

PRÁCTICA 1-Análisis de la Serie Temporal de Consumo Eléctrico en Lituania

María Pallares Diez

2025-02-15

Introducción

El consumo eléctrico es un indicador clave del desarrollo económico y social de un país, reflejando patrones de actividad industrial, doméstica y comercial. En este análisis, examinamos la evolución del **consumo eléctrico en Lituania** desde enero de 2012 hasta diciembre de 2023.

Lituania es un país con un clima **frío y continental**, donde las temperaturas promedio en invierno rondan los **-5°C a -10°C**, mientras que en verano se sitúan entre **16°C y 20°C**. Este factor climático es relevante, ya que el consumo eléctrico puede estar influenciado por la necesidad de calefacción en los meses más fríos y un menor uso de electricidad durante el verano.

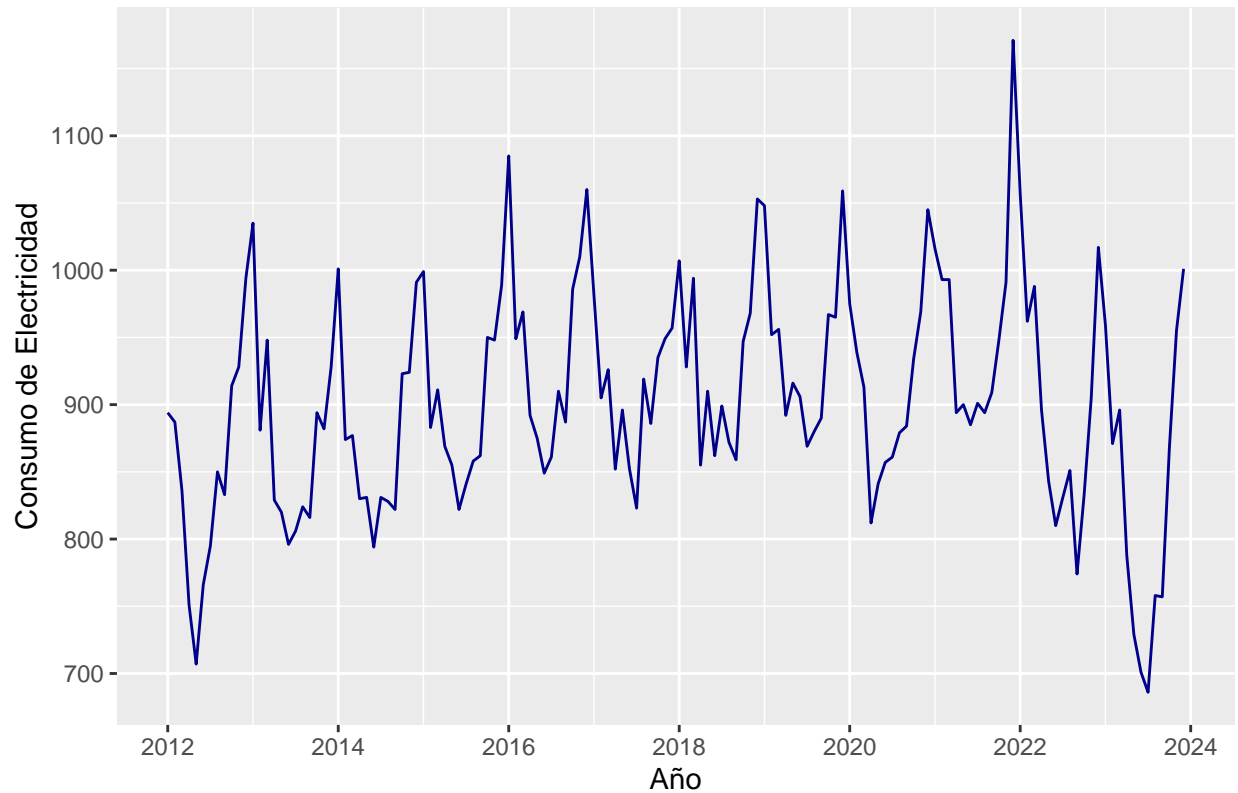
Además, durante los últimos años del período analizado, se ha producido un evento geopolítico significativo: la **guerra entre Rusia y Ucrania (2022 - presente)**. Dado que Lituania es un país cercano y dependiente del mercado energético europeo, evaluaremos si esta crisis tuvo un impacto en el consumo eléctrico.

Este análisis permitirá identificar **tendencias generales, fluctuaciones estacionales y posibles intervenciones externas** que hayan afectado la evolución del consumo eléctrico en Lituania.

Carga de datos y graficar serie

```
# Importar los datos
datos <- read.csv("ELE_Lituania.csv", header = TRUE)
# Convertir a serie temporal
electricidad <- ts(datos[,1], start = c(2012, 1), frequency = 12)
# Graficar la serie temporal
autoplot(electricidad, colour = "darkblue") +
  ggtitle("Gráfico 1: Serie Temporal de Consumo Eléctrico en Lituania") +
  ylab("Consumo de Electricidad") +
  xlab("Año")
```

Gráfico 1: Serie Temporal de Consumo Eléctrico en Lituania



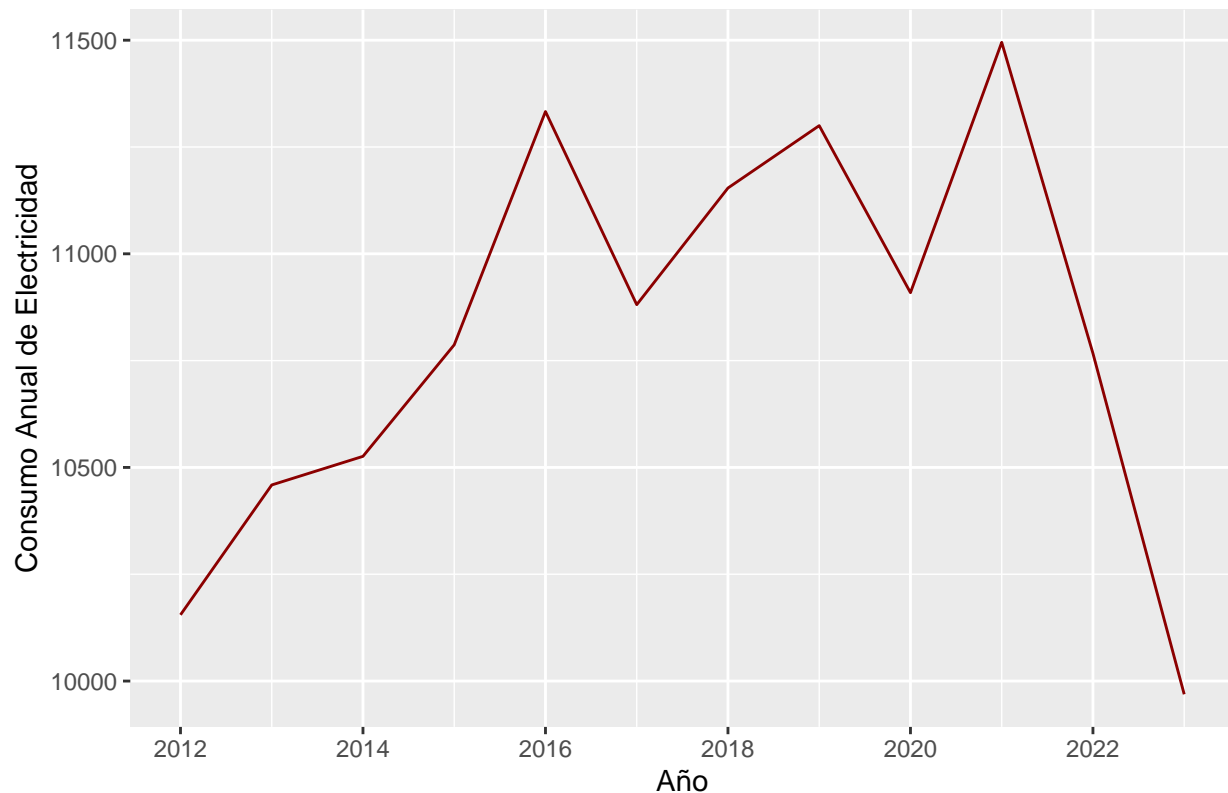
El Gráfico 1: **Serie Temporal de Consumo Eléctrico en Lituania** muestra un comportamiento **estacional**, con picos en invierno y descensos en verano. Se aprecia una tendencia **moderadamente creciente hasta 2017**, seguida de fluctuaciones y una **caída abrupta en 2022-2023**, posiblemente vinculada a la crisis energética en Europa.

Este gráfico proporciona una visión general del consumo eléctrico y servirá como base para analizar su **tendencia, estacionalidad e intervención** en los siguientes apartados.

Análisis de Tendencia

```
# Agregar datos anualmente para observar la tendencia
ELE_Anual <- aggregate(electricidad, FUN = sum)
# Graficar tendencia anual
autoplot(ELE_Anual, colour = "darkred") +
  ggtitle("Gráfico 2: Tendencia del Consumo Eléctrico") +
  ylab("Consumo Anual de Electricidad") +
  xlab("Año")
```

Gráfico 2: Tendencia del Consumo Eléctrico



El **Gráfico 2: Tendencia del Consumo Eléctrico** muestra la evolución del consumo anual de electricidad en Lituania desde 2012 hasta 2023.

- Entre **2012 y 2016**, se observa una **tendencia creciente**, lo que indica un aumento en el consumo eléctrico. Esto puede estar asociado con un crecimiento económico o un mayor uso de la electricidad en el país.
- En **2017**, el consumo alcanza su punto máximo y luego muestra oscilaciones, con periodos de leve descenso y recuperación.
- A partir de **2022**, se produce una **caída drástica**, con una reducción significativa del consumo en 2023.

Este descenso en los últimos años podría estar relacionado con **factores externos** que han afectado el mercado energético, tales como:

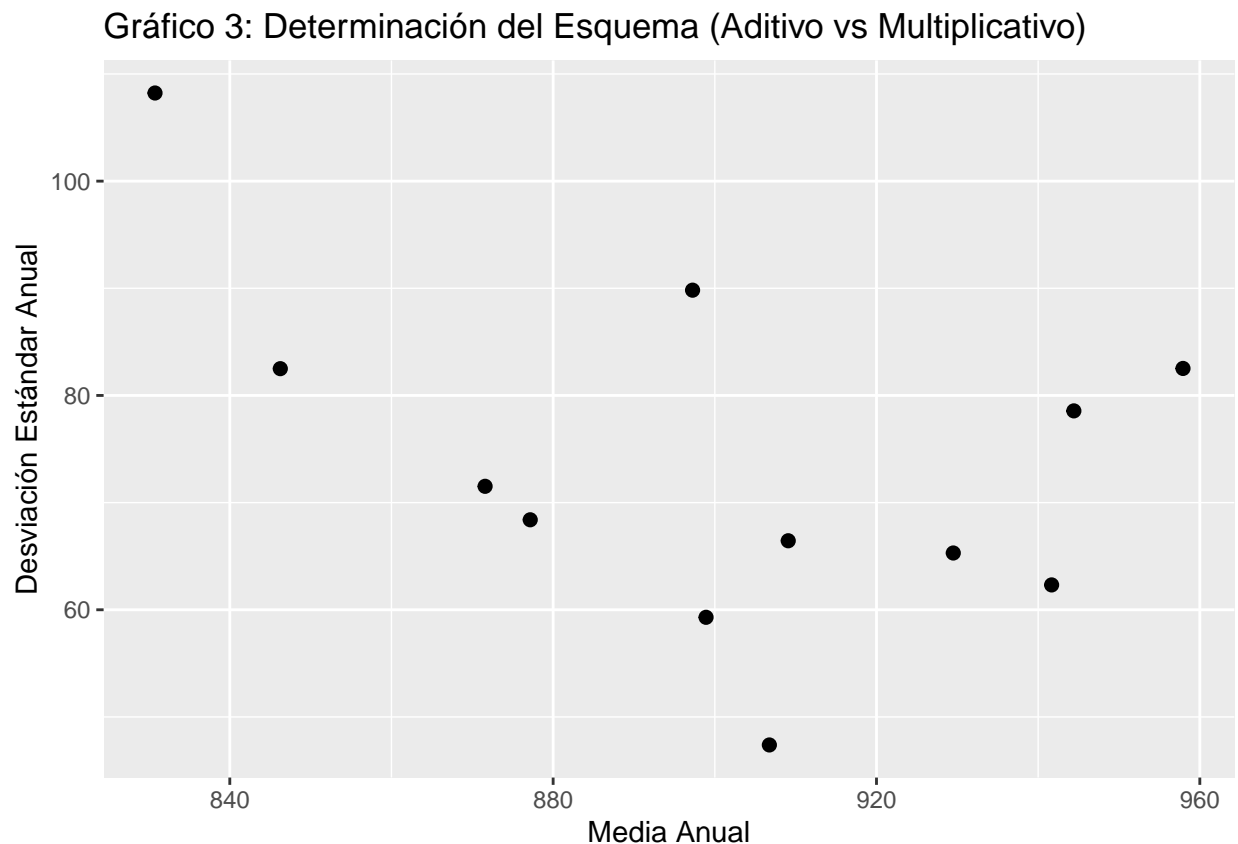
- **Crisis energética en Europa**, derivada del conflicto entre Rusia y Ucrania, lo que pudo influir en el uso de la electricidad en la región.
- **Políticas de eficiencia energética** que podrían haber reducido el consumo.
- **Impacto de la pandemia en la industria**, aunque el sector energético no se vio tan afectado como otros sectores.

La fuerte caída en 2023 sugiere una posible **intervención en la serie**, es decir, un evento externo que ha modificado el comportamiento del consumo eléctrico y que debe ser tenido en cuenta en futuros análisis y modelado de la serie temporal.

Esquema Aditivo vs Multiplicativo

```
MediaAnual <- aggregate(electricidad, FUN = mean)
DesviacionAnual <- aggregate(electricidad, FUN = sd)
# Gráfico de media vs desviación estándar
ggplot() +
  geom_point(aes(x = MediaAnual, y = DesviacionAnual), size = 2) +
  xlab("Media Anual") +
  ylab("Desviación Estándar Anual") +
  ggtitle("Gráfico 3: Determinación del Esquema (Aditivo vs Multiplicativo)")
```

```
## Don't know how to automatically pick scale for object of type <ts>. Defaulting
## to continuous.
## Don't know how to automatically pick scale for object of type <ts>. Defaulting
## to continuous.
```



El **Gráfico 3: Determinación del Esquema (Aditivo vs Multiplicativo)** representa la relación entre la **media anual** y la **desviación estándar anual** del consumo eléctrico en Lituania.

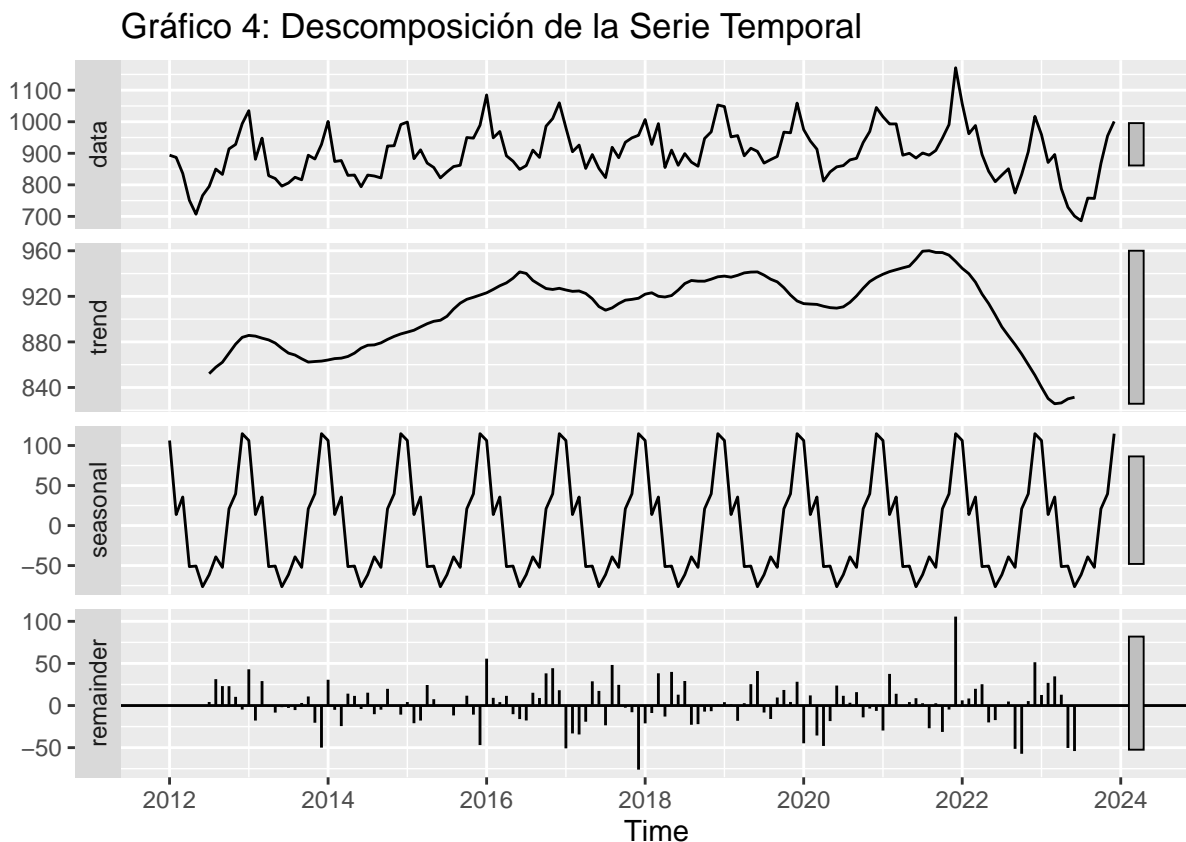
- En un **esquema aditivo**, la variabilidad de la serie no depende del nivel de la media, es decir, la desviación estándar se mantiene relativamente constante a lo largo de diferentes niveles de consumo.
- En un **esquema multiplicativo**, la variabilidad aumenta a medida que la media del consumo crece.

En este caso, los datos muestran una relación **débil o nula** entre la media y la desviación estándar, lo que sugiere que la serie sigue un **esquema aditivo**. Esto significa que los cambios en el consumo eléctrico son independientes de su nivel promedio, lo que justifica el uso de modelos aditivos en los análisis de tendencia y estacionalidad.

Este hallazgo es clave para la correcta interpretación y modelado de la serie, ya que define cómo se deben tratar los componentes estacionales y la tendencia en futuros análisis.

Descomposición de la Serie Temporal

```
# Descomposición utilizando modelo aditivo
ELE_Descomposicion <- decompose(electricidad, type = "additive")
# Graficar descomposición
autoplot(ELE_Descomposicion) +
  ggtitle("Gráfico 4: Descomposición de la Serie Temporal")
```



El **Gráfico 4: Descomposición de la Serie Temporal** muestra la separación de la serie en sus componentes principales:

- **Serie original (“data”):** Se observa la evolución del consumo eléctrico en Lituania desde 2012 hasta 2023.
- **Tendencia (“trend”):** Se aprecia un crecimiento hasta 2017, seguido de fluctuaciones y una caída pronunciada a partir de 2022, posiblemente relacionada con la crisis energética derivada del conflicto entre Rusia y Ucrania.

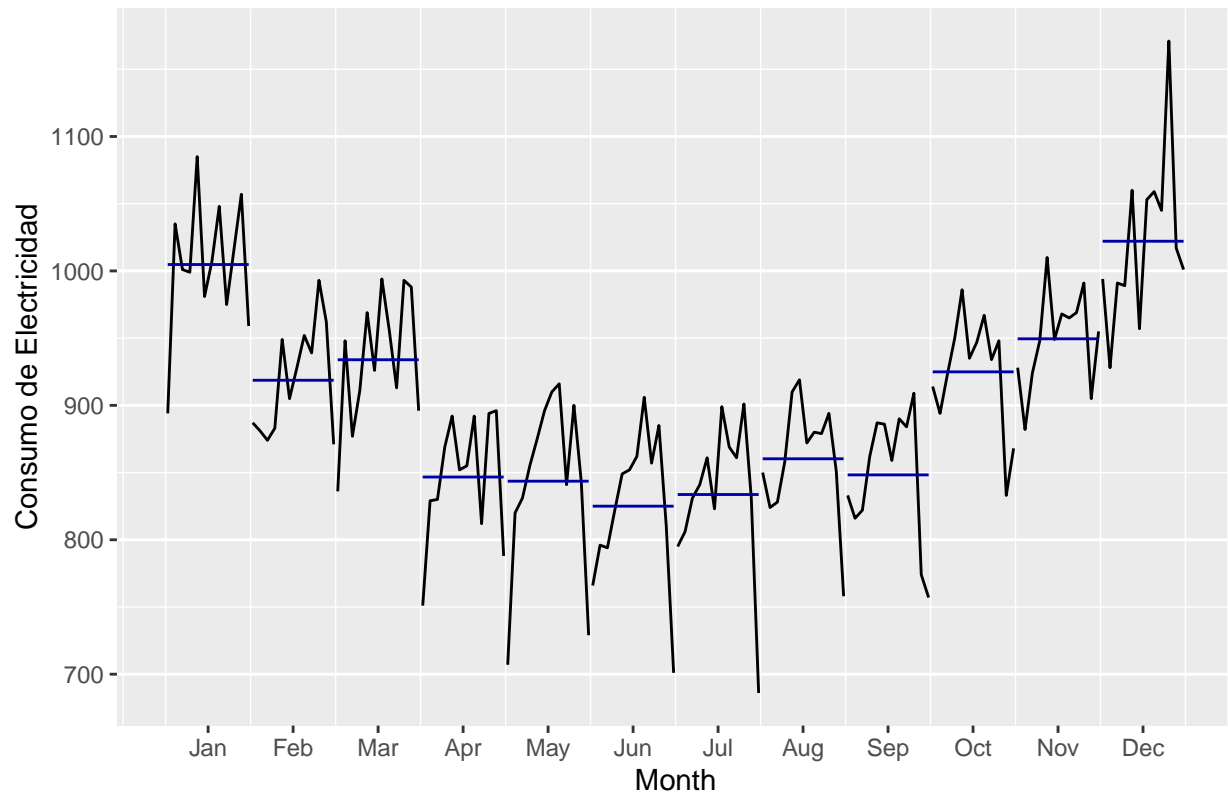
- **Estacionalidad (“seasonal”)**: Presenta un patrón repetitivo anual, con aumentos en invierno y disminuciones en verano, lo que sugiere una fuerte componente estacional.
- **Residuos (“remainder”)**: Muestra variabilidad aleatoria, con algunos valores extremos en 2022 y 2023, indicando posibles eventos atípicos o intervenciones.

Este gráfico permite identificar claramente **cambios estructurales en la tendencia y anomalías en los residuos**, reforzando la hipótesis de una intervención en los últimos años del período analizado.

Análisis de la Estacionalidad

```
# Visualización de la estacionalidad
ggsubseriesplot(electricidad) +
  ggtitle("Gráfico 5: Componente Estacional del Consumo Eléctrico") +
  ylab("Consumo de Electricidad")
```

Gráfico 5: Componente Estacional del Consumo Eléctrico



El **Gráfico 5** muestra la evolución mensual del consumo eléctrico en Lituania, reflejando un **patrón estacional recurrente** a lo largo de los años.

- Se observa un **mayor consumo durante los meses fríos**, de **octubre a marzo**, lo que coincide con la llegada del otoño e invierno. Durante este período, las temperaturas más bajas aumentan la demanda de calefacción eléctrica.
- En contraste, el consumo disminuye en los **meses más cálidos**, de **abril a septiembre**, cuando la necesidad de calefacción es menor y la demanda energética se reduce.

- Este comportamiento evidencia una **estacionalidad bien definida**, lo que sugiere que el **factor climático es un determinante clave** en la demanda de electricidad en el país.

La estacionalidad identificada confirma que el consumo sigue un **patrón cíclico predecible**, lo que es fundamental para la **planificación energética y la modelización de la serie temporal**.

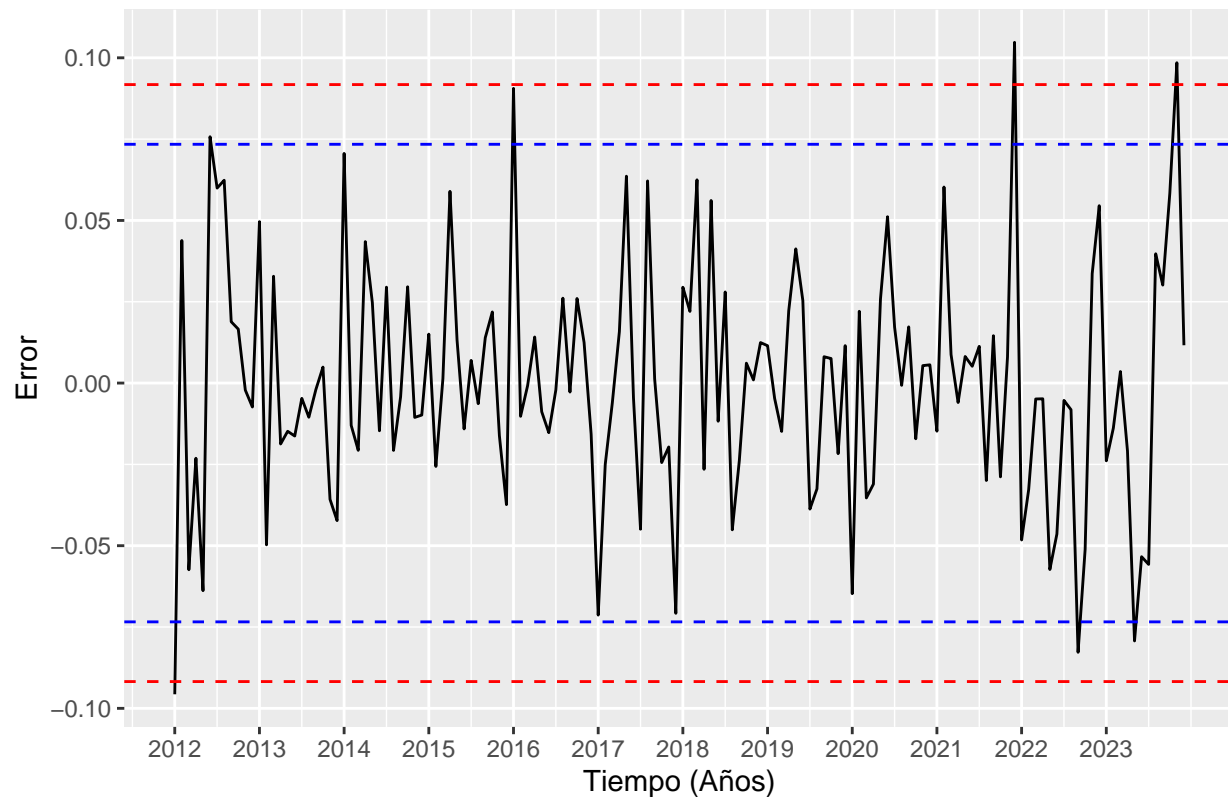
Identificación de Valores Atípicos con Tukey y Z-score

```
# Ajuste del modelo ETS para obtener residuos
electricidadEts <- ets(electricidad)
error <- residuals(electricidadEts)
sderror <- sd(error)
# Obtener las fechas reales de la serie temporal
fechas <- seq(as.Date("2012-01-01"), as.Date("2023-12-01"), by = "month")
# Gráfico del error con líneas de detección de valores atípicos (+/-2.5)
autoplot(ts(error, start = c(2012, 1), frequency = 12), series="Error",
          colour = "black",
          xlab = "Tiempo (Años)",
          ylab = "Error",
          main = "Gráfico 6: Errores del modelo ETS con Umbrales") +
  geom_hline(yintercept = c(-2.5, -2, 2, 2.5) * sderror,
             colour = c("red", "blue", "blue", "red"), lty = 2) +
  scale_x_continuous(breaks = seq(2012, 2023, by = 1))
```

```
## Scale for x is already present.
```

```
## Adding another scale for x, which will replace the existing scale.
```

Gráfico 6: Errores del modelo ETS con Umbrales



```
# Identificación de valores atípicos según Z-score ( $\pm 2.5$  desviaciones estándar)
indices_zscore <- which(abs(error) > 2.5 * sderror)
fechas_zscore <- if (length(indices_zscore) > 0) fechas[indices_zscore] else NA
# Identificación de valores atípicos con el método de Tukey
atipicos <- tsoutliers(error)
indices_tukey <- atipicos$index
fechas_tukey <- if (length(indices_tukey) > 0) fechas[indices_tukey] else NA
print(fechas_zscore)
```

```
## [1] "2012-01-01" "2021-12-01" "2023-11-01"
```

```
print(fechas_tukey)
```

```
## [1] NA
```

El Gráfico 7: Errores del modelo ETS con Umbrales muestra la evolución de los residuos del modelo ETS a lo largo del tiempo, con umbrales de ± 2.5 desviaciones estándar (líneas rojas) y ± 2 desviaciones estándar (líneas azules), utilizados para identificar valores atípicos.

- Se identifican tres valores atípicos según el Z-score, ubicados en enero de 2012, diciembre de 2021 y noviembre de 2023.
- El método de Tukey no detectó valores atípicos, lo que indica que las anomalías no son extremas en términos de dispersión intercuartil.

- La presencia de estos valores puede estar relacionada con **eventos extraordinarios** como:
 - **Enero de 2012:** Posible anomalía climática o un cambio en el consumo energético al inicio de la serie.
 - **Diciembre de 2021:** Coincide con el inicio de la crisis energética en Europa, cuando los precios de la electricidad se dispararon debido a la incertidumbre en el suministro de gas.
 - **Noviembre de 2023:** Puede estar vinculado a ajustes en la demanda energética tras las fluctuaciones del mercado post-crisis.

Dado que la serie presenta **pocos valores atípicos** y fue necesario reducir el umbral de detección de **3 a 2.5 desviaciones estándar** para identificarlos, y que además el método de Tukey no encontró ninguna anomalía, **no será necesario recortar la serie para futuros análisis**. Las anomalías detectadas no son lo suficientemente significativas como para afectar las conclusiones generales del estudio.

Conclusión

- La serie temporal refleja un **patrón estacional marcado**, con picos de consumo en invierno y mínimos en verano, lo que confirma la influencia del **clima frío de Lituania** en la demanda eléctrica.
- La **tendencia general ha sido creciente hasta 2017**, seguida de fluctuaciones y una **caída abrupta en 2023**, posiblemente vinculada a la crisis energética derivada del **conflicto entre Ucrania y Rusia**, que afectó el suministro y los precios en Europa.
- Se han detectado **valores atípicos en 2012, 2021 y 2023**, que podrían estar relacionados con **factores climáticos extremos, crisis energéticas y cambios en la demanda**. Sin embargo, su impacto en el análisis es limitado, por lo que **no es necesario recortar la serie temporal**.
- La combinación de estos factores sugiere que el consumo eléctrico en Lituania no solo responde a patrones estacionales, sino también a **eventos externos significativos**, lo que resalta la importancia de considerar tanto factores climáticos como geopolíticos en el análisis de la demanda energética.