

PROPUESTA DE UN PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN DE PRONÓSTICOS, PARA LA EVALUACIÓN FINANCIERA DE PROYECTOS, SEGÚN EL ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD DE LOS VALORES PROMEDIOS DEL TIPO DE CAMBIO, REGISTRADOS ENTRE EL 17 DE OCTUBRE DEL 2006 Y 28 DE FEBRERO 2010, Y SU AJUSTE A LAS PRINCIPALES DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIA TEÓRICAS

Luis Ricardo Chinchilla Vargas

lrchinchilla@gmail.com

Bachiller en Administración de Empresas

Instituto Tecnológico de Costa Rica

José Guillermo Fonseca Salazar

jgfonseca@bp.fi.cr

Bachiller en Administración de Empresas

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Karla Vanessa Herrera Quirós

karlahq28@gmail.com

Bachiller en Administración de Empresas

Instituto Tecnológico de Costa Rica



INTRODUCCIÓN

Los sistemas utilizados por el Banco Central de Costa Rica para establecer el tipo de cambio del colón con respecto al dólar han experimentado un proceso de flexibilización desde finales de la década de los años setenta, cuando se abandonó el sistema de tipo de cambio fijo para dar paso a un sistema de minidevaluaciones. El sistema de minidevaluaciones se mantuvo hasta 1992 cuando se pasó a un sistema de flotación administrada con una activa participación del Banco Central. Sin embargo, este sistema sólo operó hasta 1994, año en cual se retomó el sistema de minidevaluaciones, debido a los desbalances externos existentes en la economía costarricense desde 1993 y a la desaceleración de la afluencia de capitales al país. El sistema de minidevaluaciones continuó rigiendo hasta el 17 de octubre de 2006, día en el cual se pasó al actual sistema de bandas cambiarias.

Bajo el sistema de bandas cambiarias, el Banco Central anuncia un rango en el cual tratará de mantener al tipo de cambio. Para esto, el Banco establece un límite superior y uno inferior entre los cuales permitirá que varíe el precio de la divisa. La forma en la que usualmente el Banco actúa para que el precio se sitúe entre esos valores, es mediante la intervención directa en el mercado: vendiendo dólares si el tipo de cambio alcanza el límite superior, y comprándolos si

alcanza el límite inferior. En tanto el precio permanezca dentro de la banda anunciada, el Banco Central no interviene en el mercado, de forma que no afecta la cantidad de dinero en circulación y retoma el control sobre sus instrumentos de combate de la inflación.

El Banco Central de Costa Rica migró al sistema de bandas cambiarias debido a que para el caso de un país pequeño y abierto como Costa Rica, las fluctuaciones del tipo de cambio, derivadas de este sistema, pueden ayudar a alcanzar y a mantener la competitividad con el exterior y una posición sostenible de balanza de pagos y, al mismo tiempo, su estabilidad puede servir como ancla para la inflación.

Como resultado de la migración a este sistema, la volatilidad del tipo de cambio se ha incrementado considerablemente, especialmente durante el último año. Esta situación ha complicado el panorama empresarial desde múltiples aspectos, ya que la incertidumbre respecto a los valores cambiarios futuros pasó a ser parte del contexto financiero nacional.

Bajo este nuevo contexto, los métodos tradicionales empleados por las empresas para considerar el efecto cambiario en la evaluación financiera de proyectos perdieron validez, ocasionando que se tomen decisiones financieras con información incorrecta. Esta situación desvirtúa la asignación eficiente de recursos en las organizaciones, generando pérdidas económicas para las empresas y para la sociedad en general.

Debido a esto, se procedió a realizar una investigación que permitiera proponer un procedimiento racional para la elaboración de pronósticos cambiarios, que estuviera de acuerdo con el nuevo entorno económico nacional y que fuera sencillo de aplicar en el día a día de las empresas.

ENFOQUE DE ANÁLISIS

De acuerdo Eun y Resnick (2007, p.149), existen tres planteamientos básicos para la elaboración de pronósticos de valores cambiarios:

1. **El planteamiento de la eficiencia de los mercados.** El planteamiento de la eficiencia de los mercados parte del supuesto de que los mercados cambiarios son eficientes y

por ende los precios de sus activos corrientes reflejan plenamente toda la información disponible y relevante. Bajo este supuesto, el tipo de cambio sólo variará si el mercado recibe nueva información; y como por definición las noticias son imprevisibles, el tipo de cambio será independiente de su historial pasado.

- 2. El planteamiento fundamental.** El planteamiento fundamental se caracteriza por utilizar modelos causales que dependen de variables económicas (por ejemplo: oferta monetaria nacional/extranjera, velocidad nacional/extranjera del dinero, etc.).
- 3. El planteamiento técnico.** El planteamiento técnico se caracteriza por analizar el comportamiento pasado de los tipos de cambio con el propósito de identificar patrones, los cuales se proyectan hacia el futuro para generar los pronósticos.

Para abordar el problema de investigación planteado, se optó por desarrollar un modelo de pronósticos bajo el enfoque técnico, empleando tanto la teoría estadística clásica como la de los eventos extremos. El potencial de la teoría de los valores extremos, aplicada a problemas de índole financiero, ha sido explotado en la última década debido a la gran inestabilidad y volatilidad presente en los mercados financieros a nivel mundial.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN REALIZADA

Para poder desarrollar el procedimiento propuesto, se realizaron las siguientes etapas:

- 1. Análisis de la representatividad de valores promedio del tipo de cambio de referencia.** Como primera etapa de la investigación, era necesario revisar si los promedios quincenales, mensuales, trimestrales y semestrales de los valores cambiarios de referencia, tanto de compra como de venta, eran indicadores representativos del comportamiento cambiario del periodo. Esto por cuanto a que si no se cumplía esta condición, los resultados derivados del análisis no tendrían validez y por tanto no podrían ser usados para tomar decisiones financieras eficientes. Para esto, se analizó la variabilidad de los valores cambiarios diarios respecto a los promedios. Como resultado de este análisis, se logró determinar que los valores cambiarios

promedio quincenales, mensuales y semestrales pueden considerarse como indicadores representativos.

2. Evaluación de la bondad de ajuste. Como segunda etapa del proceso de investigación, se procedió a evaluar la bondad de ajuste de los valores promedio considerados a las principales distribuciones teóricas. Las distribuciones consideradas en el análisis fueron la Normal, la Log-Normal de dos parámetros, la Gumbel, la Log-Gumbel, la Gamma de dos y de tres parámetros y la Log-Pearson III. Para evaluar la bondad de ajuste se utilizó la prueba de Smirnov-Kolmogorov. La prueba de ajuste de Smirnov-Kolmogorov consiste en comparar las diferencias existentes, entre la probabilidad empírica de los datos de la muestra (calculada mediante la distribución de Weibull) y la probabilidad teórica, tomando el valor máximo del valor absoluto, de la diferencia entre el valor observado y el valor de la recta teórica del modelo (Villón, 2001, p.152). En la Figura 1 se muestra, a manera de ejemplo, una representación gráfica de la prueba de bondad de ajuste de Smirnov Kolmogorov para uno de los casos de análisis. Como resultado de este análisis, se determinó que los valores promedio mensuales, trimestrales y semestrales se ajustan, al menos con un nivel de significación del 1%, a varias de las distribuciones teóricas analizadas.

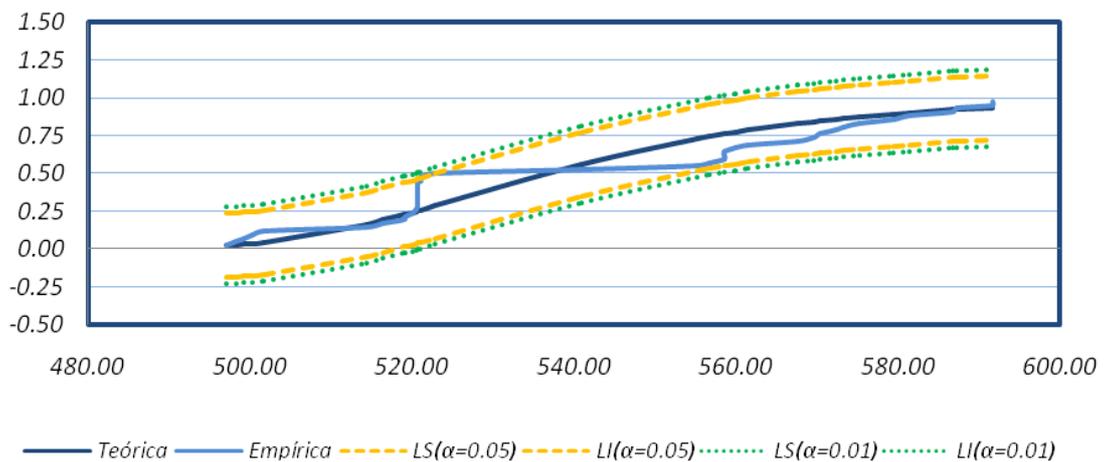


Figura1. Ajuste gráfico de los valores promedio mensuales del tipo de cambio de venta a la distribución Gumbel.

En esta etapa de la investigación, se determinó que sólo los valores promedio mensuales y semestrales cumplieran con los requisitos de representatividad y de ajuste necesarios para poder realizar pronósticos válidos. Dado que la cantidad de valores promedio semestrales disponibles para el análisis era limitada, se optó por considerar únicamente los valores promedio mensuales para el resto de la investigación.

- 3. Análisis de los niveles de error asociados a los pronósticos.** Como tercera etapa de la investigación, se realizó un análisis de los niveles de error existentes entre los valores máximos y mínimos registrados y los pronosticados. Luego de este análisis, se determinó que la distribución empleada, la cantidad de años de registros considerados y el periodo de retorno asociados a los pronósticos realizados inciden directamente en los niveles de error registrados. Debido a esto, se desarrollaron una serie de coeficientes que permiten minimizar los niveles de error esperado de los pronósticos, bajo el supuesto de que el comportamiento de los valores cambiarios futuros no va a distar mucho del comportamiento actual.

PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO PROPUESTO

Con base en los hallazgos de la investigación, se propone el siguiente procedimiento de cálculo para los pronósticos, máximos y mínimos, de los valores cambiarios, tanto de compra como de venta:

- 1. Determinar las distribuciones teóricas que se emplearán para realizar los pronósticos.** Se recomienda que las distribuciones que se utilicen para el análisis sean las mostradas en la Tabla 1 .

Tabla 1. Distribuciones recomendadas para el análisis.

Valores cambiarios	Tipo Pronóstico	Distribución
Compra	Máximo (Tipo 1)	Log-Gumbel
	Mínimo (Tipo 2)	Log-Normal
Venta	Máximo (Tipo 1)	Log-Normal
	Mínimo (Tipo 2)	Log-Normal

2. Seleccionar los periodos de registro para el cálculo de los valores cambiarios.

Por periodo de registro se entiende a la cantidad de periodos de los valores históricos que se emplean para realizar los pronósticos. Los valores de registro se seleccionan dependiendo de la cantidad de periodos en el futuro para la cual se quiera realizar el pronóstico. A esta cantidad de periodos en el futuro se le denotará como periodo de retorno. Los valores del periodo de registro recomendados se muestran la

3. Tabla 2.

Para periodos de retorno superiores a doce meses, se pueden utilizar los mismos factores que para el doceavo periodo. Sin embargo para estos casos no se garantiza que esta selección sea la óptima.

Tabla 2. Periodos de registro recomendados.

Retorno	Compra		Venta	
	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 1	Tipo 2
1	2.0	2.0	2.0	2.0
2	2.0	2.0	2.0	2.0
3	2.0	2.0	2.0	2.0
4	2.0	2.0	2.0	2.0
5	2.0	2.0	2.0	2.0
6	2.0	2.0	8.0	2.0
7	6.0	2.0	8.0	2.0
8	6.0	2.0	8.0	2.0
9	6.0	2.0	10.0	2.0
10	6.0	2.0	10.0	2.0
11	6.0	2.0	10.0	2.0
12	6.0	2.0	10.0	2.0

4. Estimar los parámetros de las distribuciones teóricas a emplear en el análisis para cada uno de los periodos de registro seleccionados.

En el caso de la distribución Log-Gumbel, primero se deben determinar el promedio y la desviación estándar del registro de valores a utilizar para las estimaciones mediante las expresiones:

$$\bar{x}_{\ln(x)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln(x_i)$$

$$S_{\ln(x)} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\ln(x_i) - \bar{x}_{\ln(x)})^2}$$

Luego, los parámetros de posición y de escala se estiman mediante las expresiones:

$$\mu = \bar{x}_{\ln(x)} - 0.45S_{\ln(x)}$$

$$\alpha = 0.78S_{\ln(x)}$$

En el caso de la distribución Log-Normal, se puede emplear el método de la máxima verosimilitud para estimar los parámetros de posición y de escala mediante las expresiones:

$$\mu_y = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln(x_i)$$

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\ln(x_i) - \mu_y)^2}$$

5. Realizar una prueba de bondad de ajuste (Smirnov-Kolmogorov) para determinar que el conjunto de valores cambiarios del periodo de registro se ajusten a las distribuciones teóricas seleccionadas.

6. Determinar la probabilidad de excedencia de los pronósticos a partir de los periodos de retorno seleccionados. La probabilidad de excedencia asociada a los periodos de retorno se calcula por medio de la ecuación:

$$\tau = 1 - \frac{1}{\xi T}$$

donde:

τ = probabilidad de excedencia

T = periodo de retorno

ξ = factor de amplificación.

El factor de amplificación se obtiene de la *Tabla 3*. Este factor se introdujo para disminuir los niveles de error asociados a los pronósticos de los valores cambiarios realizados. Para periodos de retorno superiores a doce meses, se pueden utilizar los mismos factores que para el doceavo periodo. Sin embargo para estos casos no se garantiza que esta selección sea la óptima.

Tabla 3. Valores del factor de amplificación ξ .

Retorno	Compra		Venta	
	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 1	Tipo 2
1	1.5	1.0	1.5	1.5
2	1.5	1.0	1.5	1.5
3	2.0	1.0	2.0	1.5
4	2.0	1.0	4.0	1.5
5	2.0	1.5	4.0	1.5
6	4.0	1.5	4.0	1.5
7	4.0	1.5	4.0	1.5
8	4.0	1.5	8.0	2.0
9	8.0	1.5	8.0	2.0
10	8.0	2.0	8.0	2.0
11	8.0	2.0	8.0	2.0
12	8.0	2.0	8.0	2.0

7. Calcular los pronósticos de los valores cambiarios. Para el caso de los pronósticos que se calculan mediante la distribución Log-Gumbel se realizan los siguientes pasos:

a. Se calcula el estadístico asociado al periodo de retorno mediante la ecuación:

$$y = -\ln(-\ln(\tau))$$

b. Se calcula el tipo de cambio asociado al estadístico mediante:

$$k = \rho \times e^{(\mu \pm y \times \alpha)}$$

donde:

k = pronóstico del tipo de cambio.

ρ = factor de severidad de la estimación.

μ = parámetro de posición de la distribución.

α = parámetro de escala de la distribución.

Para el caso de los pronósticos que se calculan mediante la distribución Log-Normal se realizan los siguientes pasos:

a. Se calcula el estadístico Z asociado al periodo de retorno. Para esto puede utilizarse una tabla estadística o la función de Microsoft Excel: **DISTR.NORM.ESTAND.INV()**.

b. Se calcula el tipo de cambio asociado al estadístico mediante:

$$k = \rho \times e^{(\mu_y \pm z \sigma_y)}$$

donde:

k = pronóstico del tipo de cambio.

ρ = factor de severidad de la estimación.

μ_y = parámetro de posición de la distribución.

σ_y = parámetro de escala de la distribución.

Es importante destacar que el signo \pm de la fórmula se coloca para diferenciar si es un pronóstico de tipo 1 o de tipo 2. Para los pronósticos de tipo 1 se emplea un "+", mientras que para pronósticos de tipo 2 se emplea un "-" en la fórmula.

El factor de severidad es un coeficiente que se introdujo para considerar diferentes condiciones en la elaboración de los pronósticos. La primera condición considerada se denota severidad ligera. Para esta condición se estipulan valores unitarios para el factor de severidad, con la intención de tener los menores valores promedio de error. Los pronósticos realizados mediante el uso de estos factores pueden ser poco conservadores.

La segunda condición se denomina severidad moderada. Para esta condición, los valores del factor de severidad garantizan, con base en el análisis de los registros históricos realizado, igualdad entre los errores de sub y sobre estimación. El error de sobre estimación se da cuando los valores máximos estimados son mayores que los valores máximos del registro de datos o cuando los valores mínimos estimados son menores que los valores mínimos del registro de datos. Mientras que los errores de sub estimación se dan cuando los valores máximos estimados son menores que los valores máximos del registro de datos o cuando los valores mínimos estimados son mayores que los valores mínimos del registro de datos. Por tanto, se puede afirmar que este nivel de severidad trata de ofrecer una condición más balanceada en la estimación realizada.

La tercera condición se denomina severidad extrema. Para esta condición los valores del factor de severidad garantizan, con base en los registros históricos, que los errores de sub estimación sean iguales al 1%. Esta condición se caracteriza por ser muy conservadora, y por tener un mayor nivel de error promedio, pero dependiendo del tipo de proyecto puede ser justificable su utilización.

En la Tabla 4 se muestran los valores del factor de severidad para los valores cambiarios de compra, mientras que en la Tabla 5 se muestran los valores recomendados para este factor para el caso de los valores cambiarios de venta.

Tabla 4. Factores de severidad para los valores cambiarios de compra.

Retorno	Tipo 1			Tipo 2		
	Ligera	Moderada	Extrema	Ligera	Moderada	Extrema
2	1.00	1.0114	1.0513	1.00	1.0000	0.9682
3	1.00	1.0157	1.0647	1.00	1.0019	0.9659
4	1.00	1.0272	1.0896	1.00	1.0025	0.9636
5	1.00	1.0279	1.0923	1.00	1.0022	0.9613
6	1.00	1.0379	1.0934	1.00	1.0018	0.9590
7	1.00	1.0291	1.0657	1.00	1.0024	0.9590
8	1.00	1.0312	1.0663	1.00	1.0027	0.9585
9	1.00	1.0205	1.0701	1.00	1.0032	0.9585
10	1.00	1.0254	1.0740	1.00	1.0045	0.9584
11	1.00	1.0313	1.0803	1.00	1.0047	0.9582
12	1.00	1.0331	1.0870	1.00	1.0050	0.9582

Tabla 5. Factores de severidad para los valores cambiarios de venta.

Retorno	Tipo 1			Tipo 2		
	Ligera	Moderada	Extrema	Ligera	Moderada	Extrema
2	1.00	1.0146	1.0553	1.00	1.0068	0.9717
3	1.00	1.0201	1.0688	1.00	1.0082	0.9692
4	1.00	1.0316	1.0945	1.00	1.0087	0.9669
5	1.00	1.0328	1.0972	1.00	1.0075	0.9650
6	1.00	1.0261	1.0583	1.00	1.0071	0.9627
7	1.00	1.0297	1.0580	1.00	1.0078	0.9627
8	1.00	1.0314	1.0621	1.00	1.0096	0.9627
9	1.00	1.0322	1.0573	1.00	1.0101	0.9627
10	1.00	1.0349	1.0644	1.00	1.0105	0.9627
11	1.00	1.0371	1.0703	1.00	1.0108	0.9626
12	1.00	1.0377	1.0730	1.00	1.0111	0.9626

Dado que el análisis realizado solamente contempló periodos de retorno iguales o menores a doce. Por tanto para periodos mayores se recomienda que se considere una condición de severidad ligera.

APLICACIONES DEL PROCEDIMIENTO DESARROLLADO

Tal y como se comentó anteriormente, el procedimiento de cálculo se desarrolló para definir escenarios pesimistas y optimistas para la evaluación financiera de proyectos. Sin embargo, su aplicación no sólo se limita a este campo, ya que además puede aplicarse también en las empresas para el cálculo de presupuestos de capital y para la toma de decisiones respecto a adquisición de seguros cambiarios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Barrantes Echeverría, R. (2009). Investigación, un camino al conocimiento: un enfoque cualitativo y cuantitativo. Decimosexta reimpresión. Costa Rica: EUNED.
2. Eun, C., Resnick, B. (2007). Administración Financiera Internacional. Cuarta Edición. Mexico: McGraw-Hill/Interamericana.
3. Lipschutz, S, Sciller, J. (2000) Introducción a la Probabilidad y Estadística. Primera Edición. España: McGraw-Hill/Interamericana.
4. Salvatore D., Reagle, D. (2004) Estadística y Econometría. Segunda Edición. España: McGraw-Hill/Interamericana.
5. Sapag, N., Sapag, R. (2003) Preparación y Evaluación de Proyectos. Cuarta Edición. Mexico: McGraw-Hill/Interamericana.
6. Villón M. (2001) Hidrología Estadística. Primera Edición. Costa Rica: Taller de publicaciones del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

RESUMEN

El 17 de octubre de 2006, nuestro país abandonó el sistema de minidevaluaciones para dar paso a un sistema de bandas cambiarias. La migración a este sistema ocasionó un aumento considerable en la volatilidad del tipo de cambio, especialmente durante el último año.

Bajo este nuevo contexto, los métodos tradicionales empleados para considerar el efecto cambiario en la evaluación financiera de proyectos perdieron validez, ocasionando que se tomen decisiones financieras con información incorrecta. Esta situación desvirtúa la asignación eficiente de recursos en las organizaciones, generando pérdidas económicas para las empresas y para la sociedad en general.

Debido a esto, se propone procedimiento racional para la elaboración de pronósticos cambiarios, que estuviera de acuerdo con el nuevo entorno económico nacional y que fuera sencillo de aplicar en el día a día de las empresas. El procedimiento propuesto para la elaboración de pronósticos cambiarios tiene un enfoque técnico, y utiliza tanto la teoría estadística clásica como la de los eventos extremos.

PALABRAS CLAVE

Tipo de cambio, prueba de Smirnov-Kolmogorov, pronósticos, distribuciones estadísticas, eventos extremos.