

# **APLICACIÓN Y ANÁLISIS VALUE AT RISK AL TIPO DE CAMBIO DÓLAR PESO CHILENO AÑO 2000-2021**

## **APPLICATION AND ANALYSIS OF THE VALUE-AT-RISK TO THE CHILEAN PESO DOLLAR EXCHANGE RATE YEAR 2000-2021**

Alfredo Oyarzún Gutiérrez<sup>1</sup>. Universidad Autónoma de Chile.

### **RESUMEN EJECUTIVO**

A inicios de los años 90, JP Morgan, banco norteamericano, desarrolló la metodología de Value at Risk (VaR) para medir el riesgo de diversas carteras e instrumentos, la que se ha implementado en casi todos los bancos del mundo y Chile no es la excepción, siendo de hecho una herramienta exigida por la Comisión Mercado Financiero (CMF). El objetivo principal de este trabajo es la aplicación de la Metodología al tipo de cambio en Chile (\$/dólar), para lo cual se utilizó una amplia base de datos de 21 años de precios de cierre diario interbancarios, semanales y los mensuales. El cálculo del VaR para una posición larga o corta en dólares permite determinar cuál es la máxima pérdida posible con un 95% o 99% de nivel de confianza en un determinado período de tiempo. Los resultados muestran que con un 95% de confianza, la máxima pérdida que podría alcanzar una posición de un día para otro (overnight) es de 1,057% de ésta (USD1.057 para un ejemplo de USD100.000). Con una confianza estadística de menos de 5% se podría registrar una pérdida mayor a USD1.057, de una semana para otra USD2.524 y de un mes a otro USD5.583. Adicionalmente, se calculó el VaR desde el inicio de la pandemia en Chile, resultando ser más riesgoso. Esta metodología estadística, es de fácil uso e interpretación, pero siempre habrá imponderables como la pandemia, guerras, crisis subprime, entre otros, que lleva a replantearse estos modelos en la búsqueda de poder anticiparse.

Palabras clave: Value at Risk, tipo de cambio, riesgo, dólares.

(1) Alfredo Oyarzún Gutiérrez, es Director (I) de la Carrera de Ingeniería en Administración, Fac. de Adm. y Negocios de la U. Autónoma de Chile, sede Temuco. Su interés profesional es el área de las Finanzas en sus distintos tópicos. Experiencia profesional por 11 años en la industria bancaria, 17 años de docencia en pregrado en distintas Universidades. Es Ing. Comercial de la U. de Chile, Magíster en Adm. de Empresas de la U. Mayor. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6544-138X>

## **ABSTRACT**

In the early 1990s, JP Morgan, an American bank, developed the Value at Risk (VaR) methodology to measure the risk of various portfolios and instruments, which has been implemented in almost all banks in the world and Chile is no exception, being in fact a tool required by the Financial Market Commission (FMC). The main objective of this work is the application of the Methodology to the exchange rate in Chile (\$/dollar), for which a large database of 21 years of daily interbank, weekly and monthly closing prices was used. The VaR calculation for a long or short dollar position allows determining the maximum possible loss with a 95% or 99% confidence level over a given period of time. The results show that with 95% confidence, the maximum loss that an overnight position could achieve is 1.057% of the position (USD1,057 for an example of USD100,000). With a statistical confidence of less than 5%, a loss of more than USD1,057 could be recorded, from one week to the next USD2,524 and from one month to the next USD5,583. In addition, the VaR from the beginning of the pandemic in Chile was calculated and found to be riskier. This statistical methodology is easy to use and interpret, but there will always be imponderables such as pandemics, wars, subprime crises, among others, that lead to rethinking these models in the search for anticipation.

Keywords: Value at Risk, exchange rate, risk, dollar.

## **1. INTRODUCCIÓN**

A lo largo de la historia moderna, los mercados han experimentado grandes volatilidades y pérdidas durante las crisis, lo que ha llevado a replantearse varios modelos predictivos. ¿Son los modelos capaces de anticipar las crisis o solo reaccionamos cuando estamos inmersas en ellas?

Nassim Taleb escribió el libro “The Black Swan” (“El cisne negro”), publicado el año 2007, en el que describe cómo las personas subestiman el efecto de situaciones inesperadas. De la misma forma que se pensaba que todos los cisnes eran blancos hasta que se detectó al primer cisne negro en Australia en el siglo XVII, el análisis histórico es una manera inadecuada de juzgar el riesgo.

Alan Greenspan dijo a *Financial Times* en marzo del 2008 “Nunca tendremos un modelo de riesgo perfecto”. Sostiene que no importa cuán complejo y detallado sea el análisis, es imposible anticipar las potenciales fallas de un mercado financiero. Y eso, porque hay una variable imposible de predecir: las *reacciones de los seres humanos*, que crean permanentes oscilaciones entre la euforia y el miedo y que se repiten de generación en generación “sin que haya evidencia de una curva de aprendizaje”.

En las últimas décadas se vivió la crisis subprime, los atentados a las Torres Gemelas, la crisis de deuda fiscal de economías europeas, entre otras, teniendo en común lo inadecuado de un análisis histórico para evaluar el riesgo. De ello habrá que sacar lecciones, pero no por eso se podrá evitar otro evento similar o peor.

Pero ¿de nada sirven los modelos anteriores? Mientras no tengamos otros al parecer deberemos seguir usándolos, pero aplicando mejoras. De hecho, esta crisis del Covid aporta nuevas cifras que incorporar a los modelos, que si bien enriquecen la muestra, siempre quedarán imponderables para el futuro.

## **2. REVISIÓN DE LA LITERATURA**

En Chile, la utilización de la metodología del Value at Risk (VaR) se ha circunscrito en el ámbito del mercado de capitales en bancos, aseguradoras, fondos mutuos y Afp entre otros, quienes lo utilizan para medir el valor en riesgo de sus posiciones. A su vez, los entes reguladores y controladores como la Comisión para el Mercado Financiero (CMF), exige a las instituciones su cálculo para los distintos portafolios de inversiones, pero que se vaya ajustando el modelo de acuerdo a las proyecciones versus los resultados reales, conocido como backtesting o pruebas retrospectivas.

Particularmente se encontró en la Recopilación Actualizada de Normativa de la SBIF (hoy CMF) en el Capítulo 12-21 “Normas sobre la medición y control de los riesgos de mercado” en su hoja 7 indica el uso de VaR como modelos internos de medición de riesgos, que deben ser evaluados por backtesting o pruebas de retrospectivas, que permitan calibrar el modelo ([https://www.cmfchile.cl/portal/principal/613/articles-28962\\_doc\\_pdf.pdf](https://www.cmfchile.cl/portal/principal/613/articles-28962_doc_pdf.pdf))

También como referente importante encontrado, es el Documento de Trabajo N°136 del Banco Central de Chile, desarrollado por Christian A. Johnson el año 2002 ([https://www.bcentral.cl/documents/33528/133326/bcch\\_archivo\\_168009\\_es.pdf/e9c178bb-5eb0-77f0-671f-5e8e22d32b87?t=1573279273550](https://www.bcentral.cl/documents/33528/133326/bcch_archivo_168009_es.pdf/e9c178bb-5eb0-77f0-671f-5e8e22d32b87?t=1573279273550)), en el que realiza algunas aplicaciones a diferentes instrumentos como bonos, acciones, índices, forward entre otros, pero no sobre el tipo de cambio dólar peso chileno.

### **3. MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA**

#### **3.1 MARCO TEÓRICO**

A principios de los años 90, JP Morgan, uno de los principales bancos de inversión norteamericano desarrolló el popular modelo estadístico conocido como VaR (Value at Risk o Valor en Riesgo).

En términos prácticos calcula la máxima pérdida estimada de un activo o cartera con un nivel de significancia que suele ser de 5%, es decir solo en el 5% de las veces se podría dar una pérdida mayor a la calculada en relación con el retorno esperado para un período de tiempo.

El VaR es un dato de pérdidas potenciales en circunstancias normales, es decir si hoy fuera un día más como los últimos períodos considerados en la muestra, entonces la pérdida máxima con un 95% de confianza no superará el calculado con el VaR. El gran supuesto es que los retornos se distribuyen en forma normal (valor esperado de los retornos es muy similar a cero,  $E(R) = 0$ ).

$$\text{VaR} = \alpha \sqrt{\sigma^2 \Delta t}$$

Donde  $\alpha$  es el factor que define el área de pérdida de los retornos que generalmente se ocupa con un nivel de confianza de 95% o 99%, por lo que  $\alpha$  será 1,645 ó 2,325 respectivamente (valores obtenidos de la tabla de Distribución Normal). En tanto  $\sigma^2$  es la Varianza de los retornos del activo o cartera, y  $\Delta t$  es el horizonte de tiempo en el cuál se calculará el factor de riesgo VaR.

Por ejemplo, si medimos con un 95% de confianza y si la varianza es 9% (desviación estándar es 3%) en un horizonte diario, entonces el VaR será =  $1,645 \times 3\% \times 1 = 4,935\%$ . Es decir, que el activo podría tener una pérdida máxima de 4,935% de su valor con un 95% de confianza (solo con probabilidad menor a 5% la pérdida podría ser mayor).

Siguiendo el mismo ejemplo, si la cartera es de \$1.000.000, entonces la pérdida máxima estimada es  $\$1.000.000 \times 4,935\% = \$49.350$  de un día para otro con un nivel de confianza de 95%.

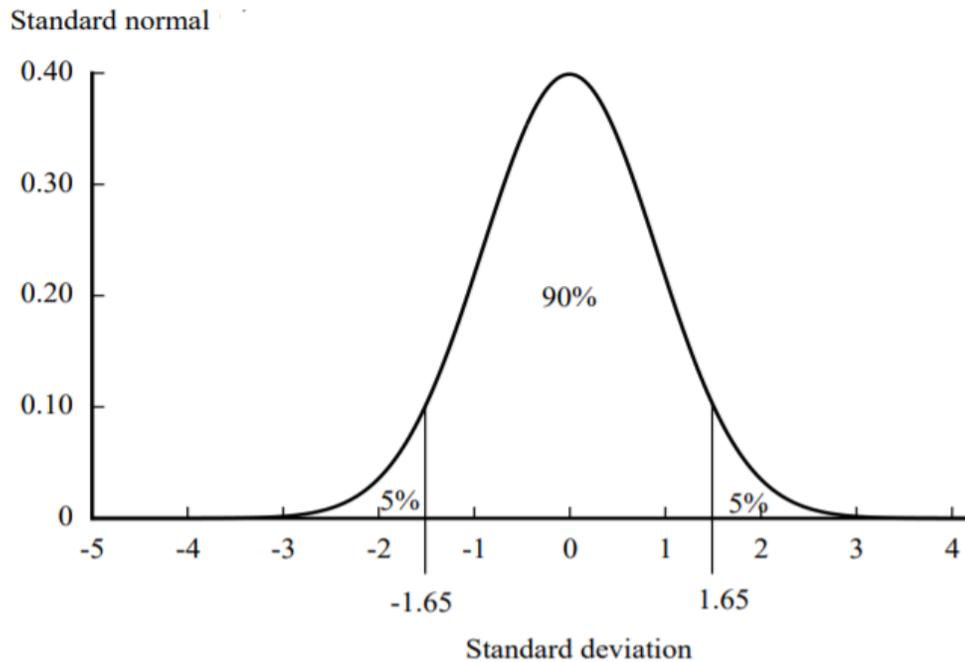


Figura extraída de RiskMetrics, Technical Document, 4ta edición año 1996, pág. 70

### 3.2 METODOLOGÍA

Se calculó la desviación estándar de los retornos o rentabilidades diarias (también se trabajó con la información semana y la mensual). Para poder hacer los valores comparables, se utilizó la misma base, utilizando el logaritmo natural de los retornos (RiskMetrics, Technical Document, 4ta edición año 1996, pág. 46)

Se aplicó el modelo de Value at Risk (VaR) al Mercado Cambiario chileno (\$/US) simulando una cartera de US\$100.000 con niveles de confianza de 95% y de 99%.

#### **Fuente Información:**

Base de datos [www.investing.com](http://www.investing.com)

<https://es.investing.com/currencies/usd-clp>

## Base de Datos:

La base de datos utilizada fue los precios de cierre diario del mercado Spot (semanal y mensual) del Mercado Interbancario desde el enero del 2000 al 30/09/2021 (muestra de 5.665 datos).

## Distribución Normal:

Por la elevada cantidad de datos (5.665) y considerando el teorema central de límite, se supuso una distribución normal de los retornos diarios. Valida este supuesto el cálculo de la media de los retornos, ya que tiende a cero (0,01%), como se observa en el siguiente cuadro:

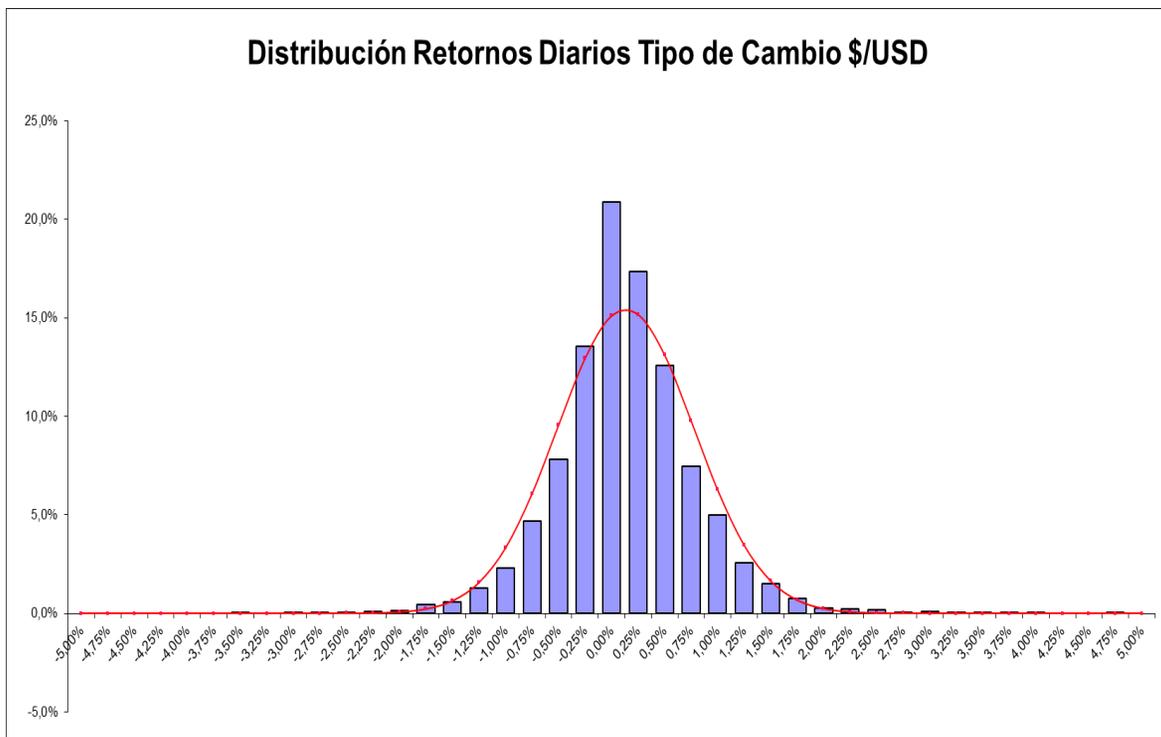


Gráfico 1. Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos de [www.investing.com](http://www.investing.com)

### **3.3 MERCADO CAMBIARIO EN CHILE**

Empresas y gobiernos para realizar sus transacciones internacionales (compra o venta de bienes y servicios), están sujetos a una operación de compra o venta de divisas. Simultáneamente, muchas personas y fondos de inversión también compran y venden divisas con fines especulativos, de cobertura o por arbitraje. Este conjunto de transacciones diarias de divisas, transforman al mercado de Moneda Extranjera en el mercado financiero más grande del mundo; siendo la base para las transacciones internacionales de capitales, con una liquidez y volumen mucho mayor que cualquier otro mercado financiero.

Nos hemos enfocado en el Mercado Cambiario local, por su gran importancia en los distintos sectores (importador y sustituidores, exportador, bancos, inversionistas institucionales y otros).

Es así como los montos en operaciones spot (mercado al contado con entrega 24 horas) presentan un incremento durante los últimos años, promediando los USD48 mil millones mensual.

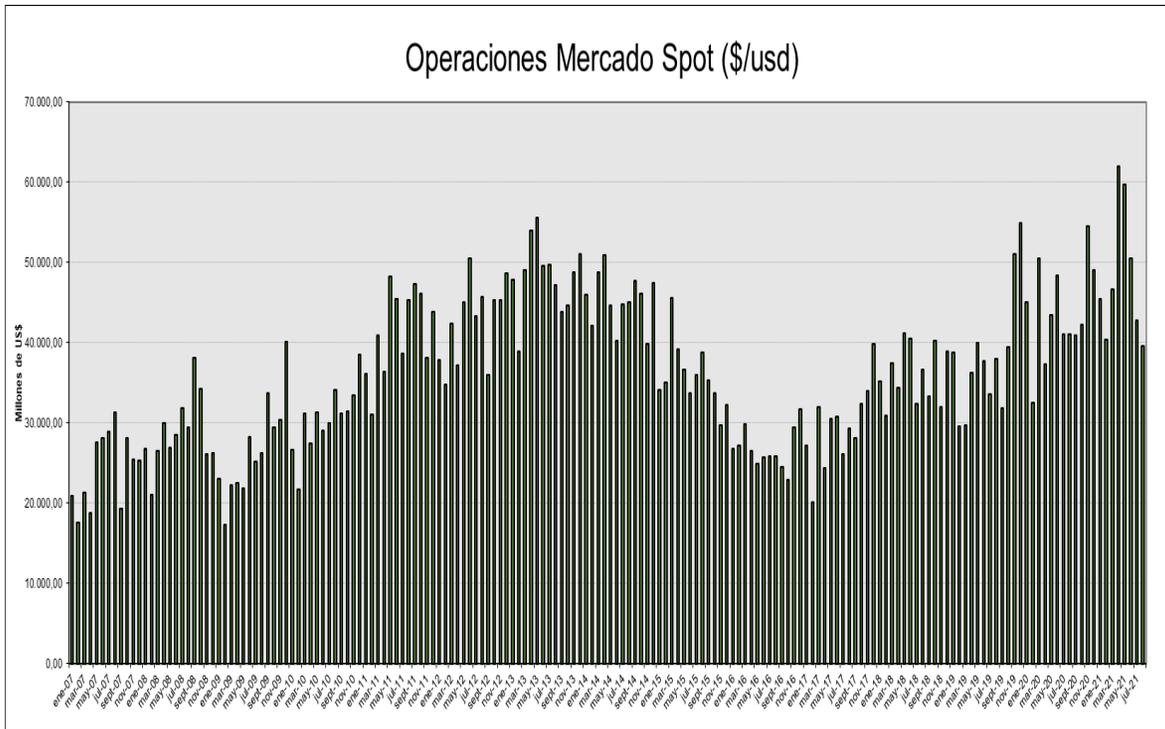


Gráfico 2. Fuente: elaboración propia a partir de datos de [www.bcentral.cl](http://www.bcentral.cl)

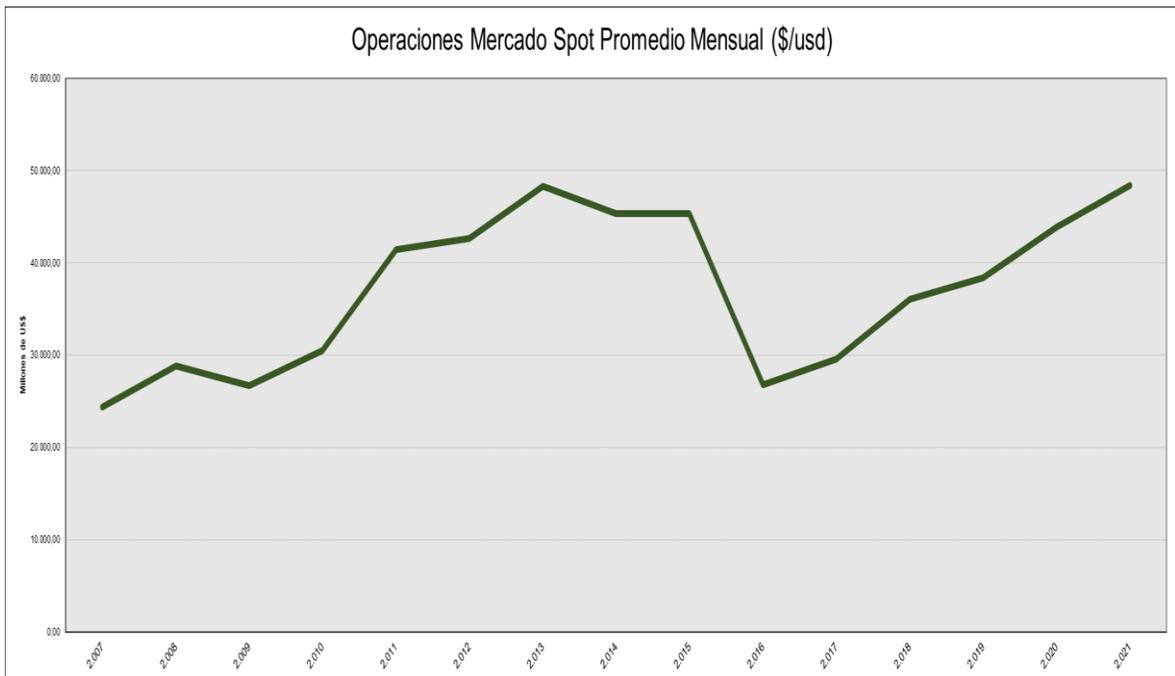


Gráfico 3. Fuente: elaboración propia a partir de datos de [www.bcentral.cl](http://www.bcentral.cl)

En tanto en el mercado forward el promedio mensual casi duplica al monto spot, alcanzando los USD81 mil millones mensuales, que ha crecido un 86% con respecto al promedio de hace 14 años, como se observa en la gráfica de los promedios.

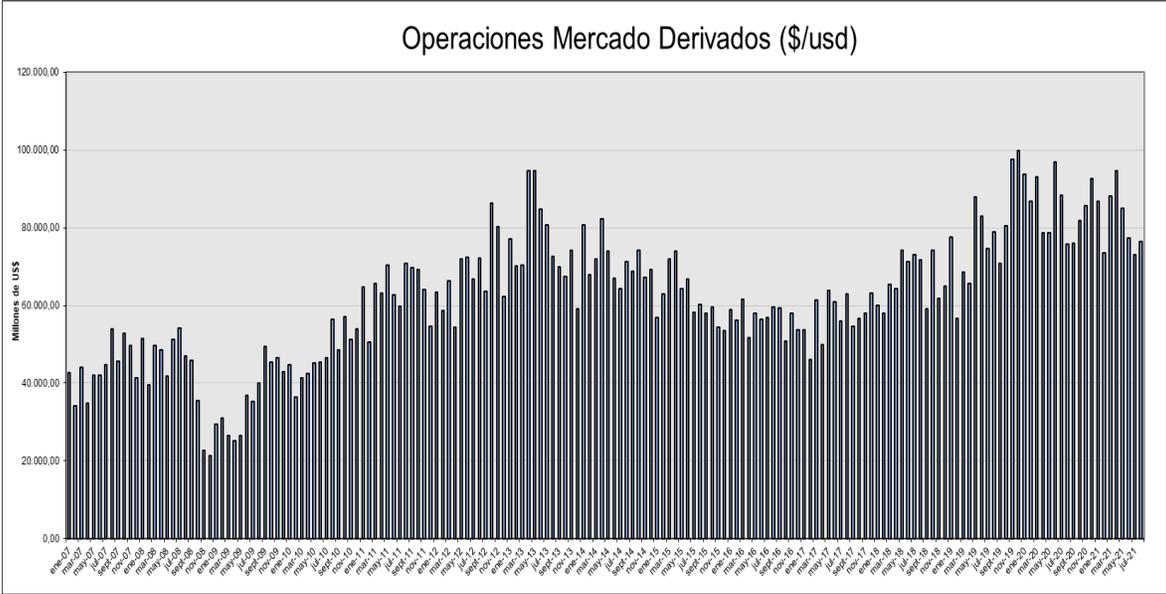


Gráfico 4. Fuente: elaboración propia a partir de datos de [www.bcentral.cl](http://www.bcentral.cl) (corresponde a lo transado en el Mercado Cambiario Formal mensualmente).

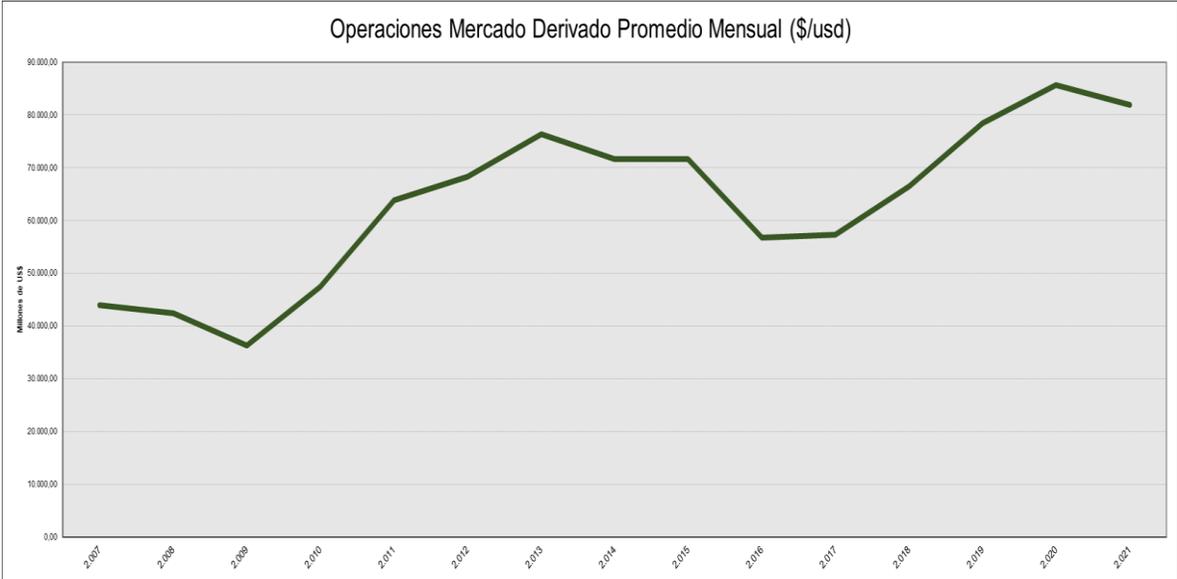


Gráfico 5. Fuente: elaboración propia a partir de datos de [www.bcentral.cl](http://www.bcentral.cl) (corresponde a lo transado en el Mercado Cambiario Formal mensualmente).

## 4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Las cifras arrojan una desviación estándar de los retornos diarios de 0,643%, por lo tanto, si utilizamos un nivel de confianza de 95% y una cartera de US\$100.000 en tiempos de 1 día (posición overnight), obtendremos un VaR de:  $1,645 \times 0,643\% \times 1 \times 100.000 = \text{US\$}1.057$ .

BASE DE DATOS VALORES DIARIOS TIPO DE CAMBIO DÓLAR PESO CHILENO					
Nº Muestra	5665				
Media	0,01%				
Des. Estandar	0,643%	Cartera US\$	100.000		
VaR (t=diario)	1,49% (con 99% de confianza)	US\$	1.494	Máximo a perder con un nivel de Confianza de 99%	
VaR (t=diario)	1,06% (con 95% de confianza)	US\$	1.057	Máximo a perder con un nivel de Confianza de 95%	

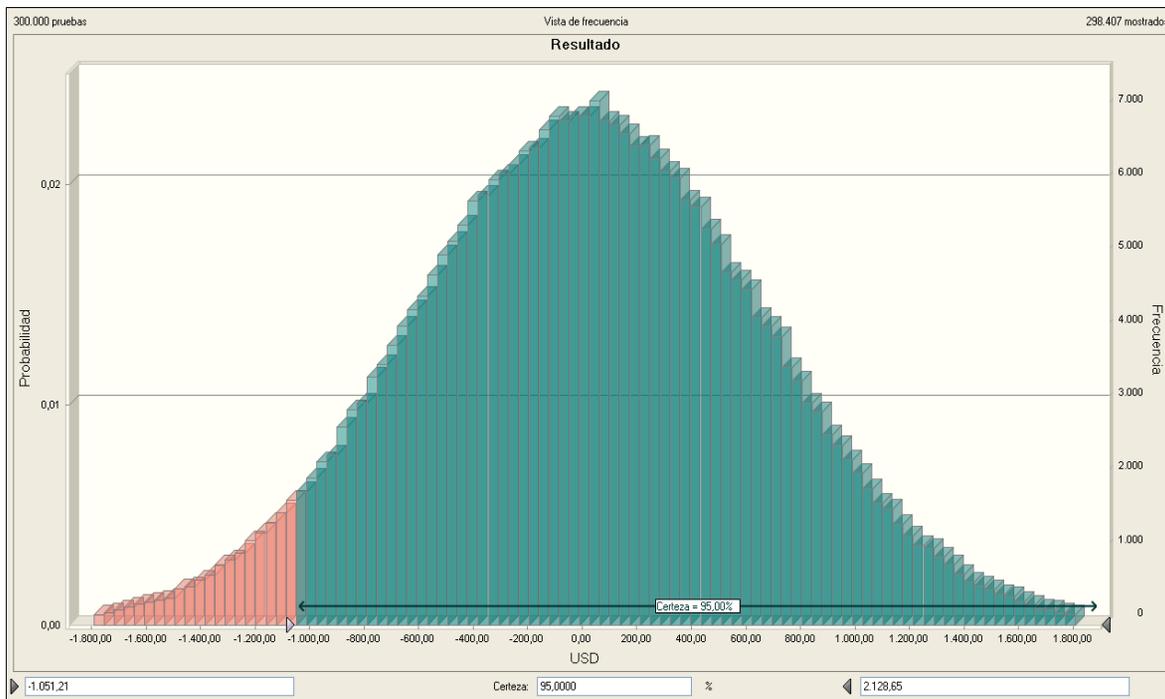


Gráfico 6. Elaboración propia utilizando software Crystal Ball

Lo anterior se interpreta como: con un nivel de confianza de 95% podemos indicar que la máxima pérdida esperada de la cartera de US\$100.000 en un plazo de 1 día podría llegar a perder US\$1.057. Solo existe una probabilidad de 5% que la pérdida supere ese valor.

Por otra parte, si un inversionista tiene una posición larga (está comprado) en dólar peso, en el total de la muestra hubo 245 casos en que la variación superó el VaR calculado, mientras que para aquellos inversionistas que tienen una posición corta (están vendidos) tuvieron 282 casos en que se superó el VaR.

### BASE DE DATOS DE 21 AÑOS

(ene-2000 a sep2021)

	t = 1 día	t = Semanal	t = Mensual
<b>95%</b> confianza	1,057%	2,524%	5,583%
<b>VaR</b> (100.000USD)	1.057 USD	2.524 USD	5.583 USD
<b>99%</b> confianza	1,494%	3,567%	7,890%
<b>VaR</b> (100.000USD)	1.494 USD	3.567 USD	7.890 USD

Cuadro 1. Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos de [www.investing.com](http://www.investing.com)

Cabe destacar que el valor máximo de variación positiva (alza) en un día para otro es de 4,66%, mientras que la caída máxima en el mismo período es de 3,6%.

¿Y qué pasa aquellos días en que la volatilidad fue muy alta? Bueno, en esos casos como por ejemplo los encerrados en círculo en el gráfico (variaciones diarias muy altas), están dentro del 5%, es decir superan el valor VaR calculado.

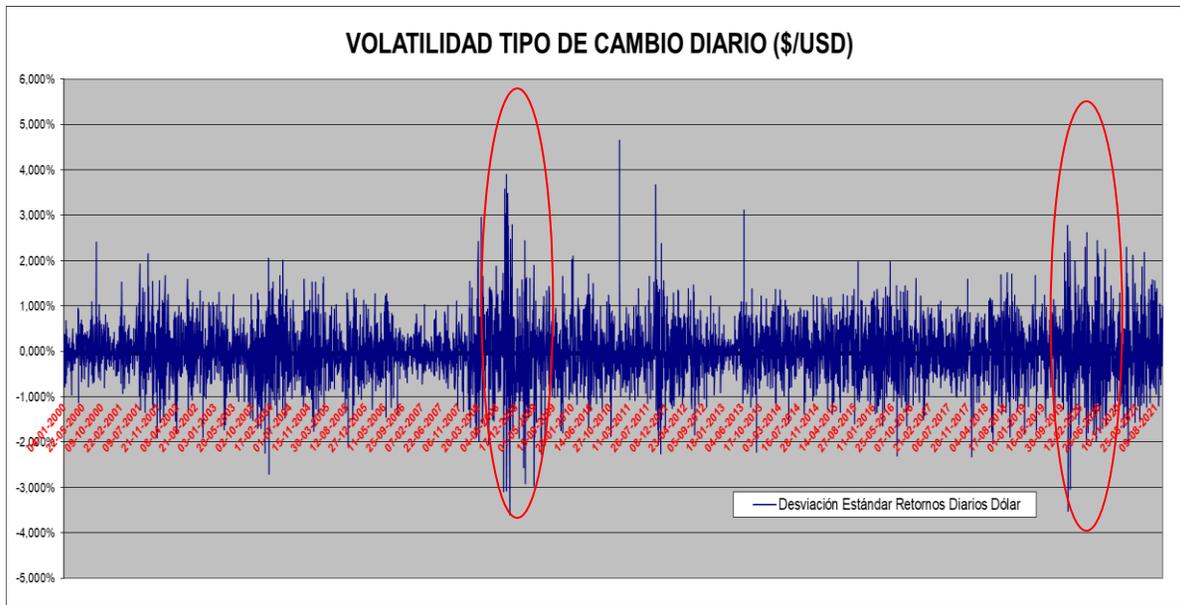


Gráfico 7. Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos de [www.investing.com](http://www.investing.com)

El primer período encerrado en rojo, corresponde a la alta volatilidad generada en el inicio de la Crisis Subprime en el año 2008. En tanto, en el segundo período encerrado, marca el inicio de la crisis generada en Chile por el Covid-19 a partir de marzo del año 2020.

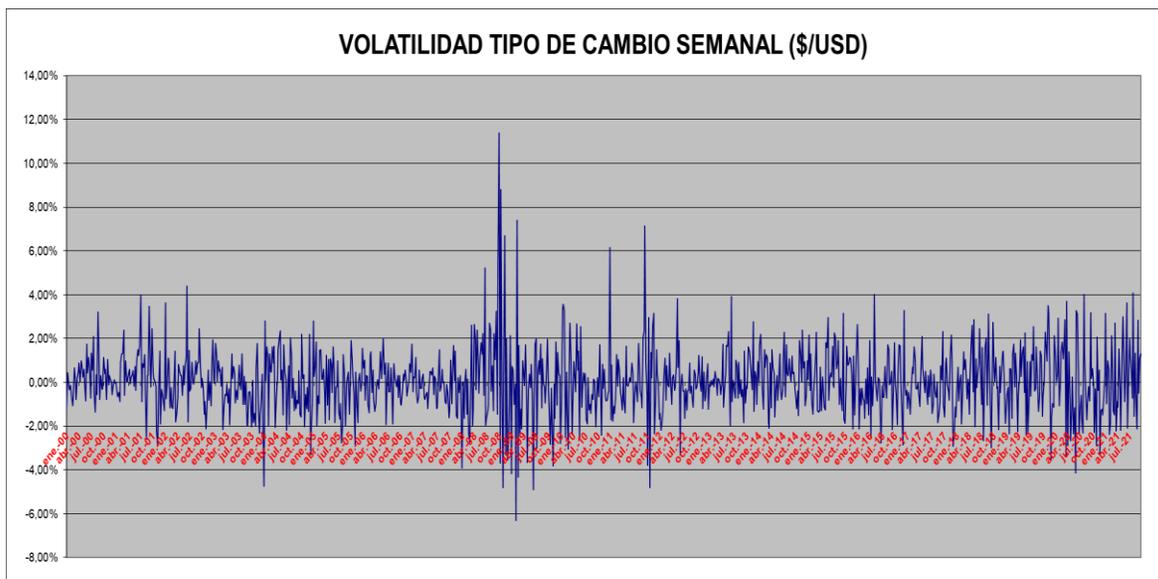


Gráfico 8. Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos de [www.investing.com](http://www.investing.com)

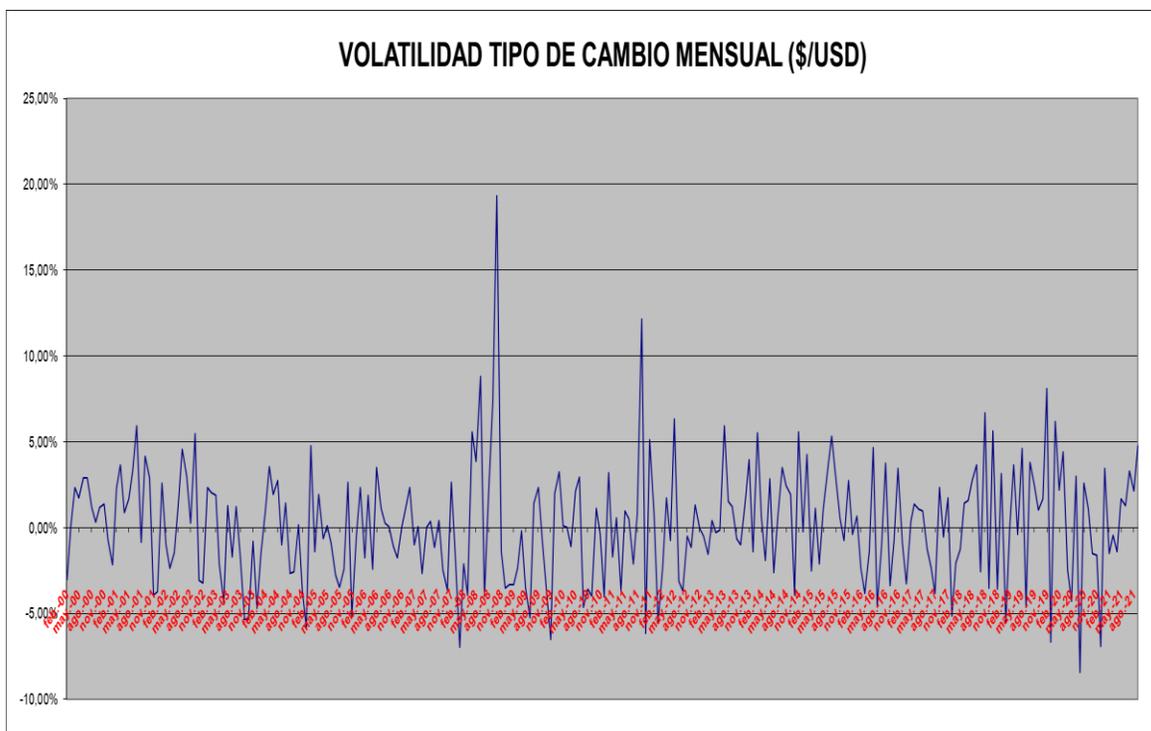


Gráfico 9. Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos de [www.investing.com](http://www.investing.com)

## **SENSIBILIZACION RESULTADOS OBTENIDOS**

Con el objetivo de sensibilizar los resultados, se hizo un cuadro comparativo entre el total de la base de datos (21 años: 01/01/2000 al 30/09/2021) y una base de datos desde el inicio de la pandemia en Chile (01/03/2020 al 30/09/2021).

Se observa una mayor volatilidad en el período que considera la pandemia, comparado con toda la base de datos, al calcularse una Desviación Estándar de 0,825% versus 0,643%, es decir un 28,3% de mayor volatilidad, coherente con la observación de gráfica anterior. Así también se consideró un cálculo para distintos plazos (1 día, semanal y mensual).

Para un período de 1 día, en la base de datos histórica (21 años), al pasar de un nivel de confianza de 95% a 99% el VaR aumenta de USD1.057 a USD1.494 (41% más alto). Esto

se explica por que con el 99% consideramos casi la totalidad de los eventos en la distribución Normal, y solo con probabilidad menor a 1% la pérdida podría ser mayor a USD1.494 de un día para otro.

En tanto al analizar en distintos plazos, al aumentar éste el VaR calculado se incrementa. Es así como para un período semanal con 95% de confianza tenemos un VaR de USD2.524 y en período mensual uno de USD5.583 siendo ambas cifras incrementadas en 41% al considerar el 99% de confianza.

**BASE DE DATOS DESDE INICIO PANDEMIA**  
(mar-2020 a sep2021)

	t = 1 día	t = 7 días	t = 30 días
<b>95%</b> confianza	1,359%	3,191%	5,958%
<b>VaR</b> (100.000USD)	1.359 USD	3.191 USD	5.958 USD
<b>99%</b> confianza	1,920%	4,510%	8,421%
<b>VaR</b> (100.000USD)	1.920 USD	4.510 USD	8.421 USD

Cuadro 2. Elaboración propia.

Si alguien quisiera ser más conservador en los cálculos del VaR, debiera escoger aquella muestra que presente una mayor desviación estándar, entre toda la base de datos y solo el último año. Esta mayor volatilidad reciente se explica por la Crisis de la Pandemia (Covid-19) que ha generado incertidumbre y por lo tanto fuertes movimientos de los agentes que compran y venden dólares.

## 5. CONCLUSIONES

Se realizó el cálculo del VaR para una posición (corta o larga) de dólares utilizando una base de datos histórica de 21 años en períodos diarios, asumiendo una distribución normal.

Los resultados indican que con un nivel de confianza de 95% de un día para otro (posición overnight), podemos perder un máximo de un 1,057% de dicha la posición (USD1.057 para una posición de USD100.000). Esto se puede también interpretar como que con una probabilidad menor al 5% se podría perder más que USD1.057.

En tanto que para una posición semanal y la mensual los resultados arrojan 2,524% y 5,583% respectivamente para el mismo nivel de confianza.

Si consideramos una base de datos más reciente solamente (desde el inicio de la Pandemia en Chile), coincide con una mayor volatilidad (mayor desviación estándar) que es mayor en un 28,3% al nivel de la base de datos histórica.

## **BIBLIOGRAFIA**

- “Seminario Riesgo Financieros” Apuntes de Seminario dictado por José Miguel Cruz año 2000.
- “Value at Risk: Teoría y Aplicaciones” Christian Johnson, estudios de Economía Banco Central de Chile año 2001.
- [www.bcentral.cl](http://www.bcentral.cl) Base de datos transacciones de dólar peso spot y forward.
- [www.investing.com](http://www.investing.com) Base de datos precio del tipo de cambio dólar peso chileno.
- [www.cmf.cl](http://www.cmf.cl) Norma de Carácter General N°148 Fecha: 09.10.2002