

Organiza:



V ENCUESTRO Ingeniería de la Energía

Patrocinadores:



Asociación Nacional
de Productores
de Energía Renovable



Cátedra
Takasago Industria y
Mantenimiento 4.0



CÁTEDRA DEL AGUA
Y LA SOSTENIBILIDAD



ACTAS DEL CONGRESO

V ENCUESTRO DE INGENIERÍA DE LA ENERGÍA DEL CAMPUS MARE NOSTRUM



Editores:

Mariano Alarcón García (Editor)

Manuel Seco Nicolás (Co-editor)

© Mariano Alarcón García

ISBN: 978-84-09-29971-3

Dirección web de congreso: V-EIECMN

Universidad de Murcia

Campus Mare Nostrum

Del 23 al 26 de
noviembre de 2020

Quinta edición del Encuentro orientado a servir de espacio de reunión para tratar las distintas facetas de las aplicaciones de la Energía en los ámbitos académico y profesional, así como de instituciones y empresas en el que compartir trabajos, se muestren avances creando un espacio virtual de debate y reflexión en el que plantear soluciones a los importantes retos que la Sociedad tiene en el ámbito de la Energía, englobado en el ODS-7, *Energía asequible y no contaminante*, desde una vocación tecnológica pero a la vez con sensibilidad social.





CONTAMINACIÓN Y COVID: ¿HA MEJORADO EL CONFINAMIENTO LA CALIDAD DEL AIRE QUE RESPIRAMOS?

María del Mar Durán del Amor ^(1*); Antonia Baeza Caracena ⁽¹⁾; Mercedes Llorens Pascual del Riquelme ⁽¹⁾; Francisco Esquembre Martínez ⁽²⁾

mariammar.duran@um.es*

⁽¹⁾Universidad de Murcia, Facultad de Química, Departamento de Ingeniería Química

⁽²⁾Universidad de Murcia, Facultad de Matemáticas, Departamento de Análisis Matemático

RESUMEN

En las últimas décadas se ha originado una disminución significativa de la calidad del aire en los núcleos urbanos debido, principalmente, a la actividad automovilística. Sin embargo, con la llegada del virus COVID-19 (SARS-CoV-2) una de las principales medidas que se adoptaron para frenar la pandemia fue la limitación de la movilidad de la población. Esto supuso una disminución del flujo de tráfico en las ciudades y, por tanto, de las emisiones de contaminantes que se ha traducido, aparentemente, en una reducción de los niveles de contaminación atmosférica.

Este estudio pretende analizar y cuantificar cómo ha afectado el confinamiento domiciliario a los niveles de contaminación en las ciudades y evaluar si, efectivamente, esta restricción ha permitido mejorar la calidad del aire.

Para ello, se realizará una recopilación masiva de los valores de los niveles de concentración en aire de los principales contaminantes urbanos -dióxido de nitrógeno, material particulado (PM_{2,5} y PM₁₀), dióxido de azufre y ozono-, tanto horarios como diarios, desde el año 2017 hasta hoy. Tras el tratamiento adecuado de los datos atmosféricos, se estudiarán, en primer lugar, los niveles de concentración de los contaminantes durante el año 2020 diferenciando la situación atmosférica antes, durante y después del confinamiento. Y, en segundo lugar, se comparará la evolución de la contaminación a lo largo del 2020, con la tendencia de los últimos años: 2019, 2018 y 2017. De esta forma se dará respuesta a preguntas como ¿cuánto han descendido los niveles?, ¿realmente ahora se respira un aire de mayor calidad?, ¿han influido otros factores?, ¿se han reducido las muertes por contaminación?...

Como ejemplo de zona de estudio se ha escogido la ciudad de Murcia al estar situada entre las cinco ciudades con mayor nivel de contaminación urbana de España, debido entre otras cosas, a sus características climáticas. No obstante, este trabajo también será exportado y adaptado a las principales ciudades de Europa, América y Asia.

Por último, es importante señalar que este estudio comprende la primera fase de un proyecto más ambicioso acerca de la influencia de la contaminación del aire en la incidencia de enfermedades respiratorias y la tasa de mortalidad debido a COVID-19. En él se establecerán los factores de riesgo relacionados con la contaminación atmosférica, así como la dinámica poblacional en la interacción del COVID-19 influenciada por los contaminantes atmosféricos, permitiendo desarrollar estrategias de mitigación para disminuir la incidencia y un protocolo de protección para la población más vulnerable al virus.

REFERENCIAS

- [1] J. D. Berman and K. Ebisu. *Changes in U.S. air pollution during the COVID-19 pandemic*. Sci. Total Environ., vol. 739, p. 139864, 2020, doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.139864.
- [2] H. Chen, J. Huo, Q. Fu, Y. Duan, H. Xiao, and J. Chen. *Impact of quarantine measures on chemical compositions of PM_{2.5} during the COVID-19 epidemic in Shanghai, China*.



Sci. Total Environ., vol. 743, p. 140758, 2020, doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.140758.

- [3] L. W. A. Chen, L. C. Chien, Y. Li, and G. Lin. *Nonuniform impacts of COVID-19 lockdown on air quality over the United States*. Sci. Total Environ., vol. 745, pp. 13–16, 2020, doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.141105.

Indica con una X el tipo de comunicación que deseas:

ORAL PÓSTER

Indica con una X en qué Área temática quieres que sea incluido tu resumen (si el trabajo se puede encuadrar en varias líneas, elegir una.):

- Didáctica de la energía e Ingeniería de la energía Economía y marco legal de la energía
 Eficiencia energética Energía en la edificación Energías renovables Generación
y transformación de la energía Gestión y control de la energía Impacto ambiental de la
energía Ingeniería de sistemas y equipos energéticos Máquinas térmicas y de fluidos
 Movilidad sostenible Problemática social de la energía Transferencia de calor y
masa

CONTAMINACIÓN Y COVID: ¿HA MEJORADO EL CONFINAMIENTO LA CALIDAD DEL AIRE QUE RESPIRAMOS?



MARÍA DEL MAR DURÁN DEL AMOR (1*);

ANTONIA BAEZA CARACENA (1);

MERCEDES LLORENS PASCUAL DEL RIQUELME (1);

FRANCISCO ESQUEMBRE MARTÍNEZ (2)

mariammar.duran@um.es*

(1) UNIVERSIDAD DE MURCIA, FACULTAD DE QUÍMICA, DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA

(2) UNIVERSIDAD DE MURCIA, FACULTAD DE MATEMÁTICAS, DEPARTAMENTO DE ANÁLISIS MATEMÁTICO

UNIVERSIDAD DE
MURCIA



f SéNeCa⁽⁺⁾

Agencia de Ciencia y Tecnología
Región de Murcia

Contaminación durante la Pandemia



20 20minutos

La calidad del aire mejora 'notablemente' en Europa y bajan las muertes vinculadas a la contaminación

Europa está en el buen camino en lo que a reducción de la contaminación se refiere. Esa puede ser a grandes rasgos la principal conclusión ...



Web Barrio Salvador - Madrid

La contaminación por ozono troposférico cae un 27% en Madrid "gracias" al COVID

... Madrid "debido a la reducción de la movilidad por la crisis sanitaria". ... En Ecologistas en acción remarcan que la contaminación por ozono ...



ep Europa Press

Barcelona fue la ciudad europea que más redujo la contaminación del aire durante el confinamiento

Barcelona fue la ciudad europea que más redujo la contaminación del ... decretado en primavera por la pandemia de coronavirus, con Madrid ...



Xataka Ciencia

Las emisiones de dióxido de nitrógeno han caído un 20% debido a la COVID y eso es bueno para el medioambiente

Esta reducción tan significativa de los niveles de contaminación se debe, ... estudio, a las restricciones en el transporte derivadas de la COVID.



Dinero.com

Restricciones por pandemia generan notable reducción de emisiones de NO2

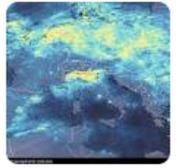
Restricciones por pandemia generan notable reducción de ... frente a la estacionalidad general o la variabilidad en la contaminación", matizó.



La Vanguardia

Los satélites confirman que el Covid-19 y el confinamiento reducen la contaminación

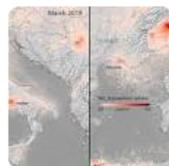
La reducción de la actividad industrial y el transporte con vehículos de ... La contaminación del aire en el norte de Italia ha caído bruscamente ...



National Geographic

El coronavirus reduce la contaminación del aire

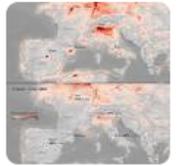
Reducción de la contaminación en España. Foto: ESA. Redacción. 27 de marzo de 2020, 13 ... 24 abr 2020



caranddriver.com

La otra huella del Covid-19 más marcada que nunca: La contaminación, a la mitad

... con la llegada del COVID-19 a nuestro continente, la reducción de ... la dramática crisis del Covid-19: el retroceso de la contaminación en ...



eldiario.es

La caída del tráfico por el coronavirus reduce a la mitad la contaminación en las principales ciudades de España

Las mediciones de las 125 estaciones analizadas indican, pues, "una drástica reducción de los niveles de contaminación atmosférica por ...



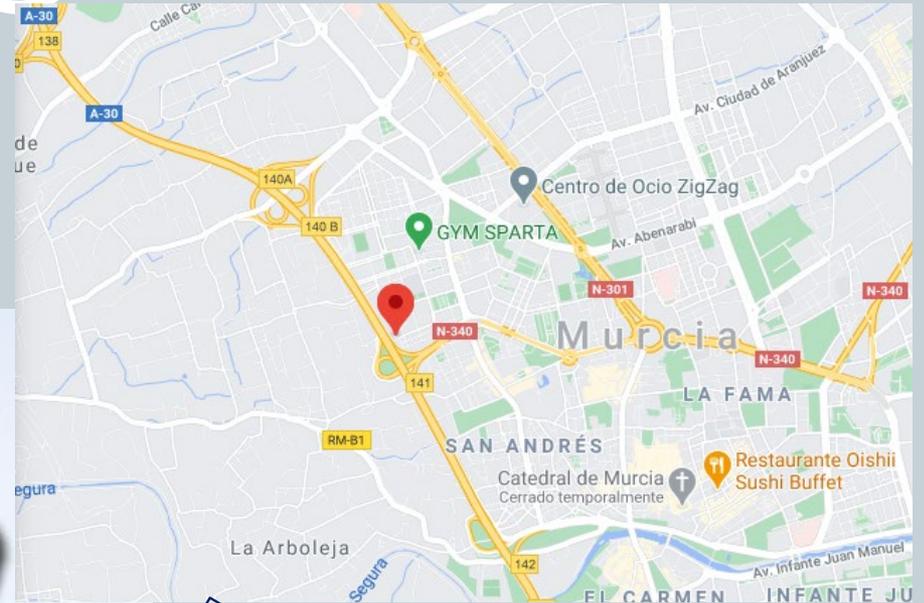
Noticias ONU

La cuarentena por el coronavirus mejora la calidad del aire

... A pesar de una disminución de la contaminación en países como ... el COVID-19 a pesar de las reducciones locales de contaminación y la ...



Recogida de Datos



- Estación Plaza de San Basilio (Sinclair)
- CARM

Año 2020



- 10 Contaminantes:

- Benceno
- CO
- NO
- NO₂
- NO_x
- O₃
- PM₁₀
- SO₂
- Tolueno
- Xileno

- Datos diarios: 1 Enero hasta 22 Noviembre

- **Inicio Estado de Alarma/Confinamiento: 16 Marzo**
- Fase 0: 4 Mayo
- Fase 1 : 11 Mayo
- Fase 2: 25 Mayo
- Fase 3: 8 Junio
- **Fin Estado de Alarma/Nueva Normalidad: 21 Junio**

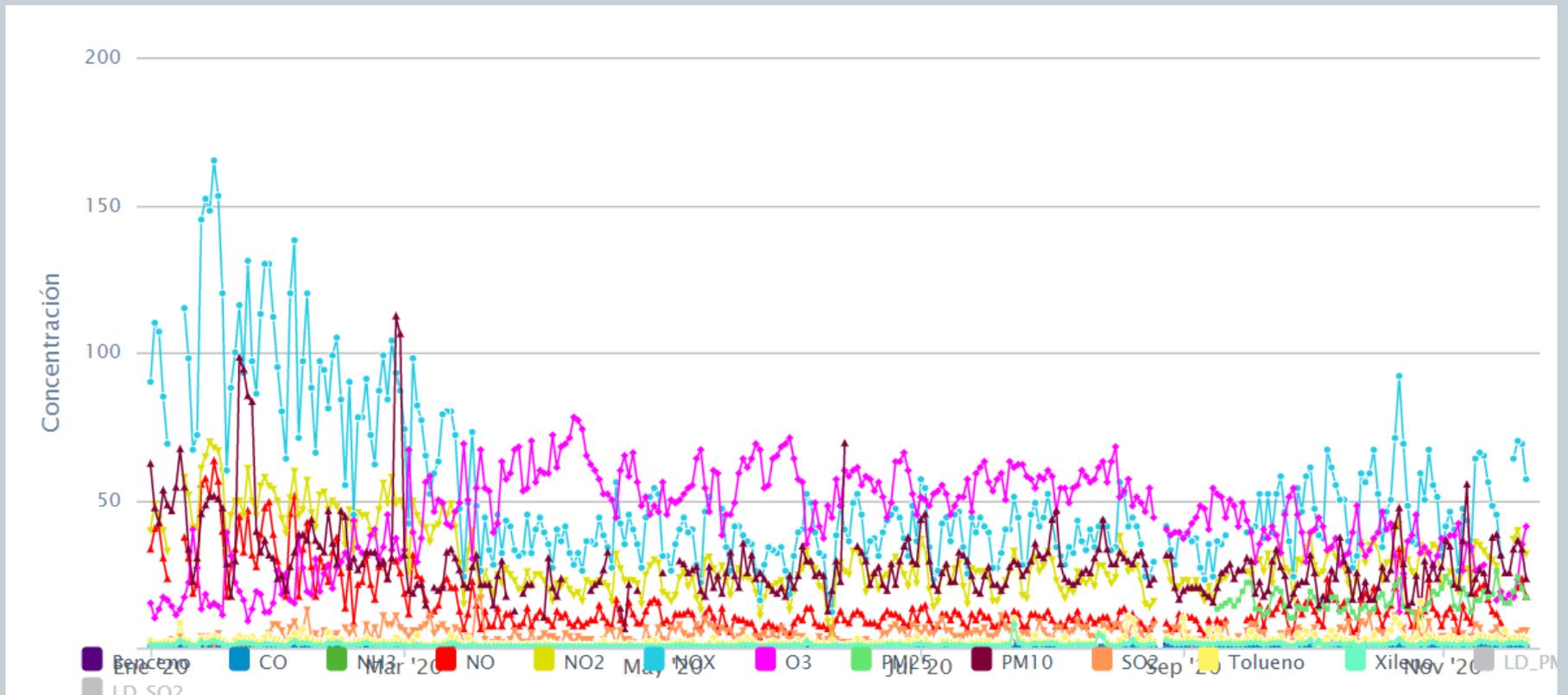
**Confinamiento
Domiciliario**

Desescalada

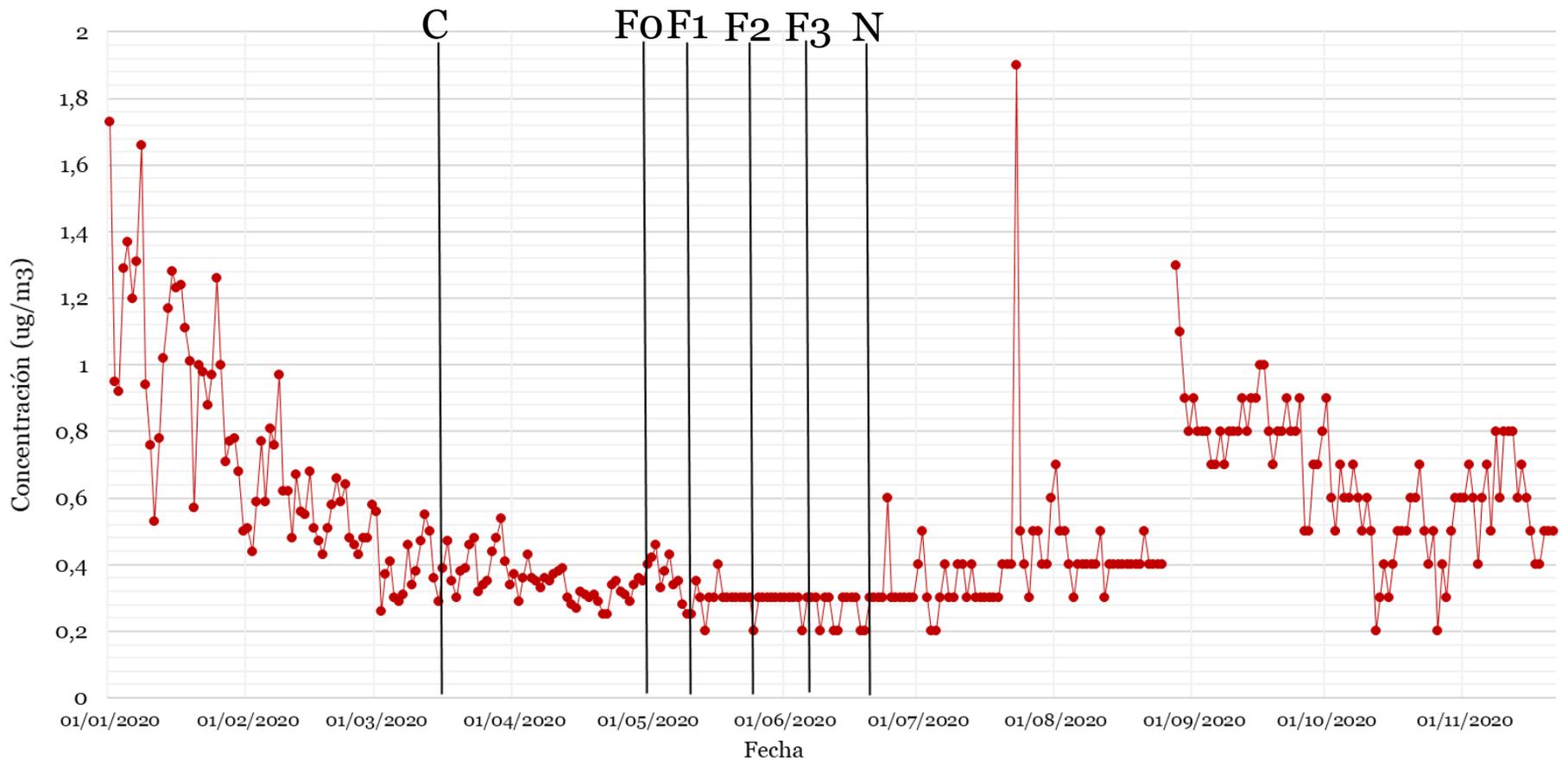
Año 2020



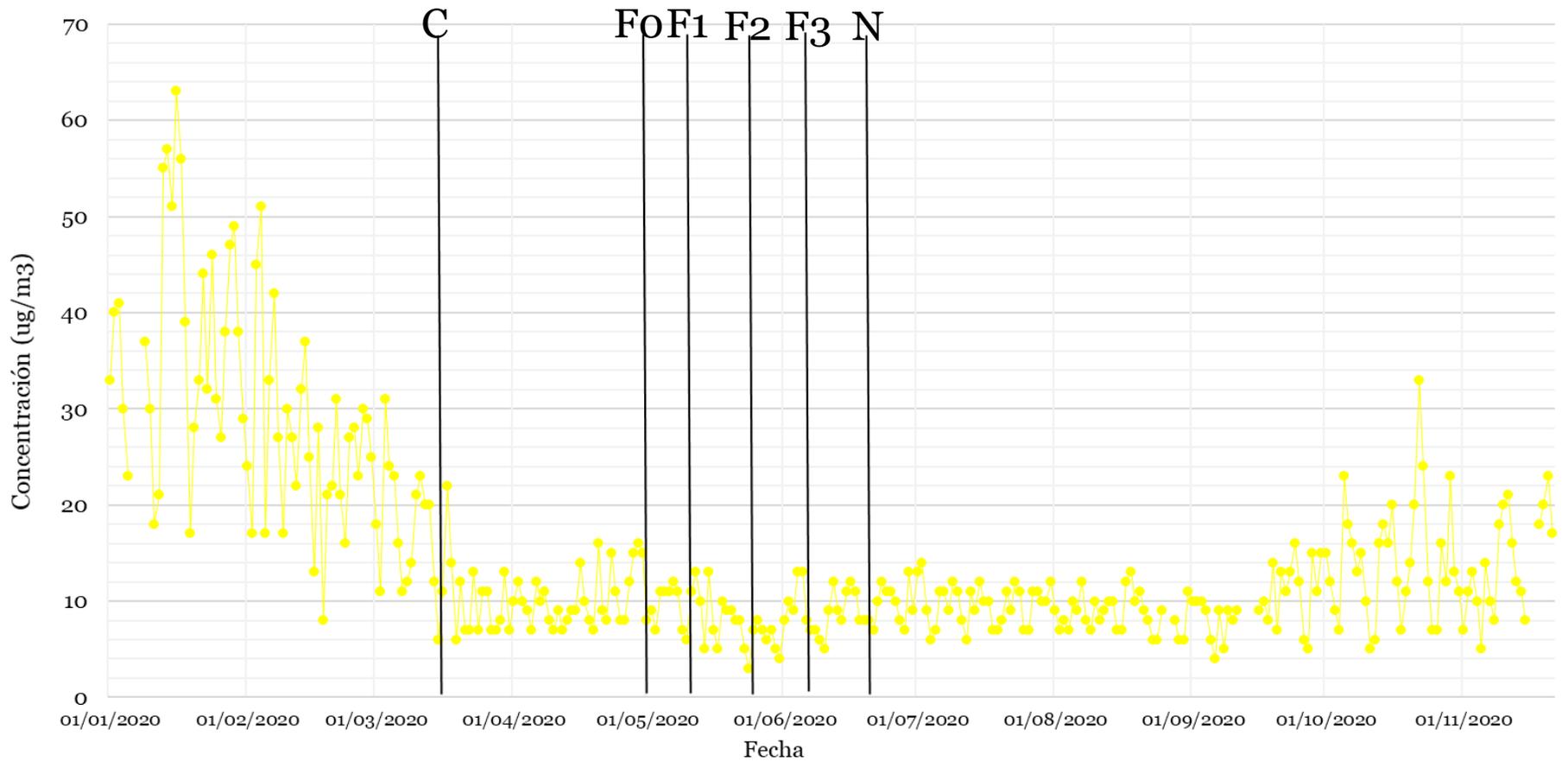
- Contaminantes durante 2020 → Estudio individual



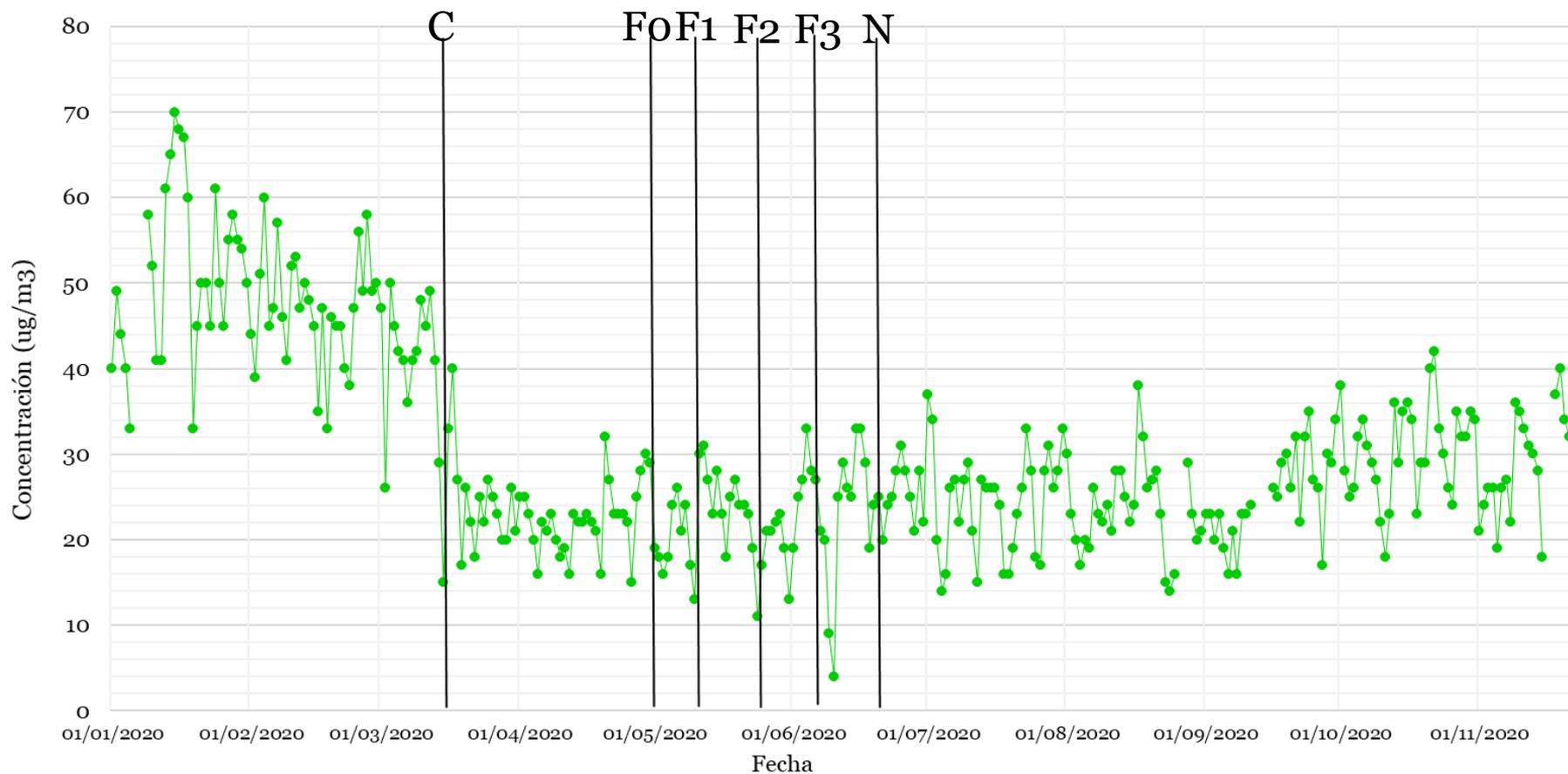
Año 2020: Benceno



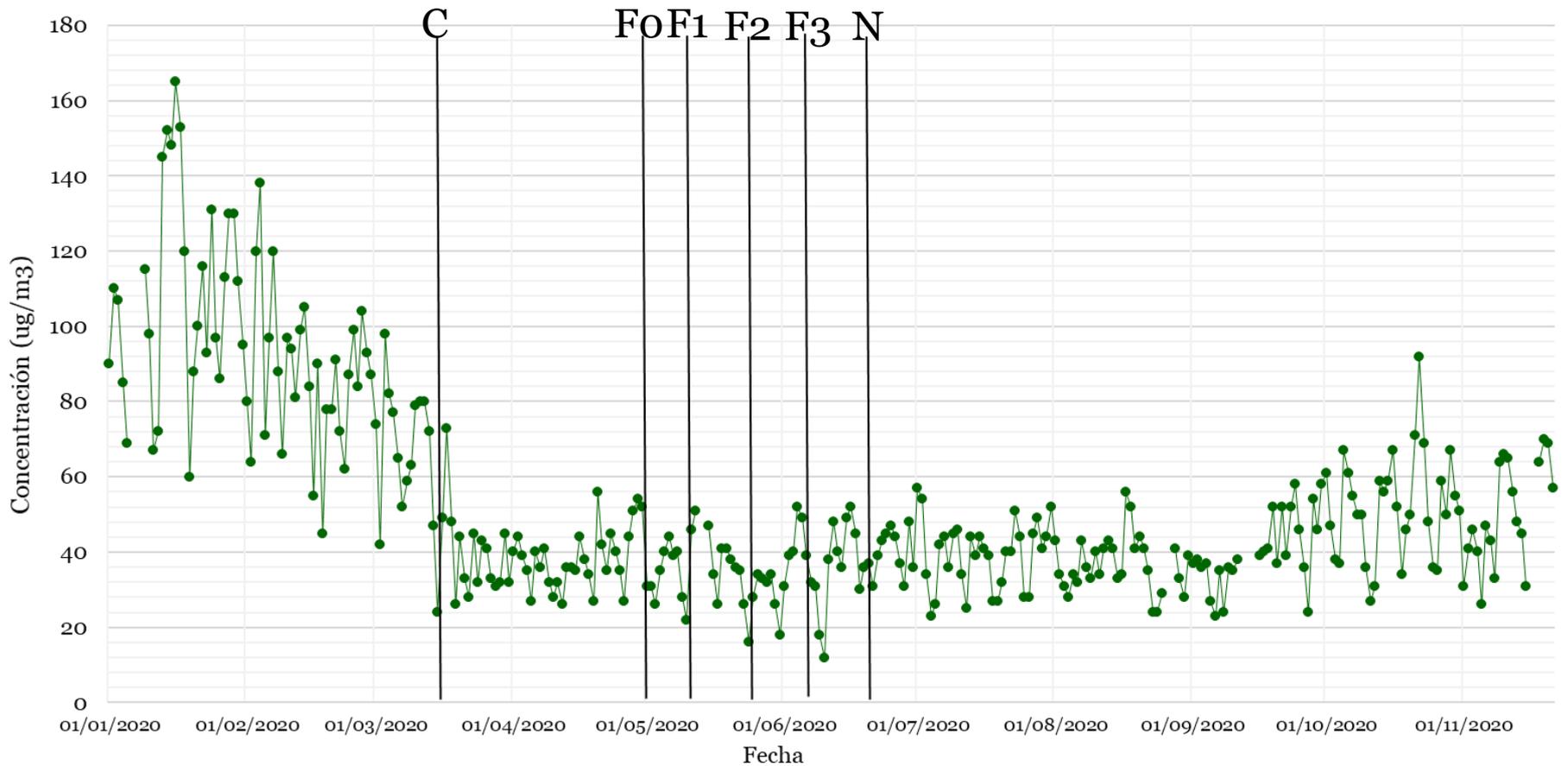
Año 2020: NO



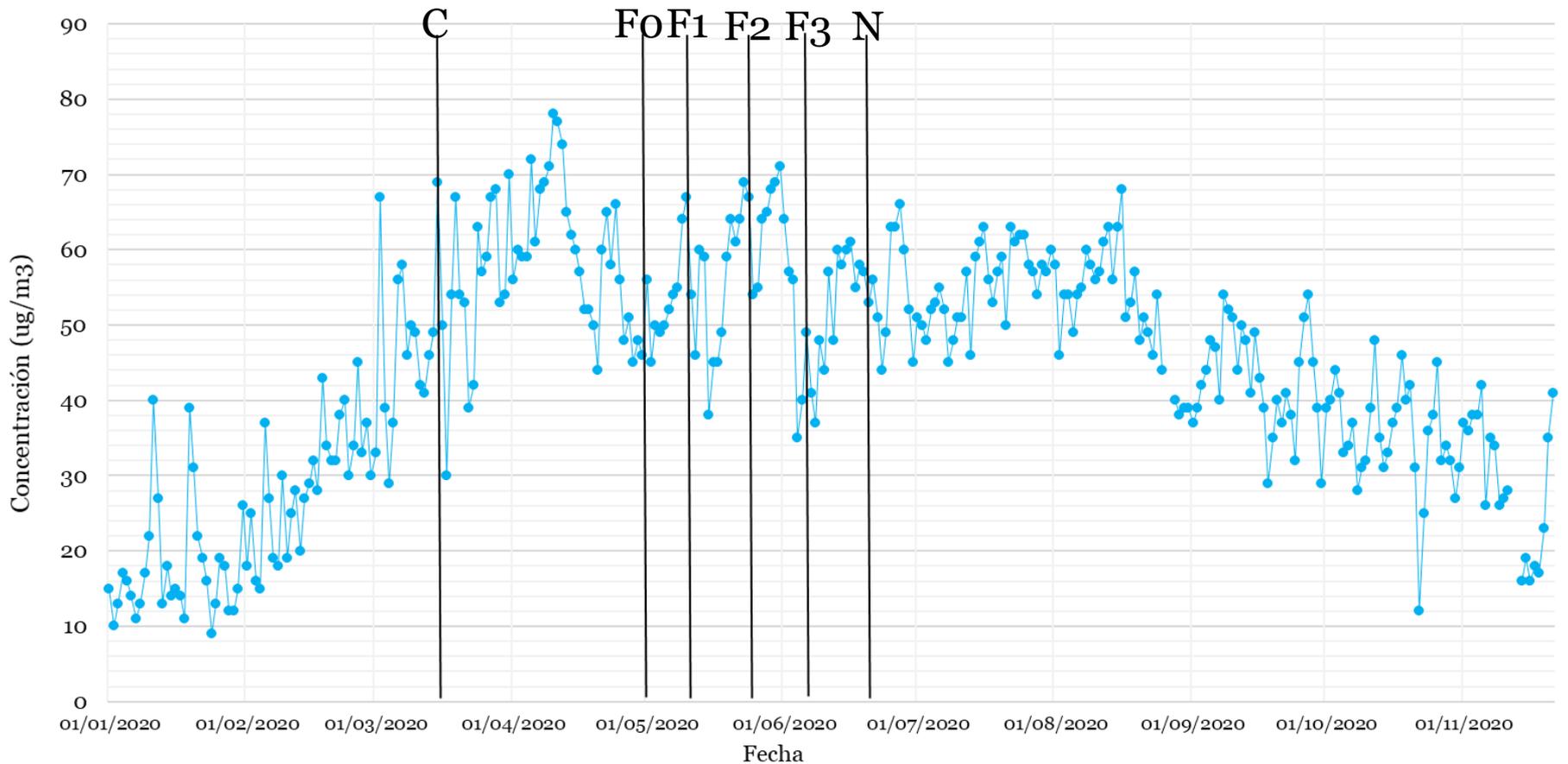
Año 2020: NO₂



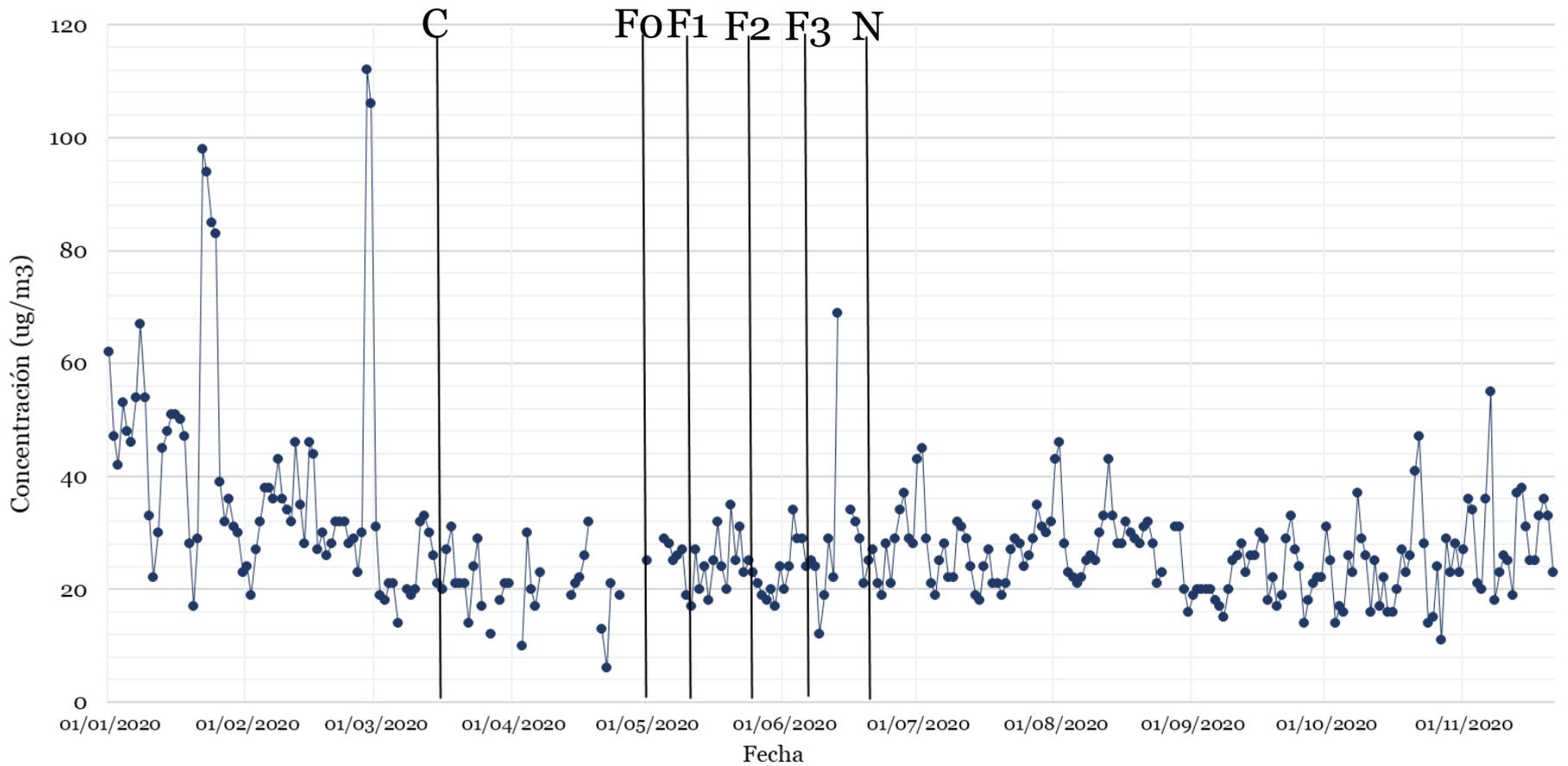
Año 2020: NO_x



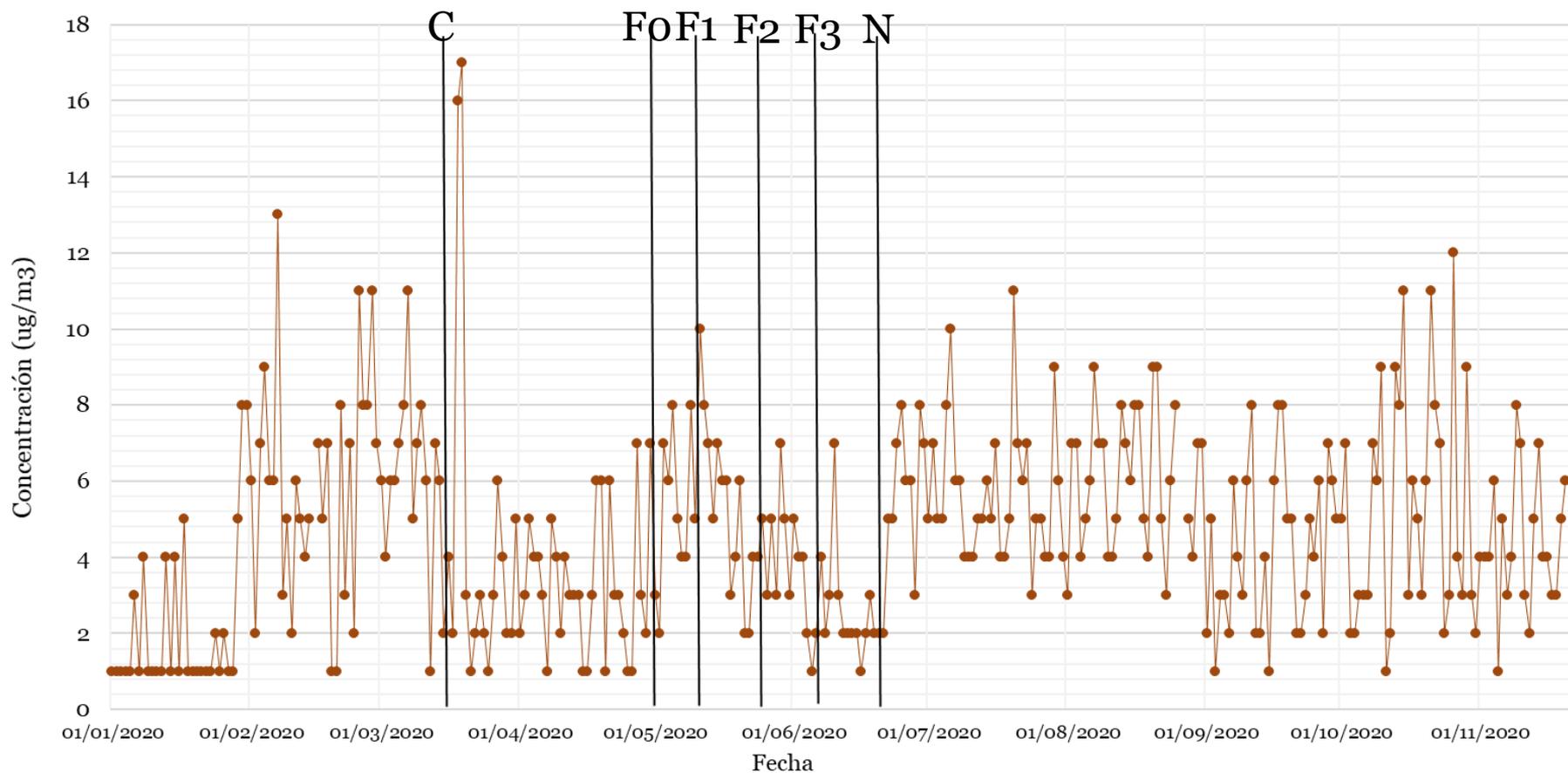
Año 2020: O₃



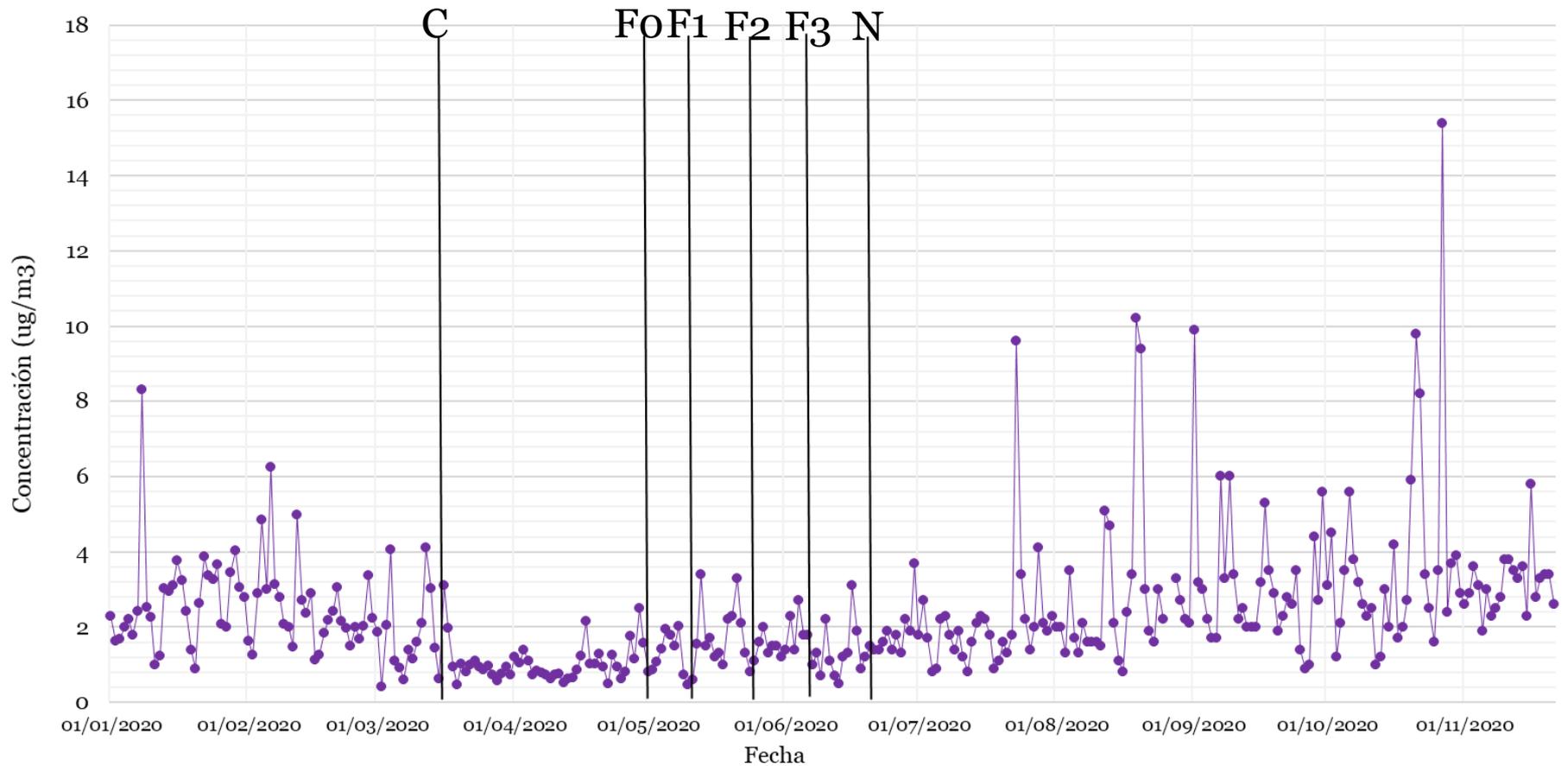
Año 2020: PM10



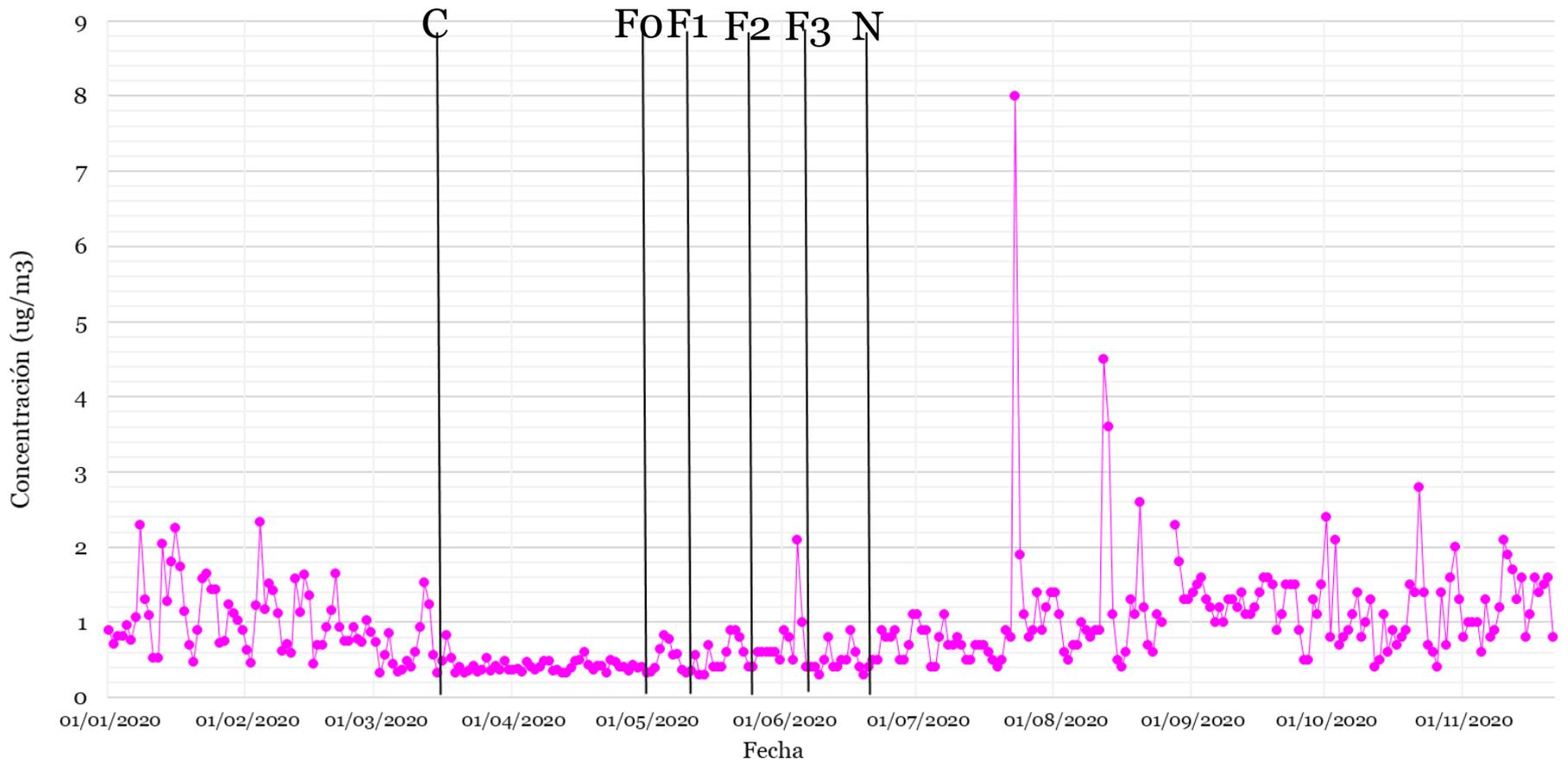
Año 2020: SO₂



Año 2020: Tolueno



Año 2020: Xileno



Año 2020

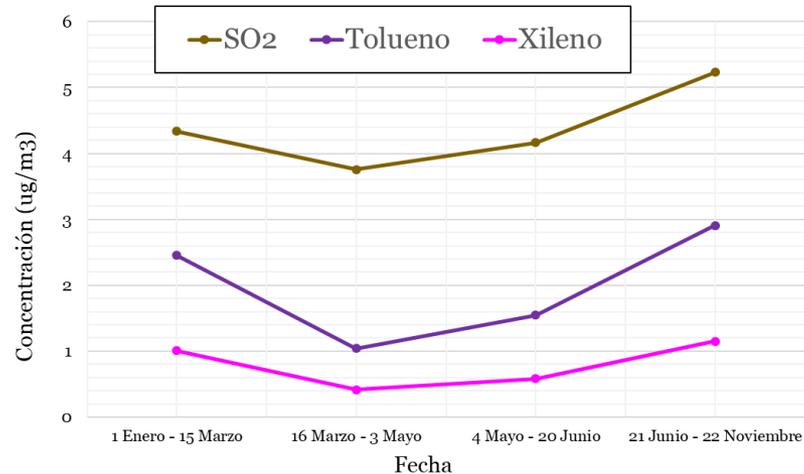
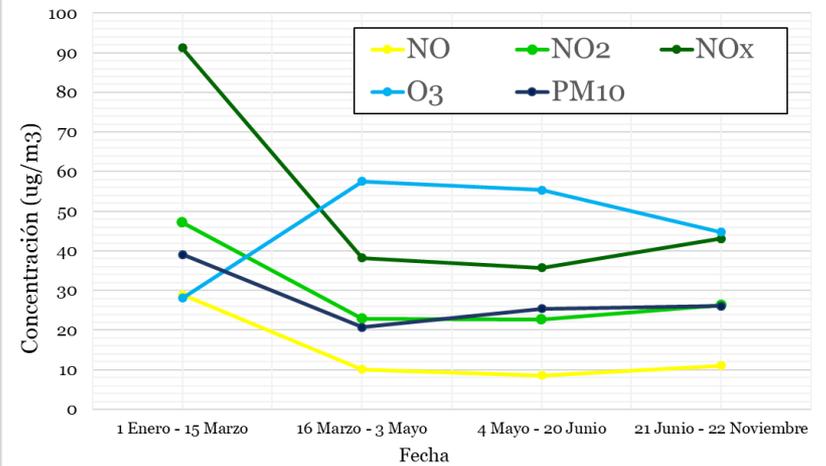
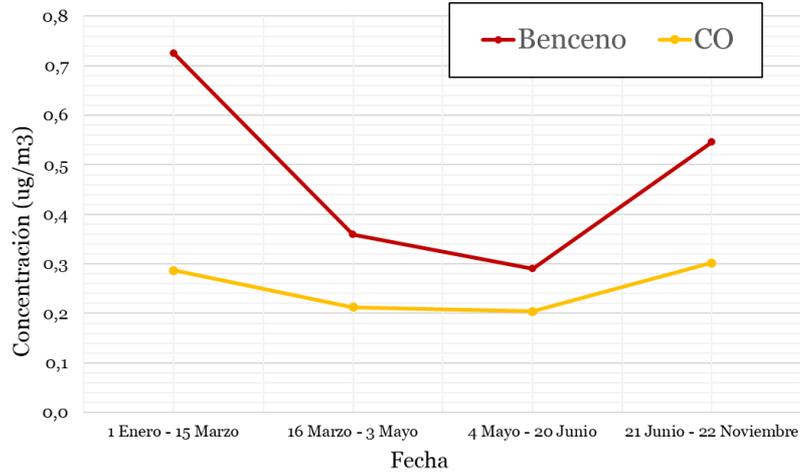


Fecha	Benceno (ug/m3)	CO (mg/m3)	NO (ug/m3)	NO2 (µg/m3)	NOx (ug/m3)	O3 (µg/m3)	PM10 (µg/m3)	SO2 (ug/m3)	Tolueno (ug/m3)	Xileno (ug/m3)
Antes Confinamiento 1 Enero - 15 Marzo	0,725	0,29	28,931	47,222	91,250	28,040	39,095	4,338	2,452	1,006
Confinamiento Domiciliario 16 Marzo - 3 Mayo	0,359	0,21	10,143	22,837	38,245	57,551	20,724	3,755	1,043	0,414
Estado de Alarma 16 Marzo – 20 Junio	0,325	0,208	9,361	22,804	37,032	56,443	23,568	3,959	1,293	0,499
Δ Confinamiento Domiciliario	-50,45	-25,96	-64,94	-51,64	-58,09	105,25	-46,99	-13,43	-57,46	-58,80
Δ Estado de Alarma	-55,12	-27,36	-67,64	-51,71	-59,42	101,30	-39,72	-8,74	-47,26	-50,40

Fecha	Benceno (ug/m3)	CO (mg/m3)	NO (ug/m3)	NO2 (µg/m3)	NOx (ug/m3)	O3 (µg/m3)	PM10 (µg/m3)	SO2 (ug/m3)	Tolueno (ug/m3)	Xileno (ug/m3)
Antes Confinamiento 1 Enero - 15 Marzo	0,725	0,29	28,931	47,222	91,250	28,040	39,095	4,338	2,452	1,006
Confinamiento Domiciliario 16 Marzo - 3 Mayo	0,359	0,21	10,143	22,837	38,245	57,551	20,724	3,755	1,043	0,414
Desescalada 4 Mayo - 20 Junio	0,291	0,20	8,563	22,771	35,739	55,313	25,400	4,167	1,549	0,585
Nueva Normalidad 21 Junio - 22 Noviembre	0,546	0,30	11,027	26,288	43,062	44,707	26,026	5,230	2,908	1,150

	Benceno (ug/m3)	CO (mg/m3)	NO (ug/m3)	NO2 (µg/m3)	NOx (ug/m3)	O3 (µg/m3)	PM10 (µg/m3)	SO2 (ug/m3)	Tolueno (ug/m3)	Xileno (ug/m3)
Media Anual	0,521	0,27	14,606	30,000	52,316	44,360	28,643	4,644	2,319	0,922

Año 2020



Surgen preguntas...



- ¿Aumento O₃?
- ¿Disminución contaminación durante la desescalada?
- ¿Coincidencia?
- ¿Reducción = Tendencia anual?
- ¿Suficiente reducción?

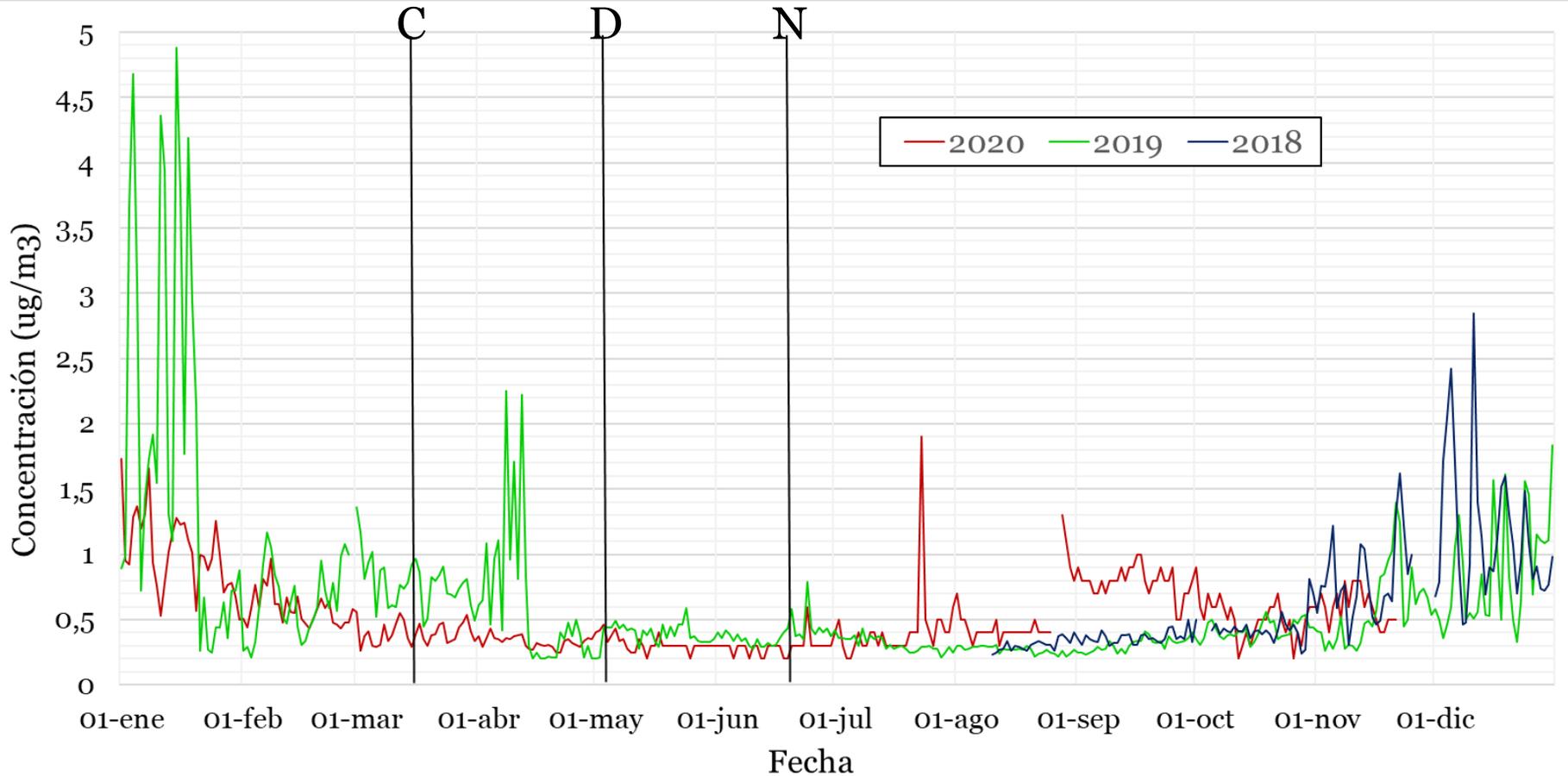
→ **Comparativa años anteriores: 2019 y 2018***

❖ **Estado de Alarma (Conf Dom y Desescalada)**

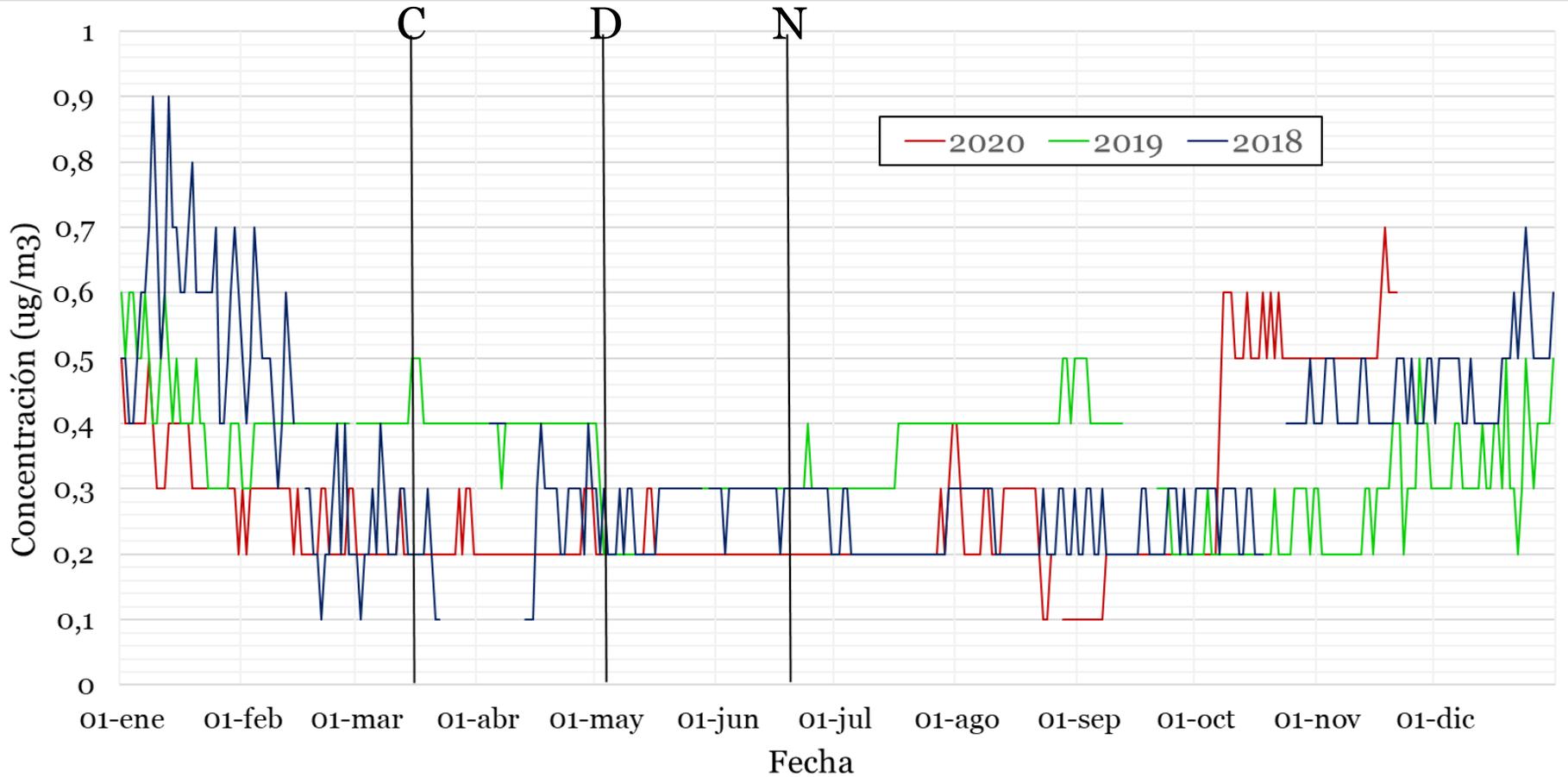
❖ **Medias Anuales**

- Covid-19
- Climatología
- Normativa y medidas climáticas

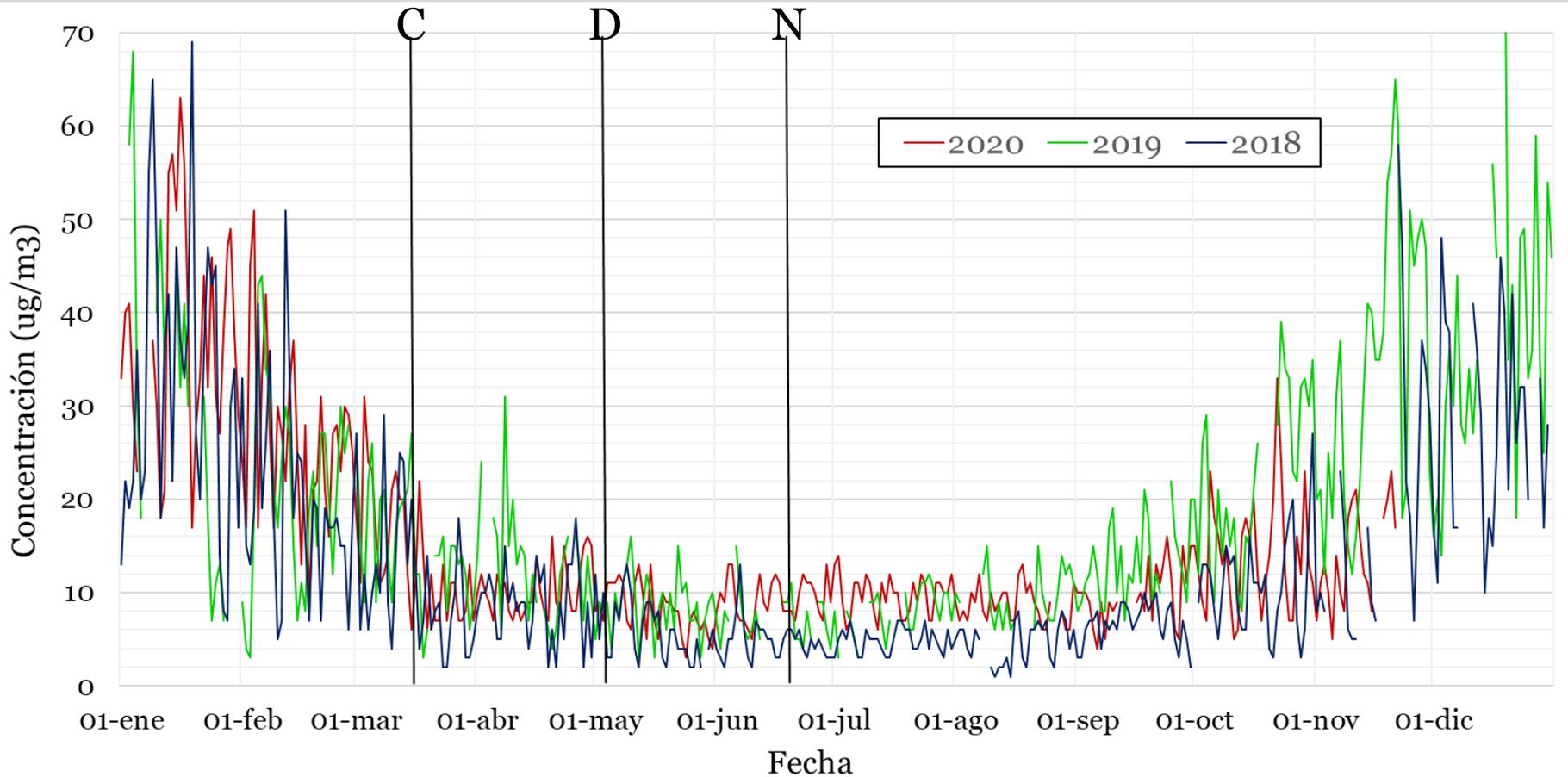
Comparativa: Benceno



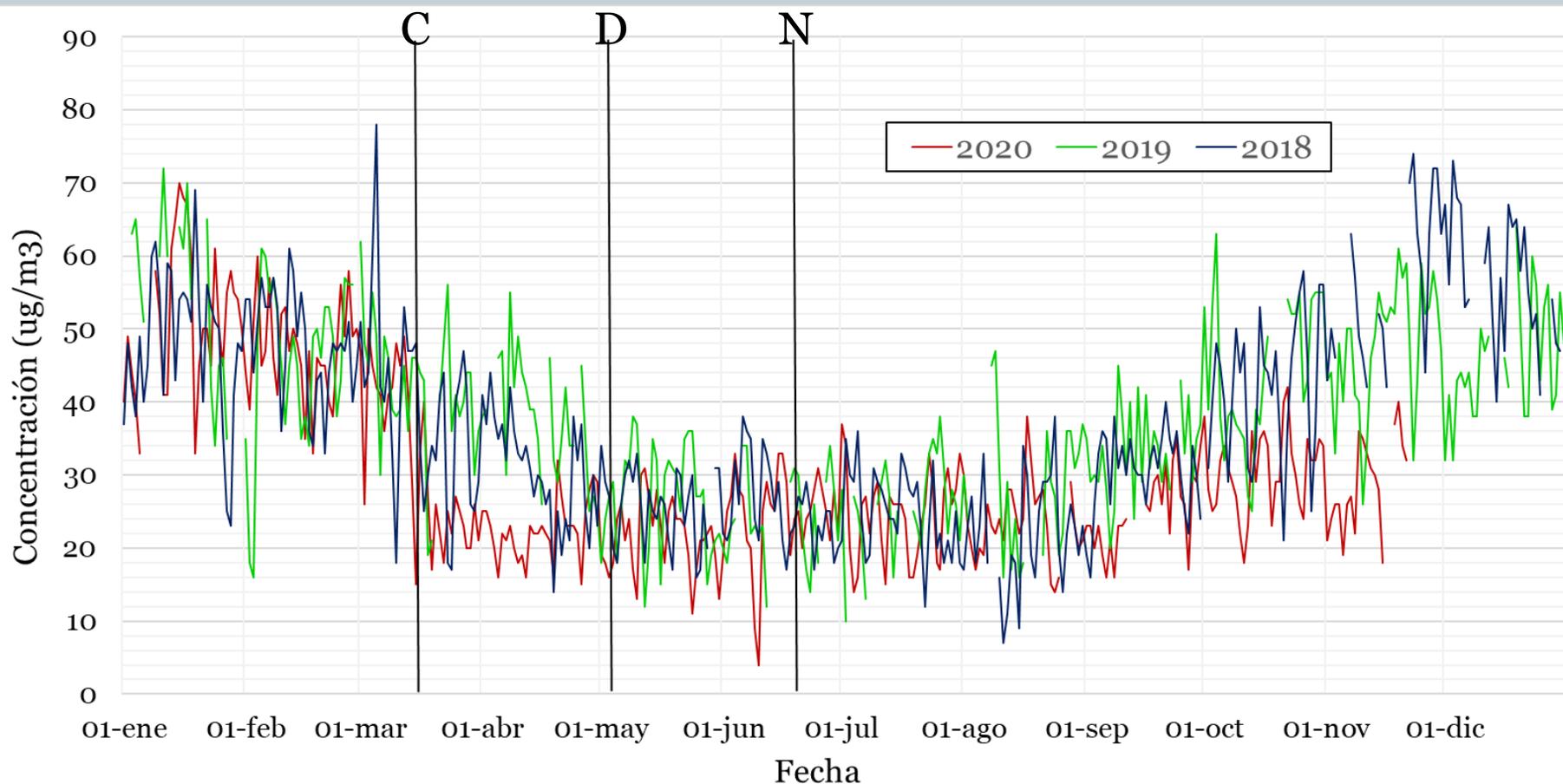
Comparativa: CO



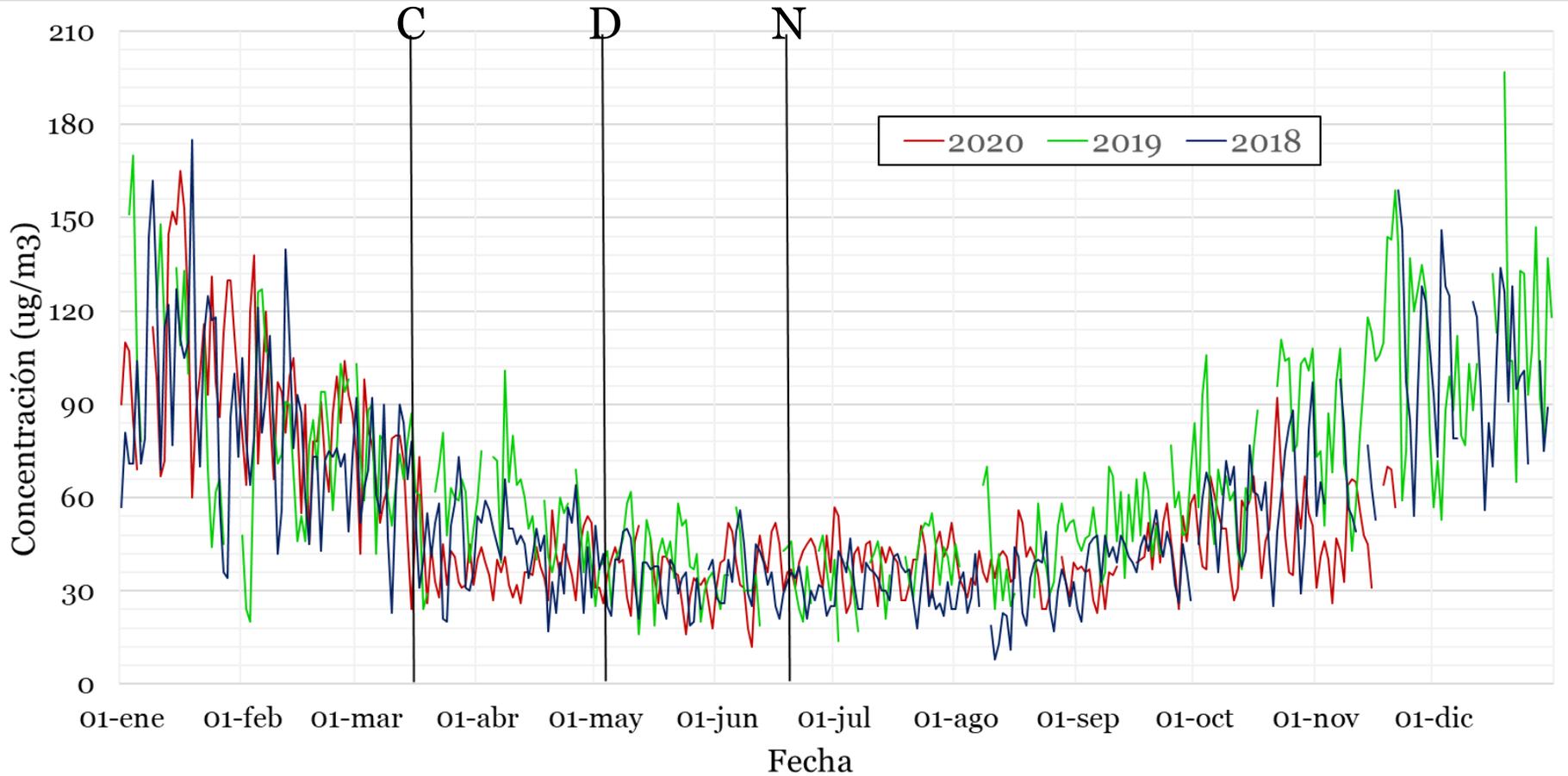
Comparativa: NO



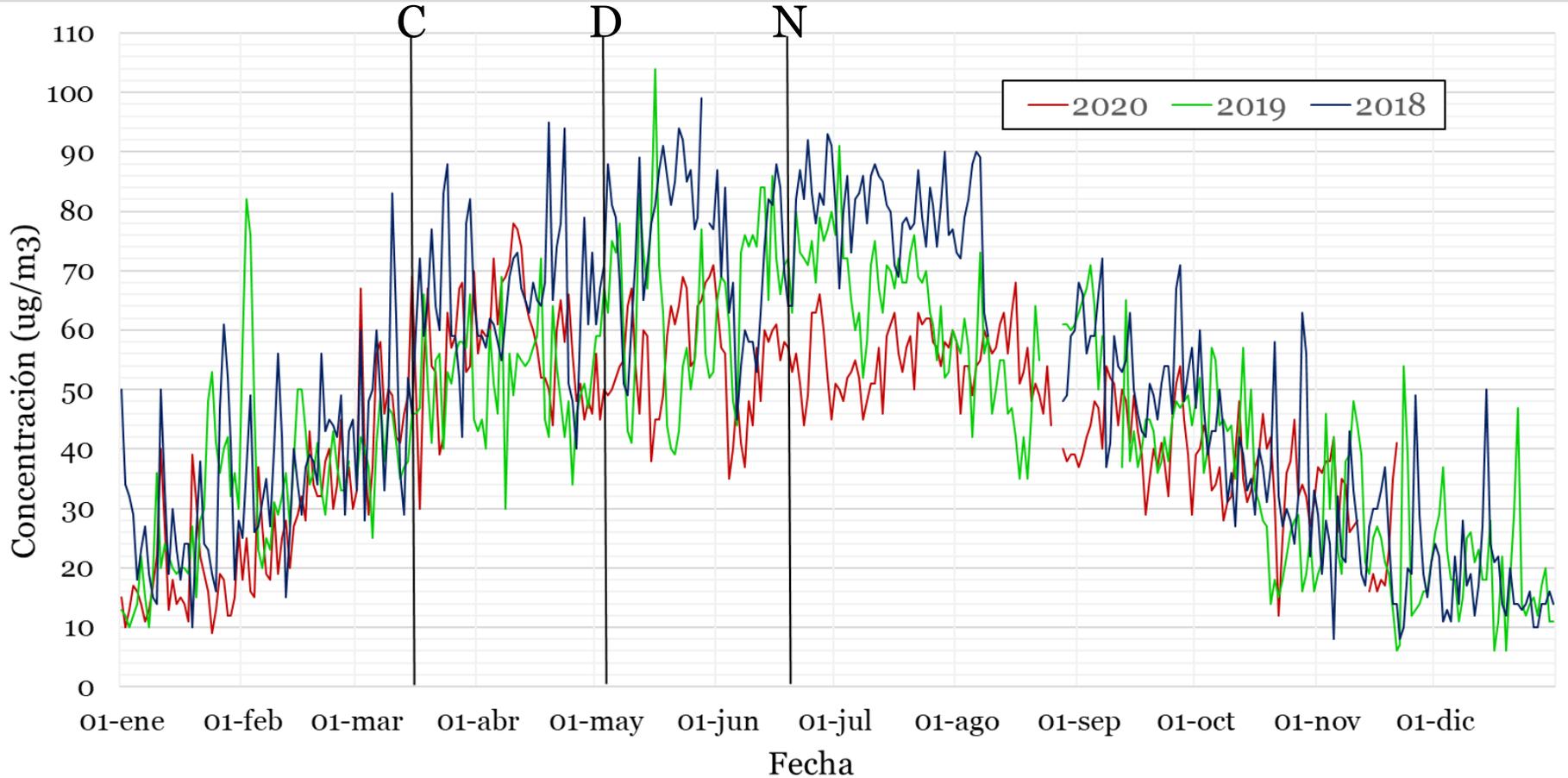
Comparativa: NO₂



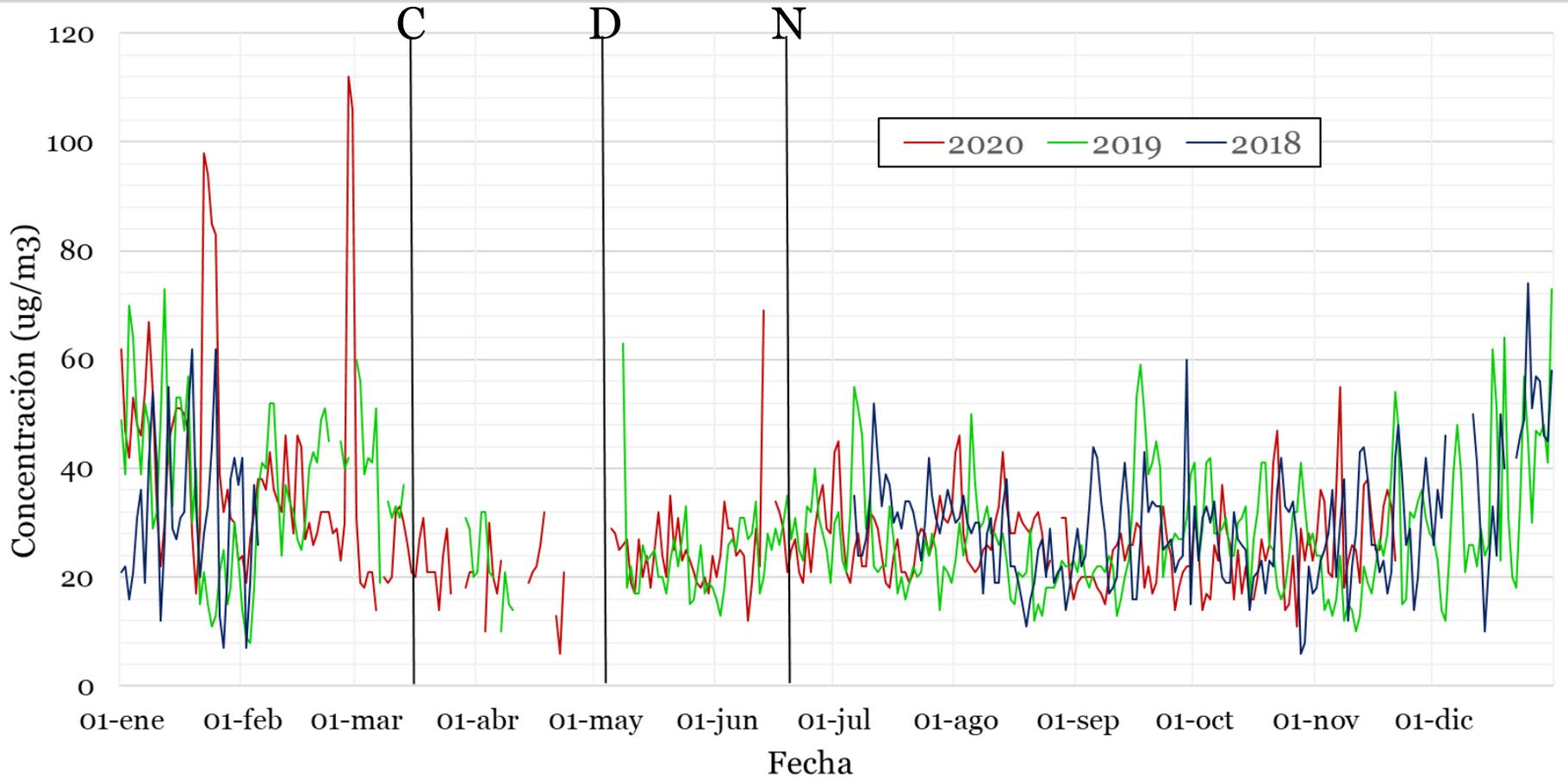
Comparativa: NOx



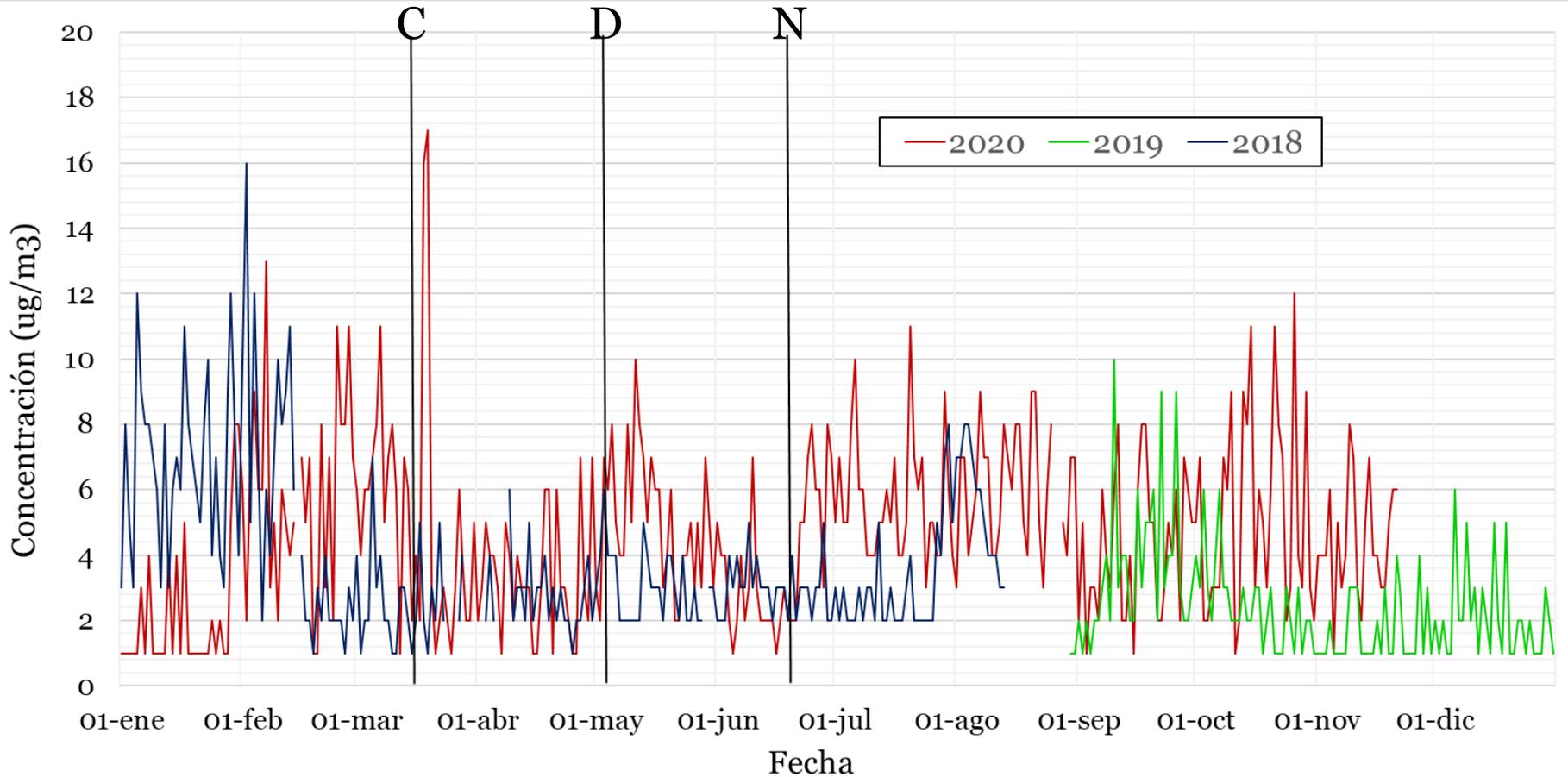
Comparativa: O₃



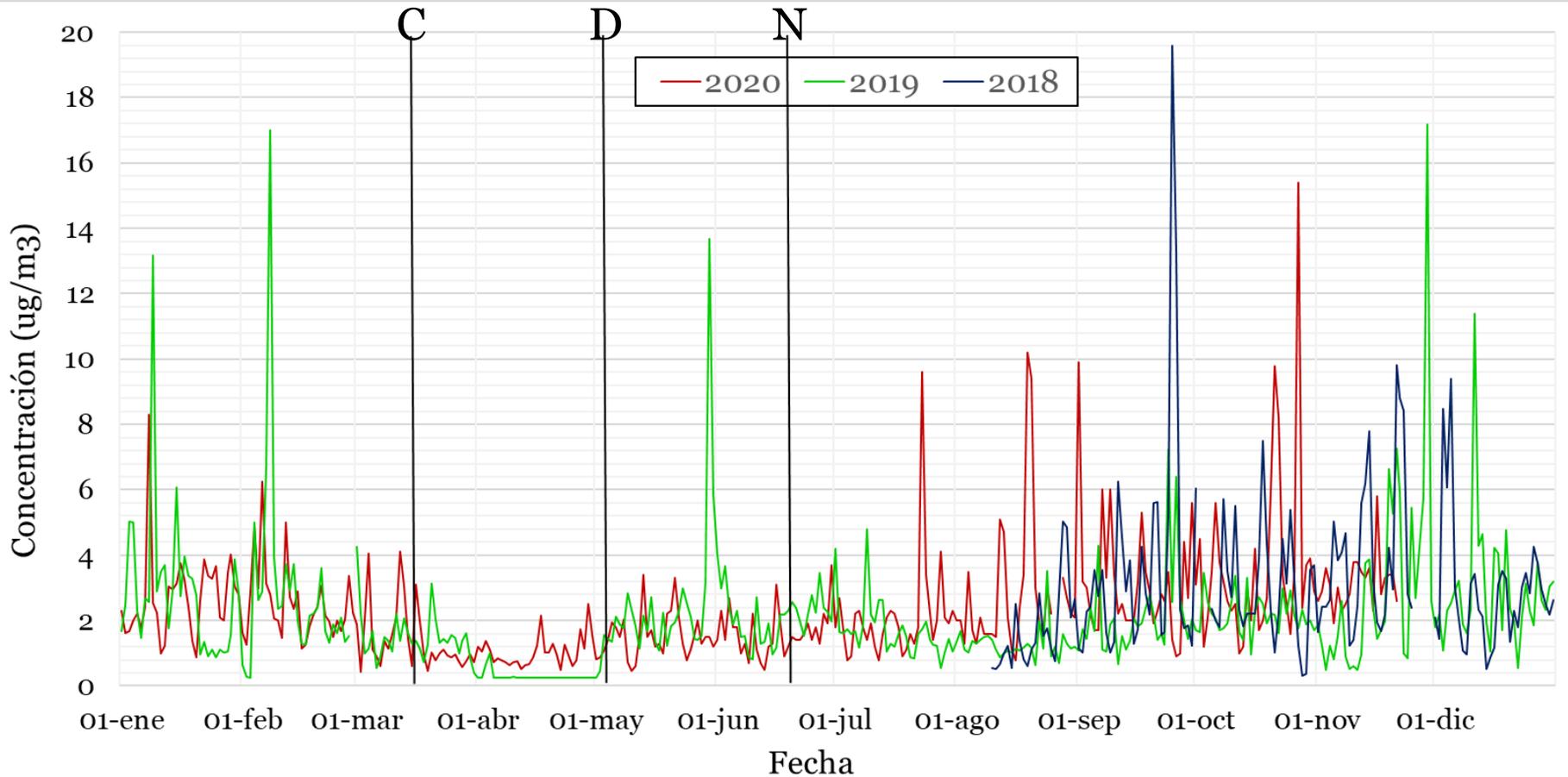
Comparativa: PM10



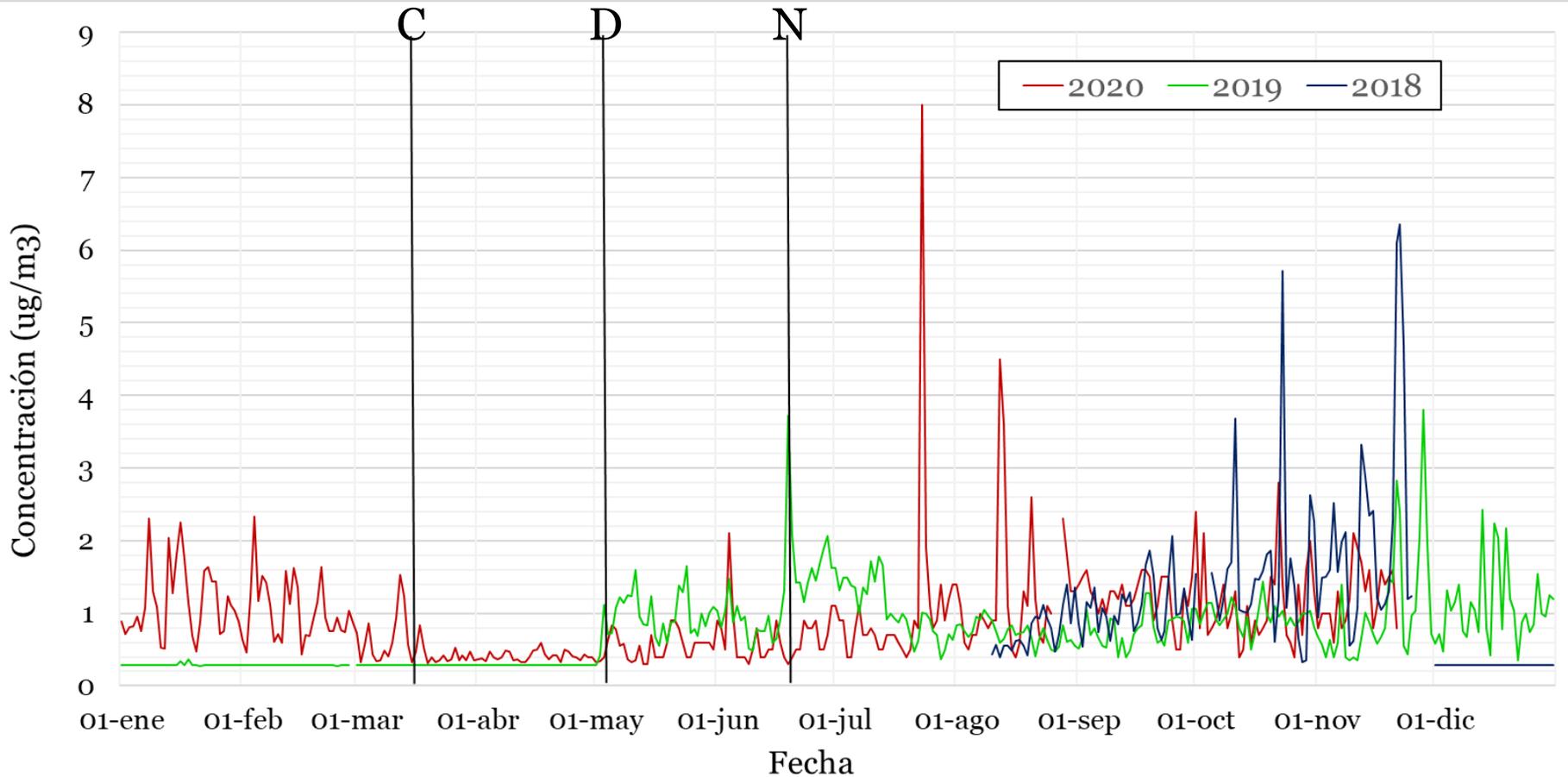
Comparativa: SO₂



Comparativa: Tolueno



Comparativa: Xileno



Comparativa: Benceno



Año	Concentraciones Medias (ug/m3)		
	2020	2019	2018
Confinamiento Domiciliario 16 Marzo - 3 Mayo	0,359	0,645	---
Desescalada 4 Mayo - 20 Junio	0,291	0,384	---
Estado de Alarma 16 Marzo - 20 Junio	0,325	0,516	---
Valor anual	0,521	0,620	0,631

	Δ Respecto a 2019	Δ Respecto a 2018
Confinamiento Domiciliario 16 Marzo - 3 Mayo	-44,29	---
Desescalada 4 Mayo - 20 Junio	-24,30	---
Estado de Alarma 16 Marzo - 20 Junio	-36,92	---
Valor anual	-15,95	-17,32

Comparativa: CO



Año	Concentraciones Medias (mg/m ³)		
	2020	2019	2018
Confinamiento Domiciliario 16 Marzo - 3 Mayo	0,21	0,40	0,27
Desescalada 4 Mayo - 20 Junio	0,20	0,27	0,27
Estado de Alarma 16 Marzo - 20 Junio	0,21	0,34	0,27
Valor anual	0,27	0,35	0,33

	Δ Respecto a 2019	Δ Respecto a 2018
Confinamiento Domiciliario 16 Marzo - 3 Mayo	-46,39	-20,41
Desescalada 4 Mayo - 20 Junio	-25,03	-25,61
Estado de Alarma 16 Marzo - 20 Junio	-37,91	-23,23
Valor anual	-21,75	-19,10

Comparativa: NO



Año	Concentraciones Medias (ug/m3)		
	2020	2019	2018
Confinamiento Domiciliario 16 Marzo - 3 Mayo	10,142	12,045	8,449
Desescalada 4 Mayo - 20 Junio	8,563	8,326	5,426
Estado de Alarma 16 Marzo – 20 Junio	9,361	10,207	6,969
Valor anual	14,606	18,234	12,725

	Δ Respecto a 2019	Δ Respecto a 2018
Confinamiento Domiciliario 16 Marzo - 3 Mayo	-15,79	20,05
Desescalada 4 Mayo - 20 Junio	2,85	57,82
Estado de Alarma 16 Marzo – 20 Junio	-8,29	34,33
Valor anual	-19,9	14,78

Comparativa: NO₂



Año	Concentraciones Medias (ug/m3)		
	2020	2019	2018
Confinamiento Domiciliario 16 Marzo - 3 Mayo	22,837	37,023	31,367
Desescalada 4 Mayo - 20 Junio	22,771	26,326	26,000
Estado de Alarma 16 Marzo – 20 Junio	22,804	31,736	28,740
Valor anual	30,000	37,883	36,647

	Δ Respecto a 2019	Δ Respecto a 2018
Confinamiento Domiciliario 16 Marzo - 3 Mayo	-38,32	-27,20
Desescalada 4 Mayo - 20 Junio	-13,50	-12,42
Estado de Alarma 16 Marzo – 20 Junio	-28,14	-20,65
Valor anual	-20,81	-18,14

Comparativa: NO_x



Año	Concentraciones Medias (ug/m3)		
	2020	2019	2018
Confinamiento Domiciliario 16 Marzo - 3 Mayo	38,245	55,318	44,286
Desescalada 4 Mayo - 20 Junio	35,739	38,883	34,277
Estado de Alarma 16 Marzo - 20 Junio	37,031	47,195	39,385
Valor anual	52,316	65,592	56,014

	Δ Respecto a 2019	Δ Respecto a 2018
Confinamiento Domiciliario 16 Marzo - 3 Mayo	-30,86	-13,64
Desescalada 4 Mayo - 20 Junio	-8,09	4,27
Estado de Alarma 16 Marzo - 20 Junio	-21,54	-5,98
Valor anual	-20,24	-6,60

Comparativa: O₃



Año	Concentraciones Medias (ug/m ³)		
	2020	2019	2018
Confinamiento Domiciliario 16 Marzo - 3 Mayo	57,551	52,061	65,918
Desescalada 4 Mayo - 20 Junio	55,315	64,563	74,468
Estado de Alarma 16 Marzo - 20 Junio	56,443	58,247	70,104
Valor anual	44,360	45,014	51,161

	Δ Respecto a 2019	Δ Respecto a 2018
Confinamiento Domiciliario 16 Marzo - 3 Mayo	10,54	-12,69
Desescalada 4 Mayo - 20 Junio	-14,33	-25,72
Estado de Alarma 16 Marzo - 20 Junio	-3,10	-19,49
Valor anual	-1,45	-13,29

Comparativa: PM10



Año	Concentraciones Medias (ug/m3)		
	2020	2019	2018
Confinamiento Domiciliario 16 Marzo - 3 Mayo	20,724	24,500	---
Desescalada 4 Mayo - 20 Junio	25,400	24,273	---
Estado de Alarma 16 Marzo - 20 Junio	23,568	24,333	---
Valor anual	28,643	29,226	29,981

	Δ Respecto a 2019	Δ Respecto a 2018
Confinamiento Domiciliario 16 Marzo - 3 Mayo	-15,41	---
Desescalada 4 Mayo - 20 Junio	4,64	---
Estado de Alarma 16 Marzo - 20 Junio	-3,15	---
Valor anual	-1,99	-4,46

Comparativa: SO₂



Año	Concentraciones Medias (ug/m3)		
	2020	2019	2018
Confinamiento Domiciliario 16 Marzo - 3 Mayo	3,755	---	2,950
Desescalada 4 Mayo - 20 Junio	4,167	---	2,957
Estado de Alarma 16 Marzo - 20 Junio	3,959	---	2,954
Valor anual	4,644	2,452	3,912

	Δ Respecto a 2019	Δ Respecto a 2018
Confinamiento Domiciliario 16 Marzo - 3 Mayo	---	27,29
Desescalada 4 Mayo - 20 Junio	---	40,89
Estado de Alarma 16 Marzo - 20 Junio	---	34,01
Valor anual	89,42	18,72

Comparativa: Tolueno



Año	Concentraciones Medias (ug/m3)		
	2020	2019	2018
Confinamiento Domiciliario 16 Marzo - 3 Mayo	1,043	0,672	---
Desescalada 4 Mayo - 20 Junio	1,549	2,301	---
Estado de Alarma 16 Marzo - 20 Junio	1,293	1,479	---
Valor anual	2,319	2,109	3,133

	Δ Respecto a 2019	Δ Respecto a 2018
Confinamiento Domiciliario 16 Marzo - 3 Mayo	55,11	---
Desescalada 4 Mayo - 20 Junio	-32,71	---
Estado de Alarma 16 Marzo - 20 Junio	-12,54	---
Valor anual	9,93	-25,99

Comparativa: Xileno



Año	Concentraciones Medias (ug/m3)		
	2020	2019	2018
Confinamiento Domiciliario 16 Marzo - 3 Mayo	0,414	0,309	---
Desescalada 4 Mayo - 20 Junio	0,585	1,030	---
Estado de Alarma 16 Marzo - 20 Junio	0,499	0,666	---
Valor anual	0,922	0,754	1,142

	Δ Respecto a 2019	Δ Respecto a 2018
Confinamiento Domiciliario 16 Marzo - 3 Mayo	33,97	---
Desescalada 4 Mayo - 20 Junio	-43,19	---
Estado de Alarma 16 Marzo - 20 Junio	-25,09	---
Valor anual	22,33	-19,31

CONCLUSIONES



- **Benceno, CO, NO₂, NO_x**: Mayores medidas de protección ambiental en los últimos años.
- **NO, O₃, PM₁₀**: Climatología, orígenes biogénicos, polvo sahariano, pluviosidad...
- **SO₂, Tolueno, Xileno**: Incremento de actividad industrial

CONTAMINACIÓN Y COVID: ¿HA MEJORADO EL CONFINAMIENTO LA CALIDAD DEL AIRE QUE RESPIRAMOS?

Y tú...¿qué opinas?

MARÍA DEL MAR DURÁN DEL AMOR (1*);

ANTONIA BAEZA CARACENA (1);

MERCEDES LLORENS PASCUAL DEL RIQUELME (1);

FRANCISCO ESQUEMBRE MARTÍNEZ (2)

mariamar.duran@um.es*

(1) UNIVERSIDAD DE MURCIA, FACULTAD DE QUÍMICA, DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA

(2) UNIVERSIDAD DE MURCIA, FACULTAD DE MATEMÁTICAS, DEPARTAMENTO DE ANÁLISIS MATEMÁTICO

UNIVERSIDAD DE
MURCIA



f SéNeCa (+)

Agencia de Ciencia y Tecnología
Región de Murcia



Comités del V Congreso Encuentro de Ingeniería de la Energía del Campus Mare Nostrum

Comité organizador

Mariano Alarcón García (Presidente)
Manuel Seco Nicolás
Francisco del Cerro Velázquez
Juan Pedro Luna Abad
Alfonso P. Ramallo González
Fernando Lozano Rivas

Comité científico

Alfonso P. Ramallo González (UM)
Antonia Baeza Caracena (UM)
Antonio González Carpena (UM)
Antonio Urbina Yeregui (UPCT)
Antonio Viedma Robles (UPCT)
Félix Cesáreo Gómez de León Hijes (UM)
Fernando Illán Gómez (UPCT)
Francisco del Cerro Velázquez (UM)
Francisco Vera García (UPCT)
Gloria Alarcón García (UM)
Gloria Villora Cano (UM)
Joaquín Zueco Jordán (UPCT)
José A. Almendros Ibáñez (UCLM)
José Miguel Martínez Paz (UM)
José Ramón García Cascales (UPCT)
Juan Pedro Luna Abad (UPCT)
Juan Pedro Montávez Gómez (UM)
Manuel Lucas Miralles (UMH)
Manuel Seco Nicolás (UM)
Mariano Alarcón García (UM)
Miguel Ángel Zamora Izquierdo (UM)
Pedro J. Vicente Quiles (UMH)
Teresa Maria Navarro Caballero (UM)
Teresa Vicente Vicente (UM)

ley. Dirijase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

**ACTAS DEL CONGRESO V ENCUENTRO DE
INGENIERÍA DE LA ENERGÍA DEL CAMPUS MARE
NOSTRUM**

**PROCEEDINGS OF THE V MEETING OF ENERGY ENGINEERING OF
CAMPUS MARE NOSTRUM**

Editor

Mariano Alarcón García

Co-editor

Manuel Seco Nicolás

Murcia 2021