 | 2.4 | 3.4 | 1.1 | 1.2 | 1.0 | 1.1 | 0.4 | 0.9 | 0.7 | 0.4 | 0.8 |
| 1,3,5-Trimetilbenceno | 9.35 | 7.2 | 6.7 | 7.5 | 6.3 | 2.7 | 3.0 | 5.8 | 2.2 | 10.3 | 14.0 | 13.2 | 21.5 | 5.5 | 6.5 | 4.8 | 19.7 | 1.7 | 4.3 | 3.3 | 4.6 | 3.5 |
| 4-Etiltolueno | 4.28 | 1.4 | 1.1 | 1.4 | 1.1 | 0.5 | 0.5 | 1.0 | 0.4 | 1.7 | 2.5 | 2.1 | 2.9 | 0.7 | 1.1 | 0.8 | 3.3 | 0.2 | 0.6 | 0.5 | 0.7 | 0.5 |
| Benceno | 0.79 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Dimetilestireno | 1.00 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.1 |
| Estireno | 1.70 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.9 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| Etilbenceno | 6.12 | 1.6 | 1.2 | 1.8 | 1.3 | 0.5 | 0.4 | 1.2 | 0.4 | 3.9 | 5.1 | 2.2 | 5.4 | 0.9 | 1.7 | 1.5 | 3.5 | 0.2 | 0.4 | 0.3 | 0.6 | 0.5 |
| Indano | 3.25 | 0.4 | 0.5 | 0.2 | 0.6 | 0.7 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 0.6 | 0.5 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.2 | 0.7 | 1.0 | 0.3 |
| m,p-Xileno | 6.99 | 2.2 | 1.6 | 2.5 | 1.8 | 0.7 | 0.6 | 1.7 | 0.7 | 6.3 | 6.3 | 3.9 | 8.8 | 1.3 | 2.5 | 2.3 | 5.1 | 0.5 | 0.6 | 0.5 | 1.0 | 0.7 |
| o-Xileno | 7.17 | 2.6 | 1.9 | 2.9 | 2.1 | 0.8 | 0.7 | 1.9 | 0.7 | 5.6 | 5.9 | 4.2 | 8.4 | 1.3 | 2.5 | 2.2 | 6.2 | 0.3 | 0.7 | 0.6 | 1.1 | 0.7 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-------|-----|-----|-----|------|------|-----|------|-----|-----|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| m-Propiltolueno | 4.00 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 0.2 | 0.1 |
| o-Propiltolueno | 4.18 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.1 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 0.3 | 0.4 | 0.3 | 1.2 | 0.2 | 0.5 | 0.2 | 0.2 | 0.3 |
| o-Tolualdehído | -0.29 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Propilbenceno | 2.15 | 2.0 | 1.7 | 2.3 | 1.5 | 0.7 | 0.7 | 1.4 | 0.5 | 2.5 | 3.5 | 3.0 | 4.0 | 1.1 | 1.5 | 1.2 | 5.5 | 0.2 | 0.7 | 0.6 | 1.0 | 0.7 |
| Tolueno | 4.02 | 5.0 | 3.2 | 5.7 | 4.4 | 1.3 | 1.4 | 11.2 | 4.1 | 9.0 | 11.7 | 4.6 | 24.0 | 2.7 | 7.6 | 6.2 | 6.7 | 0.3 | 1.3 | 0.8 | 1.6 | 1.9 |
| Trimetilbenceno isomero_1 | 9.00 | 2.0 | 1.7 | 2.1 | 1.6 | 0.7 | 0.7 | 1.4 | 0.6 | 2.7 | 3.7 | 3.5 | 5.5 | 1.3 | 1.6 | 1.3 | 6.8 | 0.3 | 0.8 | 0.7 | 1.1 | 0.9 |
| Trimetilbenceno isomero_2 | 9.00 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 4.9 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.7 | 0.1 |
| Metilglioxal | 11.20 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | | 0.1 | 0.4 | 0.5 | | 0.3 | 0.1 | 0.2 | 0.2 |
| 2-Butanona | 1.53 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.1 |
| 2-Pentanona | 3.06 | 1.3 | 1.6 | 1.1 | 2.6 | | | | | 1.6 | 1.4 | 1.7 | | | | | | | | | 1.0 | 0.8 |
| 4-Metil-2-pentanona | 3.81 | 0.1 | | | | | | 0.0 | | | | | 0.2 | | | | | 0.1 | | | | |
| Acetona | 0.34 | 0.0 | 0.2 | 0.2 | 1.1 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 1.0 | 0.4 | 1.1 | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 0.8 | 0.4 | 0.1 | 0.6 | 0.3 | 0.3 | 0.1 |
| Hexanona | 3.47 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 1.4 | 2.6 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.2 |
| Hidroxiacetona | 3.08 | 0.7 | 0.5 | 0.4 | 1.1 | 4.3 | 4.7 | 5.3 | 4.4 | 0.6 | 0.5 | 0.8 | 4.7 | 2.9 | 4.3 | 7.3 | 1.2 | 0.4 | 7.7 | 3.9 | 0.4 | 0.3 |
| Sabinaketona | 4.05 | 1.7 | 1.1 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 0.6 | 0.8 | 0.3 | 0.6 | 0.6 | 0.7 | 0.7 | 0.6 | 0.7 | 0.5 | 2.1 | 0.6 | 0.6 | 1.1 | 0.9 | 0.6 |
| Biacetil/2,3-Butanediona | 13.50 | 1.6 | 1.8 | 1.4 | 4.2 | 1.3 | 1.2 | 1.6 | 1.3 | 0.8 | 3.2 | 2.9 | 14.5 | 0.8 | 1.1 | 3.1 | 5.0 | 0.6 | 2.6 | 0.6 | 1.0 | 1.3 |
| Ciclohexanona | 1.66 | 0.4 | 0.5 | 1.2 | 1.8 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.3 | 1.6 | 2.1 | 1.8 | 0.6 | 0.9 | 0.3 | 0.5 | 0.2 | 0.0 | 0.5 | 0.3 | 0.3 | 0.4 |
| Heptanona | 2.74 | 0.2 | | | 0.1 | 0.1 | | | 0.1 | 0.5 | 0.4 | 0.1 | 1.9 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Nonanona | 1.33 | 0.5 | | | | | 0.0 | | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.8 | | 0.0 | | | 0.2 | | | | 0.0 |
| Octanona | 3.06 | 0.6 | 0.4 | 0.5 | 0.7 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.1 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.9 | 0.3 | | 0.2 | | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | |
| Butilacetato | 1.00 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.1 | 3.5 | 6.4 | 3.0 | 6.8 | 0.5 | 0.4 | 0.7 | 1.1 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.1 |
| n-Propilacetato | 0.95 | 0.6 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | | | | | 1.9 | 2.8 | 0.7 | 4.8 | 0.1 | | | | | | | 0.1 | 0.1 |
| Octametilciclotetrasiloxano | -0.05 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.1 | -0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| a-pineno | 4.02 | 0.2 | 0.3 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 |
| Camfeno | 4.02 | 0.5 | 2.1 | 0.5 | 0.6 | 1.0 | 0.9 | 0.5 | 0.2 | 0.4 | 1.1 | 1.1 | 1.7 | 1.0 | 3.7 | 0.6 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 2.1 | 1.5 | 1.1 |
| Limoneno | 4.06 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.2 | 0.6 | 0.5 | 0.3 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 1.7 | 0.1 | 0.1 |
| m-Cimeno | 6.30 | 3.1 | 4.2 | 1.5 | 4.5 | 5.8 | 2.3 | 1.5 | 1.9 | 1.4 | 3.0 | 5.9 | 4.7 | 3.9 | 1.5 | 1.6 | 2.8 | 4.0 | 1.6 | 5.9 | 2.6 | 2.1 |
| o-Cimeno | 5.14 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 1.5 | 0.2 | 0.4 | 0.2 | 0.3 | 0.2 |

Tabla 6b. Valores de PMFO ($\mu\text{g O}_3 \text{ m}^{-3}$) y MIR ($\mu\text{g O}_3 \mu\text{g}^{-1} \text{ COV}$, Venecek et al., 2018) para diferentes COVs y puntos de muestreo de la campaña de 2023 (continuación).

| Compuesto | MIR | PUV5 | PUB1 | PUB2 | PUB3 | PUH7 | PUHF8 | QT1 | QT3 | QT2 | PCF10 | PC11 | PCF12 | PH1_5 | PH4_6 | PH2 | PH3 | PAZ2 |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|------|------|------|
| Ácido propanoico | 1.35 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 2,2-Dimetilbutano | 1.30 | 0.2 | 2.2 | 2.8 | 2.6 | 0.8 | 2.8 | 3.1 | 0.9 | 0.9 | 0.2 | 1.0 | 0.1 | 11.1 | 15.8 | 2.3 | 2.9 | 0.1 |
| 2-Metilpentano | 1.77 | 0.9 | 10.7 | 21.8 | 7.6 | 3.7 | 9.7 | 24.6 | 3.8 | 4.2 | 1.3 | 12.1 | 0.6 | 31.8 | 41.3 | 9.2 | 14.0 | 0.6 |
| Decano | 0.93 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.6 | 0.9 | 0.2 | 0.2 | 0.1 |
| Dodecano | 0.79 | 1.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.6 | 0.6 | 0.1 | 0.2 | 0.1 |
| Heptano | 1.37 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.4 | 0.1 | 1.5 | 1.4 | 0.2 | 0.7 | 0.1 | 2.0 | 0.1 | 1.2 | 1.8 | 0.5 | 0.8 | 0.1 |
| Hexano | 1.55 | 0.2 | 1.2 | 4.8 | 1.1 | 0.3 | 4.5 | 3.4 | 1.0 | 1.2 | 0.2 | 2.6 | 0.1 | 5.9 | 11.5 | 1.3 | 1.6 | 0.2 |
| Metilciclohexano | 1.86 | 0.7 | 1.3 | 7.7 | 3.6 | 1.6 | 32.6 | 14.7 | 1.7 | 2.8 | 1.2 | 7.1 | 0.5 | 35.9 | 43.3 | 8.1 | 14.8 | 0.4 |
| Nonano | 1.03 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.9 | 0.1 | 0.4 | 0.9 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 2.0 | 2.7 | 0.5 | 1.1 | 0.1 |
| Octano | 1.15 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.4 | 0.1 | 0.5 | 0.8 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 0.8 | 1.1 | 0.4 | 0.7 | 0.0 |
| Tetradecano | 0.75 | 0.4 | 0.2 | 0.5 | 0.3 | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 0.5 | 0.2 | 0.3 | 0.1 |
| Undecano | 0.85 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.7 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| Benzilalcohol | 4.71 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.8 | 0.3 | 0.9 | 0.3 | 0.5 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| Fenol | 2.41 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 1.0 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.3 | 0.1 | 0.1 |
| Hexilalcohol | 2.87 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.0 |
| Acetaldehído | 6.07 | 12.1 | 3.9 | 32.1 | 10.2 | 12.7 | 11.9 | 12.0 | 9.7 | 8.1 | 3.7 | 4.9 | 2.5 | 8.8 | 11.2 | 31.9 | 14.2 | 32.4 |
| Acroleína | 6.98 | 0.2 | 7.2 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | | | | | | | 4.0 | 0.2 | 0.3 | 0.1 | 0.1 |
| Butanal | 5.73 | 8.8 | 5.1 | 13.2 | 7.6 | 8.4 | 6.9 | 6.7 | 5.1 | 4.1 | 3.3 | 18.2 | 2.1 | 5.8 | 7.0 | 12.7 | 9.4 | 9.8 |
| Crotonaldehído | 8.18 | 1.3 | 0.9 | 1.1 | 0.7 | 1.6 | 1.3 | 0.8 | 0.3 | 0.3 | 0.6 | 1.7 | 0.2 | 0.8 | 1.4 | 2.6 | 1.4 | 1.0 |
| Formaldehído | 7.16 | 23.8 | 13.0 | 25.3 | 15.2 | 16.3 | 12.3 | 14.7 | 13.2 | 11.0 | 6.9 | 8.3 | 5.4 | 10.5 | 12.4 | 21.1 | 15.3 | 12.4 |
| Glicolaldehído | 4.68 | 0.9 | 0.5 | 1.1 | 0.9 | 1.2 | 1.0 | 0.7 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 1.6 | 0.2 | 4.4 | 4.5 | 8.7 | 1.3 | 0.9 |
| Glutaraldehído | 4.13 | 0.4 | 0.3 | 1.0 | 0.6 | | 0.0 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 1.0 | 0.1 | 0.1 | | 0.1 | 0.1 | |
| Heptanal | 3.55 | 2.6 | 0.6 | 1.0 | 0.8 | 1.6 | 1.6 | 0.8 | 0.7 | 0.5 | 0.7 | 1.2 | 0.5 | 1.1 | 1.4 | 2.3 | 1.9 | 1.7 |
| Hexanal | 4.17 | 4.1 | 0.4 | 0.7 | 0.7 | 2.7 | 2.2 | 0.6 | 0.6 | 0.4 | 1.2 | 1.4 | 0.8 | 1.7 | 2.3 | 3.8 | 3.5 | 3.6 |
| Isobutanal | 4.50 | 0.8 | 3.8 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 0.6 | 0.7 | 0.5 | 0.4 | 0.3 | 2.4 | 0.2 | 1.0 | 0.6 | 0.8 | 0.7 | 0.6 |
| Isovaleraldehído | 4.69 | | 1.9 | 3.1 | 2.5 | | | 2.3 | 2.1 | 1.7 | | | | 0.4 | | | | 2.6 |
| Metacroleína | 5.43 | | 0.2 | | | | | | | | 0.4 | 0.1 | | 0.2 | 0.4 | | | |
| Nonanal | 3.00 | 0.3 | 0.1 | 0.4 | 0.2 | 2.2 | 2.1 | 0.5 | 1.0 | 0.2 | 2.8 | 3.1 | 2.0 | 1.2 | 1.2 | 2.9 | 3.7 | 0.7 |
| Octanal | 3.06 | 2.9 | 0.6 | 2.1 | 1.3 | 1.8 | 1.6 | 1.2 | 1.2 | 0.7 | 0.9 | 0.9 | 0.7 | 1.1 | 1.5 | 2.2 | 2.1 | 1.6 |
| Pentanal | 4.88 | | 1.7 | | | | | | | | 1.6 | 1.9 | 1.0 | | | | | |
| Pinonaldehído | 4.00 | 1.9 | 1.8 | 1.7 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | 0.5 | 0.6 | 0.2 | 1.7 | 1.1 | 1.1 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 0.7 | 1.1 |
| Pivalaldehído | 4.60 | 0.2 | | 0.2 | 0.1 | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | | | | | | 0.6 |
| Propanal | 6.78 | 5.6 | 2.0 | 8.7 | 5.0 | 6.6 | 6.8 | 3.8 | 3.1 | 2.6 | 1.9 | 2.9 | 1.3 | 5.0 | 9.3 | 9.4 | 9.8 | 6.0 |
| Glioxal | 8.84 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.3 | 6.5 | 4.6 | 0.4 | 0.4 | 0.2 | | 0.2 | | 3.3 | 4.3 | 6.1 | 5.1 | 0.5 |
| Hepteno | 4.22 | 0.3 | 0.4 | 1.6 | 1.1 | 0.3 | 3.3 | 2.5 | 0.5 | 1.7 | 0.4 | 3.6 | 0.3 | 3.8 | 4.9 | 0.9 | 1.3 | 0.2 |
| Octeno | 3.46 | 0.8 | 0.9 | 2.3 | 0.9 | 2.1 | 2.8 | 1.8 | 1.5 | 1.6 | 0.8 | 1.4 | 0.5 | 6.0 | 6.6 | 2.0 | 2.5 | 1.5 |
| 1,2,4-Trimetilbenceno | 7.88 | 0.8 | 0.1 | 0.3 | 1.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.8 | 4.9 | 0.7 | 1.4 | 1.9 | 0.3 | 0.6 | 1.2 |
| 1,3,5-Trimetilbenceno | 9.35 | 3.9 | 3.9 | 6.6 | 19.7 | 2.8 | 4.8 | 6.1 | 3.4 | 10.2 | 3.9 | 22.7 | 3.0 | 18.0 | 43.7 | 5.1 | 10.9 | 6.2 |
| 4-Etiltolueno | 4.28 | 0.6 | 0.7 | 1.1 | 3.3 | 0.4 | 0.9 | 1.0 | 0.5 | 0.8 | 0.6 | 3.5 | 0.5 | 8.5 | 6.8 | 1.0 | 2.2 | 0.7 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| Benceno | 0.79 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.6 | 0.6 | 0.1 | 0.1 | 0.0 |
| Dimetilestireno | 1.00 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| Estireno | 1.70 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.5 | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.1 | 1.2 | 0.1 | 1.4 | 0.6 | 0.3 | 0.2 | 0.3 |
| Etilbenceno | 6.12 | 0.5 | 0.8 | 1.5 | 3.5 | 0.2 | 0.9 | 0.9 | 0.7 | 1.1 | 0.5 | 7.8 | 0.4 | 2.3 | 3.9 | 0.6 | 1.0 | 0.5 |
| Indano | 3.25 | 0.6 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 1.0 | 0.6 | 0.4 | 0.6 | 1.1 | 0.8 | 0.3 | 0.2 |
| m,p-Xileno | 6.99 | 0.8 | 1.3 | 2.5 | 5.1 | 1.2 | 2.2 | 2.4 | 2.2 | 3.9 | 0.7 | 14.8 | 0.5 | 5.1 | 6.0 | 1.4 | 1.5 | 1.0 |
| o-Xileno | 7.17 | 0.9 | 1.5 | 2.7 | 6.2 | 0.4 | 1.5 | 1.7 | 1.3 | 1.9 | 0.8 | 13.2 | 0.6 | 4.4 | 7.6 | 1.2 | 2.1 | 0.9 |
| m-Propiltolueno | 4.00 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 1.0 | 0.1 | 0.0 | 0.8 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.7 | 0.2 | 0.1 | 0.0 |
| o-Propiltolueno | 4.18 | 0.3 | 0.2 | 0.5 | 1.2 | 0.2 | 0.3 | 0.6 | 0.2 | 1.0 | 0.2 | 1.4 | 0.2 | 1.4 | 3.6 | 0.4 | 1.0 | 0.5 |
| o-Tolualdehído | -0.29 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| Propilbenceno | 2.15 | 0.8 | 0.9 | 1.8 | 5.5 | 0.5 | 1.2 | 1.7 | 0.8 | 1.3 | 0.7 | 5.3 | 0.6 | 7.1 | 9.3 | 1.3 | 2.6 | 1.0 |
| Tolueno | 4.02 | 1.2 | 1.9 | 4.2 | 6.7 | 0.9 | 4.6 | 2.5 | 2.2 | 7.4 | 1.5 | 19.2 | 1.4 | 8.7 | 12.3 | 2.0 | 2.0 | 0.9 |
| Trimetilbenceno is.1 | 9.00 | 1.0 | 1.1 | 2.0 | 6.8 | 0.6 | 1.3 | 3.0 | 1.0 | 1.5 | 0.9 | 5.7 | 0.7 | 6.5 | 11.2 | 1.6 | 3.4 | 1.1 |
| Trimetilbenceno is.2 | 9.00 | 0.3 | 1.0 | 1.7 | 4.9 | 0.7 | 1.2 | 1.1 | 0.9 | 2.5 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 4.7 | 10.3 | 1.3 | 3.4 | 0.1 |
| Metilglioxal | 11.20 | 0.3 | | 0.3 | 0.2 | 1.1 | 0.8 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | | 0.2 | 0.1 | 1.7 | 1.5 | 2.7 | 0.9 | 0.5 |
| 2-Butanona | 1.53 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.0 | | 0.0 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.2 |
| 2-Pentanona | 3.06 | 1.8 | 0.0 | | | | | | | 0.0 | 0.0 | | | | | | | |
| 4-Metil-2-pentanona | 3.81 | | 1.4 | | | | | | | | | | | 0.1 | | | | |
| Acetona | 0.34 | 0.9 | 0.0 | 0.4 | 0.2 | 1.0 | 0.8 | 0.4 | 0.5 | 0.2 | 0.3 | 1.4 | 0.2 | 2.1 | 3.1 | 3.7 | 1.1 | 0.6 |
| Hexanona | 3.47 | 0.5 | 0.9 | 2.8 | 1.8 | 0.3 | 0.2 | 1.9 | 1.5 | 1.2 | 0.2 | 1.0 | 0.1 | 0.3 | 0.3 | 0.5 | | 0.7 |
| Hidroxiacetona | 3.08 | 0.8 | 0.6 | 0.8 | 0.9 | 1.6 | 1.2 | 0.9 | 1.0 | 0.6 | 3.5 | 4.4 | 2.6 | 1.9 | 2.1 | 3.2 | 1.6 | 0.7 |
| Sabinaketona | 4.05 | 0.6 | 0.5 | 0.6 | 2.1 | 0.3 | 0.2 | 1.0 | 0.3 | 0.4 | 1.1 | 0.6 | 0.5 | 1.2 | 4.5 | 0.5 | 0.9 | 0.7 |
| 2,3-Butanediona | 13.50 | 3.3 | 0.8 | 2.3 | 4.5 | 6.9 | 5.9 | 4.0 | 3.9 | 1.9 | 1.2 | 1.6 | 0.3 | 7.6 | 6.2 | 5.2 | 8.4 | 2.8 |
| Ciclohexanona | 1.66 | 1.2 | 0.2 | 0.4 | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 1.4 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| Heptanona | 2.74 | 0.1 | 0.6 | | 0.1 | 0.0 | 0.2 | | | 0.1 | | 0.0 | | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.1 |
| Nonanona | 1.33 | | 1.8 | | | | | | | | | 0.0 | 0.0 | 0.4 | | | | |
| Octanona | 3.06 | 0.4 | 0.9 | 0.5 | 0.3 | 0.5 | 0.5 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 0.6 | 0.7 | 0.9 | |
| Butilacetato | 1.00 | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 1.1 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.1 | 3.4 | 0.1 | 0.8 | 1.2 | 0.3 | 0.5 | 0.3 |
| n-Propilacetato | 0.95 | 0.2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Octametilciclotetrasilox. | -0.05 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| a-pineno | 4.02 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 1.0 | 0.7 | 0.2 | 0.1 |
| Camfeno | 4.02 | 0.9 | 0.1 | 0.7 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.3 | 0.6 | 0.2 | 0.9 | 1.7 | 5.6 | 0.2 | 0.3 | 0.9 | 1.4 | 0.1 |
| Limoneno | 4.06 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.9 | 0.4 | 1.0 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.0 |
| m-Cimeno | 6.30 | 5.2 | 0.8 | 1.5 | 2.8 | 1.5 | 1.2 | 1.5 | 1.3 | 2.7 | 7.7 | 5.0 | 3.5 | 4.0 | 7.8 | 5.9 | 3.2 | 1.3 |
| o-Cimeno | 5.14 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 1.5 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 0.2 | 1.1 | 0.2 | 1.4 | 0.2 | 1.0 | 2.8 | 0.3 | 0.8 | 0.4 |
| β-Pineno | 3.47 | 1.8 | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 0.4 | 0.1 | 0.9 | 0.9 | 0.7 | 2.2 | 3.5 | 1.5 | 0.9 | 5.9 | 2.2 | 3.3 | 0.6 |

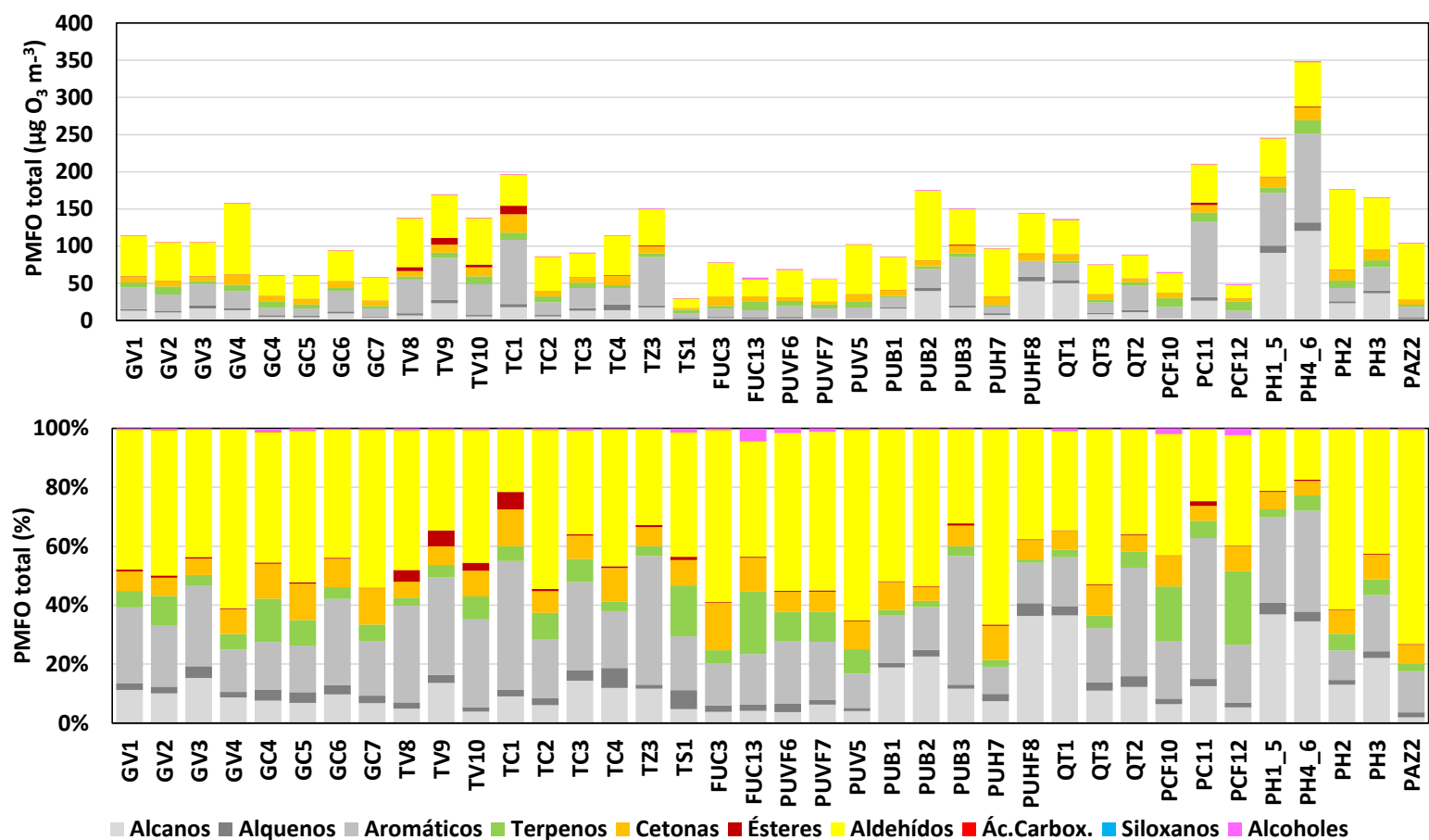


Figura 10. Valores (superior, $\mu\text{g O}_3 \text{ m}^{-3}$) y proporciones (inferior, %) medios de PMFO para diferentes grupos de COVs y puntos de muestreo de la campaña de 2023. GAS, gasolineras; QT, clúster químico de Tarragona; PC, clúster petroquímico Castellón; PH, clúster petroquímico Huelva; PB, industria papelera Zaragoza; TA, talleres automóviles Valencia y Castellón; PUV, puerto Valencia; PUB, puerto Barcelona; PUH, puerto Huelva; FUC, fondo urbano Castellón; FUV, fondo urbano Valencia.

Tabla 7a. Valores de PMFO ($\mu\text{g O}_3 \text{ m}^{-3}$) para los COVs y diferentes tipos de puntos de muestreo de la campaña de 2023, ordenados por PMFO. GAS, gasolineras; QT, clúster químico de Tarragona; PC, clúster petroquímico Castellón; PH, clúster petroquímico Huelva; PB, clúster petroquímico Petronor (campaña 2022); PC, clúster petroquímico Tarragona (campaña 2022); PAP, industria papelera Zaragoza; TA, talleres automóviles Valencia y Castellón; PUV, puerto Valencia; PUB, puerto Barcelona; PUH, puerto Huelva; TRM, estación de tráfico Madrid (campaña 2021); FUC, fondo urbano Castellón; FUV, fondo urbano Valencia.

| | GAS | | QT | | PC | | PH | | PB | | PT | | PAP | |
|--|---------------------------|----|---------------------------|----|---------------------------|----|---------------------------|----|---------------------------|----|------------------|----|----------------------------|----|
| | Formaldehído | 15 | Formaldehído | 13 | 1,3,5-Trimetilbenceno | 23 | Metilciclohexano | 26 | Tolueno | 21 | Tolueno | 15 | Acetaldehído | 32 |
| | Acetaldehído | 8 | 2-Metilpentano | 11 | Tolueno | 19 | 2-Metilpentano | 24 | Formaldehído | 12 | Formaldehído | 9 | Formaldehído | 12 |
| | Butanal | 6 | Acetaldehído | 10 | Butanal | 18 | 1,3,5-Trimetilbenceno | 19 | Acetaldehído | 9 | Butanal | 5 | Butanal | 10 |
| | 1,3,5-Trimetilbenceno | 5 | 1,3,5-Trimetilbenceno | 7 | m,p-Xileno | 15 | Acetaldehído | 17 | Butanal | 8 | m,p-Xileno | 5 | 1,3,5-Trimetilbenceno | 6 |
| | Tolueno | 5 | Metilciclohexano | 6 | o-Xileno | 13 | Formaldehído | 15 | Etilbenceno | 7 | Acetaldehído | 4 | Propanal | 6 |
| | Propanal | 4 | Butanal | 5 | 2-Metilpentano | 12 | Butanal | 9 | o-Xileno | 6 | Hexanal | 4 | Hexanal | 4 |
| | m-Cimeno | 3 | Tolueno | 4 | Formaldehído | 8 | Propanal | 8 | Hexanal | 6 | Etilbenceno | 2 | Biacetil/2,3-Butanediona | 3 |
| | 2-Metilpentano | 3 | Biacetil/2,3-Butanediona | 3 | Etilbenceno | 8 | 2,2-Dimetilbutano | 8 | m,p-Xileno | 6 | Hidroxiacetona | 2 | Isovaleraldehído | 3 |
| | Hidroxiacetona | 3 | Propanal | 3 | Metilciclohexano | 7 | Biacetil/2,3-Butanediona | 7 | Propanal | 4 | Propanal | 2 | Heptanal | 2 |
| | Hexanal | 2 | m,p-Xileno | 3 | Trimetilbenceno isomero_1 | 6 | Tolueno | 6 | Hidroxiacetona | 4 | Benceno | 2 | Octanal | 2 |
| | Metilciclohexano | 2 | Isovaleraldehído | 2 | Propilbenceno | 5 | Trimetilbenceno isomero_1 | 6 | 1,3,5-Trimetilbenceno | 3 | a-pineno | 2 | Octeno | 1 |
| | β-Pineno | 2 | Hexano | 2 | m-Cimeno | 5 | m-Cimeno | 5 | Pinonaldehído | 3 | Pentanal | 2 | m-Cimeno | 1 |
| | Nonanal | 2 | m-Cimeno | 2 | Acetaldehído | 5 | Propilbenceno | 5 | Metilciclohexano | 3 | o-Xileno | 2 | 1,2,4-Trimetilbenceno | 1 |
| | Biacetil/2,3-Butanediona | 2 | Trimetilbenceno isomero_1 | 2 | 1,2,4-Trimetilbenceno | 5 | Hexano | 5 | Octeno | 3 | Pinonaldehído | 2 | Trimetilbenceno isomero_1 | 1 |
| | Pentanal | 2 | o-Xileno | 2 | Hidroxiacetona | 4 | Trimetilbenceno isomero_2 | 5 | Pentanal | 2 | Camfeno | 1 | Pinonaldehído | 1 |
| | o-Xileno | 2 | Octeno | 2 | Hepteno | 4 | Glioxal | 5 | Hepteno | 2 | Octeno | 1 | Propilbenceno | 1 |
| | Octanal | 2 | 2,2-Dimetilbutano | 2 | β-Pineno | 4 | Glicolaldehído | 5 | Camfeno | 1 | Acetona | 1 | Crotonaldehído | 1 |
| | 2-Pentanona | 2 | Hepteno | 2 | 4-Etiltolueno | 3 | 4-Etiltolueno | 5 | Acetona | 1 | m-Cimeno | 1 | m,p-Xileno | 1 |
| | Heptanal | 2 | Hexanona | 2 | Butilacetato | 3 | Octeno | 4 | Trimetilbenceno isomero_1 | 1 | Estireno | 1 | Tolueno | 1 |
| | m,p-Xileno | 1 | Trimetilbenceno isomero_2 | 1 | Nonanal | 3 | o-Xileno | 4 | Heptanal | 1 | Decano | 1 | Glicolaldehído | 1 |
| | Octeno | 1 | Propilbenceno | 1 | Propanal | 3 | m,p-Xileno | 3 | Isovaleraldehído | 1 | Isovaleraldehído | 1 | o-Xileno | 1 |
| | Pinonaldehído | 1 | Octanal | 1 | Hexano | 3 | β-Pineno | 3 | Propilbenceno | 1 | Heptanal | 1 | Sabinaketona | 1 |
| | Trimetilbenceno isomero_1 | 1 | Etilbenceno | 1 | Isobutanol | 2 | Hexanal | 3 | Heptano | 1 | | | 3-Buten-2-ona /Metil vinil | 1 |
| | 1,2,4-Trimetilbenceno | 1 | β-Pineno | 1 | Heptano | 2 | Hepteno | 3 | m-Cimeno | 1 | | | Hidroxiacetona | 1 |
| | Propilbenceno | 1 | Hidroxiacetona | 1 | Pentanal | 2 | Acetona | 3 | 4-Etiltolueno | 1 | | | Hexanona | 1 |
| | 2,2-Dimetilbutano | 1 | Heptano | 1 | Camfeno | 2 | Nonanal | 2 | Trimetilbenceno isomero_2 | 1 | | | Nonanal | 1 |
| | Hepteno | 1 | 4-Etiltolueno | 1 | Crotonaldehído | 2 | Hidroxiacetona | 2 | a-pineno | 1 | | | 4-Etiltolueno | 1 |
| | Hexano | 1 | Heptanal | 1 | Glicolaldehído | 2 | Etilbenceno | 2 | Estireno | 1 | | | 2-Metilpentano | 1 |
| | Etilbenceno | 1 | o-Propiltolueno | 1 | Biacetil/2,3-Butanediona | 2 | Sabinaketona | 2 | Crotonaldehído | 1 | | | Pivalaldehído | 1 |
| | Crotonaldehído | 1 | o-Cimeno | 1 | Octeno | 1 | Octanal | 2 | | | | | Isobutanol | 1 |
| | Glutaraldehído | 1 | Glicolaldehído | 1 | Hexanal | 1 | Metilglioxal | 2 | | | | | Acetona | 1 |
| | 4-Etiltolueno | 1 | Sabinaketona | 1 | o-Propiltolueno | 1 | Heptanal | 2 | | | | | β-Pineno | 1 |
| | Sabinaketona | 1 | Nonanal | 1 | Ciclohexanona | 1 | Nonano | 2 | | | | | Glioxal | 1 |
| | Camfeno | 1 | Hexanal | 1 | Acetona | 1 | o-Propiltolueno | 2 | | | | | o-Propiltolueno | 1 |
| | Ciclohexanona | 1 | Isobutanol | 1 | o-Cimeno | 1 | Crotonaldehído | 2 | | | | | Etilbenceno | 1 |
| | Dodecano | 1 | | | Heptanal | 1 | o-Cimeno | 1 | | | | | | |
| | Isobutanol | 1 | | | Estireno | 1 | Acroleína | 1 | | | | | | |
| | Glicolaldehído | 1 | | | Pinonaldehído | 1 | Heptano | 1 | | | | | | |
| | | | | | Glutaraldehído | 1 | 1,2,4-Trimetilbenceno | 1 | | | | | | |
| | | | | | 2,2-Dimetilbutano | 1 | Isobutanol | 1 | | | | | | |
| | | | | | Hexanona | 1 | Octano | 1 | | | | | | |

Campaña de COVs Plan Nacional de O₃ 2023

| GAS | QT | PC | PH | PB | PT | PAP |
|-----|----|--------------|----|---------------|----|-----|
| | | Octanal | 1 | Butilacetato | 1 | |
| | | Indano | 1 | Camfeno | 1 | |
| | | Sabinaketona | 1 | Indano | 1 | |
| | | Tetradecano | 1 | Octanona | 1 | |
| | | | | Estireno | 1 | |
| | | | | Pinonaldehído | 1 | |
| | | | | α-pineno | 1 | |

Tabla 7b. Valores de PMFO ($\mu\text{g O}_3 \text{ m}^{-3}$) para los COVs y diferentes tipos de puntos de muestreo de la campaña de 2023, ordenados por PMFO. GAS, gasolineras; QT, clúster químico de Tarragona; PC, clúster petroquímico Castellón; PH, clúster petroquímico Huelva; PB, clúster petroquímico Petronor (campaña 2022); PC, clúster petroquímico Tarragona (campaña 2022); PAP, industria papelera Zaragoza; TA, talleres automóviles Valencia y Castellón; PUV, puerto Valencia; PUB, puerto Barcelona; PUH, puerto Huelva; TRM, estación de tráfico Madrid (campaña 2021); FUC, fondo urbano Castellón; FUV, fondo urbano Valencia (continuación).

| | TA | FUC | FUV | PUB | PUV | PUH | TRM | | | | |
|---------------------------|----|---------------------------|-----|--------------------------|-----|---------------------------|-----|--------------------------|----|---------------------------|-----|
| Formaldehído | 13 | Formaldehído | 11 | Formaldehído | 18 | Formaldehído | 24 | Metilciclohexano | 17 | Tolueno | 130 |
| 1,3,5-Trimetilbenceno | 11 | Hidroxiacetona | 6 | Acetaldehído | 6 | Acetaldehído | 12 | Formaldehído | 14 | Etilbenceno | 95 |
| Tolueno | 8 | Acetaldehído | 5 | Butanal | 4 | 2-Metilpentano | 13 | Butanal | 9 | m,p-Xileno | 12 |
| Acetaldehído | 8 | Butanal | 4 | Propanal | 4 | 1,3,5-Trimetilbenceno | 10 | Propanal | 6 | o-Xileno | 88 |
| Butanal | 6 | 1,3,5-Trimetilbenceno | 4 | m-Cimeno | 3 | Butanal | 9 | m-Cimeno | 5 | Formaldehído | 17 |
| Metilciclohexano | 6 | m-Cimeno | 4 | Hexanal | 2 | Propanal | 5 | Hexanal | 4 | 2-Metilpentano | 7 |
| m,p-Xileno | 4 | Propanal | 3 | 1,3,5-Trimetilbenceno | 2 | Tolueno | 4 | 1,3,5-Trimetilbenceno | 4 | Biacetil/2,3-Butanediona | 6 |
| o-Xileno | 4 | Pentanal | 2 | Biacetil/2,3-Butanediona | 2 | Metilciclohexano | 4 | Biacetil/2,3-Butanediona | 3 | Glioxal | 6 |
| Propanal | 4 | Hexanal | 2 | Octanal | 2 | o-Xileno | 3 | Octanal | 3 | 1,3,5-Trimetilbenceno | 4 |
| Biacetil/2,3-Butanediona | 4 | Biacetil/2,3-Butanediona | 2 | Heptanal | 1 | Trimetilbenceno isomero_1 | 3 | Heptanal | 3 | Tolueno | 3 |
| m-Cimeno | 3 | β-Pineno | 2 | Pinonaldehído | 1 | m,p-Xileno | 3 | Pinonaldehído | 2 | Octeno | 2 |
| Trimetilbenceno isomero_1 | 3 | Octanal | 1 | β-Pineno | 1 | Propilbenceno | 3 | β-Pineno | 2 | Hexano | 2 |
| Etilbenceno | 3 | Camfeno | 1 | 2-Pentanona | 1 | Biacetil/2,3-Butanediona | 3 | 2-Pentanona | 2 | Hexano | 2 |
| Hidroxiacetona | 3 | Benzilalcohol | 1 | Crotonaldehído | 1 | 2,2-Dimetilbutano | 3 | Crotonaldehído | 1 | Nonanal | 2 |
| Butilacetato | 3 | Octeno | 1 | Tolueno | 1 | Trimetilbenceno isomero_2 | 3 | Tolueno | 1 | Hepteno | 2 |
| Propilbenceno | 3 | Nonanal | 1 | Ciclohexanona | 1 | Isovaleraldehído | 2 | Ciclohexanona | 1 | 2,2-Dimetilbutano | 2 |
| Hexanal | 2 | Pinonaldehído | 1 | Dodecano | 1 | Acroleína | 2 | Dodecano | 1 | m,p-Xileno | 4 |
| n-Propilacetato | 2 | Heptanal | 1 | o-Xileno | 1 | Hexano | 2 | Trimetilbenceno isom_1 | 1 | Octanal | 2 |
| 2-Metilpentano | 2 | Tolueno | 1 | m,p-Xileno | 1 | Etilbenceno | 2 | o-Xileno | 1 | Heptanal | 1 |
| Nonanal | 2 | Limono | 1 | 1,2,4-Trimetilbenceno | 2 | Isobutanol | 2 | 2-Metilpentano | 1 | Crotonaldehído | 1 |
| Hepteno | 2 | 2-Metilpentano | 1 | Propilbenceno | 1 | Hexanona | 2 | Glicolaldehído | 1 | Hidroxiacetona | 1 |
| 4-Etiltolueno | 2 | Sabinaketona | 1 | Metilciclohexano | 1 | Nonanona | 2 | Acetona | 1 | m-Cimeno | 1 |
| Pentanal | 2 | 1,2,4-Trimetilbenceno | 1 | Indano | 1 | m-Cimeno | 2 | Camfeno | 1 | Glicolaldehído | 1 |
| 1,2,4-Trimetilbenceno | 2 | Trimetilbenceno isomero_1 | 1 | 4-Etiltolueno | 1 | Pentanal | 2 | m,p-Xileno | 1 | Metilglioxal | 2 |
| β-Pineno | 2 | Propilbenceno | 1 | Sabinaketona | 1 | 4-Etiltolueno | 2 | Isobutanol | 1 | o-Xileno | 1 |
| 2-Pentanona | 2 | o-Xileno | 1 | Etilbenceno | 1 | Pinonaldehído | 1 | Hidroxiacetona | 1 | Trimetilbenceno isomero_2 | 1 |
| Octeno | 2 | Metilciclohexano | 1 | Glutaraldehído | 1 | 4-Metil-2-pentanona | 1 | Octeno | 1 | Trimetilbenceno isomero_1 | 1 |
| Pinonaldehído | 2 | Crotonaldehído | 1 | Nonanal | 1 | Octeno | 1 | 1,2,4-Trimetilbenceno | 1 | Acetona | 1 |
| Octanal | 1 | m,p-Xileno | 1 | Benzilalcohol | 1 | Octanal | 1 | Propilbenceno | 1 | Propilbenceno | 1 |
| Heptanal | 1 | Glicolaldehído | 1 | | | Sabinaketona | 1 | Metilciclohexano | 1 | Heptano | 1 |
| Crotonaldehído | 1 | 4-Etiltolueno | 1 | | | Hepteno | 1 | Pinonaldehído | 1 | β-Pineno | 1 |
| Isovaleraldehído | 1 | | | | | Crotonaldehído | 1 | 4-Etiltolueno | 1 | 4-Etiltolueno | 1 |
| Camfeno | 1 | | | | | Glicolaldehído | 1 | Sabinaketona | 1 | Isobutanol | 1 |
| Isobutanol | 1 | | | | | Heptanal | 1 | Etilbenceno | 1 | Etilbenceno | 1 |
| Acroleína | 1 | | | | | Hidroxiacetona | 1 | | | | |
| Ciclohexanona | 1 | | | | | o-Cimeno | 1 | | | | |
| Hexano | 1 | | | | | β-Pineno | 1 | | | | |
| Sabinaketona | 1 | | | | | o-Propiltolueno | 1 | | | | |
| Glicolaldehído | 1 | | | | | Butilacetato | 1 | | | | |
| Trimetilbenceno isomero_2 | 1 | | | | | Glutaraldehído | 1 | | | | |
| Hexanona | 1 | | | | | Hexanal | 1 | | | | |

Campaña de COVs Plan Nacional de O₃ 2023

| | TA | FUC | FUV | PUB | PUV | PUH | TRM |
|-------------------|----|-----|-----|-----------------------|-----|-----|-----|
| Heptano | 1 | | | Octanona | 1 | | |
| 2,2-Dimetilbutano | 1 | | | 1,2,4-Trimetilbenceno | 1 | | |
| Acetona | 1 | | | | | | |

Tabla 8. Valores (superior, $\mu\text{g O}_3 \text{ m}^{-3}$) y proporciones (inferior, %) medios de PMFO para diferentes grupos de COVs y puntos de muestreo de la campaña de 2023. GAS, gasolineras; QT, clúster químico de Tarragona; PC, clúster petroquímico Castellón; PH, clúster petroquímico Huelva; PB, clúster petroquímico Petronor (campaña 2022); PT, clúster petroquímico Tarragona (campaña 2022); PAP, industria papelera Zaragoza; TA, talleres automóviles Valencia y Castellón; PUV, puerto Valencia; PUB, puerto Barcelona; PUH, puerto Huelva; TRM, estación de tráfico Madrid (campaña 2021); FUC, fondo urbano Castellón; FUV, fondo urbano Valencia.

| $\mu\text{g m}^{-3}$ | GAS | QT | PC | PH | PB | PT | PAP | TA | PUV | PUB | PUH | TRM | FUC | FUV |
|----------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| Alcanos | 9.4 | 22.9 | 26.4 | 54.5 | 4.8 | 1.9 | 2.0 | 12.8 | 4.1 | 24.4 | 29.9 | 15.4 | 2.6 | 3.4 |
| Alquenos | 2.6 | 3.2 | 5.1 | 5.9 | 4.4 | 1.3 | 1.7 | 3.6 | 1.2 | 2.4 | 4.3 | 20.2 | 1.5 | 1.0 |
| Aromático | 20.0 | 23.0 | 100.9 | 50.9 | 47.4 | 27.2 | 14.7 | 45.2 | 12.0 | 34.9 | 14.4 | 353.7 | 10.5 | 11.1 |
| Terpenos | 6.3 | 3.8 | 12.3 | 9.2 | 2.8 | 3.7 | 2.6 | 6.9 | 8.3 | 3.5 | 1.9 | 23.5 | 7.8 | 12.1 |
| Cetonas | 8.0 | 7.1 | 10.6 | 13.4 | 6.6 | 3.9 | 6.8 | 11.4 | 9.7 | 8.9 | 10.4 | 7.2 | 9.6 | 5.5 |
| Ésteres | 0.5 | 0.3 | 3.4 | 0.6 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 4.1 | 0.3 | 0.6 | 0.4 | 2.2 | 0.2 | 0.1 |
| Aldehídos | 47.1 | 38.9 | 51.2 | 72.9 | 46.6 | 29.9 | 75.9 | 51.0 | 66.2 | 61.7 | 59.1 | 36.7 | 34.0 | 22.4 |
| Ác.Carbox. | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.1 | 0.1 |
| Siloxanos | 0.0 | 0.0 | -0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Alcoholes | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 0.7 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.3 | 0.5 | 0.2 | 0.7 | 1.4 | 1.1 |
| Total | 94.4 | 99.9 | 210.6 | 208.2 | 113.0 | 68.2 | 104.4 | 135.6 | 102.2 | 136.9 | 120.6 | 460.1 | 67.7 | 56.8 |
| % | GAS | QT | PC | PH | PB | PT | PAP | TA | PUV | PUB | PUH | TRM | FUC | FUV |
| Alcanos | 9.9 | 23.0 | 12.5 | 26.2 | 4.3 | 2.8 | 1.9 | 9.4 | 4.0 | 17.8 | 24.8 | 3.3 | 3.9 | 6.0 |
| Alquenos | 2.8 | 3.2 | 2.4 | 2.8 | 3.9 | 1.9 | 1.6 | 2.7 | 1.1 | 1.8 | 3.5 | 4.4 | 2.2 | 1.7 |
| Aromático | 21.2 | 23.0 | 47.9 | 24.5 | 41.9 | 39.9 | 14.0 | 33.3 | 11.7 | 25.5 | 11.9 | 76.9 | 15.5 | 19.5 |
| Terpenos | 6.7 | 3.8 | 5.9 | 4.4 | 2.5 | 5.4 | 2.4 | 5.1 | 8.2 | 2.5 | 1.5 | 5.1 | 11.6 | 21.4 |
| Cetonas | 8.5 | 7.2 | 5.1 | 6.4 | 5.9 | 5.8 | 6.5 | 8.4 | 9.5 | 6.5 | 8.6 | 1.6 | 14.2 | 9.7 |
| Ésteres | 0.5 | 0.3 | 1.6 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 3.0 | 0.3 | 0.4 | 0.3 | 0.5 | 0.3 | 0.1 |
| Aldehídos | 49.9 | 38.9 | 24.3 | 35.0 | 41.2 | 43.8 | 72.7 | 37.6 | 64.8 | 45.1 | 49.0 | 8.0 | 50.3 | 39.5 |
| Ác.Carbox. | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| Siloxanos | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Alcoholes | 0.4 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 2.1 | 2.0 |

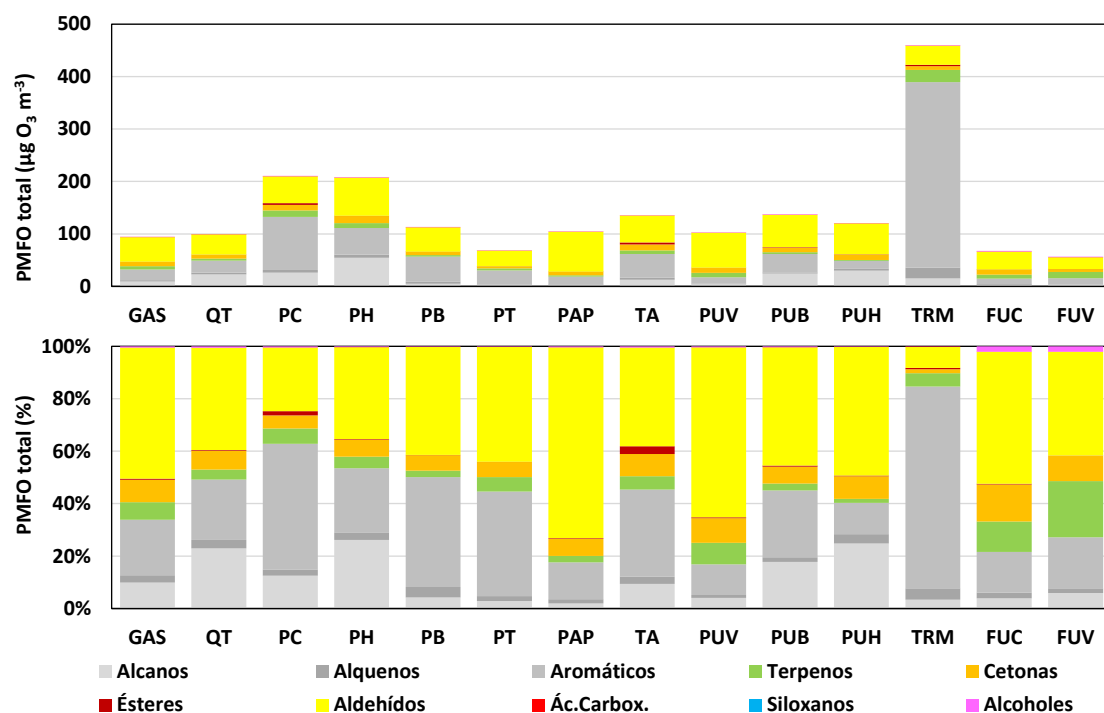


Figura 11. Valores (superior, $\mu\text{g O}_3 \text{ m}^{-3}$) y proporciones (inferior, %) medios de PMFO para diferentes grupos de COVs y puntos de muestreo de la campaña de 2023. GAS, gasolineras; QT, clúster químico de Tarragona; PC, clúster petroquímico Castellón; PH, clúster petroquímico Huelva; PB, clúster petroquímico Petronor (campaña 2022); PC, clúster petroquímico Tarragona (campaña 2022); PAP, industria papelera Zaragoza; TA, talleres automóviles Valencia y Castellón; PUV, puerto Valencia; PUB, puerto Barcelona; PUH, puerto Huelva; TRM, estación de tráfico Madrid (campaña 2021); FUC, fondo urbano Castellón; FUV, fondo urbano Valencia.

V. BIBLIOGRAFÍA

- Carter, W.P.L.: Updated maximum incremental reactivity scale and hydrocarbon bin reactivities for regulatory applications, Calif. Air Resour. Board Contract, no. 2000, pp. 07–339, 2009
- Carter, W.P.L.: Development of the SAPRC-07 chemical mechanism, Atmos. Environ., vol. 44, no. 40, pp. 5324–5335, 2010
- Derwent R.G., Jenkin M.E., Utembe S.R., Shallcross D.E., Murrells T.P., Passant N.R., 2010. Secondary organic aerosol formation from a large number of reactive man-made organic compounds. Sci. Total Environ. 408, 16, 3374-3381. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2010.04.013>.
- Eisele F.L., Mount G.H., Tanner D., Jefferson A., Shetter R., Harder J.W., Williams E.J.: Understanding the production and interconversion of the hydroxyl radical during the Tropospheric OH Photochemistry Experiment. Journal Geophysical Research, 102, D5, 6457-6465, <https://doi.org/10.1029/96JD02207>, 1997
- EWG's Tap Water Database, p-isopropyltoluene. <https://www.ewg.org/tapwater/contaminant.php?contamcode=2030>, último acceso: 16 de enero de 2020, 2019
- Fischer A., Ljungström E., Langer S.: Ozone removal by occupants in a classroom. Atmos. Environ., 81, 11-17, 2013
- Ivatt P.D., Evans M.J., Lewis A.C. Suppression of surface ozone by an aerosol-inhibited photochemical ozone regime. Nature Geoscience 15, 536–540. <https://www.nature.com/articles/s41561-022-00972-9>, 2022
- Li K., Jacob, D.J., Liao H., Zhu J., Shah V., Shen L., Bates K.H., Zhang Q., Zhai S. A two-pollutant strategy for improving ozone and particulate air quality in China. Nature Geoscience 12, 906–910. <https://www.nature.com/articles/s41561-019-0464-x>, 2019
- Monks, P.S., Archibald, A.T., Colette, A., Cooper, O., Coyle, M., Derwent, R., Fowler, D., Granier, C., Law, K.S., Mills, G.E., Stevenson, D.S., Tarasova, O., Thouret, V., von Schneidemesser, E., Sommariva, R., Wild, O., Williams, M.L.: Tropospheric ozone and its precursors from the urban to the global scale from air quality to short-lived climate forcer, Atmospheric Chemistry and Physics, 15, 8889-8973, 2015
- Rossignol, S., Rio, C., Ustache A., et al.:2013 The use of a housecleaning product in an indoor environment leading to oxygenated polar compounds and SOA formation: gas and particulate phase chemical characterization. Atmos Environ. 75, 196-205, 2013
- US-EPA: Air Quality Criteria for Ozone And Related Photochemical Oxidants (Final Report, 2006), EPA 600/R-05/004aF, Volumes I, II & III, 2006
- Venecek, M.A., Carter, W.P.L., Kleeman, M.J.: Updating the SAPRC Maximum Incremental Reactivity (MIR) scale for the United States from 1988 to 2010, J. Air Waste Manag. Assoc., 68, 12, 1301–1316, 2018
- Wang, Ch., Waring, M.S.: Secondary organic aerosol formation initiated from reactions between ozone and surface-sorbed squalene. Atmospheric Environment 2014, 84 , 222-229. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.11.009>, 2014
- Weschler, C.J.: Chemistry in indoor environments: 20 years of research. Indoor Air 21, 3, 205-218. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.2011.00713.x>, 2011
- Weschler, C.J., Shields, H.C.: Indoor ozone/terpene reactions as a source of indoor particles. Atmos. Environ., 33, 2301-2312, 1999