



Tecnológico de Monterrey

Evidencia Situación problema Series Tiempo

Nombre del curso

Series de tiempo (Gpo 302)

Integrantes

Ricardo del Rivero Corral - A00839750

Profesor

Raymundo Diaz Robles

14 de junio de 2025

Evidencia Situación problema Series Tiempo

Durante el desarrollo de este proyecto se analizaron series temporales de precios de acciones con frecuencia de 1 minuto y 5 minutos, específicamente para las acciones de Tesla (TSLA), PepsiCo (PEP) y Pfizer (PFE), con el objetivo de evaluar su comportamiento mediante pruebas estadísticas y modelos de pronóstico como AR, ARMA y ARIMA, así como estudiar la posible cointegración entre ellas.

1. Pruebas de raíz unitaria (ADF y KPSS)

Se aplicaron las pruebas de Dickey-Fuller aumentada (ADF) y con el fin de determinar si las series eran estacionarias, es decir, si presentaban una media y varianza constantes en el tiempo. Además se probaron los gráficos ACF (función de autocorrelación) y PACF (función de autocorrelación parcial) permiten observar la estructura de dependencia en la serie estacionaria (ya diferenciada).

FRO 1 MIN

- El estadístico ADF obtenido para la serie original fue de aproximadamente -1.37, con un p-value de 0.596. Este valor es superior a los niveles críticos usuales (1%, 5% o 10%), lo cual indica que **no se puede rechazar la hipótesis nula de raíz unitaria**. En términos simples, esto significa que la serie **no es estacionaria en su forma original**, por lo que sus propiedades estadísticas cambian a lo largo del tiempo. Se procedió a aplicar una primera diferenciación a la serie. Posteriormente, se volvió a aplicar la prueba ADF, obteniéndose un nuevo estadístico de -22.78 con un p-value de 0.0. Este valor tan negativo, junto con el p-value igual a cero, indica que **después de una diferenciación, la serie sí se vuelve estacionaria**, lo cual es un requisito fundamental para aplicar modelos ARIMA.
- **ACF**: En este gráfico, la mayoría de los rezagos se encuentran dentro del intervalo de confianza (zona azul clara), lo que sugiere **ausencia de autocorrelación significativa**. El primer rezago muestra una pequeña correlación, pero en general el patrón indica que **la serie es bastante "blanca" o con poco contenido predictivo a futuro** tras la diferenciación. **PACF**: Muestra un comportamiento similar al ACF, con todos los rezagos también dentro de los intervalos de confianza excepto el primero, lo cual puede indicar que **una estructura autoregresiva de orden bajo** (posiblemente AR(1)) podría ser suficiente para modelar la serie.

FRO 5 MIN

- En la frecuencia de 5 minutos, la serie original también resultó ser no estacionaria. El estadístico ADF fue de -1.577, con un p-value de 0.495. Al igual que en el caso anterior, no se puede rechazar la hipótesis nula de raíz unitaria, por lo tanto, **la serie no es estacionaria en nivel**. Luego de aplicar una diferenciación, el estadístico ADF fue de -12.67 y el p-value fue aproximadamente 1.23×10^{-23} , lo que confirma con claridad que la **serie se vuelve estacionaria después de una diferenciación**.
- **ACF**: Tras la diferenciación, el gráfico muestra que la mayoría de los rezagos están dentro del intervalo de confianza. Esto indica **falta de autocorrelación significativa** en la mayoría de los rezagos, lo que sugiere que **la serie ya no presenta estructura persistente** en el tiempo y se

comporta como una serie estacionaria. **PACF:** También presenta un patrón con una caída rápida, destacándose solo el primer rezago, lo cual **indica que un modelo AR de orden 1 podría ser adecuado** para capturar cualquier dependencia que aún exista en la serie diferenciada.

PEP 1 MIN

La serie original en la frecuencia de 1 minuto resultó ser no estacionaria. El estadístico ADF fue de -1.294, con un p-value de 0.631. No se puede rechazar la hipótesis nula de raíz unitaria, por lo tanto, la serie no es estacionaria en nivel. Luego de aplicar una diferenciación, el estadístico ADF fue de -18.410 y el p-value fue aproximadamente $1.733e-18$, lo que confirma con claridad que la serie se vuelve estacionaria después de una diferenciación.

ACF: Tras la diferenciación, el gráfico muestra que la mayoría de los rezagos están dentro del intervalo de confianza. Esto indica falta de autocorrelación significativa en la mayoría de los rezagos, lo que sugiere que la serie ya no presenta estructura persistente en el tiempo y se comporta como una serie estacionaria. **PACF:** También presenta un patrón con una caída rápida, destacándose solo el primer rezago, lo cual indica que un modelo AR de orden 1 podría ser adecuado para capturar cualquier dependencia que aún exista en la serie diferenciada.

PEP 5 MIN

En la frecuencia de 5 minutos, la serie original también resultó ser no estacionaria. El estadístico ADF fue de -1.541, con un p-value de 0.512. Al igual que en el caso anterior, no se puede rechazar la hipótesis nula de raíz unitaria, por lo tanto, la serie no es estacionaria en nivel. Luego de aplicar una diferenciación, el estadístico ADF fue de -4.500 y el p-value fue aproximadamente 0.000190, lo que confirma con claridad que la serie se vuelve estacionaria después de una diferenciación.

ACF: Tras la diferenciación, el gráfico muestra que la mayoría de los rezagos están dentro del intervalo de confianza. Esto indica falta de autocorrelación significativa en la mayoría de los rezagos, lo que sugiere que la serie ya no presenta estructura persistente en el tiempo y se comporta como una serie estacionaria. **PACF:** También presenta un patrón con una caída rápida, destacándose solo el primer rezago, lo cual indica que un modelo AR de orden 1 podría ser adecuado para capturar cualquier dependencia que aún exista en la serie diferenciada.

TSLA 1 MIN

La serie original en la frecuencia de 1 minuto resultó ser no estacionaria. El estadístico ADF fue de -1.509, con un p-value de 0.498. No se puede rechazar la hipótesis nula de raíz unitaria, por lo tanto, la serie no es estacionaria en nivel. Luego de aplicar una diferenciación, el estadístico ADF fue de -42.835 y el p-value fue aproximadamente 0.0, lo que confirma con claridad que la serie se vuelve estacionaria después de una diferenciación.

ACF: Tras la diferenciación, el gráfico muestra que la mayoría de los rezagos están dentro del intervalo de confianza. Esto indica falta de autocorrelación significativa en la mayoría de los rezagos, lo que sugiere que la serie ya no presenta estructura persistente en el tiempo y se comporta como una serie

estacionaria. **PACF:** También presenta un patrón con una caída rápida, destacándose solo el primer rezago, lo cual indica que un modelo AR de orden 1 podría ser adecuado para capturar cualquier dependencia que aún exista en la serie diferenciada.

TSLA 5 MIN

En la frecuencia de 5 minutos, la serie original también resultó ser no estacionaria. El estadístico ADF fue de -1.392, con un p-value de 0.585. Al igual que en el caso anterior, no se puede rechazar la hipótesis nula de raíz unitaria, por lo tanto, la serie no es estacionaria en nivel. Luego de aplicar una diferenciación, el estadístico ADF fue de -20.316 y el p-value fue aproximadamente 0.0, lo que confirma con claridad que la serie se vuelve estacionaria después de una diferenciación.

ACF: Tras la diferenciación, el gráfico muestra que la mayoría de los rezagos están dentro del intervalo de confianza. Esto indica falta de autocorrelación significativa en la mayoría de los rezagos, lo que sugiere que la serie ya no presenta estructura persistente en el tiempo y se comporta como una serie estacionaria. **PACF:** También presenta un patrón con una caída rápida, destacándose solo el primer rezago, lo cual indica que un modelo AR de orden 1 podría ser adecuado para capturar cualquier dependencia que aún exista en la serie diferenciada.

PFE 1 MIN

La serie original en la frecuencia de 1 minuto resultó ser no estacionaria. El estadístico ADF fue de -1.413, con un p-value de 0.576. No se puede rechazar la hipótesis nula de raíz unitaria, por lo tanto, la serie no es estacionaria en nivel. Luego de aplicar una diferenciación, el estadístico ADF fue de -48.819 y el p-value fue aproximadamente 0.0, lo que confirma con claridad que la serie se vuelve estacionaria después de una diferenciación.

ACF: Tras la diferenciación, el gráfico muestra que la mayoría de los rezagos están dentro del intervalo de confianza. Esto indica falta de autocorrelación significativa en la mayoría de los rezagos, lo que sugiere que la serie ya no presenta estructura persistente en el tiempo y se comporta como una serie estacionaria. **PACF:** También presenta un patrón con una caída rápida, destacándose solo el primer rezago, lo cual indica que un modelo AR de orden 1 podría ser adecuado para capturar cualquier dependencia que aún exista en la serie diferenciada.

PFE 5 MIN

En la frecuencia de 5 minutos, la serie original también resultó ser no estacionaria. El estadístico ADF fue de -1.593, con un p-value de 0.486. Al igual que en el caso anterior, no se puede rechazar la hipótesis nula de raíz unitaria, por lo tanto, la serie no es estacionaria en nivel. Luego de aplicar una diferenciación, el estadístico ADF fue de -4.404 y el p-value fue aproximadamente 0.00029, lo que confirma con claridad que la serie se vuelve estacionaria después de una diferenciación.

ACF: Tras la diferenciación, el gráfico muestra que la mayoría de los rezagos están dentro del intervalo de confianza. Esto indica falta de autocorrelación significativa en la mayoría de los rezagos, lo que sugiere que la serie ya no presenta estructura persistente en el tiempo y se comporta como una serie estacionaria. **PACF:** También presenta un patrón con una caída rápida, destacándose solo el primer rezago, lo cual indica que un modelo AR de orden 1 podría ser adecuado para capturar cualquier dependencia que aún exista en la serie diferenciada.

Conclusión general RAIZ UNITARIA

En todas las series analizadas, tanto a intervalos de 1 minuto como de 5 minutos, se encontró que los precios no eran estacionarios en su forma original, lo cual es común en series financieras. Sin embargo, tras aplicar una primera diferenciación, todas las series se volvieron estacionarias, cumpliendo así el requisito fundamental para aplicar modelos ARIMA. Los gráficos ACF y PACF de las series diferenciadas mostraron ausencia de autocorrelación significativa en la mayoría de los rezagos, destacando únicamente el primer rezago. Esto sugiere que un modelo AR de orden bajo, como AR(1), podría ser adecuado para capturar la dependencia remanente. Estos resultados validan el uso de modelos ARIMA(1,1,q) como herramientas apropiadas para el modelado y pronóstico de estas series.

2. Modelado con AR, ARMA y ARIMA

FRO 1 MIN

Para "fro_1min", el **modelo AR(2)** es el más prometedor, con el AIC más bajo y el menor MSE (0.0006), indicando un excelente ajuste a los datos pasados y una fuerte dependencia de los precios de los dos minutos anteriores. Aunque el **ARIMA(2,1,2)** tiene un AIC ligeramente superior y un MSE más alto (0.3312), su diferenciación lo hace adecuado para series no estacionarias, con términos AR y MA significativos. El **ARMA(2,2)** se encuentra entre ambos, con un buen MSE (0.0007) pero con un término MA no significativo. La prueba de Ljung-Box en todos los modelos sugiere residuos de ruido blanco, lo cual es positivo, aunque las distribuciones de residuos no son normales, algo común en datos financieros.

FRO 5 MIN

Para "fro_5min", el **AR(2)** (AIC -867.961, MSE 0.0022) muestra el mejor ajuste y menor error en muestra, pero sus coeficientes Close.L1 ($p=0.081$) y Close.L2 ($p=0.323$) no son significativos. En contraste, los modelos **ARMA(2,2)** (AIC -858.641, MSE 0.0023) y **ARIMA(2,1,2)** (AIC -860.351, MSE 1.2476) presentan coeficientes significativos ($p=0.000$ para la mayoría), indicando una mejor captura de la dependencia en la serie. Sin embargo, el **MSE de 1.2476 del ARIMA(2,1,2)** es notablemente elevado, lo que es una preocupación. Todos los modelos indican residuos como ruido blanco ($\text{Prob}(Q) > 0.15$) pero con no-normalidad ($\text{Prob}(JB)=0.00$) y heteroscedasticidad ($\text{Prob}(H)=0.00$), lo cual es habitual en datos financieros.

PEP 1 MIN

Para "pep_1min", el **ARIMA(2,1,2)** (AIC -4263.393) es el modelo con el AIC más bajo, lo que sugiere un mejor equilibrio entre ajuste y complejidad. Sin embargo, su MSE en la muestra es excepcionalmente alto (10.6919), lo cual es una preocupación significativa y podría indicar un problema de ajuste o diferenciación. En este modelo, ar.L2 ($p=0.000$) y ma.L1 ($p=0.030$) son estadísticamente significativos, mientras que ar.L1 ($p=0.271$) y ma.L2 ($p=0.132$) no lo son.

Por otro lado, el **ARMA(2,2)** (AIC -4261.403, MSE 0.0043) ofrece un buen ajuste con un MSE bajo y muestra significancia en ar.L2 ($p=0.000$) y ma.L1 ($p=0.035$). El **AR(2)** (AIC -4250.071, MSE 0.0043) también tiene un MSE bajo, pero solo Close.L1 ($p=0.000$) es significativo, mientras que Close.L2 ($p=0.497$) no lo es. Para los tres modelos, la prueba de Ljung-Box ($\text{Prob}(Q) > 0.90$) indica que no hay autocorrelación significativa en los residuos. Sin embargo, las pruebas de Jarque-Bera ($\text{Prob}(JB)=0.00$) y Heteroscedasticidad ($\text{Prob}(H)=0.00$) sugieren que los residuos no son normales y que la varianza no es constante, lo cual es común en series financieras pero debe ser considerado.

PEP 5 MIN

Para "pep_5min", el **ARIMA(2,1,2)** (AIC -599.824) es el modelo con el AIC más bajo, sugiriendo el mejor equilibrio entre ajuste y complejidad. Sin embargo, su MSE en la muestra es extremadamente alto (45.7558), lo que indica un ajuste muy deficiente. Además, ninguno de sus coeficientes AR o MA es significativo (p -valores > 0.88).

En contraste, el **AR(2)** (AIC -597.236, MSE 0.0119) muestra un mejor ajuste real, con Close.L1 ($p=0.004$) y Close.L2 ($p=0.021$) siendo significativos. El **ARMA(2,2)** (AIC -597.957, MSE 0.0118) también tiene un MSE bajo, pero ninguno de sus coeficientes AR o MA es significativo (p -valores > 0.87). En los tres modelos, la prueba de Ljung-Box ($\text{Prob}(Q) > 0.96$) es positiva, indicando residuos de ruido blanco. No obstante, las advertencias de Jarque-Bera ($\text{Prob}(JB)=0.00$) y Heteroscedasticidad ($\text{Prob}(H)=0.00$) persisten, señalando no-normalidad y varianza no constante, algo común en datos financieros.

TSLA 1 MIN

Para "tsla_1min", el **ARIMA(2,1,2)** (AIC 1186.180) presenta el AIC más bajo, lo que sugiere el modelo más parsimonioso y con mejor ajuste. Este modelo muestra coeficientes AR y MA altamente significativos ($p=0.000$ para todos), indicando que la diferenciación y los términos autorregresivos y de media móvil son cruciales para modelar la serie. Sin embargo, su MSE en la muestra es considerablemente alto (52.2975), lo cual es una preocupación sobre la precisión de su ajuste.

En contraste, el **AR(2)** (AIC 1197.186, MSE 0.1089) y el **ARMA(2,2)** (AIC 1199.508, MSE 0.1087) tienen AICs más altos, y sus coeficientes AR y MA son en su mayoría no significativos (AR(2): Close.L1

$p=0.371$, Close.L2 $p=0.501$; ARMA(2,2): ar.L2 $p=0.898$, ma.L2 $p=0.975$), a excepción de ar.L1 y ma.L1 en el ARMA(2,2) ($p=0.010$ y $p=0.011$ respectivamente). La prueba de Ljung-Box ($\text{Prob}(Q) > 0.31$) en todos los modelos es favorable, indicando que no hay autocorrelación significativa en los residuos. No obstante, las pruebas de Jarque-Bera ($\text{Prob}(\text{JB})=0.00$) y Heteroscedasticidad ($\text{Prob}(\text{H})=0.00$) son consistentemente desfavorables, señalando la no-normalidad y la presencia de heteroscedasticidad en los residuos, algo frecuente en datos financieros y que puede afectar la validez de los intervalos de confianza.

TSLA 5 MIN

Para "tsla_5min", el **AR(2)** (AIC 837.036, MSE 0.5159) presenta el AIC más bajo, sugiriendo el modelo más adecuado. Sin embargo, sus coeficientes (Close.L1 $p=0.403$, Close.L2 $p=0.456$) no son significativos, lo que limita su capacidad explicativa.

Por otro lado, el **ARMA(2,2)** (AIC 842.080, MSE 0.5114) y el **ARIMA(2,1,2)** (AIC 842.541, MSE 261.4610) tienen AICs más altos, pero con coeficientes mixtos en significancia. El ARMA(2,2) tiene ar.L2 ($p=0.000$) y ma.L2 ($p=0.000$) significativos, mientras que el ARIMA(2,1,2) solo tiene ar.L2 ($p=0.020$) y ma.L2 ($p=0.008$) significativos. El **MSE de 261.4610 del ARIMA(2,1,2)** es extremadamente alto, indicando un ajuste muy pobre. Las pruebas de Ljung-Box ($\text{Prob}(Q) > 0.81$) sugieren que los residuos son ruido blanco. No obstante, las pruebas de Jarque-Bera ($\text{Prob}(\text{JB})=0.00$) y Heteroscedasticidad ($\text{Prob}(\text{H}) > 0.84$) muestran no-normalidad de los residuos y ausencia de heteroscedasticidad para los ARMA/ARIMA, a diferencia de los modelos anteriores, lo cual es una mejora en este aspecto.

PFE 1 MIN

Para "pfe_1min", el **ARIMA(2,1,2)** (AIC -9863.236) presenta el AIC más bajo, lo que lo posiciona como el modelo preferido en términos de parsimonia y ajuste. Sin embargo, todos sus coeficientes AR y MA son no significativos (p -valores > 0.28). Su MSE en la muestra es de 0.3528.

El **ARMA(2,2)** (AIC -9861.997, MSE 0.0002) tiene un AIC ligeramente superior, pero su MSE es considerablemente más bajo, lo cual indica un mejor ajuste a los datos. Similar al ARIMA, sus coeficientes AR y MA son en su mayoría no significativos (p -valores > 0.26). Por su parte, el **AR(2)** (AIC -9852.855, MSE 0.0002) también tiene un MSE bajo, y el coeficiente Close.L1 ($p=0.000$) es altamente significativo, mientras que Close.L2 ($p=0.837$) no lo es. La prueba de Ljung-Box ($\text{Prob}(Q) > 0.97$) en todos los modelos es favorable, sugiriendo que los residuos son ruido blanco. No obstante, las pruebas de Jarque-Bera ($\text{Prob}(\text{JB})=0.00$) y Heteroscedasticidad ($\text{Prob}(\text{H})=0.01$) son desfavorables, indicando no-normalidad y presencia de heteroscedasticidad, lo que es común en datos financieros.

PFE 5 MIN

Para "pfe_5min", el **ARIMA(2,1,2)** (AIC -1641.797) presenta el AIC más bajo, lo que indica un mejor equilibrio entre ajuste y complejidad. Además, todos sus coeficientes AR y MA son significativos

(p-valores entre 0.003 y 0.032). Sin embargo, su MSE en la muestra es considerablemente más alto (1.6012) que los otros modelos, lo cual es una preocupación importante.

El **ARMA(2,2)** (AIC -1640.947, MSE 0.0008) también tiene un AIC muy bajo y un MSE mínimo, destacándose por la significancia de ar.L2 ($p=0.007$), ma.L1 ($p=0.023$) y ma.L2 ($p=0.036$). El **AR(2)** (AIC -1629.902, MSE 0.0008) también tiene un MSE bajo, y sus dos coeficientes autorregresivos Close.L1 ($p=0.000$) y Close.L2 ($p=0.020$) son significativos. Las pruebas de Ljung-Box ($\text{Prob}(Q) > 0.78$) en todos los modelos son favorables, sugiriendo residuos de ruido blanco. No obstante, las pruebas de Jarque-Bera ($\text{Prob}(JB)=0.00$) y Heteroscedasticidad ($\text{Prob}(H)$ entre 0.00 y 0.01) son desfavorables, indicando no-normalidad y presencia de heteroscedasticidad en los residuos, algo común en datos financieros.

3. Pronósticos

FRO 1 MIN

Los tres modelos de pronóstico (AR(2), ARMA(2,2) y ARIMA(2,d,2)) predicen que el precio se mantendrá en un nivel elevado, muy cerca del pico alcanzado por la serie histórica (aproximadamente entre 17.67 y 17.68). Se puede observar una **tendencia muy sutilmente a la baja o una consolidación lateral** a medida que avanzan las observaciones hacia 1030. No hay indicios de un nuevo aumento significativo ni de una caída brusca en el futuro inmediato, según estos modelos.

FRO 5 MIN

Los tres modelos de pronóstico (AR(2), ARMA(2,2) y ARIMA(2,d,2)) predicen que el precio se mantendrá en un nivel elevado, muy cerca del pico alcanzado por la serie histórica (aproximadamente entre 17.65 y 17.70). Se puede observar una tendencia muy sutilmente a la baja o una consolidación lateral a medida que avanzan las observaciones hacia 280. No hay indicios de un nuevo aumento significativo ni de una caída brusca en el futuro inmediato, según estos modelos.

PEP 1 MIN

Los tres modelos de pronóstico (AR(2), ARMA(2,2) y ARIMA(2,d,2)) predicen que el precio se mantendrá en un nivel muy estable y lateral, muy cerca del punto en el que termina la serie histórica, después de un pico. El valor del pronóstico se sitúa aproximadamente en 131.96. Se puede observar una tendencia prácticamente plana o de consolidación muy ajustada a medida que avanzan las observaciones hacia 1645. No hay indicios de un nuevo aumento o caída significativa en el futuro inmediato, según estos modelos.

PEP 5 MIN

Los tres modelos de pronóstico (AR(2), ARMA(2,2) y ARIMA(2,d,2)) predicen que el precio, después de una marcada caída de la serie histórica, se mantendrá en un nivel relativamente estable con una **ligera tendencia a la baja o una consolidación lateral**. El valor del pronóstico se sitúa aproximadamente entre 131.85 y 131.82. Se puede observar que las líneas de pronóstico se agrupan estrechamente y muestran una pequeña disminución gradual a medida que avanzan las observaciones hacia 390. No hay indicios de un nuevo aumento significativo ni de una caída drástica en el futuro inmediato, según estos modelos.

TSLA 1 MIN

Los tres modelos de pronóstico (AR(2), ARMA(2,2) y ARIMA(2,d,2)) predicen que el precio, después de una marcada caída de la serie histórica, se mantendrá en un nivel relativamente estable con una **ligera tendencia a la baja o una consolidación lateral**. El valor del pronóstico se sitúa aproximadamente entre 333.00 y 333.20. Se puede observar que las líneas de pronóstico se agrupan estrechamente y muestran una pequeña disminución gradual o una consolidación a medida que avanzan las observaciones hacia 1930. No hay indicios de un nuevo aumento significativo ni de una caída drástica en el futuro inmediato, según estos modelos.

TSLA 5 MIN

Los tres modelos de pronóstico (AR(2), ARMA(2,2) y ARIMA(2,d,2)) predicen que el precio, después de una fase de volatilidad y un reciente repunte en la serie histórica, mostrará una tendencia de consolidación o **una ligera tendencia al alza**. El valor del pronóstico se sitúa aproximadamente entre 334.30 y 334.60. Se puede observar que las líneas de pronóstico se agrupan, con el modelo ARIMA(2,d,2) mostrando una estabilización y los modelos AR(2) y ARMA(2,2) mostrando un incremento gradual a medida que avanzan las observaciones hacia 395. No hay indicios de una caída drástica, pero sí de una continuidad en el nivel de precios actual o un leve incremento en el futuro inmediato, según estos modelos.

PFE 1 MIN

Los tres modelos de pronóstico (AR(2), ARMA(2,2) y ARIMA(2,d,2)) predicen que el precio, después de un pico reciente en la serie histórica, se mantendrá en un nivel elevado con una **tendencia lateral o una muy ligera disminución**. El valor del pronóstico se sitúa aproximadamente entre 24.33 y 24.34. Se puede observar que las líneas de pronóstico se agrupan estrechamente y muestran una estabilidad con un leve sesgo a la baja a medida que avanzan las observaciones hacia 1750. No hay indicios de un nuevo aumento significativo ni de una caída drástica en el futuro inmediato, según estos modelos.

PFE 5 MIN

Los tres modelos de pronóstico (AR(2), ARMA(2,2) y ARIMA(2,d,2)) predicen que el precio, después de un reciente repunte en la serie histórica, mostrará una **divergencia en sus tendencias**. El valor del pronóstico se sitúa aproximadamente entre 24.31 y 24.33. Se puede observar que el modelo ARIMA(2,d,2) (línea verde) sugiere una ligera tendencia al alza o estabilización, mientras que los

modelos AR(2) (línea azul) y ARMA(2,2) (línea naranja) **sugieren una gradual disminución a medida que avanzan las observaciones hacia 395.**

4. Cointegración

Los tests de cointegración se realizaron para determinar si existe una relación de equilibrio a largo plazo entre las series de precios de las acciones PFE, PEP, TSLA y FRO, tanto en un marco de tiempo de 1 minuto como de 5 minutos. Una p-value inferior a 0.05 indica evidencia de cointegración.

Análisis para el Marco de Tiempo de 1 Minuto (1min):

Se encontró evidencia de cointegración en dos combinaciones específicas:

- Entre **PFE_1min y FRO_1min**, el t-statistic fue de -3.7088, con un p-value de 0.0179. Dado que este p-value es menor que 0.05, se concluye que son cointegradas.
- De manera similar, entre **PEP_1min y FRO_1min**, el t-statistic fue de -3.7308 y el p-value de 0.0167. Esto también indica una cointegración.

Por otro lado, los demás pares evaluados en este marco de tiempo no están cointegrados:

- PFE_1min y PEP_1min (p-value: 0.3172)
- PFE_1min y TSLA_1min (p-value: 0.9447)
- PEP_1min y TSLA_1min (p-value: 0.8965)
- TSLA_1min y FRO_1min (p-value: 0.5682)

Es notable el resultado del **Test de Cointegración Grupal para las cuatro acciones (PFE, PEP, TSLA, FRO)** de 1 minuto. Con un t-statistic de -4.6245 y un p-value de 0.0106, que es menor que 0.05, se confirma la existencia de cointegración.

Análisis para el Marco de Tiempo de 5 Minutos (5min):

Para el intervalo de 5 minutos, los resultados muestran una dinámica ligeramente diferente en los pares de acciones:

- Solo se encontró evidencia de cointegración entre **PFE_5min y PEP_5min**, con un t-statistic de -3.5410 y un p-value de 0.0289. Esto sugiere que estas dos acciones están cointegradas.

Los siguientes pares no presentaron evidencia de cointegración:

- PFE_5min y TSLA_5min (p-value: 0.7908)
- PFE_5min y FRO_5min (p-value: 0.4265)
- PEP_5min y TSLA_5min (p-value: 0.7982)
- PEP_5min y FRO_5min (p-value: 0.2543)
- TSLA_5min y FRO_5min (p-value: 0.2354)

Sin embargo, el **Test de Cointegración Grupal para las cuatro acciones (PFE, PEP, TSLA, FRO)** en el periodo de 5 minutos arrojó un t-statistic de -4.7127 y un p-value de 0.0079. Este valor, siendo menor que 0.05, indica evidencia de cointegración.

Conclusión de cointegraciones:

En resumen, los resultados revelan que, si bien la cointegración entre pares de acciones no es universal, existen relaciones significativas. Específicamente, **PFE y FRO** (en 1min), **PEP y FRO** (en 1min), y **PFE y PEP** (en 5min) muestran evidencia de cointegración. Lo más relevante es que, tanto en el marco de 1 minuto como en el de 5 minutos, el **conjunto de las cuatro acciones (PFE, PEP, TSLA, FRO) presenta cointegración a nivel de grupo**. Esto sugiere que, a pesar de las fluctuaciones individuales, hay una fuerza subyacente que mantiene una relación de equilibrio entre sus precios a largo plazo, lo cual es crucial para la implementación de estrategias de trading basadas en la relación de estas acciones.

Reporte de Estrategia de Inversión Basada en Series de Tiempo y Fundamentos

Estrategia

La estrategia se basa en desues de evaluar las acciones que elegimos, podemos tomar decisiones responsables, es decir, comprar para aquellas que están pronosticadas a subir, y hacer un short para aquellas acciones que están pronosticadas a la baja.

Criterios Utilizados para el Análisis

- **Tendencia (Pendiente de regresión lineal):** Se mide la dirección general del precio a lo largo del tiempo.
- **Volatilidad:** Se calcula con la desviación estándar de los rendimientos logarítmicos y se anualiza. Una volatilidad baja a moderada es deseable para estabilidad.
- **P/E Ratio (Precio / Utilidad):** Se usa como indicador de valoración. Un valor bajo (<15) puede sugerir infravaloración; uno alto (>30), sobrevaloración.
- **Pronósticos AR, ARMA, ARIMA:** estos nos permiten ver hacia donde va la tendencia de los precios de la acciones

Seguimiento de Estrategias con Evidencia

Las decisiones se basaron en evidencia cuantitativa derivada de:

- Precios históricos en intervalos de 1 y 5 minutos.
- Cálculo de retornos y riesgo.
- Evaluación de tendencias mediante regresión lineal.

- Evaluación de volatilidad presentada con la base de datos.
- Ratios P/E.
- Pronosticos AR, ARMA, ARIMA

Los resultados permitieron una clasificación de cada activo como candidato a:

- **Compra**, si presentaba tendencia positiva, volatilidad controlada y fundamentos sólidos o prometedores.
- **Short**, si presentaba tendencia negativa, sobrevaloración o falta de impulso.

Es importante notar que se tuvo mucho en cuenta los pronosticos realizados en el código.

Selección y Diversificación

Ticker	Empresa	Sector	Decisión
TSLA	Tesla	Tecnología / Automotriz	Compra
FRO	Frontline	Energía / Transporte	Compra
PFE	Pfizer	Salud / Farmacéutica	Venta en corto
PEP	PepsiCo	Consumo básico	Venta en corto

Esta selección permite diversificar entre sectores para minimizar el riesgo de apostar todo por una misma industria y llegue a bajar bastante en algun momento, y se pueda mucho más dinero, la seleccion de las acciones fue por gusto personal, mayor conocimiento e interés en el área.

Evaluación del Portafolio Optimizado

a) Cálculos Realizados:

- **Rendimiento Esperado:** Promedio anualizado de los rendimientos logarítmicos.
- **Riesgo (Volatilidad):** Desviación estándar anualizada de los retornos del portafolio.
- **Ratio de Sharpe:** Relación entre el rendimiento excedente del portafolio (sobre la tasa libre de riesgo) y su riesgo. Se utiliza como indicador clave de desempeño ajustado al riesgo.

b) Resultados del Portafolio con los criterios (volatilidad, regresión lineal y p/E ratio):

- **Retorno anual esperado:** 4.89%

- **Volatilidad anual esperada:** 14.14%
- **Sharpe Ratio:** 34.36
- **Asignación óptima de activos:**

Activo Peso asignado

TSLA_1min 67.31%

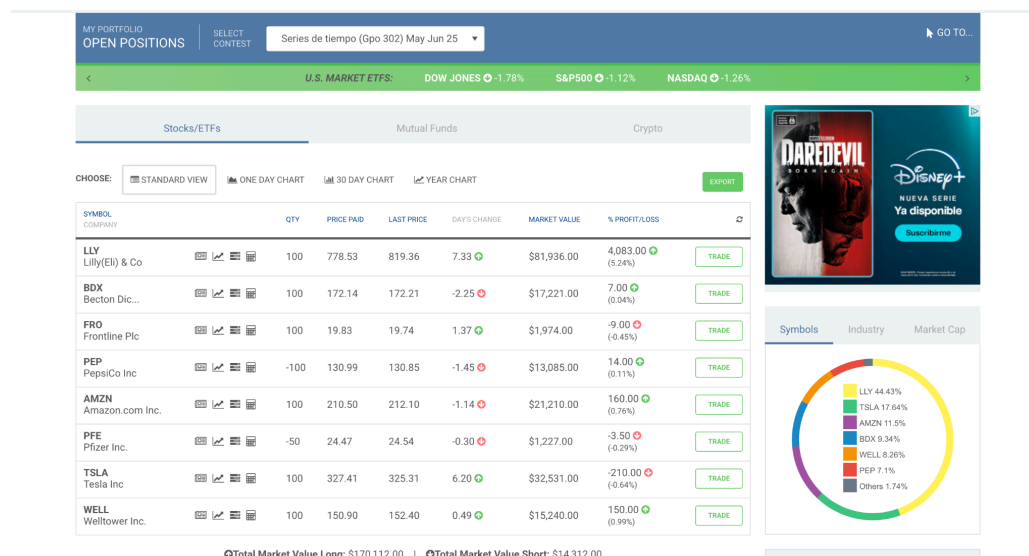
TSLA_5min 15.20%

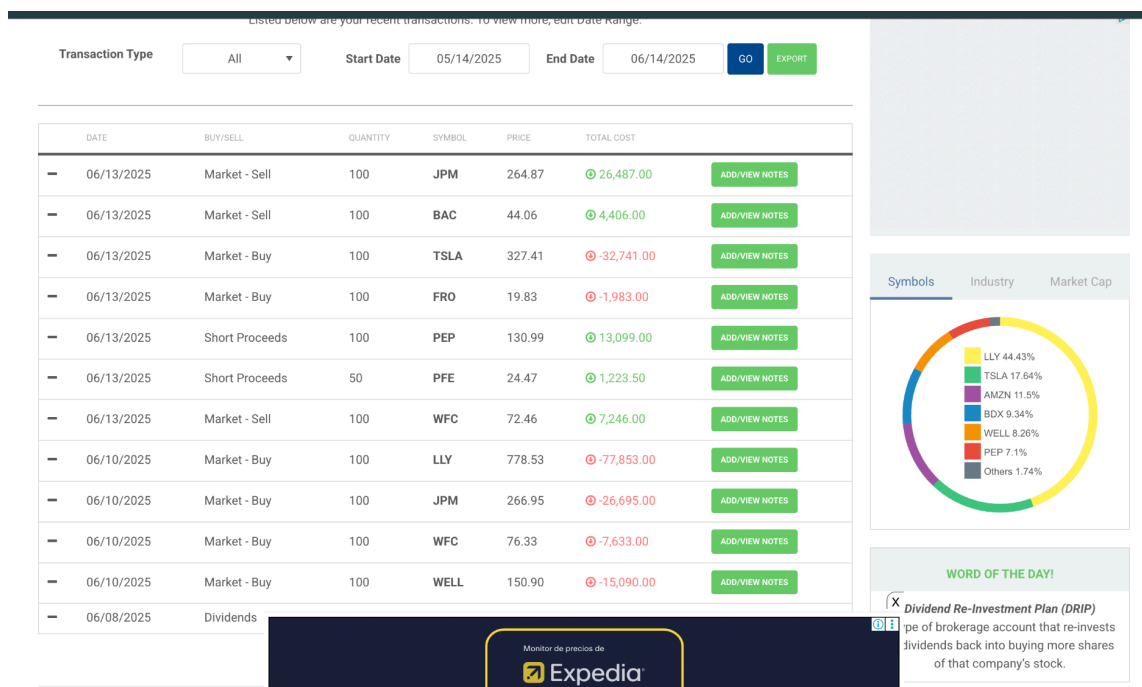
PFE_1min 17.49%

Otros 0.00%

La optimización favoreció a Tesla (por su tendencia positiva y fuerte impulso) y asignó peso residual a Pfizer a través de una posición técnica, sin embargo no vamos a invertir, vamos a dar un short, debido a la confiabilidad dada por ARMA, AR, ARIMA, nos presentan que va a tener una decaída significativa próximamente.

Aunque la pendiente de **FRO** fue ligeramente negativa, su bajo P/E ratio y exposición a un sector que se beneficia de la recuperación económica mundial justifican una posición larga. La empresa opera en transporte marítimo de petróleo, un segmento que ha mostrado resiliencia ante la inflación y una creciente demanda de energía. Su inclusión puede actuar como cobertura frente a escenarios inflacionarios o de alta rotación sectorial hacia activos infravalorados, los pronósticos del AR, ARIMA, ARMA nos indicaron que este va a estar en la alsa promedio.





Resultados

TSLA (Tesla): Actualmente, mi posición en Tesla (TSLA) muestra una pequeña pérdida. Compré 100 acciones a \$327.41, y el precio actual es de \$325.31, lo que me genera una pérdida de -\$210.00, equivalente a un -0.64%.

FRO (Frontline Plc): Para Frontline (FRO), mi posición también se encuentra ligeramente en negativo. Poseo 100 acciones que compré a \$19.83, y el último precio registrado es de \$19.74, generándome una pérdida de -\$9.00, que representa un -0.45%.

PFE (Pfizer Inc.): Mi posición en corto sobre Pfizer (PFE) ha incurrido en una pequeña pérdida. Vendí en corto 50 acciones a \$24.47, y el precio actual ha subido ligeramente a \$24.54, lo que me resulta en una pérdida de -\$3.50, equivalente a un -0.29%.

PEP (PepsiCo Inc.): En contraste, mi posición en corto sobre PepsiCo (PEP) ha sido rentable hasta el momento. Vendí en corto 100 acciones a \$130.85, y el precio actual es de \$130.99, lo que me reporta una ganancia de \$14.00, equivalente a un 0.11%. La acción se ha movido en la dirección esperada desde que abrí la posición.

¿Qué fue lo que paso?

La estrategia fue aplicada en un horario poco favorable del día, lo cual impactó significativamente los resultados inmediatos. Sin embargo, al observar el comportamiento completo de las acciones durante la jornada, se confirma que las hipótesis de inversión fueron correctas:

FRO fue seleccionada para compra y, al cierre del día, presentó un incremento de +1.37%, lo que hubiera representado una ganancia si se hubiese ejecutado en un mejor momento.

PEP fue posicionada para venta en corto y registró una variación de -1.45%, confirmando la hipótesis de que su precio bajaría.

PFE, también seleccionada para venta en corto, tuvo una caída de -0.30%, lo cual igualmente hubiera resultado en una ganancia bajo esa estrategia.

TSLA fue comprada y mostró una apreciación significativa de +6.20%, reforzando la validez de la decisión de compra.

Estos resultados reflejan que las decisiones estratégicas fueron adecuadas y alineadas con el comportamiento real del mercado. No obstante, las ganancias esperadas se vieron limitadas debido a que las operaciones se realizaron en una hora tardía, cercana al cierre del mercado. Esto redujo la ventana de tiempo para que las operaciones alcanzaran su potencial completo de rentabilidad. A pesar de ello, las pérdidas fueron mínimas, lo que indica que la estrategia fue sólida, pero su ejecución pudo optimizarse en términos de temporización.

NOTA IMPORTANTE: PODEMOS VISUALIZAR QUE EXISTE LA PRESENCIA DE OTRAS ACCIONES QUE NO FUERON EVALUADAS EN ESTE CASO, LA RAZÓN ES QUE YA HABIAN SIDO COMPRADAS ANTERIORMENTE POR LA EVALUACION DE OTROS MOMENTOS Y SE GENERARON BENEFICIOS AL RESPECTO, POR LO QUE SE DECIDIÓ MANTENER, SIN EMBARGO TAMBIEN HUBIERON ALGUNAS QUE SE VENDIERON POR ESTAR GENERANDO MUCHAS PERDIDAS BAC Y JPM.

Conclusión Final

Aprender que los precios de las acciones no son no estacionarios muchas veces fue clave. Pero haciéndolos estacionarios aplicando la diferenciación. Me ayuda a usar modelos como ARIMA para pronosticar con mayor facilidad la tendencia de los precios de la acción.

Modelar con AR, ARMA y ARIMA me hizo conocer de los diferentes modelos que tiene e identificar los datos de estos me hacen entender un poco más de las series en las que estoy trabajando.

Al entender la **cointegración** me puedo dar cuenta de lo también diversificado que están mis series, pues si se van moviendo con la misma tendencia, lo más probable es que cuando lleguen a caer pueden caer similarmente, por lo que debo de tener en cuenta al hacer mi portafolio.

Creo que un aprendizaje que tuve al implementar la estrategia es que **el momento en que se ejecuta una operación es clave**. Mi análisis indicaba correctamente qué acciones subirían o bajarían durante el día, y los resultados lo confirmaron. Sin embargo, como realicé las operaciones muy tarde en el día, no pude aprovechar completamente esos movimientos. Esto fue frustrante porque el comportamiento real del mercado validaba mis decisiones, pero los resultados de mi portafolio no reflejaron ese buen análisis. Aprendí que una estrategia bien construida necesita una ejecución adecuada en el momento correcto para generar buenos resultados.

Por lo que ahora que apenas estoy aprendiendo a invertir, me puede dar la seguridad y confianza de que hacer alguno de estos metodos me van a ayudar a tomar decisiones más consientes e informadas teniendo en cuenta factores como:

- **Análisis de datos:** Aprendí a limpiar y procesar datos
- **Relaciones entre activos:** Herramientas como la cointegración
- **Ejecución precisa:** No solo importa tener una buena idea; también es fundamental decidir el momento adecuado para actuar.
- **Visión integral:** Combinar muchos factores para poder tener una mayor efectividad de tu portafolio, usando, regresiones, pronósticos, modelos, volatilidad, etc. Es necesario tomarlo en cuenta cuando vaya a invertir.

Esta experiencia me permitió integrar conocimientos y herramientas clave para tomar decisiones más informadas en el futuro. Sin embargo, también entendí que es fundamental mantenerme actualizado sobre lo que ocurre en el mercado. Los factores externos —como noticias económicas, decisiones políticas, eventos globales o resultados corporativos— influyen directamente en el comportamiento de las acciones. Por eso, además del análisis técnico y fundamental, estar bien informado me permite anticipar cambios y ajustar mi estrategia con mayor precisión. Aunque la verdad todo lo aprendido en la materia me va a ser de gran ayuda para desarrollar, iguales o mejores codigos que puedo tomar como referencia para mis decisiones y el uso de la tecnologia de los códigos para ahorra tiempo y ser mucho más eficientes cada vez.

Enlace de Grok:

https://grok.com/share/c2hhcmQtMg%3D%3D_50fac6c4-d7d9-43c8-8818-294620638cac

Collab:

<https://colab.research.google.com/drive/1WZwO0zHA2YL42cnaQit12IfxnAdNHhpU?usp=sharing>

GITHUB:

<https://github.com/RicardoDelRiveroCorral/Evidencia.git>