

# Proyección de Emisiones de Calentadores al Aire Libre

Nov. 3, 2020

Zihan Lin

CAPERS Investigador Estudiantil

**SUSTAINABLE**  
**PRINCETON.**



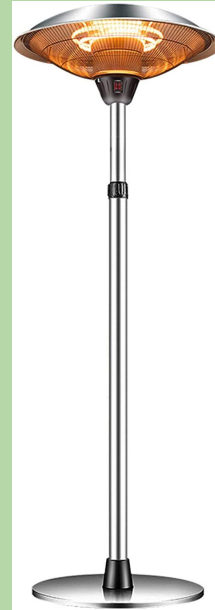
**PRINCETON**  
**UNIVERSITY**

# Objetivo

- Aproximar el impacto ambiental de los calentadores al aire libre utilizados por los restaurantes durante el invierno
- Preguntas Principales:
  - ¿Cuánta energía será consumida para apoyar el comer al aire libre durante el invierno?
  - ¿Cuál es la escala de emisión asociada con el costo energético?

# Contexto

- El comer al aire libre está aumentando debido a la pandemia
- Restaurantes están invirtiendo en los calentadores al aire libre para el invierno
- Los principales calentadores funcionan con electricidad o gas natural (propano)
- Análisis del impacto ambiental



Eléctrico



Propano

# Motivación

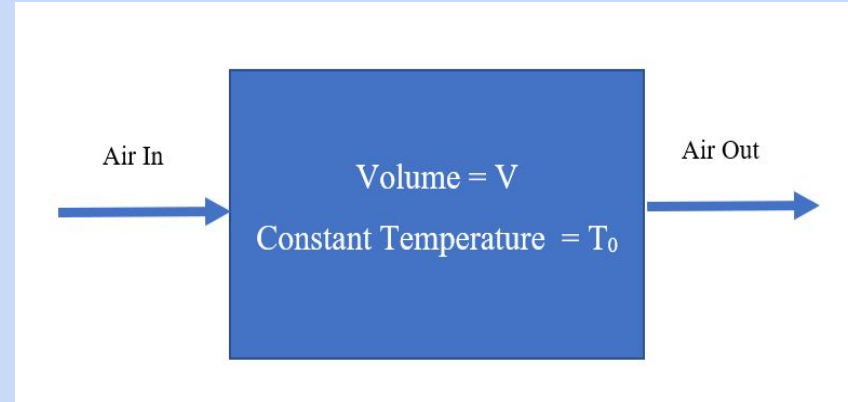
- Del 2010 al 2017, el funcionamiento de edificios ha sido lo más costoso en términos de energía y emisiones de CO<sub>2</sub>
- Las emisiones asociadas con el funcionamiento de restaurantes aumentarán
- ¿Cómo contribuirán los calentadores al aire libre a las emisiones totales?

| Sector                       | CO <sub>2</sub> e |
|------------------------------|-------------------|
| Edificios & Instalaciones    | 1281              |
| Luces Callejeras & Semáforos | 707               |
| Flota de Vehículos           | 223               |
| Flota de Tránsito            | 51                |
| Viaje Diario del Empleado    | 779               |

*Princeton's Greenhouse Gas Inventory*

# Método

- Calcular el costo energético asociado con el funcionamiento de los calentadores
- Calentando y manteniendo la temperatura de cierto volumen de espacio depende de:
  - La rapidez del intercambio del aire con su alrededor
  - El cambio de la temperatura
  - Las propiedades del aire
- Suposiciones sobre la dimensión, la tasa de intercambio de aire, y horas de funcionamiento



# Método (cont.)

- Datos

- 2019 reporte del clima de Princeton
- Cantidades asociadas con el aire

- 



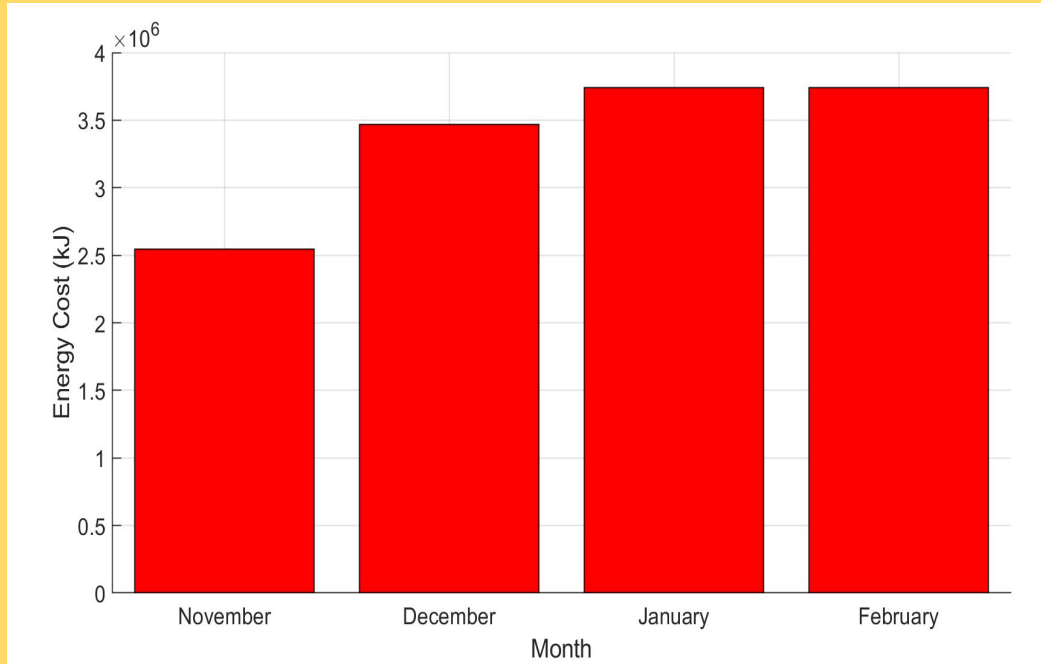
- Determinar la cantidad de propano que se necesita para generar la demanda de energía calculada
- Estimar las emisiones de  $\text{CO}_2$  asociadas con la combustión de la cantidad determinada de propano

# Eléctrico vs Propano

- Problemas con cables y enchufes
- Riesgos de incendio
- Rendimiento y eficiencia
- Precio

| Tipo      | Rendimiento     |
|-----------|-----------------|
| Eléctrico | 5000 BTU        |
| Propano   | 36000-48000 BTU |

# Costo Energético y Emisión



| Cantidad de Calentadores | Emisión Total (toneladas métricas de CO <sub>2</sub> ) |
|--------------------------|--|
| 50                       | 43.6   |



# Análisis de Sensibilidad

- Eficiencia - El calentador funciona a una eficiencia reducida por debajo de los 40°F (4.44°C).
- Afecta los números de Enero y Febrero

|   | 95% Eficiencia | 90% Eficiencia |
|---|----------------|----------------|
| <b>Emisiones en CO<sub>2</sub><br/>(toneladas métricas)</b> | 44.2           | 44.9           |
| <b>Diferencia Porcentual</b>                                | 1.46%          | 3.08%          |

# Conclusiones

- Se anticipa la emisión de 43.6-44.9 toneladas métricas de CO<sub>2</sub> debido al uso consistente de los calentadores al aire libre en los próximos meses
- La casa de promedia produce alrededor de 60 toneladas métricas de CO<sub>2</sub> en un año
- Resultados pueden cambiar dependiendo de las horas de funcionamiento, el ambiente, y ciertos cambios climáticos inesperados

# Gracias!

- Gracias a Christine por proveerme con los los datos para mi análisis
- Gracias a Khiara y a Nic por revisar mi trabajo y darme comentarios substantivos

