



COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

ICADE

CIHS

**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y
EMPRESARIALES**

UNA LLAMADA DE ATENCIÓN SOBRE LA CALIDAD DEL AIRE:

**El impacto del confinamiento por la COVID-19
en la Comunidad Autónoma de Andalucía**

**Autor: María Macarena Cabeza García
5º E-3 Analytics**

Tutor: Manuel Alejandro Betancourt Odio

Madrid | Abril 2022

Antonio Guterres
Secretario General de las Naciones Unidas

*“La emergencia climática es una carrera que estamos perdiendo,
pero es una carrera que podemos ganar”*

*“La crisis climática está causada por nosotros y las soluciones deben venir de
nosotros. **Tenemos las herramientas: la tecnología está de nuestro lado**”*

Resumen

Cada año un gran número de municipios en Andalucía superan los niveles admisibles de contaminación atmosférica. Si bien es clara la relación entre esta última y las emisiones procedentes de la industria y el tráfico rodado, existen otros elementos que influyen en la calidad del aire y que, por ende, habrían de tenerse en cuenta a fin de elaborar medidas eficaces para paliar el problema de la elevada polución en la Comunidad Autónoma. En este sentido, la evolución en la concentración de los principales contaminantes durante los meses de marzo a junio de 2020, en los que fueron impuestas medidas de contención con ocasión de la pandemia por la COVID-19, y que se concretaron en la restricción de la movilidad y del nivel de actividad económica, puede tomarse como prueba fehaciente para analizar la efectividad de la normativa que se adopte. Por ello, en la presente investigación se realiza un estudio sobre los niveles de NO₂, O₃ y PM₁₀ en Andalucía durante el periodo comprendido entre 2017 y 2020, poniendo en relación dichos índices representativos de la calidad del aire con las fases del confinamiento durante la pandemia, la climatología, el diferente patrón de comportamiento durante el fin de semana o la intrusión de polvo del Sahara. Al efecto, se elabora un análisis climatológico y se construye un modelo de regresión lineal multivariante, cuyos resultados se representan gráficamente mediante mapas de zonificación. Todo ello a fin de dilucidar cuáles son los principales focos de contaminación en Andalucía, sus causas y sus patrones de comportamiento y, en base a lo anterior, determinar qué decisiones pueden aprobarse para mejorar la calidad del aire de la Comunidad Autónoma. Los resultados muestran que el confinamiento por la COVID-19 tuvo un efecto heterogéneo entre los contaminantes analizados y las zonas geográficas de Andalucía, destacando las disminuciones de NO₂ y PM₁₀ en las principales zonas metropolitanas y las áreas industriales de Huelva y el Campo de Gibraltar, y el aumento del O₃ en las zonas con temperaturas más elevadas de Córdoba y Málaga.

Palabras Clave

Andalucía, Calidad del aire, Clima, Contaminación, COVID-19, Dióxido de nitrógeno, Efecto fin de semana, Ozono, Partículas volátiles, Polvo del Sahara

Abstract

Every year a large number of municipalities in Andalusia exceed the admissible levels of atmospheric pollution. Although the relationship between air pollution and emissions from industry and road traffic is clear, there are other elements that influence air quality and, therefore, should be considered in order to develop effective measures to alleviate the problem of high pollution in the Autonomous Community. In this sense, the evolution in the concentration of the main pollutants during the months of March to June 2020, in which containment measures were imposed during the COVID-19 pandemic, and which resulted in the restriction of mobility and the level of economic activity, can be taken as reliable evidence to analyze the effectiveness of the regulations to be adopted. Therefore, in the present research a study is carried out on the levels of NO₂, O₃ and PM₁₀ in Andalusia during the period from 2017 to 2020, relating these representative indices of air quality with the phases of lockdown during the pandemic, climatology, the different pattern of behavior during the weekend or the intrusion of Saharan dust. For this purpose, a climatological analysis is utilized and a multivariate linear regression model is built, the results of which are represented graphically by zoning maps. All this is done in order to elucidate which are the main sources of pollution in Andalusia, their causes and their behavior patterns and, based on the above, to determine what decisions can be taken to improve the air quality of the Autonomous Community. The results show that COVID-19 lockdown had a heterogeneous effect among the pollutants analyzed and the geographical regions of Andalusia although, in general, with decreases in NO₂ and PM₁₀ in the main metropolitan areas as well as the industrial areas of Huelva and Campo de Gibraltar and increases in O₃ in the regions with higher temperatures in Córdoba and Málaga.

Key Words

Air quality, Andalusia, Climate, COVID-19, Nitrogen dioxide, Ozone, Pollution, Saharan dust, Volatile particulate matter, Weekend effect

Índice de Contenidos

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. ACTUALIDAD DEL TEMA.....	6
CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS	11
2.1. MATERIALES.....	11
2.2. METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN.....	17
CAPÍTULO III. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	20
3.1. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO OBJETO DE INVESTIGACIÓN.....	20
3.2. CONJUNTO DE DATOS	22
3.3. TRATAMIENTO DE DATOS CON MATLAB-vR2021b	30
3.4. CONSTRUCCIÓN Y RESULTADOS DE LOS MODELOS ECONOMÉTRICOS.....	32
3.5. ANÁLISIS ESPACIAL DE LOS DATOS.....	40
3.6. ANÁLISIS METEREOLÓGICO.....	54
3.7. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS	58
CONCLUSIONES.....	63
BIBLIOGRAFÍA.....	67
ANEXOS.....	76
1. RESULTADOS DE LA REGRESIÓN PARA EL NO ₂ EN LA ZONA ESTE	76
2. RESULTADOS DE LA REGRESIÓN PARA EL O ₃ EN LA ZONA ESTE.....	84
3. RESULTADOS DE LA REGRESIÓN PARA EL PM ₁₀ EN LA ZONA ESTE.....	92
4. RESULTADOS DE LA REGRESIÓN PARA EL NO ₂ EN LA ZONA OESTE	97
5. RESULTADOS DE LA REGRESIÓN PARA EL O ₃ EN LA ZONA OESTE	108
6. RESULTADOS DE LA REGRESIÓN PARA EL PM ₁₀ EN LA ZONA OESTE.....	117

Índice de Figuras

Figura 1. Efecto de la intrusión de polvo del Sahara en la contaminación.....	43
Figura 2. Efecto de la intrusión de las Fase 0 del confinamiento en la contaminación..	48
Figura 3. Efecto de la intrusión de las Fase 2 del confinamiento en la contaminación..	51

Índice de Tablas

Tabla 1. Estaciones de la Red de Calidad del Aire en Andalucía	13
Tabla 2. Estaciones climatológicas de Andalucía	15
Tabla 3. Descripción de las variables independientes empleadas en el modelo.....	25
Tabla 4. Resultados de la regresión por contaminante en el sureste de Andalucía	38
Tabla 5. Resultados de la regresión por contaminante en el sureste de Andalucía	39
Tabla 6. Temperatura media en °C registrada entre marzo y junio en Andalucía.....	56
Tabla 7. Precipitación media en mm registrada entre marzo y junio en Andalucía	57

INTRODUCCIÓN

La contaminación atmosférica es, en palabras de la OMS, “el mayor riesgo ambiental para la salud del mundo” (OMS, 2014), toda vez que causa alrededor de 7 millones de muertes al año según sus estimaciones (OMS, 2021). Asimismo, la Agencia Europea de Medio Ambiente estima que en Europa las partículas volátiles (PM_x), el dióxido de nitrógeno (NO_2) y el ozono (O_3) causan actualmente unas 417.000, 55.000 y 21.000 muertes al año, respectivamente (Agencia Europea de Medio Ambiente, 2020). El coste económico de la mortalidad prematura y de la pérdida de días de trabajo por la contaminación del aire ambiente fue cuantificado por el Banco Mundial en 50.382 millones de dólares en 2013 (Banco Mundial, 2016), sin considerar los daños provocados a los cultivos, los ecosistemas naturales u otros bienes de cualquier naturaleza (Ceballos, 2018).

En España, su coyuntura meteorológica, caracterizada por las elevadas temperaturas, una prolongada sequía y la prevalencia de tipos de tiempo anticiclónicos, que dificultan la dispersión de la contaminación, contribuyen a elevar los niveles de PM_x , NO_2 y O_3 por encima de los límites legales y las recomendaciones sanitarias (Ceballos, 2018). La OMS estima que el número de muertes anuales a causa de las partículas PM_x , el NO_2 y el O_3 asciende a 23.000, 6.800 y 1.800, respectivamente (OMS, 2021). Asimismo, un análisis realizado en 2019 por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) sobre la evolución temporal de la temperatura media del verano desde el año 1971 respecto al periodo de referencia 1971- 2000 reveló un aumento, tanto en frecuencia como en intensidad, de las anomalías cálidas en las últimas décadas en todo el país (AEMET, 2019).

De especial singularidad es el caso de Andalucía, donde la calidad del aire está muy influenciada por unas condiciones meteorológicas desfavorables (episodios de alta radiación solar, temperaturas altas y gran estabilidad atmosférica), y otras que guardan relación con su posición geográfica (fenómenos de intrusión de masas de aire con partículas en suspensión procedentes del norte de África). De esta forma, las principales dificultades a considerar se centran en las superaciones de los valores legales de NO_2 , en determinadas aglomeraciones urbanas, así como de los valores de partículas, en algunas zonas urbanas e industriales. También hay que destacar la elevada concentración de O_3 ,

característica compartida con el resto de las regiones del sur de Europa sometidas a alta radiación solar (Junta de Andalucía, 2020).

Dentro de la Comunidad Autónoma, la provincia de Granada incluso fue considerada la segunda ciudad más contaminada de España por el Informe del Observatorio de Sostenibilidad de 2020 (Observatorio de la Sostenibilidad, 2021), un puesto por detrás de Madrid y por delante de Barcelona, si bien es en superficie y población muy inferior a las dos anteriores. En este sentido, la orografía del Área Metropolitana juega un papel relevante toda vez que la ciudad se encuentra en una llanura rodeada de montañas y con poco viento, lo que dificulta la generación de corrientes de aire que desplacen la polución. A ello se une, por un lado, que las bajas temperaturas en invierno ocasionan que los contaminantes queden cerca de la superficie y, por otro lado, que la quema de biomasa es frecuente en la zona de la Vega (Polo Villanueva, 2021).

En este sentido, los cambios en los patrones de movilidad humana resultantes del confinamiento asociado a la pandemia por la COVID-19, impuesto en España desde el 15 de marzo hasta el 21 de junio de 2020, ofrecen una oportunidad única para estudiar la respuesta de la calidad del aire a la rápida disminución de las emisiones antropogénicas y la presencia humana a escala nacional (Querol et al., 2021) y, de esta manera, avanzar en la comprensión de la contaminación del aire e incluso elaborar políticas de gobernanza atmosférica en el futuro (Pei, 2020).

Considerando los elementos hasta aquí expuestos, en el presente trabajo se ha planteado el siguiente problema de investigación en el medio objeto de estudio:

Las Comunidad Autónoma de Andalucía se ve seriamente afectada por la contaminación atmosférica. Es por ello que algunas de sus capitales de provincia superan con frecuencia tanto los niveles establecidos por las directivas de la Unión Europea como aquellos que recoge la guía de la Organización Mundial de la Salud (OMS) sobre calidad del aire para la protección de la salud humana.

La hipótesis que se plantea al problema de investigación es:

La implementación de medidas de confinamiento durante la pandemia por la COVID-19, que conllevaron la imposición de restricciones a la movilidad y el distanciamiento social, supusieron un descenso del tráfico rodado y de la actividad económica a nivel mundial entre los meses de marzo a junio de 2020 y, en consecuencia, un impacto en la calidad del aire y el medio ambiente.

A partir del planteamiento de dicho problema, el objetivo general de la investigación es:

Realizar un análisis sobre la variación en la concentración de los principales contaminantes en la atmósfera como consecuencia de la pausa social provocada por la COVID-19 entre los meses de marzo a junio de 2020 en Andalucía.

Para el logro de dicho objetivo general, se hace necesario el planteamiento asimismo de los siguientes objetivos específicos:

- I. Analizar el comportamiento de otros factores distintos a las medidas adoptadas durante la pandemia por la COVID-19 que tienen incidencia en la calidad del aire, como la climatología o los diferentes patrones de comportamiento a lo largo de la semana.
- II. Estudiar las características del territorio andaluz en términos de concentración de tráfico o exposición a la industria, entre otros, a fin de determinar cuáles son las principales causas o fuentes de contaminación en cada uno de los focos que se detecten.
- III. Identificar los diferentes patrones de comportamiento entre los índices representativos de la calidad del aire en función de las variables que influyen en la contaminación.

Esta investigación está motivada por el interés en potenciar políticas más eficaces destinadas a reducir las emisiones y la contaminación ocasionada por el tráfico, para cuya justificación y análisis de efectividad el confinamiento por la COVID-19 puede utilizarse como prueba experimental.

Dado lo expuesto anteriormente, el presente trabajo se ha articulado en tres capítulos, además de esta introducción en la que se expone la justificación del tema, el objeto de investigación, sus objetivos y la hipótesis de trabajo.

El primer capítulo se dedica a analizar la actualidad y relevancia del tema que se aborda en la investigación. Al efecto, se estudia cuál ha sido la asociación que en el ámbito científico se ha hecho respecto a la COVID-19 y la calidad del aire, realizando para ello una revisión de bibliografía sobre el tema. Además, se examinan los posibles efectos nocivos que conlleva la contaminación atmosférica en general, tanto en la salud como en el cambio climático, para seguidamente singularizar el estudio en España y Andalucía. Así, se verifica si, tanto a nivel nacional como autonómico, existen iniciativas normativas o de otra índole que tratan de mejorar los niveles de contaminación.

En el segundo capítulo se exponen los materiales y métodos empleados en el trabajo. En cuanto a los materiales, se determinan las distintas fuentes de datos empleadas para la elaboración del análisis de contaminación y se presenta Matlab-vR2021b como la herramienta utilizada para el tratamiento de los datos. Además, se ofrece un marco teórico en relación con el método de análisis, dividido en la creación de un modelo de regresión lineal múltiple con RStudio-v1.4.1103 y el empleo de Tableau Desktop-v2021.4 para la realización de visualizaciones de los datos obtenidos como resultado de la regresión.

El tercer capítulo es dedicado a la aplicación de la metodología expuesta anteriormente. Para ello, se expone en primer lugar cuál es el área de estudio y se examinan sus características principales en cuanto a relieve, clima o presencia de actividad industrial, entre otros. Seguidamente, se describe el conjunto de datos, identificando cuál es la variable dependiente del modelo econométrico que se pretende construir y las variables independientes, justificando además su inclusión en el estudio por su relación con la calidad del aire. A continuación, se expone el procedimiento seguido para el tratamiento de los datos con Matlab a fin de obtener el conjunto de datos definitivo a analizar con el modelo de regresión. Así, se describe cómo se modeló la concentración de cada contaminante como una función de las variables independientes y cómo, con los resultados del modelo, se elaboraron mapas de zonificación para mejorar su comprensión.

También en el tercer capítulo se presentan los resultados obtenidos. En primer lugar, se exponen los resultados de la regresión, identificando las tendencias en la concentración de los contaminantes analizados en función de cada una de las variables dependientes de cada modelo. En segundo lugar, dichos resultados se representan gráficamente mediante el análisis espacial, que permite explicar cuál ha sido la fuente de la contaminación mediante su situación geográfica. En tercer lugar, se explican las conclusiones obtenidas de un análisis meteorológico a fin de determinar cuál ha sido la evolución de la temperatura, las precipitaciones y el viento en Andalucía durante el periodo objeto de estudio. Habida cuenta de todo lo anterior, al final del capítulo se ofrece una reflexión sobre la puesta en común de todo lo estudiado a fin de comprender el comportamiento del nivel de contaminación en Andalucía durante el confinamiento por COVID-19.

Finalmente, se presentan las conclusiones del trabajo, con el fin de exponer de forma concisa las principales contribuciones del mismo al problema de investigación, detectar sus limitaciones y, en base a ellas, identificar posibles futuras líneas de investigación.

CAPÍTULO I. ACTUALIDAD DEL TEMA

El 23 de enero de 2020 entró en vigor el primer confinamiento por coronavirus en Wuhan, China, en un esfuerzo por detener la propagación de la COVID-19, notificada por primera vez en diciembre de 2019 y declarada pandemia mundial por la Organización Mundial de la Salud (OMS) el 11 de marzo de 2020. Este confinamiento sentó el precedente de medidas similares en otras ciudades del país y del resto del mundo, que pusieron fin a las actividades diarias, incluyendo la industria y el tráfico rodado, en diferente tiempo e intensidad según el inicio de la crisis epidemiológica y la evolución de la infección (Querol et al., 2021).

En este sentido, se estima que en Europa, de media, la reducción de las emisiones durante el período de confinamiento más severo (del 23 de marzo al 26 de abril de 2020) alcanzaron un 33% para los óxidos de nitrógeno (NO_x), un 7% para los óxidos de azufre (SO_x) y un 7% para las partículas volátiles (PM_x), siendo el transporte por carretera el mayor contribuyente a las reducciones totales (85% o más) excepto para el SO_x . En los países en los que las restricciones de cierre fueron más severas, como en Italia, Francia o España, las reducciones fueron incluso mayores, alcanzando cerca del 50% (NO_x), 12% (SO_x) y 15% (PM_x) (Guevara, 2021).

Asimismo, satélites de la Agencia Espacial Europea (ESA) detectaron una importante reducción de los contaminantes atmosféricos en toda China. En concreto, se redujeron las emisiones de NO_2 , un gas que contamina el aire principalmente a causa del tráfico y la combustión de combustibles fósiles en los procesos industriales (ESA, 2021). También imágenes del satélite Copernicus Sentinel-5P, del programa Copernicus de la Unión Europea, mostraron que los niveles de algunas ciudades de la India descendieron en torno al 40-50% debido a la cuarentena nacional (ESA, 2020). Igualmente, científicos del Real Instituto Meteorológico de los Países Bajos (KNMI) utilizaron los datos del satélite Sentinel-5P de Copernicus para vigilar el tiempo y la contaminación en Europa. Las imágenes captadas, que muestran las concentraciones de NO_2 del 14 al 25 de marzo de 2020, ilustraban claramente una fuerte reducción de las concentraciones de este sobre las principales ciudades de Europa, concretamente Milán, París y Madrid, en comparación con la media mensual de las concentraciones de 2019 (ESA, 2020).

Al efecto, se han realizado numerosos estudios sobre los cambios en el medio ambiente resultantes de la pandemia, y en los que los confinamientos decretados para detener la propagación del coronavirus se han relacionado con una calidad del aire más limpia en Europa y China.¹ Estos estudios abarcan una serie de contaminantes que incluyen gases como el NO₂, el O₃ y el CO₂, así como partículas atmosféricas de menos de 2,5µm y 10µm (PM_{2,5} y PM₁₀, respectivamente).

Dichos estudios resultan relevantes ya que existen afecciones y enfermedades causadas por la contaminación del aire que perjudican gravemente la calidad de vida. En este sentido, se han llevado a cabo estudios epidemiológicos recientes que indican que la exposición a la contaminación atmosférica es un posible factor de riesgo para la diabetes, e incluso se han encontrado asociaciones en múltiples cohortes entre la exposición a la contaminación ambiental a largo plazo y la prevalencia y mortalidad de la diabetes (Lim, 2018). Asimismo, la contaminación atmosférica es un importante factor de riesgo para las enfermedades cardiovasculares en todo el mundo (Shab et al., 2015). De hecho, se ha identificado a la contaminación por partículas como la responsable de más de tres millones de muertes al año por esta causa (Brook et al., 2010). Incluso, algunos estudios patológicos del cerebro humano relacionan la neuroinflamación, el estrés oxidativo y la neurotoxicidad relacionada con el sistema dopaminérgico con la exposición a la contaminación atmosférica (Ritz et al., 2016). Asimismo, en los niños expuestos a los contaminantes atmosféricos durante el período prenatal y postnatal se ha demostrado un mayor riesgo de sufrir déficits cognitivos, trastornos de la conducta y de recibir medicación por trastornos psiquiátricos (Min y Min, 2017).

En adición a los efectos nocivos para la salud, la contaminación atmosférica también tiene un impacto directo en el cambio climático. Desde la publicación del Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) en 2014 (IPCC, 2015), son más y más las personas en todo el mundo que consideran la acción climática como una cuestión de urgencia (Wilson y Orlove, 2019). Esto es así ya que, en las últimas décadas, el calentamiento global ha provocado

¹ Entre otros, destacan: Kraemer, M. U. G., et al. (2020). The effect of human mobility and control measures on the COVID-19 epidemic in China, *Science*, 368, 493-497; Baldasano, J. M. (2020). COVID-19 lockdown effects on air quality by NO₂ in the cities of Barcelona and Madrid (Spain), *Science of the Total Environment*, 741; Le Quéré, C., et al. (2020). Temporary reduction in daily global CO₂ emissions during the COVID-19 forced confinement, *Nature Climate Change*, 10, 647-653.

una reducción generalizada de la criosfera y un calentamiento de los océanos, que absorben más del 90% del calor del sistema climático. Además, el nivel medio global del mar está aumentando cada vez a mayor ritmo, y el aumento de los vientos y las precipitaciones de los ciclones tropicales no hace sino agravar los fenómenos extremos del nivel del mar. Y todas estas tendencias están afectando a los ecosistemas, la seguridad alimentaria, los recursos hídricos, la calidad del agua, los medios de subsistencia, las infraestructuras y el bienestar (IPCC, 2019).

En consecuencia, se prevé que las capas de hielo en Groenlandia y la Antártida pierdan masa a un ritmo creciente a lo largo del siglo XXI. Además, la respuesta de los ecosistemas pasa por la pérdida de hábitat y diversidad de las especies y la degradación de las funciones de los ecosistemas. Está previsto también que el aumento del nivel medio y extremo del mar, junto con el calentamiento y la acidificación de los océanos, agrave los riesgos para las comunidades humanas de las zonas costeras bajas (IPCC, 2019).

La industria es responsable de más de la mitad de las emisiones totales de algunos de los principales contaminantes atmosféricos y gases de efecto invernadero, así como de otros importantes impactos medioambientales. En concreto, la contaminación del aire suele estar relacionada con la combustión de carburantes fósiles. Este es el caso, por ejemplo, de las centrales eléctricas, pero también de muchas otras actividades industriales que pueden tener su propia producción de electricidad o calor *in situ*, como la fabricación de hierro y acero o la producción de cemento. Algunas actividades generan polvo, que contribuye a las concentraciones de partículas en el aire, mientras que el uso de disolventes para la transformación de metales o la producción de sustancias químicas puede dar lugar a emisiones de compuestos orgánicos contaminantes (Agencia Europea de Medio Ambiente, 2021).

No obstante, existen otros factores que influyen en los niveles de contaminación del aire y cuyo estudio resulta de interés. Así, toda vez que las superaciones de los valores límite de un contaminante son atribuibles a fuentes naturales, no se considerarán superaciones como tal a los efectos de cumplimiento de la normativa y no originarán obligación de ejecutar planes de actuación (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, s.f.).

Por un lado, los episodios de aportes transfronterizos de partículas naturales procedentes de zonas desérticas del norte de África pueden inducir a la superación de los niveles límite de partículas en aire ambiente. Por otro lado, la combustión de biomasa es también considerada un episodio natural, de tal forma que en ocasiones elevados niveles de partículas tienen su origen en las actividades de combustión de biomasa en las instalaciones de calefacción doméstica, residencial e institucional, las cuales maximizan sus emisiones durante los meses más fríos del año (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, s.f.).

Además, existe una relación entre los valores climatológicos y la calidad del aire. Las variables meteorológicas, como la temperatura o la humedad, desempeñan un papel importante en la determinación de los patrones de calidad del aire a múltiples escalas en el espacio y en el tiempo. Así, estos vínculos pueden operar a través de cambios en las emisiones de contaminación atmosférica, el transporte, la dilución, la transformación química y la eventual deposición de contaminantes atmosféricos (Li et al., 2011). Por ejemplo, se ha estudiado cómo las temperaturas extremadamente elevadas aumentan significativamente las asociaciones entre el PM₁₀ y la mortalidad total y cardiovascular (Meng, 2012). Asimismo, el aumento de las temperaturas resulta en una peor calidad del aire al aumentar el número de días con altas concentraciones de O₃.

Igualmente, el Efecto Fin de Semana (EFS) es un fenómeno que suele presentarse en algunas zonas urbanas, caracterizado por un incremento de las concentraciones de O₃ durante los fines de semana, si bien se muestra una reducción de las emisiones de sus precursores (NO_x) en relación con los días laborables (Parra, 2017). Así, la aparición de valores máximos de ozono en la troposfera típicamente más altos durante los sábados y domingos se ha observado durante muchos años y en una variedad de lugares (Blanchard et al., 2012).

Por todo ello, resulta de gran utilidad práctica realizar un análisis de algunas variables que influyen en la calidad del aire. El conocimiento de estos aspectos de la dinámica de algunos contaminantes en España es fundamental para diseñar medidas de control adecuadas a las zonas que en un futuro próximo van a requerirlo, y donde será importante conocer el margen real de maniobra que puede dar el control de las emisiones

locales, teniendo en cuenta las contribuciones de fuentes naturales y otros factores no controlables, como la presencia de polvo del Sahara (Diéguez Rodríguez et al., 2009).

Actualmente, con la finalidad de proteger la salud y el medio ambiente, se han adoptado diversas iniciativas a nivel internacional, europeo y nacional. La principal iniciativa, tanto a nivel europeo como nacional, es la elaboración de un Programa Nacional de Control de la Contaminación (Ministerio para la Transición Ecológica, 2019), creado en 2019 con el fin de dar cumplimiento a los compromisos adquiridos de reducción de contaminantes atmosféricos establecidos en la Directiva (UE) 2284/2016 de 14 de diciembre de 2016. Concretamente, se obliga a los Estados miembros a presentar ante la Comisión informaciones sobre sus programas nacionales de control de la contaminación atmosférica, toda vez que el informe de la Comisión Europea de 7 de junio de 2018, “Primera perspectiva sobre el paquete aire limpio” (Comisión Europea, 2018) señalaba que la contaminación atmosférica sigue siendo un importante problema ambiental y de salud en la Unión Europea.

Además, se recogen un total de 50 medidas individuales englobadas en ocho paquetes de medidas sectoriales a través de las cuales se pretende impulsar, entre otras, la movilidad sostenible, la fertilización eficiente o la reducción de depósito en vertedero. Estas medidas permitirían cumplir los objetivos marcados para 2030 de cuatro de los cinco contaminantes cubiertos por la Directiva (SO₂, NO_x, NH₃ y PM_x), con reducciones del 92% para el SO₂, 66% para los NO_x, 21% para el NH₃ y 50% para las PM_x.

A nivel autonómico, a finales de 2013 la Junta de Andalucía publicó trece planes de mejora de la calidad del aire (Decreto 231/2013, de 3 de diciembre), referidos a las superaciones de los valores límite de partículas PM₁₀, NO₂ y SO₂. Igualmente, en 2020 se aprobó la Estrategia Andaluza de Calidad del Aire, que actualizaba el diagnóstico de la situación, al objeto de constituir el marco de los futuros planes de mejora de la calidad del aire. A nivel local, los ayuntamientos de Granada, Córdoba y Málaga cuentan con planes de mejora de la calidad del aire aprobados entre 2017 y 2018, si bien estos contienen medidas generales de escaso detalle (Ceballos et al., 2021).

CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. MATERIALES

Para elaborar la base de datos, se utilizaron dos conjuntos de datos: el primero, relacionado con el nivel de contaminantes medido en datos horarios por las estaciones de la Red de Calidad del Aire de Andalucía y, el segundo, que contiene indicadores relativos al clima recogidos por cada una de las estaciones meteorológicas andaluzas. Además, se construyó un tercer conjunto de datos que recoge las variables dicotómicas o *dummies* relacionadas con el confinamiento por la COVID-19 y sus fases 0, 1 y 2, los días sábado y domingo, y la presencia o no de polvo del Sahara y de combustión biomasa.

Datos sobre la calidad del aire

Los datos sobre calidad del aire de las Comunidades Autónomas son unificados y publicados anualmente por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Las estaciones de calidad del aire son instalaciones remotas automáticas para la adquisición de medidas de gases y partículas. Constan de una cabina en la que se ubican los sensores, equipos y aparatos necesarios para llevar a cabo el registro de los niveles de las magnitudes medidas y la transmisión de la información registrada al correspondiente centro de control. Cada Red de Calidad del Aire determina cómo efectuar la evaluación en su Comunidad Autónoma, que puede ser a través de mediciones fijas, mediciones indicativas, de modelizaciones o de una combinación de las anteriores, en función de los niveles de cada contaminante (Ministerio para la Transición Ecológica, s.f.).

Los datos son proporcionados por el Ministerio en formato horario, diario e irregular (periodicidad de muestreo variable), e incluyendo un fichero distinto por cada contaminante principal. La metainformación asociada a los datos (la estación donde se mide, la magnitud o contaminante medido, y el punto de muestreo) aparece codificada (Ministerio para la Transición Ecológica, s.f.). Además, el último año disponible del que obtener datos es el año 2020, existiendo datos desde el 2001.

La información asociada a los códigos se proporciona en un archivo Excel independiente, que contiene información sobre (Ministerio para la Transición Ecológica, s.f.):

- I. **Identificación de la estación.** La estación hace referencia a un punto de muestreo fijo en el que se realizan mediciones de manera continuada en el tiempo. Cada estación posee un código identificativo compuesto por un código INE de provincia, más un código INE de municipio y un identificador de la estación.
- II. **Información de la estación.** En relación con cada una de las estaciones, se contienen datos relativos al nombre, la fecha de alta en la Base de Datos de calidad del Aire del Ministerio, la fecha en la que se hubiera dado de baja, en su caso, el nombre de la Red de Calidad del Aire a la que pertenece la estación, la Comunidad Autónoma, la provincia y el municipio donde se ubica, su latitud y longitud, y la altitud sobre el nivel del mar.
- III. **Clasificación de la estación.** Las estaciones de calidad del aire pueden clasificarse según el tipo de área en la que se localizan (urbanas, suburbanas o rurales) y según la tipología de la principal fuente de emisión (tráfico, industrial o de fondo).
- IV. **Contaminantes.** El parámetro o magnitud que se mide se referencia a través de un código, y se explicita su unidad de medida.

En el presente análisis se han empleado los datos horarios. Cada registro contiene la información de un día, de modo que se incluyen 24 datos correspondientes a cada hora. La hora asignada es la de fin de muestreo, de modo que al periodo entre las 00:00 y las 01:00 se le asigna la hora 1 y así sucesivamente (Ministerio para la Transición Ecológica, s.f.). Además, se proporciona la información sobre la provincia, el municipio, la estación, la magnitud, el punto de muestreo, el año, el mes y el día de la medición.

Toda vez que el análisis se ha realizado sobre las provincias de la Comunidad Autónoma de Andalucía, del total de estaciones de calidad del aire de España (601 en 2020) (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2020), se han empleado los datos procedentes de 80 estaciones, de las que 27 son estaciones del este de

Andalucía (Almería, Granada, Jaén y Málaga) y 53 son estaciones del oeste (Cádiz, Córdoba, Huelva y Sevilla). Concretamente, las estaciones empleadas son las siguientes:

Tabla 1. Estaciones de la Red de Calidad del Aire de Andalucía

PROVINCIA	ESTACIONES DE CALIDAD DEL AIRE
ALMERÍA	Palomares, Rodalquilar, El Ejido, La Joya, Mediterráneo, Pza. del Castillo, Bédar, El Boticario, Benahadux, Fernán Pérez, Mojácar, La Granatilla
GRANADA	Granada-Norte, Palacio Congresos, Víznar, Ciudad Deportiva, Motril
JAÉN	Bailén, Las Fuentezuelas, Ronda del Valle, Villanueva del Arzobispo
MÁLAGA	El Atabal, Marbella Arco, Carranque, Campillos, Campanillas Cifa, Avenida Juan XXIII
CÁDIZ	E2 Alcornocales, Hostelería, Guadarranque, Economato, E7 El Zabal, San Fernando, Carteya (S9), Campamento, Jerez-Chapman, La Línea, Avda. Marconi, Cortijos, Madre Vieja, San Roque (S6), Cartuja, Río San Pedro, Colegio (S1), E4 Rinconcillo, Palmones (S5), Algeciras EPS, Arcos, Los Barrios
CÓRDOBA	Villaharta, Lepanto, Asomadilla, Poblado, Obejo, Avda. Al-Nasir
HUELVA	Campus del Carmen, San Juan del Puerto, La Rábida, Niebla, Mazagón, El Arenosillo, Moguer, Los Rosales, La Orden, Matalascañas, Doñana, Punta Umbría, Torrearenilla, Marismas del Titán, Pozo Dulce
SEVILLA	Torneo, Centro, Bermejales, Santa Clara, La Ranilla, Aljarafe, Dos Hermanas, Príncipes, Cobre Las Cruces

Fuente: Elaboración propia

Datos sobre el clima

Los datos relativos al clima proceden de la base de datos *AEMET OpenData*, una API REST de la que se pueden descargar los datos a los que se refiere el Anexo II de la Resolución de la AEMET de 30 de diciembre de 2015 (Agencia Estatal de Meteorología, 2015). Entre ellos, se recogen los valores climatológicos referentes a climatologías diarias. La AEMET tiene distribuida una serie de observatorios para la medida de distintas variables climatológicas necesarias para todo tipo de estudio o aplicación relacionado con el clima (AEMET, s.f.).

La extracción de los datos desde la AEMET se realiza mediante un criterio de provincia y estación, y señalando un periodo de tiempo concreto. Cada registro contiene información sobre los siguientes elementos:

- I. **Datos identificativos.** Se indica la fecha, el nombre de la estación climatológica, su provincia, la altitud de la estación sobre el nivel del mar, y un número identificativo denominado indicativo climatológico.
- II. **Temperatura.** Se registran las temperaturas media, mínima y máxima en grados Celsius, así como la hora y minuto de registro de las dos últimas.
- III. **Precipitación.** Se recoge el nivel de precipitación diario de 07:00 a 07:00 horas.
- IV. **Viento.** Se contiene la racha máxima del viento, su dirección y la hora y minuto de su registro, y la velocidad media del viento.
- V. **Presión.** Se identifican los valores de las presiones máxima y mínima al nivel de referencia de la estación, así como sus horas de registro redondeadas a la hora entera más próxima.
- VI. **Insolación.** Se registra el valor de la insolación en horas.

La AEMET opera con una red muy densa de más de 3.000 estaciones con fines fundamentalmente climatológicos entre las que destacan las estaciones climatológicas principales, que realizan observaciones de los elementos climatológicos fundamentales. Asimismo, tiene en funcionamiento estaciones meteorológicas automáticas, estaciones termométricas y estaciones pluviométricas, que constituyen su red climatológica secundaria. Entre ellas, se seleccionaron a efectos del presente análisis aquellas situadas en la Comunidad Autónoma de Andalucía:

Tabla 2. Estaciones climatológicas de Andalucía

PROVINCIA	ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS
ALMERÍA	Abla, Adra, Alborán, Almería Aeropuerto, Carboneras, Huércal-Overa, Roquetas de Mar
GRANADA	Baza, Granada Aeropuerto, Granada Base Aérea, Huescar, Loja, Motril
JAÉN	Andújar, Arroyo del Ojanco, Cazorla, Jaén, Santa Elena, Villarodrigo
MÁLAGA	Antequera, Estepona, Fuengirola, Málaga Aeropuerto, Málaga Centro Meteorológico, Ronda, Torrox
CÁDIZ	Cádiz, Grazalema, Jerez de la Frontera Aeropuerto, Rota Base Naval, Cádiz, Tarifa, San Fernando, Vejer de la Frontera
CÓRDOBA	Córdoba Aeropuerto, Doña Mencía, Hinojosa del Duque, Villanueva de Córdoba
HUELVA	Alajar, Ayamonte, Huelva Ronda Este, Moguer El Arenosillo
SEVILLA	Cazalla de la Sierra, Écija, La Roda de Andalucía, Morón de la Frontera, Sevilla Aeropuerto

Fuente: Elaboración propia

Datos sobre fuentes naturales

Los datos sobre la presencia de polvo del Desierto del Sahara y de combustión de biomasa se recogen en las bases de datos del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Concretamente, cada año se publica un informe sobre la detección de episodios naturales de aportes transfronterizos de partículas (episodios africanos), así como de otro tipo de episodios naturales (incluyendo los de transporte de contaminantes desde Europa central y oriental, los de combustión de biomasa en incendios forestales, y los episodios de resuspensión local originada por situaciones de viento intenso afectando a zonas de escasa vegetación), que pueden inducir a la superación de los niveles límite de PM₁₀ y/o PM_{2,5} en aire ambiente.

Dicha información se proporciona en tablas mensuales divididas en las distintas zonas del territorio de la Península Ibérica (Canarias, suroeste, sureste, levante, centro, noroeste, norte, noreste y Baleares). En ellas, se identifican los días del mes en cuestión

en los que tuvieron lugar tres episodios naturales: “combustión biomasa”, “europeo sulfatos” y “africanos”.

De los datos contenidos en los informes de los años 2017, 2018, 2019 y 2020 se extrajeron aquellos correspondientes a las zonas sureste (para Almería, Granada, Jaén y Málaga) y suroeste (para Sevilla, Cádiz, Córdoba y Huelva), y a los episodios de combustión de biomasa e intrusión de polvo del Sahara.

Sistema informático Matlab-vR2021b para el tratamiento de los datos

Matlab (acrónimo de Matrix Laboratory) es un lenguaje de programación de alto nivel que permite realizar cálculos científicos y tecnológicos complejos a partir de una representación de valores basada en matrices. Así, a diferencia de otros lenguajes de programación que procesan los números de uno en uno, Matlab funciona con matrices y arreglos completos. Los aspectos fundamentales del lenguaje comprenden operaciones básicas como la creación de variables, la indexación de arreglos, operaciones aritméticas y tipos de datos (Reinoso García et al., 2018).

Para el tratamiento de un conjunto de datos, Matlab posee funciones de importación y exportación que permiten el acceso a formatos como Excel, texto, imagen, audio, video o formatos de datos científicos. Asimismo, permite realizar técnicas de procesamiento sobre los datos a fin de buscar, eliminar o reemplazar aquellos datos incorrectos o ausentes. Para ejecutar repetidamente una secuencia de comandos o guardarlos para futuras referencias, la información se almacena en un archivo de programa. El programa más sencillo que ofrece Matlab es un *script*, que contiene un conjunto de comandos tal y cómo se escribirían en la línea de comandos. Para una mayor flexibilidad en la programación, pueden además crearse funciones que acepten datos de entrada y devuelvan datos de salida. Si se poseen estructuras de datos especializadas o se necesita la interacción de funciones con tipos de datos especiales, pueden elaborarse también clases usando técnicas de programación orientada a objetos.

Por defecto, Matlab almacena todas las variables numéricas como valores de punto flotante de doble precisión. Los tipos de datos adicionales almacenan texto, valores enteros o de precisión simple, o una combinación de datos en una variable única. Uno de

estos tipos son las estructuras, también denominadas registros en muchos lenguajes de programación, que permiten crear variables con datos de tipos distintos. Cada variable de una estructura se llama *campo* y tiene asociada un nombre. A diferencia de un *array* de celdas, en el que se utiliza un índice para acceder a sus datos, una estructura accede a sus campos a través de sus nombres.

Para crear una estructura en Matlab se emplea la función *struct*. Dicha función toma como parámetros los pares nombre del campo y valor del campo y devuelve la estructura creada. Los nombres de los campos se expresan como cadenas de caracteres. Para acceder al contenido de un campo de una estructura se emplea el operador punto o la función *getfield*. Esta función toma como parámetros una estructura y el nombre de uno de sus campos y devuelve el valor asociado al campo en la estructura. A su vez, para modificar una estructura se puede utilizar el operador punto o la función *setfield*. Además, para almacenar una colección de estructuras se puede usar un *array*. Para crear un vector de estructuras puede utilizarse la misma función *struct*, en este caso empleando *arrays* de celdas para almacenar los valores de los campos (Martínez del Río, 2015).

2.2. METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN

Modelo de regresión teórico

La regresión múltiple es un procedimiento estadístico a través del cual se examina la relación entre dos tipos de variables, las dependientes e independientes, al objeto de estimar o predecir el comportamiento de la dependiente a través de estas (Rodríguez Jaume y Mora Catalá, 2001). La notación matemática de la ecuación de regresión lineal múltiple es la que representa la Ecuación (1):

$$Y = b_0 + b_1x_{1j} + b_2x_{2j} + \dots + b_kx_{kj} + u_j \quad (1)$$

donde Y es la variable dependiente, x las dependientes, u los residuos y b los coeficientes estimados del efecto marginal entre cada x e Y (Montera Granados, 2016).

Para realizar el análisis de regresión lineal múltiple, es preciso realizar una serie de consideraciones sobre los datos: (i) linealidad, esto es, que los valores de la variable

dependiente están generados por el modelo lineal $Y = x * b + u$, (ii) homocedasticidad, de tal modo que todas las perturbaciones aleatorias del modelo tienen la misma varianza, (iii) independencia, es decir, que las perturbaciones aleatorias son independientes entre sí, (iv) normalidad, toda vez que la distribución de la perturbación aleatoria tiene distribución normal, y (v) obtención de las variables explicativas x_{kj} sin errores de medida (Rojo Abuín, 2007).

A fin de implementar el anterior análisis en el presente estudio, se hizo uso del lenguaje de programación R y de la interfaz RStudio-1.4.1103. Los resultados que se obtienen de un modelo ajustado son los siguientes (Liviano Solís y Pujol Jover, s.f.):

- I. **Estimación puntual por mínimos cuadrados.** Estimaciones de los coeficientes del modelo mediante el método de los mínimos cuadrados ordinarios (MCO). En virtud del anterior, los coeficientes o parámetros del modelo son elegidos de forma que la suma de cuadrados entre los valores observados y los pronosticados sea mínima, es decir, minimizando la varianza residual (Chirivella González, s.f.).
- II. **Error estándar.** Error de cada uno de los parámetros estimados del modelo, que muestra la diferencia entre los valores reales y los estimados en la regresión.
- III. **Valor del estadístico t.** Estadístico obtenido dividiendo la estimación del parámetro entre su desviación estándar, y que es utilizado frecuentemente para realizar el contraste de significación individual de los parámetros estimados.
- IV. **P valor.** P valor del contraste de significación individual de cada parámetro estimado, que indica su significación estadística. Si el p-valor es menor que el nivel de significancia establecido se puede deducir que existe una relación entre el predictor y la variable dependiente.

Visualización de datos con Tableau Desktop-v2021.4

Tableau es una plataforma de análisis y visualización de datos utilizada ampliamente en la industria de la inteligencia empresarial por su capacidad para crear visualizaciones interactivas en poco tiempo. Ofrece una amplia variedad de opciones a partir de diversos conjuntos de datos, incluyendo gráficos circulares, gráficos de barras y

de burbujas, mapas, mapas de calor o gráficos de dispersión. Tableau puede conectarse a datos almacenados en formato Excel, CSV o archivos de texto, entre otros, y reconocer campos y formatos. Además, puede utilizarse para definir y calcular nuevas variables y realizar manipulaciones de datos sencillas con el uso de fórmulas matemáticas (Nair et al., 2016).

Entre las posibilidades que ofrece Tableau se encuentra la realización de un análisis espacial mediante mapas. Los mapas son gráficos de dispersión que son interpretados por Tableau para generar una visualización espacial. Para la elaboración de mapas, una vez cargados los datos, Tableau determinará los campos geográficos utilizando los nombres de los campos, como ciudad, estado y código postal, y generará datos de latitud y longitud para esos campos. Si Tableau no detecta ningún cambio, se pueden establecer también manualmente como campos geográficos.

Una de las formas de codificar la información en un gráfico es mediante la colocación de una marca para cada valor geográfico, ajustando el tamaño y color de esa marca en función de alguna medida (Nandeshwar, 2013). Una vez generado el mapa, el programa ofrece numerosas opciones para cambiar su formato a fin de mejorar la legibilidad y aumentar la eficacia. Así, la sección de capas de mapa permite realizar cambios estéticos tales como elegir el estilo del mapa, añadir transparencia, escoger la parte del mapa que se quiere que sea visible o agregar capas de datos.

CAPÍTULO III. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO OBJETO DE INVESTIGACIÓN

Para realizar el presente estudio, se han seleccionado todas las provincias de Andalucía: Almería, Cádiz, Córdoba, Granada, Jaén, Huelva, Málaga y Sevilla. Andalucía, con una extensión de 87.597 km², se localiza en el tercio sur de España, en una encrucijada entre dos continentes (Europa y África) y dos masas de agua (océano Atlántico y mar Mediterráneo). Al efecto, las circunstancias latitudinales y atmosféricas de la Comunidad Autónoma tienen influencia en la presencia de partículas contaminantes y, a su vez, son modificadas por factores geográficos como la distribución de tierras y mares, la accidentada orografía de la región y la disímil significación espacial de oceanidad y continentalidad (Gómez-Zotano et al., 2015).

En este sentido, el relieve de Andalucía se caracteriza por la existencia de un fuerte contraste de altitudes, presentando las elevaciones mayores de la Península Ibérica y casi un 15% del territorio por encima de los 1.000 metros. Frente a ello, se encuentra la Depresión del Guadalquivir, una llanura baja por debajo de los 100 metros. Además, se dan en el relieve amplias zonas con pendiente, siendo las mayores las correspondientes a la Sierra Morena y las Cordilleras Béticas. Se distinguen también dos zonas de costa: de una parte, el litoral atlántico, con predominio de playas y costas bajas; y, por otra parte, el litoral mediterráneo, con predominio de acantilados en las provincias de Almería y Granada (López Ontiveros, 2002).

Por su parte, el clima del sur de la Península Ibérica está directamente relacionado con su ubicación en la zona meridional de la franja templada de la Tierra, en la que ocupa una posición marginal respecto a la corriente en chorro polar. A su vez, las características subtropicales entre los 23° y los 35° de latitud tienen su reflejo en la climatología, ya que determinan una mayor sequedad en el verano, siendo esta la característica más definitoria del macroclima mediterráneo (Gómez-Zotano et al., 2015). Este, además, se caracteriza porque en él se registran las temperaturas más altas, los niveles más bajos de precipitación y los índices de radiación solar más elevados que en otras zonas de la Península.

En cuanto a la presencia de actividad industrial, según los datos del Instituto Nacional de Estadística sobre el desarrollo industrial de las Comunidades Autónomas (INE, 2020), que evalúa, entre otros, el volumen de negocios total, el número de empresas, la inversión en activos tangibles o el número de trabajadores, Andalucía es, junto a la Comunidad de Madrid y Cataluña, la Comunidad Autónoma mejor valorada en cuanto a los indicadores mencionados.

Sevilla y Málaga son de las provincias de España con más vehículos en 2020 (un 3,76% y un 3,56% del parque total de vehículos, respectivamente), según el Anuario Estadístico General de la Dirección General de Tráfico (DGT) (DGT, 2020), solo después de Madrid, Barcelona, Valencia y Alicante, y seguidas por Cádiz y Granada (2,34% y 2,14%, respectivamente). Por el contrario, Jaén y Huelva se encuentran entre las provincias que menos vehículos tienen matriculados (1,36% y 1,04%, respectivamente). En términos relativos, atendiendo al número de vehículos por cada 1.000 habitantes, son Almería y Granada las provincias con una concentración mayor, con 784 vehículos por cada 1.000 habitantes en el caso de Almería, y 775 en el de Granada. Por otro lado, Cádiz es la provincia con una concentración menor de vehículos, con 654 vehículos por cada 1.000 habitantes, seguida únicamente por Zaragoza y Vizcaya.

Los aeropuertos están presentes en Málaga (Aeropuerto Málaga-Costa del Sol), Granada (Aeropuerto Federico García Lorca Granada-Jaén), Cádiz (Aeropuerto Jerez La Parra), Almería (Aeropuerto Almería-Antonio de Torres), Sevilla (Aeropuerto Internacional de Sevilla) y Córdoba (Aeropuerto de Córdoba). Según el informe anual de AENA de 2021 (AENA, 2021), en términos de pasajeros, el aeropuerto de Málaga destaca dentro de España con el 7,40% del total de pasajeros en ese año, después solo del Aeropuerto Adolfo-Suárez Madrid-Barajas, el Barcelona-El Prat y el Aeropuerto de Palma de Mallorca. En el otro extremo, el Aeropuerto de Córdoba recibió en 2021 tan solo al 0,01% del total, siendo el quinto aeropuerto con menor número de pasajeros en ese año.

Las emisiones de contaminantes atmosféricos relacionados con la agricultura y la ganadería están también muy extendidas en Andalucía, debido sobre todo a las quemadas de restos agrícolas que se producen con frecuencia en las provincias de Sevilla o Córdoba en otoño, invierno y primavera (Querol et al., 2021).

Sobre la base de las consideraciones anteriores, Andalucía ofrece buenas condiciones para estudiar las diferencias en la respuesta de la calidad del aire atendiendo a diferentes variables, tales como el confinamiento durante la pandemia COVID-19, la presencia de polvo del Sahara o la combustión de biomasa.

3.2. CONJUNTO DE DATOS

Variable dependiente utilizada en los modelos econométricos

Si bien la base de datos proporcionada por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico incluye un mayor número de partículas contaminantes, a fin de focalizar el estudio, la evaluación de la calidad del aire se ha realizado para los índices de contaminación NO_2 , O_3 y PM_{10} . Además, se ha seleccionado como ámbito temporal el periodo de tiempo comprendido entre los años 2017 y 2020.

Partícula contaminante Dióxido de nitrógeno (NO_2). El NO_2 es el principal contaminante de los óxidos de nitrógeno, y se forma como subproducto en todas las combustiones llevadas a cabo a altas temperaturas, como las de los vehículos motorizados y las plantas eléctricas. Otro foco de menor relevancia se encuentra en los procesos biológicos de los suelos, en los que se produce la emisión de nitritos por parte de los microorganismos (Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes, s.f.).

En la atmósfera, los óxidos de nitrógeno pueden contribuir a la formación de ozono fotoquímico o niebla contaminante y tener consecuencias para la salud. Concretamente, la exposición a largo plazo al NO_2 se ha asociado a un amplio espectro de problemas de salud graves como la hipertensión, la diabetes o enfermedades cardiovasculares (Ogen, 2020). También contribuye al calentamiento global y puede provocar lluvia ácida (Comisión Europea, s.f.).

En ambiente urbano, generalmente más del 75% del NO_2 en aire ambiente es aportado por el tráfico rodado. Así, los niveles más altos se alcanzan en las grandes aglomeraciones urbanas y en sus zonas metropolitanas, así como en el entorno de las vías

de comunicación con tráfico más denso (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, s.f.).

Partícula contaminante Ozono (O₃). En términos generales, el ozono protege a la atmósfera de la dañina radiación ultravioleta emitida por el sol. Sin embargo, a menor altitud el ozono es un contaminante secundario resultante de una reacción entre los óxidos nítricos y los compuestos orgánicos volátiles. Dicho proceso fotoquímico puede producirse únicamente bajo la radiación del sol, lo que explica la estacionalidad estival de los episodios de contaminación por ozono (OMS, 2013).

En consecuencia, en el sur de Europa y, singularmente, en España, el O₃ constituye un problema generalizado a causa de sus especiales condiciones de elevada insolación. Además, sus niveles son superiores en las periferias de las grandes ciudades y en las zonas rurales, ya que la reacción fotoquímica necesita una cierta distancia para generar ozono a partir de sus precursores. Una vez formado el contaminante y en entornos urbanos con altos niveles de NO, el O₃ se consume rápidamente mediante la oxidación de NO a NO₂.

Es por ello que en zonas urbanas de tráfico los niveles de O₃ suelen ser muy bajos, incluso más que en entornos poco contaminados, en tanto que en estos últimos se recibe el O₃ generado durante el transporte de masas de aire desde zonas contaminadas urbanas e industriales, y no existe NO local que lo pueda consumir. Semanalmente, además, los niveles de O₃ más elevados se registran los fines de semana y, sobre todo, el domingo, en coherencia con la disminución de los niveles de precursores que se registra en tales días (sobre todo NO_x) (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, s.f.).

Partículas contaminantes PM₁₀. Las PM_x, o partículas volátiles, consisten en partículas sólidas y líquidas invisibles con diámetros inferiores a 10µm (PM₁₀), o a 2,5µm (PM_{2,5}). Afectan a más personas que cualquier otro contaminante, y pueden penetrar en las vías respiratorias, toda vez que incluyen partículas ultrafinas con un diámetro inferior a 0,1µm (Li y Mallat, 2018). Sus compuestos químicos incluyen sulfatos, nitratos, amonio y otros iones inorgánicos como el sodio, el potasio, el calcio o el magnesio, metales como

el cadmio, el cobre, el níquel y el zinc, y componentes biológicos como alérgenos o microbios (OMS, 2013).

Las PM_x pueden ser generadas por la industria, el transporte o la agricultura y, debido a su poco peso, también pueden ser transportadas por las corrientes de aire de un país a otro (Li y Mallat, 2018). Además, las partículas pueden ser emitidas directamente al aire (partículas primarias) o formarse en la atmósfera a partir de precursores gaseosos como el dióxido de azufre, los óxidos de nitrógeno, el amoníaco y los compuestos orgánicos volátiles no metánicos (partículas secundarias) (OMS, 2013).

En general, la fracción antropogénica domina sobre la natural, tanto en zonas rurales como en puntos de tráfico rodado o industriales. Asimismo, la fracción secundaria representa entre el 40 y el 70% de la masa de PM. Según el Inventario Nacional de Emisiones Contaminantes a la Atmósfera español, el foco más influyente es la combustión en sectores no industriales, seguida por el tráfico rodado (Ministerio para la Transición Ecológica, s.f.).

En España, se registran niveles altos de PM_{10} en zonas de muy diversa tipología, en ciudades, en algunas zonas industriales e incluso zonas rurales, debido a que la distribución de fuentes de emisión de partículas es muy compleja. Igualmente, a fin de valorar la situación nacional con respecto a estos contaminantes hay que tener presente que España siempre ha presentado niveles altos de partículas, cuya concentración se incrementa esporádicamente de forma natural por las intrusiones de polvo africano (Ministerio para la Transición Ecológica, s.f.).

Por este motivo, la legislación vigente establece un procedimiento para conocer en qué medida se ven afectados esos niveles por las fuentes naturales y cuál es el nivel de partículas ocasionado por actividades humanas, con la finalidad de no contabilizar las superaciones ocasionadas por dichas fuentes naturales, tal y como establecen el Real Decreto 102/2011 de 28 de enero, y la Directiva 2008/50/CE de 21 de mayo de 2008.

Variables independientes utilizadas en los modelos econométricos

Las variables independientes utilizadas en los modelos de regresión son:

Tabla 3. Descripción de las variables independientes empeladas en el modelo de regresión múltiple

NOMBRE	TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES
Temperatura media	Numérica continua	Temperatura media diaria	Grados Celsius
Velocidad media del viento	Numérica continua	Velocidad media del viento	Metros por segundo (m/s)
Precipitación media	Numérica continua	Precipitación diaria media de 07:00 horas a 07:00 horas	Milímetros (mm)
Confinamiento por COVID-19	Dicotómica	Cuarentena por COVID-19, desde el 15 de marzo de 2020 hasta el 21 de junio de 2020	1/0
Fase 0 del confinamiento	Dicotómica	Fase 0 de la desescalada durante la cuarentena por COVID-19, desde el 15 de marzo de 2020 hasta el 11 de mayo de 2020	1/0
Fase 1 del confinamiento	Dicotómica	Fase I de la desescalada durante la cuarentena por COVID-19, desde el 11 de mayo de 2020 hasta el 24 de mayo de 2020	1/0
Fase 2 del confinamiento	Dicotómica	Fase II de la desescalada durante la cuarentena por COVID-19, desde el 25 de mayo de 2020 hasta el 7 de junio de 2020	1/0
Sábado	Dicotómica	Sábado	1/0
Domingo	Dicotómica	Domingo	1/0
Polvo del Sahara	Dicotómica	Episodios naturales de transporte de material particulado en suspensión desde el norte de África	1/0
Combustión de biomasa	Dicotómica	Combustión de biomasa en incendios forestales	1/0

Fuente: Elaboración propia

VARIABLES CLIMATOLÓGICAS. Desde el punto de vista de la contaminación, son tres los factores meteorológicos que influyen directamente en los niveles de contaminación: el viento, la estabilidad térmica vertical y la precipitación (Hayas Barrú, 1991). La climatología afecta a los procesos de dispersión y transporte de los contaminantes en la atmósfera, de modo que se trata de un factor condicionante para la calidad del aire (Venegas y Mazzeo, 2012). Además, las altas temperaturas propician la formación de ozono troposférico, mientras que las bajas temperaturas fomentan la permanencia de la contaminación en las capas inferiores del aire, cuyo peso se incrementa conforme desciende la temperatura. Por ello, se han incluido como variables a analizar: (i) la

velocidad media del viento, (ii) el nivel de precipitación diario, y (iii) la temperatura media registrada.

Por un lado, el viento desempeña un papel significativo en el transporte y la dilución de los contaminantes en el ambiente. Así pues, conforme su velocidad aumenta, mayor es el volumen de aire que se desplaza por unidad de tiempo por la zona donde está localizada una fuente de emisión de contaminantes, disminuyendo la concentración si la emisión es constante. Además, la velocidad del viento afecta el tiempo de recorrido de los contaminantes entre la fuente de emisión y los receptores. Por consiguiente, conforme mayor es la intensidad del viento, menor será la concentración de contaminantes en el aire (Venegas y Mazzeo, 2012).

Por otro lado, la temperatura tiene incidencia en la calidad del aire mediante dos vías. La primera está relacionada con la inversión térmica, un fenómeno natural que afecta a la circulación del aire en las capas bajas de la atmósfera y que tiene lugar fundamentalmente en noches de invierno en las que el suelo ha perdido calor por radiación y las capas de aire cercanas a él se enfrían más rápido que las superiores. Cuando la inversión térmica inmoviliza las capas inferiores cercanas al suelo sobre una ciudad, quedan atrapados los contaminantes suspendidos (Portal Web de Calidad del Aire del Ayuntamiento de Madrid, s.f.). El segundo mecanismo afecta a la formación de O₃, ya que el aumento de su concentración está asociada a altas temperaturas, que favorecen la producción fotoquímica (Ordoñez et al., 2020).

Por último, la lluvia permite reducir la presencia de contaminantes de la atmósfera, pues los arrastra y deposita en los suelos y ecosistemas. Así pues, una vez emitidos al medio, los contaminantes alcanzan las superficies receptoras mediante su deposición. La denominada deposición húmeda consiste en su incorporación a las nubes o gotas de lluvia y su posterior precipitación, ya sea en forma de lluvia o nieve (Encinas Malagón, 2011). Un caso particular de este fenómeno es la lluvia ácida, ocasionada cuando los gases procedentes de la quema de combustibles reaccionan con el oxígeno del aire y el vapor del agua y se transforman en ácidos que transporta la lluvia. Debido a la alta concentración de ácido nítrico y sulfúrico de estas soluciones, la lluvia aumenta la toxicidad de las aguas al provocar su acidificación (Redacción National Geographic, s.f.).

VARIABLES RELACIONADAS CON LA COVID-19. Al establecerse el estado de alarma el 14 de marzo de 2020 en España a consecuencia de la pandemia de la COVID-19, también se decretó un confinamiento estricto que se inició al día siguiente y se prolongó hasta el 4 de mayo de ese mismo año. Durante ese periodo de tiempo, a fin de reducir la transmisión de la enfermedad, quedaron prohibidas las salidas del hogar no vinculadas a tareas imprescindibles (Gutiérrez Oria et al., 2020). Los datos de movilidad publicados por la Dirección General de Tráfico constataron esta realidad, mostrando un drástico descenso tanto en la movilidad urbana como interurbana y, por consiguiente, también de las emisiones contaminantes (DGT, s.f.).

La Primera Fase o Fase I, iniciada el 11 de mayo de 2020, fue la fase de preparación de la transición o la desescalada. En consecuencia, conllevó medidas de alivio comunes para todo el país como la permisión de realizar salidas y ejercicios individuales a los adultos o la apertura de un número muy reducido de locales y establecimientos con cita previa. Seguidamente, el día 25 de mayo se inició la Fase II o Fase inicial, en la que se prosiguió con la apertura progresiva del país permitiendo la actividad del pequeño comercio o de terrazas con limitaciones de ocupación del 30%. Finalmente, en la Fase III o Fase Intermedia, puesta en marcha el 8 de junio, se abrió el interior de los locales y se permitió la celebración de actos y espectáculos culturales, entre otros. Todo ello para alcanzar la Fase IV o Fase Avanzada el 22 de junio, cuando se trató de recuperar la denominada “nueva normalidad” flexibilizando la movilidad general (Presidencia del Gobierno, 2020).

En consecuencia, durante esos 100 días las concentraciones de dióxido de nitrógeno, contaminante emitido principalmente por el transporte en carretera, disminuyeron significativamente. Un informe de la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) reveló que el nivel medio de NO₂ descendió en Madrid un 56% del 16 al 22 de marzo respecto de la semana anterior, y un 41% en comparación a la misma semana en 2019 (AEMA, 2020). Y otros estudios encontraron también descensos en la concentración de partículas del 31% de media, y aumentos marginales del ozono durante el periodo de confinamiento (Venter et al., 2020). Por ello, a fin de realizar un análisis pormenorizado de los factores determinantes de la calidad del aire, en el presente estudio se introdujeron como variables en el modelo: (i) el periodo total de confinamiento por COVID-19, (ii) la Fase 0, (iii) la Fase I, y (iv) la Fase II.

VARIABLES RELACIONADAS CON EL EFECTO DEL FIN DE SEMANA Y LAS FUENTES NATURALES DE CONTAMINACIÓN. Las concentraciones de contaminantes primarios muestran patrones semanales. Esta variación temporal refleja las variaciones diarias de las actividades que generan las emisiones antropogénicas. En las zonas urbanas, la disminución de la actividad humana durante los fines de semana produce menores emisiones y, por consiguiente, menores concentraciones de NO_x, CO, PM₁₀ y compuestos orgánicos volátiles (COV) que cuando se comparan con los días laborables (Adame et al., 2014). Estas reducciones provocan el efecto contrario en las concentraciones de ozono en entornos urbanos, de modo que las concentraciones de O₃ tienden a ser mayores durante el fin de semana (sábado y domingo) que durante los días laborables.

Este “efecto de fin de semana” ilustra la complejidad de la formación de fotooxidantes en la troposfera (Sicard et al., 2020), y es relevante para el análisis de los precursores de la presencia de contaminantes en el aire. Por ello, se decidió incluir como variable del presente modelo si el registro del nivel de contaminantes fue realizado en día laborable o del fin de semana.

Son varias las causas potenciales de las diferencias en la concentración de ozono troposférico durante la semana y los fines de semana. En primer lugar, la disminución en la formación de ozono está asociada a la disminución de las emisiones de NO_x procedentes del tráfico en los días del fin de semana. Además, durante estos días tiene lugar una reducción de los aerosoles y, por consiguiente, un aumento de la luz solar ultravioleta y de la formación de ozono. El momento en que se producen los NO_x también resulta relevante, ya que el tráfico del fin de semana es menor que el de los días laborables durante varias horas después del amanecer, pero similar al del tráfico a medio día en días laborables. Durante este tiempo, el diferente patrón de emisiones de NO_x provoca una producción de ozono más efectiva. Asimismo, el aumento del tráfico los viernes y sábados durante la noche y la consiguiente acumulación de ozono en la capa superficial debido a la mayor estabilidad atmosférica pueden dar lugar a una mayor formación de ozono al día siguiente. Y grandes cantidades de ozono y otros contaminantes se acumulan en las capas superiores de la atmósfera durante la noche y se mezclan al día siguiente, lo que puede ejercer gran influencia en el nivel de ozono troposférico los fines de semana (Heuss et al., 2002).

Por otro lado, el material particulado atmosférico puede tener diversas fuentes. Bajo la categoría de partículas antropogénicas se encuentran las originadas en procesos de combustión en industrias, la quema de biomasa, el uso doméstico y el tráfico. No obstante, teniendo en cuenta el origen natural, las partículas atmosféricas proceden también de los océanos, con la ruptura de las olas, los desiertos y, en menor medida, de las erupciones volcánicas e incendios forestales (Martín Cruz, 2021). Es el caso, por ejemplo, de los COV, que son emitidos a la atmósfera cuando se produce un incendio, o de las partículas de polvo ultrafinas que se crean por la erosión del suelo y que aumentan los niveles de partículas en suspensión de la atmósfera.

Una de las fuentes naturales de contaminantes más común en España es la advección de polvo del Sahara. Desde el punto de vista de su distribución temporal, en la Península Ibérica estas intrusiones suelen darse con mayor frecuencia en los meses de junio, julio y agosto, y son menores las intrusiones en los meses de invierno, si bien varían según las diferentes regiones (Díaz y Linares, 2021). Al producirse una intrusión de polvo de origen sahariano tiene lugar un incremento significativo del material particulado y, señaladamente, de las concentraciones de PM_{10} y $PM_{2,5}$ (Díaz et al., 2017).

Además, las condiciones meteorológicas a escala sinóptica (escala meteorológica referente a un entorno de unos mil kilómetros de dimensión espacial y unos días de dimensión temporal) (AEMET, s.f.) que favorecen las advecciones modifican la estructura de la atmósfera, de tal modo que la altura de la capa de la mezcla disminuye. Dicha modificación, a su vez, tiene un impacto tanto en el incremento del material particulado como en la dificultad de dispersión de todos los contaminantes atmosféricos, lo que redundaría en un incremento de la concentración de otros contaminantes como los óxidos de nitrógeno (Salvador et al., 2019). Asimismo, las condiciones atmosféricas en las que se produce la entrada de polvo del Sahara en España suelen llevar asociadas elevadas temperaturas y una alta insolación, lo cual fomenta la formación de ozono troposférico (García Carrasco, 2001).

Las calderas de combustión de biomasa también emiten ciertos contaminantes como óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, partículas y dióxido de azufre. De los anteriores, son las partículas PM_x las que constituyen la mayor preocupación, toda vez que las emisiones de SO_2 y NO_x son generalmente más bajas para biomasa que para

carbón y gasóleo. No obstante, también pueden ser emitidas cantidades significativas de óxidos de nitrógeno cuando se utilizan ciertos tipos de combustibles o cuando las condiciones de funcionamiento no son adecuadas (Cerdá, 2012).

En España, la biomasa alcanza el 45% de la producción con energías renovables del país, lo que equivale al 2,9% del total de consumo de energía primaria. Andalucía es, junto a Galicia y Castilla y León, la Comunidad Autónoma que registra un mayor consumo debido principalmente a la presencia en ella de empresas que utilizan grandes cantidades de biomasa, a la existencia de un sector forestal desarrollado y a la diseminación de la población que facilita el uso de biomasa doméstica (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2007).

Por todo ello, se decidieron incluir como variables independientes del análisis la presencia o no de los siguientes elementos en cada uno de los días para los que se contienen datos sobre contaminación: (i) polvo procedente del Desierto del Sahara y (ii) combustión de biomasa.

3.3. TRATAMIENTO DE LOS DATOS CON MATLAB-vR2021b

A fin de obtener la base de datos definitiva con las variables enunciadas anteriormente, se procedió en primer lugar a la limpieza y filtrado de los datos de contaminación en Matlab. Singularmente, de los datos extraídos, referentes a la totalidad de las estaciones pertenecientes a las Redes de Calidad del Aire en España, se seleccionaron los registros correspondientes a todas las provincias de Andalucía. Para ello, se aislaron los datos de interés usando el código de la Comunidad Autónoma. Además, el análisis se acotó mediante la extracción de los registros correspondientes al periodo comprendido entre el año 2017 y el 2020, y los contaminantes NO₂, PM₁₀ y O₃.

Dado que se trataba de datos horarios, se calculó el valor medio diario de la concentración de cada una de las partículas anteriores. Asimismo, se eliminaron aquellos datos no válidos (previamente identificados con una “N”), preservando los datos válidos (señalados con una “V”). Por su parte, los datos faltantes se estimaron utilizando el método *neighbourhood*, es decir, asignándoles aquellos valores de contaminación

localizados alrededor y cercanos en el tiempo. Los datos así tratados se agruparon por estación y partícula en estructuras de datos (*struct*).

Por otro lado, se extrajeron los datos sobre valores diarios relativos al clima registrados por cada una de las estaciones climatológicas presentes en Andalucía. Dado que estos se encontraban como archivos de texto (extensión TXT), seguidamente, se procedió a su conversión a formato Excel y a su posterior filtrado a fin de seleccionar las variables de interés para el presente análisis. Por último, se elaboró una tercera base de datos en Excel para recoger todas las variables dicotómicas del modelo. En este caso, dado que los datos sobre episodios naturales distinguían entre la zona este y oeste de la Comunidad Autónoma, se elaboró un conjunto de datos distinto para cada zona.

Una vez preparados los datos, se unieron los conjuntos de datos atendiendo a la variable *Fecha*, común en los tres, y distinguiendo, por un lado, las estaciones pertenecientes a Almería, Granada, Jaén y Málaga (zona este) y, por otro lado, las de Córdoba, Sevilla, Cádiz y Huelva (zona oeste). Además, para asignar los datos climatológicos a los referentes a los contaminantes, se calculó la distancia entre cada una de las estaciones de la Red de Calidad del Aire de Andalucía y las estaciones climatológicas de la AEMET, empleando para ello los datos sobre su latitud y longitud y la Fórmula de Haversine, a fin de hacer corresponder los datos de calidad del aire con aquellos del clima cuya estación fuera la más próxima.

La Fórmula de Haversine determina la distancia del círculo máximo entre dos puntos en una esfera dadas sus longitudes y latitudes. Así, permite tener en cuenta la curvatura de la Tierra al calcular la distancia que media entre dos puntos ubicados sobre la esfera terrestre. Su cálculo se realiza implementando la Ecuación (2):

$$\begin{aligned} a &= \sin^2\left(\frac{\Delta\varphi}{2}\right) + \cos\varphi_1 * \cos\varphi_2 * \sin^2\left(\frac{\Delta\lambda}{2}\right) \\ c &= 2 * \operatorname{atan2}\left(\sqrt{a}, \sqrt{1-a}\right) \quad d = R * c \end{aligned} \tag{2}$$

donde φ es latitud, λ es longitud, y R es el radio de la Tierra ($R=6,371\text{km}$).

Como resultado de todo ello, se obtuvo un total de 166 archivos Excel, uno por cada estación y contaminante, que contenían 1460 registros, correspondientes a los datos diarios entre 2017 y 2020. Concretamente, se crearon 38 conjuntos de datos referentes a las Redes de Calidad del Aire del oeste de Andalucía para las concentraciones de NO₂, 31 para el O₃ y 33 para el PM₁₀. En cuanto al este de la Comunidad Autónoma, se obtuvieron 25 colecciones de datos referentes al NO₂, 23 sobre el O₃ y 16 sobre el PM₁₀.

Cada uno de los archivos contenía, a su vez, las siguientes variables: (i) Nivel diario del contaminante, (ii) Temperatura media, (iii) Velocidad media del viento, (iv) Precipitación media, (v) Confinamiento, (vi) Fase 0, (vii) Fase I, (viii) Fase II, (ix) Sábado, (x) Domingo, (xi) Polvo del Sahara y (xii) Combustión de biomasa.

3.4. CONSTRUCCIÓN Y RESULTADOS DE LOS MODELOS ECONOMETRÍCOS

En esta sección se caracteriza la relación entre los niveles de contaminación por NO₂, PM₁₀ y O₃ y las variables independientes del modelo, presentándose los resultados en las Tablas 4 y 5 para las estaciones de control del sureste y el suroeste de Andalucía, respectivamente. En ambas, las columnas 3 a 5 representan el valor medio de los coeficientes estimados por los modelos de regresión de cada variable independiente (columna de variable independiente) en relación con la variable dependiente (contaminante).

La concentración del contaminante c en la estación s se modeló como una función de las variables independientes (Ecuación (3)):

$$\ln(P_{sct}) = \alpha_{sc} + \hat{\beta}_{sc}\hat{T}_t + \hat{\gamma}_{sc}\hat{X}_{sct} + \varepsilon_{sct} \quad (3)$$

donde P_{sct} es el nivel medio diario del contaminante c en la estación s y en el día t , \hat{T}_t es un vector de variables dicotómicas que toman valores 0 o 1, \hat{X}_{sct} es un vector que contiene las variables de control continuas relativas a valores climatológicos, y ε_{sct} es un término de error. El parámetro $\hat{\beta}_{sc}$ o impacto marginal recoge en términos porcentuales el efecto de la presencia de cada una de las variables dicotómicas en el contaminante c en la estación s : *Confinamiento, Fase 0, Fase I, Fase II, Sábado, Domingo, Polvo del Sahara*

y *Combustión de biomasa*. Por ejemplo, si en el día t la variable *Polvo del Sahara* toma valor 1 (es decir, que existe intrusión de polvo), β_{sc} asociado a esa variable mide el efecto porcentual que dicho fenómeno tiene en la concentración del contaminante c (P_{sct}) medido en la estación s . Por su parte, el intercepto y el efecto de las variables continuas restantes es capturado por α_{sc} y $\hat{\gamma}_{sc}$ respectivamente. En este sentido, $\hat{\gamma}_{sc}$ recoge el efecto porcentual en la concentración del contaminante c medido en la estación s que tiene el incremento en una unidad de cada una de las variables continuas del vector \hat{X}_{sct} : *Temperatura media*, *Velocidad media del viento* y *Precipitación media*. Por ejemplo, si en el día t la variable *Precipitación media* se incrementa en 1 mm, γ_{sc} asociado a esa variable mide el efecto porcentual que dicho aumento supone en la concentración del contaminante c (P_{sct}) medido en la estación s .

Para cada uno de los distintos contaminantes (NO_2 , O_3 y PM_{10}) se estimó una ecuación separada. Dichas ecuaciones se ajustaron a los datos mediante el método de MCO, que permitió aislar el efecto del confinamiento (β_{sc}) del propio del resto de las variables independientes. Además, se decidió tomar logaritmos de los niveles de contaminación ya que su distribución estaba muy sesgada hacia arriba, toda vez que eran pocos los días en los que los niveles de contaminación eran considerablemente más altos que en el resto de los días. Además, al tomar logaritmos, los efectos estimados podrían interpretarse en términos porcentuales.

Con el objetivo de identificar los patrones generales presentes en los datos, se calculó el valor medio de los coeficientes estimados para cada estación del sureste y suroeste en función de cada una de las variables independientes, obteniendo así un coeficiente resumen que recoge el efecto de la variable independiente en la concentración del contaminante en la zona geográfica en cuestión, identificado como “Valor medio” en las Tablas 4 y 5. Además, dado que no todas las estaciones recogen datos del mismo número de contaminantes, el número de muestras es distinto en cada contaminante y zona, tal y como puede apreciarse en la parte inferior de la tabla. Por otro lado, el error estándar medio obtenido para cada contaminante indica que los resultados muestrales son representativos de la población, encontrándose todos los valores por debajo de 0,1: en el sureste, 0,061 para el NO_2 , 0,039 para el O_3 y 0,002 para el PM_{10} ; y en el suroeste, 0,082 para el NO_2 , 0,044 para el O_3 y 0,059 para el PM_{10} .

El confinamiento por COVID-19 supuso una reducción de la concentración de NO₂ tanto en el sureste (Tabla 4) como en el suroeste de Andalucía (Tabla 5) en relación con el periodo anterior (desde el 1 de enero de 2017 hasta el 14 de marzo de 2020). El efecto fue más considerable en la zona suroeste (-46,7%) que en el sureste (-32,7%). Además, la proporción de estaciones de control en las que el parámetro estimado resultó ser negativo y significativo (P valor inferior al 0,1) fue también superior en el suroeste (78,95%) que en el sureste (57,69%). En ambos casos, el porcentaje de parámetros positivos y significativos fue inferior al 4%. En el caso del O₃, el confinamiento se asoció positivamente con su concentración, si bien el efecto medio fue pequeño tanto en el sureste (6,9%) como en el suroeste (5%). Además, el porcentaje de significación tanto positivo como negativo fue reducido tanto en el sureste como en el suroeste, oscilando entre el 9,68% y el 34,78%. El confinamiento tuvo un efecto diferente en las concentraciones de PM₁₀ en las estaciones de control del suroeste y sureste. En la zona suroeste, el PM₁₀ descendió un 20,1% durante los meses de marzo a junio de 2020, siendo este efecto estadísticamente significativo en el 58,82% de las estaciones. Por el contrario, en la zona sureste el efecto fue positivo y muy modesto (0,3%), así como muy heterogéneo ya que el confinamiento supuso un resultado positivo y significativo en el 31,25% de las estaciones, pero negativo y significativo en el 37,50%.

Si se distingue entre las diferentes fases del confinamiento, se constata que existen diferencias significativas en el comportamiento de los contaminantes analizados conforme fueron relajándose las restricciones a la movilidad. En la Fase 0, el NO₂ disminuyó un 32,7% en el sureste de Andalucía (Tabla 4) y un 12,9% en el suroeste (Tabla 5), siendo el efecto negativo significativo en el 57,69% y el 42,11% de las estaciones, respectivamente. Con el avance a la Fase 1, la disminución se redujo al 7,2% en el sureste y, en el suroeste, incluso se produjo un aumento del NO₂ del 9,6%, si bien en ambos casos los resultados no fueron significativos en más del 35% de los casos. Llegada la Fase 2, las concentraciones de NO₂ aumentaron ya en ambas zonas de Andalucía, un 13,6% en el sureste y un 0,3% en el suroeste, si bien los resultados fueron poco significativos en el primer caso (solo en el 38,47%) y muy poco significativos en el segundo (el 15,79%). Para el PM₁₀ el efecto fue similar, pues se produjo una disminución progresivamente menor de su concentración. Se partió en la Fase 0 de marcadas disminuciones significativas de partículas en el sureste (-33,7% con 81,25% de significación negativa) y reducciones más modestas y de menor significación en el suroeste (-12,2% con 44,12%

de significación negativa). Llegada la última fase de la desescalada, la disminución del PM_{10} se había reducido un 15,2% en el sureste (-18,5%) y un 12,16% en el suroeste (-0,04%). No obstante, los resultados en la Fase 2 fueron no superaron el 20% de significación en el sureste y ni siquiera el 10% en el suroeste. A diferencia de los dos contaminantes anteriores, si se analiza la evolución del O_3 se aprecia un aumento de su concentración durante todas las fases, pero que va disminuyendo progresivamente con el avance del desconfinamiento. Así pues, en el sureste se pasó de un aumento del 9,3% por la Fase 0 al 2,1% por la Fase 2 y, en el suroeste, el cambio fue del 20,6% hasta 8,6%. Estos resultados fueron más significativos en la zona suroeste respecto a la sureste, si bien la significación en ambos casos disminuyó con el cambio de fase hasta no superar el 20% en la Fase 2.

En relación con las variables restantes del modelo, la temperatura media diaria se asoció a una reducción muy leve de los niveles de NO_2 tanto en el sureste (-0,6%) como en el suroeste (-0,7%) (Tablas 4 y 5, respectivamente). El coeficiente de estimado fue significativo en el 53,85% de las estaciones del sureste y el 55,26% de las del suroeste. El efecto fue positivo en el caso del O_3 y el PM_{10} , si bien mucho mayor y más significativo en el primer caso. Así, un aumento de 1 grado en la temperatura media se asoció, *ceteris paribus*, con un aumento del 1,8% y 1,7% en la concentración de ozono troposférico en el suroeste y sureste de Andalucía, respectivamente. Dichos resultados no fueron positivos y significativos únicamente en el 12,9% de los datos procedentes del suroeste, y en el 4,35% de los del sureste. El efecto del O_3 pasó a ser prácticamente nulo en la ecuación del PM_{10} , con un efecto del 0,8% en el suroeste y del 1% en el sureste, y con mayor significancia positiva (70,59% en el suroeste y 62,50% en el sureste).

En cuanto a la velocidad media del viento, se asoció con mejoras en la calidad del aire en el caso del NO_2 y el PM_{10} . Un aumento de 1 m/s en la velocidad del viento indujo una disminución de los niveles de contaminación que osciló en el suroeste (Tabla 5) entre el 2,3% (PM_{10}) y el 13,2% (NO_2), y entre el 6,7% (PM_{10}) y el 12,5% (NO_2) en el sureste (Tabla 4), siendo el efecto negativo muy significativo (superior al 85%) en todos los casos excepto el PM_{10} en el suroeste (52,94%). La excepción al patrón de comportamiento fue el O_3 , ya que la mayor circulación de aire en el ambiente supuso un aumento en su concentración del 7,5% aproximadamente en ambas zonas de la Comunidad Autónoma. Este resultado fue significativo en la totalidad de las estaciones de control evaluadas.

El aumento de la lluvia tuvo un impacto muy menor en la concentración de NO₂, O₃ y PM₁₀, además siendo significativo el efecto en menos del 65% de las estaciones en todos los casos. Para el NO₂, su concentración aumentó un 0,6% por cada incremento en 1 mm de la precipitación media diaria. En el caso del O₃, el efecto fue un aumento del 0,1% el sureste, pero una disminución del 0,1% en el suroeste. Finalmente, la concentración del PM₁₀ disminuyó en el sureste (-0,9%) y en el suroeste (-0,4%) (Tablas 4 y 5, respectivamente).

La contaminación por NO₂ y PM₁₀ disminuyó durante los fines de semana, si bien en mayor medida en el caso del NO₂ y también durante el domingo respecto al sábado. Los resultados fueron muy significativos para ambos contaminantes tanto en el sureste (Tabla 4) como en el suroeste (Tabla 5), oscilando la significación negativa entre el 73,53% (PM₁₀ en el suroeste el domingo) y el 93,75% (PM₁₀ en el sureste el domingo), a excepción del PM₁₀ durante el sábado en ambas zonas, donde dicha significación fue del 50% en el suroeste y del 12,50% en el sureste. En este sentido, el sábado el NO₂ disminuyó un 15,5% en media entre ambas zonas y dicha disminución pasó a ser del 27,7% en media durante el domingo. En el caso del PM₁₀, la menor concentración se intensificó un 5,75% entre ambos días del fin de semana, pasando del 3,75% el sábado hasta el 9,5% de media el domingo. Como con otras de las variables analizadas, el comportamiento del ozono troposférico fue el opuesto al descrito anteriormente, siendo además homogéneo entre ambas zonas geográficas. El O₃ se incrementó durante el fin de semana respecto a los días laborables, y dicho incremento se intensificó el domingo respecto al sábado. En concreto, el sábado la concentración de O₃ aumentó un 3,3% de media en Andalucía y pasó al 5,6% de media llegado el domingo. Dichos resultados fueron significativos y positivos en alrededor del 42% de las estaciones durante el sábado y llegaron el domingo al 65% aproximadamente.

Si se atiende a las fuentes naturales de contaminación, en primer lugar, se aprecia que la intrusión de polvo del Sahara tiene un impacto en la calidad del aire principalmente a través del aumento en la concentración de PM₁₀. Así pues, con un 100% de significación positiva, la presencia de partículas volátiles aumentó un 26,1% en el sureste (Tabla 4) y un 26,6% en el suroeste (Tabla 5) con la presencia de polvo del desierto. En el caso del NO₂, el resultado fue divergente entre zonas geográficas, ya que aumentó un 8% en el suroeste y disminuyó un 0,1% en el sureste, si bien con porcentajes reducidos de

significación (55,26% positivo en el suroeste y 38,46% negativo en el sureste). El efecto con las advecciones de polvo sahariano fue positivo en toda Andalucía al analizar el O₃, del 3% en el suroeste y del 5% en el sureste, si bien con mayor significación positiva en la zona sureste (78,26% frente a 58,06%).

En segundo lugar, la presencia de combustión de biomasa tuvo efectos heterogéneos entre la zona del sureste (Tabla 4) y el suroeste (Tabla 5) para el O₃ y el PM₁₀. En el suroeste se produjo un leve aumento de las concentraciones de ambos contaminantes con la combustión, del 3,3% y el 1,2%, respectivamente. Por el contrario, en la zona sureste los dos disminuyeron, un 8,5% en el caso del PM₁₀ y un 3% en el del O₃. La significancia de los resultados obtenidos osciló entre el 56,25% (el PM₁₀ en el sureste) y el 29,03% (el O₃ en el suroeste). En el caso del NO₂, la combustión de biomasa empeoró la calidad del aire aumentando la concentración en un 7,5% en el suroeste y llegando al 10% en el sureste, con porcentajes de significación positiva próximos al 60% en ambos casos.

Tabla 4. Resultados de la regresión por contaminante en el sureste de Andalucía

Variable independiente	Descripción	NO₂	O₃	PM₁₀
Temperatura media (°C)	Valor medio	-0,006	0,017	0,010
	Negativo y significativo (%)	53,85%	0%	25%
	Positivo y significativo (%)	34,62%	95,65%	62,50%
Velocidad media del viento (m/s)	Valor medio	-0,125	0,078	-0,067
	Negativo y significativo (%)	100%	0%	87,50%
	Positivo y significativo (%)	0%	100%	0%
Precipitación media (mm)	Valor medio	0,006	0,001	-0,009
	Negativo y significativo (%)	57,69%	17,39%	43,75%
	Positivo y significativo (%)	7,69%	26,09%	0%
Confinamiento (1: sí, 0: no)	Valor medio	-0,327	0,069	0,003
	Negativo y significativo (%)	57,69%	13,04%	37,50%
	Positivo y significativo (%)	3,85%	34,78%	31,25%
Fase 0 (1: sí, 0: no)	Valor medio	-0,324	0,093	-0,337
	Negativo y significativo (%)	61,54%	4,35%	81,25%
	Positivo y significativo (%)	11,54%	43,48%	0%
Fase 1 (1: sí, 0: no)	Valor medio	-0,072	0,117	-0,350
	Negativo y significativo (%)	26,92%	4,35%	68,75%
	Positivo y significativo (%)	7,69%	26,09%	0%
Fase 2 (1: sí, 0: no)	Valor medio	0,136	0,021	-0,185
	Negativo y significativo (%)	34,62%	0%	18,75%
	Positivo y significativo (%)	3,85%	17,39%	0%
Sábado (1: sí, 0: no)	Valor medio	-0,147	0,031	-0,026
	Negativo y significativo (%)	84,62%	0%	12,50%
	Positivo y significativo (%)	0%	43,48%	0%
Domingo (1: sí, 0: no)	Valor medio	-0,290	0,055	-0,106
	Negativo y significativo (%)	92,31%	0%	93,75%
	Positivo y significativo (%)	0%	69,57%	0%
Polvo del Sahara (1: sí, 0: no)	Valor medio	-0,001	0,050	0,261
	Negativo y significativo (%)	38,46%	8,70%	0%
	Positivo y significativo (%)	34,62%	78,26%	100%
Combustión de biomasa (1: sí, 0: no)	Valor medio	0,100	-0,030	-0,085
	Negativo y significativo (%)	3,85%	34,78%	56,25%
	Positivo y significativo (%)	61,54%	0%	6,25%
Error estándar	Valor medio	0,061	0,039	0,002
Nº de modelos		26	23	16

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

Tabla 5. Resultados de la regresión por contaminante en el suroeste de Andalucía

Variable independiente	Descripción	NO₂	O₃	PM₁₀
Temperatura media (°C)	Valor medio	-0,007	0,018	0,008
	Negativo y significativo (%)	55,26%	6,45%	11,76%
	Positivo y significativo (%)	23,68%	87,10%	70,59%
Velocidad media del viento (m/s)	Valor medio	-0,132	0,073	-0,023
	Negativo y significativo (%)	89,47%	0%	52,94%
	Positivo y significativo (%)	2,63%	100%	26,47%
Precipitación media (mm)	Valor medio	0,006	-0,001	-0,004
	Negativo y significativo (%)	13,16%	32,26%	44,12%
	Positivo y significativo (%)	50%	9,68%	14,71%
Confinamiento (1: sí, 0: no)	Valor medio	-0,467	0,005	-0,201
	Negativo y significativo (%)	78,95%	12,90%	58,82%
	Positivo y significativo (%)	2,63%	9,68%	5,88%
Fase 0 (1: sí, 0: no)	Valor medio	-0,129	0,206	-0,122
	Negativo y significativo (%)	42,11%	0%	44,12%
	Positivo y significativo (%)	13,16%	77,42%	11,76%
Fase 1 (1: sí, 0: no)	Valor medio	0,096	0,172	-0,162
	Negativo y significativo (%)	7,89%	3,23%	44,12%
	Positivo y significativo (%)	26,32%	51,61%	2,94%
Fase 2 (1: sí, 0: no)	Valor medio	0,003	0,086	-0,004
	Negativo y significativo (%)	10,53%	0%	8,82%
	Positivo y significativo (%)	5,26%	16,13%	2,94%
Sábado (1: sí, 0: no)	Valor medio	-0,164	0,035	-0,049
	Negativo y significativo (%)	89,47%	0%	50%
	Positivo y significativo (%)	0%	41,94%	0%
Domingo (1: sí, 0: no)	Valor medio	-0,266	0,057	-0,084
	Negativo y significativo (%)	89,47%	0%	73,53%
	Positivo y significativo (%)	0%	64,52%	0%
Polvo del Sahara (1: sí, 0: no)	Valor medio	0,080	0,030	0,266
	Negativo y significativo (%)	0%	6,45%	0%
	Positivo y significativo (%)	55,26%	58,06%	100%
Combustión de biomasa (1: sí, 0: no)	Valor medio	0,074	0,012	0,033
	Negativo y significativo (%)	5,26%	9,68%	23,53%
	Positivo y significativo (%)	57,89%	29,03%	50%
Error estándar	Valor medio	0,082	0,044	0,059
Nº de modelos		38	31	34

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

3.5. ANÁLISIS ESPACIAL DE LOS DATOS

En esta sección se presenta un análisis a nivel local a fin de examinar en qué medida la relación entre los niveles de contaminación y las variables clave del modelo difieren en las distintas zonas de Andalucía. Para ello, los resultados del análisis descrito se trasladaron posteriormente al diseño de mapas de zonificación mediante la herramienta de visualización de datos Tableau Desktop-v2021.4.

El diseño de los mapas se vio condicionado por la distribución previa de estaciones, de tal modo que se elaboraron mapas distintos para las provincias de la zona este y oeste de Andalucía, respectivamente. Además, del conjunto de variables independientes, se realizó una selección de modo que se decidió analizar de forma espacial la relación entre los contaminantes y las variables: (i) Polvo del Sahara, (ii) Fase 0, y (iii) Fase II, toda vez que podían ser las de mayor interés para el objeto de estudio. Así, en cada uno de los mapas queda representada gráficamente la relación que se da entre una de las variables independientes enumeradas y la concentración del contaminante en cuestión en cada una de las estaciones de la Red de Calidad de Aire andaluza presentes en esa zona geográfica. Mediante un código de color verde-rojo, se pueden identificar aquellos puntos en los que la variable independiente conlleva un aumento de la concentración del contaminante (en rojo) o, por el contrario, su disminución (en verde).

Para ofrecer una perspectiva geográfica, se presenta la información en los mapas representados en las Figuras 1, 2 y 3. La Figura 1 contiene las estimaciones del efecto de la intrusión de polvo del Desierto del Sahara por estación de control. Por su parte, la Figura 2 explica gráficamente el efecto de la Fase 0 del confinamiento por COVID-19 y la Figura 3 hace lo propio respecto a la Fase II. En cada una de las tres figuras, los paneles (a) y (b) representan el efecto para el NO_2 , los paneles (c) y (d) el efecto en el O_3 , y los paneles (e) y (f) el efecto sobre el PM_{10} . A su vez, los paneles (a), (c) y (e) contienen las estimaciones por estación de control correspondientes a la zona suroeste de Andalucía, mientras que los paneles (b), (d) y (f) recogen el efecto en las estaciones de la zona sureste. Además, el verde oscuro se utiliza para los efectos negativos llamativos, y el rojo oscuro denota los efectos positivos de gran escala.

Al tomar la variable POLVO_SAHARA como referencia, se puede contextualizar el alcance de la reducción de la contaminación por las medidas adoptadas durante la COVID-19. En conjunto, los resultados que muestra la Figura 1 sugieren que el efecto de la intrusión de polvo del Sahara en Andalucía fue heterogéneo entre las distintas provincias y que el patrón de comportamiento observado en el NO₂ difirió al propio del O₃ y PM₁₀.

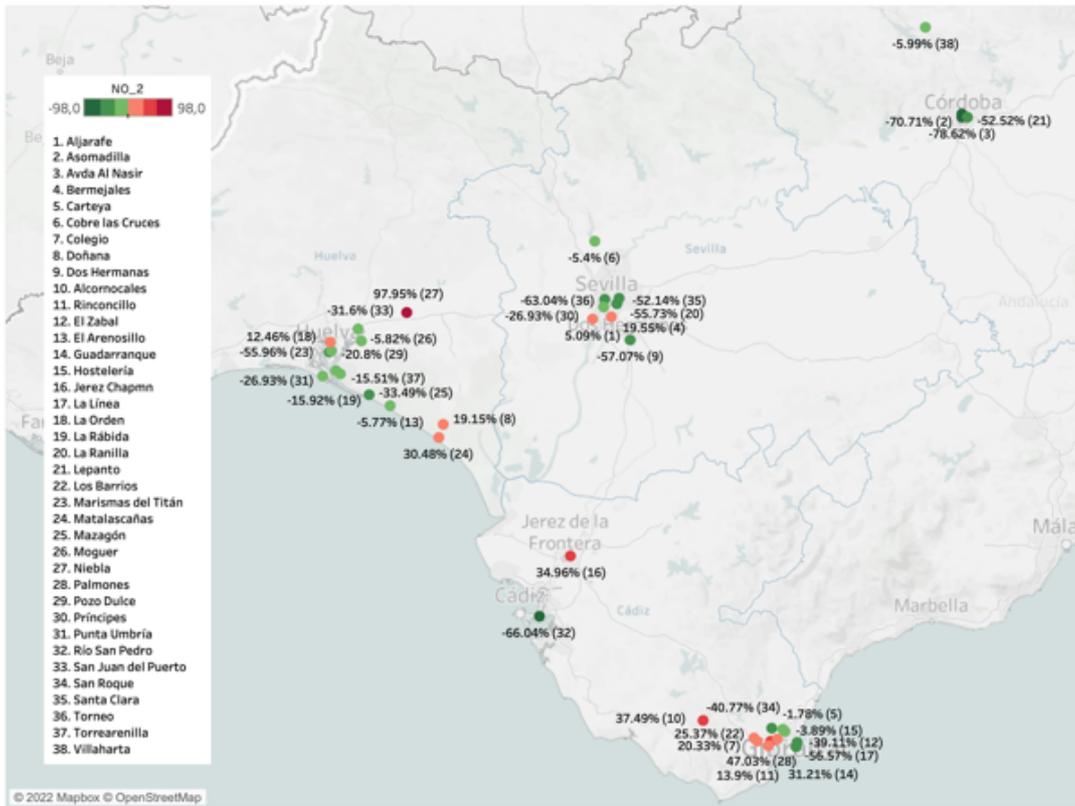
Los paneles (a) y (b) muestran que la intrusión de polvo procedente del Desierto del Sahara tuvo un efecto no conclusivo sobre el nivel de contaminación. Así, en el panel (a) se constata que las advecciones dieron lugar en numerosas estaciones de control a un descenso pronunciado de la concentración de NO₂ en las provincias del suroeste de Andalucía, destacando las situadas en Asomadilla (-70,71%) y Avenida Al Nasir (78,62%), ambas de Córdoba. No obstante, en gran parte de las estaciones localizadas en Gibraltar, el resultado resultó ser positivo y superior al 10%, siendo especialmente llamativo en Palmones (47,03%) y Alcornocales (37,49%). En la zona sureste de la Comunidad Autónoma los resultados también fueron variados. Así, en la zona de Almería las intrusiones de polvo del Sahara dieron lugar a un descenso modesto del NO₂, siendo este más acusado en la estación de Benahadux (-22,11%), mientras que en Granada, Málaga y Jaén el efecto fue positivo, si bien solo superior al 10% en Motril (10,57%) y Palacio de Congresos (15,60%), ambas en Granada.

Por el contrario, los paneles (c) y (d) muestran un efecto negativo moderado en las concentraciones de O₃ a consecuencia de la presencia de polvo de Sahara en Andalucía. En la zona suroeste (c) el aumento de la concentración del contaminante osciló entre el 1,16% (Cortijillos) y el 8,56% (Alcornocales), ambas en Gibraltar, y solo fue positivo en cinco casos. En la zona este (d) el efecto negativo fue ligeramente más acusado, sobre todo en Almería, alcanzando el máximo en el 12,74% (Fernán Pérez), y fueron solo tres las estaciones que recogieron un efecto positivo, dos de ellas en Granada.

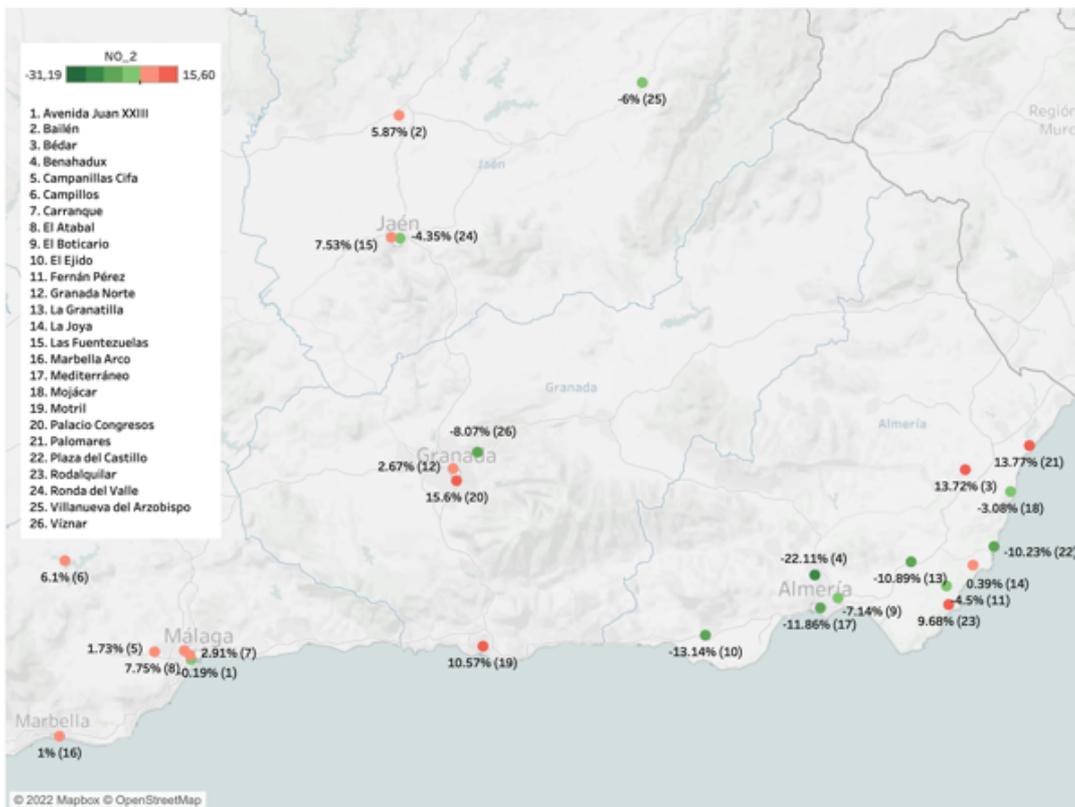
La intrusión de polvo del Sahara supuso mayores cambios en el nivel de partículas PM₁₀, en los paneles (e) y (f). El panel (e) informa de que el efecto fue especialmente acusado en la provincia de Huelva, donde todas las estaciones menos dos registraron un aumento de la concentración de PM₁₀ en torno al 30%. Ello contrasta con los resultados obtenidos en Sevilla, pues todas las estaciones exceptuando Santa Clara (26,43%)

recogieron una disminución del nivel de partículas volátiles de hasta el 23,17% (Torneo). En Córdoba y Cádiz, por su parte, los resultados fueron variados, con estaciones con una acusada disminución en los niveles del contaminante como Cartuja (35,23%) o Algeciras EPS (35,22%), en Cádiz, y Asomadilla (32,78%) en Córdoba. Por otro lado, en la zona sureste (f), la concentración de PM₁₀ en Almería disminuyó como consecuencia de la presencia de polvo desértico, si bien solo cuatro estaciones de dicha provincia habían registrado sus niveles. En Málaga, por el contrario, el efecto fue negativo e inferior al 10% en todas las estaciones de control, mientras que en Granada y Jaén los efectos fueron mixtos y oscilaron en el rango entre el -5% y el 5%.

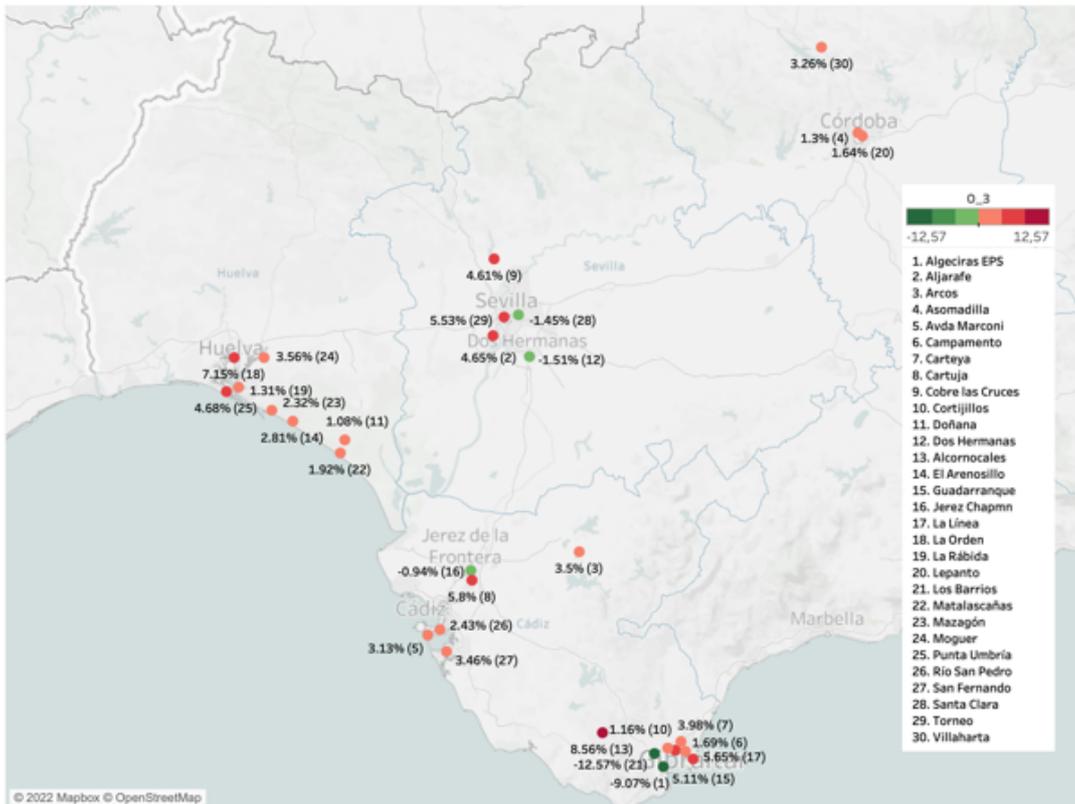
Figura 1. Efecto de la intrusión de polvo del Sahara en la concentración de NO_2 , O_3 y PM_{10} en Andalucía



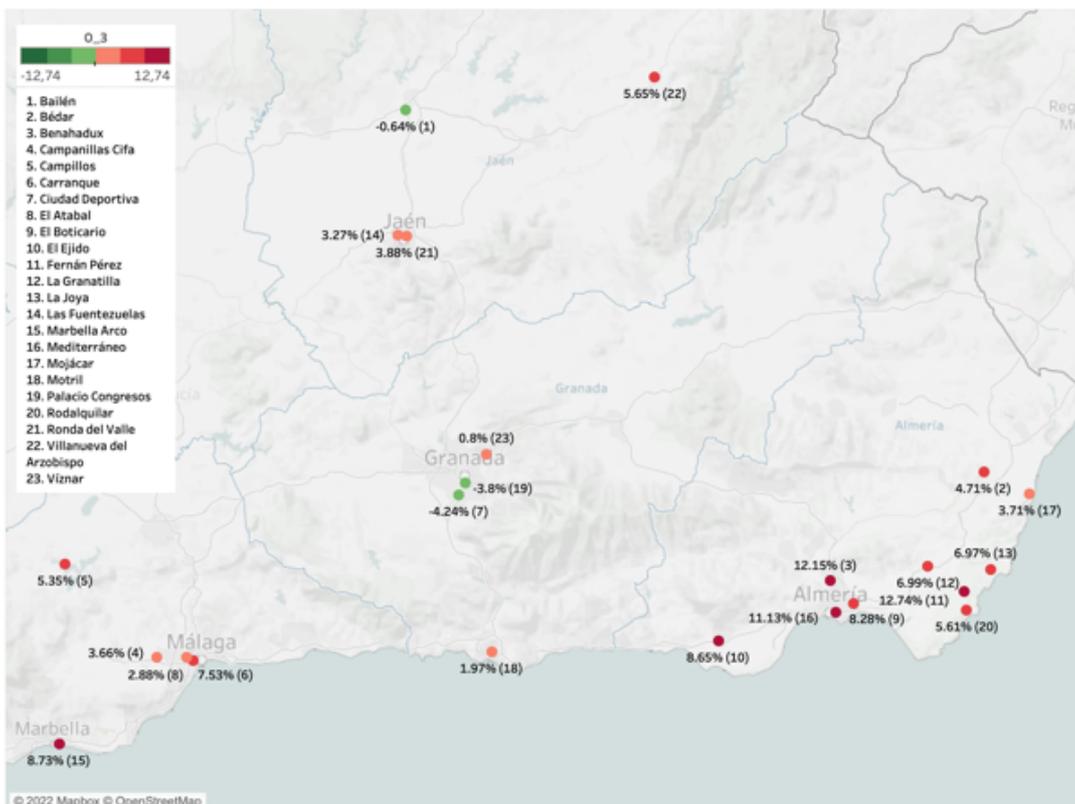
(a) Efecto de la intrusión de polvo del Sahara en el NO_2 en el sureste



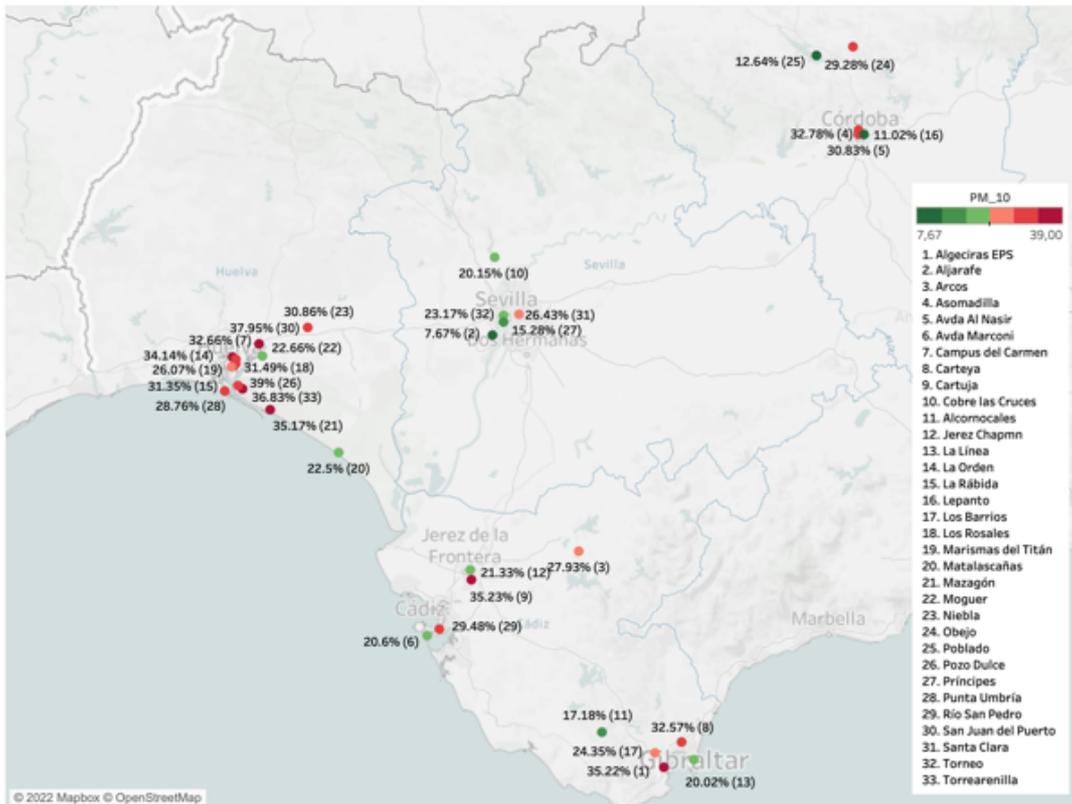
(b) Efecto de la intrusión de polvo del Sahara en el NO_2 en el suroeste



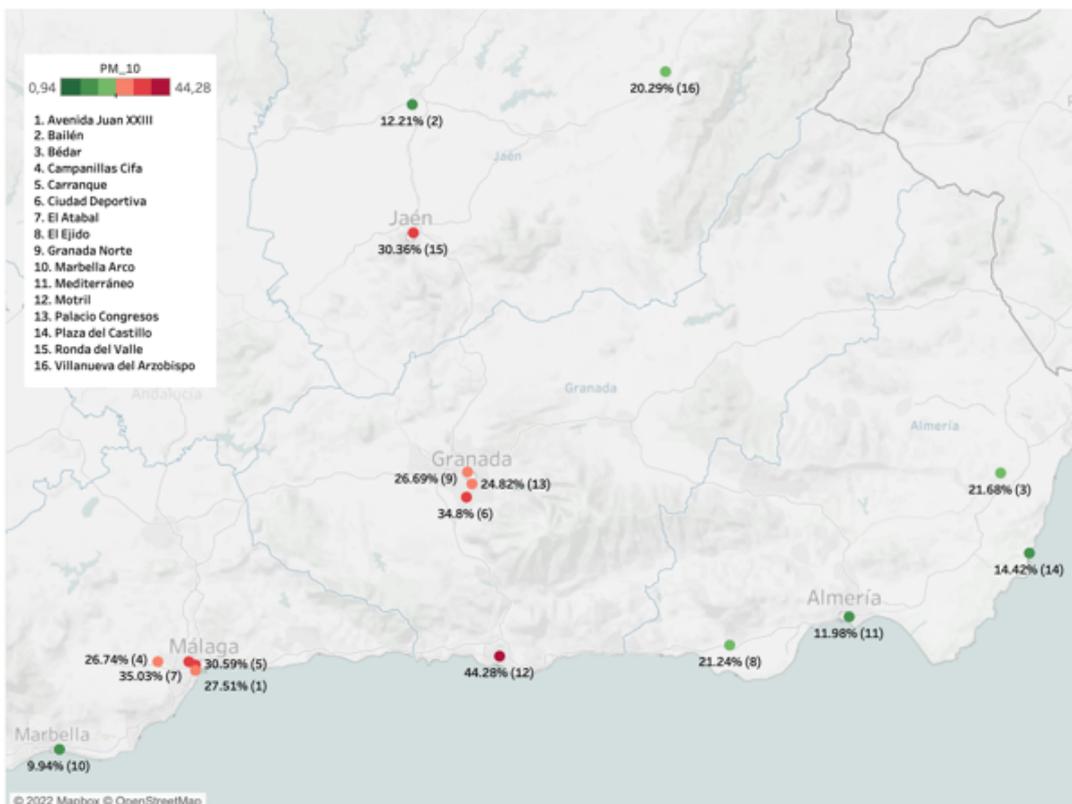
(c) Efecto de la intrusión de polvo del Sahara en el O_3 en el sureste



(d) Efecto de la intrusión de polvo del Sahara en el O_3 en el suroeste



(e) Efecto de la intrusión de polvo del Sahara en el PM₁₀ en el sureste



(f) Efecto de la intrusión de polvo del Sahara en el PM₁₀ en el suroeste

Fuente: Elaboración propia; Tableau Desktop-v2021.4

Por otro lado, un segundo análisis realizado mediante la comparación de las Figuras 2 y 3 permite analizar el efecto de las medidas adoptadas a consecuencia de la COVID-19 en la calidad del aire de Andalucía, contrastando cómo los niveles de NO₂, O₃ y PM₁₀ se vieron alterados en función de la dureza de las medidas restrictivas de la movilidad social que se impusieron en las Fases 0 y II del confinamiento en el año 2020.

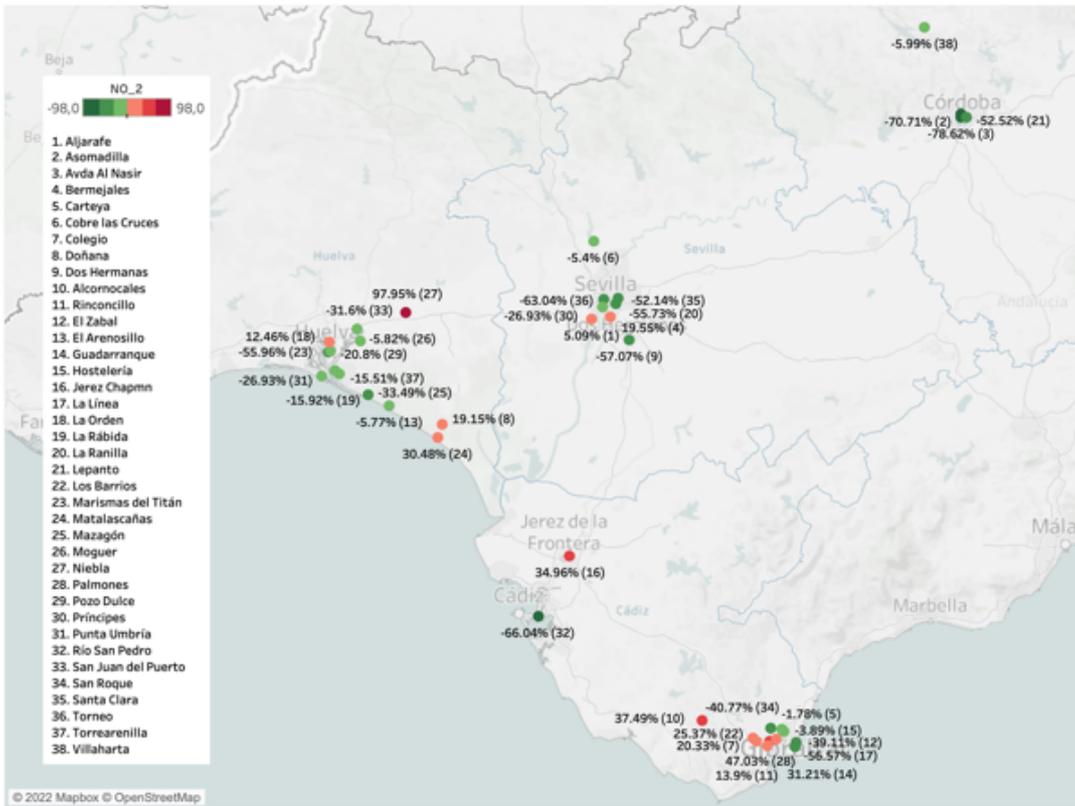
El panel (a) de la Figura 2 muestra que la imposición de un confinamiento estricto durante la Fase 0, en el que la movilidad social estaba prácticamente prohibida en su totalidad, dio lugar a un descenso pronunciado de la contaminación por NO₂ en el suroeste de Andalucía, sobre todo en Sevilla, Huelva y Córdoba. En estas tres provincias se llegó a reducir la concentración de NO₂ hasta un 78,62% (Avenida Al Nasir) en Córdoba, un 55,96% (Marismas del Titán) en Huelva y un 63,04% (Torneo) en Sevilla, siendo solo 6 de 25 las estaciones que registraron un aumento del contaminante. En Cádiz y, singularmente, en la zona de Gibraltar, sí se registraron mayores efectos positivos entre el 13,90% (Rinconcillo) y el 47,03% (Palmones). Si se comparan estos resultados con los del panel (a) de la Figura 3, se comprueba que en este segundo caso el descenso del nivel de NO₂ fue más moderado conforme fue permitiéndose una mayor actividad social. Así, durante la Fase II se registró un aumento del nivel de NO₂ en nueve estaciones de las provincias de Huelva, Sevilla y Córdoba, y las estaciones de Avenida Al Nasir (-12,92%), Marismas del Titán (-14,84%) y Torneo (-17,01%) recogieron una disminución de su concentración un 84%, 74% y 74% menor, respectivamente. En la zona sureste de la Comunidad Autónoma durante la Fase 0, representada en el panel (b) de la Figura 2, el alcance de la reducción de NO₂ fue más notable toda vez que solo cuatro estaciones del total mostraron un incremento del contaminante. Las disminuciones más acusadas se registraron en Motril (-88,27%) y Benahadux (-77,73%), en Granada y Almería, respectivamente. En la Fase II, como se aprecia en el panel (b) de la Figura 3, el resultado negativo resultó ser mucho más moderado, oscilando entre el -0,18% y el -44,92%.

El patrón de comportamiento del O₃ durante la Fase 0 fue opuesto al del NO₂, tal y como se aprecia en los paneles (c) y (d) de la Figura 2. En el caso del ozono troposférico, la concentración aumentó de forma acusada en todo el suroeste, panel (c), con tan solo una excepción, Guadarranque (2,48%). Al efecto, destacó el efecto positivo en las estaciones de La Rábida (39,64%) y Lepanto (37,36%), en Huelva y Córdoba, respectivamente. En la Fase II, como muestra el panel (c) de la Figura 3, si bien se

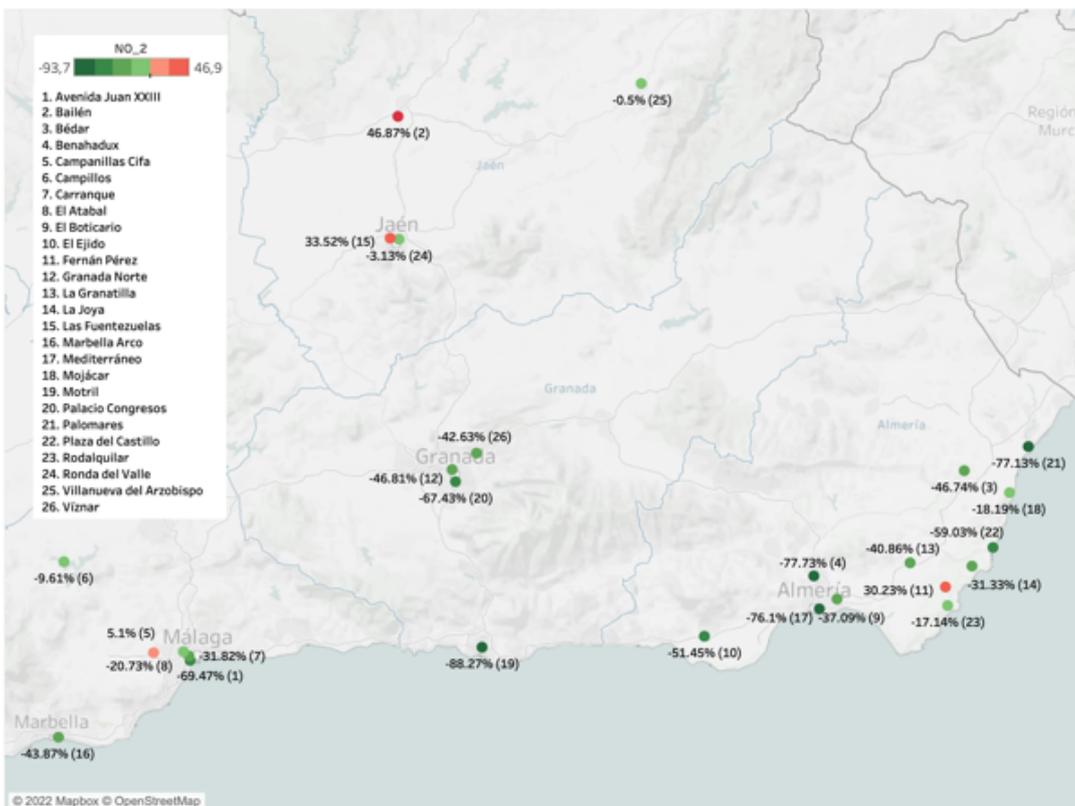
registraron también aumentos de O₃, el efecto positivo fue menor y osciló entre el 1,18% (La Línea) y el 26,39% (Algeciras EPS), ambos de Gibraltar. Un comportamiento similar se vio en la zona sureste, panel (d) de las Figuras 2 y 3, donde durante la Fase 0 (Figura 2) solo Jaén mostró niveles positivos de O₃ en tres de sus estaciones. No obstante, en este caso el aumento de la contaminación tuvo carácter más moderado, alcanzando los máximos en Ciudad Deportiva (22,02%), de Granada, y Marbella Arco (21,64%), de Málaga. Como muestra la Figura 3, en la Fase II los aumentos en la concentración del contaminante disminuyeron, como ilustran los niveles de Ciudad Deportiva (0,58%) y Marbella Arco (11,13%), que bajaron un 97% y un 49%, respectivamente.

En el caso del PM₁₀, los niveles del contaminante se vieron reducidos durante la Fase 0, como puede comprobarse en los paneles (e) y (f) de la Figura 2. En el suroeste de Andalucía, panel (e), los efectos positivos destacaron en Sevilla y Córdoba, toda vez que 5 de las 12 estaciones de Huelva y también 5 de las 11 estaciones de Cádiz mostraron efectos negativos en el nivel de partículas volátiles de la provincia. En este caso, se produjo una mayor reducción en Campus del Carmen (-56,97%), seguida de Marismas del Titán (-51,94%), en Córdoba y Huelva, respectivamente. El efecto fue más generalizado en el sureste de la Comunidad Autónoma, ya que solo la estación de Bailén (8,44%) en Jaén registró un aumento del PM₁₀. Aquí, las disminuciones de su concentración oscilaron entre el -8,15% (Ronda del Valle) y -80,59% (Carranque). En la Fase II, representada para el suroeste en el panel (e) de la Figura 3 y para el sureste en el panel (f), los niveles de PM₁₀ empeoraron respecto a la Fase 0, en la que las medidas de confinamiento eran más estrictas. Así pues, en Huelva se recogió mayormente un incremento de partículas, destacando Niebla (60,33%), mientras que en Sevilla, Cádiz y Córdoba los resultados fueron más variados, pero en todo caso, presentando menores disminuciones de su concentración, como se ve en Campus del Carmen (19,49%), donde incluso aumentó en este periodo. El efecto del paso a la Fase II fue menos intenso en el sureste, ya que se siguió recogiendo una disminución generalizada del PM₁₀ a excepción de tres estaciones de control. No obstante, a excepción de Ronda del Valle (-92,97%), el efecto negativo en la concentración ya no superó el -40,47% (Motril).

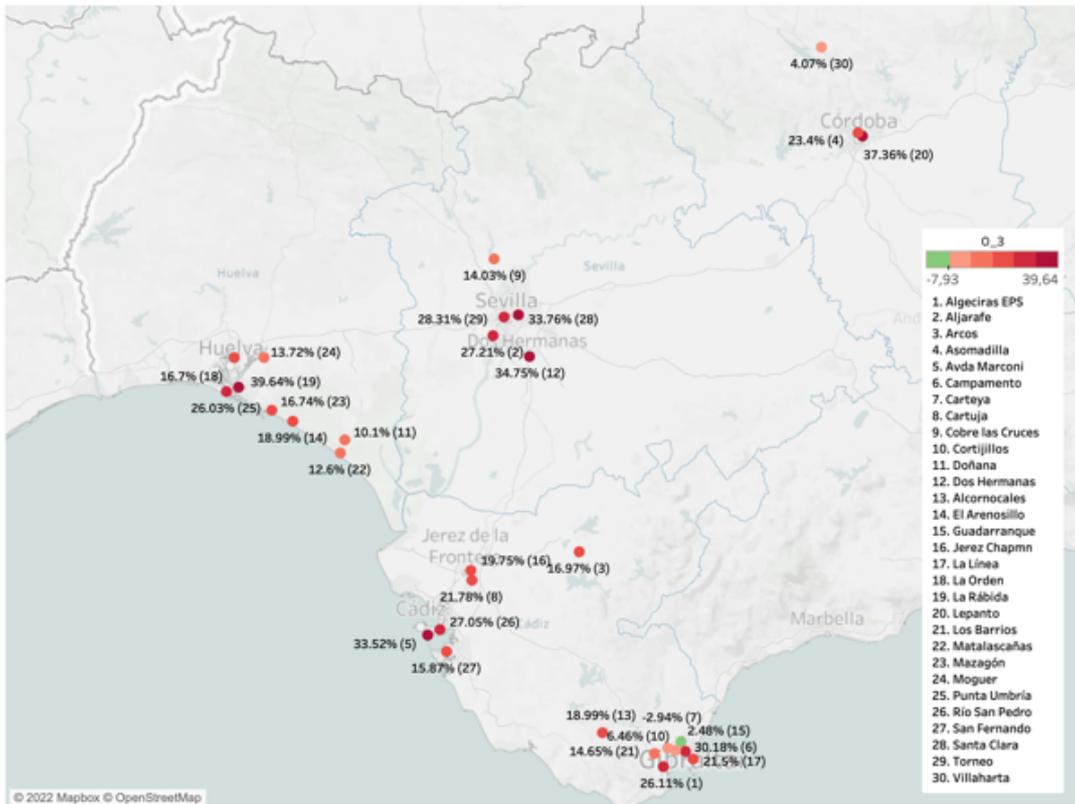
Figura 2. Efecto la Fase 0 del confinamiento en la concentración de NO_2 , O_3 y PM_{10} en Andalucía



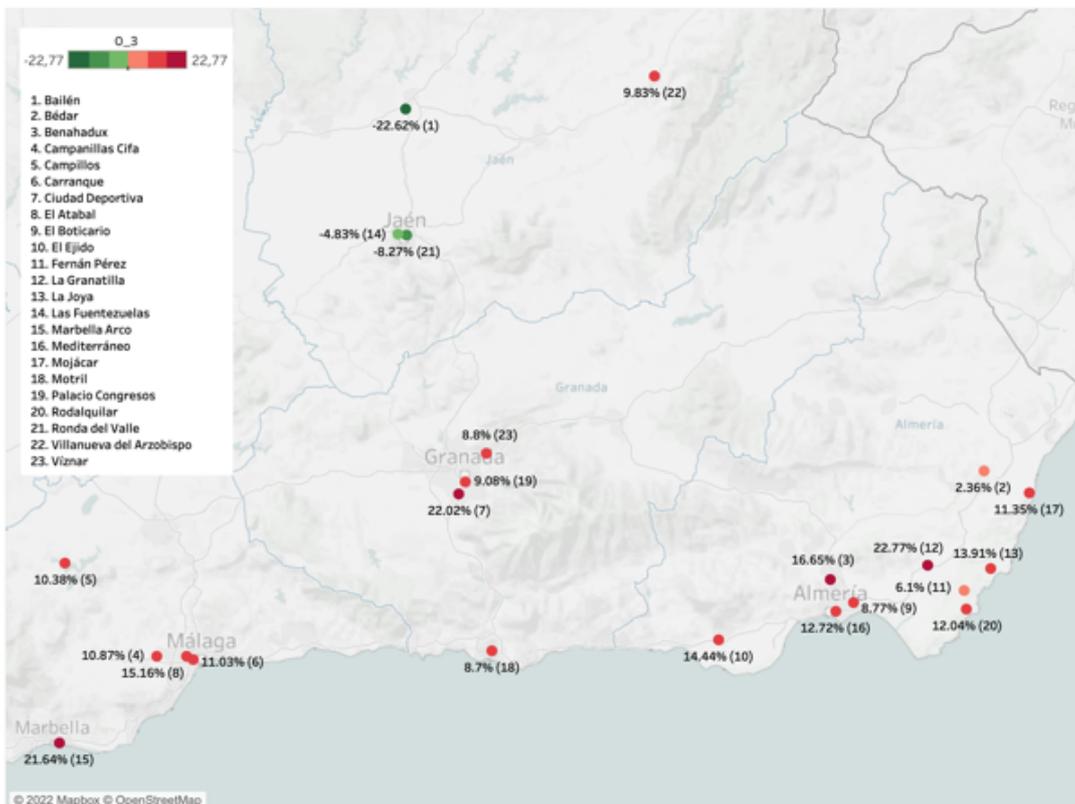
(a) Efecto de la fase 0 del confinamiento en el NO_2 en el suroeste



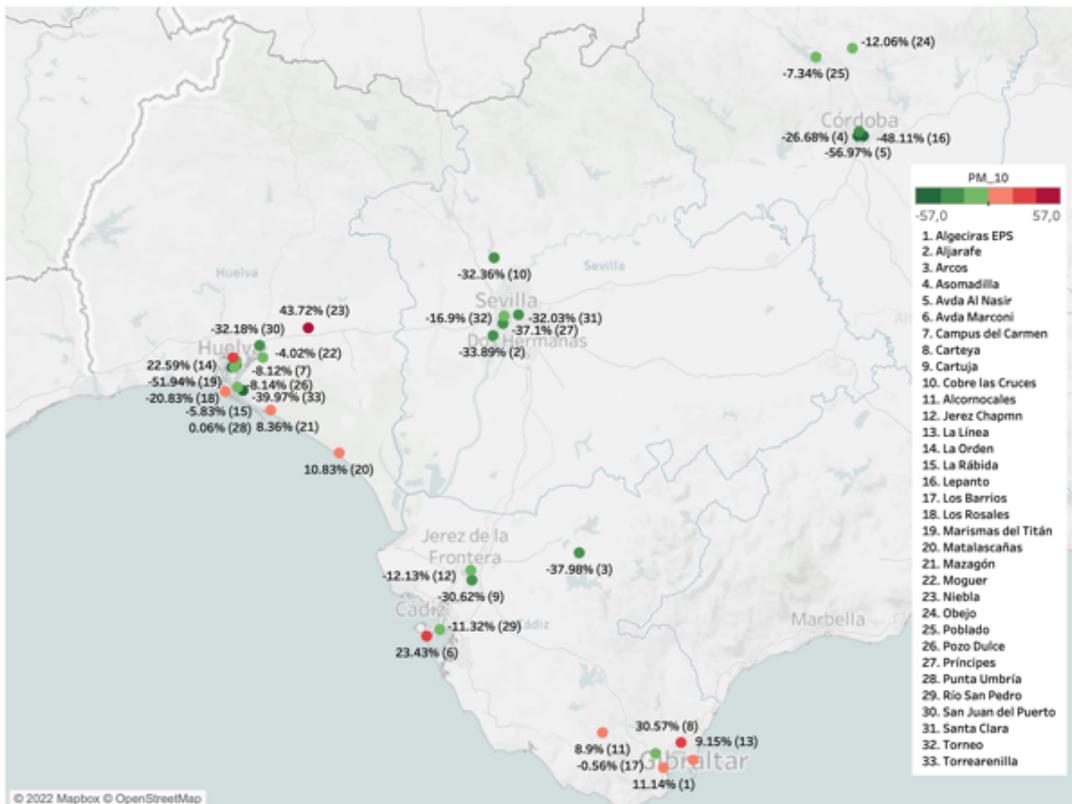
(b) Efecto de la fase 0 del confinamiento en el NO_2 en el suroeste



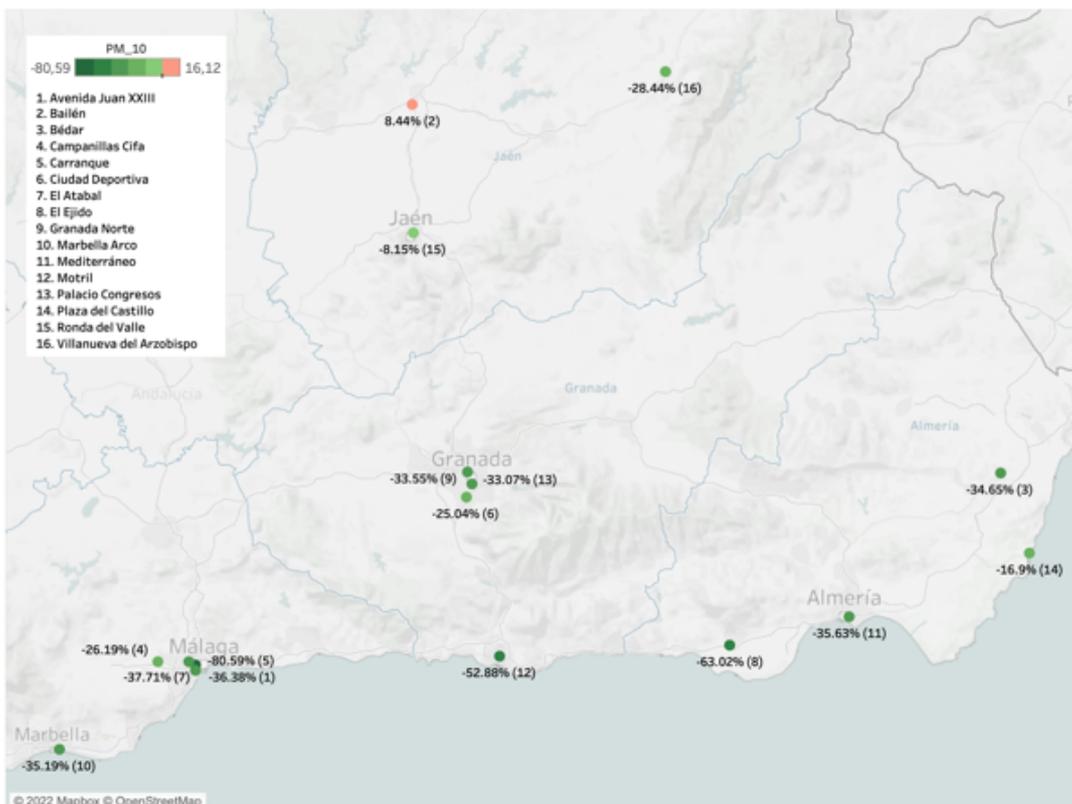
(c) Efecto de la fase 0 del confinamiento en el O_3 en el suroeste



(d) Efecto de la fase 0 del confinamiento en el O_3 en el sureste



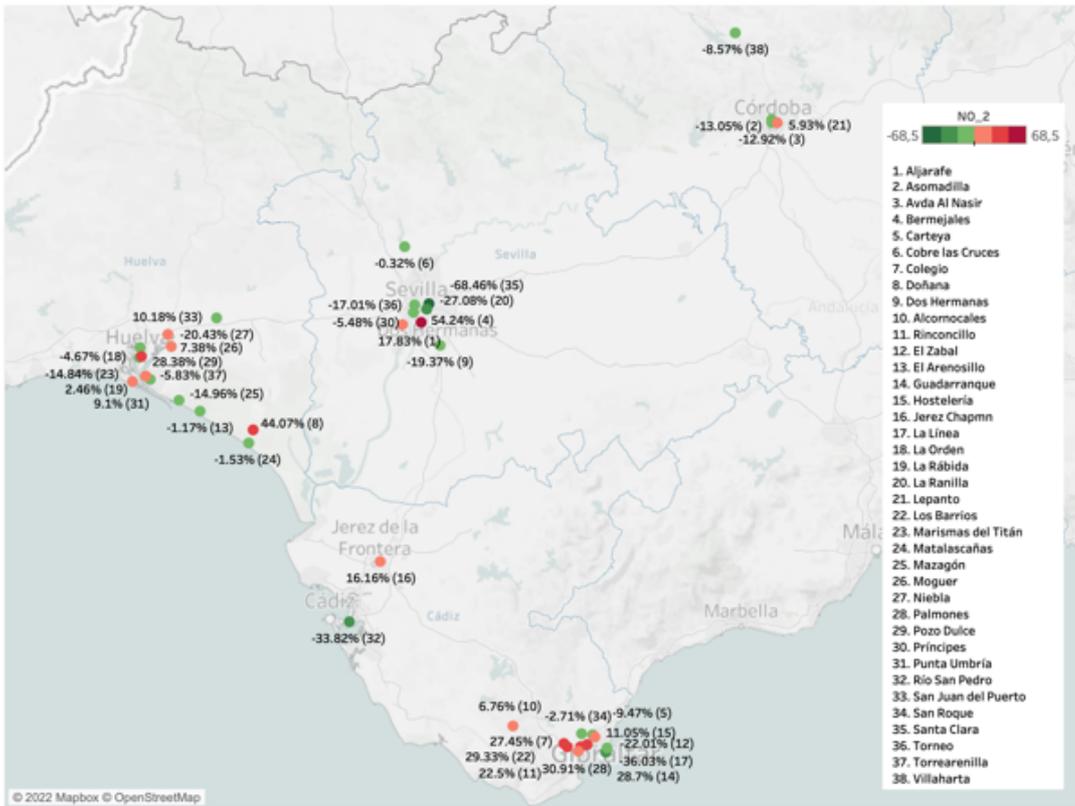
(e) Efecto de la fase 0 del confinamiento en el PM₁₀ en el suroeste



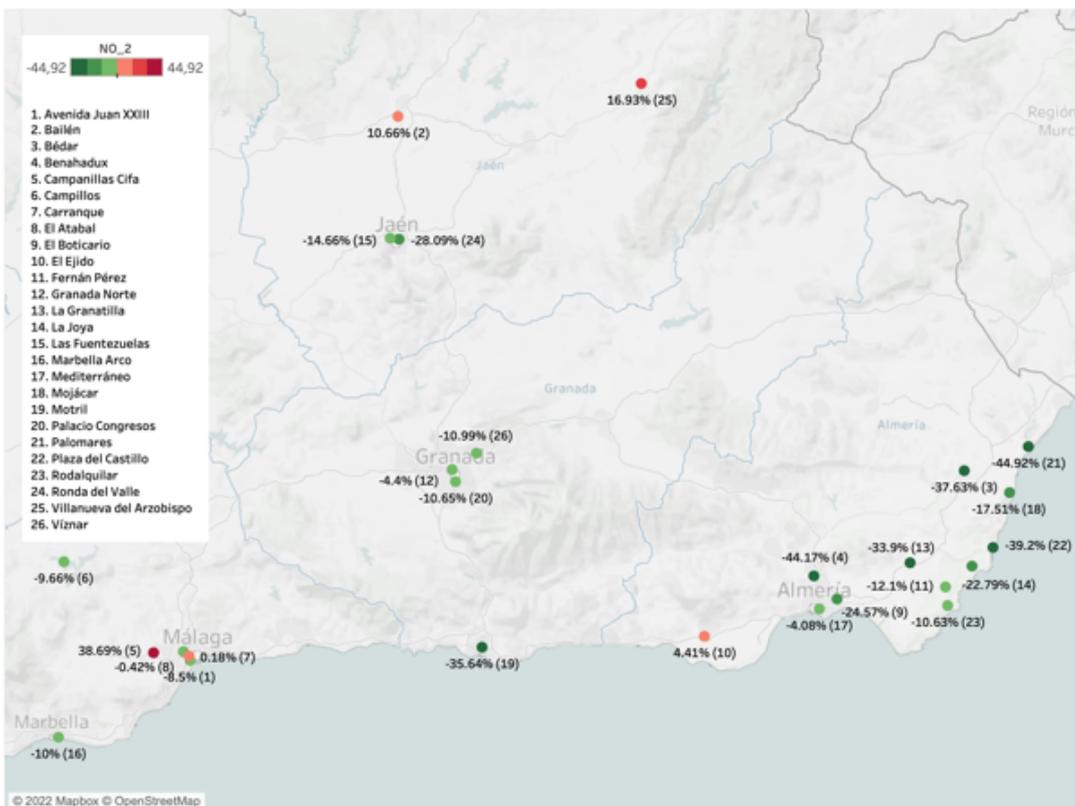
(f) Efecto de la fase 0 del confinamiento en el PM₁₀ en el sureste

Fuente: Elaboración propia; Tableau Desktop-v2021.4

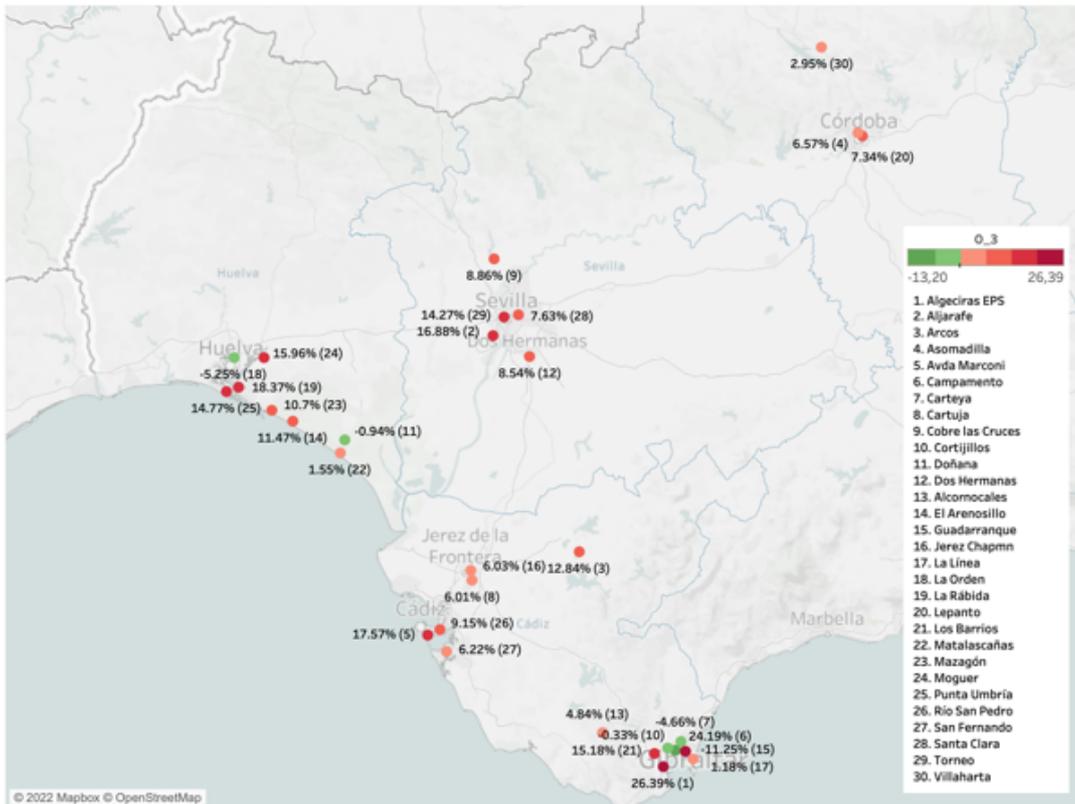
Figura 3. Efecto la Fase II del confinamiento en la concentración de NO_2 , O_3 y PM_{10} en Andalucía



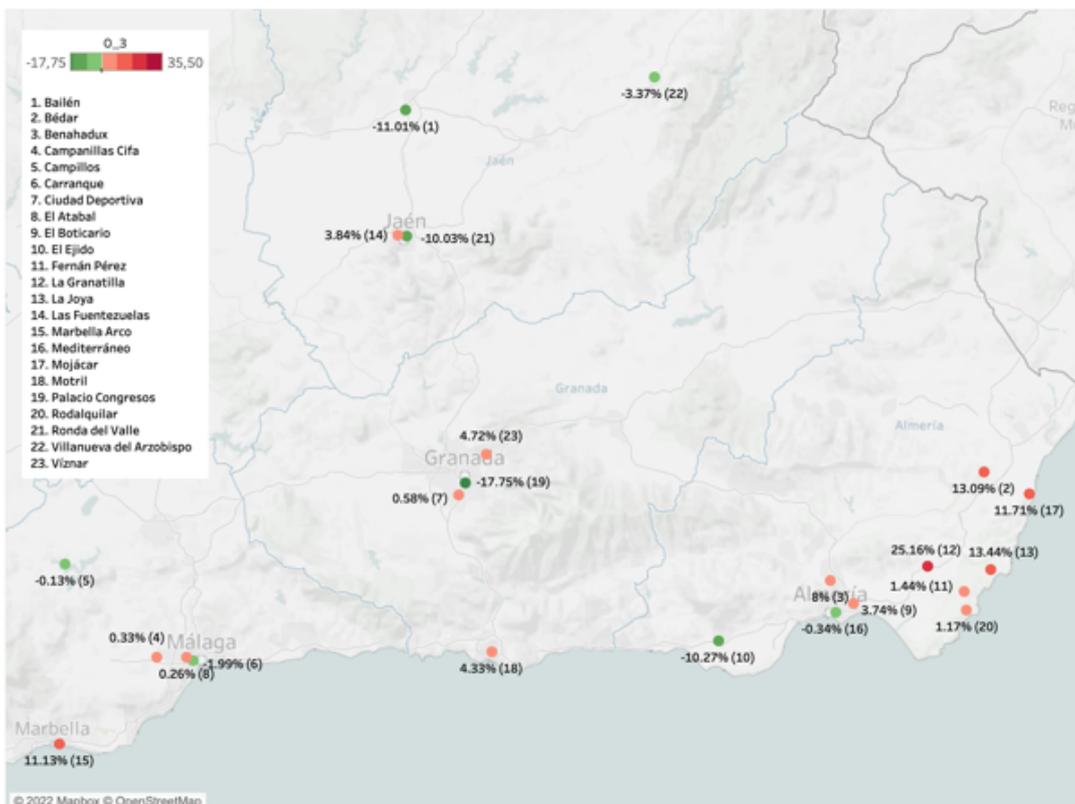
(a) Efecto de la fase 2 del confinamiento en el NO_2 en el suroeste



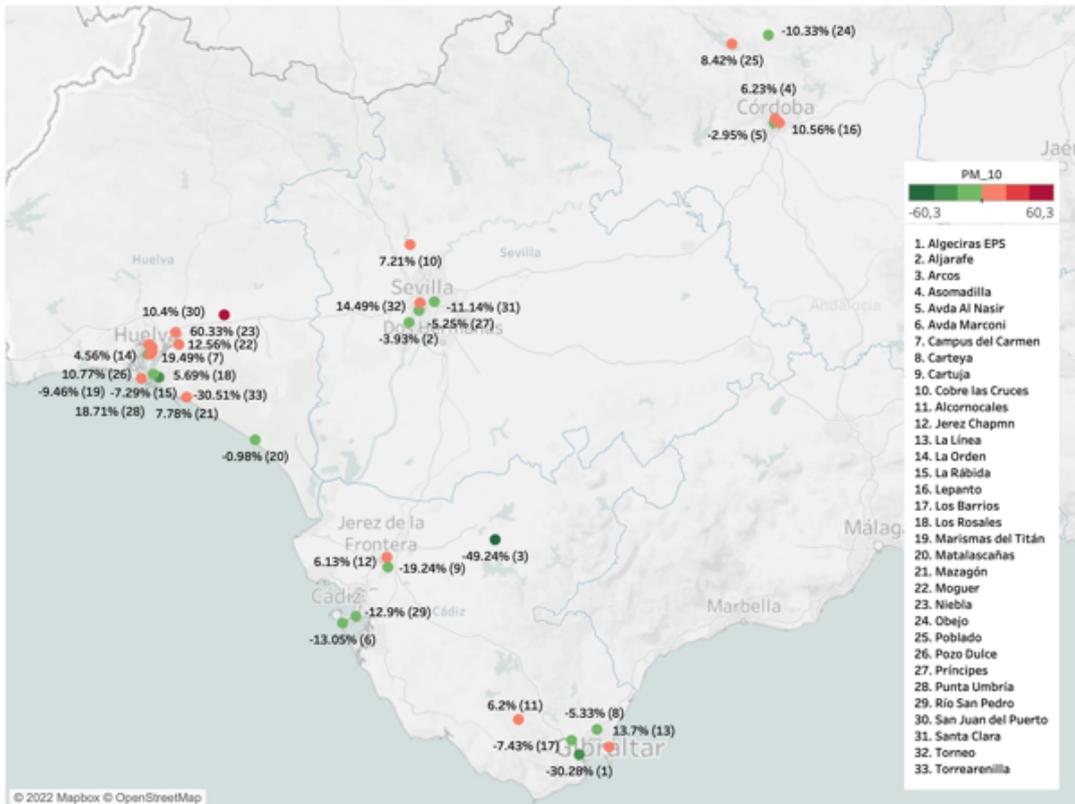
(b) Efecto de la fase 2 del confinamiento en el NO_2 en el sureste



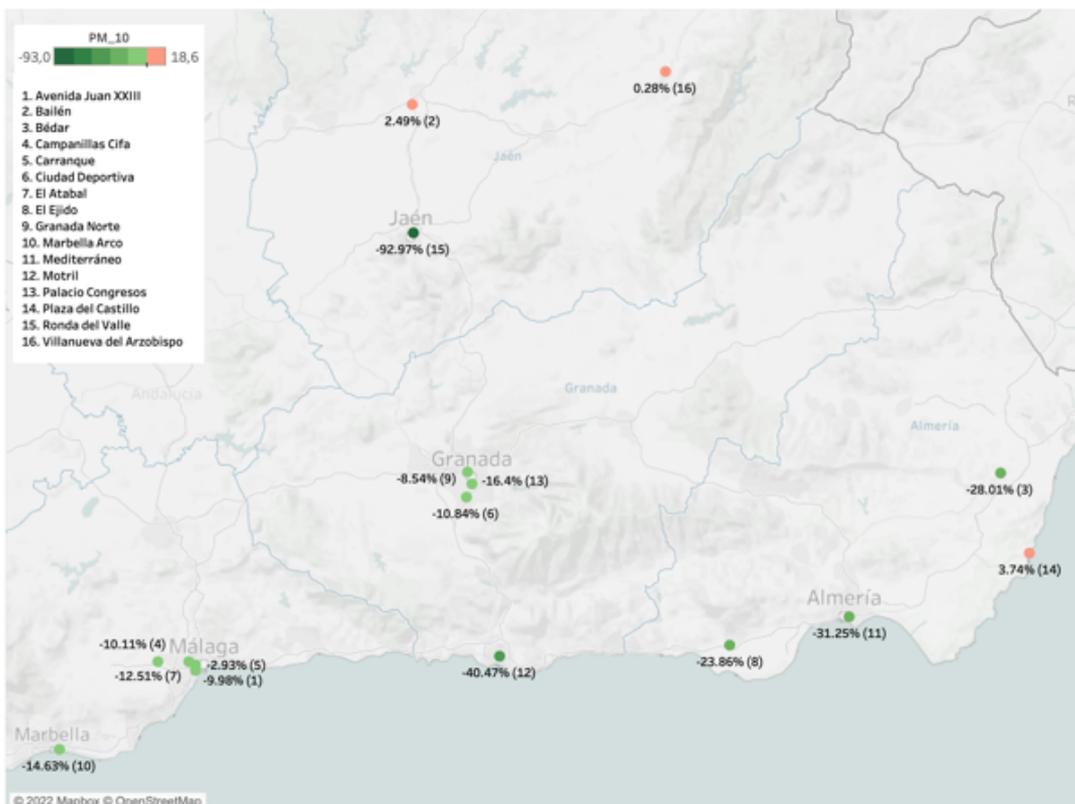
(c) Efecto de la fase 2 del confinamiento en el O_3 en el suroeste



(d) Efecto de la fase 2 del confinamiento en el O_3 en el sureste



(e) Efecto de la fase 2 del confinamiento en el PM₁₀ en el suroeste



(f) Efecto de la fase 2 del confinamiento en el PM₁₀ en el sureste

Fuente: Elaboración propia; Tableau Desktop-v2021.4

3.6. ANÁLISIS METEOROLÓGICO

En 2017, 2018, 2019 y 2020 se evidenciaron diferencias meteorológicas relevantes, singularmente en el periodo comprendido entre los meses de marzo y junio. Estos cambios en los niveles de temperatura, precipitación y viento requieren el control de las variables meteorológicas para analizar adecuadamente el impacto de las medidas de la COVID-19 en los niveles de contaminación.

Temperatura

Según la AEMET, el año 2017 fue extremadamente cálido en la Península Ibérica, con una temperatura media de 16,2 °C, constituyendo el año más cálido hasta esa fecha desde 1965. Además, las anomalías térmicas de la temperatura media anual fueron superiores a más de 0,5 °C en gran parte de España, llegando a más de 2 °C en el centro de Andalucía. De hecho, las temperaturas más altas de la ola de calor vivida entre el 12 y el 16 de julio se registraron en las estaciones de Córdoba Aeropuerto (46,9 °C) y Granada Aeropuerto (45,7 °C). El mes de marzo en cuanto a temperatura tuvo un carácter normal o cálido en Andalucía, siendo la temperatura más elevada la de Cádiz (16 °C) y la menor la de Granada (12,1 °C). En abril el clima fue extremadamente cálido en Granada (16,4 °C) y Jaén (17,6 °C), con anomalías en la temperatura media mensual de 3,1 °C y 3,2 °C respectivamente. Dicho carácter se extendió también a las provincias de Cádiz y Almería en el mes de mayo, con efemérides de más de 2 °C respecto al periodo 1981-2010. Las temperaturas medias fueron más elevadas que en los meses anteriores, con el máximo registrándose en Sevilla (22,2 °C) y el mínimo en Málaga (20,5 °C). Y en junio, la temperatura fue extremadamente cálida en todo el territorio, con temperaturas por encima de los 25 °C y alcanzando incluso los 28 °C en Córdoba o Sevilla.

Dichas condiciones climatológicas contrastan con las de 2018, que resultó frío o muy frío en Andalucía, con escasos episodios de temperaturas superiores a las normales (el máximo se registró en 45,1 °C en Córdoba, temperatura 1,8 °C inferior a la de 2017). Así, el mes de marzo en Andalucía fue muy frío y extremadamente frío en Córdoba y Jaén, respectivamente. La temperatura máxima fue 1,3 °C inferior a la del año anterior (Cádiz con 14,7 °C), y la mínima descendió 1,7 °C (Jaén con 10,4 °C). En abril, la temperatura tuvo carácter frío en la mitad occidental de la Comunidad Autónoma, y algo

más cálido en la mitad oriental, destacando Almería (17,3 °C) y Granada (14,8 °C). No obstante, la temperatura media fue aún así 1,74 °C más baja que la de 2017 (16,2 °C frente a 17,9 °C). Mayo tuvo un carácter frío también, con temperaturas que no alcanzaron los 20 °C, si bien la temperatura fue más normal en Málaga (19,4 °C) y Granada (17,2 °C). El carácter frío o muy frío de junio fue más acusado en la mitad occidental, con una temperatura máxima (24,6 °C en Córdoba) 3,8 °C inferior a la del mismo periodo y provincia de 2017 (28,4 °C).

La temperatura media en España en 2019 se incrementó en 0,4 °C respecto al año anterior, alcanzando los 15,9 °C. El carácter general fue muy cálido, siendo frecuentes los episodios de temperaturas por encima de las normales. De esta forma, marzo fue cálido o muy cálido en Andalucía, salvo en Sevilla (15,9 °C) y Granada (11,4 °C) donde las temperaturas fueron más moderadas. La temperatura máxima registrada (16,5 °C en Cádiz) fue superior a la de 2017, que fue más cálido que 2018, si bien la mínima (11,4 °C en Granada) fue 0,7 °C más baja que 2017 y estuvo 1 °C por encima de 2018. En abril la temperatura tuvo carácter normal o frío, siendo la temperatura media (15,6 °C) inferior incluso a la de 2018, influenciada en gran medida por la mínima de Jaén (13,8 °C). El clima revertió en mayo, que fue muy cálido, con la máxima registrándose en Sevilla (22,8 °C) por encima de 2017 y 2018. También fue más extremo, con la temperatura mínima registrada en Granada (18,9 °C) siendo 1,6 °C inferior a la de 2017. Y junio volvió a ser frío o muy frío, con una temperatura media de 23 °C, igual a la de 2018 y 3,5 °C inferior a la de 2017.

El año 2020 fue extremadamente cálido en España, presentando además un comportamiento muy uniforme en cuanto a temperaturas. Las temperaturas más altas del año se registraron en Andalucía: Córdoba Aeropuerto (43,9 °C), Málaga Aeropuerto (43,7 °C) y Granada Aeropuerto (43,3 °C). En marzo, las temperaturas fueron normales o cálidas, similares a las de 2017, con máxima en Málaga (16,2 °C) y mínima en Granada (11,9 °C). La anomalía media mensual fue especialmente elevada en Málaga (1,5 °C más) y Almería (0,9 °C más). La temperatura media en abril (16,6 °C) fue más alta que en 2018 y 2019 y, en general, tuvo carácter cálido. Por el contrario, mayo fue extremadamente cálido, con la máxima registrada en Sevilla (23,2 °C) superando las de los tres años anteriores. Junio tuvo un carácter, en general, normal, si bien en Almería fue frío y en

Málaga cálido. Las temperaturas oscilaron entre 22 °C y 24 °C, siendo la máxima 4 °C menor a la registrada en 2017.

Tabla 6. Temperatura media en °C registrada entre los meses de marzo y junio en las provincias de Andalucía

Año	Almería	Cádiz	Córdoba	Granada	Huelva	Jaén	Málaga	Sevilla
2017	20,15	20,13	20,83	19,03	19,73	20,05	19,68	21,25
2018	18,48	17,83	18,13	16,45	17,38	16,28	18,58	18,23
2019	18,80	18,90	19,25	16,45	18,78	18,33	19,35	19,70
2020	19,40	19,25	19,60	16,98	19,03	18,58	19,48	18,97

Fuente: Elaboración propia; AEMET

Precipitación

En cuanto a las precipitaciones, marzo de 2017 tuvo carácter húmedo o muy húmedo, salvo Granada (25,2 mm) y Málaga (35,6 mm), donde el clima fue más seco. Las mayores precipitaciones se registraron en Huelva (89,8 mm), que registró un 241% de precipitación mensual sobre la media. Abril fue de nuevo extremadamente húmedo en Huelva (131,1 mm) y seco en Granada (19,9 mm) y Jaén (36 mm), y en mayo las precipitaciones fueron generalmente escasas, destacando Cádiz (62,7 mm), Córdoba (39,4 mm) y Sevilla (33,3 mm). La sequía se generalizó en junio, en el que no llovió en la mayor parte de la Comunidad Autónoma, exceptuando Córdoba (4,1 mm).

En contraste, en 2018, el mes de marzo fue mucho más húmedo en general, con precipitaciones muy elevadas en Jaén (266,2 mm), Córdoba (215,9 mm), Málaga (193,4) o Granada (191,3 mm), donde se superaba el 500% de precipitación mensual sobre la media. Las precipitaciones se moderaron en abril que, no obstante, fue también húmedo, pero sin llegar a los niveles de 2017 (precipitación media de 26,7 mm frente a 50,3 mm). Mayo fue un mes normal o seco, salvo en Granada (40,3 mm) y Jaén (61,4 mm) donde fue húmedo. Y junio fue más húmedo que en 2017, destacando Almería (11,6 mm) y Huelva (22,2 mm), donde fue muy húmedo.

El año 2019, a diferencia de los años anteriores, mostró un mes de marzo muy seco o seco, con niveles de precipitación que oscilaron entre los 5 mm y los 23 mm. Las precipitaciones aumentaron en abril, que tuvo un carácter muy húmedo en general, destacando Jaén (87,2 mm) y Granada (78,8 mm), pero con un nivel de precipitación medio inferior al de 2017 y 2018 (23,2 mm). Destaca que mayo fue un mes muy seco, pues no llovió en ninguna provincia, al igual que junio, que también fue muy escaso en precipitaciones.

Marzo de 2020 volvió a ser húmedo o muy húmedo, si bien no al nivel de 2018, destacando Cádiz (126,0 mm) y Málaga (149,3 mm). Dicho carácter se extendió al mes de abril, cuya precipitación media fue superior a la de los años 2017 a 2019 (51,68 mm) si bien con menos intensidad que el mes anterior, pues los niveles de precipitación fueron más altos en Sevilla (72,9 mm) y Córdoba (68,8 mm). También mayo fue un mes húmedo o muy húmedo, salvo Córdoba (21,6 mm) y Almería (1,9 mm), donde fue seco. Finalmente, el mes de junio tuvo un carácter muy variable, destacando Córdoba, donde el clima fue muy seco, y en el otro extremo Granada (8,8 mm).

Tabla 7. Precipitación media en mm registrada entre los meses de marzo y junio en las provincias de Andalucía

Año	Almería	Cádiz	Córdoba	Granada	Huelva	Jaén	Málaga	Sevilla
2017	15,30	38,55	39,18	15,38	59,10	32,60	31,10	35,15
2018	26,70	63,65	73,90	67,33	64,70	105,25	62,08	59,33
2019	14,13	12,85	16,98	24,40	13,25	27,40	14,40	20,15
2020	15,40	64,28	35,05	35,63	45,80	47,80	52,30	46,68

Fuente: Elaboración propia; AEMET

Viento

Si se considera el viento, en marzo de 2017 se produjeron diversas situaciones de vientos intensos, llegando a registrarse 100 km/h en Almería Aeropuerto. También en abril destacaron vientos intensos, alcanzando valores de racha máxima en Cádiz (104 km/h) o Rota (100 km/h), así como en mayo, en el que volvieron a destacar Cádiz (89 km/h) y Rota (91 km/h). En junio se produjeron también vientos en Cádiz y Almería.

En el año 2018, durante marzo, abril, mayo y junio fueron frecuentes las situaciones de vientos intensos en toda la Península Ibérica, si bien ninguna destacó en Andalucía. De forma similar, si bien en marzo de 2019 tuvo lugar una situación de viento intenso que afectó principalmente al sur peninsular, en abril, mayo y junio, por el contrario, no se sucedieron vientos destacables en Andalucía.

En 2020, el mes de marzo estuvo marcado por el paso de las borrascas Karine, Myriam y Norberto, que afectaron a toda España trayendo consigo fuertes vientos. En abril destacaron asimismo vientos intensos en el sur peninsular, sobre todo en Cádiz (139 km/h) y Almería Aeropuerto (95 km/h). También en mayo una situación de viento fuerte afectó especialmente a las zonas costeras de Andalucía, y en junio la costa de Almería destacó de nuevo por la intensidad del viento (93 km/h en Almería Aeropuerto).

3.7. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

El presente trabajo se ha centrado en el efecto del confinamiento por la COVID-19 en la calidad del aire de Andalucía. Esta Comunidad Autónoma ha sido objeto de estudios previos a la pandemia como el de Adame et al. (2014), que analizó las variaciones existentes entre los días de la semana en los contaminantes O₃, NO_x, CO y PM₁₀. Por otro lado, es amplia la literatura existente respecto a la COVID-19 que examina la relación de las consiguientes restricciones a la movilidad con la contaminación. En el ámbito nacional pueden destacarse los trabajos de Querol et al. (2021) o Briz-Redón et al. (2020), que consideran algunas de las áreas metropolitanas de mayor población de España y contrastan sus resultados con los de otras zonas menos pobladas, así como el estudio de Betancourt-Odio et al. (2021), que se focaliza en la Comunidad de Madrid. También son numerosos los artículos académicos en el ámbito internacional que se han publicado sobre la cuestión, tanto a nivel europeo como en China, destacando a Guevara (2021) con su cuantificación de la reducción de emisiones primarias debido al confinamiento por la COVID-19 en Europa, y a Kraemer et al. (2020), que emplea datos sobre movilidad en tiempo real para identificar los cambios en China de la dinámica epidemiológica por la COVID-19 y su efecto en la calidad del aire.

El confinamiento entre los meses de marzo y junio de 2020 a consecuencia de la pandemia por la COVID-19 supuso una disminución significativa del NO₂. Este

contaminante es emitido, principalmente, a través del proceso de combustión que se produce con el tráfico rodado, por lo que su presencia generalmente predomina en zonas urbanas de tráfico denso. Por ello, la mejora de la calidad del aire se explica a partir de las drásticas reducciones en la movilidad producidas durante el periodo de referencia, que se reflejaron en un uso casi inexistente de los medios de transporte, tanto terrestres como aéreos. Así, se produjo una reducción media del 32,7% en la zona suroeste de Andalucía y del 46,7% en la zona sureste. Dichos niveles son inferiores a los determinados respecto de Madrid y Barcelona por Baldasano (2020), que comprobó que la disminución media de NO₂ en dichas ciudades españolas osciló entre el 50% y el 60%. En sus resultados, como en el presente trabajo, se tienen en cuenta los factores meteorológicos, si bien en este caso mediante la división del periodo de observación en tres subperiodos según las condiciones de precipitación y viento.

Además, dado que la pausa de la actividad económica fue más pronunciada en las áreas metropolitanas que en el medio rural, la reducción de la contaminación fue más destacada en las zonas urbanas que en las zonas periféricas. De esta forma, la disminución del NO₂ durante la Fase 0, que fue el periodo más restrictivo de la movilidad social, alcanzó sus valores máximos en algunas de las capitales de provincia, con reducciones en las principales ciudades del 63,04% en Sevilla, 66,04% en Cádiz, 78,62% en Córdoba, 69,47% en Málaga, 77,73% en Almería y 67,43% en Granada. Este contraste fue apreciado, de forma similar, por Briz-Redón et al. (2020), que estudiaron el efecto del confinamiento en el periodo comprendido entre el 15 de marzo y el 12 de abril para los niveles de CO, SO₂, PM₁₀, O₃ y NO₂ en 11 ciudades representativas de España. Así, concluyeron que las reducciones estimadas de NO₂ fueron mayores en las ciudades más pobladas de Madrid, Barcelona, Sevilla y Valencia, mientras que Santander, por su menor tamaño, no mostró cambios significativos durante el periodo de referencia.

En el caso del PM₁₀, la variación en su concentración durante el confinamiento fue menos pronunciada que la del dióxido de nitrógeno, del 10,2% de media en Andalucía. Esta menor intensidad en la reducción se explica, en parte, porque el PM₁₀ se compone de un número muy elevado de sustancias químicas diferentes que se generan tanto a partir de fuentes directas (como obras de construcción, carreteras sin asfaltar, chimeneas o incendios) como de reacciones complejas de sustancias químicas como el dióxido de azufre y los óxidos de nitrógeno. Si bien el confinamiento tuvo un impacto

claro en las fuentes directas de contaminación, su influencia en las fuentes indirectas es más difusa. Además, los episodios de combustión de biomasa, que emiten cantidades significativas de partículas, fueron mínimos durante los meses de marzo a junio de 2020, destacando solo los días 12 y 15 del marzo en el sureste andaluz. Este resultado es consistente con el de Betancourt-Odio et al. (2020) respecto al efecto del confinamiento por la COVID-19 en la Comunidad de Madrid, pues en su estudio se concluye que las variaciones de PM_{10} y $PM_{2,5}$ fueron menos pronunciadas que las de NO y $NO_{2,5}$, atribuyendo dicho fenómeno al hecho de que las partículas volátiles se emitan en grandes cantidades y tiendan a persistir en el aire durante largos periodos de tiempo.

Junto con el tráfico rodado, que se redujo al mínimo prácticamente por igual en todo el territorio andaluz, la contaminación del aire suele estar relacionada con la combustión de carburantes fósiles que se produce durante procesos industriales, tanto de las centrales eléctricas como de otras actividades como la fabricación de hierro y acero o la producción de cemento. Algunas de estas actividades generan polvo, que contribuye a las concentraciones de PM_{10} , mientras que con la quema de combustible diésel se produce NO_2 . La industria andaluza se concentra en muy pocas localizaciones y es altamente contaminante. Por ello, en las zonas donde se localiza, las fuentes industriales de contaminación son relevantes para la calidad del aire. Dichas zonas son principalmente la Ría de Huelva y el Campo de Gibraltar y, en menor medida, algunas zonas de las provincias de Jaén, Sevilla, Granada o Almería.

En concreto, en el área metropolitana de Huelva se ubica el Polo Químico, una serie de fábricas dedicadas fundamentalmente a la refinación de petróleo, fundición de cobre o centrales de ciclo combinado, mientras que en el Campo de Gibraltar se ubican grandes compañías mundiales de refinación de petróleo, envasado de gas licuado, petroquímica, metalurgia y producción eléctrica. Ello explica que la disminución de la contaminación por NO_2 y PM_{10} en el aire fuera más intensa durante el confinamiento (con la pausa en la actividad económica) en la zona suroeste de la Comunidad Autónoma, con reducciones en la Fase 0 un 19,5% mayores en el caso del NO_2 y un 21,5% superiores en el del PM_{10} . Además, es coherente con que llegada la Fase 2, en la que ya se permitía la actividad industrial, los niveles de NO_2 en la zona de Huelva se incrementaran hasta el 28,38% en la estación de control de Pozo Dulce y alcanzaran el 30,91% en la estación de Palmones situada en Gibraltar. La intensificación fue más moderada en el caso del PM_{10} ,

en el que la Fase 2 tuvo un mayor efecto positivo en las estaciones de Niebla (60,33%), en Huelva, y en la Línea (13,7%), en Gibraltar.

Por el contrario, las restricciones a la movilidad durante el confinamiento supusieron un aumento considerable de la presencia de O₃ en el aire. El ozono troposférico aumentó un 9,3% el suroeste de Andalucía y un 20,6% en el sureste durante la Fase 0, y su concentración disminuyó un 12% y un 7,2%, respectivamente, conforme se fue avanzando hacia la normalidad social en la Fase 2. Ello es coherente con el proceso de formación del contaminante, que depende de los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles como sus precursores. En consecuencia, el aumento en el O₃ se explica, primeramente, por la disminución de NO y NO₂ durante los meses de marzo a junio y, fundamentalmente, en la fase más restrictiva de la movilidad. Igualmente, por ello las mayores concentraciones de O₃ se dieron en las zonas urbanas, con incrementos en las ciudades más grandes del 39,64% en Sevilla, 33,76% en Sevilla, 33,52% en Cádiz, 37,36% en Córdoba, 22,02% en Granada y 21,64% en Marbella. Estos resultados son coherentes con los de Betancourt-Odio et al. (2020) respecto a la Comunidad de Madrid, donde el O₃ se incrementó de media, según su estudio, un 20,3% a consecuencia del confinamiento por la COVID-19. Por el contrario, contrastan con las conclusiones de Ordoñez et al. (2020), ya que de acuerdo con su estudio las concentraciones medias de O₃ aumentaron durante el periodo de restricción a la movilidad tanto en las zonas rurales como urbanas de todos los países europeos a excepción de España, aludiendo a la falta de una respuesta lineal de las concentraciones de O₃ a los cambios en las emisiones de sus precursores.

Asimismo, el aumento habitual de la insolación y de las temperaturas medias diarias en los meses de marzo a junio provocaron un aumento del O₃ ya que los rayos UV del sol son el catalizador de las reacciones entre las emisiones de NO_x y COV. Las temperaturas medias de la Comunidad Autónoma fueron más elevadas que las del año 2019 en prácticamente todas las provincias, destacando Córdoba (19,60 °C) y Málaga (19,48 °C). Precisamente, las estaciones de control de Marbella Arco (21,64%) en Marbella y Lepanto (37,36%) en Córdoba fueron de las que registraron un mayor aumento en la concentración de ozono durante la Fase 0 del confinamiento. Otros artículos académicos, como el de Li et al. (2011), encuentran una relación similar respecto a la

temperatura y el PM₁₀, estableciendo que los niveles de dicho contaminante son más altos en los días de temperaturas elevadas.

Por otro lado, la temperatura media más baja de marzo a junio de 2020 se registró en Granada (16,98 °C) y fue 1,6 °C inferior a la siguiente temperatura más baja, que fue la de Jaén (18,58 °C). Las bajas temperaturas pueden provocar picos de contaminación ya que se relacionan con la inversión térmica, que afecta a la circulación del aire en las capas bajas de la atmósfera e impide la dispersión de las partículas contaminantes. Además, la ubicación geográfica de Granada, situada en un valle, hace que las situaciones anticiclónicas se intensifiquen y se produzca un estancamiento de los contaminantes en su área metropolitana. Asimismo, el hecho de que la ciudad está rodeada de montañas de alturas entre los 1000 y 3350 metros también favorece la formación de inversiones térmicas. Así pues, la disminución en concentración de PM₁₀ durante la Fase 0 en las estaciones de control de la provincia de Granada no superó el 34% en ningún caso, y el 28,44% en las estaciones de Jaén, lo que contrasta con los mínimos de las otras dos provincias del sureste, Málaga (-80,59%) y Almería (-63,02%).

En el periodo de marzo a junio de 2020 se registraron diversos episodios de vientos intensos en el sur peninsular, destacando la estación de Almería Aeropuerto, que registró valores máximos en abril (95 km/h) y junio (93 km/h). En este sentido, la presencia de mayor viento desempeña un papel significativo en el transporte y dilución de los contaminantes, por lo que puede derivar en una mejora de la calidad del aire. Precisamente, si se compara la provincia de Almería con el resto de la zona sureste de Andalucía se comprueba que, por ejemplo, la disminución del NO₂ durante la Fase 2 del confinamiento fue más acusada, sobre todo en las estaciones de Palomares (-44,92%) y Benahadux (-44,17%), que en Granada, Jaén y Málaga, con reducciones máximas en este caso del 35,64%, 28,09% y 10%, respectivamente.

Otra de las zonas en la que se dieron fuertes vientos durante el periodo de referencia fue Cádiz, que en abril llegó a registrar 139 km/h. En este caso, la presencia de mayor viento produjo un aumento de la concentración de O₃ en zonas rurales, toda vez que el viento transfiere el ozono largas distancias desde las zonas donde se produce, que son regiones rodeadas de tráfico intenso y elevada actividad económica, a zonas alejadas de las áreas metropolitanas. Así, las mayores concentraciones de O₃ del suroeste de

Andalucía durante la Fase 2 fueron las de la provincia de Cádiz, sobre todo en Algeciras EPS (26,39%) y Campamento (24,19%), ambas en la zona del Campo de Gibraltar. En Sevilla, Córdoba y Huelva el nivel de O₃ no superó el 16,88%, 7,34% y 18,37%, respectivamente.

Además, el viento favorece la presencia de polvo africano que, a su vez, propicia un alto porcentaje de niveles de partículas. En este sentido, los resultados del estudio de Salvador et al. (2019) sobre los efectos de las intrusiones de polvo del Sahara en los niveles de contaminación del área metropolitana de Madrid aluden a un efecto reductor en la capa de mezcla de la atmósfera y en la velocidad del viento en superficie, al reducir la cantidad de radiación solar que llega al suelo, lo cual favorece la acumulación de emisiones de contaminantes atmosféricos procedentes de fuentes antropogénicas locales. La Comunidad Autónoma de Andalucía se encuentra particularmente expuesta a las intrusiones procedentes del Desierto del Sahara por su proximidad al continente africano. En el año 2020 los episodios africanos se repitieron durante los meses de marzo, abril, mayo y junio, y afectaron tanto al sureste como al suroeste de Andalucía. Concretamente, en la zona sureste se registró la presencia de polvo africano durante 41 días (9 días en marzo, 11 en abril, 12 días en mayo y 9 días en junio). En el suroeste, el número de días fue ligeramente inferior, con un total de 37 (6 días en marzo, 6 días en abril, 16 días en mayo y 9 días en junio).

También en Cádiz se registró entre los meses de marzo y junio la mayor precipitación media, de 64,20 mm, frente a los 52,30 mm de Málaga, la segunda provincia donde más llovió. La lluvia permite reducir la presencia de contaminantes en la atmósfera a través de su deposición en los suelos, lo que explica que durante la Fase 2 del confinamiento la concentración de PM₁₀ disminuyera de forma más pronunciada en esta provincia, destacando las estaciones de Arcos (-49,24%) y Algeciras EPS (-30,28%), ya que en el mes de junio se registró un nivel medio de precipitación de 0,9 mm, un 12% sobre la media de la provincia, mientras que en el resto de Andalucía no llovió.

CONCLUSIONES

El presente trabajo analiza el efecto de las limitaciones a la movilidad y la actividad económica inducidas por la pandemia de la COVID-19 sobre la calidad del aire en la Comunidad Autónoma de Andalucía y, concretamente, en relación con el NO₂, el O₃ y el PM₁₀. Los datos empleados abarcan el periodo de tiempo comprendido entre el 1 de enero de 2017 y el 31 de diciembre de 2020. De esta forma, recogen la duración completa del estado de alarma que fue decretado por el Gobierno español el día 15 de marzo de 2020 y que supuso la imposición de una cuarentena nacional hasta el 21 de junio de ese año. Los contaminantes mencionados mostraron un patrón de respuesta al confinamiento distinto. Así, el NO₂ disminuyó de media un 39,7%, el PM₁₀ se redujo de forma más moderada un 9,9%, y el O₃ aumentó sus niveles en un 3,7%.

Una de las principales contribuciones del análisis realizado es la constatación de que el efecto del confinamiento por COVID-19 en la contaminación, a pesar de que las medidas fueran idénticas en todo el territorio español, fue heterogéneo en relación tanto con los diferentes índices representativos de la calidad del aire como con las zonas geográficas que se distinguen en Andalucía. Dado que se emplearon los datos recogidos por 80 estaciones de control, 27 correspondientes al este de Andalucía (Almería, Granada, Jaén y Málaga) y 53 al oeste (Cádiz, Córdoba, Huelva y Sevilla), y al considerar tres contaminantes muy diferentes en cuanto a sus fuentes y comportamiento, el trabajo permite constatar estas disimilitudes.

En este sentido, teniendo en cuenta que la pausa de la actividad económica fue más acusada en las zonas metropolitanas que en el medio rural, la concentración de NO₂ disminuyó en mayor medida en las principales ciudades, en las que generalmente el tráfico rodado es más denso. Así, se llegó a alcanzar una reducción de este contaminante de hasta el 78,62% en Córdoba y el 77,73% en Almería durante la Fase 0 del confinamiento, en la que se obligó a todos los trabajadores de servicios no esenciales a permanecer en sus casas. Igualmente, el efecto del confinamiento fue en general más acusado en la zona suroeste que en la sureste, ya que las principales zonas industriales de Andalucía se localizan en Huelva y el Campo de Gibraltar, puntos en los que con la llegada la Fase 2 y la consiguiente reactivación de la economía se volvieron a incrementar

los niveles de NO₂ hasta un 28,38% en Pozo Dulce (Huelva) y un 30,91% en Palmones (Cádiz).

Esta divergencia en relación con las zonas urbanas y periféricas fue más moderada en el caso del PM₁₀ por la influencia de otros factores como la intrusión de polvo procedente del Desierto del Sahara, la combustión de biomasa o las condiciones climatológicas de temperatura, viento y precipitación. De esta forma, en Granada se registró durante la Fase 0 del confinamiento una disminución reducida de la concentración de PM₁₀, toda vez que fue la provincia andaluza que presentó una temperatura media más baja y que su ubicación geográfica intensifica las situaciones anticiclónicas y la inversión térmica. Igualmente, en zonas de elevadas precipitaciones y vientos fuertes como Cádiz, la reducción de partículas en el aire fue más acusada que en el resto del territorio de Andalucía. Todo ello teniendo en cuenta además que la Comunidad Autónoma está especialmente expuesta a las advecciones de polvo del Sahara por su proximidad al continente africano y, en consecuencia, a un incremento de los niveles de PM₁₀.

A diferencia del NO₂ y el PM₁₀, el confinamiento supuso un incremento en la concentración de O₃ en Andalucía del 14,95% en la Fase 0. Si con carácter general el proceso de formación del contaminante hace que, al disminuir la concentración de sus precursores (los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles), aumente la formación de ozono troposférico, su presencia en Andalucía es más notable que en otras regiones de España como consecuencia de sus circunstancias climatológicas. Así pues, las temperaturas más elevadas y el aumento habitual de la insolación hacen que el O₃ esté especialmente presente en aquellas zonas donde el sol es más intenso, como ocurrió con Córdoba y Málaga en el periodo entre marzo y junio de 2020, durante el cual registraron las temperaturas medias más elevadas y el efecto positivo en el O₃ más acentuado.

Por consiguiente, de los resultados obtenidos pueden derivarse implicaciones en cuanto a una mayor eficacia de las políticas que tratan de mejorar la calidad del aire en Andalucía. Así pues, factores como la situación geográfica de la Comunidad Autónoma en la Península Ibérica, la concentración de la actividad industrial en zonas muy concretas o las diferencias en el clima entre provincias habrían de tenerse en cuenta a la hora de elaborar normas si se quiere con ellas obtener una disminución real de la contaminación.

En consecuencia, las medidas a adoptar deberían distinguir entre la contaminación genérica del territorio andaluz y aquellos puntos críticos donde son necesarias medidas adicionales para alcanzar unos niveles de calidad del aire deseables. Entre ellos deberían incluirse, por ejemplo, las zonas industriales de Huelva y Cádiz, las áreas metropolitanas de Granada y Sevilla, y las zonas de la costa de Málaga y Almería. En cuanto a medidas concretas, en aquellos focos donde el tráfico por carretera es más intenso, como son las áreas metropolitanas, podrían establecerse zonas de bajas emisiones como ya se ha hecho en otras Comunidades Autónomas como la Comunidad de Madrid. Por otro lado, en las zonas industriales de Huelva, Cádiz y Carboneras podrían realizarse auditorías energéticas para monitorear las emisiones de NO_x a causa de la quema de hidrocarburos. Asimismo, en las zonas rurales podrían limitarse los días de quema de biomasa (como los rastrojos y las calderas) en el campo para evitar humos que contienen NO₂ y PM₁₀.

Como limitaciones al trabajo, debe destacarse que no se ha realizado un análisis exhaustivo de todas las variables que pueden influir en la calidad del aire, ya que existen otros elementos diferentes a los incluidos en los modelos econométricos elaborados que pueden suponer un incremento o disminución de la contaminación.

Por consiguiente, como futuras líneas de investigación, podría implementarse adicionalmente el estudio del relieve de Andalucía, que tiene una gran complejidad debido a su extensión superficial, ya que ocupa el 17,3% del territorio español. Las barreras orogénicas y su disposición configuran, a su vez, el clima y la red fluvial y, por consiguiente, pueden provocar variaciones en la concentración de algunos contaminantes. Así, por ejemplo, la zona metropolitana de Granada se encuentra en un valle rodeado de montañas de altura elevada, lo que impide la dispersión de partículas por el viento y fomenta la formación de anticiclones que evitan la deposición por lluvia. Asimismo, las características demográficas de las diferentes áreas desempeñan un papel en la determinación de los niveles de contaminación, ya que el tamaño de la huella ecológica está influenciado por el crecimiento poblacional. Por otro lado, existen otros factores climatológicos que son medidos por las estaciones climatológicas de la AEMET y que podrían observarse, tales como las temperaturas máxima y mínima, la dirección del viento o su racha máxima.

BIBLIOGRAFÍA

Artículos académicos

- Adame, J. A., Hernández-Ceballos, M. A., Sorribas, M., Lozano, A. y De la Morena, B. A. (2014). Weekend-Weekday Effect Assessment for O₃, NO_x, CO and PM₁₀ in Andalusia, Spain (2003–2008). *Aerosol and Air Quality Research*, 14, 862-1874.
- Baldasano, J. M. (2020). COVID-19 lockdown effects on air quality by NO₂ in the cities of Barcelona and Madrid (Spain). *Science of the Total Environment*, vol. 741.
- Banco Mundial. (2016) El costo de la contaminación atmosférica: Refuerzo de los argumentos económicos a favor de la acción (p. 6).
- Betancourt-Odio, M. A., Martínez-de-Ibarreta, C., Budría-Rodríguez, S. y Wirth, E. (2021). Local Analysis of Air Quality Changes in the Community of Madrid before and during the COVID-19 Induced Lockdown. *Atmosphere*, vol. 12(6), n. 659.
- Blanchard, C. L. y Tanenbaum S. J. (2012). Differences between Weekday and Weekend Air Pollutant Levels in Southern California, *Journal of the Air & Waste Management Association*, 53, pp. 816-828.
- Briz-Redón, A., Belenguier-Sapiña, C. y Serrano-Aroca, A. (2020). Changes in air pollution during COVID-19 lockdown in Spain: A multi-city study. *Journal of Environmental Science*, vol. 101, pp. 16-26.
- Brook, R. D., Rajagopalan, S., Popell, C. A., Brook, J. R., Bhatnagar, A., Diez-Roux, A., Holguin, F., Hong, Y., Luepker, R. Y., Mittleman M. A., Peters, A., Siscovick, D., Smith Jr, S. C., Whitsel, L. y Kaufman, J. D. (2010). Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: an update to the scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, vol. 121, pp. 2331-2378.
- Ceballos, M. A. (2018). Contaminación urbana en España: el cambio climático y la recuperación agravan la situación, *Boletín ECOS*, vol. 41.
- Ceballos, M. A., Segura, P., Gutiérrez, E., Gracia, J. C., Ramos, P., Reaño, M., Orihuel, M., García, B., García, M., Prima, H., Aranda, J. A., Veiras, X., Barcena, J., Belmonte, P., Navascués, E., Hernández, K. y Cabo, J. (2021). La calidad del aire en el Estado español durante 2020, *Ecologistas en Acción*.
- Cerdá, E. (2012). Energía obtenida a partir de biomasa, *Cuadernos Económicos de ICE*, n. 83, pp. 117-140.

- Chirivella González, V. (2015) Hipótesis en el modelo de regresión lineal por Mínimos Cuadrados Ordinarios, *Universidad Politécnica de Valencia*, s.f., p. 1.
- Encinas Malagón, M. D. (2011). Medio ambiente y contaminación. Principios básicos.
- García Carrasco, J. (2001). Invasión de viento sahariano y su impacto en la asistencia sanitaria urgente. *Emergencias*, vol. 13, pp. 372-376.
- Gómez-Zotano, J., Alcantara-Manzanares, J., Olmedo-Cobo, J. A. y Martínez-Ibarra, E. (2015). La sistematización del clima mediterráneo: identificación, clasificación y caracterización climática de Andalucía (España). *Revista de Geografía Norte Grande*, n. 61, pp. 161-180.
- Guevara, M. (2021). Time-resolved emission reductions for atmospheric chemistry modelling in Europe during the COVID-19 lockdowns. *Atmospheric Chemistry and Physics*, vol. 21, pp. 773-797.
- Gutiérrez, O., Bariego, P. y Gago, V. (2020). Cumplimiento del confinamiento por COVID-19 en España: una aproximación. *AnthropiQa2.0.*, pp 139-158.
- Hayas Barrú, A. (1991). Meteorología y contaminación atmosférica. Peculiaridades de la zona urbana de Jaén, *Boletín del Instituto de Estudios Giennenses*, n. 143, pp. 191-200.
- Heuss, J. M., Kahlbaum, D. F. y Wolff, G. T. (2003). Weekday/weekend ozone differences: what can we learn from them?, *Journal of the Air & Waste Management Association*, vol. 53:7, pp. 772-788.
- Kraemer, M. U. G., Yang C. H., Gutierrez, B., Wu, C. H., Klein, B., Pigott, D. M., Open COVID-19 Data Working Group, Plessis, L., Faria, N. R., Li, R., Hanage, W. P., Brownstein, J. S., Layan, M., Vespignani, A., Tian, H., Dye, C., Pybus, O. G. y Scarpino, S. V. (2020). The effect of human mobility and control measures on the COVID-19 epidemic in China. *Science*, vol. 368, pp. 493-497.
- Le Quéré, C., Jackson, R. B., Jones, M. W., Smith, A. J. P., Abernethy, S., Andrew, R. M., De-Gol, A. J., Willis, D. R., Shan, Y., Canadell, J. G., Friedlingstein, P., Creutzig, F. y Peters, G. P. (2020). Temporary reduction in daily global CO₂ emissions during the COVID-19 forced confinement. *Nature Climate Change*, vol. 10, pp. 647-653.
- Li, G., Zhou, M., Cai, Y., Zhang, Y. y Pan, X. (2011). Does temperature enhance acute mortality effects of ambient particle pollution in Tianjin City, China. *Science of the Total Environment*, vol. 409, pp. 1811-1817.
- Li, M. y Mallat, T. (2018). Health impacts of air pollution. *SCOR Paper*, n. 42.

- Lim, C. C. (2018). Association between long-term exposure to ambient air pollution and diabetes mortality in the US. *Environ Research*, vol. 165, pp. 330-336.
- Lin, J. T. y McElroy, M. B. (2011). Detection from space of a reduction in anthropogenic emissions of nitrogen oxides during the Chinese economic downturn. *Atmospheric Chemistry and Physics*, vol. 11, pp. 8171-8188.
- Liviano Solís, D. y Pujol Jover, M., Modelos de Regresión Lineal Simple y Múltiple con R, *Universidad Abierta de Cataluña*, s.f.
- López Ontiveros, A. (2002). Los grandes temas del sistema físico-ambiental de Andalucía y sus implicaciones humanas. *Revista de Estudios Regionales*, n. 63, pp. 17-63.
- Martín Cruz, Y. B. (2021). Estudio de la aportación de fuentes naturales y antropogénicas del material particulado atmosférico y su influencia en el fitoplacton marino (Tesis doctoral). *Universidad de las Palmas de Gran Canaria*, Las Palmas de Gran Canaria.
- Martínez del Río, F. (2015). *Programación en Matlab*. Departamento de Informática de la Universidad de Jaén.
- Meng, X. (2012). Temperature modifies the acute effect of particulate air pollution on mortality in eight Chinese cities. *Science of the Total Environment*, vol. 435, pp. 215-221.
- Min, J. y Min, K. (2017). Exposure to ambient PM₁₀ and NO₂ and the incidence of attention-deficit hyperactivity disorder in childhood. *Environmental International*, vol. 99, pp. 221-227.
- Montero Granados, R. (2016). Modelos de regresión múltiple, *Documentos de Trabajo en Economía Aplicada de la Universidad de Granada*. Universidad de Granada.
- Nair, L. R. y Shetty, S. D. (2016). Interactive visual analytics on Big Data: Tableau vs D3.JS. *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, 12(4), 139-150.
- Nandeshwar, A. (2013). *Tableau Visualization Cookbook*. Packt Publishing Enterprise.
- Ogen, Y. (2020). Assessing nitrogen dioxide (NO₂) levels as a contributing factor to coronavirus (COVID-19) fatality. *Science of Total Environment*, vol. 726.
- Ordoñez, C., Garrido-Pérez, J. M. y García, R. (2020). Early spring near-surface ozone in Europe during the COVID-19 shutdown: Meteorological effects outweigh emission changes. *Science of the Total Environment*, vol. 747.
- Parra, R. (2017). Efecto Fin de Semana en la calidad del aire de la ciudad de Cuenca, Ecuador. *Avances en Ciencias e Ingenierías*, vol. 9.

- Pei, Z., Han, G., Ma, X., Su, H. y Gong, W. (2020). Response of major air pollutants to COVID-19 lockdowns in China. *Science of the Total Environment*, vol. 743.
- Querol, X., Massagué, J., Alastuey, A., Moreno, T., Gangoiti, G., Mantilla, E., Duéguez, J. J., Escudero, M., Monfort, E., Perez, C., Petetin, H., Jorba., O., Vazquez, V., De la Rosa, J., Campos, A., Muñoz, M., Monge, S., Hervás, M., Javato, R. y Cornide, M. J. (2021). Lessons from the COVID-19 air pollution decrease in Spain: Now what?. *Science of the Total Environment*, vol 779, p. 2.
- Reinoso García, O. et al. (2018). *MATLAB: conceptos básicos y descripción gráfica*. Editorial Universitas Miguel Hernández.
- Ritz, B., Lee, P., Hansen, J., Lassen C.F., Ketznel, M., Sorensen, M. y Raaschou-Nielsen, O. (2016). Traffic-Related Air Pollution and Parkinson's Disease in Denmark: A Case-Control Study. *Environmental Health Perspectives*, vol. 124, n. 3, pp. 351-356.
- Rodríguez Jaume, M. J. y Mora Catalá, R. (2001). Estadística informática: casos y ejemplos con el SPSS. *Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alicante*, 1º Ed.
- Rojo Abuín, J. M. (2007). Regresión lineal múltiple. *Instituto de Economía y Geografía*, p. 6.
- Salvador, P., Molero, F., Fernández, A. J., Tobías, A., Pandolfi, M., Gómez-Moreno, F. J., Barreiros, M., Pérez, N., Marco, I., Revuelta, M. A., Querol, X. y Artiñano, B. (2019). Synergistic effect of the occurrence of African dust outbreaks on atmospheric pollutant levels in the Madrid metropolitan area. *Atmospheric Research*, vol. 226, pp. 208-218.
- Shah, A. S. V., Lee, K. K., McAllister, D., Hunter, A., Nair, H., Whiteley, W., Langrisg, J. P., Newby, D. y Mills, N. (2015). Short term exposure to air pollution and stroke: systematic review and meta-analysis. *BMJ*, vol. 350:1295.
- Sicard, P., Paoletti, E., Agathokleous, E., Araminiené, V., Proietti, C. K., Coulibaly, F. y De Marco, A. (2020). Ozone weekend effect in cities: Deep insights for urban air pollution control. *Environmental Research*, vol. 191, p. 2.
- Venegas, L. E. y Mazzeo, N. A. (2012, 5 de diciembre). La velocidad del viento y la dispersión de contaminantes en la atmósfera. *II Congreso Latinoamericano de Ingeniería de Vientos*. La Plata, Argentina.

- Venter, Z. S., Aunan, K., Chowdhury, S. y Lelieveld, J. (2020). COVID-19 lockdowns cause global air pollution declines. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 117, n. 32, pp. 18984-18990.
- Wilson, A. J. y Orlove, B. (2019). What do we mean when we say climate change is urgent?. *Center for Research on Environmental Decisions*, vol. 1.

Informes

- AEMA. (2020, 6 de abril). Air pollution goes down as Europe takes hard measures to combat coronavirus. <https://www.eea.europa.eu/highlights/air-pollution-goes-down-as>.
- AEMET. (2019, 27 de marzo). Efectos del cambio climático en España. http://www.aemet.es/es/noticias/2019/03/Efectos_del_cambio_climatico_en_espana.
- AENA (2021). Informe Anual 2021. <https://www.aena.es/es/estadisticas/informes-anuales.html>.
- Agencia Espacial Europea. (2020, 24 de abril). Air pollution drops in India following lockdown. https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-5P/Air_pollution_drops_in_India_following_lockdown.
- Agencia Espacial Europea. (2021, 15 de marzo). Air pollution returning to pre-COVID levels. https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-5P/Air_pollution_returning_to_pre-COVID_levels.
- Agencia Europea de Medio Ambiente. (2020). Air Quality in Europe – 2020 Report.
- Agencia Europea de Medio Ambiente. (2021, 2 de marzo). El reto de reducir la contaminación industrial. *Señales de la AEMA 2020*. <https://www.eea.europa.eu/es/senales/senales-de-la-aema-2020/articles/el-reto-de-reducir-la>.
- Comisión Europea. (2018). Informe de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones Primera perspectiva sobre el paquete aire limpio. COM/2018/446 final/2.
- Dirección General de Tráfico. (2020). Anuario Estadístico General 2020. <https://www.dgt.es/export/sites/web-DGT/.galleries/downloads/dgt-en->

- cifras/publicaciones/Anuario_Estadistico_General/Anuario-Estadistico-General-2020_version-on-line.pdf.
- Dirección General de Tráfico. (2020). La DGT contra el coronavirus. *Tráfico y Seguridad Vial*, n. 254, p. 6.
- Directiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de mayo de 2008, relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa (DOUE 11 de junio de 2008).
- Instituto Nacional de Estadística (INE). (2020). Estadística estructural de empresas: sector industrial, Magnitudes regionalizadas según comunidades y ciudades autónomas y actividad principal. https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736143952&menu=ultiDatos&idp=1254735576715).
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2007). Energía de la biomasa. *Manuales de energías renovables*.
- IPCC. (2015). Cambio climático 2014: Informe de síntesis.
- IPCC. (2019). El océano y la criosfera en un clima cambiante. *Informe especial del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*.
- Junta de Andalucía, Decreto 231/2013, de 3 de diciembre, por el que se aprueban planes de mejora de la calidad del aire en determinadas zonas de Andalucía (BOJA 10 de marzo de 2014).
- Junta de Andalucía, Medio Ambiente en Andalucía. (2020). *Informe de Medio Ambiente en Andalucía*.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2020). Evaluación de la calidad del aire en España: Año 2020.
- Ministerio para la Transición Ecológica. (2019). I Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica.
- Observatorio de la Sostenibilidad. (2021). Ciudades más contaminadas y efecto de la Covid19 en la calidad del aire en el 2020 en las 80 ciudades más pobladas de España.
- OMS. (2021). Las nuevas Directrices mundiales de la OMS sobre la calidad del aire tienen como objetivo evitar millones de muertes debidas a la contaminación del aire. <https://www.who.int/es/news/item/22-09-2021-new-who-global-air-quality-guidelines-aim-to-save-millions-of-lives-from-air-pollution>.

- OMS. (2013). Health Effects of Particulate Matter: Policy implications for countries in eastern Europe, Caucasus and central Asia.
- OMS. (2014, 25 de marzo). 7 million premature deaths annually linked to air pollution. *News release*. <https://www.who.int/news/item/25-03-2014-7-million-premature-deaths-annually-linked-to-air-pollution>.
- Resolución de 30 de diciembre de 2015, de la Agencia Estatal de Meteorología, por la que se establecen los precios públicos que han de regir la prestación de servicios meteorológicos y climatológicos (BOE 5 de enero de 2016).
- Unión Europea, Directiva (UE) 2016/2284 del Parlamento Europeo y el Consejo de 14 de diciembre de 2016 relativa a la reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos, por la que se modifica la Directiva 2003/35/CE y se deroga la Directiva 2001/81/CE (DOUE 17 de diciembre de 2016).

Recursos de internet

- AEMET. Escala sinóptica. *Diccionario ilustrado de meteorología*. https://meteoglosario.aemet.es/es/termino/194_escala-sinoptica.
- AEMET. Estaciones Climatológicas de la Agencia Estatal de Meteorología. <https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/otros/default.aspx>.
- Comisión Europea. Óxidos de nitrógeno (NO_x). https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/es/contaminacion-aire-interior/glosario/mno/oxidos-nitrogeno-nox-oxido-nitrico-no-dioxido-nitrogeno-no2.htm.
- Díaz, J. y Linares, C. (2021, 11 de marzo). Intrusiones de polvo del Sahara en España y su impacto en salud. *AEMETBlog*. <https://aemetblog.es/2021/03/11/intrusiones-de-polvo-del-sahara-en-espana-y-su-impacto-en-salud/>.
- Díaz, J., Linares, C., Carmona, R., Russo, A., Ortiz, C., Salvador, P. y Trigo, R. (2017). Saharan dust intrusions in Spain: Health impacts and associated synoptic conditions. *Environmental Research*, vol. 156, pp. 455-467. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.03.047>.
- Diéguez, J. J., Millán, M., Padilla, L., y Palau, J.L. (2009). Informe Final: Estudio y Evaluación de la contaminación atmosférica por ozono troposférico en España, pp. 12.

- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2020). Metainformación – Estaciones y magnitudes 2020. https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/evaluacion-datos/datos/Datos_oficiales_2020.aspx.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (s.f.). Fuentes Naturales. <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/evaluacion-datos/fuentes-naturales/>.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (s.f.). Ozono. <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/salud/ozono.aspx>.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (s.f.). Óxidos de Nitrógeno. <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/salud/oxidos-nitrogeno.aspx>.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (s.f.). Partículas. <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/salud/particulas.aspx>.
- Ministerio para la Transición Ecológica. (s.f.). Estadística de Calidad del Aire (Ficha 23041 del IOE): Informe metodológico estandarizado. https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/ims_7104_ca_v1_tcm30-502328.pdf.
- Ministerio para la Transición Ecológica. (s.f.). Fichero intercambio CSV: Formato y estructura. https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/formatodatoscsvmiteco_web_tcm30-501420.pdf.
- National Geographic. (2021, 23 de noviembre). Lluvia ácida. *Medio Ambiente*. <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/lluvia-acida>.
- Polo Villanueva, J. C. (2021, 5 de noviembre). La contaminación en Granada, un problema que no solo está en la capital. *GranadaDigital*.
- Portal Web de Calidad del Aire del Ayuntamiento de Madrid. (s.f.). Inversión térmica. http://www.mambiente.munimadrid.es/opencms/cal aire/ContAtmosferica/Inversion_termica/.
- Presidencia del Gobierno. (2020, 28 de abril). Comparecencia del Presidente del Gobierno: Plan para la transición hacia una nueva normalidad.

Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire (BOE 29 de enero de 2011).

Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes. (s.f.). NO_x: Óxidos de Nitrógeno. <https://prtr-es.es/NOx-oxidos-de-nitrogeno,15595,11,2007.html>.

ANEXOS

1. RESULTADOS DE LA REGRESIÓN PARA EL NO₂ EN LA ZONA ESTE DE ANDALUCÍA

SURESTE NO ₂ TEMPERATURA MEDIA				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
AVENIDA JUAN XXIII	-0,018	0,002	-11,302	0,000
BAILEN	-0,028	0,002	-17,167	0,000
BEDAR	-0,008	0,002	-4,326	0,000
BENAHADUX	0,030	0,003	10,669	0,000
CAMPANILLAS CIFA	0,020	0,002	8,834	0,000
CAMPILLOS	-0,001	0,002	-0,527	0,599
CARRANQUE	0,004	0,002	2,065	0,039
EL ATABAL	0,013	0,002	6,521	0,000
EL BOTICARIO	-0,006	0,002	-3,598	0,000
EL EJIDO	-0,056	0,003	-20,181	0,000
FERNAN PEREZ	0,010	0,002	5,823	0,000
GRANADA NORTE	-0,004	0,001	-2,642	0,008
LA GRANATILLA	0,007	0,002	3,344	0,001
LA JOYA	-0,003	0,001	-2,270	0,023
LAS FUENTEZUELAS	-0,036	0,002	-20,329	0,000
MARBELLA	0,000	0,002	-0,175	0,861
MEDITERRANEO	-0,007	0,002	-4,343	0,000
MOJACAR	-0,002	0,002	-1,080	0,280
MOTRIL	0,007	0,003	2,343	0,019
PALACIO CONGRESOS	-0,021	0,002	-12,605	0,000
PALOMARES	0,017	0,002	7,112	0,000
PLAZA DEL CASTILLO	-0,004	0,002	-2,936	0,003
RODALQUILAR	-0,007	0,002	-3,708	0,000
RONDA DEL VALLE	-0,028	0,002	-18,384	0,000
VILL, DEL ARZOBISPO	-0,042	0,002	-21,305	0,000
VIZNAR	0,006	0,002	2,450	0,014

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SURESTE NO ₂ VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
AVENIDA JUAN XXIII	-0,167	0,009	-18,345	0,000

BAILEN	-0,273	0,009	-30,766	0,000
BEDAR	-0,077	0,008	-9,921	0,000
BENAHADUX	-0,110	0,019	-5,725	0,000
CAMPANILLAS CIFA	-0,133	0,012	-10,903	0,000
CAMPILLOS	-0,123	0,012	-10,184	0,000
CARRANQUE	-0,116	0,011	-10,965	0,000
EL ATABAL	-0,119	0,011	-10,466	0,000
EL BOTICARIO	-0,119	0,012	-10,045	0,000
EL EJIDO	-0,174	0,007	-25,533	0,000
FERNAN PEREZ	-0,063	0,012	-5,307	0,000
GRANADA NORTE	-0,130	0,007	-18,605	0,000
LA GRANATILLA	-0,168	0,013	-12,672	0,000
LA JOYA	-0,034	0,008	-4,417	0,000
LAS FUENTEZUELAS	-0,219	0,010	-22,353	0,000
MARBELLA	-0,102	0,015	-6,714	0,000
MEDITERRANEO	-0,125	0,011	-11,137	0,000
MOJACAR	-0,071	0,007	-9,669	0,000
MOTRIL	-0,068	0,006	-10,844	0,000
PALACIO CONGRESOS	-0,124	0,008	-15,443	0,000
PALOMARES	-0,113	0,010	-11,512	0,000
PLAZA DEL CASTILLO	-0,054	0,006	-8,951	0,000
RODALQUILAR	-0,051	0,004	-12,828	0,000
RONDA DEL VALLE	-0,184	0,008	-21,769	0,000
VILL, DEL ARZOBISPO	-0,232	0,015	-15,801	0,000
VIZNAR	-0,100	0,012	-8,436	0,000

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SURESTE NO₂ PRECIPITACIÓN MEDIA				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
AVENIDA JUAN XXIII	-0,001	0,002	-0,397	0,691
BAILEN	-0,011	0,003	-4,388	0,000
BEDAR	-0,002	0,003	-0,613	0,540
BENAHADUX	-0,012	0,007	-1,740	0,082
CAMPANILLAS CIFA	0,002	0,002	0,966	0,334
CAMPILLOS	-0,005	0,002	-3,042	0,002
CARRANQUE	0,001	0,002	0,906	0,365
EL ATABAL	0,001	0,002	0,844	0,399
EL BOTICARIO	-0,013	0,004	-3,087	0,002
EL EJIDO	-0,026	0,005	-5,180	0,000
FERNAN PEREZ	-0,007	0,004	-1,727	0,084
GRANADA NORTE	-0,005	0,002	-2,046	0,041

LA GRANATILLA	-0,009	0,005	-1,861	0,063
LA JOYA	-0,004	0,003	-1,423	0,155
LAS FUENTEZUELAS	-0,020	0,003	-6,829	0,000
MARBELLA	-0,007	0,001	-13,898	0,000
MEDITERRANEO	-0,011	0,004	-2,856	0,004
MOJACAR	0,000	0,003	0,045	0,964
MOTRIL	0,000	0,003	-0,136	0,892
PALACIO CONGRESOS	-0,003	0,003	-0,909	0,363
PALOMARES	-0,008	0,004	-1,954	0,051
PLAZA DEL CASTILLO	-0,006	0,002	-2,352	0,019
RODALQUILAR	-0,006	0,003	-2,184	0,029
RONDA DEL VALLE	-0,015	0,002	-6,096	0,000
VILL, DEL ARZOBISPO	0,003	0,002	1,717	0,086
VIZNAR	0,011	0,004	2,733	0,006

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SURESTE NO₂ CONFINAMIENTO				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
AVENIDA JUAN XXIII	-0,255	0,079	-3,217	0,001
BAILEN	-1,127	0,110	-10,206	0,000
BEDAR	-0,137	0,105	-1,302	0,193
BENAHADUX	0,868	0,166	5,245	0,000
CAMPANILLAS CIFA	-0,850	0,142	-5,997	0,000
CAMPILLOS	-0,382	0,140	-2,732	0,006
CARRANQUE	-0,501	0,123	-4,085	0,000
EL ATABAL	-0,472	0,132	-3,571	0,000
EL BOTICARIO	-0,494	0,102	-4,847	0,000
EL EJIDO	-0,430	0,109	-3,938	0,000
FERNAN PEREZ	0,034	0,102	0,330	0,741
GRANADA NORTE	-0,528	0,091	-5,830	0,000
LA GRANATILLA	0,013	0,114	0,113	0,910
LA JOYA	0,063	0,065	0,957	0,339
LAS FUENTEZUELAS	-1,286	0,122	-10,584	0,000
MARBELLA	-0,558	0,089	-6,254	0,000
MEDITERRANEO	-0,203	0,096	-2,108	0,035
MOJACAR	-0,111	0,100	-1,108	0,268
MOTRIL	-0,054	0,120	-0,448	0,654
PALACIO CONGRESOS	-0,428	0,104	-4,101	0,000
PALOMARES	0,178	0,134	1,334	0,182
PLAZA DEL CASTILLO	-0,084	0,082	-1,023	0,306
RODALQUILAR	-0,227	0,096	-2,364	0,018

RONDA DEL VALLE	-1,133	0,105	-10,785	0,000
VILL, DEL ARZOBISPO	-0,576	0,141	-4,080	0,000
VIZNAR	0,170	0,153	1,111	0,267

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SURESTE NO₂ FASE 0				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
AVENIDA JUAN XXIII	-0,695	0,089	-7,836	0,000
BAILEN	0,469	0,123	3,807	0,000
BEDAR	-0,467	0,117	-3,983	0,000
BENAHADUX	-0,777	0,185	-4,209	0,000
CAMPANILLAS CIFA	0,051	0,158	0,323	0,747
CAMPILLOS	-0,096	0,156	-0,615	0,538
CARRANQUE	-0,318	0,137	-2,323	0,020
EL ATABAL	-0,207	0,147	-1,407	0,160
EL BOTICARIO	-0,371	0,114	-3,265	0,001
EL EJIDO	-0,514	0,121	-4,235	0,000
FERNAN PEREZ	0,302	0,114	2,659	0,008
GRANADA NORTE	-0,468	0,101	-4,650	0,000
LA GRANATILLA	-0,409	0,127	-3,210	0,001
LA JOYA	-0,313	0,073	-4,295	0,000
LAS FUENTEZUELAS	0,335	0,135	2,476	0,013
MARBELLA	-0,439	0,100	-4,406	0,000
MEDITERRANEO	-0,761	0,107	-7,089	0,000
MOJACAR	-0,182	0,112	-1,627	0,104
MOTRIL	-0,883	0,133	-6,626	0,000
PALACIO CONGRESOS	-0,674	0,116	-5,823	0,000
PALOMARES	-0,771	0,149	-5,175	0,000
PLAZA DEL CASTILLO	-0,590	0,092	-6,423	0,000
RODALQUILAR	-0,171	0,107	-1,602	0,109
RONDA DEL VALLE	-0,031	0,117	-0,267	0,789
VILL, DEL ARZOBISPO	-0,005	0,157	-0,032	0,975
VIZNAR	-0,426	0,170	-2,502	0,012

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SURESTE NO₂ FASE 1				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
AVENIDA JUAN XXIII	-0,180	0,111	-1,622	0,105
BAILEN	0,537	0,153	3,508	0,000

BEDAR	-0,342	0,147	-2,332	0,020
BENAHADUX	-0,834	0,231	-3,614	0,000
CAMPANILLAS CIFA	0,501	0,198	2,526	0,012
CAMPILLOS	0,104	0,196	0,529	0,597
CARRANQUE	0,115	0,172	0,669	0,504
EL ATABAL	0,211	0,185	1,142	0,253
EL BOTICARIO	0,022	0,142	0,157	0,875
EL EJIDO	-0,102	0,153	-0,670	0,503
FERNAN PEREZ	0,160	0,142	1,128	0,259
GRANADA NORTE	-0,083	0,127	-0,658	0,510
LA GRANATILLA	-0,247	0,159	-1,554	0,120
LA JOYA	-0,164	0,091	-1,796	0,073
LAS FUENTEZUELAS	0,273	0,168	1,621	0,105
MARBELLA	-0,061	0,125	-0,484	0,628
MEDITERRANEO	-0,109	0,134	-0,814	0,416
MOJACAR	-0,147	0,140	-1,051	0,294
MOTRIL	-0,417	0,168	-2,484	0,013
PALACIO CONGRESOS	-0,174	0,146	-1,193	0,233
PALOMARES	-0,407	0,186	-2,182	0,029
PLAZA DEL CASTILLO	-0,251	0,115	-2,186	0,029
RODALQUILAR	-0,102	0,134	-0,758	0,448
RONDA DEL VALLE	0,214	0,145	1,469	0,142
VILL, DEL ARZOBISPO	0,022	0,197	0,112	0,911
VIZNAR	-0,408	0,214	-1,903	0,057

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SURESTE NO₂ FASE 2				
Estación	Coficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
AVENIDA JUAN XXIII	-0,085	0,111	-0,763	0,445
BAILEN	0,107	0,153	0,695	0,487
BEDAR	-0,376	0,147	-2,555	0,011
BENAHADUX	-0,442	0,232	-1,905	0,057
CAMPANILLAS CIFA	0,387	0,200	1,937	0,053
CAMPILLOS	-0,097	0,197	-0,490	0,624
CARRANQUE	0,002	0,173	0,011	0,991
EL ATABAL	-0,004	0,186	-0,023	0,982
EL BOTICARIO	-0,246	0,143	-1,722	0,085
EL EJIDO	0,044	0,153	0,288	0,773
FERNAN PEREZ	-0,121	0,143	-0,847	0,397
GRANADA NORTE	-0,044	0,127	-0,347	0,729
LA GRANATILLA	-0,339	0,160	-2,121	0,034

LA JOYA	-0,228	0,092	-2,489	0,013
LAS FUENTEZUELAS	-0,147	0,169	-0,868	0,385
MARBELLA	-0,100	0,125	-0,798	0,425
MEDITERRANEO	-0,041	0,135	-0,303	0,762
MOJACAR	-0,175	0,140	-1,248	0,212
MOTRIL	-0,356	0,168	-2,118	0,034
PALACIO CONGRESOS	-0,107	0,146	-0,731	0,465
PALOMARES	-0,449	0,187	-2,401	0,016
PLAZA DEL CASTILLO	-0,392	0,115	-3,399	0,001
RODALQUILAR	-0,106	0,135	-0,785	0,433
RONDA DEL VALLE	-0,281	0,146	-1,926	0,054
VILL, DEL ARZOBISPO	0,169	0,198	0,856	0,392
VIZNAR	-0,110	0,214	-0,512	0,608

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SURESTE NO₂ SÁBADO				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
AVENIDA JUAN XXIII	-0,205	0,022	-9,211	0,000
BAILEN	-0,168	0,031	-5,458	0,000
BEDAR	-0,061	0,029	-2,085	0,037
BENAHADUX	-0,222	0,046	-4,787	0,000
CAMPANILLAS CIFA	-0,184	0,040	-4,625	0,000
CAMPILLOS	-0,110	0,039	-2,794	0,005
CARRANQUE	-0,185	0,035	-5,351	0,000
EL ATABAL	-0,260	0,037	-6,999	0,000
EL BOTICARIO	-0,129	0,028	-4,539	0,000
EL EJIDO	-0,157	0,031	-5,114	0,000
FERNAN PEREZ	-0,039	0,029	-1,383	0,167
GRANADA NORTE	-0,191	0,025	-7,528	0,000
LA GRANATILLA	-0,117	0,032	-3,660	0,000
LA JOYA	-0,009	0,018	-0,491	0,624
LAS FUENTEZUELAS	-0,223	0,034	-6,616	0,000
MARBELLA	-0,257	0,025	-10,238	0,000
MEDITERRANEO	-0,165	0,027	-6,144	0,000
MOJACAR	-0,051	0,028	-1,834	0,067
MOTRIL	-0,143	0,034	-4,256	0,000
PALACIO CONGRESOS	-0,162	0,029	-5,565	0,000
PALOMARES	-0,046	0,037	-1,242	0,214
PLAZA DEL CASTILLO	-0,129	0,023	-5,583	0,000
RODALQUILAR	-0,007	0,027	-0,257	0,797
RONDA DEL VALLE	-0,189	0,029	-6,487	0,000

VILL, DEL ARZOBISPO	-0,159	0,040	-4,013	0,000
VIZNAR	-0,241	0,043	-5,615	0,000

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SURESTE NO₂ DOMINGO				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
AVENIDA JUAN XXIII	-0,340	0,022	-15,314	0,000
BAILEN	-0,330	0,031	-10,772	0,000
BEDAR	-0,153	0,029	-5,200	0,000
BENAHADUX	-0,324	0,046	-7,003	0,000
CAMPANILLAS CIFA	-0,285	0,040	-7,172	0,000
CAMPILLOS	-0,192	0,039	-4,880	0,000
CARRANQUE	-0,317	0,034	-9,220	0,000
EL ATABAL	-0,377	0,037	-10,188	0,000
EL BOTICARIO	-0,293	0,028	-10,290	0,000
EL EJIDO	-0,402	0,031	-13,130	0,000
FERNAN PEREZ	-0,078	0,028	-2,727	0,006
GRANADA NORTE	-0,414	0,025	-16,373	0,000
LA GRANATILLA	-0,238	0,032	-7,474	0,000
LA JOYA	-0,011	0,018	-0,589	0,556
LAS FUENTEZUELAS	-0,383	0,034	-11,363	0,000
MARBELLA	-0,437	0,025	-17,478	0,000
MEDITERRANEO	-0,411	0,027	-15,282	0,000
MOJACAR	-0,146	0,028	-5,223	0,000
MOTRIL	-0,321	0,034	-9,554	0,000
PALACIO CONGRESOS	-0,444	0,029	-15,266	0,000
PALOMARES	-0,094	0,037	-2,510	0,012
PLAZA DEL CASTILLO	-0,259	0,023	-11,255	0,000
RODALQUILAR	-0,018	0,027	-0,671	0,502
RONDA DEL VALLE	-0,376	0,029	-12,909	0,000
VILL, DEL ARZOBISPO	-0,313	0,039	-7,926	0,000
VIZNAR	-0,595	0,043	-13,896	0,000

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SURESTE NO₂ POLVO DEL SAHARA				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
AVENIDA JUAN XXIII	-0,002	0,018	-0,108	0,914
BAILEN	0,059	0,025	2,307	0,021
BEDAR	0,137	0,024	5,737	0,000
BENAHADUX	-0,221	0,038	-5,868	0,000

CAMPANILLAS CIFA	0,017	0,032	0,536	0,592
CAMPILLOS	0,061	0,032	1,915	0,056
CARRANQUE	0,029	0,028	1,042	0,297
EL ATABAL	0,078	0,030	2,579	0,010
EL BOTICARIO	-0,071	0,023	-3,079	0,002
EL EJIDO	-0,131	0,025	-5,284	0,000
FERNAN PEREZ	-0,045	0,023	-1,938	0,053
GRANADA NORTE	0,027	0,021	1,248	0,212
LA GRANATILLA	-0,109	0,026	-4,194	0,000
LA JOYA	0,004	0,015	0,262	0,793
LAS FUENTEZUELAS	0,075	0,028	2,690	0,007
MARBELLA	0,010	0,020	0,487	0,626
MEDITERRANEO	-0,119	0,022	-5,416	0,000
MOJACAR	-0,031	0,023	-1,352	0,177
MOTRIL	0,106	0,026	4,140	0,000
PALACIO CONGRESOS	0,156	0,025	6,349	0,000
PALOMARES	0,138	0,030	4,532	0,000
PLAZA DEL CASTILLO	-0,102	0,019	-5,461	0,000
RODALQUILAR	0,097	0,022	4,319	0,000
RONDA DEL VALLE	-0,043	0,024	-1,798	0,072
VILL, DEL ARZOBISPO	-0,060	0,033	-1,836	0,067
VIZNAR	-0,081	0,036	-2,232	0,026

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SURESTE NO₂ COMBUSTIÓN DE BIOMASA				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
AVENIDA JUAN XXIII	0,115	0,033	3,505	0,000
BAILEN	0,135	0,045	2,975	0,003
BEDAR	0,141	0,044	3,238	0,001
BENAHADUX	-0,049	0,069	-0,709	0,479
CAMPANILLAS CIFA	0,163	0,060	2,733	0,006
CAMPILLOS	0,077	0,059	1,313	0,190
CARRANQUE	0,164	0,052	3,179	0,002
EL ATABAL	0,091	0,055	1,647	0,100
EL BOTICARIO	0,010	0,042	0,234	0,815
EL EJIDO	0,075	0,045	1,649	0,099
FERNAN PEREZ	0,116	0,042	2,747	0,006
GRANADA NORTE	0,157	0,038	4,176	0,000
LA GRANATILLA	0,043	0,047	0,907	0,365
LA JOYA	0,143	0,027	5,289	0,000
LAS FUENTEZUELAS	0,211	0,050	4,216	0,000

MARBELLA	0,085	0,037	2,298	0,022
MEDITERRANEO	0,040	0,040	1,000	0,318
MOJACAR	-0,090	0,042	-2,155	0,031
MOTRIL	0,080	0,050	1,610	0,108
PALACIO CONGRESOS	0,166	0,043	3,839	0,000
PALOMARES	0,053	0,055	0,956	0,339
PLAZA DEL CASTILLO	0,043	0,034	1,251	0,211
RODALQUILAR	0,183	0,040	4,571	0,000
RONDA DEL VALLE	0,158	0,043	3,657	0,000
VILL, DEL ARZOBISPO	0,201	0,059	3,431	0,001
VIZNAR	0,079	0,063	1,246	0,213

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

2. RESULTADOS DE LA REGRESIÓN PARA EL O₃ EN LA ZONA ESTE DE ANDALUCÍA

SURESTE O₃ TEMPERATURA MEDIA				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
BAILEN	0,041	0,001	31,289	0,000
BEDAR	0,012	0,001	16,023	0,000
BENAHADUX	0,013	0,001	8,680	0,000
CAMPANILLAS CIFA	0,008	0,001	7,838	0,000
CAMPILLOS	0,014	0,001	17,091	0,000
CARRANQUE	0,011	0,001	7,429	0,000
EL ATABAL	0,007	0,001	7,830	0,000
EL BOTICARIO	0,004	0,001	3,462	0,001
EL EJIDO	0,039	0,002	19,128	0,000
FERNAN PEREZ	0,000	0,001	0,173	0,863
LA GRANATILLA	0,003	0,001	4,247	0,000
LA JOYA	0,005	0,001	6,274	0,000
LAS FUENTEZUELAS	0,026	0,001	30,762	0,000
MARBELLA	0,012	0,002	6,926	0,000
MEDITERRANEO	0,008	0,001	5,310	0,000
MOJACAR	0,010	0,001	12,395	0,000
MOTRIL	0,012	0,002	7,659	0,000
PALACIO CONGRESOS	0,036	0,002	23,402	0,000
RODALQUILAR	0,011	0,001	11,584	0,000
RONDA DEL VALLE	0,036	0,001	29,426	0,000
VILL, DEL ARZOBISPO	0,030	0,001	31,172	0,000

VIZNAR	0,015	0,001	22,047	0,000
CIUDAD DEPORTIVA	0,038	0,001	26,088	0,000

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SURESTE O₃ VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
BAILEN	0,138	0,007	18,852	0,000
BEDAR	0,010	0,003	3,596	0,000
BENAHADUX	0,075	0,010	7,590	0,000
CAMPANILLAS CIFA	0,065	0,005	12,090	0,000
CAMPILLOS	0,104	0,004	23,213	0,000
CARRANQUE	0,098	0,008	12,393	0,000
EL ATABAL	0,069	0,005	13,138	0,000
EL BOTICARIO	0,092	0,007	12,912	0,000
EL EJIDO	0,078	0,005	15,387	0,000
FERNAN PEREZ	0,072	0,009	8,318	0,000
LA GRANATILLA	0,049	0,005	8,900	0,000
LA JOYA	0,058	0,006	10,071	0,000
LAS FUENTEZUELAS	0,070	0,005	14,784	0,000
MARBELLA	0,117	0,018	6,695	0,000
MEDITERRANEO	0,109	0,010	11,408	0,000
MOJACAR	0,018	0,003	5,708	0,000
MOTRIL	0,015	0,003	4,274	0,000
PALACIO CONGRESOS	0,146	0,008	19,395	0,000
RODALQUILAR	0,024	0,002	12,494	0,000
RONDA DEL VALLE	0,117	0,007	17,436	0,000
VILL, DEL ARZOBISPO	0,090	0,007	12,572	0,000
VIZNAR	0,011	0,003	3,351	0,001
CIUDAD DEPORTIVA	0,161	0,007	22,321	0,000

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SURESTE O₃ PRECIPITACIÓN MEDIA				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
BAILEN	0,003	0,002	1,520	0,129
BEDAR	-0,002	0,001	-1,543	0,123
BENAHADUX	-0,003	0,004	-0,837	0,403
CAMPANILLAS CIFA	-0,002	0,001	-2,466	0,014
CAMPILLOS	0,000	0,001	0,616	0,538
CARRANQUE	-0,002	0,001	-1,450	0,147

EL ATABAL	-0,002	0,001	-2,752	0,006
EL BOTICARIO	0,003	0,003	1,027	0,304
EL EJIDO	0,009	0,004	2,323	0,020
FERNAN PEREZ	-0,001	0,003	-0,212	0,832
LA GRANATILLA	-0,002	0,002	-1,160	0,246
LA JOYA	-0,001	0,002	-0,270	0,787
LAS FUENTEZUELAS	0,003	0,001	1,824	0,068
MARBELLA	0,002	0,001	2,902	0,004
MEDITERRANEO	0,007	0,003	2,112	0,035
MOJACAR	-0,001	0,001	-0,477	0,634
MOTRIL	-0,001	0,002	-0,638	0,524
PALACIO CONGRESOS	0,000	0,003	-0,148	0,883
RODALQUILAR	0,002	0,001	1,294	0,196
RONDA DEL VALLE	0,006	0,002	2,880	0,004
VILL, DEL ARZOBISPO	-0,004	0,001	-4,658	0,000
VIZNAR	-0,005	0,001	-4,445	0,000
CIUDAD DEPORTIVA	0,009	0,002	3,415	0,001

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SURESTE O₃ CONFINAMIENTO				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
BAILEN	0,451	0,091	4,949	0,000
BEDAR	-0,021	0,039	-0,529	0,597
BENAHADUX	0,055	0,085	0,651	0,515
CAMPANILLAS CIFA	0,019	0,062	0,306	0,760
CAMPILLOS	-0,050	0,052	-0,964	0,335
CARRANQUE	0,247	0,092	2,671	0,008
EL ATABAL	0,140	0,061	2,290	0,022
EL BOTICARIO	0,057	0,061	0,929	0,353
EL EJIDO	0,174	0,081	2,154	0,031
FERNAN PEREZ	-0,149	0,074	-2,004	0,045
LA GRANATILLA	-0,143	0,047	-3,038	0,002
LA JOYA	-0,077	0,050	-1,545	0,123
LAS FUENTEZUELAS	0,116	0,059	1,967	0,049
MARBELLA	0,160	0,102	1,559	0,119
MEDITERRANEO	0,176	0,082	2,141	0,032
MOJACAR	-0,031	0,044	-0,706	0,481
MOTRIL	0,065	0,065	0,992	0,321
PALACIO CONGRESOS	0,176	0,097	1,805	0,071
RODALQUILAR	-0,019	0,045	-0,409	0,682
RONDA DEL VALLE	0,326	0,084	3,896	0,000

VILL, DEL ARZOBISPO	0,068	0,069	0,982	0,326
VIZNAR	-0,148	0,044	-3,363	0,001
CIUDAD DEPORTIVA	-0,013	0,093	-0,137	0,891

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SURESTE O₃ FASE 0				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
BAILEN	-0,226	0,101	-2,230	0,026
BEDAR	0,024	0,044	0,538	0,591
BENAHADUX	0,167	0,095	1,761	0,078
CAMPANILLAS CIFA	0,109	0,069	1,565	0,118
CAMPILLOS	0,104	0,058	1,794	0,073
CARRANQUE	0,110	0,103	1,071	0,284
EL ATABAL	0,152	0,068	2,227	0,026
EL BOTICARIO	0,088	0,068	1,285	0,199
EL EJIDO	0,144	0,090	1,612	0,107
FERNAN PEREZ	0,061	0,083	0,736	0,462
LA GRANATILLA	0,228	0,052	4,343	0,000
LA JOYA	0,139	0,056	2,505	0,012
LAS FUENTEZUELAS	-0,048	0,066	-0,737	0,461
MARBELLA	0,216	0,114	1,891	0,059
MEDITERRANEO	0,127	0,092	1,390	0,165
MOJACAR	0,114	0,049	2,337	0,020
MOTRIL	0,087	0,073	1,200	0,230
PALACIO CONGRESOS	0,091	0,108	0,840	0,401
RODALQUILAR	0,120	0,050	2,386	0,017
RONDA DEL VALLE	-0,083	0,093	-0,888	0,375
VILL, DEL ARZOBISPO	0,098	0,077	1,281	0,201
VIZNAR	0,088	0,049	1,795	0,073
CIUDAD DEPORTIVA	0,220	0,104	2,125	0,034

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SURESTE O₃ FASE 1				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
BAILEN	-0,227	0,126	-1,801	0,072
BEDAR	0,078	0,055	1,426	0,154
BENAHADUX	0,168	0,118	1,423	0,155
CAMPANILLAS CIFA	0,102	0,087	1,167	0,243
CAMPILLOS	0,088	0,072	1,208	0,227

CARRANQUE	0,096	0,129	0,746	0,456
EL ATABAL	0,113	0,085	1,325	0,185
EL BOTICARIO	0,124	0,085	1,451	0,147
EL EJIDO	0,119	0,113	1,057	0,291
FERNAN PEREZ	0,112	0,104	1,085	0,278
LA GRANATILLA	0,278	0,065	4,246	0,000
LA JOYA	0,193	0,069	2,788	0,005
LAS FUENTEZUELAS	0,064	0,082	0,787	0,431
MARBELLA	0,151	0,144	1,052	0,293
MEDITERRANEO	0,090	0,114	0,783	0,434
MOJACAR	0,148	0,061	2,444	0,015
MOTRIL	0,116	0,091	1,275	0,202
PALACIO CONGRESOS	0,140	0,136	1,028	0,304
RODALQUILAR	0,195	0,063	3,074	0,002
RONDA DEL VALLE	0,012	0,116	0,101	0,920
VILL, DEL ARZOBISPO	0,128	0,096	1,330	0,184
VIZNAR	0,169	0,062	2,743	0,006
CIUDAD DEPORTIVA	0,236	0,130	1,813	0,070

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SURESTE O₃ FASE 2				
Estación	Coficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
BAILEN	-0,110	0,127	-0,870	0,384
BEDAR	0,131	0,055	2,378	0,018
BENAHADUX	0,080	0,119	0,674	0,501
CAMPANILLAS CIFA	0,003	0,088	0,038	0,970
CAMPILLOS	-0,001	0,073	-0,018	0,986
CARRANQUE	-0,020	0,130	-0,153	0,878
EL ATABAL	0,003	0,086	0,030	0,976
EL BOTICARIO	0,037	0,086	0,437	0,662
EL EJIDO	-0,103	0,113	-0,909	0,363
FERNAN PEREZ	0,014	0,104	0,138	0,890
LA GRANATILLA	0,252	0,066	3,823	0,000
LA JOYA	0,134	0,070	1,927	0,054
LAS FUENTEZUELAS	0,038	0,082	0,470	0,639
MARBELLA	0,111	0,144	0,773	0,440
MEDITERRANEO	-0,003	0,115	-0,030	0,976
MOJACAR	0,117	0,061	1,921	0,055
MOTRIL	0,043	0,092	0,473	0,637
PALACIO CONGRESOS	-0,177	0,136	-1,303	0,193
RODALQUILAR	0,012	0,064	0,183	0,855

RONDA DEL VALLE	-0,100	0,116	-0,864	0,388
VILL, DEL ARZOBISPO	-0,034	0,097	-0,349	0,727
VIZNAR	0,047	0,062	0,764	0,445
CIUDAD DEPORTIVA	0,006	0,130	0,045	0,964

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SURESTE O₃ SÁBADO				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
BAILEN	0,063	0,025	2,503	0,012
BEDAR	-0,002	0,011	-0,197	0,844
BENAHADUX	0,038	0,024	1,612	0,107
CAMPANILLAS CIFA	0,036	0,017	2,058	0,040
CAMPILLOS	-0,001	0,015	-0,075	0,940
CARRANQUE	0,070	0,026	2,688	0,007
EL ATABAL	0,065	0,017	3,775	0,000
EL BOTICARIO	0,018	0,017	1,022	0,307
EL EJIDO	0,045	0,023	1,969	0,049
FERNAN PEREZ	0,010	0,021	0,504	0,615
LA GRANATILLA	0,007	0,013	0,562	0,574
LA JOYA	0,001	0,014	0,107	0,915
LAS FUENTEZUELAS	0,025	0,016	1,526	0,127
MARBELLA	0,066	0,029	2,306	0,021
MEDITERRANEO	0,046	0,023	2,023	0,043
MOJACAR	-0,003	0,012	-0,243	0,808
MOTRIL	0,017	0,018	0,952	0,341
PALACIO CONGRESOS	0,064	0,027	2,359	0,018
RODALQUILAR	-0,001	0,013	-0,113	0,910
RONDA DEL VALLE	0,042	0,023	1,813	0,070
VILL, DEL ARZOBISPO	0,022	0,019	1,132	0,258
VIZNAR	0,014	0,012	1,121	0,263
CIUDAD DEPORTIVA	0,062	0,026	2,394	0,017

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SURESTE O₃ DOMINGO				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
BAILEN	0,078	0,025	3,097	0,002
BEDAR	-0,002	0,011	-0,167	0,867
BENAHADUX	0,047	0,024	1,980	0,048
CAMPANILLAS CIFA	0,056	0,017	3,221	0,001

CAMPILLOS	0,009	0,015	0,618	0,537
CARRANQUE	0,113	0,026	4,380	0,000
EL ATABAL	0,082	0,017	4,769	0,000
EL BOTICARIO	0,038	0,017	2,210	0,027
EL EJIDO	0,072	0,023	3,172	0,002
FERNAN PEREZ	0,011	0,021	0,548	0,584
LA GRANATILLA	0,015	0,013	1,108	0,268
LA JOYA	0,001	0,014	0,087	0,930
LAS FUENTEZUELAS	0,040	0,016	2,458	0,014
MARBELLA	0,104	0,029	3,622	0,000
MEDITERRANEO	0,115	0,023	5,040	0,000
MOJACAR	0,000	0,012	0,020	0,984
MOTRIL	0,050	0,018	2,706	0,007
PALACIO CONGRESOS	0,181	0,027	6,653	0,000
RODALQUILAR	-0,004	0,013	-0,350	0,726
RONDA DEL VALLE	0,071	0,023	3,062	0,002
VILL, DEL ARZOBISPO	0,038	0,019	1,949	0,052
VIZNAR	0,023	0,012	1,884	0,060
CIUDAD DEPORTIVA	0,136	0,026	5,238	0,000

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SURESTE O₃ POLVO DEL SAHARA				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
AVENIDA JUAN XXIII	-0,006	0,021	-0,307	0,759
BAILEN	0,047	0,009	5,270	0,000
BEDAR	0,122	0,019	6,297	0,000
BENAHADUX	0,037	0,014	2,588	0,010
CAMPANILLAS CIFA	0,053	0,012	4,533	0,000
CAMPILLOS	0,075	0,021	3,585	0,000
CARRANQUE	0,029	0,014	2,076	0,038
EL ATABAL	0,083	0,014	5,938	0,000
EL BOTICARIO	0,086	0,018	4,717	0,000
EL EJIDO	0,127	0,017	7,531	0,000
FERNAN PEREZ	0,070	0,011	6,537	0,000
GRANADA NORTE	0,070	0,011	6,147	0,000
LA GRANATILLA	0,033	0,014	2,413	0,016
LA JOYA	0,087	0,024	3,715	0,000
LAS FUENTEZUELAS	0,111	0,019	5,957	0,000
MARBELLA	0,037	0,010	3,749	0,000
MEDITERRANEO	0,020	0,014	1,420	0,156
MOJACAR	-0,038	0,023	-1,656	0,098

MOTRIL	0,056	0,011	5,308	0,000
PALACIO CONGRESOS	0,039	0,019	2,018	0,044
PALOMARES	0,057	0,016	3,539	0,000
PLAZA DEL CASTILLO	0,008	0,010	0,769	0,442
RODALQUILAR	-0,042	0,022	-1,931	0,054
RONDA DEL VALLE	-0,006	0,021	-0,307	0,759
VILL, DEL ARZOBISPO	0,047	0,009	5,270	0,000
VIZNAR	0,122	0,019	6,297	0,000

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SURESTE O₃ COMBUSTIÓN DE BIOMASA				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
AVENIDA JUAN XXIII	-0,056	0,037	-1,496	0,135
BAILEN	-0,003	0,016	-0,170	0,865
BEDAR	-0,007	0,035	-0,207	0,836
BENAHADUX	-0,056	0,026	-2,142	0,032
CAMPANILLAS CIFA	-0,061	0,022	-2,806	0,005
CAMPILLOS	-0,074	0,039	-1,920	0,055
CARRANQUE	-0,085	0,026	-3,329	0,001
EL ATABAL	0,006	0,025	0,250	0,803
EL BOTICARIO	-0,038	0,034	-1,125	0,261
EL EJIDO	0,037	0,031	1,186	0,236
FERNAN PEREZ	0,019	0,019	0,952	0,341
GRANADA NORTE	0,026	0,021	1,250	0,211
LA GRANATILLA	-0,047	0,024	-1,949	0,052
LA JOYA	-0,045	0,043	-1,051	0,293
LAS FUENTEZUELAS	0,018	0,034	0,515	0,607
MARBELLA	-0,013	0,018	-0,701	0,483
MEDITERRANEO	-0,012	0,027	-0,433	0,665
MOJACAR	-0,029	0,040	-0,724	0,469
MOTRIL	-0,005	0,019	-0,291	0,771
PALACIO CONGRESOS	-0,076	0,034	-2,198	0,028
PALOMARES	-0,101	0,029	-3,528	0,000
PLAZA DEL CASTILLO	0,005	0,018	0,271	0,787
RODALQUILAR	-0,082	0,039	-2,129	0,033
RONDA DEL VALLE	-0,056	0,037	-1,496	0,135
VILL, DEL ARZOBISPO	-0,003	0,016	-0,170	0,865
VIZNAR	-0,007	0,035	-0,207	0,836

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

3. RESULTADOS DE LA REGRESIÓN PARA EL PM₁₀ EN LA ZONA ESTE DE ANDALUCÍA

SURESTE PM₁₀ TEMPERATURA MEDIA				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
AVENIDA JUAN XXIII	-0,005	0,003	-1,709	0,088
BAILEN	0,009	0,002	4,299	0,000
BEDAR	0,026	0,002	11,138	0,000
CAMPANILLAS CIFA	0,001	0,002	0,761	0,447
CARRANQUE	-0,004	0,002	-1,727	0,084
EL ATABAL	-0,005	0,003	-1,834	0,067
EL EJIDO	0,020	0,003	7,278	0,000
GRANADA NORTE	0,002	0,001	1,145	0,252
MARBELLA	0,018	0,002	8,594	0,000
MEDITERRANEO	0,015	0,001	10,433	0,000
MOTRIL	0,014	0,003	5,366	0,000
PALACIO CONGRESOS	0,019	0,002	11,648	0,000
PLAZA DEL CASTILLO	0,047	0,003	18,180	0,000
RONDA DEL VALLE	0,003	0,002	1,715	0,087
VILL, DEL ARZOBISPO	-0,015	0,002	-7,997	0,000
CIUDAD DEPORTIVA	0,010	0,002	6,060	0,000

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SURESTE PM₁₀ VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
AVENIDA JUAN XXIII	-0,044	0,016	-2,654	0,008
BAILEN	-0,162	0,012	-13,294	0,000
BEDAR	-0,073	0,009	-7,842	0,000
CAMPANILLAS CIFA	-0,030	0,009	-3,223	0,001
CARRANQUE	-0,041	0,012	-3,304	0,001
EL ATABAL	-0,027	0,014	-1,896	0,058
EL EJIDO	-0,025	0,007	-3,793	0,000
GRANADA NORTE	-0,104	0,007	-14,518	0,000
MARBELLA	-0,038	0,021	-1,831	0,067
MEDITERRANEO	-0,053	0,010	-5,524	0,000
MOTRIL	0,000	0,005	0,072	0,943
PALACIO CONGRESOS	-0,082	0,008	-10,001	0,000
PLAZA DEL CASTILLO	0,000	0,010	0,014	0,989
RONDA DEL VALLE	-0,116	0,008	-13,745	0,000

VILL, DEL ARZOBISPO	-0,145	0,014	-10,596	0,000
CIUDAD DEPORTIVA	-0,132	0,008	-16,921	0,000

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SURESTE PM₁₀ PRECIPITACIÓN MEDIA				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
AVENIDA JUAN XXIII	0,003	0,003	1,148	0,251
BAILEN	-0,012	0,004	-3,383	0,001
BEDAR	-0,006	0,004	-1,581	0,114
CAMPANILLAS CIFA	-0,002	0,001	-1,206	0,228
CARRANQUE	-0,001	0,002	-0,815	0,415
EL ATABAL	-0,002	0,002	-1,044	0,297
EL EJIDO	-0,030	0,005	-6,084	0,000
GRANADA NORTE	-0,019	0,002	-7,878	0,000
MARBELLA	0,001	0,001	1,190	0,234
MEDITERRANEO	-0,009	0,003	-2,561	0,011
MOTRIL	-0,003	0,003	-1,261	0,208
PALACIO CONGRESOS	-0,018	0,003	-6,205	0,000
PLAZA DEL CASTILLO	-0,004	0,004	-0,965	0,335
RONDA DEL VALLE	-0,018	0,002	-7,228	0,000
VILL, DEL ARZOBISPO	-0,001	0,001	-0,768	0,443
CIUDAD DEPORTIVA	-0,028	0,003	-10,436	0,000

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SURESTE PM₁₀ CONFINAMIENTO				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
AVENIDA JUAN XXIII	-0,474	0,143	-3,301	0,001
BAILEN	-0,324	0,152	-2,136	0,033
BEDAR	0,232	0,127	1,824	0,068
CAMPANILLAS CIFA	0,163	0,107	1,526	0,127
CARRANQUE	0,171	0,143	1,196	0,232
EL ATABAL	0,350	0,167	2,094	0,036
EL EJIDO	0,317	0,106	2,984	0,003
GRANADA NORTE	-0,267	0,092	-2,891	0,004
MARBELLA	0,182	0,121	1,507	0,132
MEDITERRANEO	0,050	0,082	0,607	0,544
MOTRIL	0,311	0,105	2,964	0,003
PALACIO CONGRESOS	-0,154	0,106	-1,455	0,146
PLAZA DEL CASTILLO	0,334	0,142	2,355	0,019

RONDA DEL VALLE	-0,394	0,105	-3,768	0,000
VILL, DEL ARZOBISPO	-0,324	0,131	-2,471	0,014
CIUDAD DEPORTIVA	-0,223	0,101	-2,198	0,028

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SURESTE PM₁₀ FASE 0				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
AVENIDA JUAN XXIII	-0,364	0,160	-2,271	0,023
BAILEN	0,084	0,169	0,499	0,618
BEDAR	-0,346	0,142	-2,442	0,015
CAMPANILLAS CIFA	-0,262	0,119	-2,199	0,028
CARRANQUE	-0,806	0,159	-5,060	0,000
EL ATABAL	-0,377	0,186	-2,022	0,043
EL EJIDO	-0,630	0,118	-5,337	0,000
GRANADA NORTE	-0,336	0,103	-3,267	0,001
MARBELLA	-0,352	0,135	-2,607	0,009
MEDITERRANEO	-0,356	0,092	-3,874	0,000
MOTRIL	-0,529	0,116	-4,540	0,000
PALACIO CONGRESOS	-0,331	0,117	-2,815	0,005
PLAZA DEL CASTILLO	-0,169	0,158	-1,069	0,285
RONDA DEL VALLE	-0,082	0,116	-0,700	0,484
VILL, DEL ARZOBISPO	-0,284	0,146	-1,947	0,052
CIUDAD DEPORTIVA	-0,250	0,113	-2,224	0,026

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SURESTE PM₁₀ FASE 1				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
AVENIDA JUAN XXIII	-0,248	0,200	-1,241	0,215
BAILEN	0,125	0,210	0,593	0,553
BEDAR	-0,453	0,177	-2,556	0,011
CAMPANILLAS CIFA	-0,217	0,149	-1,455	0,146
CARRANQUE	-0,394	0,200	-1,975	0,048
EL ATABAL	-0,269	0,234	-1,153	0,249
EL EJIDO	-0,733	0,148	-4,935	0,000
GRANADA NORTE	-0,310	0,129	-2,397	0,017
MARBELLA	-0,543	0,169	-3,204	0,001
MEDITERRANEO	-0,399	0,115	-3,472	0,001
MOTRIL	-0,525	0,147	-3,578	0,000
PALACIO CONGRESOS	-0,421	0,148	-2,849	0,004

PLAZA DEL CASTILLO	-0,406	0,198	-2,057	0,040
RONDA DEL VALLE	-0,217	0,145	-1,501	0,134
VILL, DEL ARZOBISPO	-0,327	0,183	-1,787	0,074
CIUDAD DEPORTIVA	-0,262	0,142	-1,852	0,064

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SURESTE PM₁₀ FASE 2				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
AVENIDA JUAN XXIII	-0.100	0.201	-0.496	0.620
BAILEN	0.025	0.211	0.118	0.906
BEDAR	-0.280	0.178	-1.573	0.116
CAMPANILLAS CIFA	-0.101	0.150	-0.673	0.501
CARRANQUE	-0.029	0.201	-0.146	0.884
EL ATABAL	-0.125	0.235	-0.532	0.595
EL EJIDO	-0.239	0.149	-1.602	0.109
GRANADA NORTE	-0.085	0.129	-0.661	0.509
MARBELLA	-0.146	0.170	-0.861	0.389
MEDITERRANEO	-0.312	0.115	-2.706	0.007
MOTRIL	-0.405	0.147	-2.750	0.006
PALACIO CONGRESOS	-0.164	0.148	-1.109	0.268
PLAZA DEL CASTILLO	0.037	0.198	0.189	0.850
RONDA DEL VALLE	-0.930	0.145	-6.401	0.000
VILL, DEL ARZOBISPO	0.003	0.184	0.015	0.988
CIUDAD DEPORTIVA	-0.108	0.142	-0.764	0.445

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SURESTE PM₁₀ SÁBADO				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
AVENIDA JUAN XXIII	-0,024	0,040	-0,592	0,554
BAILEN	0,023	0,042	0,552	0,581
BEDAR	-0,005	0,036	-0,148	0,883
CAMPANILLAS CIFA	0,001	0,030	0,036	0,972
CARRANQUE	-0,025	0,040	-0,614	0,539
EL ATABAL	-0,057	0,047	-1,221	0,222
EL EJIDO	-0,024	0,030	-0,802	0,423
GRANADA NORTE	-0,057	0,026	-2,219	0,027
MARBELLA	-0,049	0,034	-1,453	0,146
MEDITERRANEO	-0,062	0,023	-2,687	0,007
MOTRIL	-0,024	0,029	-0,804	0,422

PALACIO CONGRESOS	0,003	0,030	0,099	0,921
PLAZA DEL CASTILLO	-0,045	0,040	-1,133	0,257
RONDA DEL VALLE	-0,015	0,029	-0,511	0,609
VILL, DEL ARZOBISPO	-0,043	0,037	-1,165	0,244
CIUDAD DEPORTIVA	-0,017	0,028	-0,615	0,539

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SURESTE PM₁₀ DOMINGO				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
AVENIDA JUAN XXIII	-0,079	0,040	-1,967	0,049
BAILEN	-0,050	0,042	-1,188	0,235
BEDAR	-0,095	0,036	-2,661	0,008
CAMPANILLAS CIFA	-0,059	0,030	-1,960	0,050
CARRANQUE	-0,121	0,040	-3,025	0,003
EL ATABAL	-0,140	0,047	-2,996	0,003
EL EJIDO	-0,110	0,030	-3,713	0,000
GRANADA NORTE	-0,148	0,026	-5,752	0,000
MARBELLA	-0,095	0,034	-2,799	0,005
MEDITERRANEO	-0,140	0,023	-6,086	0,000
MOTRIL	-0,115	0,029	-3,915	0,000
PALACIO CONGRESOS	-0,097	0,030	-3,301	0,001
PLAZA DEL CASTILLO	-0,114	0,040	-2,892	0,004
RONDA DEL VALLE	-0,119	0,029	-4,097	0,000
VILL, DEL ARZOBISPO	-0,110	0,037	-2,990	0,003
CIUDAD DEPORTIVA	-0,106	0,028	-3,760	0,000

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SURESTE PM₁₀ POLVO DEL SAHARA				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
AVENIDA JUAN XXIII	0,275	0,032	8,585	0,000
BAILEN	0,122	0,035	3,496	0,000
BEDAR	0,217	0,029	7,498	0,000
CAMPANILLAS CIFA	0,267	0,024	11,007	0,000
CARRANQUE	0,306	0,032	9,422	0,000
EL ATABAL	0,350	0,038	9,212	0,000
EL EJIDO	0,212	0,024	8,787	0,000
GRANADA NORTE	0,267	0,022	12,250	0,000
MARBELLA	0,099	0,028	3,584	0,000
MEDITERRANEO	0,120	0,019	6,385	0,000

MOTRIL	0,443	0,022	19,830	0,000
PALACIO CONGRESOS	0,248	0,025	9,960	0,000
PLAZA DEL CASTILLO	0,144	0,032	4,476	0,000
RONDA DEL VALLE	0,304	0,024	12,613	0,000
VILL, DEL ARZOBISPO	44638,000	0,030	6,680	0,000
CIUDAD DEPORTIVA	0,348	0,024	14,568	0,000

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SURESTE PM₁₀ COMBUSTIÓN DE BIOMASA				
Estación	Coficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
AVENIDA JUAN XXIII	0,280	0,059	4,712	0,000
BAILÉN	-0,226	0,062	-3,628	0,000
BEDAR	-0,220	0,053	-4,166	0,000
CAMPANILLAS CIFA	-0,167	0,045	-3,732	0,000
CARRANQUE	-0,224	0,060	-3,728	0,000
EL ATABAL	-0,342	0,070	-4,872	0,000
EL EJIDO	-0,017	0,044	-0,395	0,693
GRANADA NORTE	0,032	0,038	0,830	0,407
MARBELLA	-0,267	0,050	-5,300	0,000
MEDITERRANEO	-0,077	0,034	-2,263	0,024
MOTRIL	-0,008	0,044	-0,186	0,853
PALACIO CONGRESOS	-0,082	0,044	-1,882	0,060
PLAZA DEL CASTILLO	-0,175	0,059	-2,972	0,003
RONDA DEL VALLE	-0,009	0,043	-0,220	0,826
VILL, DEL ARZOBISPO	0,087	0,055	1,587	0,113
CIUDAD DEPORTIVA	0,053	0,042	1,268	0,205

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

4. RESULTADOS DE LA REGRESIÓN PARA EL NO₂ EN LA ZONA OESTE DE ANDALUCÍA

SUROESTE NO₂ TEMPERATURA MEDIA				
Estación	Coficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
ALJARAFE	-0,031	0,003	-12,439	0,000
ASOMADILLA	-0,024	0,002	-9,621	0,000
AVDA AL NASIR	-0,014	0,001	-13,460	0,000
BERMEJALES	-0,019	0,002	-10,155	0,000
CARTEYA	0,018	0,003	5,839	0,000

COBRE LAS CRUCES	0,001	0,001	1,090	0,276
COLEGIO S1	0,009	0,003	3,159	0,002
DOÑANA	-0,015	0,003	-4,940	0,000
DOS HERMANAS	-0,026	0,001	-17,808	0,000
E2 ALCORNOCALES	0,035	0,003	10,614	0,000
E4 RINCONCILLO	0,022	0,002	8,761	0,000
E7 EL ZABAL	0,021	0,003	6,431	0,000
EL ARENOSILLO	0,000	0,002	0,002	0,998
GUADARRANQUE	0,042	0,003	13,503	0,000
HOSTELERIA	-0,022	0,004	-5,958	0,000
JEREZ CHAPMN	-0,033	0,002	-16,586	0,000
LA LINEA	0,008	0,004	2,157	0,031
LA ORDEN	-0,001	0,003	-0,176	0,861
LA RABIDA	-0,003	0,002	-1,364	0,173
LA RANILLA	-0,017	0,001	-13,699	0,000
LEPANTO	-0,030	0,002	-18,430	0,000
LOS BARRIOS	0,018	0,003	5,340	0,000
MARISMAS DEL TITAN	0,001	0,002	0,656	0,512
MATALASCAÑAS	-0,029	0,004	-6,774	0,000
MAZAGON	-0,014	0,002	-6,509	0,000
MOGUER	-0,027	0,003	-10,351	0,000
NIEBLA	-0,012	0,003	-4,000	0,000
PALMONES S5	0,019	0,003	6,087	0,000
POZO DULCE	-0,016	0,004	-4,509	0,000
PRINCIPES	-0,026	0,002	-13,717	0,000
PUNTA UMBRIA	-0,005	0,003	-1,746	0,081
RIO SAN PEDRO	-0,019	0,002	-8,212	0,000
SAN JUAN DEL PUERTO	-0,031	0,002	-14,881	0,000
SAN ROQUE	0,002	0,003	0,654	0,513
SANTA CLARA	-0,024	0,002	-14,208	0,000
TORNEO	-0,007	0,002	-4,398	0,000

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SUROESTE NO₂ VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO				
Estación	Coficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
ALJARAFE	-0,148	0,013	-11,272	0,000
ASOMADILLA	-0,219	0,016	-13,995	0,000
AVDA AL NASIR	-0,126	0,005	-23,794	0,000
BERMEJALES	-0,159	0,007	-22,235	0,000
CARTEYA	-0,204	0,010	-20,431	0,000
COBRE LAS CRUCES	-0,078	0,007	-11,714	0,000

COLEGIO S1	-0,198	0,009	-20,804	0,000
DOÑANA	-0,235	0,014	-17,192	0,000
DOS HERMANAS	-0,144	0,006	-25,011	0,000
E2 ALCORNOCALES	-0,163	0,010	-15,667	0,000
E4 RINCONCILLO	-0,158	0,008	-20,130	0,000
E7 EL ZABAL	-0,116	0,004	-26,383	0,000
EL ARENOSILLO	0,014	0,009	1,515	0,130
GUADARRANQUE	-0,023	0,010	-2,322	0,020
HOSTELERIA	-0,189	0,012	-15,822	0,000
JEREZ CHAPMN	-0,178	0,007	-23,762	0,000
LA LINEA	-0,166	0,005	-34,081	0,000
LA ORDEN	-0,282	0,015	-18,795	0,000
LA RABIDA	-0,195	0,010	-18,993	0,000
LA RANILLA	-0,108	0,005	-21,985	0,000
LEPANTO	-0,207	0,011	-19,743	0,000
LOS BARRIOS	-0,112	0,010	-10,644	0,000
MARISMAS DEL TITAN	-0,204	0,009	-22,081	0,000
MATALASCAÑAS	-0,057	0,019	-2,948	0,003
MAZAGON	-0,025	0,011	-2,281	0,023
MOGUER	0,008	0,013	0,602	0,547
NIEBLA	-0,021	0,015	-1,410	0,159
PALMONES S5	-0,128	0,010	-12,986	0,000
POZO DULCE	-0,231	0,016	-14,337	0,000
PRINCIPES	-0,075	0,010	-7,456	0,000
PUNTA UMBRIA	-0,204	0,012	-17,133	0,000
RIO SAN PEDRO	-0,157	0,006	-26,951	0,000
SAN JUAN DEL PUERTO	0,021	0,011	2,018	0,044
SAN ROQUE	-0,182	0,008	-21,591	0,000
SANTA CLARA	-0,152	0,006	-23,459	0,000
TORNEO	-0,055	0,008	-6,579	0,000

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SUROESTE NO ₂ PRECIPITACIÓN MEDIA				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
ALJARAFE	-0,018	0,002	-9,473	0,000
ASOMADILLA	0,008	0,004	2,025	0,043
AVDA AL NASIR	0,000	0,002	0,292	0,770
BERMEJALES	-0,002	0,003	-0,901	0,368
CARTEYA	0,020	0,003	7,193	0,000
COBRE LAS CRUCES	0,002	0,001	1,970	0,049
COLEGIO S1	0,006	0,003	2,329	0,020

DOÑANA	-0,003	0,003	-0,963	0,336
DOS HERMANAS	-0,007	0,002	-3,171	0,002
E2 ALCORNOCALES	-0,001	0,003	-0,311	0,756
E4 RINCONCILLO	0,008	0,002	3,907	0,000
E7 EL ZABAL	0,011	0,003	4,360	0,000
EL ARENOSILLO	0,012	0,007	1,660	0,097
GUADARRANQUE	0,012	0,003	4,400	0,000
HOSTELERIA	0,012	0,003	3,715	0,000
JEREZ CHAPMN	0,009	0,002	3,635	0,000
LA LINEA	0,020	0,003	7,209	0,000
LA ORDEN	0,000	0,003	0,124	0,901
LA RABIDA	0,001	0,002	0,271	0,786
LA RANILLA	-0,006	0,002	-3,218	0,001
LEPANTO	-0,003	0,003	-1,252	0,211
LOS BARRIOS	0,013	0,003	4,393	0,000
MARISMAS DEL TITAN	-0,003	0,002	-1,496	0,135
MATALASCAÑAS	-0,001	0,004	-0,329	0,742
MAZAGON	0,027	0,008	3,193	0,001
MOGUER	0,030	0,010	2,960	0,003
NIEBLA	0,064	0,011	5,656	0,000
PALMONES S5	0,006	0,003	2,102	0,036
POZO DULCE	0,001	0,004	0,367	0,714
PRINCIPES	-0,010	0,001	-6,748	0,000
PUNTA UMBRIA	0,009	0,003	3,163	0,002
RIO SAN PEDRO	0,002	0,002	0,684	0,494
SAN JUAN DEL PUERTO	-0,004	0,008	-0,481	0,631
SAN ROQUE	0,008	0,002	3,491	0,000
SANTA CLARA	0,002	0,002	0,736	0,462
TORNEO	-0,008	0,001	-6,357	0,000

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SUROESTE NO₂ CONFINAMIENTO				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
ALJARAFE	-0,913	0,153	-5,950	0,000
ASOMADILLA	-0,384	0,166	-2,314	0,021
AVDA AL NASIR	-0,412	0,071	-5,770	0,000
BERMEJALES	-0,919	0,111	-8,285	0,000
CARTEYA	-0,603	0,148	-4,088	0,000
COBRE LAS CRUCES	-0,206	0,078	-2,632	0,009
COLEGIO S1	-0,526	0,140	-3,755	0,000
DOÑANA	-0,484	0,137	-3,533	0,000

DOS HERMANAS	-0,242	0,089	-2,726	0,006
E2 ALCORNOCALES	-0,448	0,153	-2,923	0,004
E4 RINCONCILLO	-0,391	0,116	-3,379	0,001
E7 EL ZABAL	-0,238	0,120	-1,981	0,048
EL ARENOSILLO	-0,082	0,096	-0,851	0,395
GUADARRANQUE	-0,533	0,146	-3,649	0,000
HOSTELERIA	-1,485	0,176	-8,440	0,000
JEREZ CHAPMN	-1,319	0,112	-11,750	0,000
LA LINEA	-0,027	0,132	-0,205	0,838
LA ORDEN	-0,289	0,150	-1,931	0,054
LA RABIDA	-0,077	0,103	-0,752	0,452
LA RANILLA	-0,478	0,076	-6,298	0,000
LEPANTO	-0,820	0,111	-7,373	0,000
LOS BARRIOS	-0,603	0,155	-3,900	0,000
MARISMAS DEL TITAN	-0,040	0,092	-0,429	0,668
MATALASCAÑAS	-1,048	0,193	-5,419	0,000
MAZAGON	-0,387	0,115	-3,360	0,001
MOGUER	-0,604	0,138	-4,374	0,000
NIEBLA	-0,808	0,155	-5,204	0,000
PALMONES S5	-0,663	0,145	-4,559	0,000
POZO DULCE	-0,942	0,161	-5,847	0,000
PRINCIPES	-0,627	0,117	-5,358	0,000
PUNTA UMBRIA	-0,337	0,119	-2,834	0,005
RIO SAN PEDRO	-0,121	0,115	-1,053	0,292
SAN JUAN DEL PUERTO	-0,442	0,109	-4,058	0,000
SAN ROQUE	-0,156	0,124	-1,261	0,208
SANTA CLARA	-0,368	0,100	-3,663	0,000
TORNEO	-0,180	0,098	-1,833	0,067

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SUROESTE NO₂ FASE 0				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
ALJARAFE	0,051	0,171	0,298	0,766
ASOMADILLA	-0,707	0,185	-3,823	0,000
AVDA AL NASIR	-0,786	0,079	-9,936	0,000
BERMEJALES	0,195	0,123	1,590	0,112
CARTEYA	-0,018	0,164	-0,109	0,913
COBRE LAS CRUCES	-0,054	0,087	-0,620	0,535
COLEGIO S1	0,203	0,156	1,305	0,192
DOÑANA	0,192	0,152	1,259	0,208
DOS HERMANAS	-0,571	0,099	-5,789	0,000

E2 ALCORNOCALES	0,375	0,170	2,199	0,028
E4 RINCONCILLO	0,139	0,128	1,082	0,279
E7 EL ZABAL	-0,391	0,134	-2,921	0,004
EL ARENOSILLO	-0,058	0,107	-0,537	0,591
GUADARRANQUE	0,312	0,163	1,921	0,055
HOSTELERIA	-0,039	0,196	-0,199	0,843
JEREZ CHAPMN	0,350	0,125	2,802	0,005
LA LINEA	-0,566	0,148	-3,826	0,000
LA ORDEN	0,125	0,166	0,749	0,454
LA RABIDA	-0,159	0,114	-1,396	0,163
LA RANILLA	-0,557	0,084	-6,617	0,000
LEPANTO	-0,525	0,124	-4,234	0,000
LOS BARRIOS	0,254	0,172	1,476	0,140
MARISMAS DEL TITAN	-0,560	0,103	-5,450	0,000
MATALASCAÑAS	0,305	0,215	1,421	0,156
MAZAGON	-0,335	0,129	-2,605	0,009
MOGUER	-0,058	0,154	-0,377	0,706
NIEBLA	0,980	0,173	5,659	0,000
PALMONES S5	0,470	0,162	2,910	0,004
POZO DULCE	-0,208	0,179	-1,163	0,245
PRINCIPES	-0,251	0,130	-1,922	0,055
PUNTA UMBRIA	-0,269	0,132	-2,038	0,042
RIO SAN PEDRO	-0,660	0,128	-5,154	0,000
SAN JUAN DEL PUERTO	-0,316	0,122	-2,599	0,009
SAN ROQUE	-0,408	0,138	-2,956	0,003
SANTA CLARA	-0,521	0,111	-4,683	0,000
TORNEO	-0,630	0,110	-5,755	0,000

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SUROESTE NO₂ FASE 1				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
ALJARAFE	0,322	0,216	1,495	0,135
ASOMADILLA	-0,122	0,233	-0,526	0,599
AVDA AL NASIR	-0,131	0,100	-1,314	0,189
BERMEJALES	0,600	0,156	3,859	0,000
CARTEYA	0,461	0,207	2,227	0,026
COBRE LAS CRUCES	0,045	0,110	0,412	0,680
COLEGIO S1	0,437	0,197	2,222	0,026
DOÑANA	0,420	0,192	2,188	0,029
DOS HERMANAS	-0,196	0,125	-1,572	0,116
E2 ALCORNOCALES	-0,123	0,215	-0,570	0,569

E4 RINCONCILLO	0,395	0,162	2,433	0,015
E7 EL ZABAL	0,008	0,168	0,047	0,962
EL ARENOSILLO	-0,031	0,135	-0,231	0,817
GUADARRANQUE	0,458	0,205	2,230	0,026
HOSTELERIA	-0,074	0,247	-0,301	0,763
JEREZ CHAPMN	0,457	0,158	2,896	0,004
LA LINEA	-0,263	0,186	-1,413	0,158
LA ORDEN	-0,019	0,210	-0,091	0,928
LA RABIDA	0,139	0,144	0,966	0,334
LA RANILLA	-0,205	0,107	-1,927	0,054
LEPANTO	0,137	0,156	0,879	0,379
LOS BARRIOS	0,529	0,217	2,436	0,015
MARISMAS DEL TITAN	-0,219	0,129	-1,695	0,090
MATALASCAÑAS	-0,026	0,271	-0,096	0,924
MAZAGON	-0,184	0,161	-1,140	0,255
MOGUER	0,138	0,193	0,715	0,475
NIEBLA	0,015	0,217	0,068	0,946
PALMONES S5	0,726	0,204	3,555	0,000
POZO DULCE	0,401	0,225	1,780	0,075
PRINCIPES	0,094	0,164	0,572	0,568
PUNTA UMBRIA	0,104	0,166	0,624	0,533
RIO SAN PEDRO	-0,161	0,162	-0,998	0,319
SAN JUAN DEL PUERTO	0,210	0,152	1,376	0,169
SAN ROQUE	0,215	0,174	1,235	0,217
SANTA CLARA	-0,118	0,141	-0,840	0,401
TORNEO	-0,525	0,138	-3,802	0,000

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SUROESTE NO₂ FASE 2				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
ALJARAFE	0,178	0,216	0,825	0,409
ASOMADILLA	-0,131	0,233	-0,559	0,576
AVDA AL NASIR	-0,129	0,100	-1,294	0,196
BERMEJALES	0,542	0,155	3,493	0,000
CARTEYA	-0,095	0,208	-0,455	0,649
COBRE LAS CRUCES	-0,003	0,110	-0,029	0,977
COLEGIO S1	0,274	0,198	1,389	0,165
DOÑANA	0,441	0,193	2,288	0,022
DOS HERMANAS	-0,194	0,125	-1,555	0,120
E2 ALCORNOCALES	0,068	0,216	0,313	0,755
E4 RINCONCILLO	0,225	0,163	1,381	0,167

E7 EL ZABAL	-0,220	0,170	-1,298	0,195
EL ARENOSILLO	-0,012	0,135	-0,087	0,931
GUADARRANQUE	0,287	0,206	1,393	0,164
HOSTELERIA	0,111	0,248	0,445	0,656
JEREZ CHAPMN	0,162	0,158	1,023	0,307
LA LINEA	-0,360	0,187	-1,924	0,055
LA ORDEN	-0,047	0,210	-0,222	0,824
LA RABIDA	0,025	0,144	0,170	0,865
LA RANILLA	-0,271	0,106	-2,546	0,011
LEPANTO	0,059	0,156	0,379	0,705
LOS BARRIOS	0,293	0,218	1,345	0,179
MARISMAS DEL TITAN	-0,148	0,130	-1,143	0,253
MATALASCAÑAS	-0,015	0,272	-0,056	0,955
MAZAGON	-0,150	0,162	-0,924	0,356
MOGUER	0,074	0,194	0,380	0,704
NIEBLA	-0,204	0,218	-0,937	0,349
PALMONES S5	0,309	0,205	1,508	0,132
POZO DULCE	0,284	0,226	1,255	0,210
PRINCIPES	-0,055	0,165	-0,333	0,739
PUNTA UMBRIA	0,091	0,167	0,545	0,586
RIO SAN PEDRO	-0,338	0,162	-2,086	0,037
SAN JUAN DEL PUERTO	0,102	0,153	0,664	0,506
SAN ROQUE	-0,027	0,175	-0,155	0,877
SANTA CLARA	-0,685	0,141	-4,868	0,000
TORNEO	-0,170	0,138	-1,229	0,219

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SUROESTE NO₂ SÁBADO				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
ALJARAFE	-0,249	0,043	-5,790	0,000
ASOMADILLA	-0,233	0,047	-5,008	0,000
AVDA AL NASIR	-0,240	0,020	-12,063	0,000
BERMEJALES	-0,352	0,031	-11,351	0,000
CARTEYA	-0,231	0,041	-5,567	0,000
COBRE LAS CRUCES	-0,136	0,022	-6,223	0,000
COLEGIO S1	-0,149	0,039	-3,785	0,000
DOÑANA	-0,065	0,038	-1,700	0,089
DOS HERMANAS	-0,234	0,025	-9,418	0,000
E2 ALCORNOCALES	-0,082	0,043	-1,905	0,057
E4 RINCONCILLO	-0,106	0,032	-3,263	0,001
E7 EL ZABAL	-0,105	0,034	-3,094	0,002

EL ARENOSILLO	-0,028	0,027	-1,026	0,305
GUADARRANQUE	-0,141	0,041	-3,421	0,001
HOSTELERIA	-0,292	0,049	-5,908	0,000
JEREZ CHAPMN	-0,189	0,032	-5,987	0,000
LA LINEA	-0,104	0,037	-2,788	0,005
LA ORDEN	-0,173	0,042	-4,133	0,000
LA RABIDA	-0,183	0,029	-6,342	0,000
LA RANILLA	-0,234	0,021	-11,045	0,000
LEPANTO	-0,262	0,031	-8,393	0,000
LOS BARRIOS	-0,083	0,043	-1,909	0,057
MARISMAS DEL TITAN	-0,222	0,026	-8,590	0,000
MATALASCAÑAS	-0,003	0,054	-0,059	0,953
MAZAGON	0,015	0,032	0,467	0,641
MOGUER	-0,071	0,039	-1,834	0,067
NIEBLA	-0,109	0,043	-2,513	0,012
PALMONES S5	-0,108	0,041	-2,648	0,008
POZO DULCE	-0,334	0,045	-7,393	0,000
PRINCIPES	-0,253	0,033	-7,708	0,000
PUNTA UMBRIA	-0,097	0,033	-2,921	0,004
RIO SAN PEDRO	-0,301	0,032	-9,287	0,000
SAN JUAN DEL PUERTO	-0,173	0,031	-5,661	0,000
SAN ROQUE	-0,179	0,035	-5,141	0,000
SANTA CLARA	-0,255	0,028	-9,076	0,000
TORNEO	-0,139	0,028	-5,045	0,000

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SUROESTE NO₂ DOMINGO				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
ALJARAFE	-0,430	0,043	-10,015	0,000
ASOMADILLA	-0,418	0,046	-8,997	0,000
AVDA AL NASIR	-0,413	0,020	-20,768	0,000
BERMEJALES	-0,514	0,031	-16,619	0,000
CARTEYA	-0,299	0,041	-7,214	0,000
COBRE LAS CRUCES	-0,247	0,022	-11,301	0,000
COLEGIO S1	-0,199	0,039	-5,052	0,000
DOÑANA	-0,170	0,038	-4,425	0,000
DOS HERMANAS	-0,351	0,025	-14,155	0,000
E2 ALCORNOCALES	-0,068	0,043	-1,572	0,116
E4 RINCONCILLO	-0,141	0,032	-4,339	0,000
E7 EL ZABAL	-0,153	0,034	-4,534	0,000
EL ARENOSILLO	-0,089	0,027	-3,287	0,001

GUADARRANQUE	-0,166	0,041	-4,047	0,000
HOSTELERIA	-0,415	0,049	-8,394	0,000
JEREZ CHAPMN	-0,391	0,031	-12,410	0,000
LA LINEA	-0,119	0,037	-3,202	0,001
LA ORDEN	-0,334	0,042	-7,985	0,000
LA RABIDA	-0,263	0,029	-9,170	0,000
LA RANILLA	-0,401	0,021	-18,953	0,000
LEPANTO	-0,441	0,031	-14,143	0,000
LOS BARRIOS	-0,077	0,043	-1,776	0,076
MARISMAS DEL TITAN	-0,369	0,026	-14,289	0,000
MATALASCAÑAS	-0,013	0,054	-0,231	0,817
MAZAGON	-0,052	0,032	-1,602	0,109
MOGUER	-0,146	0,039	-3,785	0,000
NIEBLA	-0,145	0,043	-3,346	0,001
PALMONES S5	-0,140	0,041	-3,431	0,001
POZO DULCE	-0,574	0,045	-12,759	0,000
PRINCIPES	-0,410	0,033	-12,515	0,000
PUNTA UMBRIA	-0,228	0,033	-6,861	0,000
RIO SAN PEDRO	-0,583	0,032	-18,061	0,000
SAN JUAN DEL PUERTO	-0,253	0,030	-8,291	0,000
SAN ROQUE	-0,230	0,035	-6,619	0,000
SANTA CLARA	-0,427	0,028	-15,260	0,000
TORNEO	-0,286	0,028	-10,381	0,000

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SUROESTE NO₂ POLVO DEL SAHARA				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
ALJARAFE	-0,027	0,037	-0,735	0,463
ASOMADILLA	0,249	0,040	6,170	0,000
AVDA AL NASIR	0,089	0,017	5,154	0,000
BERMEJALES	0,040	0,027	1,485	0,138
CARTEYA	0,068	0,035	1,914	0,056
COBRE LAS CRUCES	0,059	0,019	3,100	0,002
COLEGIO S1	0,156	0,034	4,624	0,000
DOÑANA	0,179	0,033	5,451	0,000
DOS HERMANAS	0,066	0,021	3,087	0,002
E2 ALCORNOCALES	0,221	0,037	5,993	0,000
E4 RINCONCILLO	0,171	0,028	6,160	0,000
E7 EL ZABAL	-0,042	0,029	-1,437	0,151
EL ARENOSILLO	0,010	0,022	0,436	0,663
GUADARRANQUE	0,117	0,035	3,330	0,001

HOSTELERIA	-0,031	0,042	-0,725	0,469
JEREZ CHAPMN	0,088	0,027	3,230	0,001
LA LINEA	-0,035	0,033	-1,090	0,276
LA ORDEN	0,012	0,036	0,343	0,731
LA RABIDA	0,022	0,024	0,892	0,373
LA RANILLA	0,026	0,018	1,447	0,148
LEPANTO	0,086	0,027	3,155	0,002
LOS BARRIOS	0,191	0,037	5,129	0,000
MARISMAS DEL TITAN	0,029	0,022	1,311	0,190
MATALASCAÑAS	0,076	0,046	1,633	0,103
MAZAGON	0,109	0,026	4,164	0,000
MOGUER	0,165	0,031	5,226	0,000
NIEBLA	0,015	0,035	0,414	0,679
PALMONES S5	0,209	0,035	5,988	0,000
POZO DULCE	0,276	0,038	7,203	0,000
PRINCIPES	-0,010	0,028	-0,342	0,732
PUNTA UMBRIA	0,144	0,028	5,084	0,000
RIO SAN PEDRO	0,018	0,028	0,649	0,516
SAN JUAN DEL PUERTO	0,128	0,025	5,166	0,000
SAN ROQUE	0,044	0,030	1,462	0,144
SANTA CLARA	0,068	0,024	2,801	0,005
TORNEO	0,015	0,024	0,647	0,518

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SUROESTE NO₂ COMBUSTIÓN DE BIOMASA				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
ALJARAFE	0,101	0,048	2,121	0,034
ASOMADILLA	0,220	0,051	4,296	0,000
AVDA AL NASIR	0,101	0,022	4,598	0,000
BERMEJALES	0,157	0,034	4,597	0,000
CARTEYA	0,040	0,046	0,880	0,379
COBRE LAS CRUCES	0,031	0,024	1,264	0,206
COLEGIO S1	0,060	0,043	1,369	0,171
DOÑANA	0,043	0,042	1,010	0,313
DOS HERMANAS	0,076	0,027	2,793	0,005
E2 ALCORNOCALES	0,232	0,048	4,864	0,000
E4 RINCONCILLO	0,089	0,036	2,491	0,013
E7 EL ZABAL	0,009	0,038	0,235	0,815
EL ARENOSILLO	-0,089	0,029	-3,021	0,003
GUADARRANQUE	0,142	0,045	3,133	0,002
HOSTELERIA	0,055	0,055	1,015	0,310

JEREZ CHAPMN	0,112	0,035	3,238	0,001
LA LINEA	0,052	0,042	1,259	0,208
LA ORDEN	0,062	0,046	1,337	0,181
LA RABIDA	-0,043	0,032	-1,373	0,170
LA RANILLA	0,033	0,023	1,404	0,160
LEPANTO	0,181	0,034	5,251	0,000
LOS BARRIOS	0,040	0,048	0,843	0,399
MARISMAS DEL TITAN	0,061	0,028	2,149	0,032
MATALASCAÑAS	0,205	0,060	3,444	0,001
MAZAGON	0,082	0,035	2,323	0,020
MOGUER	0,033	0,042	0,788	0,431
NIEBLA	-0,036	0,047	-0,752	0,452
PALMONES S5	0,129	0,045	2,860	0,004
POZO DULCE	0,207	0,050	4,168	0,000
PRINCIPES	0,099	0,036	2,723	0,007
PUNTA UMBRIA	0,121	0,037	3,297	0,001
RIO SAN PEDRO	0,084	0,036	2,346	0,019
SAN JUAN DEL PUERTO	0,081	0,033	2,433	0,015
SAN ROQUE	0,169	0,039	4,396	0,000
SANTA CLARA	0,090	0,031	2,906	0,004
TORNEO	0,088	0,030	2,904	0,004

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

5. RESULTADOS DE LA REGRESIÓN PARA EL O₃ EN LA ZONA OESTE DE ANDALUCÍA

SUROESTE O₃ TEMPERATURA MEDIA				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
ALGECIRAS	-0,001	0,001	-0,642	0,521
ALJARAFE	0,029	0,001	22,265	0,000
ARCOS	0,012	0,001	12,614	0,000
ASOMADILLA	0,035	0,001	30,507	0,000
AVDA MARCONI	0,020	0,001	13,785	0,000
CAMPAMENTO	0,002	0,001	1,761	0,079
CARTEYA	0,009	0,001	6,767	0,000
CARTUJA	0,022	0,001	16,494	0,000
CENTRO	0,040	0,002	23,176	0,000
COBRE LAS CRUCES	0,024	0,001	19,568	0,000
CORTIJILLOS	0,003	0,002	1,766	0,078

DOÑANA	0,024	0,001	16,785	0,000
DOS HERMANAS	0,038	0,001	27,862	0,000
E2 ALCORNOCALES	0,010	0,001	8,813	0,000
EL ARENOSILLO	0,015	0,001	12,355	0,000
GUADARRANQUE	-0,005	0,002	-3,351	0,001
JEREZ CHAPMN	0,023	0,001	17,451	0,000
LA LINEA	0,002	0,002	0,977	0,329
LA ORDEN	0,016	0,001	11,247	0,000
LA RABIDA	0,005	0,001	3,848	0,000
LEPANTO	0,044	0,001	30,666	0,000
LOS BARRIOS	-0,009	0,003	-2,845	0,005
MATALASCAÑAS	0,010	0,003	3,248	0,001
MAZAGON	0,014	0,001	10,994	0,000
MOGUER	0,019	0,001	13,409	0,000
PUNTA UMBRIA	0,016	0,002	9,155	0,000
RIO SAN PEDRO	0,021	0,001	14,198	0,000
SAN FERNANDO	0,019	0,001	12,943	0,000
SANTA CLARA	0,045	0,002	27,931	0,000

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SUROESTE O₃ VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO				
Estación	Coficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
ALGECIRAS	0,086	0,007	12,406	0,000
ALJARAFE	0,082	0,007	11,946	0,000
ARCOS	0,011	0,003	3,228	0,001
ASOMADILLA	0,100	0,007	13,536	0,000
AVDA MARCONI	0,060	0,004	16,499	0,000
CAMPAMENTO	0,032	0,004	7,271	0,000
CARTEYA	0,089	0,004	20,509	0,000
CARTUJA	0,073	0,005	14,673	0,000
CENTRO	0,090	0,009	9,869	0,000
COBRE LAS CRUCES	0,062	0,006	9,739	0,000
CORTIJILLOS	0,077	0,005	15,682	0,000
DOÑANA	0,085	0,006	13,267	0,000
DOS HERMANAS	0,098	0,005	18,705	0,000
E2 ALCORNOCALES	0,062	0,003	17,760	0,000
EL ARENOSILLO	0,020	0,006	3,172	0,002
GUADARRANQUE	0,081	0,005	16,592	0,000
JEREZ CHAPMN	0,072	0,005	14,854	0,000
LA LINEA	0,071	0,003	24,042	0,000
LA ORDEN	0,093	0,006	14,586	0,000

LA RABIDA	0,063	0,006	10,876	0,000
LEPANTO	0,150	0,009	16,272	0,000
LOS BARRIOS	0,064	0,011	6,046	0,000
MATALASCAÑAS	0,081	0,014	5,911	0,000
MAZAGON	0,031	0,006	4,946	0,000
MOGUER	0,022	0,007	3,132	0,002
PUNTA UMBRIA	0,124	0,008	15,622	0,000
RIO SAN PEDRO	0,074	0,004	20,191	0,000
SAN FERNANDO	0,063	0,004	17,440	0,000
SANTA CLARA	0,127	0,006	20,379	0,000

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SUROESTE O₃ PRECIPITACIÓN MEDIA				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
ALGECIRAS	0,000	0,002	0,003	0,997
ALGECIRAS	0,000	0,002	0,003	0,997
ALJARAFE	0,002	0,001	1,641	0,101
ARCOS	-0,002	0,001	-1,927	0,054
ASOMADILLA	0,001	0,002	0,281	0,779
AVDA MARCONI	0,003	0,001	2,490	0,013
CAMPAMENTO	-0,002	0,001	-2,034	0,042
CARTEYA	-0,007	0,001	-5,647	0,000
CARTUJA	0,000	0,002	0,118	0,906
CENTRO	0,005	0,001	3,423	0,001
COBRE LAS CRUCES	0,000	0,001	-0,436	0,663
CORTIJILLOS	-0,005	0,001	-3,655	0,000
DOÑANA	-0,001	0,001	-0,415	0,678
DOS HERMANAS	0,002	0,002	1,079	0,281
E2 ALCORNOCALES	-0,001	0,001	-1,461	0,144
EL ARENOSILLO	-0,006	0,005	-1,387	0,166
GUADARRANQUE	-0,004	0,001	-3,045	0,002
JEREZ CHAPMN	-0,004	0,002	-2,431	0,015
LA LINEA	-0,006	0,002	-3,379	0,001
LA ORDEN	-0,002	0,001	-1,066	0,287
LA RABIDA	-0,002	0,001	-1,790	0,074
LEPANTO	0,001	0,002	0,526	0,599
LOS BARRIOS	-0,005	0,003	-1,562	0,119
MATALASCAÑAS	-0,007	0,003	-2,186	0,029
MAZAGON	-0,010	0,005	-2,123	0,034
MOGUER	0,001	0,005	0,206	0,837
PUNTA UMBRIA	-0,001	0,002	-0,605	0,545

RIO SAN PEDRO	0,001	0,001	0,944	0,345
SAN FERNANDO	0,000	0,001	0,306	0,760

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SUROESTE O₃ CONFINAMIENTO				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
ALGECIRAS	-0,018	0,093	-0,196	0,844
ALJARAFE	-0,013	0,080	-0,167	0,867
ARCOS	-0,069	0,052	-1,329	0,184
ASOMADILLA	0,008	0,078	0,098	0,922
AVDA MARCONI	-0,053	0,072	-0,732	0,464
CAMPAMENTO	0,150	0,065	2,285	0,022
CARTEYA	-0,040	0,064	-0,622	0,534
CARTUJA	0,004	0,074	0,060	0,952
CENTRO	0,072	0,106	0,676	0,499
COBRE LAS CRUCES	-0,053	0,075	-0,716	0,474
CORTIJILLOS	0,250	0,073	3,434	0,001
DOÑANA	0,061	0,064	0,950	0,342
DOS HERMANAS	-0,040	0,081	-0,490	0,624
E2 ALCORNOCALES	-0,126	0,051	-2,444	0,015
EL ARENOSILLO	-0,104	0,064	-1,623	0,105
GUADARRANQUE	-0,018	0,072	-0,244	0,807
JEREZ CHAPMN	0,075	0,073	1,025	0,305
LA LINEA	-0,017	0,080	-0,217	0,828
LA ORDEN	-0,128	0,064	-2,004	0,045
LA RABIDA	-0,144	0,058	-2,483	0,013
LEPANTO	0,122	0,098	1,245	0,213
LOS BARRIOS	0,043	0,156	0,276	0,783
MATALASCAÑAS	0,207	0,138	1,508	0,132
MAZAGON	-0,046	0,064	-0,717	0,474
MOGUER	0,010	0,074	0,133	0,894
PUNTA UMBRIA	-0,086	0,079	-1,082	0,279
RIO SAN PEDRO	-0,050	0,072	-0,701	0,483
SAN FERNANDO	0,009	0,072	0,130	0,897
SANTA CLARA	-0,026	0,096	-0,273	0,785

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SUROESTE O₃ FASE 0				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor

ALGECIRAS	0,261	0,104	2,522	0,012
ALJARAFE	0,272	0,089	3,060	0,002
ARCOS	0,170	0,058	2,949	0,003
ASOMADILLA	0,234	0,087	2,681	0,007
AVDA MARCONI	0,335	0,080	4,186	0,000
CAMPAMENTO	0,302	0,073	4,145	0,000
CARTEYA	-0,029	0,071	-0,413	0,680
CARTUJA	0,218	0,083	2,634	0,009
CENTRO	0,301	0,118	2,540	0,011
COBRE LAS CRUCES	0,140	0,083	1,688	0,092
CORTIJILLOS	0,065	0,081	0,799	0,424
DOÑANA	0,101	0,071	1,423	0,155
DOS HERMANAS	0,347	0,090	3,872	0,000
E2 ALCORNOCALES	0,197	0,057	3,448	0,001
EL ARENOSILLO	0,190	0,072	2,651	0,008
GUADARRANQUE	0,025	0,080	0,309	0,757
JEREZ CHAPMN	0,197	0,081	2,431	0,015
LA LINEA	0,215	0,089	2,409	0,016
LA ORDEN	0,167	0,071	2,354	0,019
LA RABIDA	0,396	0,065	6,140	0,000
LEPANTO	0,374	0,109	3,426	0,001
LOS BARRIOS	0,147	0,173	0,845	0,398
MATALASCAÑAS	0,108	0,153	0,710	0,478
MAZAGON	0,167	0,072	2,335	0,020
MOGUER	0,137	0,083	1,656	0,098
PUNTA UMBRIA	0,260	0,088	2,955	0,003
RIO SAN PEDRO	0,270	0,080	3,385	0,001
SAN FERNANDO	0,159	0,080	1,988	0,047
SANTA CLARA	0,338	0,107	3,160	0,002

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SUROESTE O₃ FASE 1				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
ALGECIRAS	0,131	0,130	1,004	0,315
ALJARAFE	0,289	0,112	2,577	0,010
ARCOS	0,195	0,073	2,682	0,007
ASOMADILLA	0,191	0,110	1,743	0,082
AVDA MARCONI	0,279	0,101	2,755	0,006
CAMPAMENTO	0,209	0,092	2,272	0,023
CARTEYA	-0,073	0,090	-0,817	0,414
CARTUJA	0,147	0,105	1,402	0,161

CENTRO	0,277	0,149	1,854	0,064
COBRE LAS CRUCES	0,118	0,105	1,126	0,260
CORTIJILLOS	0,116	0,102	1,133	0,257
DOÑANA	0,101	0,090	1,128	0,260
DOS HERMANAS	0,329	0,114	2,896	0,004
E2 ALCORNOCALES	0,265	0,072	3,678	0,000
EL ARENOSILLO	0,216	0,090	2,410	0,016
GUADARRANQUE	-0,176	0,101	-1,732	0,084
JEREZ CHAPMN	0,166	0,103	1,613	0,107
LA LINEA	0,098	0,112	0,875	0,381
LA ORDEN	0,183	0,089	2,048	0,041
LA RABIDA	0,269	0,081	3,307	0,001
LEPANTO	0,180	0,137	1,314	0,189
LOS BARRIOS	0,218	0,219	0,996	0,320
MATALASCAÑAS	-0,005	0,193	-0,026	0,979
MAZAGON	0,158	0,090	1,754	0,080
MOGUER	0,147	0,104	1,417	0,157
PUNTA UMBRIA	0,240	0,111	2,161	0,031
RIO SAN PEDRO	0,204	0,101	2,023	0,043
SAN FERNANDO	0,215	0,101	2,135	0,033
SANTA CLARA	0,339	0,135	2,511	0,012

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SUROESTE O₃ FASE 2				
Estación	Coficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
ALGECIRAS	0,264	0,131	2,019	0,044
ALJARAFE	0,169	0,112	1,503	0,133
ARCOS	0,128	0,073	1,762	0,078
ASOMADILLA	0,066	0,110	0,597	0,551
AVDA MARCONI	0,176	0,101	1,733	0,083
CAMPAMENTO	0,242	0,092	2,619	0,009
CARTEYA	-0,047	0,090	-0,516	0,606
CARTUJA	0,060	0,105	0,574	0,566
CENTRO	0,150	0,149	1,002	0,317
COBRE LAS CRUCES	0,089	0,105	0,844	0,399
CORTIJILLOS	-0,003	0,103	-0,033	0,974
DOÑANA	-0,009	0,090	-0,105	0,917
DOS HERMANAS	0,085	0,113	0,753	0,451
E2 ALCORNOCALES	0,048	0,072	0,667	0,505
EL ARENOSILLO	0,115	0,090	1,271	0,204
GUADARRANQUE	-0,113	0,102	-1,104	0,270

JEREZ CHAPMN	0,060	0,103	0,586	0,558
LA LINEA	0,012	0,113	0,104	0,917
LA ORDEN	-0,052	0,090	-0,585	0,558
LA RABIDA	0,184	0,082	2,251	0,025
LEPANTO	0,073	0,138	0,533	0,594
LOS BARRIOS	0,152	0,220	0,691	0,490
MATALASCAÑAS	-0,010	0,193	-0,051	0,959
MAZAGON	0,107	0,090	1,185	0,236
MOGUER	0,160	0,104	1,529	0,127
PUNTA UMBRIA	0,148	0,111	1,327	0,185
RIO SAN PEDRO	0,091	0,101	0,905	0,366
SAN FERNANDO	0,062	0,101	0,615	0,538
SANTA CLARA	0,076	0,135	0,565	0,572

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SUROESTE O₃ SÁBADO				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
ALGECIRAS	0,038	0,026	1,440	0,150
ALJARAFE	0,059	0,022	2,634	0,009
ARCOS	0,002	0,015	0,164	0,870
ASOMADILLA	0,049	0,022	2,231	0,026
AVDA MARCONI	0,034	0,020	1,683	0,093
CAMPAMENTO	0,024	0,018	1,309	0,191
CARTEYA	0,034	0,018	1,900	0,058
CARTUJA	0,032	0,021	1,523	0,128
CENTRO	0,081	0,030	2,709	0,007
COBRE LAS CRUCES	0,023	0,021	1,119	0,263
CORTIJILLOS	0,028	0,020	1,389	0,165
DOÑANA	0,008	0,018	0,451	0,652
DOS HERMANAS	0,074	0,023	3,274	0,001
E2 ALCORNOCALES	0,004	0,014	0,260	0,795
EL ARENOSILLO	0,008	0,018	0,446	0,655
GUADARRANQUE	0,023	0,020	1,130	0,259
JEREZ CHAPMN	0,026	0,021	1,258	0,208
LA LINEA	0,011	0,023	0,509	0,611
LA ORDEN	0,041	0,018	2,269	0,023
LA RABIDA	0,030	0,016	1,864	0,063
LEPANTO	0,083	0,027	3,032	0,002
LOS BARRIOS	0,047	0,044	1,074	0,283
MATALASCAÑAS	0,025	0,039	0,643	0,520
MAZAGON	0,005	0,018	0,260	0,795

MOGUER	0,016	0,021	0,758	0,448
PUNTA UMBRIA	0,017	0,022	0,778	0,437
RIO SAN PEDRO	0,050	0,020	2,492	0,013
SAN FERNANDO	0,041	0,020	2,019	0,044
SANTA CLARA	0,077	0,027	2,874	0,004

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SUROESTE O₃ DOMINGO				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
ALGECIRAS	0,057	0,026	2,175	0,030
ALJARAFE	0,082	0,022	3,656	0,000
ARCOS	0,008	0,015	0,525	0,600
ASOMADILLA	0,060	0,022	2,743	0,006
AVDA MARCONI	0,064	0,020	3,183	0,001
CAMPAMENTO	0,043	0,018	2,355	0,019
CARTEYA	0,062	0,018	3,426	0,001
CARTUJA	0,060	0,021	2,876	0,004
CENTRO	0,130	0,030	4,384	0,000
COBRE LAS CRUCES	0,033	0,021	1,581	0,114
CORTIJILLOS	0,072	0,020	3,533	0,000
DOÑANA	0,017	0,018	0,956	0,339
DOS HERMANAS	0,106	0,023	4,700	0,000
E2 ALCORNOCALES	0,020	0,014	1,402	0,161
EL ARENOSILLO	0,022	0,018	1,242	0,215
GUADARRANQUE	0,060	0,020	2,951	0,003
JEREZ CHAPMN	0,050	0,021	2,440	0,015
LA LINEA	0,054	0,022	2,385	0,017
LA ORDEN	0,071	0,018	3,999	0,000
LA RABIDA	0,024	0,016	1,492	0,136
LEPANTO	0,104	0,027	3,811	0,000
LOS BARRIOS	0,051	0,044	1,174	0,240
MATALASCAÑAS	-0,010	0,039	-0,269	0,788
MAZAGON	0,009	0,018	0,521	0,602
MOGUER	0,047	0,021	2,245	0,025
PUNTA UMBRIA	0,034	0,022	1,519	0,129
RIO SAN PEDRO	0,073	0,020	3,643	0,000
SAN FERNANDO	0,068	0,020	3,400	0,001
SANTA CLARA	0,134	0,027	4,987	0,000

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SUROESTE O₃ POLVO DEL SAHARA				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
ALGECIRAS	-0,091	0,022	-4,032	0,000
ALJARAFE	0,047	0,019	2,411	0,016
ARCOS	0,035	0,013	2,789	0,005
ASOMADILLA	0,013	0,019	0,681	0,496
AVDA MARCONI	0,031	0,017	1,801	0,072
CAMPAMENTO	0,017	0,016	1,072	0,284
CARTEYA	0,040	0,015	2,585	0,010
CARTUJA	0,058	0,018	3,215	0,001
CENTRO	0,063	0,026	2,452	0,014
COBRE LAS CRUCES	0,046	0,018	2,553	0,011
CORTIJILLOS	0,012	0,017	0,661	0,509
DOÑANA	0,011	0,015	0,702	0,483
DOS HERMANAS	-0,015	0,019	-0,777	0,437
E2 ALCORNOCALES	0,086	0,012	6,926	0,000
EL ARENOSILLO	0,028	0,015	1,920	0,055
GUADARRANQUE	0,051	0,017	2,942	0,003
JEREZ CHAPMN	-0,009	0,018	-0,531	0,595
LA LINEA	0,056	0,020	2,876	0,004
LA ORDEN	0,071	0,015	4,705	0,000
LA RABIDA	0,013	0,014	0,949	0,343
LEPANTO	0,016	0,024	0,689	0,491
LOS BARRIOS	-0,126	0,037	-3,353	0,001
MATALASCAÑAS	0,225	0,033	6,826	0,000
MAZAGON	0,023	0,015	1,585	0,113
MOGUER	0,036	0,017	2,104	0,036
PUNTA UMBRIA	0,047	0,019	2,478	0,013
RIO SAN PEDRO	0,024	0,017	1,403	0,161
SAN FERNANDO	0,035	0,017	1,999	0,046
SANTA CLARA	-0,015	0,023	-0,627	0,531

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SUROESTE O₃ COMBUSTIÓN DE BIOMASA				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
ALGECIRAS	-0,023	0,029	-0,806	0,420
ALJARAFE	0,020	0,025	0,805	0,421
ARCOS	0,047	0,016	2,935	0,003
ASOMADILLA	0,042	0,024	1,736	0,083
AVDA MARCONI	0,010	0,022	0,450	0,653

CAMPAMENTO	-0,022	0,020	-1,094	0,274
CARTEYA	0,055	0,020	2,754	0,006
CARTUJA	0,053	0,023	2,308	0,021
CENTRO	0,026	0,033	0,782	0,434
COBRE LAS CRUCES	0,079	0,023	3,421	0,001
CORTIJILLOS	0,005	0,023	0,233	0,816
DOÑANA	0,032	0,020	1,633	0,103
DOS HERMANAS	-0,004	0,025	-0,167	0,867
E2 ALCORNOCALES	0,042	0,016	2,632	0,009
EL ARENOSILLO	0,027	0,020	1,372	0,170
GUADARRANQUE	0,083	0,022	3,683	0,000
JEREZ CHAPMN	-0,058	0,023	-2,554	0,011
LA LINEA	-0,026	0,025	-1,055	0,291
LA ORDEN	0,012	0,020	0,601	0,548
LA RABIDA	-0,045	0,018	-2,491	0,013
LEPANTO	0,009	0,030	0,297	0,767
LOS BARRIOS	0,082	0,048	1,692	0,091
MATALASCAÑAS	-0,178	0,042	-4,207	0,000
MAZAGON	0,022	0,020	1,137	0,256
MOGUER	0,021	0,023	0,915	0,360
PUNTA UMBRIA	0,020	0,024	0,836	0,403
RIO SAN PEDRO	0,013	0,022	0,584	0,559
SAN FERNANDO	0,007	0,022	0,305	0,761
SANTA CLARA	0,007	0,030	0,245	0,807

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

6. RESULTADOS DE LA REGRESIÓN PARA EL PM₁₀ EN LA ZONA OESTE DE ANDALUCÍA

SUROESTE PM₁₀ TEMPERATURA MEDIA				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
ALGECIRAS	0,018	0,002	10,532	0,000
ALJARAFE	0,012	0,002	5,937	0,000
ARCOS	0,018	0,002	9,147	0,000
ASOMADILLA	0,003	0,001	2,098	0,036
AVDA AL NASIR	-0,001	0,001	-0,972	0,331
AVDA MARCONI	-0,012	0,002	-5,268	0,000
CAMPUS DEL CARMEN	0,011	0,002	4,601	0,000
CARTEYA	0,014	0,002	7,451	0,000

CARTUJA	0,020	0,002	10,127	0,000
COBRE LAS CRUCES	0,038	0,002	16,450	0,000
E2 ALCORNOCALES	0,018	0,002	8,866	0,000
JEREZ CHAPMN	0,006	0,002	3,376	0,001
LA LINEA	-0,004	0,002	-1,825	0,068
LA ORDEN	0,022	0,002	10,422	0,000
LA RABIDA	0,014	0,002	6,740	0,000
LEPANTO	0,011	0,002	7,506	0,000
LOS BARRIOS	-0,016	0,004	-3,644	0,000
LOS ROSALES	0,000	0,002	-0,124	0,902
MARISMAS DEL TITAN	-0,012	0,003	-4,643	0,000
MATALASCAÑAS	0,010	0,003	3,248	0,001
MAZAGON	0,006	0,002	2,441	0,015
MOGUER	0,010	0,002	6,322	0,000
NIEBLA	0,010	0,002	4,685	0,000
OBEJO	0,019	0,001	21,409	0,000
POBLADO	0,019	0,001	20,339	0,000
POZO DULCE	0,001	0,002	0,302	0,763
PRINCIPES	0,008	0,001	6,010	0,000
PUNTA UMBRIA	0,005	0,002	2,073	0,038
RIO SAN PEDRO	0,002	0,002	1,068	0,286
SAN FERNANDO	0,000	0,002	-0,080	0,936
SAN JUAN DEL PUERTO	0,003	0,002	1,203	0,229
SANTA CLARA	0,010	0,002	5,882	0,000
TORNEO	0,007	0,001	4,830	0,000
TORREARENILLA	0,014	0,002	5,665	0,000

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SUROESTE PM₁₀ VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
ALGECIRAS	-0,052	0,008	-6,302	0,000
ALJARAFE	-0,028	0,010	-2,623	0,009
ARCOS	-0,011	0,007	-1,480	0,139
ASOMADILLA	-0,112	0,009	-11,942	0,000
AVDA AL NASIR	-0,100	0,007	-13,785	0,000
AVDA MARCONI	-0,006	0,006	-1,028	0,304
CAMPUS DEL CARMEN	-0,053	0,010	-5,189	0,000
CARTEYA	0,016	0,006	2,791	0,005
CARTUJA	-0,053	0,007	-7,358	0,000
COBRE LAS CRUCES	-0,061	0,012	-5,027	0,000
E2 ALCORNOCALES	0,020	0,007	3,028	0,003

JEREZ CHAPMN	-0,038	0,007	-5,769	0,000
LA LINEA	0,008	0,003	2,492	0,013
LA ORDEN	-0,052	0,009	-5,522	0,000
LA RABIDA	-0,015	0,009	-1,642	0,101
LEPANTO	-0,124	0,010	-12,942	0,000
LOS BARRIOS	0,012	0,014	0,874	0,382
LOS ROSALES	-0,041	0,011	-3,818	0,000
MARISMAS DEL TITAN	0,021	0,012	1,858	0,063
MATALASCAÑAS	0,081	0,014	5,911	0,000
MAZAGON	0,024	0,011	2,080	0,038
MOGUER	0,000	0,008	0,006	0,995
NIEBLA	0,030	0,011	2,684	0,007
OBEJO	-0,014	0,004	-3,325	0,001
POBLADO	-0,017	0,004	-3,787	0,000
POZO DULCE	-0,123	0,010	-11,746	0,000
PRINCIPES	-0,042	0,007	-6,233	0,000
PUNTA UMBRIA	-0,003	0,010	-0,287	0,774
RIO SAN PEDRO	-0,004	0,005	-0,782	0,434
SAN FERNANDO	-0,018	0,005	-3,675	0,000
SAN JUAN DEL PUERTO	0,028	0,012	2,445	0,015
SANTA CLARA	-0,071	0,006	-10,921	0,000
TORNEO	-0,048	0,008	-6,407	0,000
TORREARENILLA	0,047	0,011	4,330	0,000

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SUROESTE PM₁₀ PRECIPITACIÓN MEDIA				
Estación	Coficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
ALGECIRAS	-0,001	0,003	-0,302	0,762
ALJARAFE	-0,003	0,002	-2,277	0,023
ARCOS	-0,008	0,002	-3,353	0,001
ASOMADILLA	-0,003	0,002	-1,222	0,222
AVDA AL NASIR	-0,012	0,002	-5,473	0,000
AVDA MARCONI	0,004	0,002	1,837	0,066
CAMPUS DEL CARMEN	0,005	0,002	2,083	0,037
CARTEYA	-0,009	0,002	-5,285	0,000
CARTUJA	-0,005	0,002	-2,013	0,044
COBRE LAS CRUCES	0,007	0,002	3,821	0,000
E2 ALCORNOCALES	-0,005	0,002	-2,845	0,005
JEREZ CHAPMN	-0,001	0,002	-0,527	0,598
LA LINEA	-0,004	0,002	-2,031	0,042
LA ORDEN	0,002	0,002	1,054	0,292

LA RABIDA	-0,003	0,002	-1,459	0,145
LEPANTO	-0,008	0,002	-3,193	0,001
LOS BARRIOS	-0,015	0,004	-4,023	0,000
LOS ROSALES	0,002	0,002	0,736	0,462
MARISMAS DEL TITAN	-0,009	0,003	-3,332	0,001
MATALASCAÑAS	-0,007	0,003	-2,186	0,029
MAZAGON	-0,007	0,009	-0,779	0,436
MOGUER	0,004	0,006	0,599	0,549
NIEBLA	-0,007	0,008	-0,820	0,413
OBEJO	-0,003	0,002	-1,590	0,112
POBLADO	-0,006	0,002	-2,983	0,003
POZO DULCE	-0,003	0,002	-1,233	0,218
PRINCIPES	0,000	0,001	0,234	0,815
PUNTA UMBRIA	0,004	0,002	1,752	0,080
RIO SAN PEDRO	-0,003	0,002	-1,845	0,065
SAN FERNANDO	0,001	0,002	0,775	0,438
SAN JUAN DEL PUERTO	-0,036	0,009	-4,183	0,000
SANTA CLARA	0,004	0,002	1,780	0,075
TORNEO	-0,003	0,001	-2,573	0,010
TORREARENILLA	-0,001	0,002	-0,362	0,717

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SUROESTE PM₁₀ CONFINAMIENTO				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
ALGECIRAS	-0,382	0,112	-3,412	0,001
ALJARAFE	0,319	0,122	2,611	0,009
ARCOS	0,165	0,109	1,512	0,131
ASOMADILLA	-0,119	0,099	-1,201	0,230
AVDA AL NASIR	-0,197	0,098	-2,019	0,044
AVDA MARCONI	-0,793	0,113	-7,036	0,000
CAMPUS DEL CARMEN	-0,242	0,102	-2,384	0,017
CARTEYA	-0,218	0,087	-2,514	0,012
CARTUJA	-0,033	0,108	-0,305	0,760
COBRE LAS CRUCES	0,310	0,141	2,198	0,028
E2 ALCORNOCALES	-0,190	0,097	-1,965	0,050
JEREZ CHAPMN	-0,541	0,099	-5,478	0,000
LA LINEA	-0,219	0,092	-2,365	0,018
LA ORDEN	-0,551	0,095	-5,812	0,000
LA RABIDA	-0,206	0,094	-2,198	0,028
LEPANTO	-0,193	0,101	-1,902	0,057
LOS BARRIOS	-0,292	0,200	-1,464	0,143

LOS ROSALES	-0,426	0,107	-3,991	0,000
MARISMAS DEL TITAN	-0,313	0,116	-2,709	0,007
MATALASCAÑAS	0,207	0,138	1,508	0,132
MAZAGON	-0,198	0,118	-1,675	0,094
MOGUER	-0,169	0,081	-2,080	0,038
NIEBLA	-0,816	0,117	-6,966	0,000
OBEJO	0,089	0,061	1,454	0,146
POBLADO	-0,045	0,062	-0,718	0,473
POZO DULCE	-0,364	0,105	-3,480	0,001
PRINCIPES	-0,123	0,079	-1,565	0,118
PUNTA UMBRIA	-0,402	0,099	-4,056	0,000
RIO SAN PEDRO	-0,041	0,093	-0,434	0,664
SAN FERNANDO	-0,111	0,096	-1,149	0,251
SAN JUAN DEL PUERTO	-0,205	0,120	-1,709	0,088
SANTA CLARA	-0,100	0,100	-0,999	0,318
TORNEO	-0,458	0,088	-5,217	0,000
TORREARENILLA	0,016	0,107	0,151	0,880

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SUROESTE PM₁₀ FASE 0				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
ALGECIRAS	0,111	0,124	0,896	0,370
ALJARAFE	-0,339	0,136	-2,486	0,013
ARCOS	-0,380	0,121	-3,127	0,002
ASOMADILLA	-0,267	0,110	-2,417	0,016
AVDA AL NASIR	-0,570	0,108	-5,257	0,000
AVDA MARCONI	0,234	0,125	1,867	0,062
CAMPUS DEL CARMEN	-0,081	0,113	-0,719	0,472
CARTEYA	0,306	0,096	3,176	0,002
CARTUJA	-0,306	0,120	-2,551	0,011
COBRE LAS CRUCES	-0,324	0,157	-2,055	0,040
E2 ALCORNOCALES	0,089	0,107	0,829	0,407
JEREZ CHAPMN	-0,121	0,110	-1,105	0,269
LA LINEA	0,091	0,103	0,887	0,375
LA ORDEN	0,226	0,105	2,146	0,032
LA RABIDA	-0,058	0,104	-0,560	0,575
LEPANTO	-0,481	0,113	-4,260	0,000
LOS BARRIOS	-0,006	0,222	-0,025	0,980
LOS ROSALES	-0,208	0,118	-1,759	0,079
MARISMAS DEL TITAN	-0,519	0,128	-4,044	0,000
MATALASCAÑAS	0,108	0,153	0,710	0,478

MAZAGON	0,084	0,132	0,635	0,526
MOGUER	-0,040	0,091	-0,443	0,658
NIEBLA	0,437	0,131	3,346	0,001
OBEJO	-0,121	0,068	-1,764	0,078
POBLADO	-0,073	0,070	-1,056	0,291
POZO DULCE	-0,081	0,116	-0,701	0,483
PRINCIPES	-0,371	0,088	-4,234	0,000
PUNTA UMBRIA	0,001	0,110	0,005	0,996
RIO SAN PEDRO	-0,113	0,104	-1,090	0,276
SAN FERNANDO	-0,168	0,107	-1,565	0,118
SAN JUAN DEL PUERTO	-0,322	0,134	-2,400	0,017
SANTA CLARA	-0,320	0,111	-2,876	0,004
TORNEO	-0,169	0,098	-1,729	0,084
TORREARENILLA	-0,400	0,119	-3,352	0,001

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SUROESTE PM₁₀ FASE 1				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
ALGECIRAS	-0,138	0,156	-0,880	0,379
ALJARAFE	-0,319	0,172	-1,854	0,064
ARCOS	-0,532	0,154	-3,463	0,001
ASOMADILLA	-0,244	0,139	-1,758	0,079
AVDA AL NASIR	-0,444	0,136	-3,258	0,001
AVDA MARCONI	0,029	0,158	0,181	0,856
CAMPUS DEL CARMEN	-0,103	0,142	-0,727	0,467
CARTEYA	-0,040	0,122	-0,332	0,740
CARTUJA	-0,401	0,152	-2,640	0,008
COBRE LAS CRUCES	-0,377	0,198	-1,901	0,057
E2 ALCORNOCALES	-0,134	0,136	-0,990	0,323
JEREZ CHAPMN	-0,123	0,139	-0,890	0,374
LA LINEA	-0,022	0,130	-0,166	0,868
LA ORDEN	-0,013	0,133	-0,101	0,920
LA RABIDA	-0,166	0,131	-1,267	0,205
LEPANTO	-0,358	0,142	-2,522	0,012
LOS BARRIOS	-0,025	0,280	-0,088	0,930
LOS ROSALES	-0,246	0,149	-1,651	0,099
MARISMAS DEL TITAN	-0,342	0,162	-2,112	0,035
MATALASCAÑAS	-0,005	0,193	-0,026	0,979
MAZAGON	0,001	0,165	0,007	0,995
MOGUER	-0,356	0,114	-3,121	0,002
NIEBLA	0,651	0,164	3,974	0,000

OBEJO	-0,227	0,086	-2,641	0,008
POBLADO	-0,104	0,088	-1,185	0,236
POZO DULCE	0,037	0,146	0,250	0,802
PRINCIPES	-0,434	0,110	-3,928	0,000
PUNTA UMBRIA	0,085	0,138	0,612	0,540
RIO SAN PEDRO	-0,117	0,131	-0,896	0,371
SAN FERNANDO	-0,125	0,136	-0,924	0,356
SAN JUAN DEL PUERTO	0,005	0,168	0,027	0,979
SANTA CLARA	-0,320	0,141	-2,274	0,023
TORNEO	-0,216	0,123	-1,750	0,080
TORREARENILLA	-0,398	0,150	-2,647	0,008

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SUROESTE PM₁₀ FASE 2				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
ALGECIRAS	-0,303	0,157	-1,930	0,054
ALJARAFE	-0,039	0,172	-0,228	0,820
ARCOS	-0,492	0,154	-3,200	0,001
ASOMADILLA	0,062	0,139	0,447	0,655
AVDA AL NASIR	-0,029	0,137	-0,215	0,830
AVDA MARCONI	-0,130	0,159	-0,822	0,411
CAMPUS DEL CARMEN	0,195	0,143	1,366	0,172
CARTEYA	-0,053	0,122	-0,436	0,663
CARTUJA	-0,192	0,152	-1,265	0,206
COBRE LAS CRUCES	0,072	0,199	0,363	0,717
E2 ALCORNOCALES	0,062	0,136	0,456	0,649
JEREZ CHAPMN	0,061	0,139	0,441	0,659
LA LINEA	0,137	0,131	1,049	0,294
LA ORDEN	0,046	0,133	0,343	0,732
LA RABIDA	-0,073	0,132	-0,554	0,580
LEPANTO	0,106	0,142	0,741	0,459
LOS BARRIOS	-0,074	0,282	-0,264	0,792
LOS ROSALES	0,057	0,150	0,380	0,704
MARISMAS DEL TITAN	-0,095	0,162	-0,583	0,560
MATALASCAÑAS	-0,010	0,193	-0,051	0,959
MAZAGON	0,078	0,166	0,469	0,639
MOGUER	0,126	0,115	1,097	0,273
NIEBLA	0,603	0,165	3,665	0,000
OBEJO	-0,103	0,086	-1,198	0,231
POBLADO	0,084	0,088	0,960	0,337
POZO DULCE	0,108	0,147	0,734	0,463

PRINCIPES	-0,053	0,111	-0,474	0,635
PUNTA UMBRIA	0,187	0,139	1,346	0,178
RIO SAN PEDRO	-0,129	0,131	-0,982	0,326
SAN FERNANDO	-0,170	0,136	-1,248	0,212
SAN JUAN DEL PUERTO	0,104	0,169	0,616	0,538
SANTA CLARA	-0,111	0,141	-0,792	0,429
TORNEO	0,145	0,123	1,174	0,241
TORREARENILLA	-0,305	0,151	-2,024	0,043

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SUROESTE PM₁₀ SÁBADO				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
ALGECIRAS	-0,029	0,031	-0,921	0,357
ALJARAFE	-0,049	0,034	-1,440	0,150
ARCOS	-0,014	0,031	-0,455	0,649
ASOMADILLA	-0,042	0,028	-1,499	0,134
AVDA AL NASIR	-0,083	0,027	-3,044	0,002
AVDA MARCONI	-0,027	0,032	-0,867	0,386
CAMPUS DEL CARMEN	-0,031	0,028	-1,103	0,270
CARTEYA	-0,068	0,024	-2,799	0,005
CARTUJA	-0,064	0,030	-2,101	0,036
COBRE LAS CRUCES	-0,069	0,040	-1,754	0,080
E2 ALCORNOCALES	-0,002	0,027	-0,062	0,951
JEREZ CHAPMN	-0,048	0,028	-1,733	0,083
LA LINEA	-0,023	0,026	-0,879	0,379
LA ORDEN	-0,088	0,027	-3,305	0,001
LA RABIDA	-0,132	0,026	-5,037	0,000
LEPANTO	-0,052	0,028	-1,836	0,067
LOS BARRIOS	0,001	0,056	0,016	0,987
LOS ROSALES	-0,053	0,030	-1,784	0,075
MARISMAS DEL TITAN	-0,097	0,032	-2,996	0,003
MATALASCAÑAS	0,025	0,039	0,643	0,520
MAZAGON	0,004	0,033	0,107	0,915
MOGUER	-0,031	0,023	-1,363	0,173
NIEBLA	-0,033	0,033	-0,993	0,321
OBEJO	-0,003	0,017	-0,174	0,862
POBLADO	-0,021	0,017	-1,227	0,220
POZO DULCE	-0,114	0,029	-3,881	0,000
PRINCIPES	-0,053	0,022	-2,393	0,017
PUNTA UMBRIA	-0,019	0,028	-0,688	0,492
RIO SAN PEDRO	-0,059	0,026	-2,244	0,025

SAN FERNANDO	-0,022	0,027	-0,807	0,420
SAN JUAN DEL PUERTO	-0,076	0,034	-2,245	0,025
SANTA CLARA	-0,060	0,028	-2,152	0,032
TORNEO	-0,085	0,025	-3,471	0,001
TORREARENILLA	-0,147	0,030	-4,878	0,000

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SUROESTE PM₁₀ DOMINGO				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
ALGECIRAS	-0,042	0,031	-1,360	0,174
ALJARAFE	-0,059	0,034	-1,736	0,083
ARCOS	-0,076	0,031	-2,491	0,013
ASOMADILLA	-0,060	0,028	-2,171	0,030
AVDA AL NASIR	-0,157	0,027	-5,755	0,000
AVDA MARCONI	-0,045	0,032	-1,418	0,156
CAMPUS DEL CARMEN	-0,080	0,028	-2,812	0,005
CARTEYA	-0,091	0,024	-3,733	0,000
CARTUJA	-0,095	0,030	-3,132	0,002
COBRE LAS CRUCES	-0,091	0,040	-2,304	0,021
E2 ALCORNOCALES	-0,035	0,027	-1,283	0,200
JEREZ CHAPMN	-0,073	0,028	-2,628	0,009
LA LINEA	-0,054	0,026	-2,091	0,037
LA ORDEN	-0,147	0,026	-5,565	0,000
LA RABIDA	-0,157	0,026	-6,003	0,000
LEPANTO	-0,064	0,028	-2,271	0,023
LOS BARRIOS	-0,009	0,056	-0,165	0,869
LOS ROSALES	-0,108	0,030	-3,613	0,000
MARISMAS DEL TITAN	-0,156	0,032	-4,835	0,000
MATALASCAÑAS	-0,010	0,039	-0,269	0,788
MAZAGON	-0,047	0,033	-1,415	0,157
MOGUER	-0,083	0,023	-3,642	0,000
NIEBLA	-0,091	0,033	-2,786	0,005
OBEJO	-0,012	0,017	-0,725	0,468
POBLADO	-0,021	0,017	-1,221	0,222
POZO DULCE	-0,202	0,029	-6,918	0,000
PRINCIPES	-0,079	0,022	-3,603	0,000
PUNTA UMBRIA	-0,037	0,028	-1,335	0,182
RIO SAN PEDRO	-0,100	0,026	-3,805	0,000
SAN FERNANDO	-0,053	0,027	-1,946	0,052
SAN JUAN DEL PUERTO	-0,076	0,034	-2,256	0,024
SANTA CLARA	-0,120	0,028	-4,301	0,000

TORNEO	-0,131	0,025	-5,325	0,000
TORREARENILLA	-0,191	0,030	-6,361	0,000

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SUROESTE PM₁₀ POLVO DEL SAHARA				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
ALGECIRAS	0,352	0,027	13,051	0,000
ALJARAFE	0,077	0,030	2,591	0,010
ARCOS	0,279	0,026	10,542	0,000
ASOMADILLA	0,328	0,024	13,587	0,000
AVDA AL NASIR	0,308	0,024	13,100	0,000
AVDA MARCONI	0,206	0,027	7,572	0,000
CAMPUS DEL CARMEN	0,327	0,024	13,513	0,000
CARTEYA	0,326	0,021	15,649	0,000
CARTUJA	0,352	0,026	13,452	0,000
COBRE LAS CRUCES	0,201	0,034	5,897	0,000
E2 ALCORNOCALES	0,172	0,023	7,404	0,000
JEREZ CHAPMN	0,213	0,024	8,909	0,000
LA LINEA	0,200	0,023	8,823	0,000
LA ORDEN	0,341	0,023	15,148	0,000
LA RABIDA	0,313	0,022	14,068	0,000
LEPANTO	0,110	0,025	4,463	0,000
LOS BARRIOS	0,243	0,048	5,072	0,000
LOS ROSALES	0,315	0,025	12,415	0,000
MARISMAS DEL TITAN	0,261	0,028	9,478	0,000
MATALASCAÑAS	0,225	0,033	6,826	0,000
MAZAGON	0,352	0,027	13,078	0,000
MOGUER	0,227	0,019	12,207	0,000
NIEBLA	0,309	0,027	11,565	0,000
OBEJO	0,293	0,015	19,615	0,000
POBLADO	0,126	0,015	8,330	0,000
POZO DULCE	0,390	0,025	15,688	0,000
PRINCIPES	0,153	0,019	8,037	0,000
PUNTA UMBRIA	0,288	0,024	12,213	0,000
RIO SAN PEDRO	0,295	0,023	13,092	0,000
SAN FERNANDO	0,203	0,023	8,736	0,000
SAN JUAN DEL PUERTO	0,379	0,027	13,856	0,000
SANTA CLARA	0,264	0,024	10,926	0,000
TORNEO	0,232	0,021	10,926	0,000
TORREARENILLA	0,368	0,026	14,420	0,000

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103

SUROESTE PM₁₀ COMBUSTIÓN DE BIOMASA				
Estación	Coefficiente	Error estándar	T Valor	P Valor
ALGECIRAS	0,117	0,034	3,405	0,001
ALJARAFE	-0,127	0,038	-3,339	0,001
ARCOS	0,090	0,034	2,652	0,008
ASOMADILLA	0,044	0,031	1,438	0,151
AVDA AL NASIR	0,061	0,030	2,023	0,043
AVDA MARCONI	0,111	0,035	3,194	0,001
CAMPUS DEL CARMEN	0,073	0,031	2,325	0,020
CARTEYA	0,076	0,027	2,812	0,005
CARTUJA	0,175	0,033	5,258	0,000
COBRE LAS CRUCES	-0,196	0,044	-4,475	0,000
E2 ALCORNOCALES	-0,132	0,030	-4,391	0,000
JEREZ CHAPMN	-0,064	0,031	-2,104	0,036
LA LINEA	-0,069	0,029	-2,387	0,017
LA ORDEN	0,079	0,029	2,692	0,007
LA RABIDA	0,048	0,029	1,679	0,093
LEPANTO	-0,051	0,031	-1,614	0,107
LOS BARRIOS	0,287	0,062	4,628	0,000
LOS ROSALES	0,120	0,033	3,643	0,000
MARISMAS DEL TITAN	0,133	0,036	3,746	0,000
MATALASCAÑAS	-0,178	0,042	-4,207	0,000
MAZAGON	0,030	0,036	0,830	0,406
MOGUER	0,019	0,025	0,773	0,440
NIEBLA	0,040	0,036	1,120	0,263
OBEJO	-0,015	0,019	-0,796	0,426
POBLADO	-0,086	0,019	-4,478	0,000
POZO DULCE	0,081	0,032	2,508	0,012
PRINCIPES	0,010	0,024	0,414	0,679
PUNTA UMBRIA	0,164	0,030	5,369	0,000
RIO SAN PEDRO	0,037	0,029	1,287	0,198
SAN FERNANDO	-0,070	0,030	-2,349	0,019
SAN JUAN DEL PUERTO	0,107	0,037	2,913	0,004
SANTA CLARA	0,086	0,031	2,782	0,005
TORNEO	0,070	0,027	2,593	0,010
TORREARENILLA	0,042	0,033	1,279	0,201

Fuente: Elaboración propia; RStudio-v1.4.1103