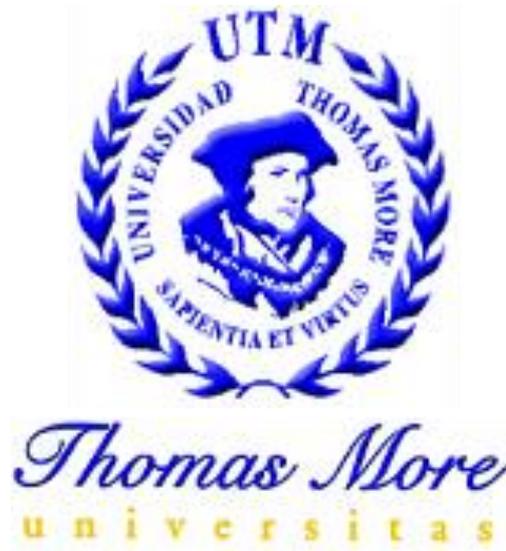


UNIVERSIDAD THOMAS MORE



“La aplicación de un modelo pronóstico de las reservas internacionales a través de las remesas de Nicaragua”

Jorge Iván Gurdián Guerrero.

Trabajo de grado presentado en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al título de Licenciatura en Economía y Finanzas.

Managua, 16 de Enero del 2023

Tabla de contenido

RESUMEN EJECUTIVO	1
INTRODUCCIÓN	2
REVISIÓN DE LA LITERATURA	3
A. REMESAS FAMILIARES COMO DIVISAS EN EL PAÍS	3
B. RESERVAS INTERNACIONALES	6
C. MODELOS PREDICTIVOS	7
D. CONCLUSIÓN	10
DEFINICIÓN DE PROBLEMA	11
JUSTIFICACIÓN	13
PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	14
OBJETIVOS	14
A. OBJETIVO GENERAL	14
B. OBJETIVO ESPECÍFICO	14
HIPÓTESIS	14
METODOLOGÍA	16
ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN	17
DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS	18
RESULTADOS ECONOMETRICOS	20
CONCLUSIONES	27
RECOMENDACIONES	29
ANEXOS	30
BIBLIOGRAFÍA	40

Agradecimiento

En primer lugar, le agradezco a Dios por haberme dado la salud y el entendimiento para concluir con este trabajo investigativo y mi carrera en Economía y Finanzas, a pesar de muchos inconvenientes por externalidades que hicieron difícil este camino, pero todo se solucionó gracias a tu misericordia.

En segundo lugar, agradezco a toda mi familia por haberme dado el regalo más grande que han podido la educación, en especial agradezco a mis padres y mi tía, ya que ellos han sido un gran apoyo para mí, facilitándome todo lo que pudieron.

Por último, agradezco a profesores excepcionales que me han enseñado mucho a lo largo de estos años, en especial a mi tutor William Mendieta que gracias a su apoyo pude concluir con este trabajo investigativo, además, al profesor Pablo Miranda ya que su dedicación y conocimientos me ayudaron a lo largo de mi carrera.

Resumen ejecutivo

La relación Reservas Internacionales - Remesas en países en vías de desarrollo es evidente debido al gran auge de exportación de capital humano que presentan estos países, en busca de una mejor calidad de vida para su familia, trabajos y salarios competentes, además de las continuas crisis que presentan estos países en vía de desarrollo. Nicaragua al ser un país que atraviesa una crisis sociopolítica y de sanidad sus emigraciones en el extranjero han ido en aumento y por ende las remesas del país han aumentado de igual manera, convirtiéndolas en un importante medio de divisas, por esto su influencia en las Reservas Internacionales es de magnitud contable.

En la presente investigación, decidí correr un modelo pronóstico que evidencie la teoría de esta relación, en donde las remesas del país ayuden a la mejora de carácter predictivo en las Reservas Internacionales, para ello se corrió dos modelos un ARIMA de carácter (2,0,1) con datos históricos de las reservas internacionales de Nicaragua y un modelo ARIMAX incluyendo las remesas. Para la medición de la mejora se utilizaron los siguientes indicadores: error absoluto medio (MAE), error porcentual absoluto medio (MAPE), escala absoluta media (MASE), error porcentual absoluto medio simétrico (SMAPE), error cuadrático medio (RMSE).

Las evidencias presentadas por el trabajo fueron que las remesas influyen en muy poca magnitud las reservas internacionales dado a la poca mejora que presentaron los indicadores.

Introducción

La presente investigación se refiere al tema de Las Reservas Internacionales, dado a su importancia en la macroeconomía del país ya que se define como los activos externos de disposición inmediata. Se explica un modelo de carácter predictivo en donde se utilizó las remesas para predecir las Reservas Internacionales.

El objetivo de la investigación fue observar la influencia de las Remesas del país en las Reservas Internacionales y a su vez determinar la eficiencia de un modelo predictivo de las Reservas Internacionales incluyendo las Remesas del país.

Dado al gran aumento de las remesas en Nicaragua debido a crisis sociopolíticas y de salud, es de esperar que su importancia en las Reservas Internacionales en el país sea elevada, esta relación positiva entre las variables, es decir, entre mayor número de remesas del país mayor sería el valor de las Reservas Internacionales del país.

Esta investigación se realizó mediante el uso de un modelo de una regresión lineal y un modelo ARIMA con datos históricos de las Reservas Internacionales, para posteriormente realizar un modelo ARIMAX incluyendo las remesas del país para observar qué modelo tiene mayor valor predictivo. Lo anterior fue aplicado en el programa RStudio para ofrecer los resultados estadísticos con datos del Banco Central de Nicaragua (BCN)

Revisión de la literatura.

En esta investigación para la revisión de la literatura se abordarán tres subtemas, dado a que nuestro tema de interés es “La aplicación de las remesas como valor predictivo en las reservas internacionales de Nicaragua”, primero es importante aclarar que las remesas familiares son un medio de divisas para el país, segundo es importante conocer la importancia de las reservas internacionales en el desarrollo del país y por último expondré ejemplos de investigaciones de carácter predictivo.

A. Remesas familiares como divisas en el país.

Para dar inicio al estudio se tiene que conocer que las remesas es el dinero que mandan trabajadores de un país que residen en el extranjero a sus familiares en su país natal, según el Banco Central de Nicaragua (BCN) las remesas internacionales es dinero que los nicaragüenses envían desde el extranjero a familiares que residen en Nicaragua. En los últimos años han sido una principal fuente de ingreso siendo una parte importante del Producto Interno Bruto (PIB).

De igual manera, Cortina, De la Garza & Ochoa-Reza (2005) señala que “las remesas son una importante fuente de ingreso para las familias que la reciben”, por ende, se puede pensar que son una parte importante en la economía del país ya que estas familias las ocupan para hacer frente a principalmente a su consumo.

Las remesas han sido un medio de desahogo para países poco desarrollados aliviando la pobreza de sus habitantes dada a crisis económicas, grandes tasas de inflación y otras variables que merman el desarrollo del país. Por ello las convierte en parte importante del desarrollo del país impulsando el consumo de las familias.

Dado a esta reciente y creciente búsqueda de trabajo en el extranjero es normal que las remesas sean un principal medio de divisas en los países, según el estudio realizado en Ecuador de Borrero (2006) dio como resultado que las remesas en este país es el segundo medio de exportación y de divisas con un 15.1% solo por debajo del petróleo con un 34%. De igual manera las remesas son de suma importancia para equilibrar la balanza de pago disminuyendo el déficit producido por las importaciones del país.

Por su parte, Cespedes, Monge y Vargas (2010) en su apartado para América Latina y Centroamérica señalan que las migraciones surgen de países menos desarrollados hacia países más desarrollados en busca de mejores oportunidades. Para saber la fuerza en el desarrollo económico de las remesas en el país se compara con el Producto Interno Bruto (PIB) dando como resultado Guyana, Haití, Honduras, Nicaragua y Jamaica con porcentajes mayor al 15% de participación en el PIB lo cual hace que una disminución en las remesas para estos países puede provocar desequilibrios macroeconómicos importantes. Estos resultados demuestran la importancia de las remesas en estos países brindando un impulso al desarrollo económico.

Alejandre & Sandoval (2000), contrastan otras fuentes de divisas en México, dando como resultado que la captación de divisas por remesas supera al turismo y exportaciones en valores netos, ya que las remesas no presentan contrapartidas como es en el caso del turismo que tiene una contraparte en la repartición de utilidades y las exportaciones por medio de las importaciones en muchos casos su saldo total es negativo, por ello las remesas son de importancia en términos macroeconómicos teniendo un efecto social para hacer frente a la pobreza de México.

Un punto clave abordado por este estudio es que las remesas no presentan contrapartidas, por otra parte, el resto de las divisas si, por ejemplo las exportaciones para conocer su impacto en la economía se ocupa la balanza de o sea (exportaciones- importaciones) por ende en valores netos las reservas tienen mayor participación en las divisas totales del país.

El Banco Central de Nicaragua (2022) en su informe de remesas del primer trimestre encontró que en Centroamérica, Panamá y República Dominicana, los flujos de remesas en esta región han seguido la tendencia de crecimiento con un 12.7 por ciento interanual en donde los mayores crecimiento se registraron en Nicaragua (26.4%), Guatemala (25.6%) y Honduras (21.9%).

En el caso de Nicaragua el BCN (2022) relata en su informe trimestral para este año (2022) que el dinamismo de las remesas internacionales ha continuado registrando para este año un crecimiento interanual de 26.4 por ciento con respecto al mismo trimestre del año pasado, este crecimiento constante que ha obtenido las remesas se puede entender debido a la regresión económica que hay en el país desde el 2018 donde los nicaragüenses buscan oportunidades de crecimiento en otros países.

Según estos informes demuestran que en Nicaragua las remesas son un gran medio de divisas que sufre crecimientos año tras año, por ello las convierte en el país centroamericano con mayor flujo de remesas haciendo de ellas de importancia para el bienestar económico del país.

B. Reservas internacionales

Según el Banco Central de Nicaragua (BCN) (2021), las reservas internacionales son los activos externos de disposición inmediata y bajo el control de las autoridades monetarias para hacer frente a diferentes tipos de propósitos según la política económica y condiciones del país. Esta política se basa en los criterios de riesgo, liquidez y rentabilidad y tienen como objetivo principal la conservación de capital y liquidez. A su vez nos demuestra que las reservas internacionales pueden estar compuestas por: divisas, cualquier instrumento de inversión del Mercado Monetario Internacional, oro, valores públicos de primer orden emitidos por gobiernos extranjeros. De igual manera el Banco Central informa que la base monetaria registró para el mes de Abril del 2021 una disminución de \$7,404.5 millones, lo cual significó una reducción de C\$1,696.1 millones con respecto al mes anterior y las reservas internacionales brutas registró US\$3,474.3 millones siendo mayores en US\$120.1 millones con respecto al saldo del mes anterior.

Respaldando estos resultados dados por el Banco Central podemos ver que para el primer trimestre del año 2021 el Producto interno Bruto por el lado del gasto (PIB) tuvo una recuperación con respecto al año anterior con un crecimiento de 3.4 por ciento siendo impulsado por la demanda interna debido al aumento del consumo y la inversión bruta.

A su vez, Bueno (2021) desarrolla que en países con economías emergentes y abiertas el crecimiento económico depende mucho de la venta de su materia prima exportadora y de la inversión extranjera, “Por ello es la importancia de las reservas internacionales netas en países como Perú y Chile, para evitar el deterioro de su balanza en cuenta corriente y de su balanza de capitales.

Restrepo & Duran (2011), describen el buen mantenimiento de las reservas internacionales como un medio de confianza en las medidas monetarias que adoptan los bancos para moderar fluctuaciones excesivas en la unidad monetaria del país. También, son un medio para hacerle frente a periodos de crisis o cierre de mercados internacionales de capitales. Adicional a esto nos demuestran que en el caso de Colombia el Banco Central basa su acumulación de reservas para atender las necesidades de moneda extranjera por el comercio de bienes y servicios como flujo de capitales. Adicionalmente en este estudio, se encontró que los choques al tipo de cambio sobre los precios de importaciones y exportaciones crean una modificación en la balanza comercial para los países.

Bridger (2013), menciona dos motivos de los países por el cual acumular reservas internacionales: Un respaldo ante un shock negativo en la balanza de pagos y una herramienta para influir en la evolución del tipo de cambio nominal y evitar su volatilidad siendo esto un resultado del crecimiento del producto interno bruto debido a que ayudan a estabilizar los precios a través del tipo de cambio.

Debido a esto la acumulación de reservas internacionales en países en busca de desarrollo es de suma importancia ya que su economía en gran parte se ve afectada por las exportaciones y gracias a las reservas el país puede hacer frente a cualquier shock negativo que sufra su economía o la extranjera.

C. *Modelos predictivos*

Los modelos predictivos en la economía son de suma importancia ya que nos demuestran el tipo de correlación entre las variables y adicionalmente nos proporciona estimaciones futuras para la variable de interés. Para su desarrollo se tiene que poseer una

variable dependiente siendo esta la variable de interés y variable independiente que es la variable explicativa.

(Timmerman, 2006), expone que en muchas ocasiones las variables económicas se ven correlacionada entre ellas por lo que técnicas de estimación entre estas variables es útil, para ello se tiene que conocer la relación que tienen estas variables y tomar en cuenta otras, ya que la exclusión o inclusión incorrecta tendrá un impacto en modelos de proyecciones sesgando el verdadero progreso.

En adicción, Sanchez, Pages & Huertas (1997) encontraron en su modelo predictivo de los tipos de interés sobre la tasa de inflación como base la condición de arbitraje, conocida como el “Efecto Fisher” y el pasado de la misma tasa de inflación. En donde se demuestra según análisis estadísticos la cointegración de las variables, como principal conclusión del estudio se demuestra que “mientras el tipo de interés real “ex-post” muestra cierto contenido informativo con respecto de la inflación futura, los diferenciales entre tipos de interés no aportan información adicional alguna a la de las otras variables del modelo”.

Esto nos demuestra que en modelos predictivos se tiene que tomar variables que posiblemente influyan en el modelo analizando que tan explicativa es esta variable para la predicción ya que se puede excluir del modelo si no tiene valor explicativo.

En adicción a este descarte de variables sin valor explicativo, Arencibia et al. (2017) analizan el Spain-STING que es una modelo factorial de predicción ocupada en España para el PIB a corto plazo y los componentes de la demanda, en él se recoge la dinámica de cada

uno de los indicadores evitando que no sean coincidentes y se excluyen algunas variables en donde no hay valor explicativo agregando aquellos que mejoraran la evolución del modelo.

Dinartes (2009), demuestra la importancia de la combinación de pronósticos para una mejor proyección que en un modelo individual ya que en la combinación de modelos hay una diversificación de portafolio, existencia de quiebres estructurales desconocidos que favorecen un modelo en vez de otro y los pronósticos individuales pueden estar sujetos a sesgos debido a variables omitidas que son desconocidas en cambio en un modelo en conjunto mejoran estos sesgos haciendo más preciso.

Para el estudio de Martinez et al. (2018), en donde busca pronosticar la tasa de cambio de Colombia a través de un modelo cuantitativo de ARIMA-GARCH, “es una ayuda para la construcción de series de tiempos estacionarias que tenga autodependencia lineal” (p.6), para la realización del modelo se tuvo que diferenciar la serie de estudio cambiando el modelo $ARIMA(x_t = \phi x_{t-s} + a_t)$, donde se le agregó polinomios de rezagos de series AR. Por ser un estudio de series de tiempo está sujeto a ser afectado por valores externos, en el modelo ARIMA se ocupan estos factores agregándoles como variables exógenas o covariables. Los resultados del estudio fueron por medio del estadístico de Ljung Box se realizó un correlograma en donde “resultó que los residuales resultaron ser estacionarios, pues tanto el estadístico Q como el valor p indicaron que dichos residuales son ruido blanco y no están autocorrelacionados”. (p.13)

Los estudios de pronóstico son de suma importancia para conocer valores a futuro y el comportamiento de las variables que este presenta, para su realización se utilizan un sin número de modelos ya sean regresión lineal, Spain-STING, construcción de una mejor

precisión del modelo es necesario descartar y valorar variables ya que si se agrega una variable que no tiene importancia para el modelo puede crear sesgo que atrofia la confiabilidad del modelo.

D. Conclusión.

Para finalizar la revisión de la literatura, las remesas en los últimos años han tenido un gran impacto en Nicaragua posicionándose como un medio de divisa importante, lo que hace que su análisis sea importante en las reservas internacionales y por ende en la economía dado a que las reservas internacionales es uno de los principales indicadores macroeconómico del país, ya que, demuestran que tanto puede hacer frente el país a shocks de capital. Por ende, un modelo pronóstico de las reservas internacionales en Nicaragua ayuda a conocer cómo se desarrollará la economía en general, para ello se hará un modelo de estilo AIRMAX con variable independiente las remesas dado a su creciente importancia.

Definición de problema.

Las reservas internacionales son de suma importancia ya que son una muestra del nivel macroeconómico para hacer frente a adversidades de países con que tienen tratados comerciales, es decir, son un medio para evitar caídas en la balanza de pagos del país. Al ser Nicaragua un país que sufre muchas crisis económicas y siendo un país en vías de desarrollo el manejo correcto de las reservas internacionales es de suma importancia.

Por ello, conocer la evolución de las reservas internacionales para un país en crecimiento es necesario y el conocer cómo se desarrolla en futuro es una ayuda para poder saber el desarrollo macroeconómico de los futuros meses, por ello en el presente trabajo se desarrollará un modelo de pronóstico utilizando como variable independiente las remesas y como dependiente las reservas internacionales de Nicaragua.

La utilización de las remesas como variable independiente ante las reservas internacionales es debido al gran aumento de ellas dado por las últimas crisis económicas en donde los nicaragüenses han buscado fuera del país una manera de dar el sustento a sus familiares, según el banco central (2022) en el informe de las remesas del primer trimestre del 2022 son de 632.6 millones de dólares, en comparación con las de recibidas para el primer trimestre del año pasado de 500.4 millones de dólares, hubo un aumento de 132.2 millones de dólares. Como resultado, las remesas se han vuelto un gran medio de divisas para el país, por ello, el desarrollar un modelo predictivo para conocer las reservas internacionales es atractivo a nivel macroeconómico al pensarlas como una variable de valor predictivo hacia las reservas internacionales.

Según el BCN este poder que tienen las divisas ante las remesas internacionales es debido a la economía pequeña y abierta que tiene Nicaragua ya que se beneficia mucho del libre comercio interno y externo, libre circulación de bienes y servicios, y de un mercado financiero libre. Esto hace que la oferta monetaria está determinada por la demanda de dinero, por lo que el público satisface una mayor demanda monetaria de córdobas a través de compra de divisas, por lo cual un desequilibrio monetario o gasto agregado se manifiestan en las reservas internacionales, tipo de cambio y en la balanza de pago.

Justificación.

Nicaragua a lo largo de los años ha sufrido un sin número de crisis económicas lo cual hace que el desarrollo del país se vea altamente afectado y el descontento de sus habitantes sea visible. Tras la crisis económica del 2018 y posteriormente con la crisis sanitaria (COVID-19) muchas familias han buscado el desarrollo en otros países dado al nivel de incertidumbre que hay en Nicaragua.

Este aumento de las migraciones es visible con facilidad en Nicaragua ya que en lo personal varios familiares y amigos están trabajando en el extranjero y por ello es evidente la importancia que han adquirido las remesas que es el resultado de este gran aumento de las migraciones en el país, esto las convierte en un importante medio de divisas para el país y dado a las características de Nicaragua siendo un país abierto a economías externas hace que estas remesas sean un importante impulso para la economía y más para las familias de este país.

En contraste, dado a que Nicaragua es un país en busca del desarrollo y a las recesiones económicas que ha sufrido las reservas internacionales son importantes y su desarrollo es necesario para poder saber el desempeño de país. Por ello en este trabajo se estudió y desarrolló un modelo predictivo de las reservas internacionales ante las remesas dado a su gran protagonismo como medio de divisas.

Preguntas de Investigación.

- i. ¿Qué relación existe entre las remesas y las reservas internacionales?
- ii. ¿Cómo afecta un adelanto o un rezago de las remesas como variable independiente de las reservas internacionales?
- iii. ¿Cuál es el impacto de las remesas en un modelo predictivo para las reservas internacionales?

Objetivos

A. Objetivo general

- Desarrollar un modelo predictivo para las reservas internacionales con ayuda de las remesas en Nicaragua.

B. Objetivo Específico

- i. Conocer el tipo de relación entre las remesas y las reservas internacionales.
- ii. Exponer la influencia de adelantos o rezagos de las remesas como una variable independiente de las reservas internacionales.
- iii. Cuantificar el impacto de incluir las remesas en un modelo predictivo de las reservas internacionales.

Hipótesis

- i. H_0 1: La relación entre las remesas y las reservas internacionales no es lineal.
 H_1 1: La relación entre las remesas y las reservas internacionales es lineal.

ii. H_02 : El comportamiento de las remesas no tienen afectación en las reservas internacionales.

H_12 : El comportamiento de las remesas si tienen afectación en las reservas internacionales.

iii. H_03 : Las remesas no tienen ningún impacto en las reservas internacionales.

H_13 : Las remesas tienen un impacto positivo en las reservas internacionales.

Metodología

La presente investigación es cuantitativa con una variable independiente previamente preparada para que no haya heterocedasticidad siendo las remesas la variable de explicativa para el estudio ya que se conoció el pronóstico de la variable dependiente que en este estudio será las reservas internacionales del país siendo estas la variable de interés.

En el presente estudio se utiliza un enfoque cuantitativo, por lo que, se analizó el comportamiento de las reservas internacionales ante cualquier variación de las remesas, por ende, se pretende conocer la relación que estas dos variables tienen, es decir cuánto cambia las reservas internacionales ante un aumento o reducción de las remesas internacionales. Luego, se pronosticó las reservas internacionales a partir de dos modelos el primero con bases históricas de las mismas y segundo uno con las remesas del país. De esta forma, esta investigación permite pronosticar las reservas internacionales dado a su importancia macroeconómica en el país.

Para demostrar las hipótesis de investigación se utilizó el programa R-studio el cual es un entorno que se utiliza para el análisis estadístico y econométricos por ello para la presente investigación su uso es esencial con este programa se realizarán todas las pruebas estadísticas y econométricas del modelo para aceptar o rechazar las hipótesis nulas.

Estrategia de investigación

Para comenzar con el estudio se busca encontrar la relación de las remesas y las reservas internacionales, para ello se llevó a cabo un modelo de regresión lineal para poder comprender y predecir el comportamiento de las Reservas Internacionales con respecto a las Remesas del país en el cual se desea obtener una relación lineal positiva en las Remesas con respecto a las Reservas Internacionales. Luego por medio de una prueba de causalidad de Granger se podrá observar el impacto unidimensional que poseen las remesas en las reservas internacionales, es decir, un modelo con remesas explica mejor las reservas internacionales que un modelo solo con esta variable.

Posteriormente, se estimó un modelo ARIMA con información de las Reservas Internacionales de Nicaragua y luego un modelo ARIMA aumentado o ARIMAX en donde se incluye las remesas de Nicaragua, el propósito de esto es comparar por medio del error cuadrático medio (MSE), error cuadrático medio (RMSE), error absoluto medio (MAE) y el error porcentual absoluto medio (MAPE) el resultado de los dos modelos y así poder conocer cuál de los dos modelos tiene mayor valor predictivo.

Para valorar la significancia de los dos modelos se hizo por medio del p-value igual a $p < 0.01(0)$, un R cuadrado para observar qué porcentaje del modelo está explicado por la varianza, dado a que esta medida no determina si los coeficientes están sesgados es decir si las variables están explicando el modelo se tomará en cuenta el R^2 ajustado que excluye el aumento de significancia si las variables no son significativas para el modelo. Para el caso del estudio se espera obtener un mejor resultado para el segundo modelo el cual incluye las remesas de Nicaragua.

Descripción de los datos

Para realizar el estudio requerido de esta investigación utilicé datos provenientes del Banco Central de Nicaragua (BCN).

La serie de datos serán mensuales a partir del año 2007 hasta junio del año 2022 las dos variables serán en millones de dólares.

Para la preparación de los datos para ambas variables (Reservas Internacionales y Remesas del país) siguiendo la transformación de datos de Box-Cox con un lambda $\lambda = 0$ Se aplicó logaritmo para obtener estabilidad en los regresores es decir eliminar el efecto de las unidades de las variables sobre los coeficientes, para así tener un resultado de tipo log-log y así tener un cambio en los coeficientes de la regresión.

Posteriormente a este resultado se le aplicó una variación interanual para ambas variables obteniendo así una variación entre los meses de cada año con respecto al mes anterior.

El modelo teórico se especifica a continuación:

$$RIN = RE + DummyRIN_{t-1}$$

◊ Variable Dependiente:

Reservas internacionales (RIN): para la recolección de las reservas internacionales del país se utilizó las reservas internacionales netas que incluyen el FOGADE obtenidas a través del informe anual del Banco Central de Nicaragua BCN en su apartado “Sector Monetario y Financiero”, “Estadísticas Monetarias”, Indicadores monetarios mensuales”, “Orígenes de variaciones de reservas internacionales”, al cual se le realizó unos ajústate dado a que los datos sólo presentaban variaciones mensuales para los años del 2007 al 2022 expresadas en millones de dólares.

◇ Variables Independientes:

Remesas (RE): siendo la variable independiente de interés se recopiló la información del Banco Central de Nicaragua en su apartado estadístico del “sector externo”, “remesas” en él se consolidan las remesas de Nicaragua utilizando datos mensualmente para los años del 2007 al 2022 expresadas en millones de dólares.

Dummy 1 (Dummy): Esta variable dummy se agregó para ajustar el modelo dado a un cambio de tendencia en las reservas internacionales debido a la crisis sociopolítica de Nicaragua para el año 2018, en donde su resultado en la economía se empezó a mostrar desde Mayo del 2018 hasta Julio del 2020 en donde las Reservas internacionales llegó al punto antes de este cambio de tendencia. (Ver gráfico 1)

Nombre de variable	Reservas Internacionales	Remesas
Tipo de variable	Cuantitativa- Dependiente	Cuantitativa- Independiente
Notación	RIN	RE
Contabilización	Millones de dólares	Millones de dólares
Tipo de variable	Endógena	Exógena
Signo esperado	-	Positivo
Bibliografía que respalde el signo	-	Alejandre & Sandoval (2000) - Céspedes, Monge y Vargas (2010)

Resultados econométricos.

Con base a lo dicho anteriormente primero para conocer la correlación de las variables se realizó un diagrama de dispersión. Con él se pretende entender el comportamiento de las variables para después obtener el coeficiente de correlación y su signo por medio del coeficiente de correlación de Pearson. (Gráfico 2)

Como se puede observar en la prueba de correlación de Pearson las variables presentan una correlación positiva con un coeficiente de correlación de 0.91 con un p-value menor al 0.05 por lo que la correlación es significativa. Ahora bien, siguiendo los supuestos de la correlación de Pearson se tiene que los datos están distribuidos normalmente bivariada. Para determinarlo en las variables se ocupará la prueba de Lilliefors. (Tabla 1)

Dado a los resultados de la prueba de Lilliefors de normalidad se concluye que los datos no están distribuidos de manera normal debido a que no se pudo rechazar la hipótesis nula, por lo que no se puede ocupar el coeficiente de correlación de Pearson, por ello se utilizará una alternativa no paramétrica para obtener el coeficiente de correlación. Para ello se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman.

Como se puede observar en el coeficiente de correlación de Spearman para datos no paramétricos la correlación es positiva y con un coeficiente de correlación de 0.91 lo que significa que el 84% de los datos pueden ser explicados por el otro sacando el coeficiente de determinación R^2 .(Tabla 2)

Para el modelo de regresión lineal se corrió con un modelo base con solo las remesas del país con en él se encontró que las variaciones interanuales logarítmicas de las remesas

tienen poca influencia en las reservas internacionales arrojando un nivel de significancia es menor al 0.1 pero mayor al 0.05.

Tabla 3

Modelo de regresión lineal con solo remesas.

Regresion lineal	
Dependent variable:	
RIN.ts	
RE.ts	0.239* (0.136)
Constant	0.081*** (0.016)
Observations	186
R2	0.017
Adjusted R2	0.011
Residual Std. Error	0.143 (df = 184)
F Statistic	3.108* (df = 1; 184)
Note:	*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

Como se puede observar en el modelo que contiene sólo las remesas estas presentan una significancia de 0.10 lo cual puede ser aceptada, también es de notar el R cuadrado que es de 0.017 siendo este muy bajo dado a la omisión de variables.

Tomando en cuenta los supuestos de regresión lineal se sacaron las siguientes pruebas:

Pruebas del modelo de regresión		
Prueba	p-value	valor
Lilliefors	7.61E-10	D = 0.069776
Durwin-watson	2.20E-16	DW = 0.085114
Breusch-Pagan	0.8878	BP = 0.019917

Dado a los resultados de comprobación de los supuestos se puede decir que este modelo presenta una distribución anormal arrojado por la prueba de Kolmogorov-Smirnov (lilliefors), también se obtuvo que los residuos están autocorrelacionado con un p-value > 5% y por último dado al test de Breusch-Pagan nos arroja que el modelo es homocedástico en los errores.

Ahora bien, se aplicará una mejora al modelo agregando las reservas internacionales con un rezago como variable explicativa para mejorar el R-cuadrado de la regresión arrojando los siguientes resultados:

Tabla 4

Modelo de regresion lineal con remesas y reservas internacionales con un rezago

Regresion lineal con retraso	
Dependent variable:	
RIN	
RE	-0.010 (0.040)
RIN)	0.964*** (0.021)
Constant	0.005 (0.005)
Observations	173
R2	0.926
Adjusted R2	0.925
Residual Std. Error	0.041 (df = 170)
F Statistic	1,055.996*** (df = 2; 170)
Note:	*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

Para la mejora del modelo se añadió las reservas internacionales con un retraso, en este modelo se obtuvo que las remesas no tienen significancia en las reservas internacionales y se produjo una diferencia no habitual en el signo modificándose a negativo. Ya que al

agregar el rezago de las reservas internacionales se asume que siguen siendo autorregresivos los residuos.

Para mejorar los datos se sacó la primera diferencia de las variables, este modelo nos mostró un signo esperado de las remesas y no posee una significancia de nivel p-value de 0.1 por lo que se concluye que la relación de las reservas internacionales y las remesas no es significativa. También se obtuvo el R^2 y el R^2 -ajustado mostrando datos de 0.42 y 0.41 respectivamente. Mostrado en la siguiente tabla:

Tabla 5

Modelo de regresión lineal con mejor en los datos

Regresion lineal con diferencia y retraso	
Dependent variable:	
RINdif	
REdif	0.053 (0.055)
lag(RINdif)	0.651*** (0.059)
Constant	-0.0002 (0.004)
Observations	171
R2	0.420
Adjusted R2	0.413
Residual Std. Error	0.049 (df = 168)
F Statistic	60.889*** (df = 2; 168)
Note:	*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

Para la demostración del modelo anterior graficamente se utilizó un diagrama de dispersión, donde se puede observar la relación de las variables ya preparadas dando un resultado donde no se presenta una tendencia lineal. (Grafico 3)

Ahora bien, para saber qué impacto tiene las remesas en las reservas internacionales se realizó un modelo ARIMAX para así poder obtener la ecuación 1 ($RIN = \beta_0 + \beta_1 RE_t + n_t$) y así poder obtener el intercepto y la pendiente, demostrando que las Remesas (x) tienen un impacto en reservas internacionales (y).

Para el desarrollo del modelo ARIMAX se planteó el siguiente comando en R-Studio $fit < -autoarima(datos_transf\$RIN, xreg = datos_transf\$RE)$, la cual arrojó los siguientes valores:

Tabla 6

Modelo ARIMA con remesas del país

Series:datos_transf\$RIN					
Regression with ARIMA(2,0,1) errors					
Coefficients:					
	ar1	ar2	ma1	Intercept	xreg
	1.8695	-0.89	-0.776	0.0982	0.0306
s.e.	0.0569	0.054	0.0844	0.0297	0.0506

Siguiendo con el supuesto de los modelos ARIMAX sobre la estacionalidad para ello se hizo un gráfico con las variables preparadas para observar si la serie es estacionaria, para ello se realizó una prueba del aumentado Dickey-Fuller para determinar si las variables son estacionarias como hipótesis nula. Como se puede observar para los datos de las Reservas Internacionales se obtuvo un p-value de 0.02 siguiendo el intervalo de confianza del 95% tenemos que la serie es estacionaria. Para el caso de las remesas en la misma prueba obtuvo un p-value de 0.52 por lo que concluimos que la serie no es estacionaria. (Ver tabla 7)

Para probar la transformación de los datos validó por medio de la prueba del Aumentado de Dickey- Fuller y así poder obtener la serie diferenciada y con estacionalidad. Los resultados de la nueva prueba muestran que para las primeras diferencias de las reservas internacionales se obtuvo un p-value de 0.20 por lo tanto las reservas internacionales siguen estacionarias. Ahora bien las Remesas tuvieron una mejoría dado a que su p-value es de 0.01 por lo tanto la serie es estacionaria. (Ver tabla 8)

Se corrió el modelo ARIMAX para así obtener el interceptos y la pendiente para así sustituirlo en la ecuación 1, los resultados fueron un intercepto de 0.09 y una pendiente de 0.03, esto nos da una ecuación $RIN = 0.9 + 0.03x_t + n_t$, también se puede observar que los residuos no están correlacionados dado a la prueba Ljung-Box dio un p-value de 0.36 siendo mayor que el 5% por ende se rechaza h_0 . (ver tabla 9)(ver tabla 10)

Para el modelo predictivo se va a estimar el 90% de los datos de la población para ello se va a correr un modelo base ARIMA donde se observa un autoarina con solo valores pasados de las reservas internacionales para predecir el 10% de la población.

Posteriormente se hizo un modelo con remesa de estilo ARIMAX y así poder comparar los dos modelos.

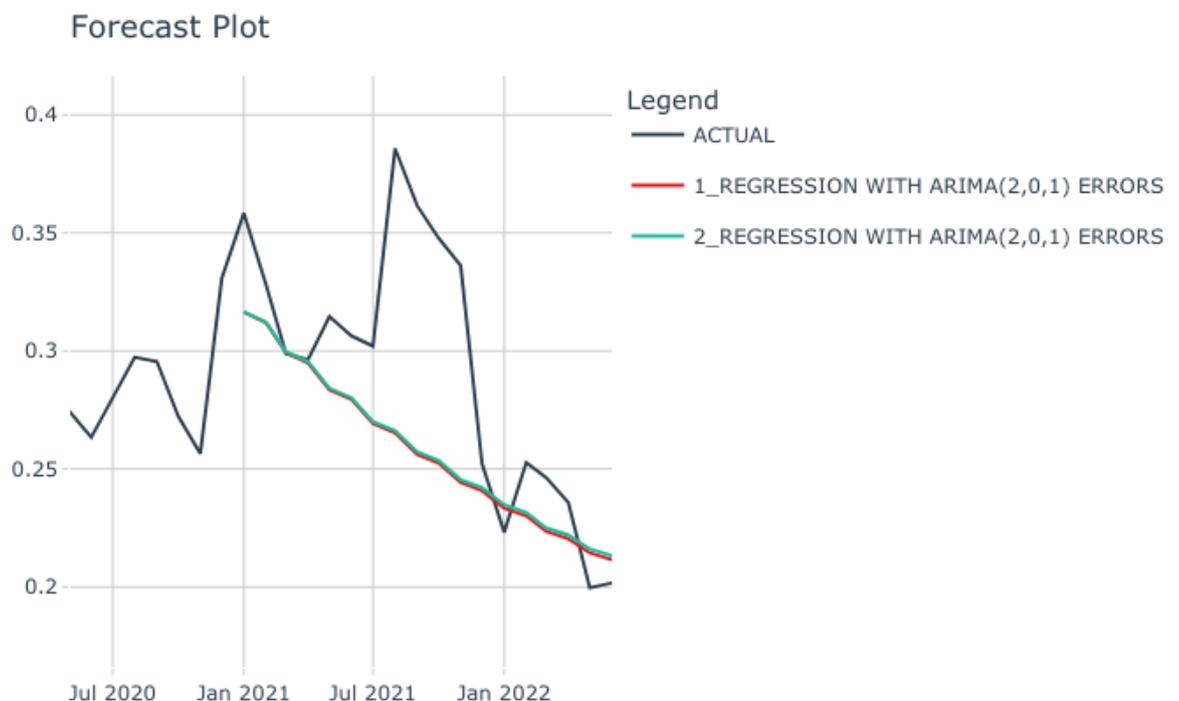
Tabla 11

Comparación de modelos ARIMA y ARIMA de orden (2,0,1)

Model ID	Model desc	mae	mape	mase	smape	rmse	rsq
1	ARIMA(2,0,1) WITH NON-ZERO MEAN	0.037	11.55	1.49	12.80	0.052	0.4687
2	REGRESSION WITH ARIMA(2,0,1) ERRORS	0.036	11.43	1.47	12.63	0.051	0.4685

Obteniendo los siguientes resultados para el modelo base ARIMA que contiene solo Reservas Internacionales y para el modelo ARIMAX que contiene tiene las remesas se obtuvo una mejora en los indicadores con valores de: error absoluto medio (MAE) menor por 0.001, error porcentual absoluto medio (MAPE) es menor por 0.12, escala absoluta media (MASE) menor por 0.018, error porcentual absoluto medio simétrico (SMAPE) menor por 0.16, error cuadrático medio (RMSE) menor por 0.16.

Observando los datos gráficamente se obtuvo el siguiente resultado:



Teniendo las predicciones se puede observar que están dentro de los intervalos de confianza. (ver gráfico 4)

Dado a los resultados mostrados gráficamente se puede decir que el modelo es óptimo para predecir las Reservas internacionales pero debido al R-cuadrado obtenido su significancia no es la óptima para hacer predicciones con una alta precisión.

Conclusiones

Con base a los resultados obtenidos quedó demostrado, que la relación de las remesas y las reservas internacionales si bien es positiva dado a la pendiente obtenida de 0.03 explicando que un aumento en las remesas del país conlleva un aumento de las reservas internacionales de menor magnitud, si bien se obtuvo el signo esperado se concluye que no posee una relación lineal la cual es observada por el gráfico de dispersión con las variaciones interanuales logarítmica por lo cual no se rechaza la hipótesis nula.

Por medio del modelo de regresión lineal se obtuvo que las remesas no son significante en las reservas internacionales en cambio los datos rezagados de las ellas mismas son muy significantes, por lo no se rechaza la hipótesis nula, esto se contrasta con los datos recopilados por los modelo ARIMA y ARIMAX.

También se pudo observar que la inclusión de las remesas en un modelo predictivo de las reservas internacionales no es significativo para la mejoría de la predicción, debido a que aunque todos los indicadores ocupados presentaron mejoría con respecto al modelo con datos históricos de las reservas internacionales esta no fue la esperada, es decir se esperaba una mejoría con magnitudes mayores, esto se ve observado gráficamente en las predicciones realizada al 10% de los datos (Gráfico 5), en este gráfico se observan los dos modelos con orden (2,0,1), de este gráfico se puede concluir que los datos predichos siguen las bandas de confianza, pero no suelen seguir las fluctuaciones esto puede ser compuesto con una diferencia, pero dado a la parsimonia de los modelos nos quedaremos con estos resultados.

Dados los resultados del modelo ARIMA y ARIMAX se concluye que la inclusión de las remesas familiares si ayudan al modelo predictivo por lo cual se acepta la hipótesis alternativa.

En resumen debido a la investigación se obtuvo que la significancia de las remesas en las reservas internacionales no es lo suficientemente alta para mejorar un modelo ARIMA, resultando a un modelo ARIMAX, por lo que el pasado de las reservas internacionales es altamente significativa con ella misma. De la misma manera se obtuvo una regresión lineal en donde se muestran que la relación entre las reservas internacionales y las remesas es positiva.

Recomendaciones

Debido a la recolección de la literatura se puede decir que las remesas en Nicaragua son una variable de gran importancia y con tendencia al alza por ello es importante conocer el impacto que tiene está en la economía.

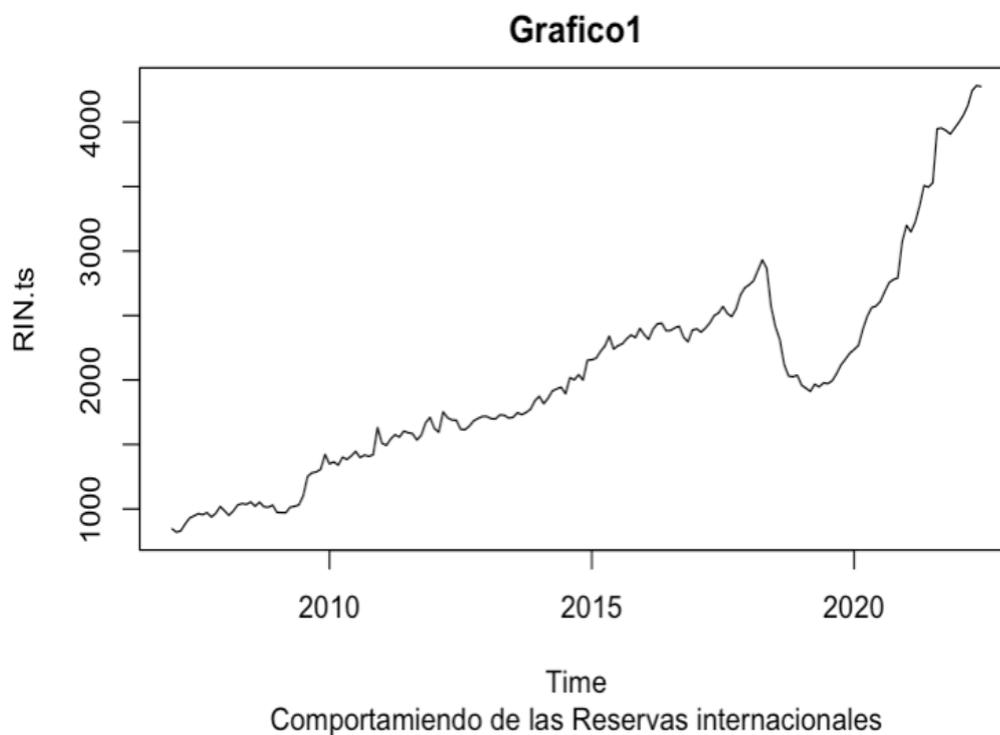
Gracias a los resultados de la investigación se pueden hacer las siguientes recomendaciones para futuros investigadores:

- Dado que el propósito de la investigación era proporcionar un modelo predictivo de las reservas internacionales, no se abordó con profundidad el modelo de regresión lineal. Para futuras investigaciones se les recomienda abordar a mayor profundidad el modelo de regresión lineal, agregando más variables significativas para el modelo y poder así obtener una regresión óptima con mejoras en el R-cuadrado.
- En el análisis predictivo se recomienda hacer el mismo modelo a futuro dado al cambio de tendencia que obtuvo las reservas internacionales en el 2018 esto produce fluctuaciones importantes al análisis predictivo.
- Se recomienda trabajar más el modelo ARIMA y ARIMAX dado a que los resultados que se obtuvieron no es el esperado por la teoría.

Anexos

Gráfico 1

Fluctuaciones de las reservas internacionales a lo largo del tiempo.

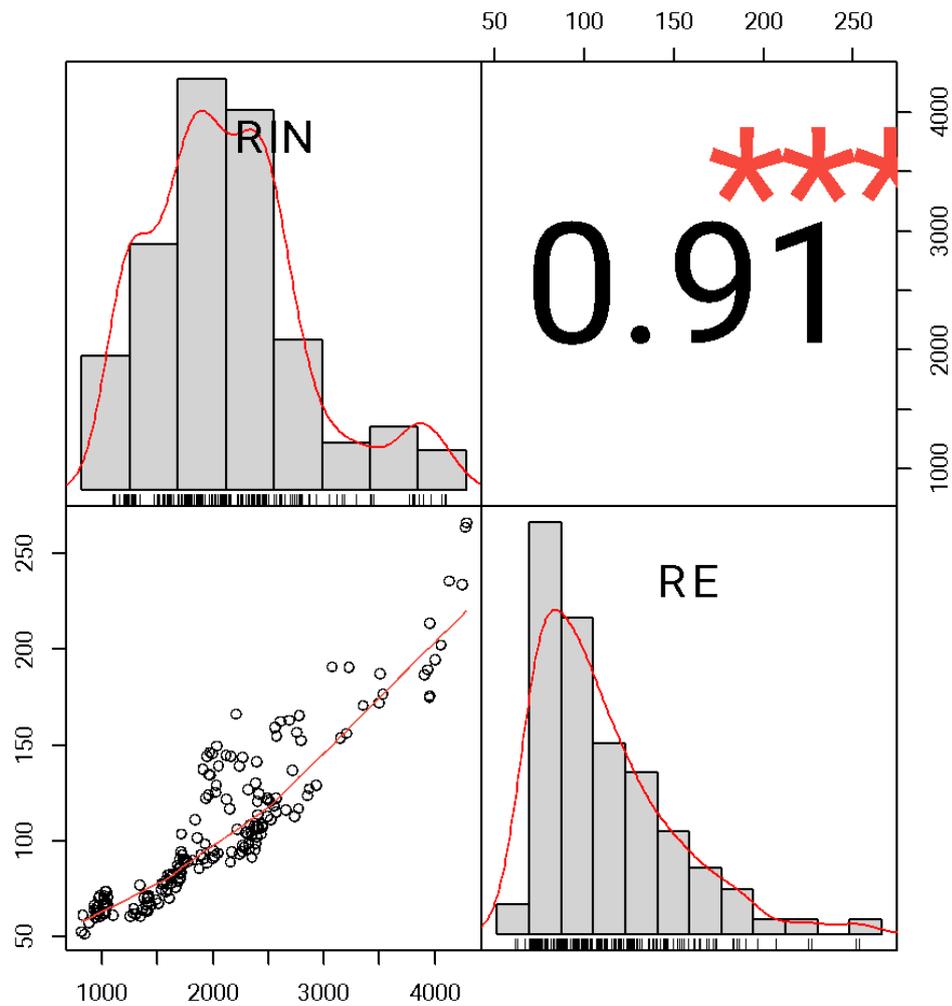


Como se puede observar en el gráfico 1 donde se muestra el comportamiento de las Reservas internacionales a lo largo del tiempo abarcando el periodo desde Enero del 2007 hasta Junio del 2022.

En él se puede observar que la tendencia alcista a excepción de dos picos negativos uno en el 2008 que duró unos pocos meses y un pico negativo más representativo en mayo 2018 hasta julio del 2020, desacelero producido por la crisis socio política que inició en abril del año 2018 en Nicaragua.

Gráfico 2

Correlación de pearson



El diagrama de dispersión lineal de las variables es un medio para ver gráficamente la correlación entre dos variables, en el gráfico se puede observar una relación positiva es decir si hay un aumento en las remesas en Nicaragua también habrá un aumento en las reservas internacionales del país.

Tabla 1*Prueba de distribución normal Lilliefors*

Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov)
normality test

Variable	D	P-value
RIN	0.07975	0.00582
RE	0.12358	2.65E-07

Lógica de Lilliefors:

- La hipótesis nula (H_0) para la prueba es que los datos provienen de una distribución normal.
- La hipótesis alternativa (H_1) es que los datos no provienen de una distribución normal.

Los resultados de la prueba de Lilliefors para las variables dieron un resultado menor que el 5% por lo que hay datos suficientes para rechazar la hipótesis nula. Es decir los datos provienen de una distribución anormal.

Tabla 2***Correlación de las variables***

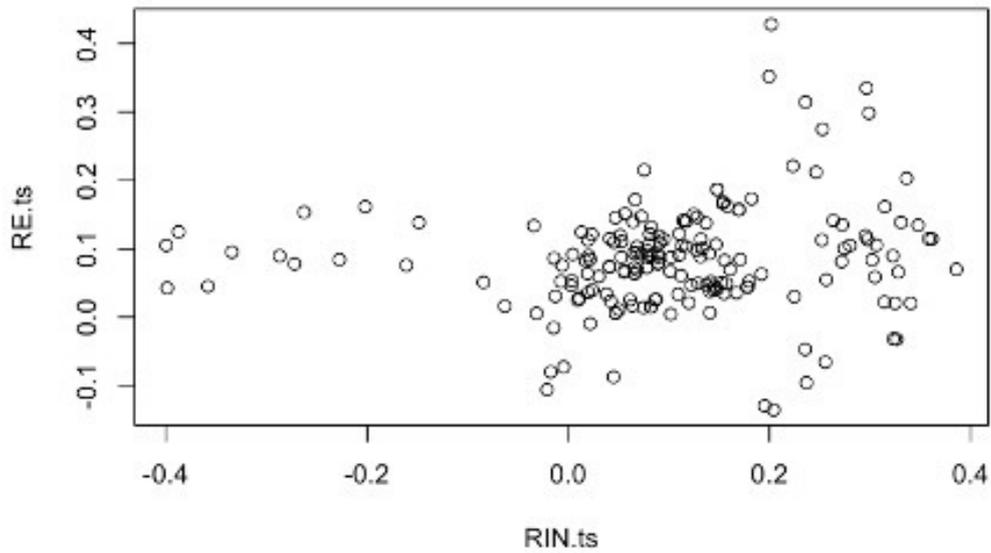
Correlación de las variables

Method	statistic	p-value	cor
Pearson	29.86	1.79E-72	0.91
Kendall	15.6	6.93E-55	0.77
Spearman	86251.4	1.43E-76	0.92

En el cuadro anterior se representa la correlación entre las reservas internacionales y las remesas del país, se estimaron tres pruebas de correlación para cada una se observa una correlación positiva fuerte.

Grafico 3

Diagrama de dispersión lineal



En el gráfico de dispersión lineal con los datos mejorados se obtiene que no hay una linealidad clara entre las variables.

Tabla 7*Prueba de Dickey-Fuller*

Augmented Dickey-Fuller Test					
data: datos_transf\$RIN					
Variable	DF	lag(o)	ma1	p-value	
RIN	-3.746	5	-0.776	0.02326	
RE	-2.1322	5	0.0844	0.521	

Lógica del Augmented Dickey-Fuller Test

Ho: La serie no es estacionaria

H1: La serie es estacionaria

Dado a los resultados de la prueba de Dickey-Fuller para las remesas presenta un p-valor mayor al 95% de confianza, por lo que no se rechaza la hipótesis nula y se concluye que la serie no es estacionaria. En cambio las Reservas internacionales presentó un p-value de 0.02 por lo que no es mayor a 0.05% se concluye que la serie es estacionaria.

Tabla 8*Prueba de estacionalidad Reservas internacionales*

Augmented Dickey-Fuller Test					
data: rindif					
Variable	DF	lag(o)	ma1	p-value	
RIN	-3.746	5	-0.776	0.201	

Dado a los resultados de la prueba de Dickey-Fuller para las Reservas Internacionales presenta un p-valor mayor al 95% de confianza, por lo que no se rechaza la hipótesis nula y se concluye que la serie no es estacionaria dado a su p-value de 20.1%.

Tabla 9

Modelo ARIMAX utilizando solo Reservas Internacionales

Series:datos_transf\$RIN					
Regression with ARIMA(2,0,1) errors					
Coefficients:					
	ar1	ar2	ma1	Intercept	xreg
	1.87	-0.8915	-0.776	0.0982	0.03
s.e.	0.06	0.0538	0.0844	0.0297	0.05

Como se puede observar en el tabla 6 se obtuvo un orden para la serie de tipo (2,0,1) lo cual corresponde a (p,d,q) respectivamente donde “p” es igual a la parte autorregresiva del modelo AR, “d” es el grado de diferenciación y “q” es la parte de media móvil. Esto nos quiere decir que el modelo en cuestión es AR2 y media móvil de orden 1.

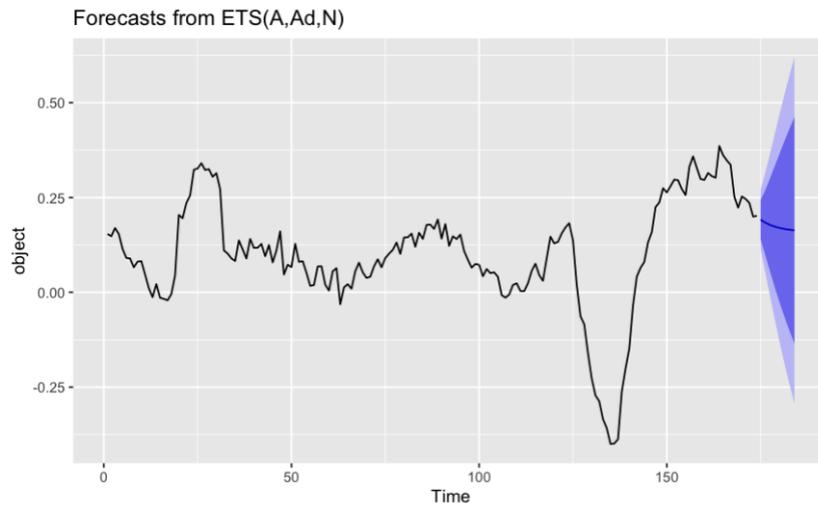
Tabla 10

Prueba de Ljung-Box para correlación de errores

Ljung-Box test			
data: Residuals from Regression with ARIMA(2,0,1) errors			
statistic	Q*	df	p-value
	5.45	5	0.3635

Análisis de prueba Ljung-Box

Los resultados del modelo muestran que el p-value es mayor a se rechaza la H_0 por lo tanto los errores no están correlación.

Gráfico 4*Bandas de confianza de la predicción*

En este gráfico se puede mostrar gráficamente los posibles datos aceptados en predicción de las remesas internacionales utilizando los datos históricos de esta y las remesas del país

Bibliografía

1. “Informe de Remesas familiares informe 2012”, Banco Central de Nicaragua (Marzo 2018). https://www.bcn.gob.ni/sites/default/files/Remesas_4.pdf
2. Cortina, Jeronimo, Rodolfo de la Garza, y Enrique Ochoa-Reza. "Remesas: Límites Al Optimismo." *Foreign Affairs en Español* 5, no. 3 (Julio - Septiembre, 2005): 27-36.
3. Borrero, Ana, (Enero, 2006), “*La migración, estudio sobre las remesas de divisas que ingresan en ecuador*”. Universidad Politecnica de Salesiana (83).
4. Cespedes O, Monge R, Vargas J, (Diciembre 2010), “*Impacto de las Remesas en contextos Norte-Sur y Sur-Sur*”, Fondo Multilateral de Inversiones.
5. Alejandre, A., & SANDOVAL, J. Y. S. B. (2000). “*Efectos subregionales de las remesas de emigrantes mexicanos en Estados Unidos*”. *Revista Comercio Exterior*, 50(4).
6. Banco Central de Nicaragua, (Mayo, 2022), “Informe de remesas Primer trimestre 2022”, Informe,
<https://www.bcn.gob.ni/sites/default/files/documentos/Informe%20Remesas%20del%20primer%20trimestre%202022.pdf>
7. “Gestión de reservas Internacionales”, Banco Central de Nicaragua (2021), Apartado.
<https://www.bcn.gob.ni/gestion-de-reservas-internacionales#Aspectos>
8. Bueno Cortez, C. R. (2021). *Caso de estudio: “El rol estratégico de las reservas internacionales netas en evitar el deterioro de la balanza en cuenta corriente y de la balanza de pagos de los países de Perú y Chile ante la crisis financiera internacional del 2008”*.
9. Restrepo, J. A. G., & Durán, E. W. (2011). “*Composición cambiaria y poder adquisitivo en de las reservas internacionales*”. Banco de la República.
10. Bridger, N. (2013), “*Reservas internacionales: a contramano de la región*”, Informe

macroeconómico y de crecimiento económico, Universidad Católica de Argentina. Facultad de Ciencias Económicas.

11. Timmermann, A., Elliott, G., & Granger, C. W. (2006). "Handbook of economic forecasting".
12. Sánchez, F. A., Pagés, J. M., & Huertas, J. A. (1997). El poder predictivo de los tipos de interés sobre la tasa de inflación española. Documentos de trabajo del Banco de España.
13. Arencibia Pareja, A., Gómez Loscos, A., Luis López, M. D., & Pérez Quirós, G. (2017). Un modelo de previsión del PIB y de sus componentes de demanda. *Boletín económico/Banco de España [Artículos], n. 4, 2017.*
14. Dinartes, O. B. (2009). Combinación de pronósticos de inflación en Nicaragua. *Foro de Investigadores de Bancos Centrales del Consejo Monetario Centroamericano.*
15. Martinez, M. A., Guzman, D. S., Perez, F. O., & Marin, J. (2018). Modelo cuantitativo AIRMAX-EGARCH para la predicción de la tasa de cambio colombiana (COP/USD). *Revista Espacios.*

