

# Tendencia y efectos del humo de incendios forestales en Washington

Reunión de las partes interesadas legisladoras sobre el humo de incendios forestales con el Departamento de Labor e Industrias de Washington

27 de enero de 2022

# ¿Qué es el humo?

- Gases
- Líquidos
- Sólidos

Partículas

Dióxido de carbono  
Monóxido de carbono  
Metano  
Vapor de agua

Carbono elemental  
NO<sub>x</sub>  
SO<sub>x</sub>  
Agua  
Varios VOC incluidos:

-formaldehído

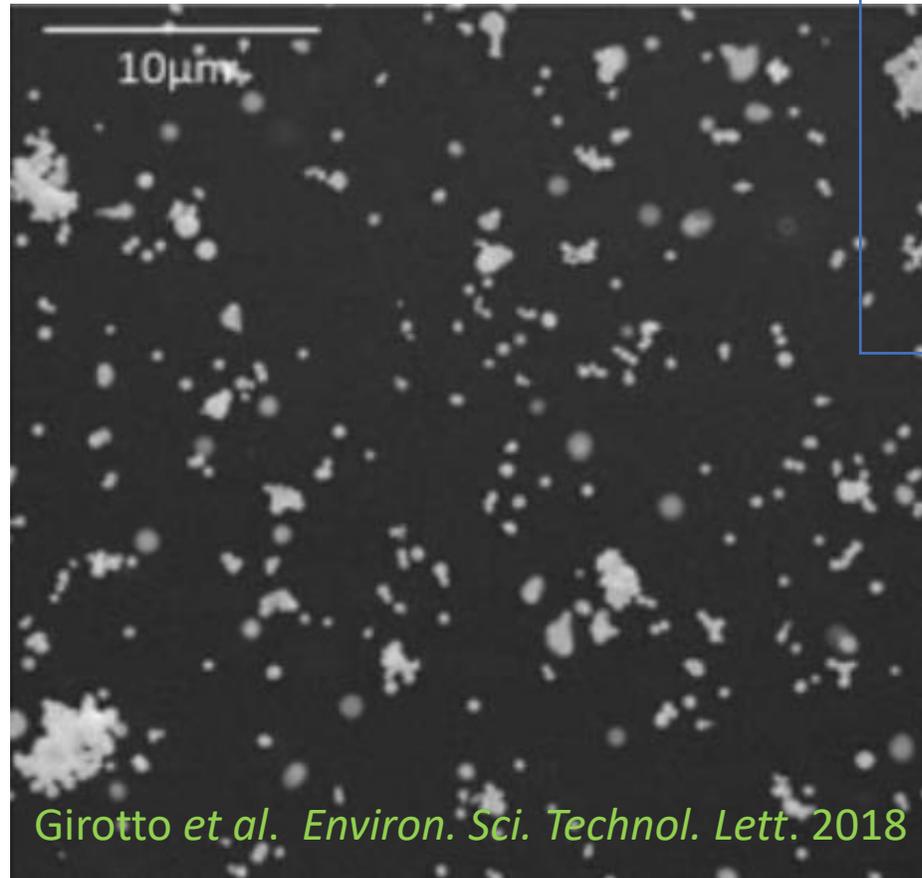
-acroleína

- PAH

Metales y otros elementos

Entre el 70 % y el 80 % de los metales y PAH del humo de incendios forestales se han encontrado partículas de menos de 0.1 μm

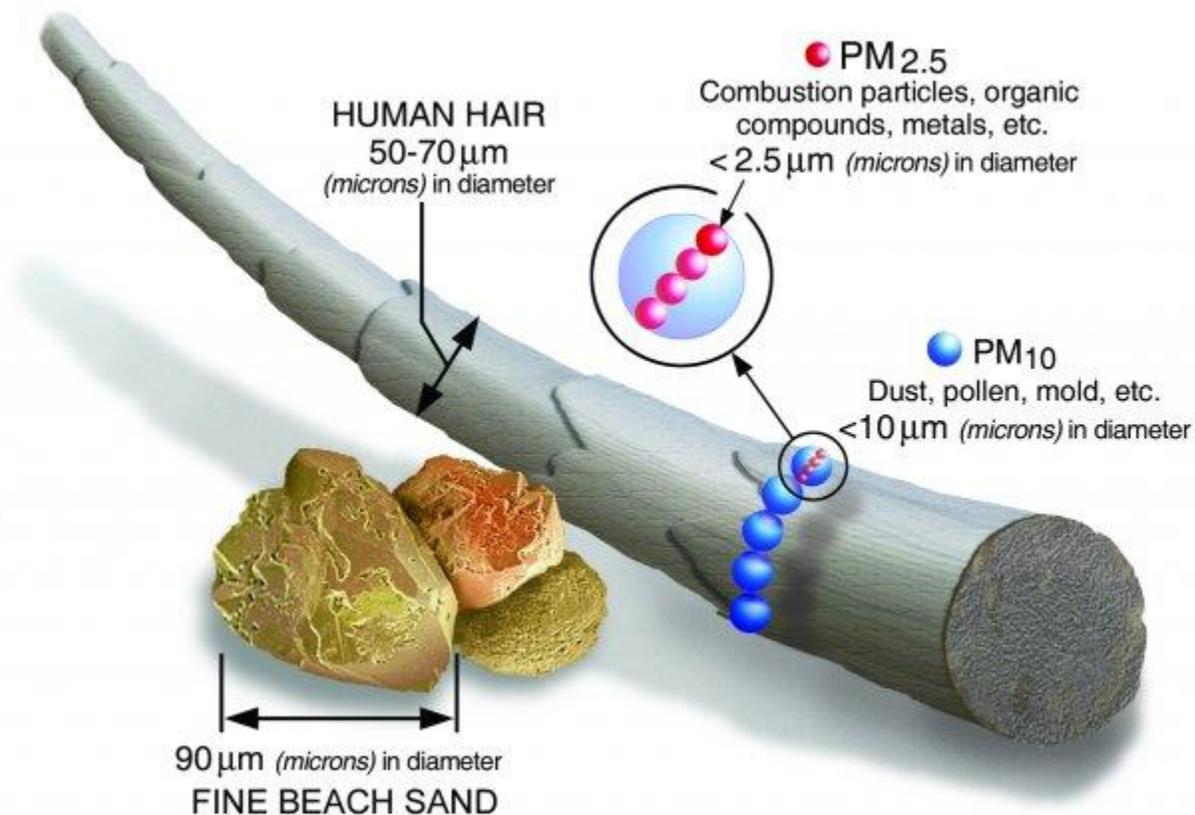
La mayor parte de las partículas del humo por incendios forestales tienen menos de 1 micrón (μm) de diámetro.



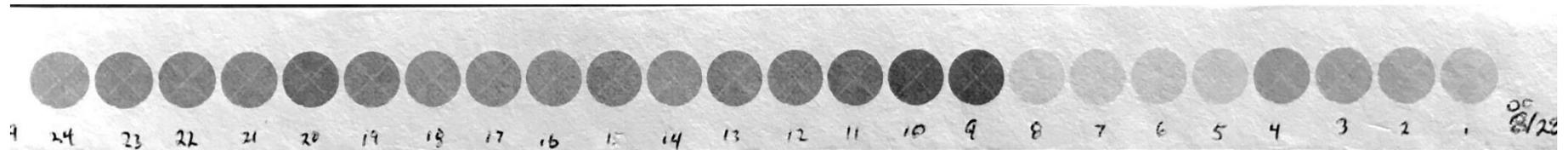
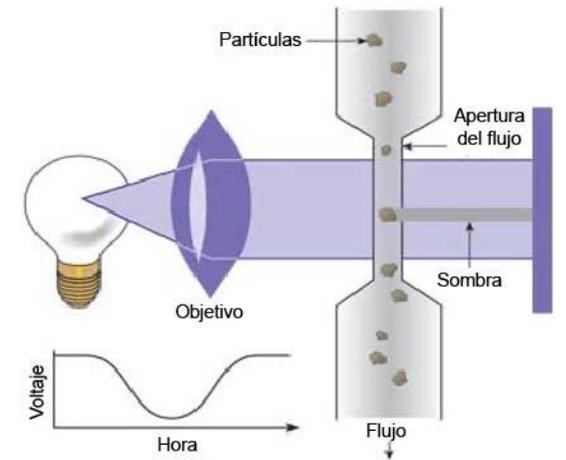
*Giroto et al. Environ. Sci. Technol. Lett. 2018*

# La materia particulada 2.5 (PM<sub>2.5</sub>)

US EPA exige que los estados y autoridades locales monitorean la PM<sub>2.5</sub> y reporten la concentración promedio diaria en microgramos por metro cúbico de aire



# Tres métodos de monitoreo de $PM_{2.5}$

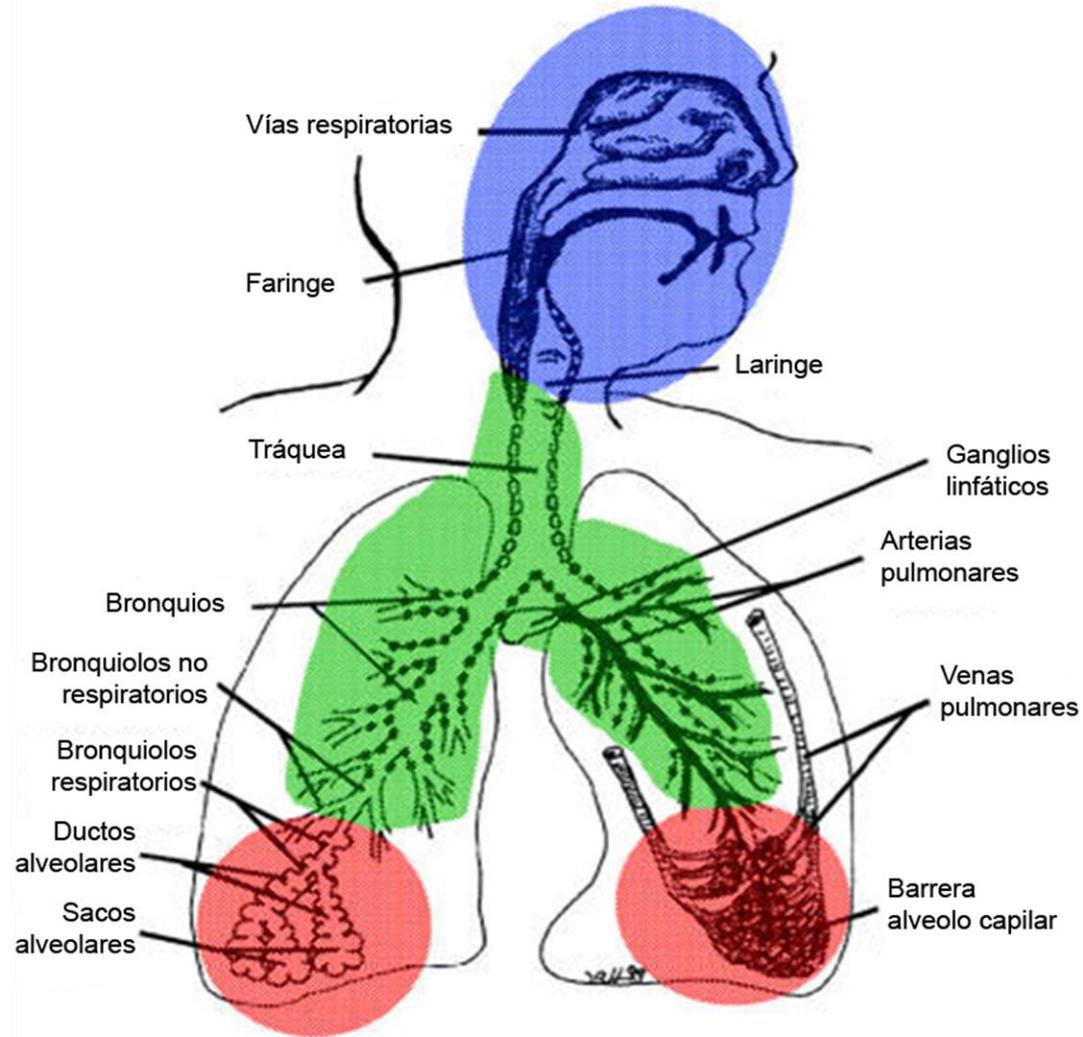


La materia particulada 2.5 (PM<sub>2.5</sub>) se refiere a las partículas y gotitas diminutas en el aire que tienen dos y medio micrones o menos de diámetro.

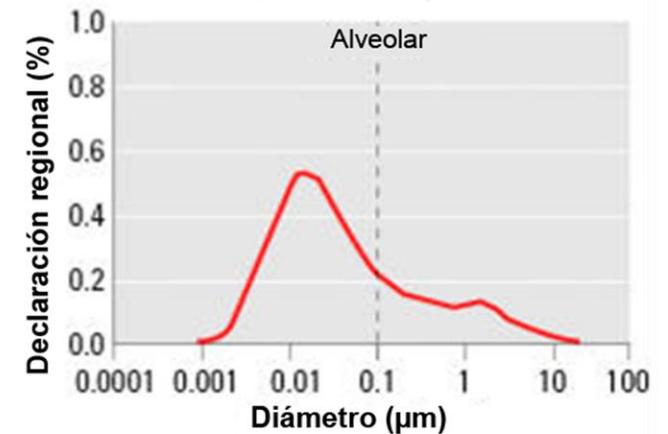
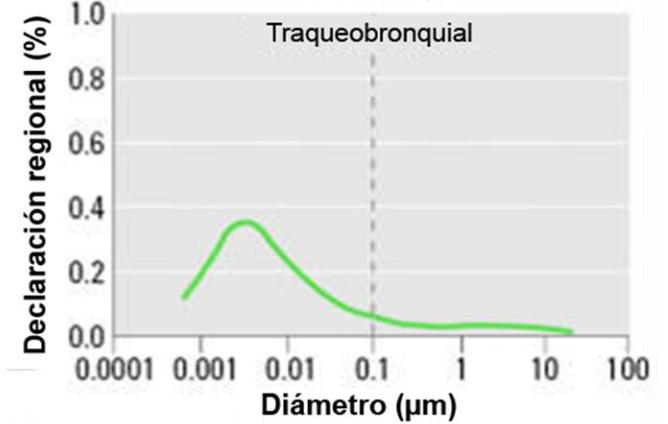
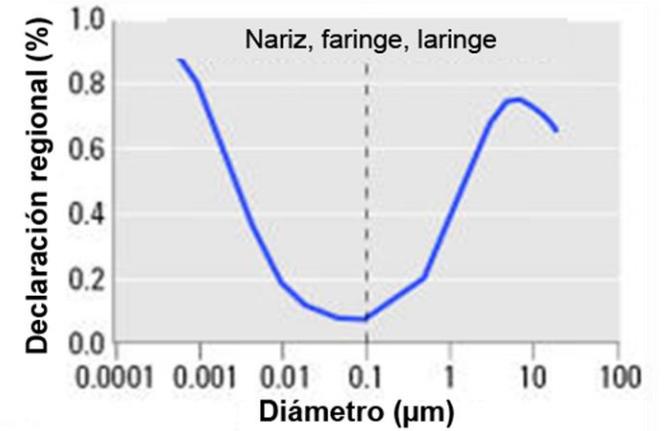
- transformen las concentraciones a los valores del Índice de calidad del aire
- anuncien la categoría a la que corresponde el valor promedio del índice de cada lugar

Concentración diaria en promedio (µg/m <sup>3</sup> )	Valor del índice de calidad del aire (Air Quality Index, AQI)	Categoría AQI
de 1 a 12.0	0-50	Buena
de 12.1 a 35.4	51-100	Moderada
de 35.5 a 55.4	101-150	Insalubre para grupos vulnerables
de 55.5 a 150.4	151-200	Insalubre
de 150.5 a 250.4	201-300	Muy insalubre
de 250.5 a 350.4	301-400	Peligrosa
de 350.5 a 500	401-500	

La acumulación de depósitos en el tracto respiratorio depende del tamaño de las partículas.



Oberdörster, et al. 2005 *Env Health Perspectives*: 113, 7.



**POLICY** South African science gets biggest shake-up in 20 years **p.158**

**TECHNOLOGY** Google targets scientists and data geeks with new search tool **p.161**

**AWARDS** Astrophysicist to donate US\$3 million to promoting diversity **p.161**



**ENERGY** Data centres try to keep electricity use from skyrocketing **p.163**

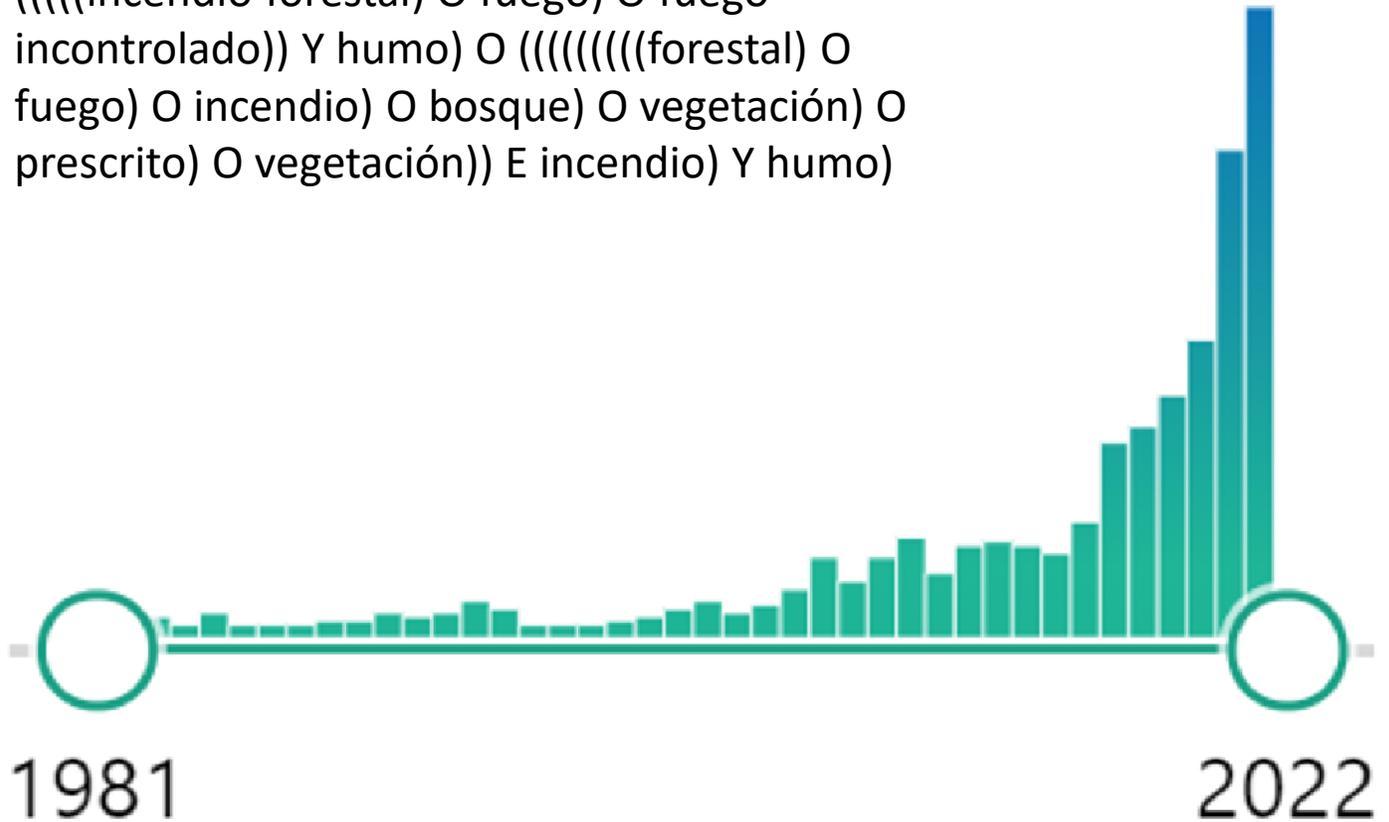


National Library of Medicine  
National Center for Biotechnology Information



## RESULTADOS POR AÑO

(((incendio forestal) O fuego) O fuego incontrolado)) Y humo) O (((((((((forestal) O fuego) O incendio) O bosque) O vegetación) O prescrito) O vegetación)) E incendio) Y humo)



Firefighters in California have faced a historic fire season in 2018, and climate models predict that wildfires will become more common and intense.

### EPIDEMIOLOGY

## Scientists scramble to study wildfires' health effects

Blazes have created natural experiments in nearby towns and a monkey-breeding colony.

BY SARA REARDON

Record-setting wildfires have burnt through northern California over the past month, blanketing huge swathes of the western United States in a smoky haze and destroying an area larger than London. Now scientists are hoping that the fiery summer will help them determine whether exposure to wildfire smoke damages health over the long term.

Finding answers is becoming more urgent because the behaviour of wildfires — in the

United States and elsewhere — is expected to shift in the coming decades. Climate models predict that many more people worldwide will be exposed to toxic smoke as these blazes become more common and intense. US wildfires already produce about one-third of the country's particulate-matter pollution, airborne particles that are small enough to enter and damage human lung tissue.

"When we think about climate-change policy and cost-benefits, if we don't include human-health impacts we're not getting an

accurate assessment," says Michelle Bell, an environmental-health researcher at Yale University in New Haven, Connecticut. "The line between natural and anthropogenic air pollution has blurred in terms of wildfires."

One of the reasons researchers know so little about wildfires' effects on health is that epidemiological studies of air pollution typically do not distinguish between the sources of pollutants that people breathe in. The sensors used in such research measure only the size of particles in the air, making it hard to link

# Efectos adversos para la salud por la exposición al humo de incendios forestales

Las visitas al departamento de emergencias (Emergency Department Visits, EDV)  
para todos los casos no producidos por trauma  
incrementaron ~1.3 % por cada  $10\text{-}\mu\text{g}/\text{m}^3$  del promedio diario de  $\text{PM}_{2.5}$  durante los días de humo entre las personas de 15 a 64 años en Sydney

# Enfermedades respiratorias

La tasa incrementa por cada  $10\text{-}\mu\text{g}/\text{m}^3$  del promedio diario de  $\text{PM}_{2.5}$  de incendios forestales

En Sydney, las EDV incrementaron  $\sim 1\%$  entre toda la población durante los días de humo.

En WA, las admisiones hospitalarias (Hospital Admissions, HA) incrementaron un  $5\%$  en toda la población el tercer día después de la exposición al humo.

En CA, las HA incrementaron un  $5\%$  entre toda la población el día de la exposición al humo y el día siguiente.

# Estudio de incendios forestales del 2012 del Departamento de Salud del Estado de Washington, el Distrito de Salud de Chelan-Douglas, Salud Pública del condado de Kittitas y Salud Pública del condado de Okanogan

En comparación con antes del incendio, las consultas ambulatorias por enfermedades respiratorias entre las personas de 19 a 64 años incrementaron ~33 % durante el incendio, y siguieron ~26 % más altas los 19 días siguientes.

## Investigación de vigilancia de los efectos de la salud cardiopulmonar causados por los incendios forestales de 2012 en la región norte del centro del estado de Washington



# Asma

La tasa incrementa por cada 10- $\mu\text{g}/\text{m}^3$  del promedio diario de  $\text{PM}_{2.5}$  producidas por incendios forestales

En Darwin, la aparición de síntomas incrementó ~ 30.5 % entre las personas de 18 a 78 años el día de la exposición al humo.

En OR las visitas al consultorio incrementaron ~ 5 % en toda la población durante los días de humo.

En OR, las EDV incrementaron ~ 8.9 % en toda la población durante los días de humo.

En CA, las HA incrementaron un 4 % entre las personas de 20 a 64 años el día de la exposición al humo y el día siguiente.

En WA, las HA aumentaron un 5.5 % entre las personas de 15 a 65 años durante los días de humo  
y  
un 7.7 % entre toda la población al 3.<sup>er</sup> día.

En OR, las HA aumentaron un 6.5 % en toda la población durante los días de humo.

RESEARCH

Open Access

## Mortality associated with wildfire smoke exposure in Washington state, 2006–2017: a case-crossover study

Annie Doubleday<sup>1\*</sup>, Jill Schulte<sup>2</sup>, Lianne Sheppard<sup>1,3</sup>, Matt Kadlec<sup>2</sup>, Ranil Dhammapala<sup>2</sup>, Julie Fox<sup>4</sup> and Tania Busch Isaksen<sup>1</sup>



### Abstract

**Background:** Wildfire events are increasing in prevalence in the western United States. Research has found mixed results on the degree to which exposure to wildfire smoke is associated with an increased risk of mortality.

**Methods:** We tested for an association between exposure to wildfire smoke and non-traumatic mortality in Washington State, USA. We characterized wildfire smoke days as binary for grid cells based on daily average PM<sub>2.5</sub> concentrations, from June 1 through September 30, 2006–2017. Wildfire smoke days were defined as all days with assigned monitor concentration above a PM<sub>2.5</sub> value of 20.4 µg/m<sup>3</sup>, with an additional set of criteria applied to days between 9 and 20.4 µg/m<sup>3</sup>. We employed a case-crossover study design using conditional logistic regression and time-stratified referent sampling, controlling for humidex.

**Results:** The odds of all-ages non-traumatic mortality with same-day exposure was 1.0% (95% CI: – 1.0 - 4.0%) greater on wildfire smoke days compared to non-wildfire smoke days, and the previous day's exposure was associated with a 2.0% (95% CI: 0.0–5.0%) increase. When stratified by cause of mortality, odds of same-day respiratory mortality increased by 9.0% (95% CI: 0.0–18.0%), while the odds of same-day COPD mortality increased by 14.0% (95% CI: 2.0–26.0%). In subgroup analyses, we observed a 35.0% (95% CI: 9.0–67.0%) increase in the odds of same-day respiratory mortality for adults ages 45–64.

**Conclusions:** This study suggests increased odds of mortality in the first few days following wildfire smoke exposure. It is the first to examine this relationship in Washington State and will help inform local and state risk communication efforts and decision-making during future wildfire smoke events.

**Keywords:** Wildfire, Wildfire smoke, Environmental epidemiology, Mortality

### Background

Wildfires are increasing in the western United States during the summer and fall months, emphasizing the importance of understanding the health impacts of wildfire smoke exposure [1, 2]. It is estimated that the total forest fire area burned in the western U.S. nearly doubled during 1984–2015 compared to the area projected to have burned without climate change [3]. This trend is expected to worsen, with climate projections indicating wildfires in the western U.S. will increase in frequency and intensity

[4, 5]. The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) estimates that climate change will increase the length of wildfire season in North America by 10–30% [6], which is expected to result in worsening air quality during wildfire season in the coming decades [7].

Wildfire smoke contains a wide range of compounds known to be harmful to human health, including fine particulate matter (PM<sub>2.5</sub>), acrolein, benzene, carbon monoxide, and polycyclic aromatic hydrocarbons [8, 9]. Exposure to these toxic compounds is of concern near the source, and extending several hundred to thousands of kilometers away [10–12]. While it has been shown that the toxic compounds from wildfire smoke travel long distances from the source, potentially exposing thousands of individuals, the

\* Correspondence: [doubleda@uw.edu](mailto:doubleda@uw.edu)

<sup>1</sup>Department of Environmental and Occupational Health Sciences, University of Washington, 1959 NE Pacific St, Seattle, WA 98195, USA  
Full list of author information is available at the end of the article

La mortalidad vinculada con la exposición al humo por incendios forestales en el estado de Washington, 2006-2017: un estudio de casos cruzados.

Probabilidades de muerte durante y después de los días del humo por incendios forestales calculadas en comparación con los días sin humo.



# Washington de junio a septiembre, 2006-2017

	Promedio diario de $\mu\text{g}/\text{m}^3$ $\text{PM}_{2.5}$	SE
Humo por incendios forestales	23.4	2.4
Humo no causado por incendios forestales	5.3	0.1
Incremento	18.1	2.5

## Resultados

- Entre las personas de 45 a 64 años, las probabilidades de una muerte causada por enfermedades respiratorias eran ~ 35 % más altas de lo normal durante los días de humo.
- Entre las personas de cualquier edad, las probabilidades de muerte causada por enfermedad pulmonar obstructiva crónica (chronic obstructive pulmonary disease, COPD) eran ~ 14 % más altas de lo normal durante los días de humo.

**Los paros cardíacos fuera del hospital  
incrementaron por cada  $10\text{-}\mu\text{g}/\text{m}^3$  del promedio diario  
el día de la exposición al humo y el día siguiente.**

**En Victoria, AU, incrementaron  $\sim 7.8\%$  en las personas  
mayores de 35 años**

**y**

**en Melbourne  $\sim 12.7\%$  en las personas de entre 35 y 64 años**

# Efectos clínicos del humo por incendios forestales

- **Visitas al departamento de emergencias no producidas por trauma**
- **Enfermedades respiratorias**
  - asma y agravamiento de COPD
  - neumonía
- **Enfermedades cardiovasculares**
  - arritmia
  - infarto de miocardio
  - insuficiencia cardiaca
- **Enfermedades cerebrovasculares y derrame cerebral**

# Los efectos subclínicos del humo por incendios forestales

Los estudios de las tasas de los síntomas menos graves

muestran de manera consistente que muchas personas experimentan:

- dolores de cabeza
- tos
- estornudos
- escurrimiento nasal
- producción de esputo
- dolores de garganta
- picazón en los ojos y lagrimeo

# Exposición acumulativa al humo por incendios forestales

- Entre más tiempo la gente respire el humo, mayor será su exposición total.
- Las incidencias de enfermedades y muertes aumentan a medida que la exposición acumulada incrementa a lo largo de los eventos de Humo de Incendios Forestales (Wildfire Smoke) de varios días.

Article

## Sustained Effects on Lung Function in Community Members Following Exposure to Hazardous PM<sub>2.5</sub> Levels from Wildfire Smoke

Ava Orr<sup>1</sup>, Cristi A. L. Migliaccio<sup>1</sup>, Mary Buford<sup>1</sup>, Sarah Ballou<sup>1,2</sup> and Christopher T. Migliaccio<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup> Center for Environmental Health Sciences, The University of Montana, Missoula, MT 59812, USA; ava.orr@umontana.edu (A.O.); cristi.migliaccio@umt.edu (C.A.L.M.); mary.buford@umontana.edu (M.B.); sarah.dykstra@umontana.edu (S.B.)

<sup>2</sup> The Skaggs School of Pharmacy, University of Montana, Missoula, MT 59812, USA

\* Correspondence: christopher.migliaccio@umontana.edu

Received: 9 July 2020; Accepted: 1 August 2020; Published: 5 August 2020



**Abstract:** Extreme wildfire events are becoming more common and while the immediate risks of particulate exposures to susceptible populations (i.e., elderly, asthmatics) are appreciated, the long-term health effects are not known. In 2017, the Seeley Lake (SL), MT area experienced unprecedented levels of wildfire smoke from July 31 to September 18, with a daily average of 220.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . The aim of this study was to conduct health assessments in the community and evaluate potential adverse health effects. The study resulted in the recruitment of a cohort ( $n = 95$ , average age: 63 years), for a rapid response screening activity following the wildland fire event, and two follow-up visits in 2018 and 2019. Analysis of spirometry data found a significant decrease in lung function (FEV<sub>1</sub>/FVC ratio: forced expiratory volume in first second/forced vital capacity) and a more than doubling of participants that fell below the lower limit of normal (10.2% in 2017 to 45.9% in 2018) one year following the wildfire event, and remained decreased two years (33.9%) post exposure. In addition, observed FEV<sub>1</sub> was significantly lower than predicted values. These findings suggest that wildfire smoke can have long-lasting effects on human health. As wildfires continue to increase both here and globally, understanding the health implications is vital to understanding the respiratory impacts of these events as well as developing public health strategies to mitigate the effects.

**Keywords:** wildfire smoke; community; spirometry; health effects

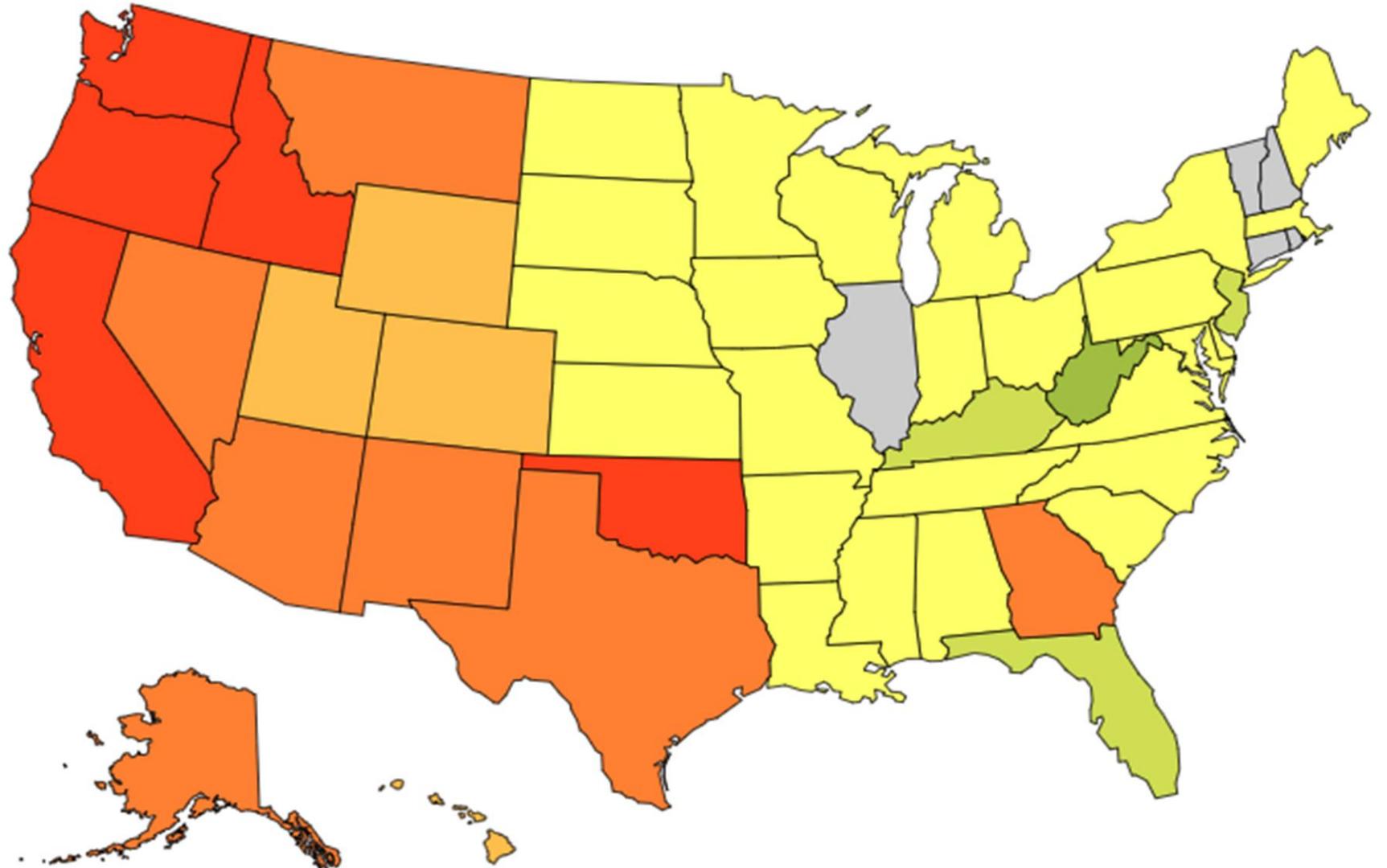
### 1. Introduction

Wildfires have become a major global concern, and in the United States (US) there are hundreds of thousands to millions of acres burned [1,2]. Consequently, wildland smoke emissions are progressively being recognized as a public health concern, due to large scale wildfire fire events [3]. The increased number of these events are attributed to anthropogenic climate change, including warmer temperatures, early spring melt, and decreased winter precipitation [4]. Lightning and human ignition of excess forest fuels from years of previous fire suppression activity, as well as forest management practices, have contributed to large scale wildland fire events [5]. It has been projected that there will be an ~50% increase in burned areas across the western US between 2009 and 2050 and future predictive models show that this area will continue to see rapidly growing fire activity with increases of 80% burned areas in the Pacific Northwest alone [6,7]. While the western states (Washington, Oregon, Montana, Idaho, California, Wyoming, Nevada, Arizona) shoulder a majority of fires/acres burned (7 million+ in 2017), the Midwest and South had hundreds of thousands of acres of wildfires in 2017. Because of fire location and prevailing wind patterns, western Montana communities in the Northern Rockies are

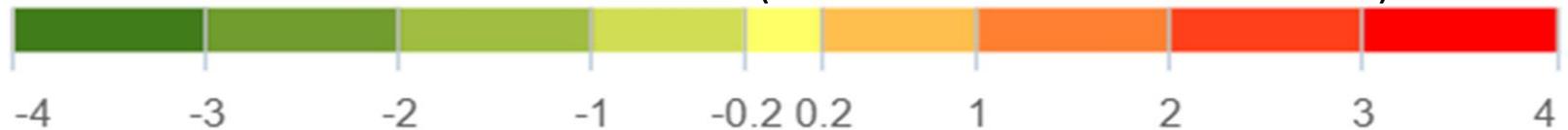
Ava Orr y otros en University of Montana, y el Departamento de Salud del condado de Missoula estudiaron los efectos prolongados del humo en la función pulmonar tras la exposición comunitaria a niveles peligrosos.

- Dieron seguimiento a 95 residentes de Seeley Lake con edades de 23 a 85 años (en promedio 63), tras un evento de humo que tuvo lugar del 31 de julio al 18 de septiembre de 2017 con un promedio de PM<sub>2.5</sub> de 220.9- $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- Midieron la función pulmonar inmediatamente después del incendio y le dieron seguimiento en 2018 y 2019.
- El número de participantes que se encontraba por debajo del límite de la función normal incrementó del 10.2 % en 2017 al 45.9 % en 2018, y se mantuvo en 33.9 % dos años después de la exposición.

Acres por  
milla  
cuadrada  
quemados en  
2002 a 2018  
con relación  
al periodo de  
1984 a 2001



www3.epa.gov "Climate Change Indicators"  
(Indicadores de cambio climático)



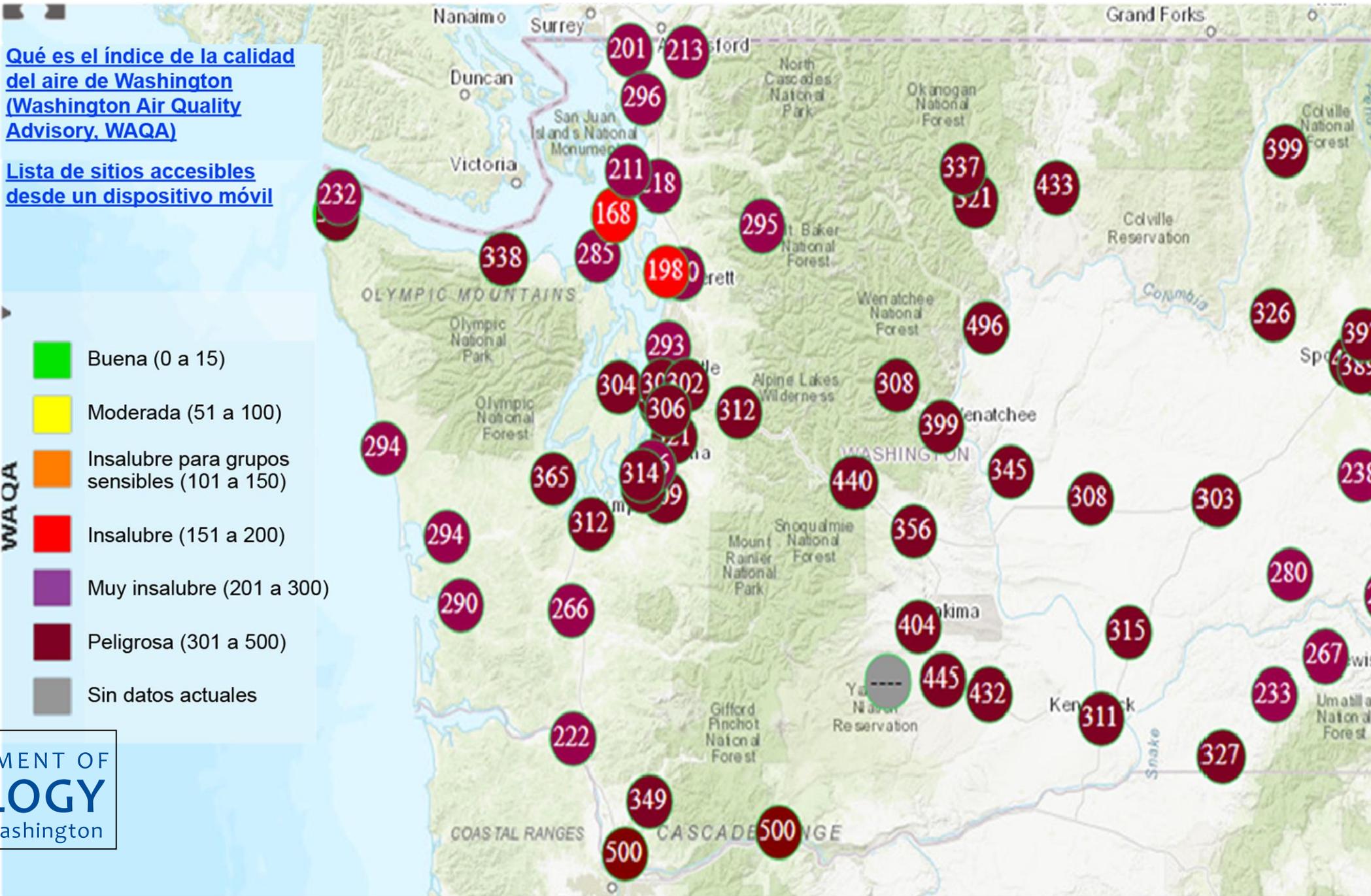


# Episodio de humo por incendios forestales en 2020

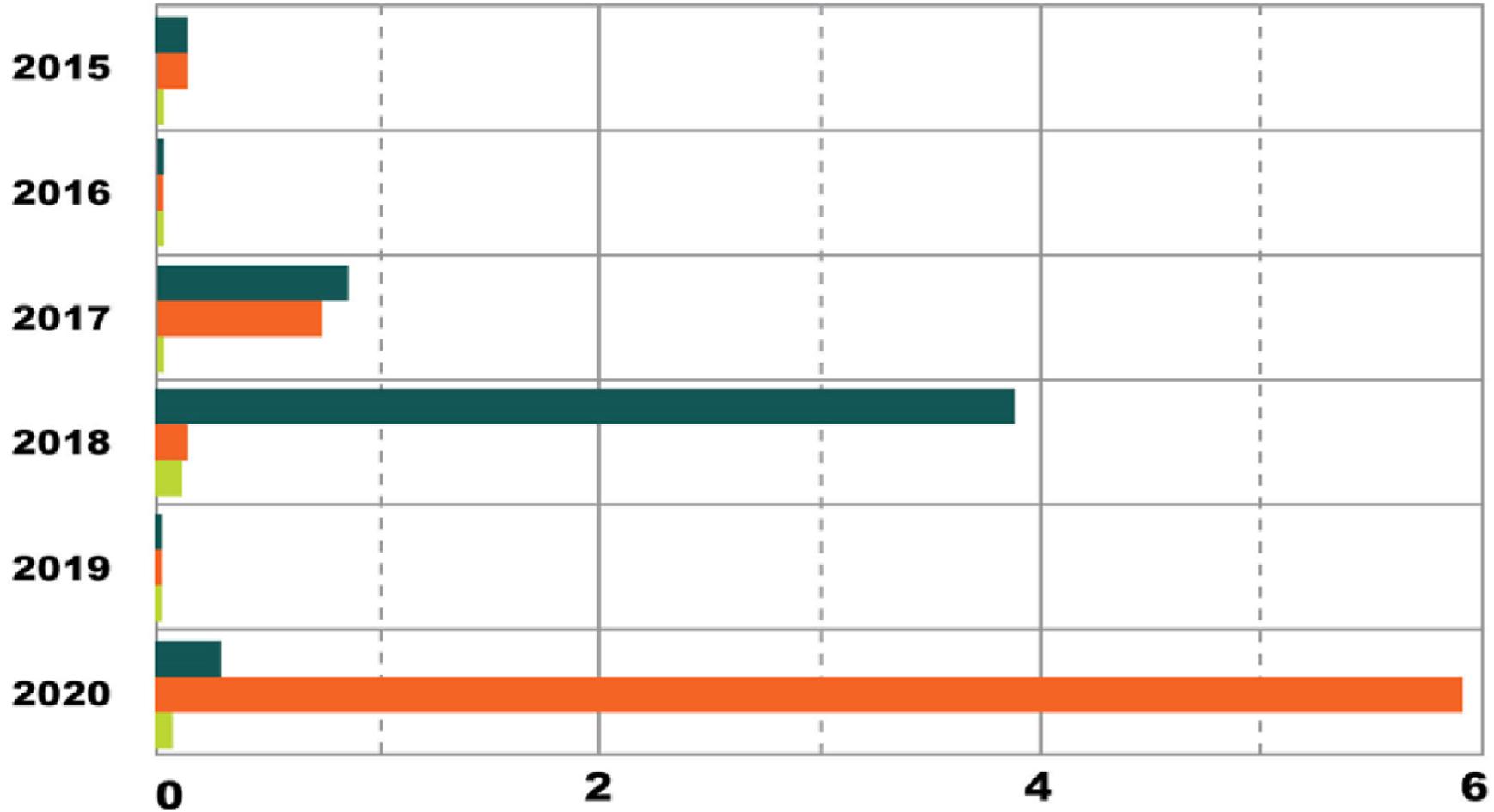
# Red de monitoreo de la calidad del aire

[Qué es el índice de la calidad del aire de Washington \(Washington Air Quality Advisory, WAQA\)](#)

[Lista de sitios accesibles desde un dispositivo móvil](#)



# Residentes de Washington expuestos a una calidad del aire muy insalubre o peor, de junio a septiembre



Población en millones



# Conclusiones

- La exposición a las PM<sub>2.5</sub> producidas por incendios forestales incrementa las incidencias de enfermedades respiratorias, cardiovasculares, cerebrovasculares y las muertes producidas por estas.
- Las incidencias tienden a incrementar el día de la exposición al humo, y algunos de los efectos uno o más días después.
- Los efectos adversos prolongados son evidentes en algunos casos.
- La evidencia actual no es suficiente para determinar si existe un nivel seguro de exposición.

¿Preguntas?

