

## Informe Homework 5

Martín Palacios Undurraga

La finalidad de este informe es exponer el procedimiento llevado a cabo para desarrollar la tarea 5 “BLACK-SCHOLES BACKTESTING” junto con presentar sus resultados.

La tarea busca verificar la estrategia de cobertura revisada teóricamente en clases en base de la formula de Black-Scholes la cual es para cada día de trading reconfigurar el hedging portfolio cosa que se pueda asegurar un PnL por parte de las comisiones de venta del derivado y no por el rendimiento del contrato en sí, es decir, buscar una forma como market makers para vender derivados como productos y generar un profit de manera consistente sin importar lo que pase con el subyacente gracias a la cobertura.

Nos dicen que un trader vendió una European Vanilla call sobre el dólar observado (activo subyacente) con fecha de expiración a un año (252 días, 48 semanas o 12 meses) y strike Price de 500. También se nos menciona que el trader rebalancea sus posiciones de cobertura con frecuencia  $\Delta t$  que bajo la lógica de que es todos los días esto es en un  $1/252$  del año completo.

Una Vanilla European Call es un derivado que te da el derecho a comprar un activo a un precio determinado, en este caso, la call que vendió el trader le da al cliente el derecho de comprar dólares a un precio de \$500 CLP en la fecha de vencimiento del contrato. Desde la perspectiva de MM la función de pago del contrato con respecto al spot se ve de la siguiente manera:



Ya teniendo claro el activo con el que se está trabajando podemos definir el contexto de mercado, se nos proporcionan los siguientes datos de mercado para  $t = 0$ :

- Spot = 499
- Strike = 500
- Maturity = 1 año
- 1 year = 252 trading days = 12 months = 48 weeks
- Local risk free rate = 0.05
- Foreign risk free rate = 0.01

También se nos proporciona la siguiente información acerca del hedge dinámico que hace el trader:

1. At the rebalancing date  $t_i$ , the value of the option is  $V_i$  while the value of the hedging portfolio is  $H_i$  (initially,  $H_0 = V_0$ ).
2. The trader's portfolio net value  $X_i$  reads  $X_i = H_i - V_i$  (initially,  $X_0 = 0$ ).
3. He computes the delta  $\Delta_i$  of the option and goes long (buys)  $\Delta_i$  USD which he invests in a foreign MMA and invests (or borrows)  $B_i = H_i - \Delta_i \cdot S_i CLP$  in a domestic MMA.
4. The trader rebalances his position at a frequency  $\Delta t$ . At the next rebalancing date  $t_{i+1} = t_i + \Delta t$ , the value of the hedge is:  $H_{i+1} = \Delta_i \cdot e^{q\Delta t} S_{i+1} + B_i e^{r\Delta t}$ .

Por último, se nos entrega el proceso estocástico bajo el cual se mueve el spot para realizar las simulaciones de este posteriormente:

$$S_{i+1} = S_i e^{(\mu - \sigma^2/2)\Delta t + \sigma\sqrt{\Delta t}z_i}$$

Con la información mencionada anteriormente ya podemos comenzar el desarrollo de la tarea.

### Pregunta 1:

Se solicita calcular el valor inicial de la opción que vendió el trader ( $V_0$ ). Para esto debemos aplicar la formula de Black-Scholes con los datos de mercado que fueron proporcionados en el enunciado, esta fórmula es la siguiente:

$$C = N(d_1)S_t - N(d_2)Ke^{-rt}$$

$$\text{where } d_1 = \frac{\ln \frac{S_t}{K} + (r + \frac{\sigma^2}{2})t}{\sigma\sqrt{t}}$$

$$\text{and } d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t}$$

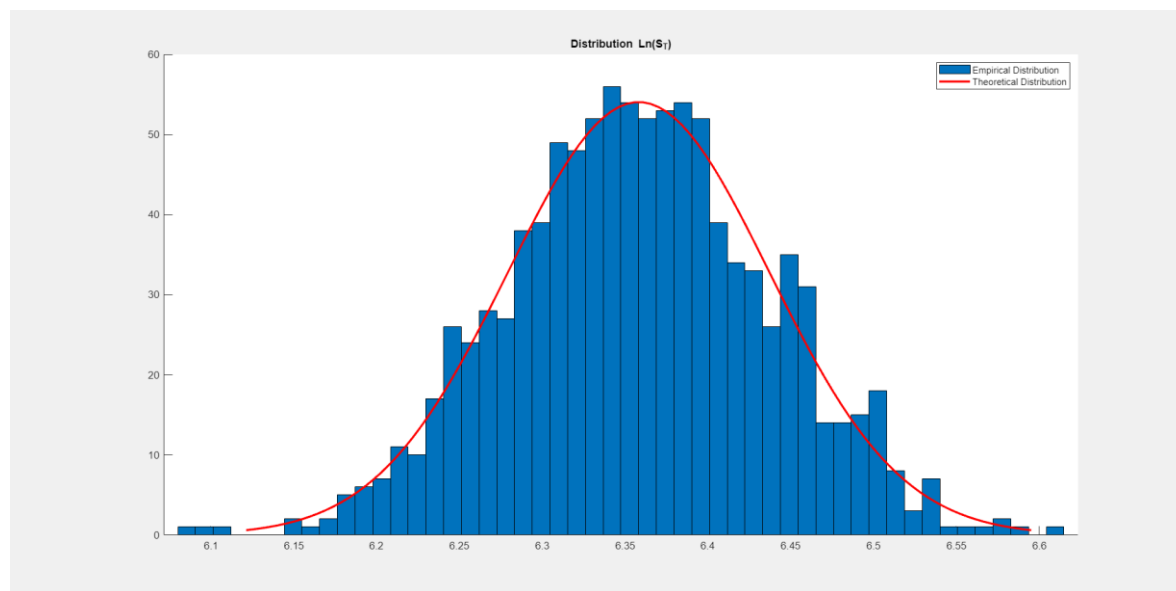
Donde C es el valor de la Call, N es la Cumulative Distribution function de una distribución normal,  $S_t$  es el spot para el t para el que queremos el valor de la opción, K es el strike Price, r es la tasa de interés libre de riesgo en la moneda doméstica, t es el tiempo que falta para el vencimiento de la opción (en este caso es un año) y por último sigma que vendría siendo la volatilidad del activo subyacente que en este caso es 0.08.

La fórmula de Black-Scholes es una herramienta fundamental en el campo de las finanzas que permite estimar el precio teórico de opciones financieras, como las opciones de compra (call) y de venta (put), sobre activos subyacentes como acciones. Desarrollada por Fischer Black, Myron Scholes y Robert Merton en la década de 1970, esta fórmula revolucionó la manera en que se comprenden y valoran las opciones en los mercados financieros. A través de los parámetros " $d_1$ " y " $d_2$ ", la fórmula de Black-Scholes ofrece una manera precisa de calcular el valor de una opción, lo que ha tenido un impacto significativo en la toma de decisiones de inversión y gestión de riesgos en el mundo financiero.

Tras calcular el precio de la opción en  $t_0$  llegamos a que su valor inicial es de 26.91 por lo que este es el valor recibido por el trader a cambio de la opción al momento de venta de esta. Ahora habiendo vendido la opción nuestro trader esta expuesto a riesgo por lo que debe generar un portfollio de hedge que elimine las variaciones en el PnL causadas por movimientos en el tipo de cambio (dólar observado). Este portfollio de cobertura tiene 2 partes, una posición en activo riesgoso (subyacente del contrato financiero) y una posición en MMA (cuenta corriente) las cuales se representan con Delta y B respectivamente. Para este primer momento el trader toma un Delta igual a 0.6962 y un B de -321.037, esto quiere decir que toma una posición larga en el USD/CLP y una posición corta en la cuenta corriente (para financiar su posición en el activo riesgoso). En  $t_0$  el valor de la opción es el mismo que el valor del portfollio de replicación (Revisar formulas al inicio del documento).

## Pregunta 2:

Para la pregunta 2 se solicita generar una simulación para los spots de 1000 caminos distintos para cada uno de los 252 días de trading y luego graficar el logaritmo natural de los spots terminales junto con su distribución teórica (para ver su distribución y comportamiento). El grafico solicitado queda de la siguiente manera:



El Spot se generó en base al proceso estocástico mencionado al inicio del documento que describe este mismo. Podemos ver que los valores de los spots terminales se ajustan de manera bastante fiel a la distribución teorica.

### Pregunta 3:

En la pregunta 3 se solicita computar las composiciones del hedge portfolio, el valor del hedging portfolio, el valor de la opción y el PnL del trader para cada día de trading asumiendo un ajuste dinámico diario de las composiciones del portfolio de cobertura. Para el calculo del PnL se usa la siguiente formula:

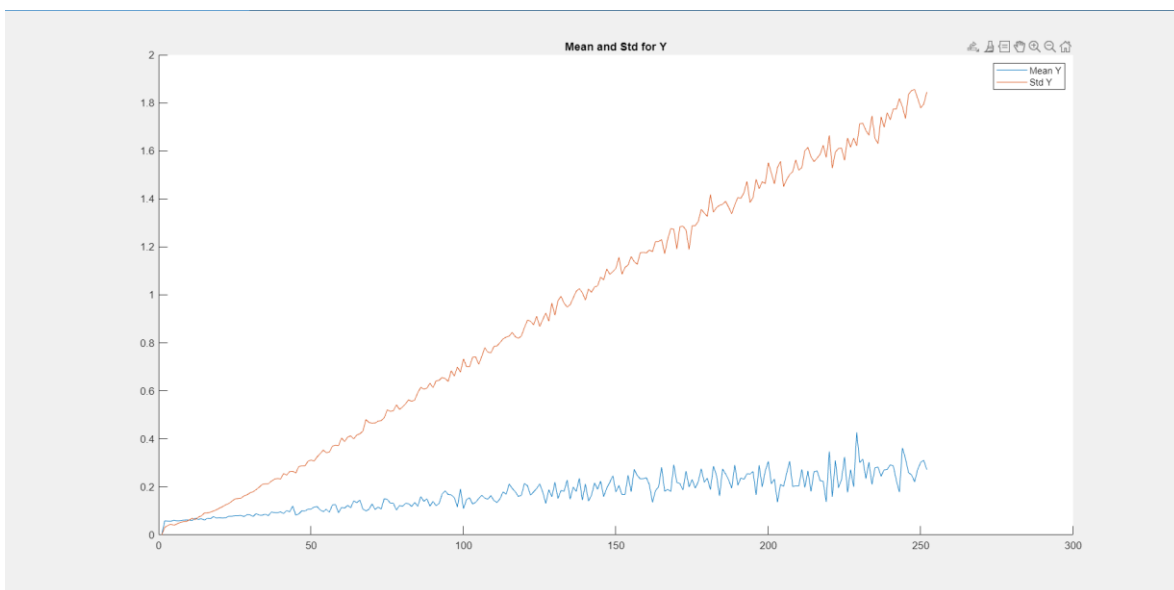
$$\text{The } P\&L \ Y_i = (H_{i+1} - H_i) - (V_{i+1} - V_i).$$

Este calculo nos dice que el PnL será positivo en los días que el valor del hedge creció mas que el valor de la opción respectivamente y que de lo contrario este será negativo.

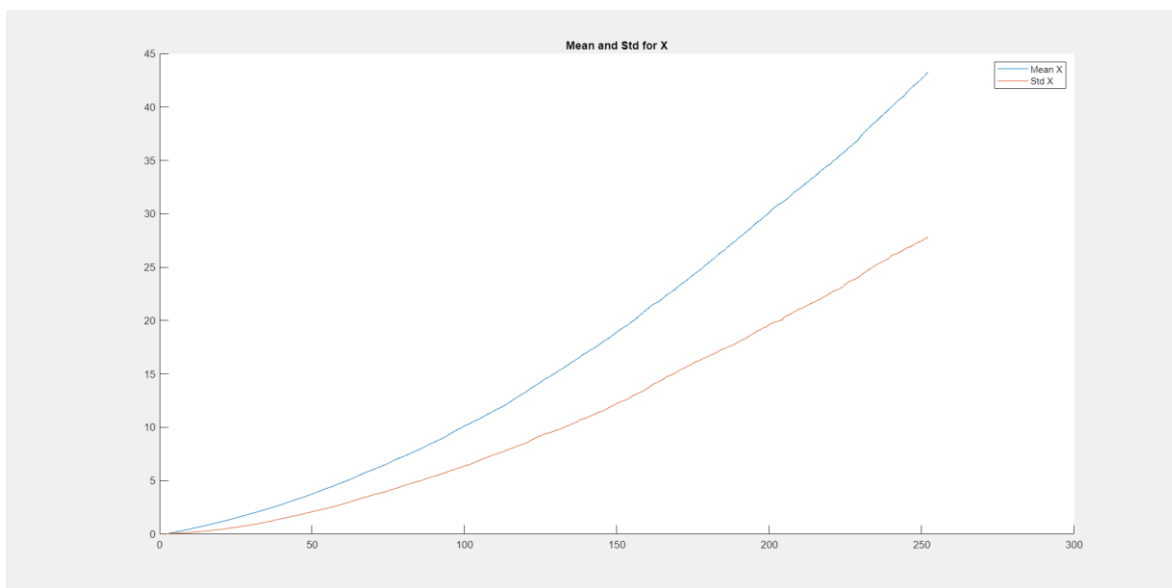
Al generar la simulación podemos ver que, en su gran mayoría, a medida que nos acercamos al T de vencimiento de la opción Delta tiende a 1 y B tiende a -500. En resumen, a medida que se acerca el vencimiento de una opción de compra con un precio de ejercicio de 500, el delta del portafolio de cobertura tiende a 1, lo que significa que el valor del portfolio de replicación se comporta cada vez más como una posición directa en el activo subyacente. Al mismo tiempo, el valor de "B" tiende a -500, lo que indica que se mantiene una posición corta en el activo subyacente con el propósito de mantener la cobertura. Estos patrones reflejan cómo la estrategia de cobertura evoluciona a medida que se acerca el vencimiento y el valor de la opción se vuelve más sensible a los movimientos del activo subyacente.

### Pregunta 4:

En la pregunta 4 buscamos explorar la media y la desviación estándar del PnL y de la posición neta X para cada fecha de trading. A continuación, expongo los gráficos solicitados.



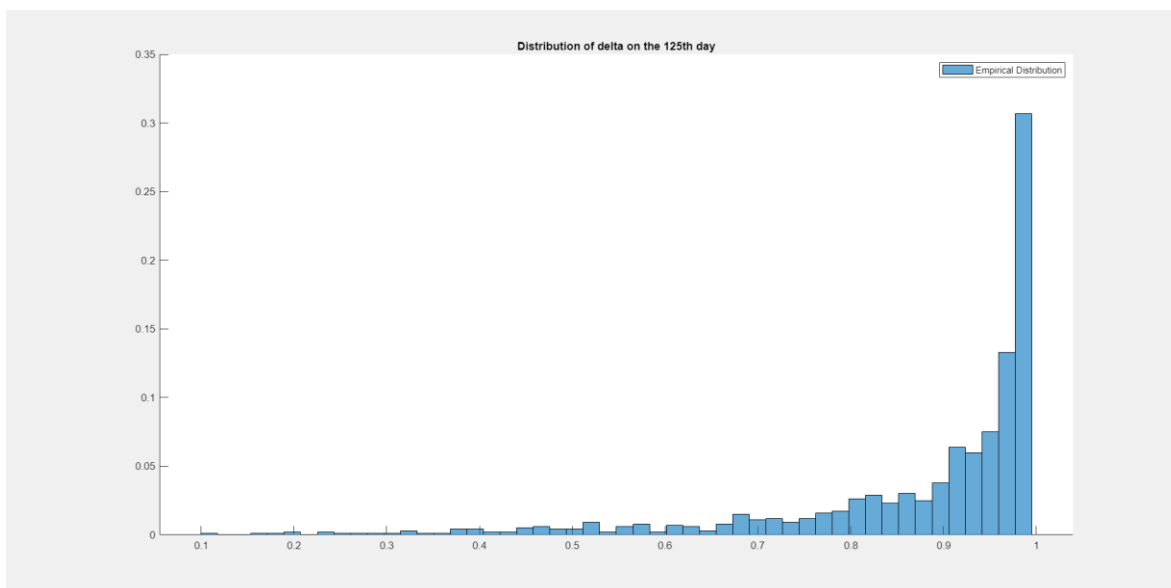
En cuanto al PnL podemos ver que en los primeros días de operaciones tanto la media como la desviación estándar no tienen muchas fluctuaciones, pero a medida que nos acercamos a la fecha de vencimiento de la opción estas comienzan a fluctuar bruscamente todos los días. También es importante notar que la desviación estándar de los PnL simulados para cada  $t$  aumenta en relación con el tiempo de manera consistente y que, si bien la media de  $Y$  también es creciente, está pendiente es mínima comparada con la de la desviación.



Para  $X$  podemos ver un patrón distinto que, en el PnL, en este caso si bien tanto la media como la desviación estándar siguen un patrón de crecimiento similar la media es la que en este caso crece por sobre la desviación estándar, a diferencia del caso anterior.  $X$  es el valor neto del portafolio del trader, es decir, el valor del portafolio de replicación menos el valor de la opción para ese momento en específico. Una media de  $X$  creciente nos dice que el promedio de todos los caminos simulados crece a medida que  $t$  aumenta lo que nos dice que el valor del portafolio de replicación está creciendo a un mayor paso que el valor de la opción a medida que nos acercamos a la fecha de vencimiento de la opción. Es importante mencionar que el día de vencimiento de la opción el trader debe liquidar las posiciones de su portafolio de replicación para no quedar expuesto a riesgo dado que si las mantuviera estaría especulando que no es lo que se busca en este caso.

### Pregunta 5:

Se solicita observar la distribución del delta para un día determinado (125th trading day, es decir  $t=126$ ). Podemos observar que en su mayoría los valores de delta para el día de trading 125 suelen ser altos en su gran mayoría con el 30% de las observaciones tomando valores entre 0.97 y 0.99. Esto es interesante dado que en este  $t$  aun faltan 100 días para el vencimiento de la opción pero aun así gran parte de las simulaciones tienen deltas altísimos.



### Pregunta 6:

Se solicita rehacer las preguntas 2, 3 y 4 pero ahora cambiando la frecuencia de rebalanceo para el portfolio de hedge.

1 cambiar de un rebalanceo diario a uno semanal, se esperan varias implicaciones en el portfolio de replicación, el PnL (Ganancias y Pérdidas) y la posición neta del trader.

En cuanto al portfolio de replicación, se observaría una mayor acumulación de cambios durante la semana antes de cada rebalanceo, en contraste con los ajustes diarios más frecuentes. Esto podría resultar en una mayor exposición al riesgo de mercado entre los períodos de rebalanceo, ya que las variaciones diarias no se corregirían de manera tan inmediata.

En términos de PnL, el trader podría experimentar una mayor volatilidad en las ganancias y pérdidas semanales en comparación con un rebalanceo diario. Las fluctuaciones en el valor del portfolio podrían ser más pronunciadas entre los rebalanceos, ya que los ajustes se realizan con menos frecuencia. Esto podría afectar la capacidad del trader para anticipar y gestionar los cambios en el valor del portfolio de manera ágil.

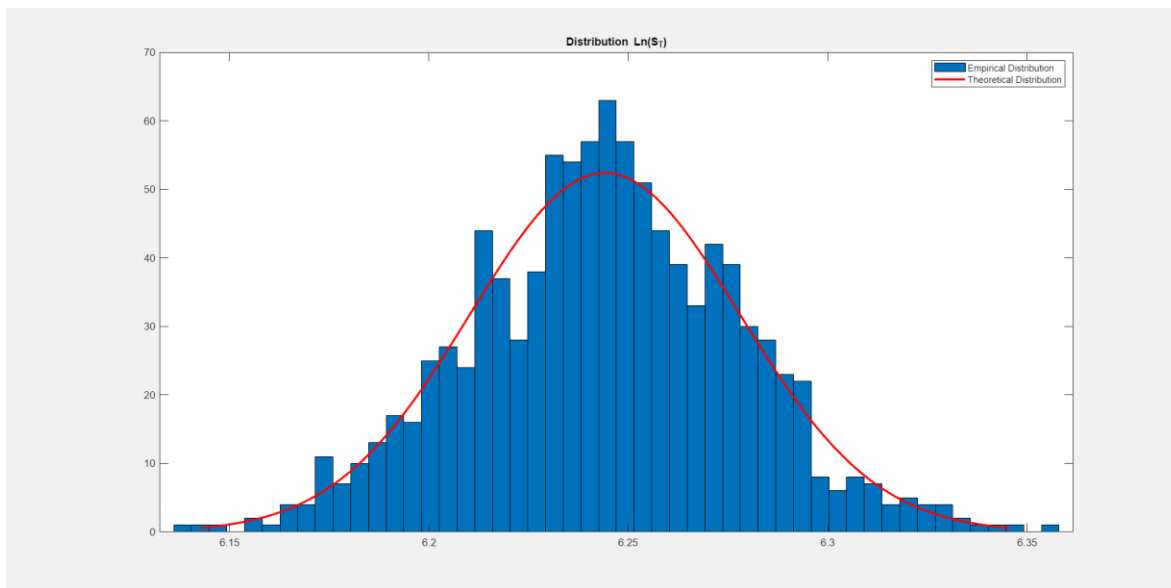
En relación con la posición neta del trader, cambiar a un rebalanceo semanal podría llevar a una exposición direccional más prolongada, ya que los ajustes menos frecuentes podrían no reflejar con la misma precisión las condiciones cambiantes del mercado. Esto

podría generar un mayor riesgo de que la posición neta no esté perfectamente equilibrada con respecto a las opciones subyacentes.

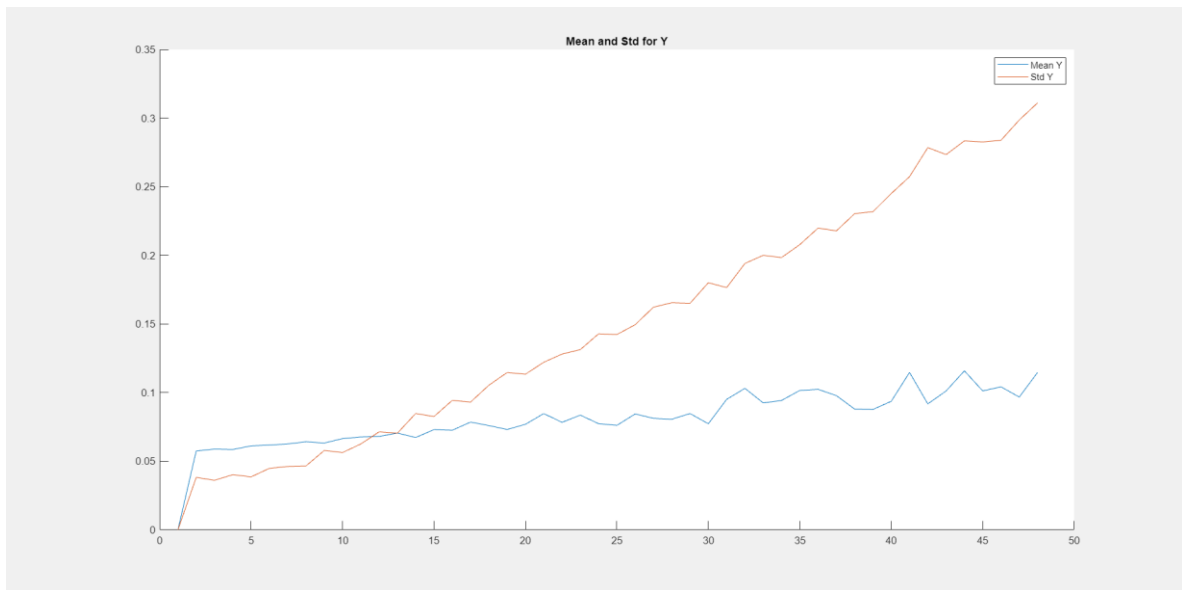
En conclusión, alterar la frecuencia de rebalanceo de un portfolio de replicación de opciones de diaria a semanal implica una serie de cambios en la estrategia y el desempeño del trader. Si bien el enfoque semanal podría simplificar la gestión diaria y reducir costos de transacción, también podría aumentar la volatilidad en el PnL y exponer al trader a riesgos adicionales entre los períodos de ajuste. La decisión de cambiar la frecuencia de rebalanceo debe considerar cuidadosamente estos factores y sopesar los beneficios potenciales de la simplificación frente a las implicaciones en la gestión del riesgo y la volatilidad.

A continuación, dejo los outputs solicitados las preguntas 2, 3 y 4 con las condiciones señaladas para la pregunta 6.

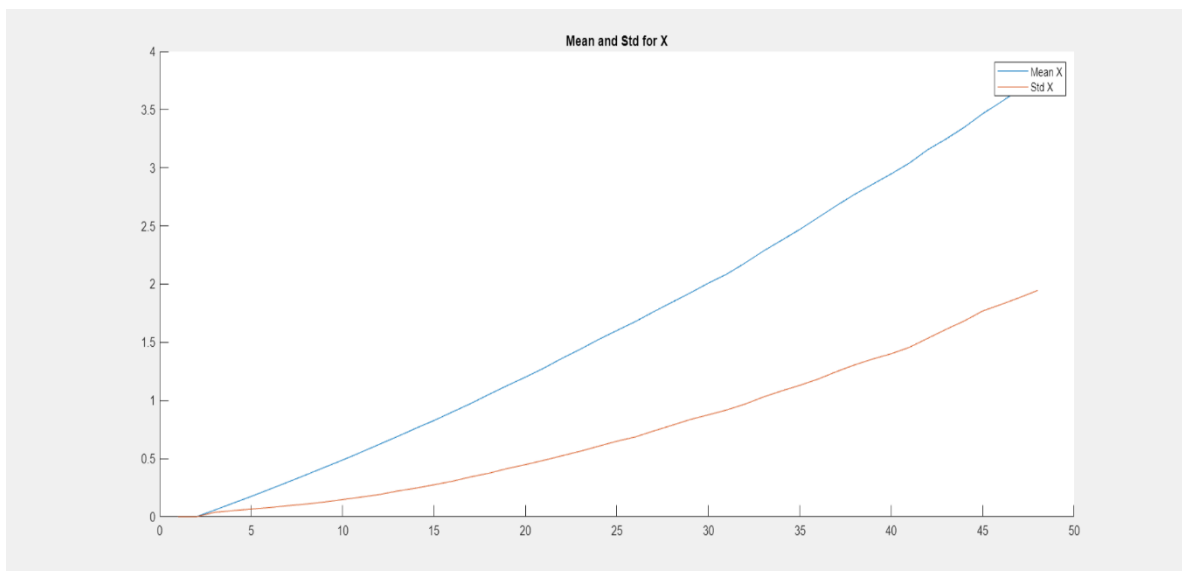
### **Ln(Spot) terminal con frecuencia semanal:**



### Media y desviación Estándar de PnL para rebalanceo semanal:

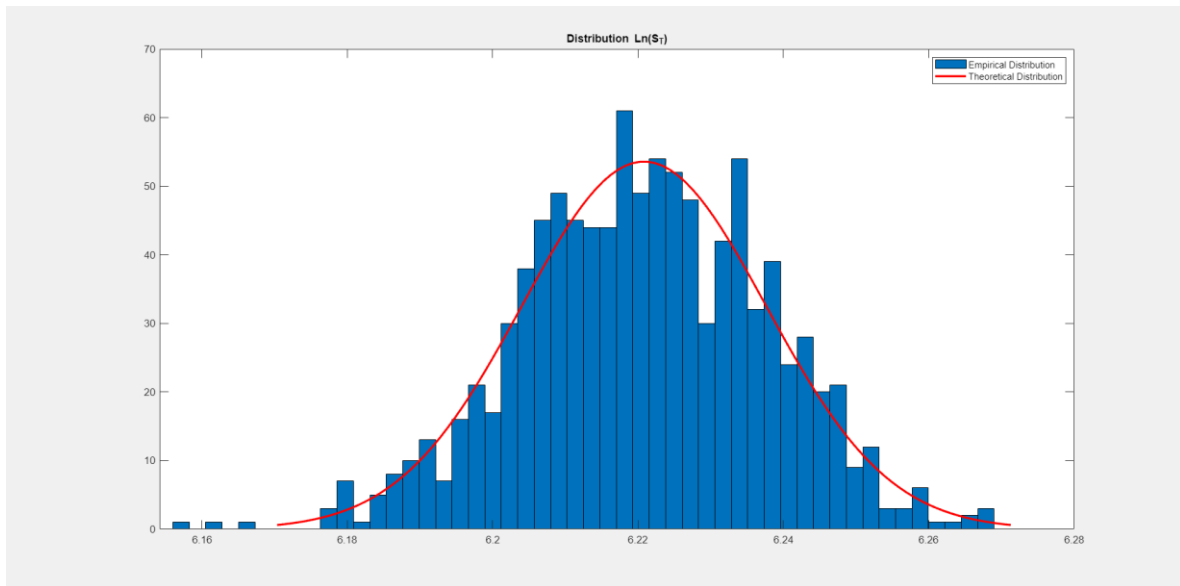


### Media y desviación Estándar de X para rebalanceo semanal:

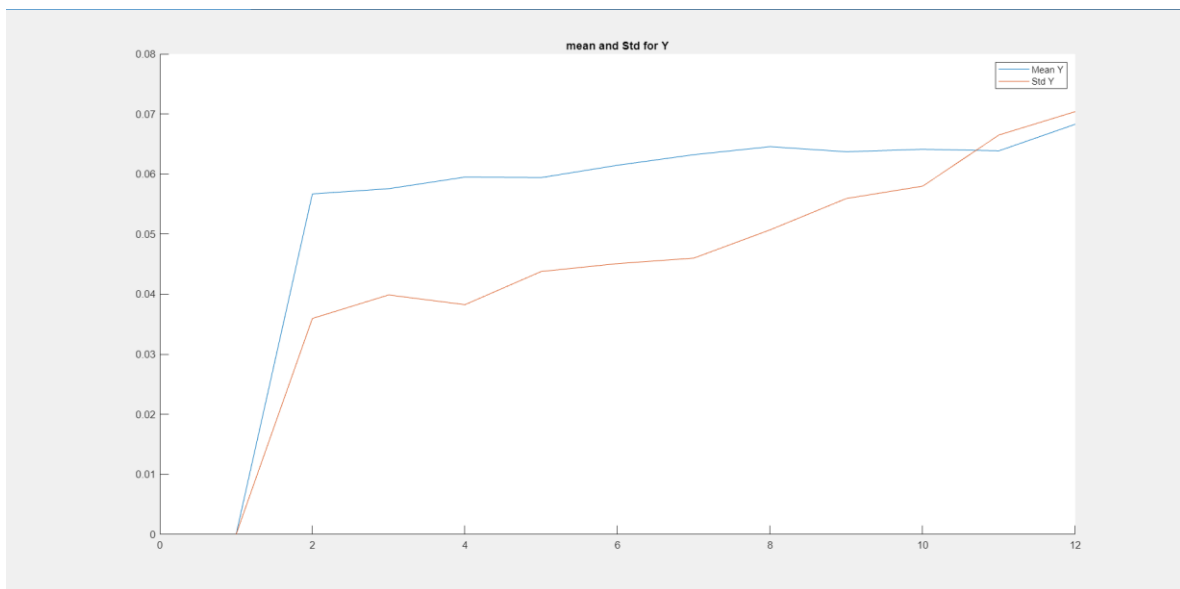




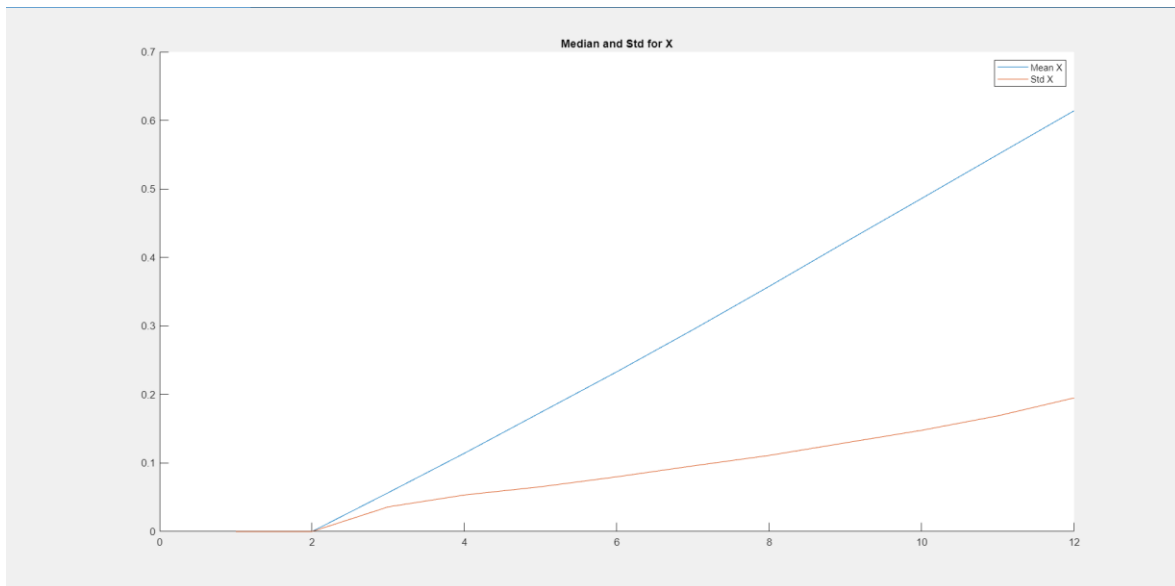
### **Ln(Spot) terminal con frecuencia mensual:**



### **Media y desviación Estándar de Y para rebalanceo mensual:**



### Media y desviación Estándar de X para rebalanceo mensual:



Vemos que el comportamiento tanto de X como de Y se ve afectado claramente al cambiar el periodo de rebalanceamiento del portfolio de cobertura a pesar de que se mantiene el comportamiento del proceso que define al tipo de cambio spot.

#### **Pregunta 7:**

Un cambio en el drift del tipo de cambio, que afecta al subyacente de una opción, puede tener diversas implicaciones en el portfolio de replicación, el PnL (Profit and Loss, es decir, ganancias y pérdidas) y la posición neta de un trader. El drift, o tasa de crecimiento esperada del tipo de cambio, desencadena ajustes en la valoración de las opciones y en las estrategias de cobertura empleadas por los traders.

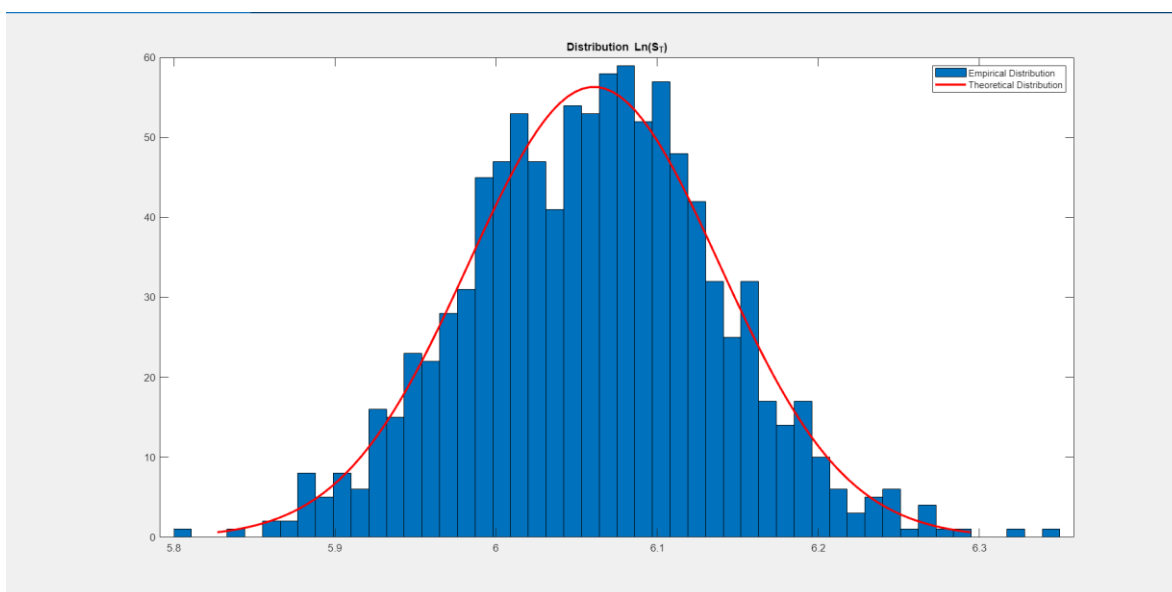
En primer lugar, el portfolio de replicación, que está diseñado para imitar el comportamiento de la opción, podría requerir modificaciones. El cambio en el drift puede influir en la volatilidad y dirección del subyacente, lo que a su vez afecta a los parámetros clave de la opción, como el delta y el gamma. Como resultado, los traders podrían necesitar reequilibrar las proporciones de los activos en el portfolio de replicación para mantener una cobertura precisa y eficaz.

En cuanto al PnL, un cambio en el drift del tipo de cambio podría impactar las ganancias y pérdidas del trader. Si el nuevo drift genera un movimiento direccional en el subyacente, las opciones podrían experimentar cambios en su valor debido a alteraciones en el precio y la volatilidad. Si la estrategia de cobertura no se ajusta adecuadamente a esta nueva dinámica, el PnL podría verse afectado negativamente. Por otro lado, si el trader anticipa correctamente el impacto del cambio en el drift y ajusta su enfoque de cobertura, podría potencialmente generar ganancias adicionales.

Por último, la posición neta del trader también podría verse influida por un cambio en el drift del tipo de cambio. Dependiendo de la dirección del cambio en el drift, el trader podría optar por aumentar o reducir su exposición neta al subyacente. La decisión dependerá de la evaluación del impacto en la posición general del portafolio y en la estrategia de inversión deseada.

En resumen, un cambio en el drift del tipo de cambio puede desencadenar ajustes en el portafolio de replicación, afectar al PnL del trader y requerir decisiones sobre la posición neta. Los traders deberían considerar cuidadosamente cómo este cambio podría influir en las opciones y en las estrategias de cobertura, a fin de tomar decisiones informadas y gestionar eficazmente su exposición al mercado.

Para el caso en cuestión podemos ver que los outputs generados ante cambios en el drift son los siguientes:



En teoría, si cambiamos el drift del tipo de cambio de 0.15 a -0.15, estaríamos ajustando la tasa de crecimiento esperada del tipo de cambio. El drift es una componente importante en los modelos de precios de activos financieros, como el modelo de Black-Scholes para opciones, que considera el comportamiento aleatorio y el movimiento futuro de los precios.

Si el drift cambia de manera significativa de 0.15 (un crecimiento positivo esperado) a -0.15 (una tasa negativa de crecimiento esperada), esto indicaría que se espera que el tipo de cambio tenga una tendencia a disminuir en el futuro en lugar de aumentar.

En el contexto de un año, si el drift cambia a -0.15, esto sugiere que el modelo estaría anticipando una disminución general del tipo de cambio durante ese período. En otras palabras, según la teoría, se espera que el tipo de cambio spot sea más bajo al cabo de un año en comparación con la expectativa anterior de crecimiento positivo.

Es importante tener en cuenta que los modelos teóricos, como el modelo de Black-Scholes, hacen suposiciones simplificadas sobre los comportamientos futuros de los precios y pueden no capturar completamente la complejidad de los mercados financieros. Las tasas de cambio son influenciadas por una amplia gama de factores económicos, políticos y sociales, y las predicciones basadas únicamente en cambios en el drift deben interpretarse con precaución. En este caso, dada la dinámica que tenemos definida para el comportamiento del tipo de cambio spot vemos que la componente que determina el proceso estocástico encontrada dentro de la exponencial pasa de ser positiva a ser negativa por lo que vemos un movimiento en el histograma de Ln del tipo de cambio spot terminal acercándolo hacia la zona negativa, esto es consistente con lo esperado por la teoría.

Si cambiamos el drift de 0.15 a -0.15 en la teoría del modelo de Black-Scholes, esto tendría un impacto significativo en la valoración de la opción y, por lo tanto, en el PnL (ganancias y pérdidas) del trader que vendió la vanilla call option. Recordemos que el drift, también conocido como tasa de crecimiento esperada, es una de las variables clave en el modelo de Black-Scholes y afecta la dirección y la magnitud de los movimientos del activo subyacente.

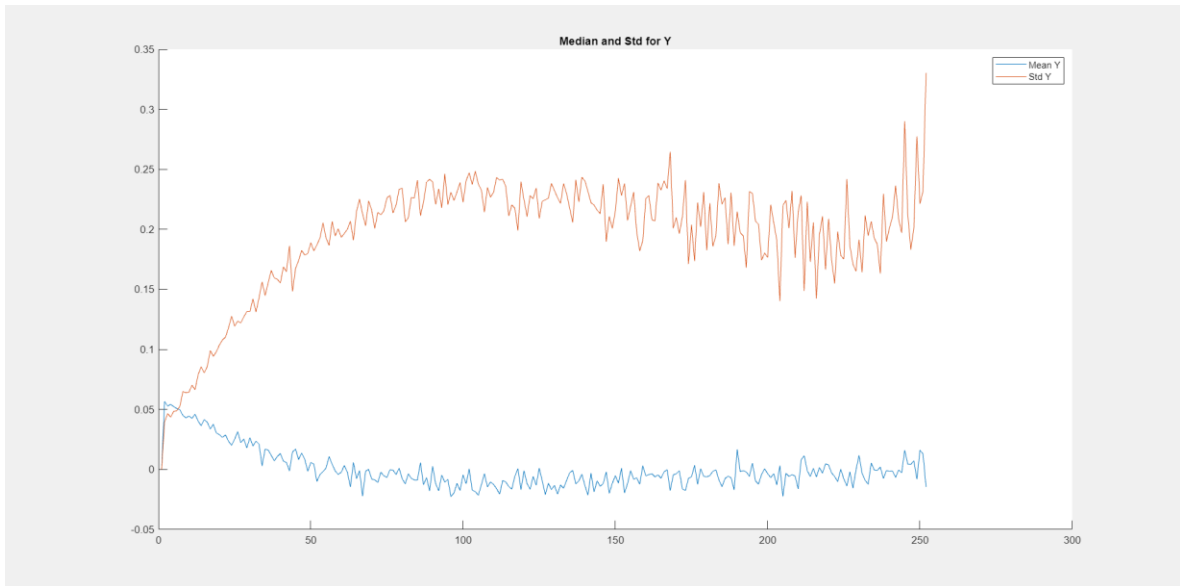
En la situación planteada, el trader vendió una opción de compra (call) con un strike price de 500 y fecha de vencimiento en un año. Esta opción está diseñada para otorgar al comprador el derecho a comprar el activo subyacente a un precio de 500, lo que significa que el trader asumió la obligación potencial de vender el activo si el comprador decide ejercer la opción.

Si cambiamos el drift de 0.15 a -0.15, estaríamos ajustando la expectativa de crecimiento del activo subyacente. En este caso, estaríamos pasando de un escenario de crecimiento positivo a un escenario de decrecimiento. Esto afectaría tanto al precio del activo subyacente como a la volatilidad, lo que, a su vez, influiría en la valoración de la opción.

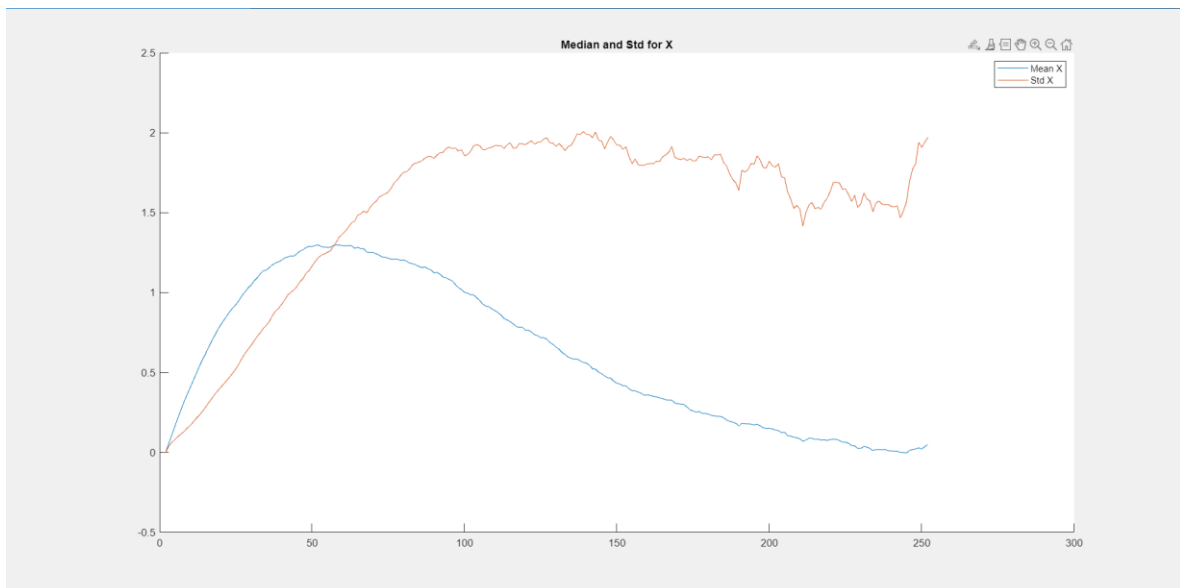
En general, si el activo subyacente se espera que tenga un decrecimiento (drift negativo), esto podría hacer que el precio del activo disminuya a lo largo del tiempo, lo que a su vez reduciría el valor de la opción de compra. Dado que el trader vendió la opción, una disminución en su valor sería beneficiosa para el trader, ya que podría recomprar la opción a un precio más bajo o simplemente retener la prima inicial recibida al vender la opción.

En términos de PnL, si el valor de la opción disminuye debido al cambio en el drift, el PnL del trader aumentaría, ya que la obligación potencial de vender el activo subyacente se vuelve menos costosa. El trader ganaría dinero en la operación al comprar de vuelta la opción a un precio menor o mantener la prima recibida.

En resumen, si cambiamos el drift de 0.15 a -0.15 en la teoría del modelo de Black-Scholes, y considerando la posición de venta de una opción de compra, el PnL del trader podría mejorar a medida que el valor de la opción disminuye en un escenario de decrecimiento del activo subyacente. Sin embargo, es importante recordar que los mercados financieros son complejos y pueden estar sujetos a una variedad de factores, por lo que este análisis se basa en las suposiciones del modelo.

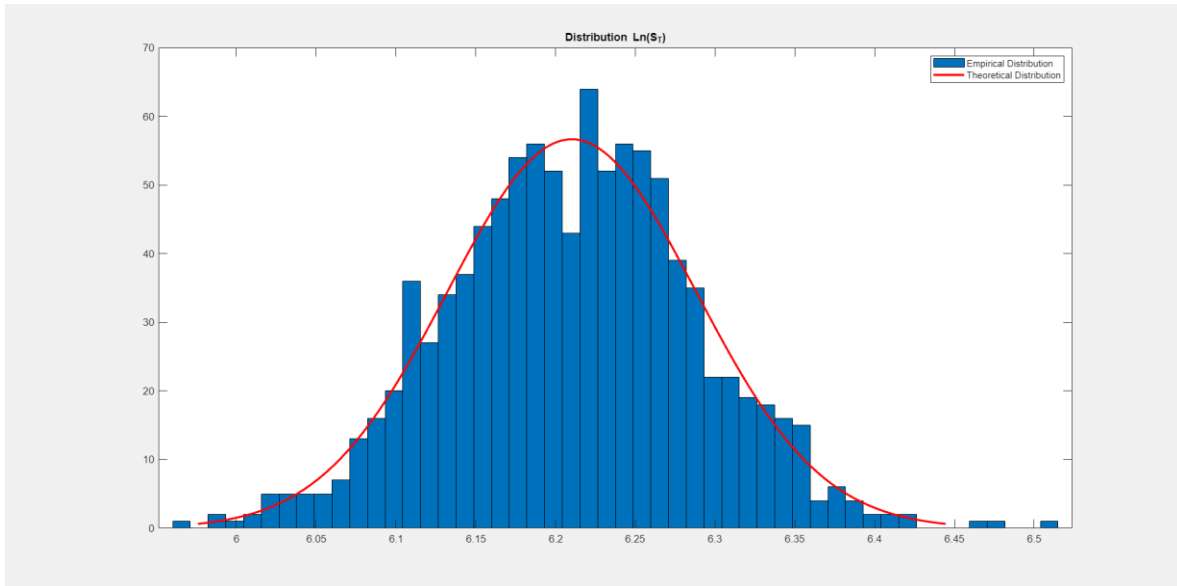


Podemos observar que en este caso la volatilidad de Y aumenta considerablemente con respecto a la media y varia bastante a medida que nos vamos acercando a la fecha de vencimiento mientras que la media de los PnL en los caminos simulados tiende al 0 a partir del día 50 aproximadamente para posteriormente seguir lo que parece ser una reversión al valor 0 o bien una tendencia creciente bastante sutil.

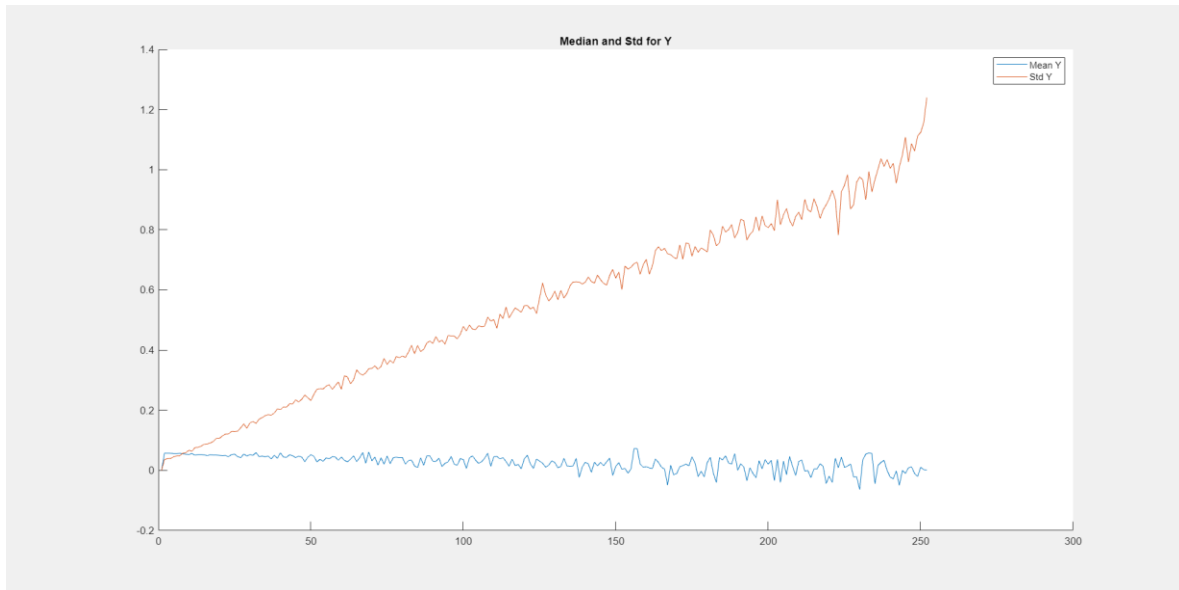


En cuanto a la posición neta del trader vemos que la desviación estándar de estas es mayor a media para todos los días a partir del periodo 50 , vemos que la media sigue una forma parabólica lo que tiene sentido con respecto a lo mencionado anteriormente.

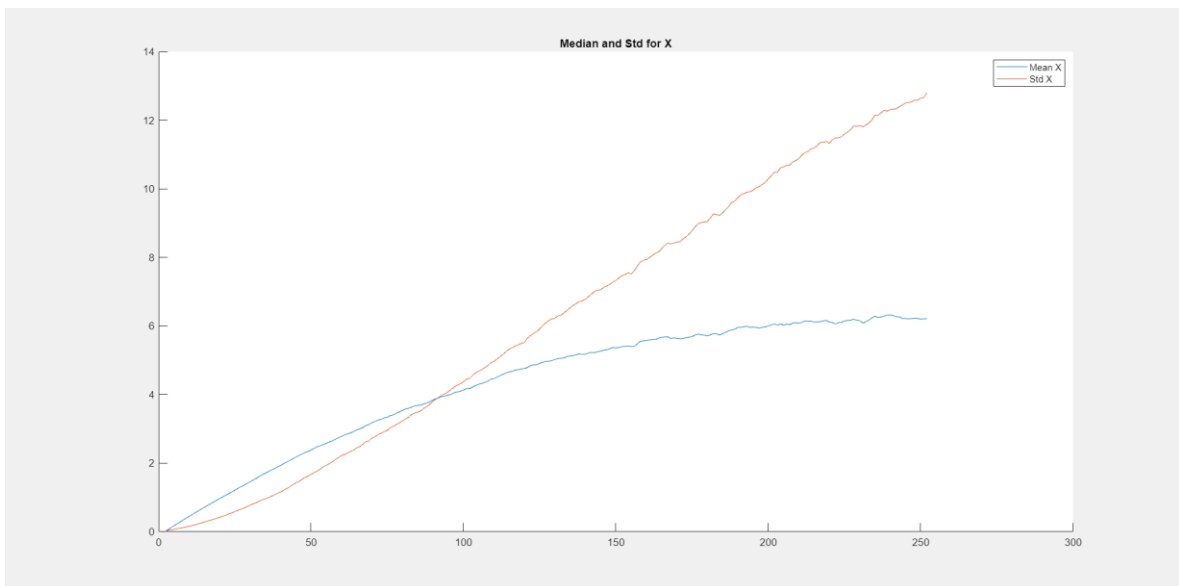
Cambiando el drift a 0 tenemos los siguientes outputs:



Con un drift de 0 se espera que el tipo de cambio no tenga una tendencia ni al alza ni a la baja por lo que el LN del valor terminal del spot debería estar centrada en el ln del spot inicial que en este caso es 6.2, cumpliendo así con el movimiento a esperarse.



Se observa una tendencia alcista en la volatilidad de los Pnl pero de manera constante a diferencia de los casos con un drift distinto de 0, también vemos que la media de Y tiene una tendencia a la baja lo cual hace sentido dado que sin un drift puede ser mas difícil generar una estrategia de cobertura eficiente.



Nuevamente vemos una volatilidad promedio que supera a la media a medida que nos vamos acercando a la fecha de vencimiento pero ahora podemos ver que la posición neta parece estar estableciéndose cerca del 6.

### Pregunta 8:

En esta pregunta se nos plantea el escenario donde el drift real es de 0.15 pero el trader lo subestima al momento de generar su hedging portfolio y lo asume como 0.1.

La subestimación del drift del tipo de cambio por parte del trader en su modelo de portfolio de replicación, al considerar un valor de 0.1 en lugar del valor real de 0.15, puede tener un impacto significativo en diversas áreas de su estrategia y operaciones financieras.

En primer lugar, el portfolio de replicación que el trader ha construido se basa en un modelo teórico que subestima el potencial crecimiento del tipo de cambio. Esto podría llevar a una cobertura inadecuada, ya que el portfolio no estaría correctamente ajustado para reflejar las verdaderas dinámicas de mercado. El trader podría encontrarse en una posición vulnerable a cambios en el tipo de cambio que no estaban correctamente anticipados en su estrategia de cobertura.

En términos de PnL (Profit and Loss, es decir, ganancias y pérdidas), la subestimación del drift podría tener implicaciones negativas. Si el tipo de cambio experimenta un crecimiento mayor de lo previsto en el modelo de 0.1, el valor de la opción call vanilla podría aumentar más de lo anticipado, lo que resultaría en pérdidas en el PnL del trader. Además, la inadecuada cobertura debido a la subestimación del drift podría agravar las pérdidas potenciales.

La posición neta del trader también podría verse afectada. Una subestimación del drift podría llevar a que el trader mantenga una posición neta en el subyacente que no refleje adecuadamente los riesgos reales. Si el tipo de cambio experimenta movimientos bruscos o inesperados, la posición neta podría exponer al trader a mayores riesgos y pérdidas no deseadas.

En resumen, la subestimación del drift del tipo de cambio en la construcción del portfolio de replicación puede tener consecuencias negativas para la estrategia de cobertura del trader. Esto podría traducirse en un PnL desfavorable y una posición neta que no refleje adecuadamente los riesgos reales. Es fundamental que los traders utilicen modelos precisos y actualizados para informar sus decisiones de inversión y cobertura, a fin de mitigar los riesgos y optimizar los resultados financieros.

En este caso la cobertura queda mal hecha dado que el tipo de cambio aumenta en promedio mas de lo que el esta esperando por lo que su delta es mas bajo de lo que debería ser con respecto a B para su portfolio de replicación H, teniendo así un H de un valor inferior al requerido para compensar la perdida por el aumento del tipo de cambio y generando así un PnL negativo a medida que nos alejamos de la fecha inicial y por lo tanto una posición neta X menor a la que habría esperado al momento de vender la opción.

### **Pregunta 9:**

Si la volatilidad del tipo de cambio se subestima en 0.06 en el proceso de construcción del portfolio de replicación dinámica de un trader una moneda, esto puede tener implicaciones significativas en varios aspectos de su estrategia de cobertura.

En primer lugar, el portfolio de replicación, que busca emular el comportamiento de la opción, podría volverse inadecuado para manejar adecuadamente los cambios en la volatilidad real del tipo de cambio. Dado que la volatilidad subestimada no refleja con



precisión la verdadera variabilidad del activo subyacente, los ajustes necesarios en el portfolio podrían no ser suficientes para proteger completamente al trader contra las fluctuaciones inesperadas en el valor de la opción. Esto podría dar como resultado una ineficacia en la estrategia de cobertura y exponer al trader a riesgos no deseados.

En términos de PnL (Profit and Loss, es decir, ganancias y pérdidas), el impacto de la subestimación de la volatilidad puede ser doble. En primer lugar, si los ajustes en el portfolio de replicación no son adecuados debido a la subestimación de la volatilidad, el PnL podría verse afectado negativamente en caso de movimientos adversos en el tipo de cambio. Por otro lado, si la subestimación resulta en una estrategia de cobertura excesivamente agresiva, el trader podría perder oportunidades de ganancias potenciales si el tipo de cambio se comporta de manera más volátil de lo previsto.

Finalmente, la posición neta del trader podría estar en riesgo debido a la subestimación de la volatilidad. Si la cobertura subestimada no logra proteger adecuadamente al trader contra movimientos bruscos del tipo de cambio, su posición neta podría estar expuesta a pérdidas no deseadas en caso de eventos imprevistos del mercado.

Finalmente lo que vemos es un portfolio de replicación que no elimina el riesgo de tipo de cambio sino que simplemente lo disminuye, al subestimar la volatilidad del tipo de cambio spot un trader no tomara las posiciones suficientes en Delta y B como para anular los movimientos del tipo de cambio, por estas razones podemos decir que no necesariamente los valores del PnL del trader en este caso serán negativos dado que pueden también ser positivos dada la exposición al riesgo que tendrá el market maker pero si podemos asegurar que tienen una mayor volatilidad. Lamentablemente lo que se busca en este caso no es especular por lo que tener un Y positivo a pesar de generar ganancias no seria una muy buena noticia para este trader ya que le estará diciendo que hizo un mal modelo y que fundamentalmente esa ganancia se debe a suerte.

#### **Pregunta 10:**

Este es un caso curioso en el que el trader debe estar bastante feliz, al haber estimado correctamente la volatilidad del subyacente este MM podrá generar una estrategia de cobertura apropiada para los movimientos del tipo de cambio, pero podrá cobrar el valor que pagará el mercado. Dado que el mercado esta sobreestimando la volatilidad del tipo de cambio este esta estimando mas riesgo, lo que significa un mayor premio por la call. Es por esta razón que al calcular el valor de la opción en  $T = 0$  con la volatilidad estimada por el mercado nos da un valor de \$30.4184 por opción que es mayor a los 26.91 que era lo que cobrábamos en un mercado “acertado”, lo bonito de esto es que el valor de  $h_0$  sigue siendo 26.9108 dado que sabemos la volatilidad real del tipo de cambio y nos estamos cubriendo bien así que esta diferencia entra al bolsillo como PnL extra.

