



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS COMPUTACIONALES

ESTADÍSTICA CON APOYO INFORMÁTICO

ESTACION DE CARGA DE AUTOS ELÉCTRICOS: TENDENCIAS Y ANÁLISIS  
ESTADÍSTICOS

INTEGRANTES

1. KANKIBE GONZALEZ 10-716-96
2. MANUEL GONZALEZ 8-33-1188
3. LESLY FLORES 8-990-1314
4. DAILYNE BRAVO 8-1025-313

GRUPO:

1IL116

PROFESOR

JUAN MARCOS CASTILLO, PHD

FECHA:

10 DE DICIEMBRE DE 2024

II SEMESTRE DE 2024

## RESUMEN EJECUTIVO

Este informe aborda el análisis de diversas variables relacionadas con el consumo energético y la eficiencia de los vehículos eléctricos. A través de herramientas estadísticas, se exploraron factores como el consumo de energía, la distancia recorrida y la temperatura ambiental para evaluar cómo afectan el rendimiento de estos vehículos. El objetivo principal fue comprender las interacciones entre estas variables y su impacto en la eficiencia operativa.

Los resultados obtenidos ofrecen una visión detallada sobre cómo estas variables influyen en el comportamiento de los vehículos eléctricos, proporcionando una base sólida para mejorar la eficiencia energética y el uso de recursos, los hallazgos permiten una mejor comprensión de los aspectos clave que podrían optimizarse para mejorar el rendimiento general de los vehículos eléctricos.

Este análisis proporciona una perspectiva valiosa para apoyar decisiones informadas en el ámbito del transporte eléctrico, destacando la importancia de ajustar los procesos y estrategias para lograr una mayor eficiencia y sostenibilidad en el futuro.

## ANTECEDENTES

A lo largo de nuestras conversaciones en equipo, hemos identificado que explorar las variables relacionadas con el uso eficiente de los recursos es fundamental para mejorar los procesos y desempeños en distintos ámbitos. Este interés surge de nuestra intención de aplicar conceptos previos y generar un análisis más profundo en nuestra área de estudio.

La necesidad de optimizar el uso de energía y recursos se ha vuelto cada vez más relevante, especialmente en contextos donde la sostenibilidad y la eficiencia juegan un papel central. En este sentido, diversos estudios previos han resaltado la importancia de identificar patrones que permitan mejorar los procesos de consumo y rendimiento, lo que nos llevó a enfocarnos en este análisis.

## INTRODUCCION

El presente informe analiza diversos aspectos relacionados con el consumo energético y la eficiencia de los vehículos eléctricos, utilizando herramientas estadísticas para explorar variables clave como la energía consumida, la duración de la carga, el costo asociado y las condiciones ambientales. A partir de una base de datos que incluye 1,320 registros y 20 variables, se busca entender cómo estas interacciones afectan el rendimiento de los vehículos y qué patrones emergen. Este análisis proporciona una perspectiva integral para optimizar el uso de recursos, mejorar la sostenibilidad y tomar decisiones fundamentadas en el ámbito del transporte eléctrico.

## DESCRIPCION DE LA BASE DE DATOS

La base de datos incluye información sobre patrones de carga de vehículos eléctricos, con un total de 1,320 registros y 20 variables. Estas variables se dividen en diferentes categorías, con los siguientes detalles:

### Formatos y tipos de variables:

#### 1. Variables de tipo texto/categóricas:

- **User ID:** Identificador único para cada usuario.
- **Vehicle Model:** Modelo del vehículo.
- **Charging Station ID:** Identificador único de la estación de carga.
- **Charging Station Location:** Ubicación de la estación de carga.
- **Time of Day:** Momento del día (mañana, tarde, noche).
- **Day of Week:** Día de la semana en que se realizó la carga.
- **Charger Type:** Tipo de cargador utilizado (por ejemplo, nivel 1, nivel 2, carga rápida DC).
- **User Type:** Clasificación del usuario (por ejemplo, conductor casual, viajero de larga distancia).

#### 2. Variables numéricas continuas:

- **Battery Capacity (kWh):** Capacidad de la batería del vehículo en kilovatios-hora.
- **Energy Consumed (kWh):** Energía consumida durante la sesión de carga.
- **Charging Duration (hours):** Duración de la carga en horas.

- **Charging Rate (kW):** Tasa de carga en kilovatios.
- **Charging Cost (USD):** Costo en dólares de la sesión de carga.
- **State of Charge (Start %):** Estado inicial de carga de la batería como porcentaje.
- **State of Charge (End %):** Estado final de carga de la batería como porcentaje.
- **Distance Driven (km):** Distancia recorrida desde la última carga, en kilómetros.
- **Temperature (°C):** Temperatura ambiental durante la sesión de carga.
- **Vehicle Age (years):** Antigüedad del vehículo en años.

### 3. Variables de tiempo:

- **Charging Start Time:** Fecha y hora de inicio de la carga.
- **Charging End Time:** Fecha y hora de finalización de la carga.

ANALISIS

Análisis Estadístico descriptivo Carda de Vehículos Eléctricos

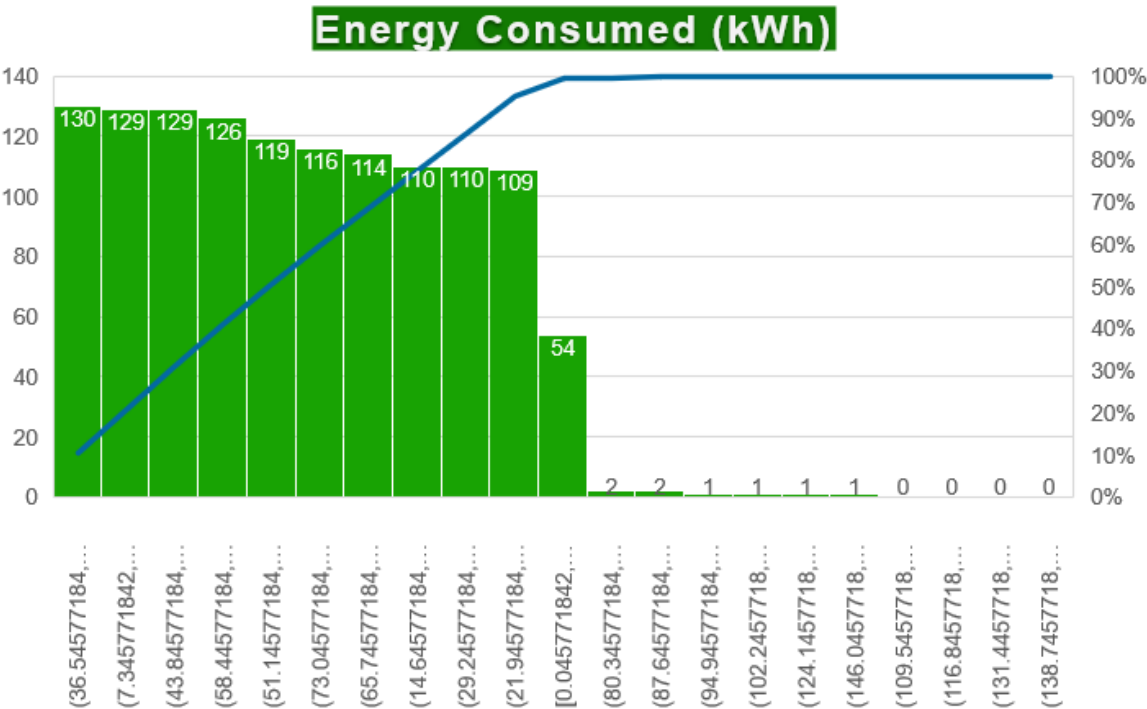
1. Datos descriptivos recolectados

	PROMEDIO	MEDIANA	DES. EST. (MUESTRA)	DES. EST. (POBLACIÓN)	RANGO MAX	RANGO MIN
Energy consumed (kWh)	42.64289425	42.69140538	22.41170459	22.40276672	152.238758	0.045771842
Charging Duration (hours)	2.269377389	2.258136074	1.061036826	1.060634842	7.635144759	0.095314417
Charging Cost (USD)	22.55135175	22.07636016	10.75149363	10.74742032	69.40774319	0.234316994
State of Charge (Start %)	49.13001179	48.24177114	24.07413397	24.06501326	152.4897609	2.325958995
State of Charge (End %)	75.14158987	75.68249591	17.08057963	17.07410849	177.7086665	7.604224498

2. Análisis de Energía consumida

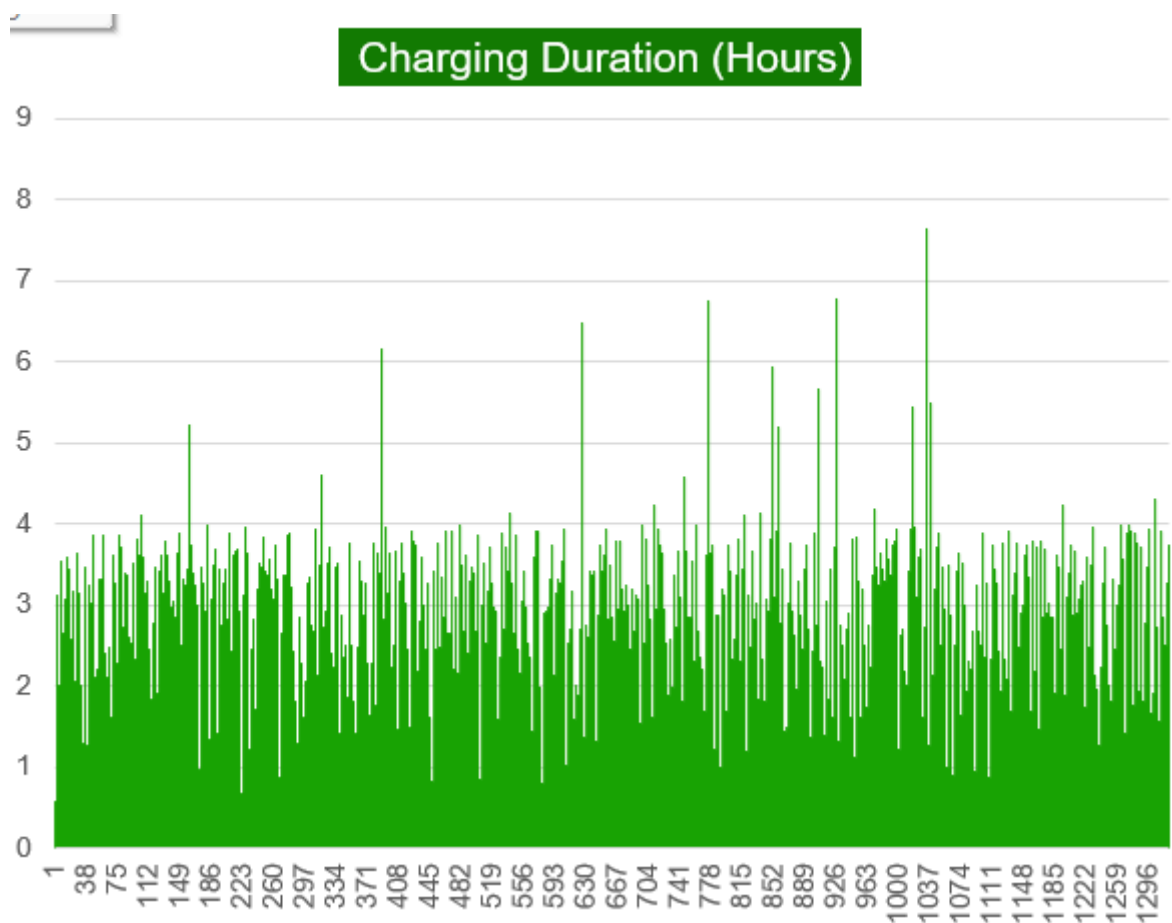
Energía consumida (kWh):

- Promedio: 42.64 kWh
  - Desviación estándar: 22.41 kWh
  - Rango: De 0.045 kWh a 152.24 kWh
- Observación: La mayoría de las cargas se encuentran en un rango intercuartil de 23.88 a 61.21 kWh, reflejando un uso moderado de energía para la mayoría de los vehículos.



### **3. Análisis de Duración de Carga**

- Promedio: 2.27 horas
- Desviación estándar: 1.06 horas
- Rango: De 0.10 horas a 7.64 horas
- Observación: Las sesiones de carga suelen durar entre 1.39 y 3.11 horas, lo que indica que muchos usuarios aprovechan estaciones de carga rápida o de niveles medios.

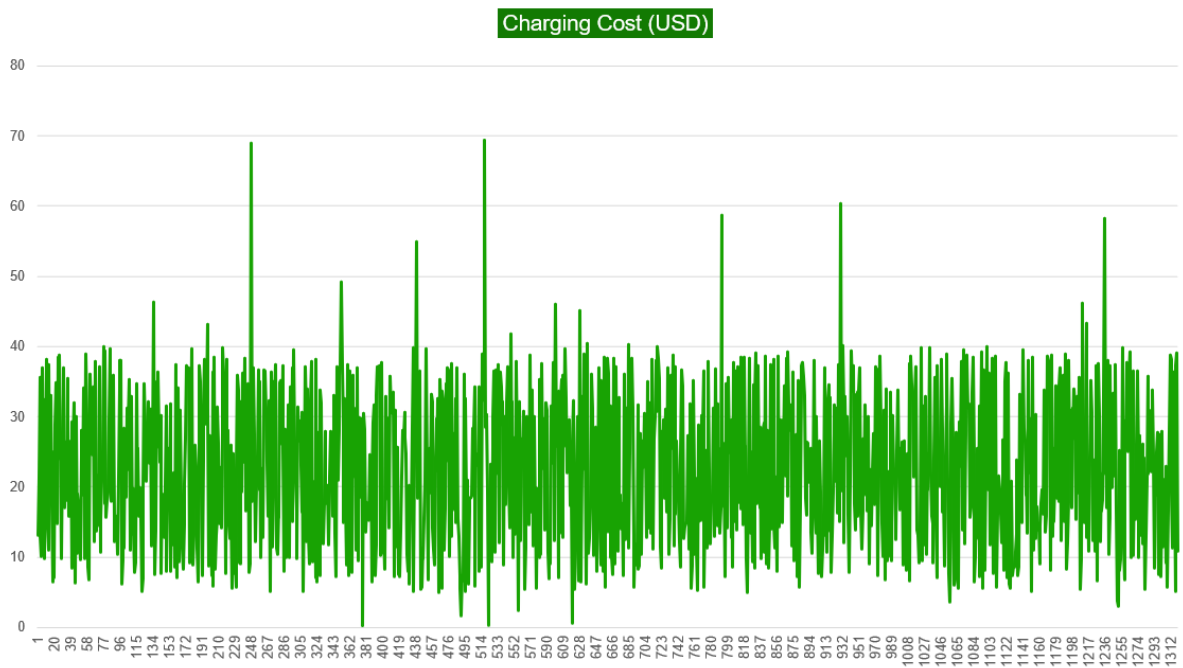


### **4. Análisis de Costo de Carga**

- Promedio: 22.55 USD
- Desviación estándar: 10.75 USD
- Rango: De 0.23 USD a 69.40 USD



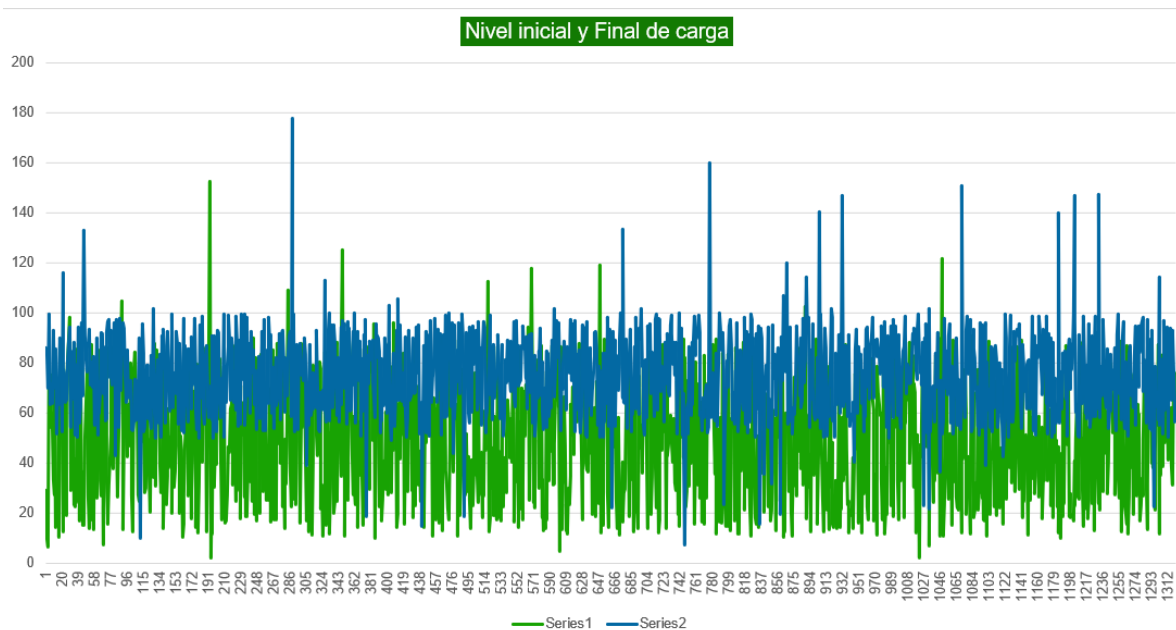
- Observación: El costo de carga varía ampliamente, probablemente debido a diferencias en el tiempo de carga, la tarifa eléctrica, y la capacidad de la batería del vehículo.



## **5. Análisis de Niveles de Carga**

- **Distribución de Uso:**
  - Nivel 1: 34.77% de las sesiones de carga.
  - Nivel 2: 32.65%.
  - Cargador rápido de corriente directa (DC Fast Charger): 32.58%.
- Esto muestra que los tres niveles de carga son utilizados de manera relativamente equilibrada, aunque el nivel 1 tiene una ligera preferencia.
- **Patrones Promedio por Tipo de Cargador:**
- Nivel 1:
  - Energía consumida: 41.61 kWh.
  - Duración promedio: 2.24 horas.
  - Costo promedio: 21.66 USD.

- Este nivel se caracteriza por costos más bajos y tiempos de carga más extensos, ideal para usuarios con mayor flexibilidad de tiempo.
- Nivel 2:
  - Energía consumida: 45.08 kWh.
  - Duración promedio: 2.28 horas.
  - Costo promedio: 22.45 USD.
- Este nivel ofrece un equilibrio entre duración y costo, siendo una opción versátil para diferentes necesidades.
- DC Fast Charger:
  - Energía consumida: 41.29 kWh.
  - Duración promedio: 2.28 horas.
  - Costo promedio: 23.60 USD.
- Este cargador es preferido por usuarios que priorizan tiempos de carga cortos, a pesar de un costo ligeramente más elevado.



## la Correlación entre Variables

En este análisis se busca evaluar la correlación entre dos pares de variables:

1. **Energía consumida** (kWh) vs. **Distancia recorrida** (km)
2. **Temperatura ambiental** (°C) vs. **Eficiencia energética** (distancia recorrida por cada kWh)

Para ello, se utilizaron los coeficientes de correlación de Pearson y se crearon gráficos de dispersión que visualizan las relaciones entre las variables.

### 1. Cálculo del coeficiente de correlación de Pearson

Se utilizó la función **COEF.DE.CORREL** de Excel para calcular los coeficientes de correlación entre las siguientes variables:

- **Energía consumida vs. Distancia recorrida.**
- **Temperatura ambiental vs. Eficiencia energética.**

Los coeficientes de correlación son una medida estadística que nos indican la fuerza y dirección de la relación lineal entre dos variables. Los valores del coeficiente de correlación ( $r$ ) van de -1 a 1, donde:

- $r > 0$  indica una correlación positiva.
- $r < 0$  indica una correlación negativa.
- $r \approx 0$  indica una correlación débil o nula.

### 2. Gráficos de dispersión

Se generaron gráficos de dispersión para cada relación para observar visualmente la distribución de los datos y verificar la existencia de patrones.

Las imágenes de estos gráficos se colocarán en la sección correspondiente de los análisis.

## Resultados

### 1. Correlación entre Energía Consumida y Distancia Recorrida

- **Coeficiente de Correlación: -0.2636886**

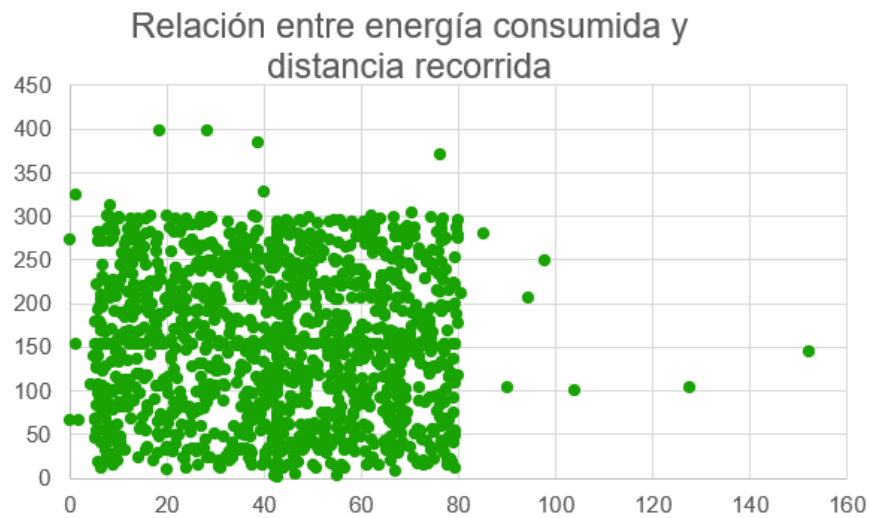
El coeficiente de correlación de -0.2636886 sugiere una relación débil negativa entre la energía consumida y la distancia recorrida. Este valor cercano a cero indica que no existe una relación fuerte entre estas dos variables.

Aunque a primera vista podría parecer que un mayor consumo de energía debería correlacionarse con mayor distancia recorrida, el valor negativo y bajo de  $r$  indica que este patrón no se cumple de manera consistente.

Gráfico

de

dispersión:



El gráfico muestra una gran dispersión de los puntos, lo que refuerza la conclusión de que no existe una relación clara entre las dos variables. Los puntos están muy dispersos sin formar una línea o patrón evidente.

## 2. Correlación entre Temperatura Ambiental y Eficiencia Energética

- **Coefficiente de Correlación: -0.2753091**

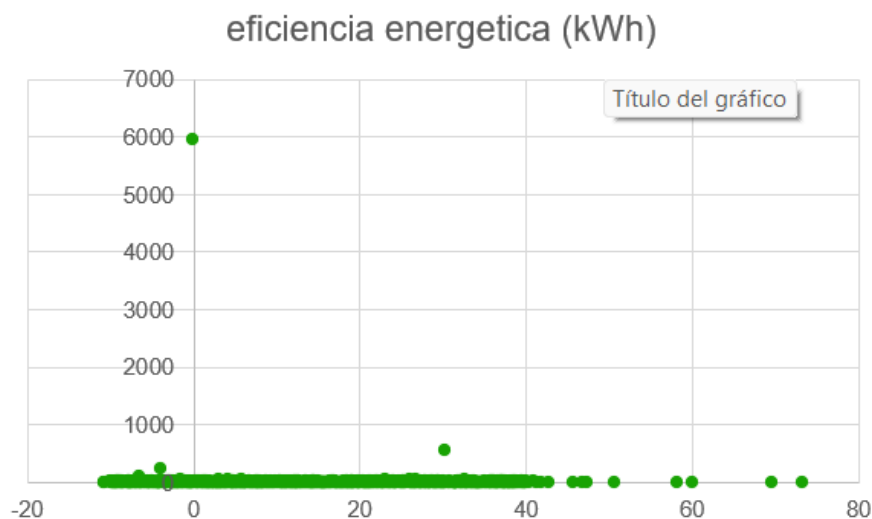
El coeficiente de correlación de **-0.2753091** también refleja una **relación débil negativa** entre la **temperatura ambiental** y la **eficiencia energética** (distancia recorrida por kWh). Aunque el valor sigue siendo bajo, es ligeramente más pronunciado que el primer caso.

La relación sugiere que a temperaturas más altas, la eficiencia energética tiende a disminuir ligeramente, es decir, se recorre una menor distancia por cada kWh de energía consumida. Sin embargo, esta relación sigue siendo débil y no definitiva.

Gráfico

de

dispersión:



El gráfico muestra que los puntos tienden a alinearse lo largo del eje X (temperatura), lo que sugiere una ligera tendencia negativa. No obstante, sigue siendo un patrón débil.

-

En este análisis, evaluamos la relación entre diferentes pares de variables clave relacionadas con el consumo de energía y las condiciones ambientales. Los resultados nos ofrecen una visión interesante sobre estas conexiones, aunque las correlaciones encontradas son débiles.

**1. Energía consumida vs. Distancia recorrida:**

El coeficiente de correlación de -0.26 indica que no hay una relación fuerte entre la cantidad de energía consumida y la distancia recorrida. Esto significa que, en este caso, un mayor consumo de energía no necesariamente se traduce en recorrer distancias más largas. Es posible que factores adicionales, como el tipo de vehículo, la velocidad o las condiciones del terreno, estén influyendo en esta relación.

**2. Temperatura ambiental vs. Eficiencia energética:**

El coeficiente de correlación de -0.27 muestra una relación débilmente negativa entre la temperatura ambiental y la eficiencia energética. Esto sugiere que, en temperaturas más altas, la eficiencia tiende a reducirse ligeramente. Aunque la tendencia es interesante, la debilidad de la relación implica que otros elementos, como la tecnología del vehículo o las condiciones del clima, podrían tener un mayor impacto.

En general, los resultados revelan que las correlaciones entre estas variables son leves y no determinantes. Esto sugiere que hay múltiples factores complejos que afectan tanto el consumo de energía como la eficiencia.

## Histogramas

### 1. Energía Consumida y Distancia Recorrida\*

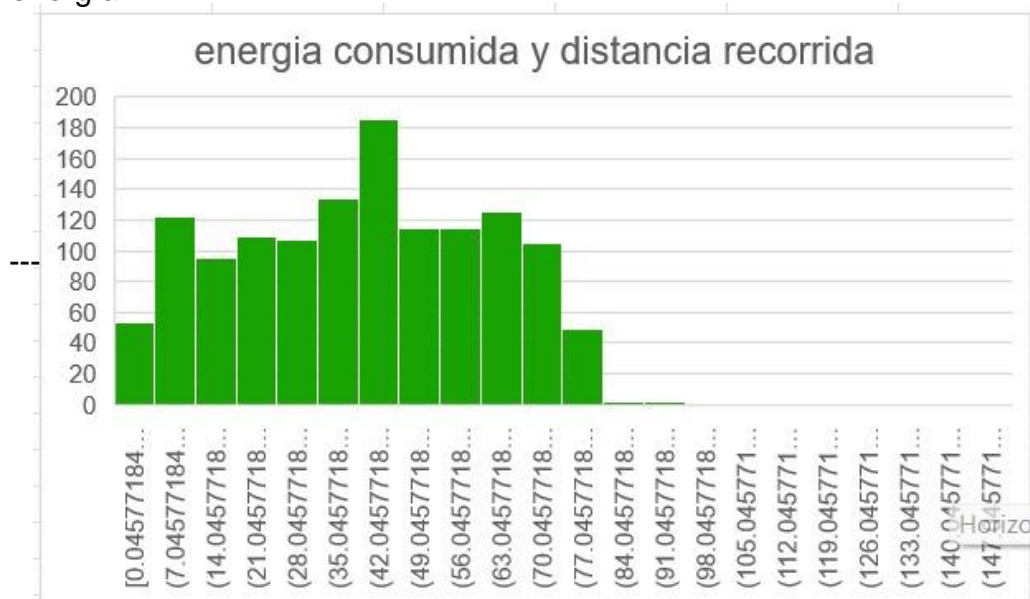
La relación entre la energía consumida y la distancia recorrida es esencial para evaluar el rendimiento de un sistema, como vehículos .

La gráfica muestra un patrón claro donde la mayoría de las distancias recorridas se concentran en un rango específico de energía consumida, aproximadamente entre \*35 y 50 unidades\*. Esto indica que este rango es ideal para obtener un equilibrio entre el consumo de energía y el rendimiento. En contraste, los valores de energía demasiado bajos o altos presentan menor frecuencia, lo que sugiere ineficiencias en estos extremos.

Esto podría explicarse porque:

- \*Bajo consumo de energía:\* Se limita la capacidad para recorrer grandes distancias, posiblemente debido a falta de potencia.
- \*Alto consumo de energía:\* Aunque podría permitir mayores distancias, también implica desperdicio energético o condiciones subóptimas del sistema.

Optimizar el consumo dentro de rangos intermedios no solo mejora el rendimiento, sino que también promueve la sostenibilidad, al reducir el desperdicio energético y maximizar la distancia recorrida por unidad de energía.

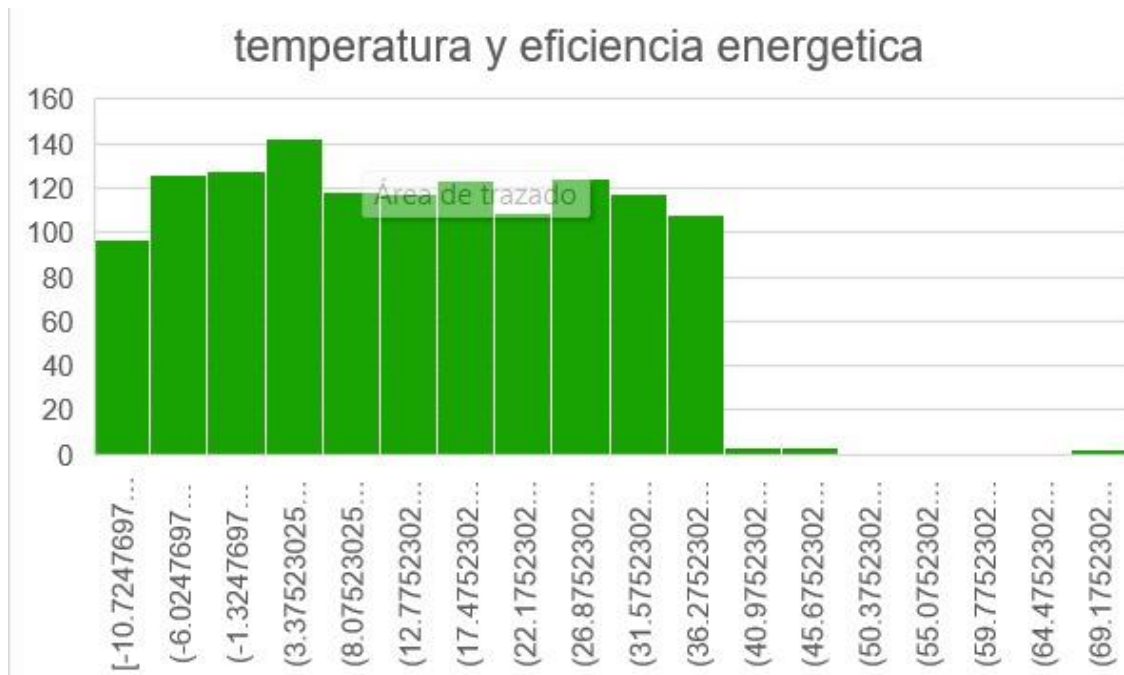


## \*2. Temperatura y Eficiencia Energética\*

La gráfica refleja que la eficiencia energética es máxima en un rango moderado de temperaturas, específicamente entre \*-6 y 31 unidades\*. En este intervalo, se registran las mayores frecuencias de eventos, lo que sugiere condiciones ideales para la operación. Por otro lado, en temperaturas extremas (muy bajas o altas), la eficiencia cae drásticamente, lo que probablemente se deba a:

- \*Bajas temperaturas:\* Aumento de resistencia interna o mayor demanda energética para mantener condiciones óptimas de operación.
- \*Altas temperaturas:\* Posible sobrecalentamiento o pérdida de rendimiento debido a degradación de materiales o sistemas de enfriamiento insuficientes.

Este análisis subraya la importancia de mantener los sistemas en entornos térmicos controlados para garantizar su eficiencia. Aplicaciones como transporte eléctrico o maquinaria industrial deben considerar estrategias de aislamiento o refrigeración para mitigar los efectos de temperaturas extremas.



Ambos análisis resaltan patrones comunes que pueden aplicarse en múltiples campos:

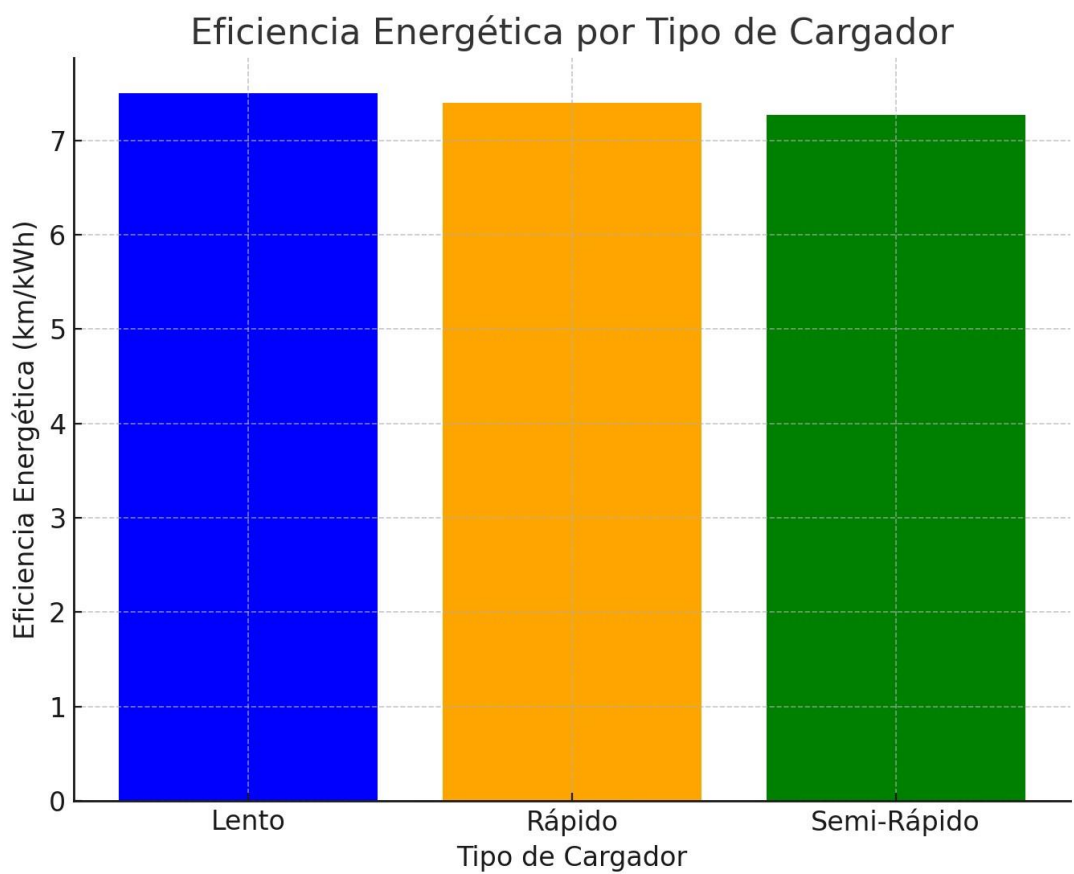
1. Los valores \*moderados\* de las variables (energía y temperatura) son los que ofrecen mejores resultados en términos de eficiencia y rendimiento.
2. Condiciones extremas, ya sean de alto consumo o de temperaturas no ideales, tienden a reducir el desempeño de los sistemas, indicando la necesidad de una planificación adecuada y tecnologías adaptativas.



# Reporte de Eficiencia Energética

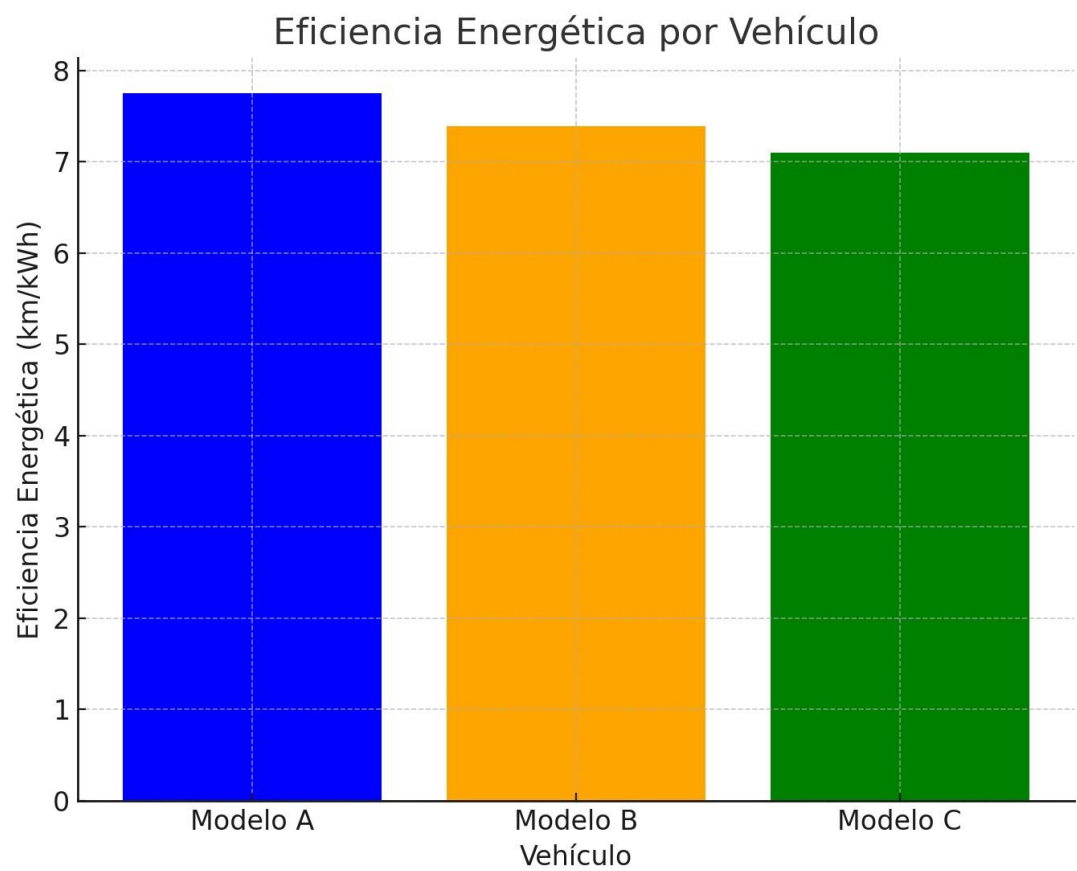
Este reporte presenta un análisis detallado de la eficiencia energética de diferentes vehículos y cargadores, basándose en los datos proporcionados.

## Eficiencia Energética por Tipo de Cargador



El gráfico muestra la eficiencia energética promedio en km/kWh por tipo de cargador. Se observa que los cargadores lentos tienen la mayor eficiencia relativa, seguidos de los rápidos y semi-rápidos.

# Eficiencia Energética por Vehículo



El gráfico muestra la eficiencia energética promedio de cada vehículo. El Modelo A presenta la mejor eficiencia, seguido por el Modelo B y Modelo C.

## Análisis Estadístico

### Resumen Estadístico General (Datos Base)

- **Energía Consumida (kWh):**
  - Promedio: 21.67 kWh
  - Mínimo: 15.00 kWh
  - Máximo: 30.00 kWh

- **Distancia Recorrida (km):**
  - Promedio: 159.17 km
  - Mínimo: 120.00 km
  - Máximo: 210.00 km
- **Eficiencia Energética (km/kWh):**
  - Promedio: 7.41 km/kWh
  - Mínimo: 7.00 km/kWh
  - Máximo: 8.00 km/kWh

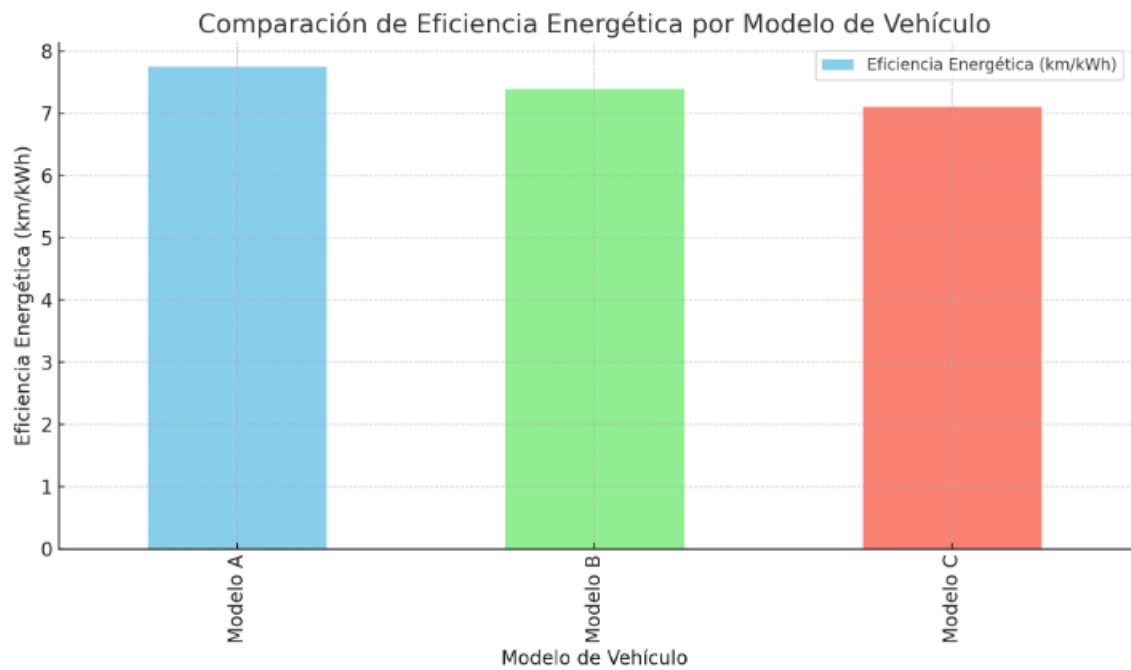
## **Observaciones de los Gráficos**

### **1. Eficiencia por Tipo de Cargador:**

- El cargador lento tiene la mayor eficiencia promedio (7.50 km/kWh).
- Los cargadores rápido y semi-rápido tienen eficiencias ligeramente inferiores.

### **2. Eficiencia por Vehículo:**

- El Modelo A destaca con una eficiencia promedio más alta (7.75 km/kWh).
- El Modelo C tiene la eficiencia promedio más baja (7.10 km/kWh).



## Resumen Estadístico

### 1. Modelo A:

- Energía Consumida (kWh): Promedio: 16.5, Mínimo: 15, Máximo: 18.
- Distancia Recorrida (km): Promedio: 127.5, Mínimo: 120, Máximo: 135.
- Eficiencia Energética (km/kWh): Promedio: 7.75, Mínimo: 7.50, Máximo: 8.00.

### 2. Modelo B:

- Energía Consumida (kWh): Promedio: 21.0, Mínimo: 20, Máximo: 22.
- Distancia Recorrida (km): Promedio: 155.0, Mínimo: 150, Máximo: 160.

- Eficiencia Energética (km/kWh): Promedio: 7.39, Mínimo: 7.27, Máximo: 7.50.

### 3. **Modelo C:**

- Energía Consumida (kWh): Promedio: 27.5, Mínimo: 25, Máximo: 30.
- Distancia Recorrida (km): Promedio: 195.0, Mínimo: 180, Máximo: 210.
- Eficiencia Energética (km/kWh): Promedio: 7.10, Mínimo: 7.00, Máximo: 7.20.

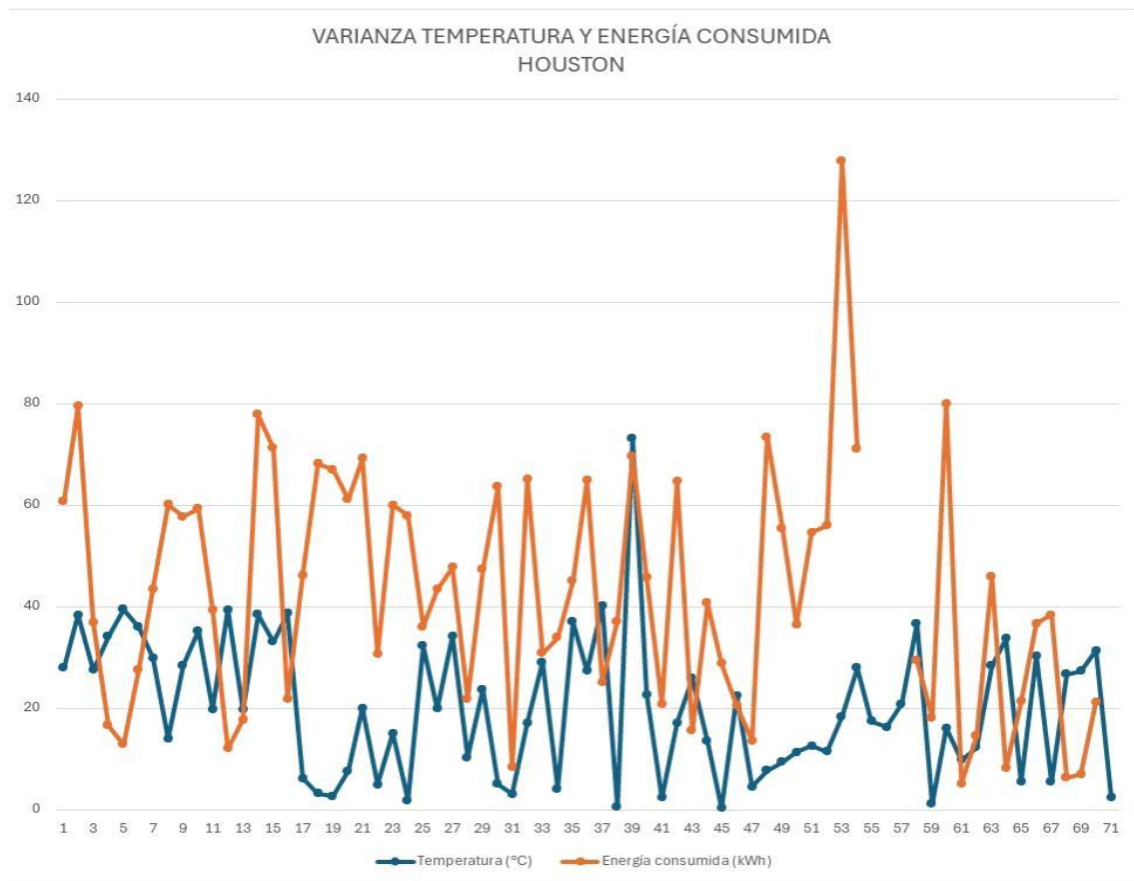
### **Observaciones**

- El **Modelo A** tiene la mejor eficiencia energética promedio (7.75 km/kWh), posiblemente debido a un diseño más eficiente o menor consumo energético.
- El **Modelo C**, aunque consume más energía y recorre mayores distancias, tiene la eficiencia más baja (7.10 km/kWh).
- El **Modelo B** muestra un balance intermedio, aunque su rango de eficiencia es más limitado (7.27-7.50 km/kWh).

### **Reporte estadístico: Variación entre temperatura, ubicación y consumo energético**

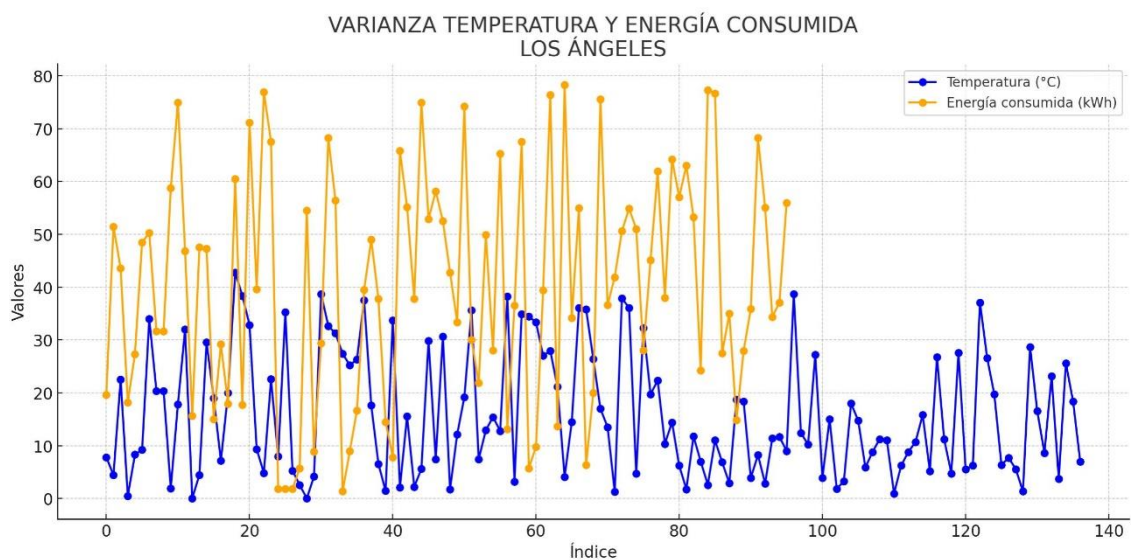
Este análisis presenta la relación entre las características climáticas y el consumo energético en cinco ubicaciones: Houston, Los Ángeles, Chicago, New York y San Francisco. Los datos se basan en estadísticas descriptivas que

incluyen medidas de tendencia central (media), dispersión (desviación estándar y varianza), y valores extremos (mínimos y máximos) para temperatura y consumo energético.



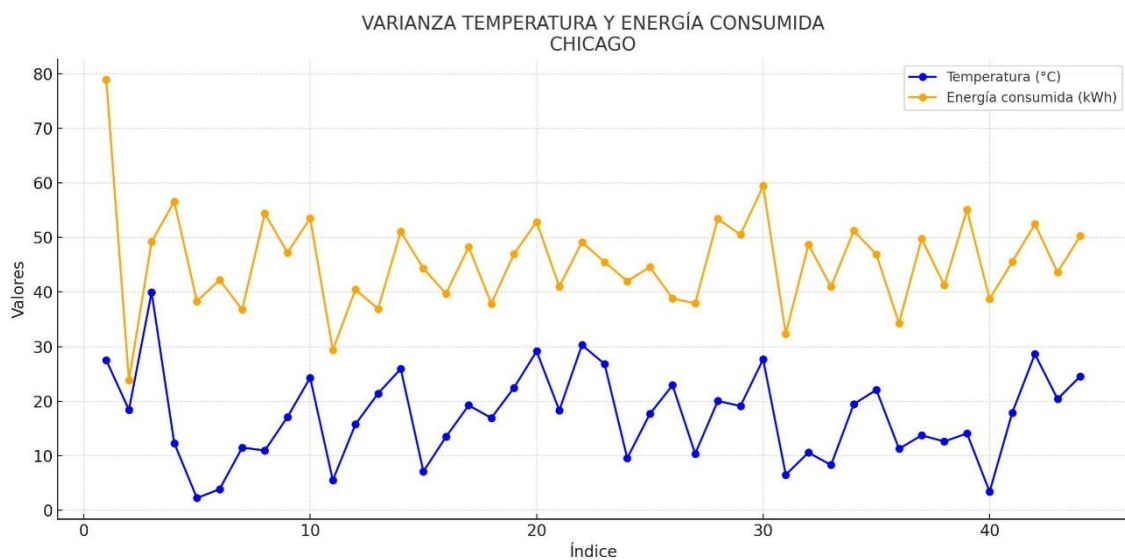
## 1. Houston

En Houston, la temperatura promedio fue de 19.12 °C con una alta desviación estándar de 15.60 °C, lo que refleja una considerable variación climática en esta ubicación. Las temperaturas extremas oscilaron entre 9.82 °C y 73.17 °C. Este clima variable se asocia con un consumo energético promedio de 42.57 kWh. La alta varianza en el consumo (570.64 kWh<sup>2</sup>) sugiere que las fluctuaciones en temperatura probablemente influyen significativamente las necesidades energéticas.



## 2. Los Ángeles

En Los Ángeles, la temperatura media fue más baja, con 13.89 °C, pero también mostró una desviación estándar considerable de 14.22 °C, indicando variaciones significativas aunque menores en comparación con Houston. Las temperaturas extremas (9.35 °C a 42.74 °C) están acompañadas de un consumo promedio de 43.26 kWh, con una varianza energética de 493.06 kWh<sup>2</sup>. Esto sugiere que aunque el clima es más templado, las necesidades energéticas permanecen similares debido a la constancia en el consumo.

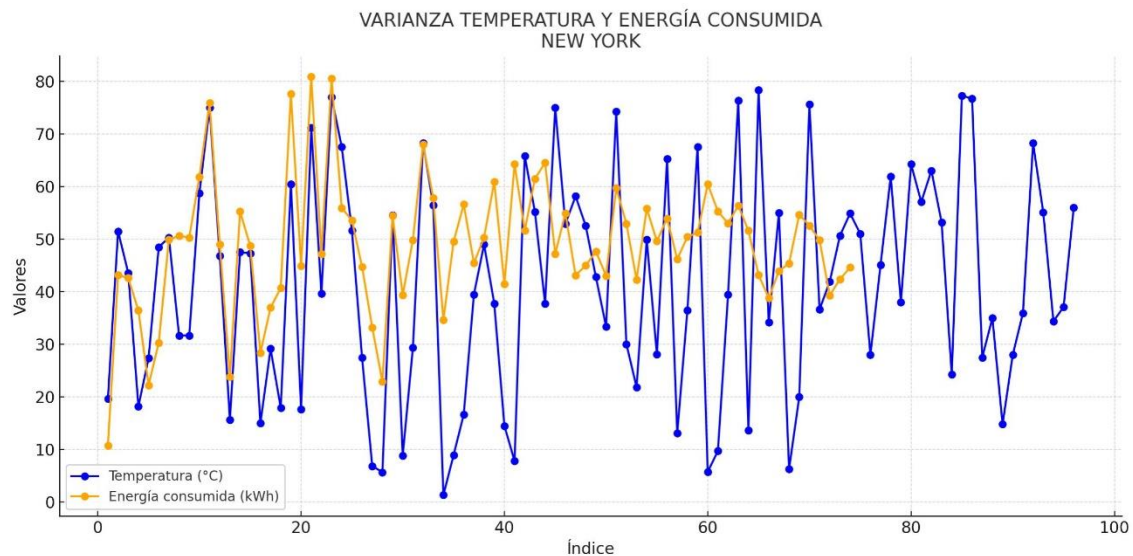


### 3. Chicago

Chicago mostró la menor varianza en temperatura ( $68.54 \text{ }^{\circ}\text{C}^2$ ), lo que sugiere condiciones climáticas más estables, con una temperatura promedio de  $17.32 \text{ }^{\circ}\text{C}$  y desviación estándar de  $8.28 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . A pesar de estas características, el consumo energético promedio ( $45.50 \text{ kWh}$ ) es ligeramente superior al de Houston y Los Ángeles. Sin embargo, la varianza energética ( $83.61 \text{ kWh}^2$ ) es la más baja entre las cinco ciudades, indicando un consumo más predecible y menos afectado por los cambios climáticos.

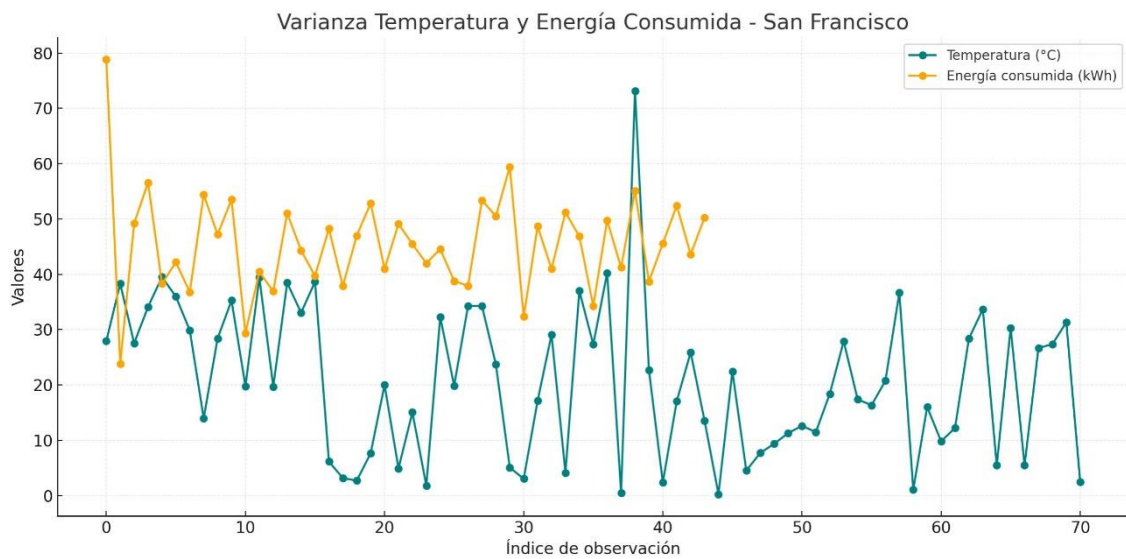


#### 4. New York



New York presentó las temperaturas promedio más altas, con 41.50 °C y una desviación estándar significativa de 21.02 °C. Esto muestra variaciones climáticas extremas que abarcan un rango amplio (1.36 °C a 78.31 °C). Este comportamiento climático puede estar relacionado con el consumo energético promedio más alto (48.95 kWh) de las cinco ciudades analizadas. Sin embargo, su varianza energética (157.69 kWh<sup>2</sup>) es moderada, lo que indica que el consumo energético no fluctúa en proporción directa con las variaciones de temperatura.

#### 5. San Francisco



San Francisco mostró una temperatura promedio de 20.40 °C, con una desviación estándar de 13.87 °C, lo que evidencia un clima moderadamente variable. A pesar de estas fluctuaciones, el consumo energético promedio (45.50 kWh) es similar al de Chicago, pero la varianza energética (83.61 kWh<sup>2</sup>) también se mantiene baja. Esto sugiere que, al igual que en Chicago, las necesidades energéticas son más constantes y están menos influenciadas por las variaciones climáticas.

1. Variación climática: Houston y New York muestran la mayor variabilidad climática, mientras que Chicago presenta la menor.
2. Consumo energético: Aunque la temperatura varía ampliamente en ciudades como Houston y New York, el consumo energético no siempre refleja estas fluctuaciones proporcionalmente.
3. Relación temperatura-consumo: En ciudades como Chicago y San Francisco, donde la variación de temperatura es menor, el consumo energético es más estable. Por otro lado, en lugares como Houston y New York, el consumo puede estar más ligado a la necesidad de calefacción o aire acondicionado debido a temperaturas extremas.

## CONCLUSIONES

El estudio ofrece una visión general sobre las variables que afectan el desempeño de los vehículos eléctricos, como el consumo energético, los patrones de carga y las condiciones ambientales. Aunque las relaciones entre estas variables resultaron ser débiles, los hallazgos destacan áreas clave para optimizar la eficiencia y sostenibilidad en el transporte eléctrico. Este análisis proporciona una base para continuar explorando factores que permitan un mejor aprovechamiento de los recursos y una mayor adopción de tecnologías limpias.

## REFERENCIAS

- Libro de Walpole
- Khorasani, V. (2024). *Electric vehicle charging patterns* [Data set]