

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ESTIMAR EL TAMAÑO DE UN PEDIDO DE BILLETES PARA LA ECONOMÍA COSTARRICENSE

Ana Georgina Azofeifa V.

Bernal Sancho B.

Luis Edo. Solís O.

Mainor A. Zúñiga D.

Funcionarios de los Departamentos de Emisión y de Investigaciones Económicas del B.C.C.R.

RESUMEN

Este estudio presenta el resultado de una propuesta metodológica para estimar el tamaño de un pedido de billetes para la economía costarricense, la cual está enmarcada por tres componentes básicos: incremento en demanda por billetes (variación en el consumo), reemplazo de billetes y existencias en bóvedas. En términos generales, se desarrolló un modelo de demanda anual para la variable valor de los billetes en circulación, utilizando la técnica econométrica de Mínimos Cuadrados Ordinarios. La mejor ecuación contiene como variables explicativas, el PIB nominal rezagado un periodo, la tasa de inflación esperada y la población ocupada; el diagnóstico amplio brindó resultados robustos, y la capacidad de pronóstico se comprobó mediante la evaluación de los estadísticos correspondientes y de la aplicación de un caso práctico. Además, se incorporaron mejoras al cálculo de las tasas de reemplazo de fórmulas por denominación, así como a las existencias de billetes y se hizo un análisis cualitativo de otros factores que podrían incidir en la determinación del volumen de un pedido de billetes.

I. INTRODUCCIÓN¹

El dinero constituye uno de los factores principales que le dan agilidad a las transacciones y permite el desarrollo de la actividad económica cumpliendo con su función de medio de cambio, depósito de valor, unidad de cuenta. A la par de las ventajas que su introducción ha brindado al desarrollo económico, la cantidad del mismo que exista en un momento determinado es vital, ya que tan perjudicial puede ser un exceso de dinero como un faltante de éste. Por esta razón, el Banco Central de Costa Rica está inmerso en la búsqueda de mejores herramientas de análisis que contribuyan a pronosticar los requerimientos de numerario en forma más técnica y

eficiente y reforzar aquellos métodos que tradicionalmente han sido utilizados por esta institución.

La mayoría de los estudios se han centrado en encontrar los determinantes de la demanda de dinero a escala macroeconómica, con el fin de cuantificar los alcances de la política monetaria del ente emisor y han dejado de lado la cantidad de numerario (billetes y monedas) que debe existir en una economía, así como su distribución por denominaciones, acorde con los objetivos de la política monetaria que se proponga alcanzar el Banco Central.

Desde ese punto de vista, ya no sólo es necesario la consideración de variables macroeconómicas, tradicionalmente utilizadas en la determinación de la demanda por dinero como es el nivel de inflación, o bien el volumen de transacciones, sino que aparecen otras de tipo práctico como son la duración del proceso de compra del numerario, los costos, la

¹Los autores agradecen a los funcionarios Eilyn Arias, Olivier Cruz del Departamento de Investigaciones Económicas y a Luisana Mesén, del Departamento de Emisión, la valiosa colaboración brindada en algunas de etapas del procesamiento de la información.

política de reemplazo que siga el ente emisor, la determinación de la vida útil del numerario y factores adicionales que afectan los gustos y preferencias del público por denominaciones específicas.

Con este propósito, se planteó la necesidad de realizar un Proyecto de Investigación a fin de desarrollar metodologías que permitan planificar las compras de billetes, monedas y otros valores, de tal forma que se asegure el adecuado abastecimiento a los diferentes agentes económicos, y se minimice el riesgo para el Banco Central, de enfrentar una eventual escasez de existencias o acumulación de reservas, más allá de lo necesario.

Por tanto, el presente estudio contiene los resultados de la primera etapa de trabajo de ese proyecto global, la cual consiste en plantear una metodología para proyectar los volúmenes de compra de billetes requeridos por la economía costarricense. En etapas posteriores, se pretende determinar las necesidades de monedas y otros valores, analizar la estructura denominativa vigente del numerario nacional con el fin de optimizar su composición, e incorporar otras variables para efecto de obtener un modelo de demanda por billetes con más potencial predictivo, aparte de los indicadores de producción, precios y costo de oportunidad considerados en las especificaciones seleccionados preliminarmente.

El documento² está conformado por seis secciones. En la segunda se plasma de manera general, las metodologías y variables utilizadas por algunos bancos centrales de Latinoamérica para estimar los requerimientos de numerario, así como los procedimientos tradicionales que para este efecto se emplean en Costa Rica. En la tercera sección se incluyen algunos conceptos relativos al numerario en circulación, se realiza un análisis del comportamiento histórico y del patrón estacional del numerario en Costa Rica, su estructura denominativa, introducción de nuevas denominaciones y, el proceso administrativo para la compra de billetes. En la cuarta parte se exponen: el proceso de modelización econométrica de la demanda por billetes, mejoras en la estimación de los billetes a reemplazar, la propuesta metodológica para proyectar el tamaño de un pedido de billetes, el ejercicio de simulación

² El presente artículo referencia un conjunto de Anexos que no fueron incluidos en esta Revista. Es oportuno indicar que el mismo se encuentra a disposición de las personas interesadas en la División Económica del Banco Central de Costa Rica y en la Escuela de Economía de la Universidad Nacional.

referente a la compra de billetes de mil colones para el año 1997 y el análisis cualitativo de otros factores que podrían afectar la demanda por dinero. En la sección quinta se exponen las conclusiones y en la última se incluyen algunas recomendaciones.

II. MARCO TEÓRICO

Esta sección tiene como finalidad presentar en forma resumida las diferentes metodologías y variables utilizadas en las estimaciones de los requerimientos de numerario, formuladas por varias economías de Latinoamérica, con el propósito de contar con un marco de referencia que contribuya a desarrollar una metodología para el caso de Costa Rica. Las cinco primeras referencias corresponden a estudios que incluyen modelos de demanda de dinero de las cuales se incorpora un cuadro con un resumen de los principales aspectos metodológicos; las restantes se refieren a otros factores a considerar en la determinación del tamaño de un pedido de billetes: proceso de renovación de billetes deteriorados, requerimientos de efectivo para el cambio de milenio y análisis de la estructura denominativa con el propósito de analizar la serie de monedas y billetes requeridos por la economía costarricense para crear un circulante eficiente³.

2.1. Metodologías para establecer pedidos de billetes desarrolladas por Bancos Centrales de Latinoamérica

2.1.1. Colombia: metodología para proyectar demanda de moneda

El Banco de la República de Colombia desarrolló un modelo cuyos principales objetivos son: a.) Pronosticar con adecuado nivel de confiabilidad la demanda agregada y desagregada por denominación, b) Establecer una relación teórica con las demás variables económicas de más fácil predicción (crecimiento PIB, medios de pagos, etc.) y c) Proveer herramientas para el manejo de la operación con moneda metálica, y cuándo introducir una nueva denominación.

El modelo permite estimar los requerimientos de moneda, donde la oferta monetaria ampliada (M3) es función del índice de precios al consumidor, del tiempo y de una variable artificial que captura el patrón estacional que manifiesta la variable de referencia.

³ En el apartado correspondiente a la Bibliografía se incluyen estas referencias.

Del estudio se concluye que el modelo resultó satisfactorio para hacer pronósticos en el corto plazo (anuales). Sin embargo, el Banco estima conveniente continuar en la búsqueda de otros factores que podrían determinar el comportamiento de la variable circulación de monedas.

2.1.2. Guatemala: pronósticos de demanda y estadísticas de billetes y monedas

La metodología propuesta tiene como objetivo determinar los requerimientos de billetes y monedas, la cual involucra una variedad de estimaciones de funciones de demanda de billetes, utilizando diferentes variables económicas y demográficas, entre las cuales se citan: el número de habitantes, producto nacional bruto o el producto interno bruto, la población económicamente activa y los gastos totales del gobierno central. El período de referencia es 1970-1995 y usa cifras con periodicidad anual.

En el informe se señala la importancia de contar con estadísticas precisas, que a su vez permitan resultados más confiables de la aplicación de métodos de pronóstico de numerario y la necesidad de dar un seguimiento continuo a los modelos, ya que variables que son significativas en este momento no necesariamente lo serán en el futuro.

2.1.3. El Salvador: metodología para establecer el tamaño de un pedido de billetes o monedas

El objetivo de este trabajo es determinar el tamaño aproximado de un pedido de billetes o monedas, por tipo de denominación. La metodología que se aplicó constituye un enfoque no matemático, pero se auxilia de proyecciones estadísticas, utilizando un programa de informática denominado AUTOCAS. Esta aplicación tiene la facilidad de combinar diferentes alternativas de modelos básicos como niveles Constante, Deflatado, Lineal, y el Exponencial, y cada uno puede ser combinado con otras opciones de modelos como multiplicativo, aditivo y no estacional.

El módulo NIVEL CONSTANTE MULTIPLICATIVO proporciona resultados bastantes aceptables para las proyecciones, ya que recoge la estacionalidad de las cifras históricas, además se estima que la aplicación es más factible en un ambiente monetario estable, en donde las variaciones de la circulación teórica (consumo neto) no sean muy fuertes. La variable de referencia se analiza en términos de unidades de billetes.

Es importante señalar que el programa en sí brinda proyecciones aceptables, recogiendo la estacionalidad

de las cifras históricas y su aplicación es más adecuada en economías de un ambiente monetario estable.

2.1.4. Perú: abastecimiento de billetes y monedas en periodos de estabilidad de precios

La programación del numerario presenta dos partes: la de billetes y la de monedas. Ello, en razón de las características de cada uno de esos componentes. La programación de billetes se realiza para un período de dos a tres años (mediano plazo), tomando en cuenta el proceso de licitación, fabricación y envío. Por su parte, la programación de la moneda se realiza en el corto plazo.

Para efectos de la programación de numerario se considera el Consumo o Demanda de Numerario; el saldo de billetes y monedas de curso legal emitidos por el Banco Central que se encuentran en poder del público o del sistema financiero; la reposición de billetes y monedas que no cumplen con la calidad establecida para continuar en circulación.

Para estimar los requerimientos de circulante del Banco Central se estiman en forma independiente los niveles esperados de cada componente (variación de la circulación y reposición), los cuales se detallan brevemente a continuación:

Estimación de la circulación: se utilizó un modelo econométrico de corrección de errores, en el cual la variable dependiente es el flujo de la circulación real desestacionalizada, explicado por la tasa de inflación, la relación liquidez en moneda extranjera a liquidez total del sistema financiero y el crecimiento del producto interno bruto. La construcción del modelo también incorporó posibles desequilibrios que pudiesen ocurrir en los niveles de las variables. La muestra fue de 60 observaciones, con periodicidad mensual para el lapso 1992-1996.

Para efectos de la desagregación del saldo en circulación entre las distintas denominaciones de billetes se efectuó tomando en cuenta la tendencia de la participación de cada denominación en el total de circulación.

Estimación de la reposición: El consumo por reposición de los billetes que se encontraban en circulación, se estimó utilizando la vida útil de los billetes, la cual es evaluada periódicamente mediante muestras de billetes en circulación.

2.1.5. México: análisis y proyecciones de la estructura de los billetes y monedas y la denominación promedio en México

Su propósito es presentar una metodología para hacer estimaciones de los billetes y monedas en circulación, así como analizar la estructura denominativa vigente y adecuarla debido a las distorsiones de los niveles de inflación que atravesó esa economía en el lapso 1982-1984. Se construyeron modelos para M1, para billetes y monedas (BM), en función del índice de volumen de la producción industrial, la tasa de interés pasiva (depósitos a tres meses), la inflación esperada (estimada como una variable de autorregresión de primer orden). Además, se realiza un análisis histórico de la estructura en tres períodos con características similares, tratando de encontrar el período de mayor estabilidad de la estructura mediante el cálculo de la denominación promedio nominal.

De las metodologías desarrolladas por los bancos centrales comentadas anteriormente, se desprende que la mayoría de los estudios utilizan cifras subanuales para estimar la demanda por numerario, aspecto que permite contar con tamaños de muestras deseables desde el punto de vista estadístico. Por su

parte, en el proceso de modelización cabe destacar que la mayoría de los trabajos consideran como variables explicativas las siguientes:

- ⇒ Indicadores de inflación esperada: índice de precios al consumidor y su tasa de variación.
- ⇒ Indicadores demográficos: población total y población económicamente activa.
- ⇒ Indicadores del volumen de transacciones de una economía: Producto Interno Bruto o Producto Nacional Bruto e Índice de volumen de producción industrial.
- ⇒ Indicadores de costo de oportunidad: tasa de interés pasiva.
- ⇒ Otros indicadores: Gastos totales de gobierno, relación liquidez en moneda extranjera a liquidez total del sistema financiero y variables que capturen choques monetarios.

Cuadro 1
ESTUDIOS SOBRE ASPECTOS METODOLÓGICOS
PARA ESTIMAR DEMANDA DE NUMERARIO

Características	Colombia	Guatemala	El Salvador	Perú	México
Período cubierto	1980-1995	1975-1995 y 1970-1995	1990-1995	1992-1996	1970-1987
Periodicidad	Mensual	Anual	Mensual	Mensual	Trimestral
Variable de referencia	Oferta Monetaria Ampliada (M3)	Billetes fuera del Banco	Unidades de billetes en circulación por denominación	Valor de la circulación real desestacionalizada	M1 reales y BM (billetes y monedas por parte del público)
Variables independientes	Índice de Precios al consumidor	Población total, población económicamente activa, PIB, PNB, Gastos totales de Gobierno General		Tasa de inflación, relación liquidez en moneda extranjera a liquidez total del sistema financiero y el crecimiento del PIB	Índice de volumen de producción industrial, tasa de interés pasiva, inflación esperada, choque monetario
Técnica utilizada	Econométrica	Econométrica	Análisis de series de tiempo: Programa AUTOCAS	Econométrica	Econométrica

2.2. Otros aspectos a considerar en la determinación de un pedido de billetes

2.2.1. Argentina: modelo de simulación para la toma de decisiones en la renovación de billetes deteriorados

Este trabajo se basa en un ejercicio de simulación para determinar las compras de billetes que son necesarios reemplazar por su alto grado de deterioro, bajo el supuesto de que los billetes que se retiran de circulación son los de mayor antigüedad, o sea los que se emitieron primero en el tiempo. Esto es, primero en entrar, primero en salir (PEPS).

Como variables independientes se utilizaron los billetes nuevos puestos a circular y los billetes deteriorados retirados de la circulación, y como variables dependientes las fórmulas en poder del público y de los bancos, más los llamados billetes de buen uso, los cuales se encuentran en el Banco Central, tesoros regionales, agencias y la "compensación interbancaria de billetes" que es el numerario en poder de los bancos puesto a disposición del Banco Central.

El modelo se basa en una tabla electrónica creada en Lotus, la cual es alimentada con los datos de billetes nuevos puestos en circulación mensualmente y los datos de billetes deteriorados retirados de circulación. De tal forma, si se conoce la vida útil de cada denominación (ya sea por muestreo o mediante la aplicación de la relación: billetes en circulación al principio del periodo / retirados de circulación) y la cantidad que se va a retirar de circulación, el modelo permite determinar a futuro, las compras de billetes a reponer.

2.2.2. México: requerimientos de efectivo para el cambio de milenio

Para enfrentar la eventual crisis que podría ocurrir ante retiros extraordinarios de numerario como consecuencia de que el público piense que los sistemas automatizados no operen por el cambio de milenio y por ende se genere una escasez de efectivo, el Banco de México analizó los siguientes escenarios de demanda de numerario que pudieran presentarse ante esta posible situación:

Escenario 1: efecto similar al ocurrido previo al cambio de unidad monetaria efectuado en enero del 93. Se consideró un incremento extraordinario en la demanda de efectivo para el mes de diciembre de 1999, equivalente a un 10 por ciento del circulante.

Escenario 2: se supuso una situación similar a la de diversas crisis ocurridas en México que provocaron salidas extraordinarias de efectivo. Para medir la magnitud del posible incremento en la demanda de billetes, se utilizó la información histórica del circulante y los egresos de billetes desde 1969. Con esta información, se determinó la proporción que han representado los egresos de cada mes respecto a la circulación promedio de los 12 meses anteriores y posteriormente, se eliminaron los efectos estacionales de esta serie.

Escenario 3: se considera una situación en la que el público supone que no podrá retirar efectivo de sus cuentas al iniciar el año 2000 y se previene con efectivo para los gastos de los primeros días del año. Para cuantificar esta cantidad se consideraron 15 días del gasto promedio diario, el cual se estimó dividiendo el gasto privado de consumo final pronosticado para 1999 entre 365 días.

Escenario 4: se considera una situación de desconfianza generalizada, en la cual la mayoría de los ahorrantes intentan retirar el saldo de sus activos líquidos o inversiones. Para enfrentar este tipo de demanda se requeriría mantener en inventario más de 10 veces el circulante actual.

2.2.3. Thomas de la Rue Limited: estudio de control del circulante para el Banco Central de Costa Rica

Este estudio tiene como propósito analizar la estructura denominativa con el objetivo de evaluar la gama de monedas y billetes requeridos para producir un circulante que sea eficiente. La técnica que se aplica relaciona las denominaciones requeridas de billetes y monedas al poder adquisitivo efectivo medido por los salarios (D). Esto es, la denominación de billete máximo es de aproximadamente cinco veces el promedio salarial diario (5D), la frontera entre los billetes y las monedas entre D/50 y D/20 y la moneda útil de denominación más baja aproximadamente de D/5000.

2.3. Procedimientos tradicionales utilizados por el Banco Central de Costa Rica en la determinación de las compras de billetes

En un principio, el Banco Central aplicó únicamente el juicio de experto para tomar las decisiones sobre el monto requerido de numerario para satisfacer las necesidades de los agentes económicos. Con el pasar del tiempo, se vio la necesidad de complementar ese criterio, con el de sustituir aquellas fórmulas que deben ser retiradas de circulación por su grado de deterioro. Esto es:

- **Compras** $t+1$ = **Número de billetes a reponer**, el cual se aproxima con la información contenida en las actas de legalización, que para tal efecto mantiene el Departamento de Emisión y conforme a su vida útil.

Para los fines de este estudio, se entiende por vida útil el tiempo promedio que duran los billetes en poder del público o del sistema financiero hasta ser retirados de circulación como consecuencia de su marcado deterioro, el cual depende en gran parte, de las características físicas de la fórmula y del grado de uso que se tenga de la misma (rotación del billete), el que a su vez está asociado con el monto de la respectiva denominación.

Al respecto, se calcula el porcentaje de billetes de una determinada denominación que es necesario reemplazar, a partir del inverso de su vida útil, estimada con base en el resultado de comparar la fecha cuando salió a circular por primera vez con la de incineración, bajo el supuesto de que las primeras fórmulas incineradas corresponden a aquellas que fueron puestas a circular de primero (PEPS), dado que el proceso de incineración contempla únicamente el valor de la denominación como medio de reconocimiento.

Normalmente, se supone que cada emisión debe satisfacer como mínimo el consumo estimado de los cuatro años siguientes, esto por cuanto debe existir un equilibrio entre los costos fijos que conlleva la impresión de un billete, que hace que entre más cantidad de estos se fabriquen, el costo por millar sea menor, con los posibles cambios en las seguridades ofrecidas para evitar la falsificación de los billetes, dado que las capacidades técnicas de los falsificadores cambian constantemente y por lo tanto, una fórmula puede volverse obsoleta y de fácil reproducción o imitación.

Además, el Departamento de Emisión, consideró en su oportunidad, la conveniencia de incorporar en la determinación de las compras, otro componente que responde a los incrementos en el volumen de billetes en circulación. Eso es:

- **Compras** $t+1$ = **Reposición** t + **Consumo** $t+1$

Para ello, se procede a estimar el consumo de billetes de cada denominación, por parte del público y del sector financiero nacional, con base en la variación absoluta que experimenta el volumen de fórmulas en circulación al final del período t respecto al $t-1$. Lo anterior supone que en el período siguiente, el consumo se va a comportar de la misma forma que el

precedente. En símbolos esto se puede representar como:

$$\text{CONSUMO}_{t+1} = \text{VC}_t - \text{VC}_{t-1} = \Delta D$$

En donde:

$\Rightarrow \text{VC}$ = Volumen total de billetes en circulación del período t y $t-1$.

Sin embargo, en los años recientes y hasta la actualidad, los volúmenes de compra han sido estimados tomando no solo la reposición y el consumo de los mismos, sino que también consideraciones de tipo económico. Esto es, los aumentos de demanda experimentados por el sector financiero del país, derivados de la observación permanente de diferentes parámetros como la inflación (π). Expresado en fórmulas se tiene:

$$\text{Compras}_{t+1} = \text{Reposición}_t + \text{Consumo}(\pi)_{t+1}$$

En donde:

$$\text{CONSUMO}(\pi)_{t+1} = \text{CONSUMO}_t * \pi_{t+1}$$

Por su parte, el proceso de evaluación de la compra de los respectivos billetes⁴ se inicia al percibir u observar que la demanda no se cubre con facilidad o que la proyección de la misma no podrá satisfacerse, dado el crecimiento de ese indicador y su comparación con aspectos tales como, la oportunidad en la atención que se esté brindando a los bancos comerciales y cajeros del Banco Central, en cuanto a sus requerimientos de fórmulas.

En el anexo 1 se incluye un ejemplo referente a la compra de diez millones de fórmulas de mil colones, con el objeto de mostrar en forma esquemática este procedimiento.

III. CARACTERIZACIÓN DE LOS BILLETES EN CIRCULACIÓN

3.1. Conceptos básicos

El numerario en circulación es un concepto constituido por los billetes y monedas en poder del

⁴ El Departamento de Emisión, en su oportunidad, trató de desarrollar un modelo que permitiera pronosticar de una manera más técnica las compras de numerario, pero dada la información disponible en ese momento, no fue posible concretar dicho cometido.

público y del sistema financiero nacional⁵. Tiene poder liberatorio ilimitado, esto es, para liquidar toda clase de obligaciones tanto públicas como privadas, mencionando entre ellas la fijación de sueldos jornales, honorarios, pensiones, pago de impuestos, contribuciones, etc.

La unidad monetaria de Costa Rica es el colón, que se divide en cien partes iguales llamadas céntimos. El medio de pago legal está constituido por los billetes y las monedas emitidas y puestas en circulación por el Banco Central de Costa Rica, quien a su vez tiene el derecho exclusivo de las actividades de impresión y acuñación del respectivo numerario, para efectos del régimen de contratación. Ni el estado ni persona alguna, natural o jurídica, podrán emitir billetes, monedas ni otros documentos o títulos que puedan circular como dinero. Por su parte, la Junta Directiva del Banco Central determinará las características que deben tener los billetes y monedas.

Además, existen otros términos que es necesario definir para efectos del desarrollo de este proyecto de investigación. Entre ellos:

- Billetes en circulación: Corresponde al volumen de billetes que se encuentran en poder del público y del sistema financiero. Para efectos de este trabajo, este concepto es sinónimo de emisión monetaria, empleado por el Departamento Monetario. Además, en la jerga de los funcionarios del Departamento de Emisión se utiliza como variable que aproxima la demanda o consumo de numerario.
- Existencias de billetes: La constituyen los billetes que están en condiciones aptas para circular, y que se encuentran en las bóvedas del Banco. Existen dos tipos de inventarios, a saber: billetes legalizados y por legalizar, dentro del primer rubro se encuentran las fórmulas nuevas y usadas en condiciones aptas para circular, mientras que en el segundo se incluyen únicamente aquellas fórmulas nuevas que carecen de sustento legal para ser puestas en circulación, las cuales en términos generales, se utilizan como reserva para hacerle frente a situaciones extraordinarias que podrían afectar

significativamente el comportamiento de la demanda.

- Billetes incinerados o destruidos: Corresponde al volumen de fórmulas destruidas debido a su estado de deterioro. Estas se identifican al comparar la fecha de emisión registrada en las actas de legalización en poder del Área de Administración de Numerario con la de incineración, bajo el supuesto de que las primeras fórmulas incineradas equivalen a aquellas que se pusieron a circular de primero, dado que ese proceso de destrucción considera únicamente el valor de la denominación como medio de reconocimiento.
- Billetes por incinerar: son los billetes que han sido retirados de circulación pero que están pendientes de destruir, que se encuentran en las bóvedas del banco. Es importante señalar que el movimiento de esta variable, se refleja normalmente en las estadísticas de los billetes incinerados, aunque eventualmente podría suceder que vuelvan a circular y por tanto, este hecho no afecta el rubro de billetes incinerados.
- Reemplazo de billetes: Es el porcentaje de billetes que es necesario sustituir en razón del desgaste sufrido fundamentalmente por su alta circulación. Corresponde al inverso de la vida útil estimada para cada denominación o bien se estima mediante la relación porcentual del total de billetes incinerados del período de estudio (t) respecto al total en circulación del período $t-1$.

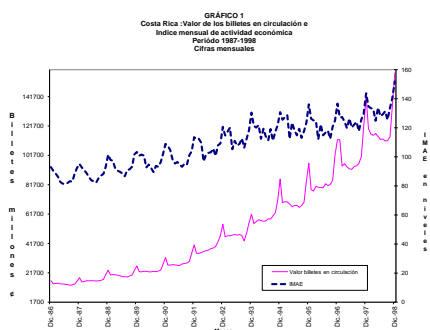
3.2. Evolución histórica de la variable valor de los billetes en circulación

El valor del numerario en circulación (billetes) corresponde al valor facial de la fórmula por el número de ellas en poder del público y del sistema financiero. Además, constituye la variable que aproxima la demanda por billetes o bien el consumo de éstos. Este es un concepto muy diferente al valor de cualquier otro tipo de mercancía, ya que en el caso del numerario, el único componente que cambia con el tiempo es el número de fórmulas en circulación, pues el precio (valor facial de la fórmula) permanece constante a través del tiempo.

⁵ Para efectos de este trabajo, el concepto de numerario en circulación, utilizado por el Departamento de Emisión, es sinónimo de emisión monetaria, empleado por el Departamento Monetario.

Es importante señalar que la variable valor de los billetes en circulación, se ve influenciada fundamentalmente por el comportamiento del índice de precios, del nivel de transacciones en la economía, por la política de reposición de fórmulas que ejecuta el ente emisor y alguna variable demográfica. En el período de estudio se observa que la tasa de crecimiento promedio anual de la variable de referencia es de 21,3%.

Lo anterior se observa en los siguientes gráficos, donde se representa la evolución mensual de la variable valor de los billetes en circulación, expresada en saldos a fin de mes con el Índice Mensual de Actividad Económica (IMAE), como indicador del volumen de transacciones de la economía y con el Índice de Precios al Consumidor, como indicador de la variación en el nivel de precios,

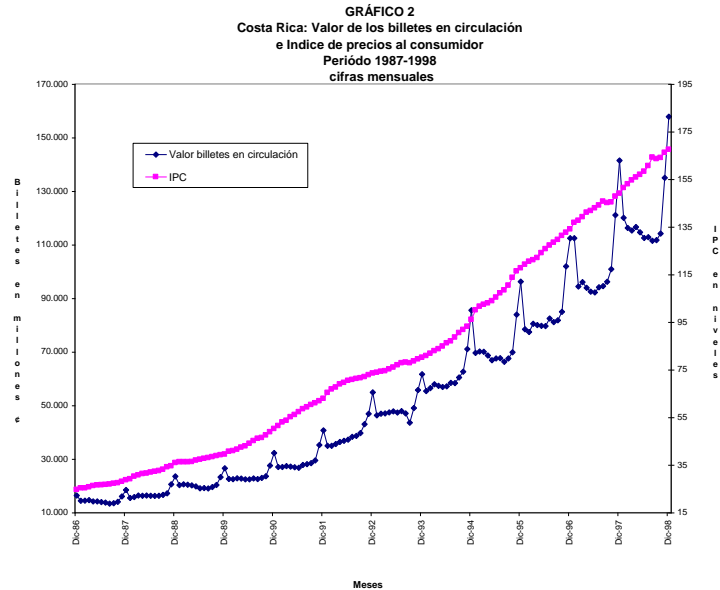


Además, en el gráfico.2, se observa que la tendencia de la serie “valor de los billetes en circulación” muestra un comportamiento similar al del índice de precios al consumidor. Esto confirma la hipótesis de que la compra de billetes estimada tradicionalmente

para el período 1986-1998, respectivamente. De la evolución histórica del primer gráfico, se desprende un marcado comportamiento estacional de la variable de interés y del IMAE, concentrado en el último bimestre de cada año, fundamentalmente explicado por el pago de aguinaldos.

Este patrón estacional se confirmó también mediante la aplicación de la técnica estadística de análisis de series de tiempo, específicamente la modelización ARIMA, tema que será tratado en la siguiente sección. Sobre este aspecto en particular, el estudio "Demanda trimestral por emisión monetaria: estimación mediante tres técnicas estadísticas" (GTM-DIE-01-99)", elaborado por Lorely Villalobos y Carlos Torres, presenta los mismos resultados para la variable emisión total de billetes y monedas.

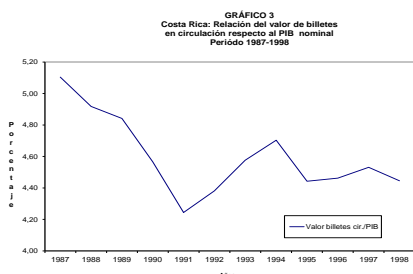
por el ente emisor, tiende a brindarle una mayor ponderación al componente inflacionario, lo cual se hace más evidente a partir de 1996, donde las curvas se aproximan.



Al observar el gráfico 3, que muestra la relación entre el valor de billetes en circulación y el Producto Interno Bruto Nominal, se puede concluir que ésta muestra, en términos generales, una tendencia decreciente. Este comportamiento podría atribuirse, entre otras cosas, al hecho de la aparición en el mercado de nuevos productos financieros, que pueden funcionar como sustitutos cercanos del dinero y que además, devengan un interés, así como a la posibilidad de efectuar pagos de baja denominación por medio de tarjetas prepagadas o del tipo

denominado "monedero electrónico". Esto ha modificado la conducta de los agentes económicos en cuanto a su preferencia por numerario. Por lo tanto, el comportamiento de esa relación, no hace más que confirmar el hecho de que las innovaciones financieras afectan en forma negativa la demanda por billetes. En efecto, esta relación pasa de un 5,1 en 1987 a un 4,4 en 1998, lo cual también ha sido corroborado por diversos estudios realizados en economías con mercados financieros altamente desarrollados como el estadounidense⁶.

⁶ Para mayor detalle consultar Bautista, Evelyn y Rocha B., Lizette.



3.3. Análisis de la estacionalidad de la variable: valor de los billetes en circulación

El propósito de este apartado es obtener evidencia estadística del comportamiento estacional de esta variable, mediante la aplicación de la técnica de análisis de series de tiempo, como complemento al observado gráficamente en la sección previa. En primer lugar se formula un modelo univariante, requerido para obtener los correspondientes índices estacionales y posteriormente se aplican varias pruebas estadísticas para corroborar la significancia y la estabilidad de los respectivos índices.

Por otra parte, es conveniente mencionar que el modelo seleccionado constituye una base importante para realizar en un futuro, estimaciones de corto plazo, de tal forma que se puedan detectar señales de alerta que contribuyan al análisis coyuntural de la demanda por billetes.

De esta manera, en la presente sección se exponen los principales resultados obtenidos de los parámetros y estadísticos de la modelización ARIMA para la variable valor de los billetes en circulación, expresada en saldos a fin de mes, en millones de colones, para el período 1993-1998 y se evalúan los coeficientes de estacionalidad de la serie original.

Es importante mencionar que en el proceso de modelización ARIMA se distinguen tres etapas básicas: identificación, la cual consiste en hacer el mejor uso de los datos y de cualquier otra

información relevante que indique cómo se genera la serie de interés. Para ello, se procedió a realizar un diagnóstico de la serie con el análisis gráfico, con el propósito de detectar valores extremos, impulsos, o bien movimientos tipo rampa o escalón y observar si la serie presenta algún comportamiento estacional. Por su parte, la segunda fase se refiere al uso eficiente de los datos para realizar inferencias acerca de los parámetros de la especificación, esto es, si ellos son significativos desde el punto de vista estadístico. Finalmente, la tercera etapa consiste en evaluar la capacidad del modelo para describir el evento así como su potencial para efectos de pronosticar en el corto plazo.

La descripción de un modelo ARIMA teórico es la siguiente:

$$Z_t = \varphi_1 Z_{t-1} + \dots + \varphi_p Z_{t-p} - e_t - \theta_1 e_{t-1} - \dots - \theta_q e_{t-q}$$

donde Z_t es la variable observada en el momento $t, \dots, t-1$, la cual se considera función de ella misma desfazada p períodos y de los residuos e_t desfazados q períodos. Por otra parte, φ_p y θ_q son los respectivos ponderados teóricos.

De acuerdo con la notación de Box & Jenkins, el modelo ARIMA (Autorregresivo y de Medias Móviles) se expresa así: ARIMA (p, d, q ,) (P, D, Q), donde la primera parte corresponde al componente regular y la segunda al componente estacional, la “ d ” representa el orden de diferenciación regular y “ D ” el orden de diferenciación estacional, p y P es el número de parámetros autorregresivos regulares y estacionales, q y Q es el número de parámetros de

medias móviles regulares y estacionales, respectivamente. Al respecto, es importante señalar que en este estudio no se profundiza en la descripción de la técnica, ya que el Departamento de Investigaciones Económicas ha elaborado varios trabajos donde se explica con detalle.

A continuación se presentan las especificaciones seleccionadas y el error de pronóstico para el modelo

ARIMA automático y personalizado. El automático es el resultado de aplicar el paquete SPSS, el cual ajustó satisfactoriamente uno de los modelos y el personalizado fue el propuesto luego del análisis de la serie. Como se observa el error de pronóstico promedio menor lo presenta el personalizado con un valor medio de 3,12%, lo cual sugiere que éste sería el más apto para efectos de análisis de corto plazo.

Cuadro 2
Costa Rica: Valor de los billetes en circulación
Modelos ARIMA Automático y Personalizado
Principales estadísticos

Modelo	χ^2	Error de Pronóstico (Error Estandar)			
		t-3	t-2	t-1	Promedio*
Automático (0,1,1)(0,1,1)	98,97%	2,59	3,77	3,88	3,41
Personalizado (0,1,1)(1,1,0)	78,88%	3,10	2,85	3,41	3,12

* Promedio de los últimos 3 años.

Además, se aplicaron varias pruebas de significancia y de estabilidad de los coeficientes estacionales, de las cuales se desprende que la variable presenta una fuerte estacionalidad, alta en los meses de noviembre, diciembre, principalmente por el pago de aguinaldos y en enero como consecuencia del salario

escolar y en alguna medida del efecto rezagado de los aguinaldos. Por su parte, en los meses de agosto y setiembre se refleja una marcada estacionalidad hacia la baja, como resultado de que las empresas tratan de minimizar sus inventarios producto del cierre del período fiscal.

Cuadro 3
Costa Rica: Valor de los billetes en circulación
Resultados de las Pruebas de Significancia
y Estabilidad de la Estacionalidad *

Pruebas	Modelo			
	Automático		Personalizado	
	Coefficientes	Presencia	Coefficientes	Presencia
Fs - Test	42,86	Sí	42,86	Sí
Kruskal-Wallis	67,95	Sí	67,34	Sí
Fm - Test	1,34	Sí	1,96	No
Fc - Test	66,13	Sí	66,61	Sí

* Las pruebas Fs - Test y Kruskal - Wallis prueban la presencia de estacionalidad asumiendo estabilidad, Fm - Test comprueba la existencia de estacionalidad móvil y el Fs - Test es una prueba combinada de los anteriores para la presencia de estacionalidad identificable.

En este caso particular, se infiere que el patrón estacional es bastante estable en el período de análisis. A continuación se muestran las series de

índices estacionales producto de la aplicación de los modelos automático y personalizado, los cuales muestran resultados muy similares.

Cuadro 4
COSTA RICA: INDICES ESTACIONALES DE LA VARIABLE VALOR DE LOS BILLETES EN CIRCULACIÓN ← Modelo automático

MES/AÑO	1993	1994	1995	1996	1997	1998	PROMEDIO
Enero	102,40	102,60	102,90	103,30	103,70	104,00	103,20
Febrero	101,70	101,60	101,50	101,20	101,10	100,90	101,30
Marzo	100,90	100,90	100,80	100,70	100,50	100,30	100,70
Abril	98,30	98,30	98,30	98,30	98,30	98,20	98,30
Mayo	95,80	95,80	95,70	95,60	95,50	95,50	95,60
Junio	94,30	94,20	94,00	93,90	93,70	93,60	93,90
Julio	94,30	94,30	94,10	94,00	93,80	93,80	94,00
Agosto	91,80	91,80	91,70	91,70	91,60	91,60	91,70
Setiembre	91,40	91,40	91,40	91,40	91,50	91,50	91,40
Octubre	94,40	94,40	94,20	94,00	93,80	93,70	94,10
Noviembre	108,80	109,00	109,50	110,10	110,60	110,80	109,80
Diciembre	125,80	125,80	126,00	126,00	126,00	126,00	125,90

Cuadro 5
COSTA RICA: INDICES ESTACIONALES DE LA VARIABLE VALOR DE LOS BILLETES EN CIRCULACIÓN ← Modelo personalizado

MES/AÑO	1993	1994	1995	1996	1997	1998	PROMEDIO
Enero	102,10	102,60	103,30	104,20	105,10	105,80	103,90
Febrero	101,70	101,40	101,20	101,00	100,80	100,70	101,10
Marzo	101,20	101,30	101,20	101,00	100,70	100,50	101,00
Abril	99,00	98,90	98,80	98,70	98,60	98,60	98,80
Mayo	96,80	96,50	96,20	96,00	95,80	95,80	96,20
Junio	95,10	94,90	94,50	94,20	93,90	93,70	94,40
Julio	94,90	94,70	94,40	94,10	93,90	93,70	94,30
Agosto	92,30	92,10	91,90	91,70	91,70	91,70	91,90
Setiembre	90,80	91,00	91,10	91,20	91,30	91,30	91,10
Octubre	94,70	94,50	94,10	93,70	93,50	93,30	94,00
Noviembre	107,70	108,30	109,00	109,50	109,80	109,80	109,00
Diciembre	123,70	124,10	124,40	124,80	125,00	125,00	124,50

Por su parte, al utilizar ambos modelos, el análisis gráfico de las series original y desestacionalizada confirma también la estacionalidad alta (positiva) en

el mes de enero y último bimestre de cada año como se observa a continuación:

GRÁFICO 4: MEJOR MODELO AUTOMÁTICO
 COSTA RICA: VALOR DE LOS BILLETES EN CIRCULACIÓN
 SALDOS A FIN DE MES, EN MILLONES DE COLONES
 1993 - 1998

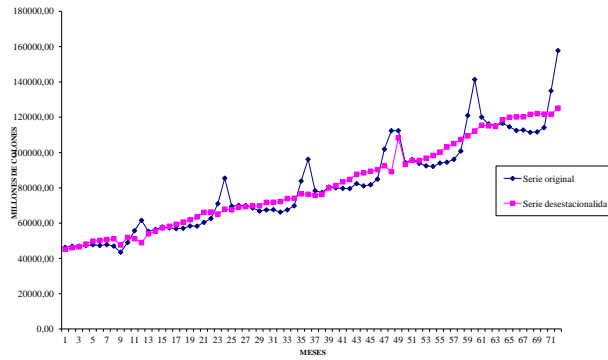
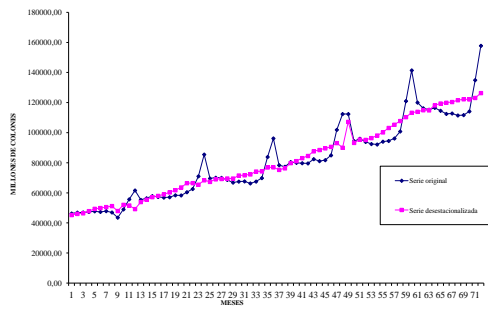


GRÁFICO 5: MODELO PERSONALIZADO
 COSTA RICA: VALOR DE LOS BILLETES EN CIRCULACIÓN
 SALDOS A FIN DE MES, EN MILLONES DE COLONES
 1993 - 1998



En resumen, la aplicación de esta técnica permitió encontrar evidencia estadística del patrón estacional que presenta la variable valor de los billetes en circulación y contar con un elemento adicional para efectos de pronóstico.

3.4. Estructura denominativa de los billetes en circulación

A partir de la fundación del Banco Central de Costa Rica⁷, la estructura denominativa de billetes ha estado compuesta por once cortes, a saber: dos, cinco, diez, veinte, cincuenta, cien, quinientos, mil, cinco mil, dos mil y diez mil colones, estas dos últimas se introdujeron a principios de noviembre de 1998. No obstante, las seis primeras no se volvieron a emitir en cuyo caso fueron sustituidas por monedas, debido al alto costo que representaba imprimir esas fórmulas. En el cuadro 6 se detalla la participación porcentual de las distintas denominaciones de billetes respecto al volumen total de fórmulas que circularon durante el período 1993-98.

Del arreglo tabular anterior se deduce que el volumen de fórmulas de mil colones ha experimentado una disminución paulatina, producto de la aparición en el sistema financiero de una denominación de más alto valor como es la correspondiente de cinco mil colones. En el caso de esta última denominación, se observa un uso muy marcado que ha venido incrementándose de un año a otro, especialmente a partir de 1995, hecho que se podría asociar al efecto inflacionario, al nivel de transacciones, a los gustos y preferencias de los agentes, entre otros factores.

En relación con el comportamiento que registró la fórmula de quinientos colones durante el período 1993-98, es importante destacar que éste se mantuvo estable, lo cual se puede atribuir entre otros factores a su poca aceptación por parte del público al aducir confusión con el de mil colones en lo referente al color y a la escasa utilización en los cajeros automáticos.

Aunado a lo anterior, la puesta en circulación de las nuevas monedas doradas, que incluyen las de ¢1, ¢5, ¢10, ¢25, ¢50 y ¢100, hace que la demanda por billetes de ¢500, ¢1000 y ¢5000 aumente por la comodidad de su manejo, con respecto a las monedas.

Por su parte, a finales del año 98 se amplió la estructura denominativa ya que fueron puestas en circulación las fórmulas de dos mil y diez mil colones, con el objeto de disminuir la presión ejercida sobre las denominaciones de mil y cinco mil colones, lo que conlleva a un menor deterioro y por ende a una mayor duración de las mismas.

Además, este cuadro muestra alguna evidencia de la rotación o uso de las diferentes denominaciones, sin embargo, para tener mayores argumentos sobre este aspecto, es necesario realizar una investigación adicional.

En los anexos 2, 3, 4 y 5 se presentan en forma mensual para el período 1993-98,⁸ la participación absoluta y porcentual de las diferentes denominaciones, así como el valor y volumen de los billetes en circulación.

3.5. Introducción de nuevas denominaciones de billetes

En aras de mantener un circulante acorde con el comportamiento de la economía y de fácil aplicación por parte del público, lo ideal es utilizar el mínimo número de billetes y monedas en cada transacción. En este sentido, los primeros estudios sobre estructuras denominativas eficientes, elaborados por algunas casas fabricantes, hacen referencia a un método que utiliza como base una sucesión ordenada de múltiplos de dos, como la siguiente: 1 2 4 8 16 32....., esto es, el valor de una nueva denominación de billetes debe tener un valor equivalente al doble del anterior. En símbolos esto se puede representar como: $X_t = X_{t-1} * 2$, donde X_t representa la nueva denominación que se debe introducir en el período "t" y corresponde al doble de la denominación predecesora.

⁷ Se fundó el 28 de enero de 1950, mediante Ley de la República 1130. Antes de su creación, el Banco Nacional de Costa Rica tenía la potestad de ser el único banco emisor.

⁸ Información disponible por denominación, a partir de 1993.

Cuadro 6
COSTA RICA: PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DE LAS DENOMINACIONES
RESPECTO AL VOLUMEN TOTAL DE BILLETES EN CIRCULACIÓN
PERÍODO 1993-98^a
-PROMEDIOS-

DENOMINACIÓN	1993	1994	1995	1996	1997	1998
¢ 10000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06
¢ 5000	8,03	8,63	10,89	12,53	14,31	16,49
¢ 2000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
¢ 1000	19,92	17,95	15,32	14,45	14,37	14,73
¢ 500	5,95	7,06	5,70	5,71	6,65	7,06
¢ 100	30,18	27,42	29,40	28,56	25,33	20,67
¢ 50	18,78	16,16	15,51	17,30	19,43	22,15
¢ 20	1,97	1,60	1,45	1,55	1,29	1,34
¢ 10	5,32	4,45	4,35	4,02	3,51	3,47
¢ 5	9,95	16,74	17,38	15,88	15,11	14,00
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

^a Única serie disponible por denominación.

Fuente: Departamento Emisión, Banco Central de Costa Rica.

Sin embargo, en la práctica esa sucesión era de difícil aplicación por cuanto se requeriría de una amplia gama de denominaciones para realizar las distintas transacciones que a diario se llevan a cabo en nuestra economía, razón por la cual, estudios posteriores de casas fabricantes de numerario recomiendan emplear al momento de la emisión de nuevas denominaciones, un medio práctico secuencial que se basa en la lógica del sistema decimal, esto es, un ordenamiento de ternas decimales (tres componentes), en este caso múltiplos de diez, partiendo de la base (1 2 5). Esta sucesión puede expresarse de la siguiente forma: (1 2 5) (10 20 50) (100 200 500).

Por tanto, en la economía deben emitirse primero billetes de mil y luego de cinco mil, y al presentarse devaluaciones fuertes e inflación severa, los requerimientos de numerario son atendidos con la puesta en circulación de billetes de diez mil y cincuenta mil, y así sucesivamente. Si las condiciones del país lo ameritan, se introducirían denominaciones intermedias entre dos existentes, como es el caso de una de dos mil, y otra de veinte mil, las cuales permitirán aminorar la presión ejercida sobre las otras existentes.

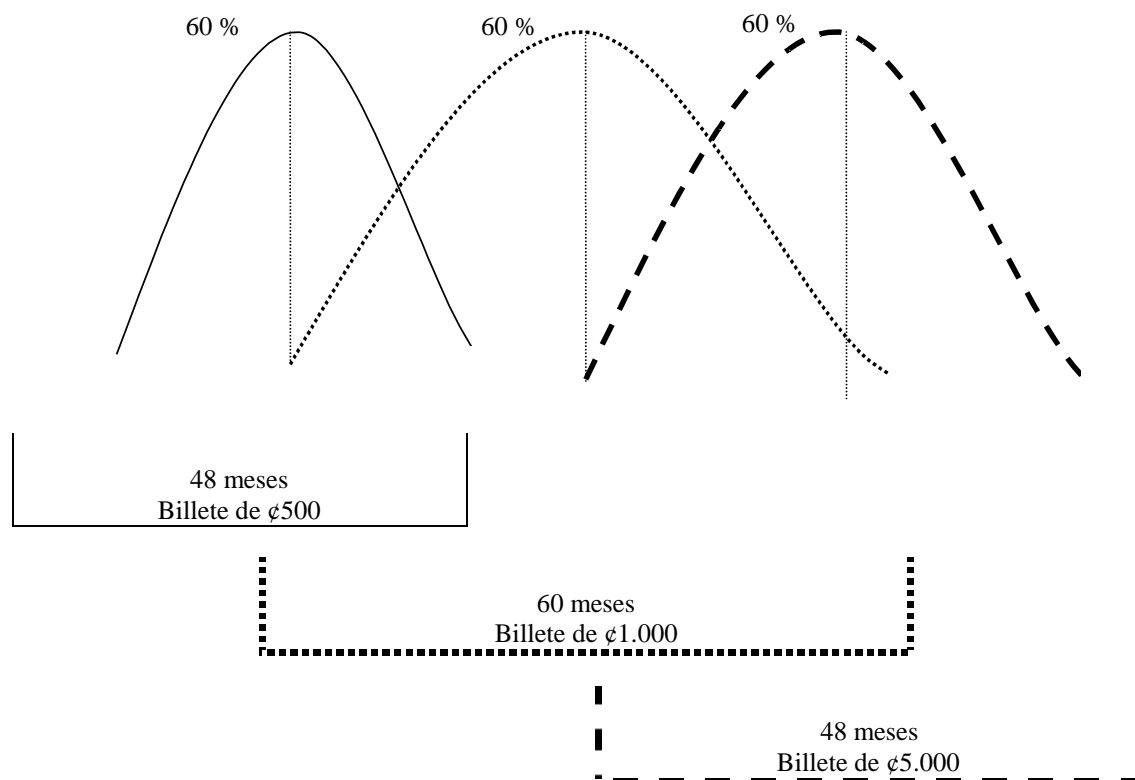
Además, algunas economías toman la decisión de cuándo debe introducirse una nueva denominación y

qué valor debe asignársele, basándose en el método expuesto anteriormente y del análisis del salario promedio diario⁹, esto por cuanto la experiencia de muchas de esas economías señalan que existe una relación de comportamiento constante entre los múltiplos y las fracciones de esa variable salarial con la estructura denominativa, a fin de obtener un circulante más eficiente. Concretamente, la introducción de una nueva fórmula de billete se realiza cuando el monto del salario promedio diario alcanza cinco veces su valor, en cuyo caso, el monto de la misma estará determinado por el orden secuencial comentado anteriormente.

Asimismo, las casas impresoras de fórmulas de billetes también recomiendan la puesta en circulación de una nueva denominación de alto valor, cuando el billete de denominación máxima actual, alcanza una participación de aproximadamente un 60% del valor total en circulación. Con el objeto de visualizar aún mejor esta situación, se incorpora un diagrama que ilustra el ciclo de vida de las denominaciones de quinientos, mil y cinco mil colones que se emiten actualmente, en la economía costarricense y en el cuadro se muestra la contribución porcentual de las distintas denominaciones de billetes en el valor total de fórmulas que circularon durante el período 1993-98:

⁹ Las empresas Thomas de la Rue y Westain Co. para este efecto, recomiendan un método denominado D Metric System.

DIAGRAMA 1
COSTA RICA: CICLO DE VIDA DE LOS BILLETES



Los métodos expuestos anteriormente, se han venido aplicando en forma gradual en Costa Rica, para tomar la decisión de cuándo es conveniente introducir una nueva denominación. Además, como se expuso en

secciones previas, el crecimiento de los precios así como aceleradas devaluaciones, son también otros factores que propician la introducción de una nueva denominación.

Cuadro 7
COSTA RICA: PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DE LAS DENOMINACIONES
RESPECTO AL VALOR TOTAL DE BILLETES EN CIRCULACIÓN
PERÍODO 1993-98^a
-PROMEDIOS-

DENOMINACIÓN	1993	1994	1995	1996	1997	1998
₡ 10000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60
₡ 5000	59,81	63,14	71,18	74,74	77,02	78,73
₡ 2000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08
₡ 1000	29,69	26,27	20,03	17,24	15,48	14,06
₡ 500	4,43	5,16	3,73	3,40	3,58	3,37
₡ 100	4,46	4,01	3,84	3,41	2,73	1,97
₡ 50	1,40	1,18	1,01	1,03	1,04	1,06
₡ 20	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03
₡ 10	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03
₡ 5	0,07	0,12	0,11	0,09	0,08	0,07
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

^a Única serie disponible por denominación.

Fuente: Departamento Emisión, Banco Central de Costa Rica.

Del cuadro 7 se desprende que las fórmulas de mil y cinco mil colones muestran una mayor participación dentro del total del circulante. Asimismo, la participación del billete de cinco mil colones representó en promedio el 70%, superando de esta forma uno de los parámetros utilizados por algunas casas fabricantes de billetes para la puesta en circulación de nuevas denominaciones de más alto valor, tal como se señaló anteriormente, criterio utilizado por el ente emisor para la introducción en la economía costarricense de las denominaciones de dos mil y de diez mil colones. A medida que disminuye el poder adquisitivo de éstos, se utilizan con más frecuencia y se gastan y estropean más rápidamente, debiendo ser remplazadas con mayor frecuencia.

Las situaciones anteriores que ponen en evidencia la necesidad de introducir nuevas denominaciones de billetes en el sistema financiero, se ven reforzadas con el ahorro del uso de fórmulas que se presenta en las distintas transacciones que se realizan en la economía. En el cuadro 8 se ilustra este comportamiento, al considerar volúmenes de transacciones de operaciones normales y otras consideradas al azar. Además, se representan tales montos mediante combinaciones óptimas de billetes de mil y cinco mil colones, así como también con las fórmulas de dos y diez mil colones.

Cuadro 8

COSTA RICA: COMBINACIÓN ÓPTIMA DE BILLETES DE ALTO VALOR
QUE JUSTIFICAN LA INTRODUCCIÓN DE NUEVAS DENOMINACIONES,
SEGÚN EL VOLUMEN DE TRANSACCIONES

Valor de transacciones	Combinaciones de billetes de:			Combinaciones de billetes de:				
	5.000	1.000	Total	10.000	5.000	1.000	2.000	Total
1.000	0	1	1	0	0	1	0	1
2.000	0	2	2	0	0	0	1	1
3.000	0	3	3	0	0	1	1	2
4.000	0	4	4	0	0	0	2	2
5.000	1	0	1	0	1	0	0	1
6.000	1	1	2	0	1	1	0	2
7.000	1	2	3	0	1	0	1	2
8.000	1	3	4	0	1	1	1	3
9.000	1	4	5	0	1	0	2	3
10.000	2	0	2	1	0	0	0	1
11.000	2	1	3	1	0	1	0	2
16.000	3	1	4	1	1	1	0	3
23.000	4	3	7	2	0	1	1	4
29.000	5	4	9	2	1	0	2	5
44.000	8	4	12	4	0	0	2	6
55.000	11	0	11	5	1	0	0	6
61.000	12	1	13	6	0	1	0	7
74.000	14	1	15	7	0	0	2	9
99.000	19	4	23	9	1	0	2	12
TOTAL GENERAL			124					72
AHORRO PORCENTUAL CON NUEVAS FÓRMULAS								0,42

Fuente: Departamento de Emisión, Banco Central de Costa Rica.

Del arreglo anterior se concluye que el número total de billetes que se utilizaría en varias transacciones con diferentes combinaciones de billetes de ¢1000 y ¢5000 es de 124, mientras que si se incluyen las denominaciones de ¢2000 y ¢10000, se utilizarían 72 fórmulas, lo cual representa una reducción de un 42%.

Desde el punto de vista de costos, también se observa una reducción sustancial en dólares, por ejemplo las últimas compras por 60 millones de fórmulas de mil y cinco mil colones, alcanzaron conjuntamente un valor de \$2.017.600. No obstante, con la introducción de las nuevas denominaciones de ¢2000 y ¢10000, esa misma demanda se atiende con 35,0 millones de

fórmulas, lo cual representaría un ahorro aproximado de \$847.392.

Como complemento a lo anterior, se tiene que el Departamento de Emisión en su oportunidad, realizó una encuesta entre los treinta bancos comerciales del país, a fin de evaluar la aceptación que tendrían esas nuevas denominaciones. La mayoría de los funcionarios de estos entes opinaron que sería muy importante emitir esas nuevas denominaciones de

billetes pues se ahorrarían espacio, costos de manejo y traslado, tiempo de clasificación, conteo y atención al público, y principalmente porque responden más eficientemente a los niveles de transacción.

Como aspecto complementario a este análisis, el cuadro 9 muestra las fechas en que fueron puestas a circular por primera vez, las diferentes denominaciones de billetes que se emiten en la actualidad.

Cuadro 9

COSTA RICA: EMISIÓN DE FÓRMULAS DE BILLETES
POR DENOMINACIÓN, SERIE Y FECHA DE CIRCULACIÓN

Denominación	Serie	Fecha
¢10.000,00	A	30/11/98
¢5.000,00	A	15/11/91
	B	10/02/97
¢2.000,00	A	30/11/98
¢1.000,00	A	07/07/52
	B	10/12/75
	C	27/11/86
	D	15/12/97
¢500,00	A	01/11/51
	B	22/06/79
	C	16/02/87
	D	28/02/96

Nota: Los billetes de ¢100, ¢50, ¢20, ¢10, y ¢5, se excluyeron por cuanto no se volvieron a emitir, ya que fueron sustituidos por monedas.

Fuente: Departamento de Emisión, Banco Central de Costa Rica.

3.6. Proceso administrativo de compra de billetes

Como se expresó en las secciones previas, tradicionalmente las compras de billetes que realiza cada año el Banco Central responden principalmente a la necesidad de reemplazar aquellas fórmulas que, por su estado deplorable son retiradas de circulación, o en su defecto, para satisfacer los aumentos de demanda como consecuencia del crecimiento de la población, inflación y demás factores que inciden directamente sobre la misma.

Una vez definida la cantidad de fórmulas de billetes que es necesaria emitir para satisfacer la demanda por numerario que enfrentará el banco, tal y como se comentó en el punto anterior, se prepara una solicitud a la Dirección del Departamento de Emisión, para la impresión o acuñación del numerario requerido, la

cual deber ser elevada a conocimiento de la Junta Directiva para su respectiva aprobación, por medio de la Dirección de la División Financiera.

Posteriormente, se elabora un cartel de compra que incluye entre otros aspectos la denominación del billete (o moneda), cantidad a emitir, el diseño, plazos límites para obtener las muestras y posteriormente la remesa, características de seguridad, el tipo y requisitos del papel a utilizar, forma de pago, condiciones del embarque, características del empaque, fletes y seguros, garantías de cumplimiento y demás aspectos legales, y algunos otros aspectos que se consideren pertinente publicar. Se invita a las casas fabricantes a retirar dicha consulta, por medio del Departamento de Proveeduría del banco.

Una vez recibidas las cotizaciones, se abren en presencia de los miembros de una comisión creada para tal fin, así como de los representantes de las diferentes empresas participantes. Se leen con detenimiento cada una de ellas en razón de poder determinar el cumplimiento de lo solicitado, descartando aquellas que incumplan con alguno de los requerimientos establecidos en la citada consulta.

Por otra parte, se procede a estudiar y analizar detenidamente cada una de las ofertas, con el objeto de seleccionar aquella que ofrezca las mejores condiciones del mercado y por ende los mayores beneficios para los intereses del banco. En este caso, los principales determinantes son precio y plazos de entrega, sin embargo, es muy importante evaluar las seguridades que se incorporarán en el billete, dado que las mismas están en función directa del monto de la denominación, entre más alto sea su valor mayores seguridades requerirá. Cuando se trata de monedas, es importante evaluar la participación de los distintos metales que las conforman.

A su vez, se elabora un resumen ejecutivo que contiene un análisis de los principales aspectos técnicos y demás condiciones ofrecidas por cada casa impresora y/o acuñadora de billetes y monedas, según corresponda, clasificadas de acuerdo con el criterio de discriminación utilizado para este efecto, así como la respectiva recomendación de adjudicar la fabricación a una empresa en particular. Acto seguido se convoca a la Comisión Adjudicadora, constituida por los directores de los departamentos de Emisión, Proveeduría y de Presupuesto, para su resolución final.

Finalmente, se hace del conocimiento a la empresa seleccionada los resultados del citado estudio y la necesidad de proceder a formalizar legalmente la respectiva compra de numerario mediante la firma de un contrato entre ésta y el Banco Central de Costa Rica. Además, se coordinan aspectos propios de la operación, tales como: envío de muestras; número, tamaño y fecha de arribo al país; puerto de embarque; y traslado hasta las bóvedas del Banco Central. El cuadro 10 ilustra en forma cronológica las distintas etapas por las cuales atraviesa la compra de billetes y monedas de curso legal durante un tiempo aproximado de doce meses. En el caso de nuevas denominaciones ha introducir en el sistema financiero nacional, el plazo se extiende en seis meses más, producto de la elaboración del diseño gráfico de la respectiva fórmula y su aprobación por parte de la Junta Directiva del Banco.

IV. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ESTIMAR EL TAMAÑO DE UN PEDIDO DE BILLETES PARA COSTA RICA Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Modelización econométrica de la demanda por billetes

Como se expresó en secciones previas, el volumen de compra de billetes está en función de dos factores básicos:

⇒ *Aumentos por demanda*

⇒ *Reposición de fórmulas que deben ser retiradas de circulación por su alto grado de deterioro.*

CUADRO 10
 COSTA RICA : PROCESO DE COMPRA DE BILLETES
 VIGENTE AL 4 DE NOVIEMBRE DE 1998, PARA LAS DENOMINACIONES DE CURSO LEGAL¹

ACTIVIDAD	MESES												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Darfeimación teórica de monedas (estudio teórico)	■												
Solicitud a la Dirección del Departamento de Emisión		■											
Solicitud Dirección a la División Financiera			■										
Solicitud a Junta Directiva y Aprobación				■									
Preparación de Cuadros de Precios (Aspectos Técnicos) ²					■								
Invitación Casas Fabricantes y envío de documentación						■							
Recibo Ofertas de las Casas Fabricantes							■						
Estudio de las ofertas y selección por parte del Departamento de Emisión								■					
Aprobación por parte de la Comisión de Adjudicación ³									■				
Comunicación, recibo, revisión y envío Cuadros de Cumplimiento										■			
Elaboración y Firma del Contrato entre la Casa Fabricante y el Banco Central											■		
Muestras recibidas de la Casa Fabricante para su aprobación												■	
Aprobación de las Muestras													■
Solicitud de Orden de Compra del respectivo (Proveeduría)													■
Envío del ordenario													■

Notas:
¹ En el caso de ser una denominación nueva el plazo se entiende a seis meses más.
² La parte administrativa de la consulta es preparada por el Departamento de Proveeduría.
³ La Comisión adjudicataria está conformada por el Director del Departamento de Emisión y el Director del Departamento de Proveeduría.

Fuente: Departamento de Emisión, Banco Central de Costa Rica.

Por tanto, en este apartado se exponen los resultados de la estimación de la demanda anual por billetes, en la sección 4.2, se analizan algunas mejoras introducidas al procedimiento utilizado actualmente por el Banco Central, para estimar la reposición de billetes, en la 4.3 se presenta la propuesta para estimar las compras de billetes. La sección 4.4 contiene el ejercicio de simulación correspondiente a la compra de billetes de ₡1000 para el año 1997. Finalmente, en la 4.5 se mencionan una serie de factores que podrían afectar la demanda por circulante como las innovaciones financieras, cambio de milenio, impacto de una posible dolarización en el mediano o largo plazo, cosecha de café, el tiempo medio de deterioro de las fórmulas de billetes y gustos y preferencias de los agentes económicos por determinadas denominaciones.

Para efectos de la etapa de modelización, se procedió a identificar posibles variables que aproximen los factores que se consideran relevantes para explicar la evolución del valor de los billetes en circulación, como variable que aproxima la demanda de billetes, entre las que destacan la tasa de inflación, actividad económica y tasa de interés básica, variables que los estudios teóricos sobre demanda de dinero han considerado relevantes. Además, se evaluaron aspectos demográficos como población total, población ocupada y población económicamente activa.

Como siguiente punto, se realizó un diagnóstico de la información histórica para aquellas variables de las

cuales se tiene disponible cifras, en algunos casos se detectaron inconsistencias, valores extremos, etc., y se les hizo la respectiva investigación y ajustes requeridos.

Además, se determinó que el análisis de regresión es aplicable principalmente al incremento en las necesidades de dinero por aumento en su demanda, no así en lo que a reposición se refiere, pues esto obedece más a la vida útil de la moneda o billete.

Para estimar las especificaciones se utilizó el análisis de regresión lineal clásico. El método estima los parámetros de la función utilizando el algoritmo de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), en el cual los parámetros resultan al minimizar la suma de las desviaciones cuadráticas entre los valores observados y los estimados de la variable dependiente.

En virtud de que el tamaño muestral de corte anual para la serie correspondiente al valor de los billetes es relativamente pequeña (n=13), se tomó la decisión de trabajar en esta primera etapa de la modelización con la variable emisión monetaria total, esto es billetes y monedas, disponible en el Departamento Monetario a partir de 1976. En este sentido es importante señalar que a pesar de que estadísticamente se sugiere contar con series de tiempo bastante extensa, se trabajó con cifras del período 1976-1998 (n = 23).

Las variables utilizadas son las siguientes:

Variable dependiente: Emisión monetaria en términos nominales (VBCN), que corresponde al promedio de los saldos a fin de mes, como "proxi" de la demanda o consumo de billetes.

Variables independientes:

Producto Interno Bruto (PIB, en términos nominales): Variable que captura el efecto del volumen de actividad económica o de las transacciones, fundamental en la determinación de cualquier demanda de dinero. Conforme aumenta el nivel de transacciones, se requiere de una mayor cantidad de dinero, por lo tanto se espera que ante cambios en esta variable, la demanda varíe en forma positiva.

Tasa de interés básica (TB): se seleccionó la tasa de interés básica pasiva nominal promedio (TB), a fin de aproximar el costo de oportunidad que significa el poseer dinero en efectivo, pues la conveniencia de mantener dinero en efectivo se podría compensar con los ingresos de poseer otros activos financieros. Teóricamente se espera que esta variable muestre una relación inversa con respecto a la variable dependiente.

Indice de precios al consumidor (IPC), base 1995: éste permite capturar la influencia de las variaciones en el nivel de precios sobre la demanda de dinero. Sus variaciones anuales (Δ IPC) constituyen un indicador de la tasa de inflación esperada (π), bajo el supuesto que en el futuro se van a mantener las condiciones actuales de la economía. Se espera que el coeficiente de esta variable presente signo positivo.

Además, se probaron algunas variables demográficas que inciden positivamente en el nivel de demanda, entre ellas población total, fuerza de trabajo y población ocupada. Al respecto es importante señalar que el PIB en alguna medida incluye el efecto de la variación de estas variables:

Población (PT): Corresponde a la población total de Costa Rica al 31 de julio de cada año.

Población Económicamente Activa (PEA): Incluye la población mayor de 12 años, ocupada y desocupada, al 31 de julio de cada año. Es sinónimo de fuerza de trabajo.

Población ocupada (PO): Corresponde a las personas que trabajaron por lo menos una hora en la semana de referencia de la Encuesta de Hogares. de Propósitos Múltiples que realiza la Dirección General de Estadística y Censos.

Dummy o ficticia (Du): Esta variable se probó con el propósito de estimar el efecto de la apertura de la cuenta capital del año 1992, al igual que se hizo en el trabajo de "Demanda trimestral por emisión monetaria: estimación mediante tres técnicas, citado en la sección 3.3.

En una primera etapa, se hizo un análisis de los coeficientes de correlación para el período t y $t-1$, entre la variable dependiente y cada una de las posibles independientes, resultados que se presentan en el cuadro 11:

Cuadro 11
COEFICIENTES DE CORRELACIÓN SIMPLE

Variables	Emisión Monetaria
PIB nominal	0,999
IPC niveles	0,994
Tasa interés	0,406
Población total	0,910
Población Ocup	0,917
PEA o Fuerza de trabajo	0,922
PIB Per ₁	0,999
PIB Per ₂	0,996

Variables	Emisión Monetaria
PIB nominal (-1)	0,999
IPC niveles (-1)	0,997
Tasa interés (-1)	0,502
Población total (-1)	0,918
Población Ocup (-1)	0,911
PEA (-1)	0,916
PIB Per ₁ (-1)	0,999
PIB Per ₂ (-1)	0,998

PIB Per₁ Corresponde a la relación PIB/POBLACIÓN TOTAL

PIB Per₂ Corresponde a la relación PIB/POBLACIÓN OCUPADA

Luego se realizaron diversos ajustes con diferentes variables (a lo sumo tres en cada caso), expresadas en cifras originales nominales, con transformación logarítmica, con rezagos, entre otros. Se observó que los modelos con transformación logarítmica indicaron que los ajustes de regresión proporcionan estadísticos más robustos.

Se seleccionaron dos modelos linealizados, ambos expresados en logaritmos, los cuales presentaron un ajuste de regresión satisfactorio; los regresores

mostraron los signos esperados y resultaron altamente significativos, caso contrario cuando se hicieron ajustes con series originales. Por su parte, a tasa básica y la dummy no fueron significativas.

En el modelo No.1, la variable valor de los billetes en circulación está explicado por el PIB nominal desfasado un período, la tasa de inflación esperada y la población ocupada y el modelo No.2 está en función del PIB desfasado un período y la tasa de inflación:

$$\text{Modelo No.1: } \text{LnDEMANOM} = A + \alpha * \text{Ln PIB}_{T-1} + \beta * \text{LnIPC} + \phi * \text{LnPOBOCU} + \varepsilon$$

$$\text{Modelo No.2: } \text{LnDEMANOM} = A + \alpha * \text{Ln PIB}_{T-1} + \beta * \text{LnIPC} + \varepsilon$$

A continuación se presentan las dos especificaciones, con los principales estadísticos obtenidos con el uso del paquete econométrico E-VIEWS y en los anexos 6 y 7 se presentan los principales aspectos teóricos

que respaldan estas funciones y la información de las variables macroeconómicas y demográficas utilizadas, respectivamente:

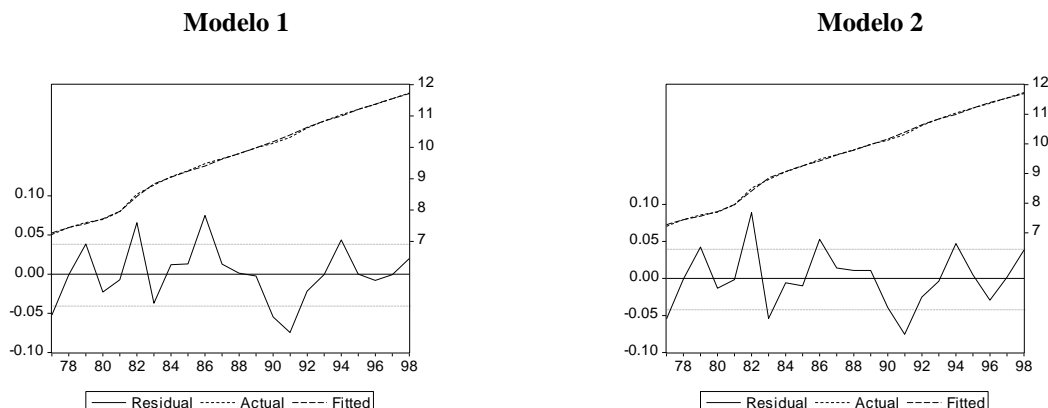
Cuadro 12
COSTA RICA: ESTIMACIÓN ANUAL DE UNA FUNCIÓN DE DEMANDA
DE BILLETES PRINCIPALES ESTADÍSTICOS
PERIODO 1976 - 1998

ESTADÍSTICOS	MODELOS	
	No. 1	No. 2
A) Valores de los parámetros		
Constante	-5,02 (-1,30)	0,85 (1,76)
Coeficiente del LnIPC	0,47 (6,44)	0,42 (6,16)
Coeficiente del LnPIB(-1)	0,49 (5,41)	0,59 (10,37)
Coeficiente LnPopocup.	0,51 (1,54)	-
B) Indicadores de la bondad del ajuste		
R ² aj. y est.	0,99	0,99
C) Indicadores Autocorrelación		
Durbin-Watson	1,6	1,9
Test LM	0,64	1,14
D) Indicadores de Heterocedasticidad		
Arch	2,71	2,31
White	4,39	11,36
E) Indicadores de Multicolinealidad		
COVA	Si	No
F) Indicadores de Especificación		
Reset-Ramsey	0,14	0,003
G) Indicadores de Estabilidad de Coeficientes		
CUSUM	Si	Si
CUSUM Cuadrado	Si	Si

En cuanto al análisis de los residuos, se observa un comportamiento aleatorio, uno de los supuestos básicos del análisis de regresión, únicamente en los años 1982 y 1991, se notan algunos residuos importantes fuera de la banda, asociados con la crisis

económica de principios de la década de los ochenta y 1991 que se podría explicar al proceso de entradas de capital.

GRÁFICO 6
COSTA RICA: DEMANDA DE BILLETES
CIFRAS OBSERVADAS, ESTIMADAS Y RESIDUOS
PERIODO 1977-98



Los coeficientes, que se refieren a las respectivas elasticidades del valor de los billetes en circulación con respecto a cada uno de los regresores, muestran que los valores del estadístico "t" de Student, son prácticamente significativos, excepto en la constante del modelo 1, la cual normalmente no tiene interpretación económica.

El valor del coeficiente de determinación (R^2 ajustado) es bastante alto, lo cual indica que la mayor parte de la demanda se explica por el aporte de las variables PIB desfasada, tasa de inflación y población ocupada.

Mediante el análisis de la matriz de variancias y covariancias se detectaron problemas de multicolinealidad, lo cual puede aumentar el valor del R^2 ajustado. EL Durbin-Watson y el indicador de Lagrange demostraron prácticamente la no existencia de autocorrelación en el caso del modelo 2, mientras que en el 1 sí existe pero en forma moderada.

La prueba Arch que detecta heterocedasticidad, señaló que no hay suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula de homocedasticidad. Por último, la prueba de Ramsey es un indicador que muestra que las ecuaciones están bien especificadas.

Por su parte, los indicadores de estabilidad de los coeficientes señalan que prácticamente todos los ajustes, los estadísticos Cusum y principalmente el Cusum Cuadrado, y los residuos recursivos se mantienen dentro de una banda de valores críticos al

5% de significancia, con lo cual se concluye que existe estabilidad en las especificaciones.

Para efectos de analizar la capacidad de pronóstico de un modelo econométrico tradicional, se evalúan los estadísticos que brinda el diagnóstico econométrico amplio, en particular la especificación del modelo, la significancia de los parámetros de regresión, así como la presencia de los supuestos básicos sobre autocorrelación y heterocedasticidad.

Además, la capacidad de pronóstico de los modelos se analiza por medio de varios estadísticos. En primer lugar se calculó el error de predicción dentro de la muestra, esto es, el error cuadrático medio (ECM). Al compararlos, se observó que el error de pronóstico para toda la muestra es de 3,6% para el modelo 1 y para el 2 es de 3,8%. Por su parte el error medio de estimación (EMS), el cual se considera también un buen indicador para evaluar la capacidad predictiva entre diferentes modelos de regresión, resultó ser de 2,6% y 2,8 %, respectivamente, de donde se deduce que el mejor modelo para efectos de pronóstico es el 1. Además, se obtuvo el Coeficiente de Desigualdad de Theil, el cual constituye otro indicador que permite comparar la capacidad de pronóstico entre dos o más modelos¹⁰(cuadro 13).

¹⁰ El modelo que muestre un coeficiente de Theil más cercano a cero, es mejor para efectos de pronóstico.

Cuadro 13
ERROR DE PRONÓSTICO SEGÚN ESPECIFICACIONES ANUALES MÁS ROBUSTAS

Modelo	ERROR DE PRONÓSTICO DENTRO DE LA MUESTRA		Coeficiente de Theil
	ECM	EMS	
No.1	3,56	2,56	0,0018
No.2	3,78	2,84	0,0019

Además, se procedió a calcular los desvíos porcentuales individuales entre cada valor observado y el ajustado y un promedio para el período, de donde

se observa que los dos modelos tienden a subestimar ligeramente el valor observado; los resultados se presentan en el cuadro 14:

Cuadro 14
COSTA RICA: VALOR TOTAL DE LOS BILLETES EN CIRCULACIÓN
COMPARACION CIFRAS OBSERVADAS Y ESTIMADAS
SEGUN MODELOS SELECCIONADOS

AÑO	VALOR OBSERVADO Y	MODELO N° 1		MODELO N° 2	
		VALOR PRONOSTICADO Y^	1/ DESVIACION PORCENTUAL	VALOR PRONOSTICADO Y^	1/ DESVIACION PORCENTUAL
1977	1364,92	1441,39	-0,06	1438,13	-0,05
1978	1704,52	1705,75	0,00	1705,90	0,00
1979	2003,52	1920,27	0,04	1928,10	0,04
1980	2204,02	2233,22	-0,01	2254,67	-0,02
1981	2834,24	2838,92	0,00	2854,55	-0,01
1982	4925,69	4506,47	0,09	4612,43	0,06
1983	6612,06	6977,88	-0,06	6861,70	-0,04
1984	8606,04	8655,84	-0,01	8503,13	0,01
1985	10434,89	10538,81	-0,01	10300,32	0,01
1986	13071,90	12399,23	0,05	12129,19	0,07
1987	15304,01	15089,58	0,01	15108,46	0,01
1988	17990,52	17794,95	0,01	17967,68	0,00
1989	21691,38	21457,30	0,01	21741,32	0,00
1990	24961,75	25964,88	-0,04	26365,19	-0,06
1991	30263,57	32630,41	-0,08	32601,06	-0,08
1992	40765,85	41806,20	-0,03	41651,81	-0,02
1993	50960,19	51149,09	0,00	50980,58	0,00
1994	62411,20	59539,78	0,05	59742,56	0,04
1995	73585,26	73210,93	0,01	73570,54	0,00
1996	86525,98	89098,70	-0,03	87212,24	-0,01
1997	103548,98	103362,76	0,00	103621,49	0,00
1998	124592,04	119898,40	0,04	122137,17	0,02
DESIVIO PROMEDIO			-0,0007		-0,0006
ERROR CUADRATICO MEDIO			0,07%		0,07%

$$1/ \varepsilon = (Y - Y^{\wedge}) / Y$$

4.2. Mejoras en las estimaciones de los de billetes a reemplazar

Esta sección tiene como propósito presentar algunos aspectos que contribuyen a mejorar las estimaciones de reemplazo de billetes que realiza actualmente el Departamento de Emisión. Con este propósito, se procedió a determinar la vida útil de las distintas denominaciones de billetes que se emiten actualmente¹¹, al asociar las fechas de legalización con las de incineración, partiendo del principio PEPS analizado en la sección 2.3, dado que este último proceso contempla únicamente el valor de la denominación como medio de reconocimiento. En el cuadro 15 se presentan dichos resultados.

Como complemento a lo anterior, se consideró conveniente estimar la vida útil de cada uno de los billetes que conforman las distintas denominaciones, mediante la aplicación del método de muestreo por cuota. Con este propósito y aprovechando que se estaba ejecutando el proceso previo de incineración de las fórmulas de cinco mil colones, el cual consiste en comprobar el tipo de denominación y cantidades de billetes a incinerar, se seleccionó una muestra aleatoria de 131 billetes¹², conformada por 97 y 34 fórmulas de las series A y B, respectivamente, llegándose a la misma conclusión obtenida mediante la metodología precedente para la primera serie. Con respecto a la serie B, es importante señalar que debido a problemas en su impresión, gran parte de las fórmulas tuvieron que ser retiradas de circulación en un plazo mucho menor al previsto originalmente, de ahí las conclusiones obtenidas mediante dicho muestreo. Sin embargo, este método debe ser mejorado considerando la fecha efectiva de circulación de las distintas denominaciones y no la

correspondiente a la de legalización, por cuanto éstas no necesariamente son puestas a circular de manera inmediata. Los resultados de este procedimiento se resumen en el anexo 8.

Finalmente, con el objeto de evaluar el efecto de sustitución de billetes, se utiliza una medida denominada *tasa de reemplazo* que representa el porcentaje de fórmulas en circulación que deberán ser sustituidas durante un año dado, la cual se puede calcular mediante la aplicación de dos formas, a saber: a) utiliza como base de cálculo el inverso de la vida útil del billete, por ejemplo, una tasa de reemplazo del 25% equivale a un promedio de vida útil de un billete de cuarenta y ocho meses y, b) consiste en relacionar el volumen de las fórmulas incineradas de un determinado período con el volumen total en circulación del año inmediato anterior, para lo cual se aplica la siguiente fórmula:

$$TRB_i = FIA_i / VCAA_i$$

En donde:

TRB_i = Tasa reemplazo por denominación (*i*)

FIA_i = Total fórmulas incineradas durante el período *t* para la denominación de billetes *i*

VCAA_i = Volumen de fórmulas en circulación al final del período *t-1* correspondiente a la denominación de billetes *i*

Luego se multiplica cada tasa de reemplazo, por el número de fórmulas en circulación de la respectiva denominación, del período *t* y se obtiene el volumen de billetes que deben ser sustituidos en ese período.

¹¹ Se consideran únicamente las denominaciones de quinientos, mil y cinco mil colones, con excepción de las de dos mil y diez mil colones de reciente introducción.

¹² Es importante aclarar que para efectos de esta primera etapa y dada la homogeneidad de esta unidad de estudio (billetes), no se aplicó la técnica de muestreo probabilístico con la rigurosidad que se requiere, en su lugar se empleó el muestreo por cuota enfatizando en el juicio de expertos. Al respecto, en la sección de comentarios finales, se recomienda implementar y dar seguimiento a información relevante que permita hacer inferencias con mayor grado de confianza y aplicar el muestreo probabilístico para estimar la vida útil de los billetes.

Cuadro 15
COSTA RICA: VIDA ÚTIL PROMEDIO DE LOS BILLETES
DE 500, 1000 Y 5000 COLONES

Denominación	Vida útil en Meses
¢ 500	48
¢1.000	60*
¢5.000	48

*Experimentó una vida útil mayor a las de las otras dos denominaciones por cuanto tuvo que mantenerse en circulación, a pesar de su estado de deterioro, al no existir en bóvedas el volumen suficiente de billetes para su reemplazo.

Fuente: Departamento Emisión, Banco Central de Costa Rica.

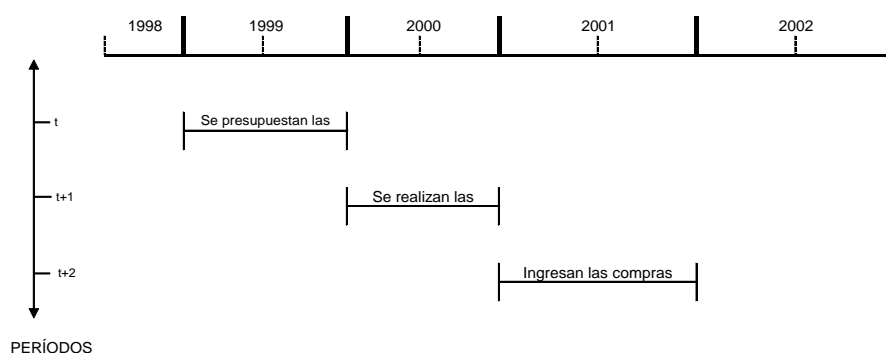
4.3. Estimación del tamaño de un pedido de billetes

Con el propósito de responder al objetivo planteado en esta investigación, específicamente estimar los pedidos o compras de billetes para la economía costarricense, se requiere como primera medida proyectar la variación en la demanda de billetes, partiendo de la especificación econométrica anual seleccionada en la sección 4.1 y los supuestos de los agregados macroeconómicos (variables explicativas de la función). En segundo término, estimar el volumen de billetes que deben ser retirados de circulación por el mal estado en que se encuentran mediante las respectivas tasas de reemplazo. Ambos

constituyen los componentes básicos que determinan el tamaño de un pedido de billetes.

Es importante señalar que para efectos de estimar la demanda de billetes, se deben considerar dos aspectos: a) el proceso de compra de una determinada denominación de billetes tiene una duración media de un año, tal y como se analizó en el capítulo respectivo y b) la preparación del presupuesto ordinario se realiza con seis meses de anticipación como mínimo, entonces para efectos prácticos la demanda de billetes debe estimarse con dos períodos de adelanto. En el siguiente diagrama se analiza en detalle esta situación:

COSTA RICA: CRONOLOGIA DE LA ESTIMACIÓN DE LAS COMPRAS DE BILLETES¹



¹ Para tales efectos se considera el periodo de elaboración presupuestado, el proceso de compra y el ingreso efectivo de la compra.

Por ejemplo, en el año 1999 se procede a incluir en el Presupuesto Ordinario del Banco, las compras a realizar durante el 2000, a fin de satisfacer los requerimientos de fórmulas de billetes del año 2001, estimados de conformidad con la metodología propuesta.

Una vez estimada la demanda total de billetes, tomando en cuenta los elementos anteriores, el siguiente paso consiste en distribuir este dato global por denominación, a fin de cuantificar por valor y volumen los requerimientos de cada una de esas denominaciones. Para ello se propone utilizar la

participación porcentual de cada denominación dentro del total de billetes correspondiente al último período observado o un promedio de los últimos dos años. Sobre este aspecto en particular, se debe actualizar el trabajo preparado por Thomas de la Rue, o bien, realizar un estudio adicional que permita evaluar si la estructura actual satisface las necesidades de los agentes económicos, es decir, determinar si esa estructura es la óptima.

Finalmente, para estimar la cantidad de fórmulas de billetes por tipo de denominación que es necesario comprar, se propone la siguiente fórmula:

$$COMPRAS_{t+1} = \Delta D_{t+1} + RB_t - E_t - R_t$$

En donde:

ΔD_{t+1} =	Incremento por demanda, la cual se obtiene a partir de la aplicación del modelo econométrico.
RB_t =	Total de billetes en mal estado; se obtienen mediante la aplicación de la tasa de reemplazo por denominación.
E_t =	Existencias de billetes en bóvedas. ¹³
R_t =	Reserva de billetes ¹²

Se entiende por *Existencias de billetes* a la disponibilidad de fórmulas en condiciones aptas para circular (nuevas y usadas), que mantiene el Banco Central en sus bóvedas, para efecto de atender las operaciones normales que desarrollan los diferentes agentes financieros y, en cumplimiento con las disposiciones establecidas por el ente emisor en materia de encaje legal. En los anexos 9, 10 y 11 se presenta esta información.

Por su parte, la *Reserva* está constituida principalmente por aquellas fórmulas que se encuentran sin legalizar, así como también por los nuevos legalizados, con el objeto de poder hacerle frente a un comportamiento atípico de la demanda. Sobre el particular, es importante destacar que en el eventual caso de que no exista un monto adecuado de reserva durante un período determinado, se debe

prever esta situación mediante la incorporación de dicho concepto en forma positiva en la especificación anterior. Es importante señalar que, tradicionalmente la estimación de la demanda ha considerado como factor de ajuste la variación en el nivel de precios capturado mediante el Índice de Precios al Consumidor. No obstante, con el modelo propuesto para proyectar la demanda de billetes se incorporan además de ésta, el Producto Interno Bruto, y la población ocupada. De la misma manera, con el objeto de robustecer aún más el modelo econométrico se pretende en etapas posteriores, capturar el efecto de otros factores como las innovaciones financieras y gustos y preferencias de los consumidores por denominaciones.

4.4. Ejercicio de simulación: compra de billetes de mil colones para el año 1997

El propósito de esta sección es aplicar la propuesta metodológica desarrollada anteriormente, para pronosticar un pedido de billetes de mil colones del año 1997, la cual tiene la característica de considerar el incremento en la demanda, la necesidad de reponer fórmulas deterioradas y de mantener una reserva para contingencias, lográndose de esta forma, satisfacer las necesidades de los agentes económicos y mejorar la calidad de los billetes en circulación. anterior

Para la determinación de la demanda de numerario, la metodología indicada hace uso del modelo No.1, ya que muestra un menor error de pronóstico. Ésta especificación contiene como variables explicativas

¹³ No incluye billetes deteriorados sin clasificar. Información que suministra el Departamento de Emisión del Banco Central de Costa Rica.

el Producto Interno Bruto con un período de desfase, la tasa de inflación y la población ocupada.

Por su parte, las compras de billetes por denominación (C_{t+1}) contempla, además del cambio en la demanda de numerario del período "t+1" (ΔD_{t+1}), la reposición de billetes para el período "t" (RB_t), resultante de multiplicar el volumen de fórmulas en circulación ($CIRC_t$) por la tasa de reemplazo de billetes (TRB_t), ambos conceptos para el período "t". Esta última medición corresponde a la suma de los billetes incinerados, por incinerar y deteriorados sin clasificar, dividido por el monto en circulación del período "t-1".

Otro de los componentes utilizados para el cálculo de las compras, se refiere a las existencias de billetes en bóvedas para el período "t" (E_t), constituidas únicamente por fórmulas legalizadas (nuevas y usadas). Como último elemento está la reserva de billetes (R_t), conformada por fórmulas nuevas legalizadas y sin legalizar. Al respecto, el Departamento de Emisión, lleva el registro de las cifras correspondientes a estas dos variables.

En resumen, la ecuación para las compras de billetes se expresa de la siguiente forma:

$$C_{t+1} = \Delta D_{t+1} + RB_t - E_t - R_t$$

La ecuación anterior, que corresponde a la formulada en la sección previa, supone que las cantidades existentes de billetes en bóveda (E_t), están constituidas, en principio, por el total de fórmulas legalizadas tanto nuevas como usadas aptas para circular. Sin embargo, de acuerdo con el juicio de experto, se considera que dentro de este rubro se incluye cierto porcentaje de billetes que se clasificaron como aptos para circular, pero que en la realidad deben ser retirados de circulación. Ante esta situación, se modificó la ecuación en referencia, con el uso de la variable denominada existencias ajustadas (Eaj_t), en sustitución de (E_t), la cual excluye el monto de billetes deteriorados sin clasificar del período "t" ($BDSC_t$).

$$\Delta D_{96,97} = (17.836.800.000 * 99\% * 17,3\%) = \text{¢}3.054.909.000 \text{ billetes de mil}$$

Posteriormente, este rubro se dividió entre el valor facial de la denominación de mil colones, para obtener el volumen total de billetes.

De conformidad con lo anterior, la ecuación en referencia se puede escribir de la siguiente forma:

$$C_{t+1} = \Delta D_{t+1} + RB_t - Eaj_t - R_t$$

Con esta especificación, se plantearon los siguientes tres escenarios basados en diferentes supuestos sobre el comportamiento de la variable $BDSC_t$:

- ⇒ Escenario 1: Se supone que en las bóvedas del Banco no existen billetes deteriorados sin clasificar, esto es, $BDSC_t$ sería igual a cero, y por tanto Eaj_t equivale a un 100% del total de existencias, esto es $E_t = Eaj_t$.
- ⇒ Escenario 2: Se trabaja bajo la hipótesis de que un 10% de los billetes que se encuentran en las bóvedas, están sin clasificar ($BDSC_t = 10\%$). Por tanto, el Eaj_t corresponde a un 90% de E_t .
- ⇒ Escenario 3: En este caso, se supone que únicamente el cincuenta por ciento del total de fórmulas que conforman las existencias están sin clasificar ($BDSC_t = 50\%$), lo cual implica que Eaj_t corresponde a un 50% de E_t .

En el presente caso práctico, la determinación de las compras de billetes de mil colones, se obtuvo a partir del cambio en la demanda total de billetes y monedas durante el año 1997 (¢17.836.8mm), al comparar el valor del numerario en circulación al 31 de diciembre de 1996 (¢85.526.0 mm), con el de la demanda pronosticada por el modelo econométrico para el año 1997 (¢103.362.8mm).

En vista de que el ejercicio se refiere únicamente a las compras de fórmulas de mil colones, fue necesario determinar el % de billetes dentro del total en circulación, ya que se dispone de cifras que engloban los billetes y monedas. De los cálculos se determinó que un 1% corresponde a monedas, por lo tanto el 99% son billetes. Además, en el anexo 3, se muestra que en el año 1996 los billetes de mil colones representan en promedio un 17.3% del valor total de los billetes en circulación. Por lo tanto, el cambio en la demanda por billetes de mil colones se calcula de la siguiente forma:

La estimación del reemplazo de billetes (RB_{96}), se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$RB_{96} = TRB_{96} * CIRC_{96}$$

donde TRB_{96} es la tasa de reposición de billetes deteriorados del período 1996 y $CIRC_{96}$ es el circulante que existía a finales de 1996. Según esta expresión el monto de billetes a reponer es una proporción fija del circulante de ese año.

Por su parte, la tasa de reposición se obtiene mediante la siguiente especificación:

$$TRB_{96} = (INC_{96} + P.INC_{96} + BDSC_{96}) / CIRC_{95}$$

Donde INC_{96} es el monto de billetes incinerados durante el año 1996, $P.INC_{96}$ son los deteriorados que están por incinerar, $BDSC_{96}$ son los deteriorados sin clasificar (sobre esta última variable es que se plantean los tres escenarios antes citados) y $CIRC_{95}$, representa el circulante a diciembre de 1995.

La otra variable contemplada dentro de la ecuación de compras, se refiere a la existencia de billetes ajustada (EAJ_{96}), la cual se calculó con base en el dato de las existencias de billetes de mil colones a diciembre del año 96 (anexo 9) y el monto de billetes deteriorados sin clasificar, el cual variará dependiendo del escenario que se considere. En símbolos: $EAJ_{96} = E_{96} - BDSC_{96}$.

Con respecto al último componente denominado reservas (R_{96}), se comprobó que a esa fecha no habían billetes nuevos de ¢1000, sin legalizar y legalizados.

En el cuadro 16 se resumen los resultados anteriores:

Cuadro 16: RESUMEN
EJERCICIO DE SIMULACIÓN DE LA COMPRA DE BILLETES DE MIL COLONES PARA 1997

Nombre de la variable o parámetro	Fórmula o sigla	Valores obtenidos		
		Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Demanda observada de numerario 96	DON_{96}	85.526.0mm	85.526.0mm	85.526.0mm
Demanda estimada de numerario 97	DEN_{97}	103.362.8mm	103.362.8mm	103.362.8mm
Cambio en la demanda de numerario 96-97	$\Delta DN_{96-97} = DEN_{97} - DON_{96}$	17.836.8mm	17.836.8mm	17.836.8mm
Porcentaje de billetes respecto al valor total de numerario en circulación año 96	99%	99%	99%	99%
Porcentaje de billetes de ¢1000 respecto al valor total de billetes en circulación año 96	17.3%	17,3%	17,3%	17,3%
Cambio en la demanda de billetes de ¢1000 96-97	$\Delta D_{96-97} = (\Delta DN_{96-97} * 99\% * 17.3\%) / 1000$	3.054.909	3.054.909	3.054.909
Existencias de billetes de ¢1000 para 1996	E_{96}	4.370.330	4.370.330	4.370.330
Porcentaje de billete deteriorado	%BD	0	10%	50%
Billetes deteriorados sin clasificar para 1996	$BDSC_{96} = E_{96} * \%BD$	4.370.330	437.033	2.185.165
Billetes incinerados 96	INC_{96}	4.575.686	4.575.686	4.575.686
Billetes por incinerar 96	$P.INC_{96}$	2.280.000	2.280.000	2.280.000
Total de billetes en circulación año 95	$CIRC_{95}$	17.457.770	17.457.770	17.457.770
Tasa de reemplazo de billetes año 96	$TRB_{96} = (INC_{96} + P.INC_{96} + BDSC_{96}) / CIRC_{95}$	39,3%	41,8%	51,8%
Reposición de billetes 96	$RB_{96} = TRB_{96} * CIRC_{95}$	7934.367	8.427.312	10.447.416
Existencias ajustadas 96	$EAJ_{96} = E_{96} - BDSC_{96}$	4.370.3	3.933.3	2.185.2
Reservas 96	R_{96}	0	0	0
Compras de billetes de ¢1000 para 1997	$COMP_{97} = \Delta D_{96-97} + RB_{96} - EAJ_{96} - R_{96}$	6.618.9	7.548.9	11.317.1

Del ejercicio de simulación se desprende que el volumen estimado de compras para el año 1997 oscila entre 6,6 y 11,3 millones de fórmulas, el cual está por encima de la compra anual promedio estimada para ese año (5.0 millones)¹⁴. Lo anterior está dentro de lo esperado, ya que la propuesta metodológica incorpora por una parte, un modelo econométrico que involucra más variables macroeconómicas, de las consideradas en los cálculos tradicionales, permitiendo de esta forma una mejor estimación del incremento en la demanda, y por otra parte, la estimación del numerario a sustituir se mejora con la introducción de nuevos aspectos al momento de determinar su respectiva tasa de reemplazo, lo que permite obtener una mejor estimación de ese concepto.

Adicionalmente, la aplicación de esta metodología, pone en evidencia la necesidad de mejorar algunos de los procedimientos sobre el manejo del numerario en bóvedas y contar con datos más precisos, así como ajustar el cálculo de las existencias de billetes mediante la aplicación de alguna técnica de muestreo para estimar con mayor precisión el porcentaje de billetes deteriorados sin clasificar, como una manera alternativa de complementar el juicio de experto.

Aunado a lo anterior, es menester implementar una política de clasificación de billetes y conformar un sistema de estadísticas oportunas, que permitan proyectar los pedidos de billetes con mayor precisión, a pesar de las mejoras introducidas en esta metodología, como fue el uso de otros factores en el cálculo de la tasa de reemplazo de billetes deteriorados (*TRB*), los cuales no fueron suficientes para determinar de forma más precisa la vida útil y la calidad del numerario en circulación.

Todo lo anterior, reafirma la labor que actualmente ejecuta el Área de Administración de Numerario, concerniente a la búsqueda de mejores herramientas para administrar eficientemente los inventarios y su paulatina automatización. Esto conlleva disponer de cifras y descartar el uso de supuestos tales como, los porcentajes de fórmulas deterioradas sin clasificar y pendientes de incinerar, utilizados en el presente ejercicio.

4.5. Análisis cualitativo de otros factores que podrían afectar la demanda de dinero

En esta sección se evalúan algunos elementos de diferente índole, que podrían afectar la demanda por dinero, los cuales no fueron incorporados en el modelo, fundamentalmente por la limitación del tamaño muestral disponible, y además, en algunos casos se requiere de más investigación. Para cada uno de los factores examinados, se hace una breve descripción, se analiza el posible efecto sobre la demanda y se propone una variable proxy para capturarlo.

Desarrollo de innovaciones financieras:

Cuando se habla de innovaciones financieras, éstas deben de considerarse en dos sentidos, aquellas que surgen como un mecanismo de captación de recursos por parte de los intermediarios financieros y las que aparecen como una forma de reemplazar el numerario en las transacciones e incluso, otros sustitutos cercanos del numerario como son los cheques.

Las innovaciones financieras que constituyen formas de captación, aparecen para satisfacer una necesidad del mercado, ya sea porque así lo hacen sentir los consumidores o porque se constituyen en una forma de superar la excesiva regulación, que amenaza la rentabilidad de las operaciones, o por la combinación de ambos aspectos. Por su parte, las innovaciones financieras que constituyen una forma de reemplazar la utilización del numerario en las transacciones, surgen por el hecho de que el desarrollo de la tecnología de las comunicaciones ha permitido una considerable disminución de los costos de la misma. De esta forma el dinero electrónico se constituye en un medio de disminuir los costos en las transacciones y dar agilidad y seguridad a las mismas desde el punto de vista de los usuarios y como una forma de obtener ingresos por el cobro de comisiones por parte de los emisores.

Las innovaciones financieras se caracterizan porque alteran significativamente la forma en que se organiza el mercado de dinero, ya que permiten ofrecer unas combinaciones de liquidez y rendimiento que resultan

¹⁴ La compra efectiva total para atender la posible demanda de cuatro años fue de 20.0 millones de fórmulas.

más atractivas que las formas tradicionales de captación. Además, la disminución en los costos de la transferencia electrónica de datos, permite la sustitución de monedas y depósitos en cuenta corriente, por otro tipo de depósitos líquidos y rentables.

Dentro de lo que se denomina innovaciones financieras que son formas de captación se puede citar las siguientes: Operaciones de administración bursátil (OPAB), Cuentas de administración de valores (CAV), Fideicomisos, las Comisiones de confianza y los Fondos de inversión. A continuación se procede a efectuar una breve descripción de este tipo de instrumentos.

Operaciones de administración Bursátil: Es un mecanismo para adquirir una inversión líquida que se puede considerar a la vista, ya que los fondos pueden solicitarse en cualquier momento. El puesto de bolsa administra una cartera de valores pertenecientes a un cliente, la cual se encuentra custodiada en la Central de Depósito de Valores.

Cuenta de Administración de Valores: Es un mecanismo por medio del cual un puesto de bolsa administra una cartera de valores adquiridos a través de la Bolsa Nacional de Valores, en la cual los clientes inversionistas son copropietarios. Esto último es la principal diferencia en relación con los OPAB, ya que en éstos el cliente es dueño de los títulos, en cambio en un CAV es dueño de una de las partes alícuotas de la inversión ya que la cartera es mancomunada.

Fideicomiso: es un contrato mediante el cual el fideicomitente (persona física o jurídica dueña de los bienes) trasmite al fiduciario (que es la persona física o jurídica que administra los bienes) la propiedad de bienes con el fin de que éste los administre en beneficio de otra a la que se denomina fideicomisario, que es la persona física o jurídica en favor de la cual se administra el fideicomiso.

Comisiones de confianza: consisten en un acuerdo entre un cliente y un banco, mediante el cual el primero le otorga al segundo la administración de sus recursos, es muy similar al fideicomiso con la diferencia de que no es necesario traspasar la propiedad de los bienes.

Fondos de inversión: Es la unión de varios inversionistas que en conjunto adquieren en forma alícuota un portafolio de títulos valores, técnicamente diversificado, con el fin de satisfacer sus necesidades

y objetivos de inversión, mediante la distribución proporcional de las ganancias.

El efecto de este tipo de innovaciones financieras sobre la demanda de dinero se manifiesta en que causan que las personas cambien su composición de activos financieros, lo que implica distorsiones e inestabilidad en el multiplicador bancario, ya que los agentes económicos tienden a demandar este tipo de nuevos instrumentos, no sujetos a los controles tradicionales de requerimientos de reserva y restricciones de tasa de interés, con lo cual las autoridades monetarias pierden el control de una parte de la liquidez de la economía. Las características de éstos nuevos instrumentos que combinan la función de medio de pago y depósito de valor de alta rentabilidad y liquidez hace más difícil la medición y definición de los agregados monetarios.

En síntesis, el efecto de este tipo de innovación financiera es que contribuye a disminuir la sensibilidad del dinero con respecto al tipo de interés, por el hecho de que el costo de oportunidad del mismo es ahora un diferencial de los tipos de interés que devengan esos nuevos productos financieros, con lo cual se dificulta la determinación de un agregado a utilizar como dinero, a efecto de estimar una función de demanda. En este sentido las innovaciones financieras contribuyen a hacer más inestables las variables tradicionalmente utilizadas en la formulación de ecuaciones de demanda de dinero. Por otra parte, es de esperar que dadas las características mencionadas de este tipo de innovación financiera, en cuanto a rentabilidad y liquidez, las mismas contribuyan a disminuir la demanda de dinero. Economistas como White (1976), García (1977) y Dotsey (1984) realizaron estimaciones más directas de las innovaciones financieras y presentaron evidencia que incrementos en la aparición de nuevos productos financieros están relacionados con un decrecimiento en la demanda de dinero de los Estados Unidos de América¹⁵.

Por lo tanto, desde el punto de vista de la estimación de la demanda de dinero, debe de investigarse una definición adecuada del mismo, a efecto de incorporar las innovaciones financieras y sus consecuencias. En este sentido, basándose en el enfoque de distribución de activos que considera que el dinero es un activo en las carteras de riqueza, una variable que podría ser relevante para incorporar los efectos de las innovaciones financieras sobre la

¹⁵ Bautista Guevara, Evelyn Liseth y Rocha Bonilla Lizette María. Impacto de las innovaciones financieras sobre la demanda de dinero. Tesis de grado. 1996.

demanda de dinero sería la riqueza, la cual se convertiría en la variable de escala relevante.

En la gama de innovaciones financieras que se caracterizan por ser sustitutos del numerario, se pueden considerar todos aquellos mecanismos de pago al detalle que se realizan por medio de productos electrónicos, en los que se registra un valor, o productos prepagados en los que se almacena un monto pagado por anticipado que el consumidor puede ir agotando de acuerdo a sus necesidades. Este tipo de productos se denomina generalmente como monederos electrónicos, además, están los productos que utilizan las redes electrónicas de datos, como Internet, mediante la cual se pueden efectuar pagos y realizar compras, a este tipo de productos se les denomina dinero digital o dinero virtual.

Desde el punto de vista de la política económica y por lo tanto de los estudios para determinar una función de demanda de dinero, el principal interés en estos nuevos esquemas de pago subyace en determinar quién emite el valor prepagado, cómo es éste utilizado como medio de pago y su impacto en el balance del banco central y en el control monetario que efectúa esta institución.

En muchos países el numerario es el mayor componente de los pasivos del banco central, por lo tanto, una gran expansión del dinero electrónico podría reducir significativamente dicho componente. Lo que preocupa es hasta que punto dicha reducción podría afectar la efectividad de la política monetaria del ente emisor. El efecto del dinero electrónico en la implementación de la política monetaria dependerá de si el impacto primario es sobre la demanda por reservas del banco o sobre la capacidad del banco central para proveer dichas reservas. En este sentido el efecto del dinero electrónico resultará en que éste sustituye a los depósitos encajables o en una reducción substancial en la demanda bancaria por pagos interbancarios. Una intensiva utilización del dinero electrónico tendrá por lo tanto efectos en la demanda de agregados monetarios, que puede complicar los procedimientos de operación utilizados por los bancos centrales para establecer las tasas de interés en los mercados monetarios, o la efectividad de los mecanismos tradicionales de política monetaria como pueden ser los encajes, las operaciones de mercado abierto y políticas de tasas de interés.

Otro aspecto en que la utilización del dinero electrónico puede afectar al banco central es en el denominado señoreaje. Este se origina en el hecho de que los billetes en circulación representan pasivos para el banco central que no devengan interés, la

sustitución de dinero electrónico por efectivo podría llevar a una correspondiente disminución en las tenencias de activos del banco central y los intereses ganados sobre esos activos que constituyen el ingreso por señoreaje. Una pérdida sustancial de señoreaje es preocupante en el sentido de que hará que los bancos centrales sean más dependientes de otras fuentes de ingreso. En el caso de economías en que el déficit fiscal es excesivamente alto, una pérdida de señoreaje moderado puede ser preocupante.

Por último, un aspecto de importancia para el banco central que se origina en la expansión en el uso del dinero electrónico, es el relacionado con la función de supervisión del funcionamiento del sistema de pagos y de los riesgos financieros de los emisores de dinero electrónico. En este sentido, una labor de vital importancia es el diseño de una estructura regulatoria apropiada para el dinero electrónico. Pero ésta es una tarea difícil ya que requiere balancear objetivos diferentes como son la estabilidad y la integridad financiera de los emisores, protección a los consumidores y promoción de la competencia y la innovación.

Es un hecho de que el dinero electrónico es un sustituto del efectivo en las transacciones comerciales, que hará que la demanda de numerario disminuya. No obstante, es importante analizar los factores que afectan la expansión de este tipo de productos y el plazo en que los mismos serán de uso generalizado.

La expansión de estos productos dependerá de los incentivos de los emisores, consumidores y comerciantes para utilizarlos. Los incentivos para los emisores incluye las ganancias que se originan en las cuotas que se cobran a los consumidores y comerciantes, los ingresos por la inversión de los balances adeudados y para los emisores bancarios la reducción en los costos asociados al manejo de efectivo. El único posible desincentivo para los emisores podría ser la implementación de una regulación futura que afecte los costos de este tipo de productos.

Desde el punto de vista de los comerciantes, la voluntad de éstos para aceptar el dinero electrónico está estrechamente relacionada con el monto de las comisiones impuestas por los emisores u operadores de estos productos, el costo de las terminales electrónicas y la reducción en el costo para los comerciantes de manejar efectivo.

En el caso de los consumidores, factores como la seguridad de los esquemas de pago y la pérdida de

intereses en comparación con otras formas de mantener fondos son aspectos importantes para determinar si éstos poseerán grandes montos en forma de dinero electrónico.

De lo antes comentado, se puede concluir que el dinero electrónico tenderá a sustituir la utilización del numerario. No obstante, es de esperar que el impacto sobre la demanda de numerario se centre en los billetes y monedas de baja denominación, ya que los esquemas que se están implementando se dirigen al tipo de transacciones de bajo valor. Además, la seguridad en las transacciones es un aspecto que se están resolviendo, como es por ejemplo, la transmisión de datos encriptados. Además, existe todo un proceso de instauración de regulaciones, con el propósito de dar a los usuarios la confianza suficiente en el sistema, como para utilizarlo tanto en transacciones de bajo como de alto valor, ya que estas últimas representan una mayor probabilidad de riesgo.

Si bien es cierto, la expansión del dinero electrónico tiende a desplazar la utilización del efectivo, e incluso tiende a desplazar el uso de otros sustitutos cercanos del efectivo como son los cheques, la mayoría de los observadores consideran que por los aspectos antes comentados, la expansión del dinero electrónico será moderada en el corto y mediano plazo, pero se hará más extensiva en el largo plazo.

Con el propósito de incorporar este tipo de variable al trabajo de estimación de la demanda de numerario, es necesario incorporar el concepto de riqueza, a fin de utilizarla como la variable de escala relevante.

Proceso de dolarización:

Cuando se aborda este tema, es necesario aclarar la forma en que lo vamos a conceptualizar, a efecto de evitar conclusiones erróneas. En este sentido, la dolarización la vamos a entender como un proceso que se inicia con la utilización del dólar de los Estados Unidos, en su función de depósito de valor para luego pasar a emplearla como unidad de cambio y posteriormente como unidad de cuenta, para culminar con la sustitución de la moneda local por el dólar, mediante una decisión explícita de política económica de adoptar esta medida.

Con el propósito de comprender el origen de este proceso, es necesario mencionar que el dinero cumple tres funciones básicas en una economía, las cuales son :

⇒ Depósito de valor: consiste en la utilización del dinero como un medio de acumular o atesorar riqueza.

⇒ Unidad de cuenta: es el empleo del dinero para medir en una misma unidad las distintas variables de la actividad económica.

⇒ Unidad de cambio: es la utilización del dinero para transar bienes y servicios.

Por lo tanto, el proceso de dolarización surge por el hecho de que la moneda nacional deja de cumplir eficientemente con las funciones antes indicadas, producto de un acelerado proceso de inflación. Las funciones que son más sensibles a deteriorarse por el proceso inflacionario son las de depósito de valor y unidad de cambio.

Debe indicarse, que existe una diferencia entre sustitución monetaria y dolarización. La sustitución consiste en la utilización de una o varias monedas foráneas en una economía, como medio de cambio, generalmente con el propósito de evitar hacer ajustes en los precios y salarios ante cambios en la inflación y el tipo de cambio. Este hecho no es necesariamente legal, sino que los agentes económicos deciden libremente seleccionar una moneda extranjera, a la que consideran eficiente en su función de reserva de valor, y con base en dicha moneda se establecen los precios, con lo cual la moneda nacional pierde su función de servir de medio de cambio. Por su parte, la dolarización es la utilización en un país de una moneda extranjera en su función de unidad de cuenta, lo cual es una decisión explícita de política económica¹⁶.

En Costa Rica este proceso muestra indicios de haberse iniciado, evidencia de ello es el hecho de que entre enero de 1991 y junio de 1996, los depósitos en dólares han representado en promedio un 43%¹⁷. Además, al leer los avisos clasificados se observa como en la compra y venta de bienes durables como terrenos edificios y viviendas, los precios se establecen en dólares. En el caso de los productos financieros, muchos de ellos se ofrecen en la moneda estadounidense. En las actividades relacionadas con el sector turismo, el establecimiento de precios en dólares es una práctica común.

¹⁶ Méndez Q., Eduardo. Dolarización oficial de la economía. (documento de discusión interna).

¹⁷ Campos, Leonardo y Morera, Melvin. "Sustitución de circulante o dolarización". Infoenlace 26-03-99.

De lo anterior se podría deducir que la dolarización ya se ha iniciado en Costa Rica, y en opinión de algunos expertos, este es un proceso irreversible. Aún cuando el mismo obedece a la necesidad de buscar en el dólar las funciones de medio de cambio y depósito de valor, por las razones antes apuntadas, aún no se ha llegado a la etapa de sustitución de la misma por la moneda nacional, en su función de unidad de cuenta.

Por las repercusiones que tiene completar el proceso de dolarización, en el aspecto de política económica, es de esperar que el cambio no se produzca ni en el corto ni en el mediano plazo. Por lo tanto, los efectos sobre la demanda de numerario todavía no son evidentes, pero es un hecho que la demanda por éste tenderá a desaparecer, si se llega a completar el proceso. Con el propósito de capturar el efecto sobre la demanda de dinero, se puede utilizar como variable indicativa el cociente Depósitos en US \$/ total de depósitos.

Cambio de milenio:

Este es un factor que puede afectar la demanda de numerario, sobre todo por la incertidumbre que se ha creado en torno a los problemas de liquidez que puedan surgir. No obstante lo anterior, el efecto puede disminuirse mediante el proceso de información que efectúen los intermediarios financieros, con el propósito de tranquilizar a sus clientes. Prueba de ello son las campañas publicitarias que empiezan a observarse, en el que se trata de concientizar al público que determinado intermediario financiero o banco va a estar exento de problemas de tipo informático para enfrentar el cambio de milenio. Esta es una de las formas de disminuir el impacto del cambio de milenio sobre la demanda de saldos líquidos por parte de los agentes económicos. Una forma de considerar este efecto es por medio de la elaboración de escenarios, en los que se hacen supuestos del porcentaje en el que disminuirán los depósitos en cuenta corriente y los depósitos de ahorro, para tener un estimado del posible impacto sobre la demanda de numerario de este hecho.

Gustos y preferencias de los consumidores por determinadas denominaciones:

Este es un aspecto que puede afectar la composición por denominación de la demanda de numerario, y que debiera contemplarse al realizar el estudio de costo beneficio para la elaboración de una nueva denominación. En este sentido debe ponderarse no sólo aspectos de costo, sino también de aceptación

que está íntimamente relacionado con los gustos y preferencias de los consumidores. Si bien es cierto, desde el punto de vista del modelo de estimación de numerario, este es un aspecto que no tiene relevancia, ya que la aparición de una nueva denominación lo que representa es la sustitución de una denominación por otra, si es recomendable realizar estudios que permitan determinar los gustos y preferencias al respecto, como por ejemplo la comparación de costos y beneficios de sustituir billetes por monedas, su costo y aceptación. Esto adquiere importancia hoy día, por cuanto si resulta que emitir monedas es en primera instancia menos costoso que emitir billetes, pero se sabe que el público tiende a preferir los billetes, podría quizá ser mucho más barato a largo plazo emitir billete, ya que la moneda no regresa al banco. Por lo tanto, una solución alternativa disponible hoy día es pensar en la implementación de un monedero electrónico para transacciones de baja denominación, con lo cual el banco incursionaría en la emisión de este tipo de productos y estarían bajo su control. Un ejemplo de este tipo de preferencias por una determinada denominación, es el caso de los productores de café, los cuales demandan monedas de cien colones, ya que consideran que les es muy cómoda para pagar los salarios a los recolectores del grano, en este sentido el gusto de este tipo de agente económico va a afectar la demanda por una determinada denominación de numerario.

Vida útil de los billetes:

Este es un aspecto que afectará la política de compras, ya que dependiendo de la vida útil de los billetes y de las políticas de reemplazo que siga el Banco, así será el monto de las compras de numerario. En este sentido los factores que pueden afectar la vida útil de los billetes, son por ejemplo la calidad del papel y las tintas que se utilicen para su confección, así como las medidas de seguridad que se le incorporen. Dadas las características físicas del billete el otro factor que influye en las compras, es la política que determine seguir el Banco en la sustitución de los billetes, en el sentido de permitir que los billetes lleguen a completar su vida útil o el cambiarlos antes de finalizar la misma.

V. CONCLUSIONES

El presente artículo contiene los resultados de la primera etapa del proyecto de investigación, que tuvo como objetivo plantear una propuesta metodológica para estimar el tamaño de un pedido de billetes, el cual está determinado por el incremento en la demanda, la reposición de billetes, así como las

existencias en bóvedas. Para ello se aplicó en primer término, la técnica econométrica para ajustar la función de demanda, utilizando series de tiempo de corte anual, de tal forma que se cuente con otros instrumentos de pronóstico para asegurar un adecuado abastecimiento de billetes a los distintos agentes económicos.

Se seleccionaron dos modelos para estimar la demanda por billetes, el 1 incorpora como variables explicativas el PIB desfasado un período, la tasa de inflación y la población ocupada, y el 2 incluyó únicamente las dos primeras variables. Prácticamente, todos los regresores resultaron significativos y con el signo esperado. El análisis de los respectivos coeficientes de correlación indican que existe una fuerte asociación entre la variable de referencia (circulante) y cada una de las explicativas, los cuales fueron superiores al 0.9%; por su parte, los errores de pronóstico fueron relativamente bajos, lo que sugiere que estos modelos son útiles para efectos de pronóstico, en especial el No.1.

Con respecto, al segundo componente de las compras, se introdujeron varias mejoras al método que tradicionalmente se ha utilizado para estimar el monto de los billetes que deben reponerse por su grado de deterioro, específicamente, se aplicó la técnica de muestreo por cuota para estimar la vida útil del billete de $\text{¢}5000$. Además, el cálculo de la tasa de reemplazo por denominación, se obtuvo mediante la relación del monto incinerado, por incinerar y billetes deteriorados por clasificar, del período t , entre el valor de los billetes en circulación del período $t-1$.

Por su parte, se detectó que actualmente no existe un criterio técnico para determinar el nivel mínimo y máximo de las reservas, definidas éstas por las fórmulas nuevas legalizadas y sin legalizar, para responder a comportamientos atípicos de la demanda de billetes, aspecto que debe ser abordado por una investigación adicional.

Al aplicar la técnica de mínimos cuadrados ordinarios para desarrollar los modelos econométricos, se tomaron en cuenta las variables sobre demanda de dinero que los estudios teóricos y experiencias de bancos centrales de Latinoamérica, han determinado como más relevantes. Además, se realizó una evaluación sobre otros factores que puedan afectar los requerimientos de numerario de billetes, tales como: efecto de las innovaciones financieras, el impacto de una posible y paulatina dolarización de la economía, el ingreso de nuevas denominaciones de billetes, la vida útil promedio por denominación, la riqueza, o bien, el efecto del cambio de milenio sobre la

demanda de numerario, entre otras. De ello se concluye que se deben hacer los ajustes necesarios extra modelo, hasta que el tamaño de la muestra sea suficiente para incorporar otras variables en la especificación econométrica.

Aunado a lo anterior, en esta primera etapa no fue posible incorporar esos elementos en los modelos, básicamente porque se requiere de investigación adicional referente a la disponibilidad de información sobre algunas de las variables económicas que podrían capturar estos factores, o bien, la forma en que podrían cuantificarse. Por ejemplo, en el caso particular de la variable riqueza, los estudios teóricos de la demanda de dinero, la consideran como una variable explicativa que mejora el nivel predictivo de cualquier función de este tipo, pero su inclusión en el proceso de modelización requiere definir la forma en que la misma debe ser medida.

Otro punto que debe resaltarse es el hecho de que los procedimientos de pronóstico utilizados tradicionalmente por el Ente Emisor, especialmente el juicio de experto, no se contraponen a los modelos econométricos, son complementarios y deben continuar desarrollándose paralelamente, con el propósito de contar con un mayor número de criterios para evaluar los pronósticos.

En lo referente a la participación porcentual de las diferentes denominaciones de billetes con respecto al monto total en circulación, se concluye que las fórmulas de mil y cinco mil colones soportaban el mayor impacto de la demanda. Principalmente por el hecho de que el efecto inflacionario, al determinar el poder adquisitivo del dinero, permitió que estas fórmulas se convirtieran en el numerario de uso cotidiano para atender las transacciones. Ante esta situación y con el objeto de aminorar la presión ejercida sobre ambas denominaciones, a finales del año 98 se introdujeron dos nuevas fórmulas de más alto valor, como son la de dos mil y diez mil colones.

Como complemento a lo anterior, se tiene que el Banco Central utiliza actualmente para la introducción de nuevas denominaciones en el sistema financiero, los siguientes parámetros sugeridos por la casa fabricante Thomas de la Rue: 1) cuando la participación porcentual supera el 60% del valor total en circulación, y 2) el salario promedio diario alcanza cinco veces su valor.

Con respecto al ejercicio de simulación, es importante señalar que el volumen de compras estimado para el año 1997, mediante la aplicación de presente propuesta metodológica, osciló entre 6,6

y 11,3 millones de fórmulas de mil colones, el cual está por encima de la compra anual promedio estimada para ese año en 5.0 millones. La compra efectiva total para atender la posible demanda de cuatro años fue de 20.0 millones de fórmulas.

Con la aplicación de la técnica de análisis de tiempo se encontró evidencia estadística del patrón estacional que presenta la variable valor de los billetes en circulación, específicamente en el último bimestre del año. El resultado de las pruebas estadísticas indican que los respectivos índices estacionales muestran estabilidad en el período de análisis.

VI. RECOMENDACIONES

Es importante señalar que, la utilización de un modelo econométrico no agota las posibilidades para aplicar otros métodos de cuantificación de las necesidades de billetes. En este sentido, el estudio pretende en etapas posteriores, además de mejorar el poder predictivo de los modelos econométricos seleccionados preliminarmente, considerar la aplicación de otras técnicas de gran actualidad como la de vectores autorregresivos, la cual según indican recientes investigaciones, son muy eficientes para efectos de pronóstico. A su vez, es importante aplicar la técnica de cointegración para determinar si la función de demanda es estable en el largo plazo. Todos son instrumentos de análisis que sirven para la toma de decisiones en la renovación y emisión de numerario.

De esta primera etapa del trabajo, cabe destacar que durante su proceso de ejecución se detectó la necesidad de ampliar la gama de variables y construir las series de datos con más cobertura, ya que el diseño de un modelo requiere como materia prima información suficiente y de calidad, que contribuya a caracterizar con mayor criterio el comportamiento de la función que se estima. Por lo tanto, una recomendación importante es que el Departamento de Emisión deberá fortalecer y dar mantenimiento a una base de datos y mejorar el sistema de consistencia de éstos, sobre diversos tópicos relativos al numerario. Concretamente, se observó la necesidad de dar seguimiento a las estadísticas sobre billetes en circulación, billetes incinerados y por incinerar, en razón de contar con información más confiable sobre la vida útil de cada denominación y por ende de la tasa de reemplazo por denominación, ya que estos aspectos son de suma importancia para determinar las compras y en el eventual caso que se llegue a plantear una modelización por cada una de las distintas denominaciones.

Para efectos del pronóstico de la demanda de billetes, lo ideal es contar con un marco de posibilidades que permita planificar las compras dentro de un rango de variación. Por ello, se recomienda desarrollar escenarios o bien, pronosticar el consumo de billetes utilizando intervalos de confianza y no pronósticos puntuales. Sobre este último aspecto, los resultados deben interpretarse de la siguiente manera: si se considera un nivel de significancia del 5%, en un 95 % de los casos se espera que el valor poblacional esté contenido en esos límites.

Dado que se implementó el muestreo por cuota para determinar la vida útil de la denominación de cinco mil colones, se recomienda generalizar esta técnica para las restantes denominaciones y mejorar algunos de los procedimientos sobre el manejo del numerario en bóvedas, a fin de obtener de la forma más eficiente posible el monto de los billetes que deben ser sustituidos por su grado de deterioro.

Aunado a lo anterior, es menester implementar una política de clasificación de billetes y conformar un sistema de estadísticas oportunas, que permitan proyectar los pedidos de billetes con mayor confiabilidad, a pesar de las mejoras introducidas en esta metodología, como fue el uso de otros factores en el cálculo de la tasa de reemplazo de billetes deteriorados (*TRB*), los cuales no fueron suficientes para determinar de forma más precisa la vida útil y la calidad del numerario en circulación.

Lo anterior, fortalece la labor que actualmente lleva a cabo el Área de Administración de Numerario del Departamento de Emisión, en lo concerniente a la búsqueda de mejores herramientas para administrar eficientemente los inventarios y su paulatina automatización, y descartar el uso de supuestos tales como, los porcentajes de fórmulas deterioradas sin clasificar y pendientes de incinerar, utilizados en el ejercicio de simulación.

Debe implementarse un proceso de actualización de los modelos seleccionados, con el propósito de analizar su capacidad de pronóstico. Lo anterior, por cuanto las condiciones económicas de un país cambian y variables que en un momento son relevantes, no necesariamente lo serán en el futuro, o bien, aparece algún aspecto que originalmente no se consideró y que dará origen a la incorporación de otras nuevas variables.

Se sugiere que el programa monetario que elabora el Banco Central, el cual constituye un instrumento de política económica, sirva también como marco de referencia para analizar las proyecciones de pedidos

de billetes. Además, como referencia debe formalizarse un programa de legalización de billetes, esto es, la puesta en circulación del respectivo numerario debe estar acorde con los estipulado en el programa monetario.

Para lograr un mejor cálculo de la variable reserva y por tanto de las compras, se recomienda analizar el costo de mantener un determinado volumen de fórmulas de billetes a fin de atender un comportamiento irregular de la demanda, en contraposición con las implicaciones de no abastecer en forma oportuna y eficiente el mercado, así como una eventual pérdida de seguridad de las mismas, producto del rápido avance tecnológico de los falsificadores. Por tanto, se sugiere realizar un estudio que permita determinar los niveles aceptables (óptimos) de reserva de acuerdo a los costos como se expresó anteriormente, lo cual determinará con mayor nivel de confianza las compras.

Se recomienda el desarrollo de un estudio de investigación que ayude a identificar las preferencias del público por determinadas denominaciones de forma tal que las compras se pueden programar balanceando los gustos y preferencias del público y los costos de adquirir las fórmulas. Para esto, es importante desarrollar un estudio de mercado para conocer las preferencias de los agentes económicos mediante encuestas periódicas, hacer contactos

periódicos con los bancos comerciales para conocer cuáles son sus planes sobre cajeros automáticos, u otra innovación financiera y establecer revisiones durante el año, para identificar cuál es la denominación de billetes que tiene mayor demanda. En este sentido, también es de utilidad establecer un sistema de estadísticas que permita identificar el grado de atención concedido a las solicitudes de pedidos de billetes por parte de los bancos.

A pesar de que en el presente estudio, se menciona en forma muy general el concepto relativo a la rotación de las diferentes denominaciones de billetes, se sugiere desarrollar una investigación adicional sobre esta variable, la cual se considera relevante en el proceso de estimación del tamaño de un pedido de billetes.

Se recomienda valorar otros aspectos que permitan determinar el momento en que debe incorporarse una nueva denominación de billetes o bien su desaparición. Sobre este aspecto es conveniente recabar información sobre las metodologías empleadas por algunas casas fabricantes.

Finalmente, en cuanto al proceso de compra de billete, se recomienda analizar la posibilidad de disminuir el tiempo que consume el proceso, el cual actualmente se lleva a cabo en un año aproximadamente.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Azofeifa, Ana Georgina. *Ajustes de regresión por mínimos cuadrados ordinarios: pruebas estadísticas de estabilidad y de homocedasticidad*. Documento de trabajo DIE-ES-015-93, Departamento Investigaciones Económicas, Banco Central de Costa Rica. 1993.
- Banco Central de la República de la Argentina. *Modelo de simulación para la renovación de billetes deteriorados*. Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos. Octubre 1998.
- Banco Central de la Reserva del Perú. *Abastecimiento de billetes y monedas en periodos de estabilidad de precios*. Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos. Agosto 1996.
- Banco Central de Reserva de el Salvador. *Metodología para establecer el tamaño de un pedido de billetes o monedas*. Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos. Agosto 1996.
- Banco de Guatemala. *Pronósticos de demanda y estadísticas de billetes y monedas*. Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos. Agosto 1996.
- Banco de la República de Colombia. *Metodología para proyectar demanda de moneda*. Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos. Agosto 1996.
- Banco de México. *Análisis y proyecciones de la estructura de los billetes y monedas y la denominación promedio*. Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos. Octubre 1998.
- Banco de México. *Requerimientos de efectivo para el cambio de milenio*. Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos. Octubre 1998.
- Bank for International Settlements. *Implications for central banks of the development of electronic money*.
- Bautista Guevara, Evelyn L. y Rocha Bonilla, Lizette M. *Impacto de las innovaciones financieras sobre la demanda de dinero*. Tesis para optar por el grado de licenciatura en economía. Universidad Latina de Costa Rica, Escuela de Economía. 1996
- Cordero, Manuel A. *La emisión del billete y moneda en Costa Rica*. Proyecto de investigación en Administración de Empresas Código N° 419. Universidad de Costa Rica.
- Campos, Leonardo y Morera, Melvin. *Sustitución de Circulante o dolarización*. Infoenlace 26-03-99.
- Eviews. User Guide version 2.0. *Econometric Views for Windows and the Macintosh*. United State of America. 1995.
- Gujarati, Damodar. *Econometría*. Editorial McGraw-Hill, segunda Edición. México, 1992.
- Kikut Croceri, Otto. *Análisis de regresión múltiple utilizando Eviews 2.0: programa, resultados y guía*. Secretaría Ejecutiva del Consejo Monetario Centroamericano. Junio, 1997.
- Kikut Croceri, Otto. *Análisis de regresión múltiple utilizando Shazam y guía para interpretar los resultados*. Secretaría Ejecutiva del Consejo Monetario Centroamericano. Mayo, 1997.
- Laidler, David. *La demanda de dinero: teorías y evidencia*, 1972 traducción castellana por BOSCH, Casa Editorial. 1972
- Méndez, Quesada, Eduardo. *Dolarización oficial de la Economía*. Documento de trabajo de uso interno DIE-EC-01-99. Departamento de Investigaciones Económicas, Banco Central de Costa Rica.
- Monge, Olga y Jiménez, Enrique. Costa Rica: *Estimación de una Función Mensual de Demanda por Emisión Monetaria*. En Serie Comentarios sobre Asuntos Económicos, número 144. Banco Central de Costa Rica, noviembre, 1996.

Morandé, Felipe. *¿Qué pasa con el dólar?*.
Infoenlace 26-03-99

Thomas de la Rue Limited. *Estudio de control del
circulante para el Banco Central de Costa
Rica*. Abril de 1997.

Torres, Carlos y Villalobos, Lorely. *Demanda
trimestral por emisión monetaria: Estimación
mediante tres técnicas*.

Trejos, Alberto. Calvo, Guillermo. Vargas, Thelmo.
Delgado, Félix. *Hacia la dolarización*.
Infoenlace 26-03-99.