

ISSN 1390-6208
e-ISSN 1390-7867
Número 2 - 2013
julio - diciembre

Analítica

volumen

Revista de Análisis Estadístico
Journal of Statistical Analysis



INEC
instituto nacional de estadística y censos



“Modernización”

Adaptación a usos y costumbres más avanzadas.

Analítica

volumen

6

Revista de Análisis Estadístico
Journal of Statistical Analysis

ISSN 1390-6208 e-ISSN 1390-7867

Analítica * Volumen 6 * Número 2 * julio - diciembre 2013 * Año 3 * Quito - Ecuador. Revista semestral de análisis estadístico del Instituto Nacional de Estadística y Censos, Ecuador. Publicación internacional bilingüe dedicada a estudios relacionados con ciencias sociales, económicas, análisis estadístico y de datos. Las ideas y opiniones expresadas en las colaboraciones, son de exclusividad de las autoras y los autores.

DIRECTORIO DE LA REVISTA

EDITOR - DIRECTOR CIENTÍFICO

Paúl Medina, Ph.D.



Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE - Ecuador



Universidad Carlos III de Madrid - Instituto



Gregorio Millán - España

COMITÉ EDITORIAL INTERNACIONAL



Francisco Venegas Martínez Ph.D.
Instituto Politécnico Nacional - México



Diego Chamorro Ph.D.
Université d'Evry Val d'Essonne - Francia



Eduardo Cepeda Ph.D.
Kepler Cheuvreux - Francia



Carlos Almeida Ph.D.
Université Catholique de Louvain - Bélgica



Silviu Glavan Ph.D.
IE University - España



Adriana Uquillas Ph.D.
Banco Itau - Unibanco - Brazil



Ricardo Castro Santis Ph.D.
Universidad del Bío-Bío - Chile



Carlos Machicado Ph.D.
Instituto de Estudios Avanzados en
Desarrollo - Bolivia



Ana Molina M.Sc., Ph.D.(c)
Instituto Universitario de Investigación José
Ortega y Gasset - España



COMITÉ EDITORIAL NACIONAL - ECUADOR



Juan Mayorga-Zambrano Ph.D.
Pontificia Universidad Católica del Ecuador - Sede Ambato

Rolando Sáenz Ph.D.

Borys Álvarez Ph.D.

Petronio Álvarez Ph.D.

Universidad Central del Ecuador

Wilson Pérez Ph.D.

Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales

Edisson Coba Ph.D.

Universidad Técnica de Ambato

Juan Carlos García M.Sc.

Universidad de Las Américas

Sergio Castillo M.Sc.

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

COORDINACIÓN EDITORIAL

Lilia Quituisaca Samaniego

DISEÑO, DIAGRAMACIÓN Y MAQUETACIÓN EN L^AT_EX

Andrés Merino

REVISIÓN DE ESTILO Y REDACCIÓN

Martha Rodríguez

INDIZACIÓN Y REGISTRO. Analítica está indizada y/o registrada en los catálogos: COPE • Latindex • Dialnet • EBSCO • CENGAGE LEARNING • Pubindex • Academic Journals Database • Sherpa/Romeo • MIAR • RESEARCH BIBLE • DOAJ • OJS • Sciencegate • Google Académico • Mendeley • Zotero • CEDIA • Universia • DSpace 3.0 • International Scientific e-Journals • Genamics JournalSeek • BEARDSLEE LIBRARY JOURNALS • ResearcherID • ORCID • THOMSON REUTERS COMMUNITY • WorldCat • Academia.edu • ResearchGate • Gaudeamus • OEI • Social Services Knowledge Scotland • REBIUN-CRUE • AbSys7 WebOpac • Documat-Unirioja • CIB-ESPOL • BEE - EPN • Biblioteca de la Universidad Guayaquil • University of South Australia UniSA Library's Catalogue • State Library New South Wales / Catalogue • The Grove Library • uOttawa Bibliotheque Library • LIBRIS • LIBRARY • NTHRYS • WRLC • SNU FRIC • Scoop.it • Scribd • e-bookbrowse • docstoc • issuu • Calameo • Bimpe.

COPYRIGHT. Analítica. Se permite la reproducción total o parcial de esta revista citando la fuente.

El sistema tipográfico utilizado para componer esta revista fue L^AT_EX, el cual es un sistema de composición orientado especialmente a la creación de libros y documentos científicos de alta calidad sobre software libre.

PRESENTACIÓN

Estimados lectores,

Es un placer presentar el sexto volumen de la Revista Analítika. En esta etapa, se destaca el posicionamiento de la misma debido a sus altos parámetros de exigencia. La satisfacción de lectores, investigadores, profesionales e instituciones es la evidencia de un estricto proceso editorial que da como resultado un producto de calidad. En este sentido, es justo destacar la postulación y posterior publicación de artículos de investigadores extranjeros y nacionales de gran nivel académico, en particular se muestran los siguientes estudios de autores internacionales:

- “Construcción del Índice de Cohesión Social para México”. Este estudio permite determinar el grado de desigualdad económica y social que existe dentro una sociedad, por lo que se analiza una alternativa en la construcción de Índice de Cohesión Social de México, en base a la Teoría General de Sistemas y la técnica de análisis de componentes principales.
- “A Review of Artificial Neural Networks: How Well Do They Perform in Forecasting Time Series?” En este trabajo se realiza un análisis comparativo sobre las redes neuronales artificiales y su desempeño en la predicción de índices bursátiles y tipos de cambio. Además, evalúa el rendimiento de la aplicación de diferentes tipos de redes en relación con el perceptrón multicapa (Multilayer Perceptron (MLP)).

La indización a bases de datos científicas de reconocido prestigio mundial, disponibilidad y visibilidad de contenidos, registro en repositorios digitales y la difusión en redes académicas reconoce el trabajo minucioso y de alta calidad que se realiza en el proceso editorial de la revista, lo que implica la revisión y cumplimiento de parámetros, altamente estrictos. Las inclusiones más importantes han sido en Academic Journals Database (Índice universal de la literatura periódica - difunde el conocimiento científico de calidad controlada) y Sherpa/Romeo (Políticas de copyright editorial y autoarchivo).

A esto se suma el éxito nacional e internacional que obtuvo las “Jornadas Analíticas” en el evento del Año de la Estadística 2013, auspiciado por el INEC. Desarrollado en el mes de octubre del presente año y que contó con la participación de importantes personalidades de México, Brasil y Colombia, las cuales no dudaron en destacar los logros alcanzados por la revista y en especial resaltar que el INEC es la primera Institución, a nivel latinoamericano, en lograr el desarrollo y posicionamiento de una revista dedicada a la investigación y divulgación científica.

En Analítika siempre hemos tenido el compromiso firme para difundir estudios de investigadores nacionales y extranjeros, de alto nivel científico. Casi todos los temas publicados en la revista han abordado problemas sociales, demográficos, financieros y económicos del país que, a más de tener un alto valor científico, han pretendido mostrar posibles causas y soluciones, con el objetivo de que cada día nos desarrollemos en una sociedad basada en el conocimiento.

José Rosero
Director Ejecutivo

CONTENIDO

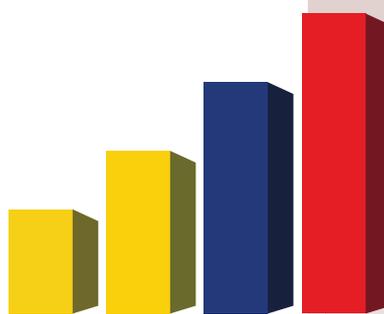
Presentación	1
A Review of Artificial Neural Networks: How Well Do They Perform in Forecasting Time Series?	7
Una revisión de las Redes Neuronales Artificiales: ¿Cuán bien realizan el pronóstico de series temporales? <i>Elsy Gómez-Ramos y Francisco Venegas-Martínez</i>	
La Contabilidad Pública en América Latina y el Devengo en Ecuador	19
Public Accounting in Latin America and The Accrual in Ecuador <i>Jazmín Sánchez y David Pincaj</i>	
Construcción del Índice de Cohesión Social para México: Una propuesta mediante un análisis de componentes principales	33
Building Social Cohesion Index for Mexico: A proposal by a principal component analysis <i>Juan Bacilio Guerrero y Juan Alberto Acosta</i>	
Simulación estocástica de esquemas piramidales tipo Ponzi	51
Stochastic Simulation of Ponzi Pyramidal Schemes <i>Lilia Quituisaca-Samaniego, Juan Mayorga-Zambrano y Paúl Medina</i>	
Normas para la presentación de trabajos	69
Norms for submission of papers	72
Código de ética	74

Analítica

A Review of Artificial Neural Networks: How Well Do They Perform in Forecasting Time Series?

Una revisión de las Redes Neuronales Artificiales: ¿Cuán bien realizan el pronóstico de series temporales?

Elsy Gómez-Ramos y Francisco Venegas-Martínez



www.inec.gob.ec | www.ecuadorencifras.com

A REVIEW OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS: HOW WELL DO THEY PERFORM IN FORECASTING TIME SERIES?

UNA REVISIÓN DE LAS REDES NEURONALES ARTIFICIALES: ¿CUÁN BIEN REALIZAN EL PRONÓSTICO DE SERIES TEMPORALES?

Elsy Gómez-Ramos[†] y Francisco Venegas-Martínez[‡]

Escuela Superior de Economía, Instituto Politécnico Nacional, D. F. México, México

[†]elsygomez@msn.com, [‡]fvenegas1111@yahoo.com.mx

Recibido: 11 de septiembre de 2012

Aceptado: 4 de junio de 2013

Abstract

At the beginning of the 90's, Artificial Neural Networks (ANNs) started their applications in finance. The ANNs are data-drive, self-adaptive and non-linear methods that do not require specific assumptions about the underlying model. In general, there are five groups of networks used as forecasting tools: 1) Feedforward Networks, like the Multilayer Perceptron (MLP), 2) Recurrent Networks, 3) Polynomial Networks, 4) Modular Networks, and 5) Support Vector Machine. This paper carries out a review of the specialized literature on ANNs and makes a comparative analysis according to their performance in forecasting stock indices and exchange rates. The objective is to assess the performance when applying different types of networks in relation to MLP. It is shown that the MLP is the best network in forecasting time series. However, it is shown that the MLP has important delimitations in several respects: network architecture, basic functions and initialization weights.

Keywords: Artificial neural networks, Multilayer Perceptron, Forecasting time series.

Resumen

A principios de la década de los 90, las Redes Neuronales Artificiales (RNAs) comenzaron sus aplicaciones en finanzas. Las redes neuronales son dirigidas por datos, auto-adaptativas y los métodos no lineales que no requieren supuestos específicos sobre el modelo subyacente. En general, hay cinco grupos de redes que se utilizan como herramientas de pronóstico: 1) Redes Feedforward, como el perceptrón multicapa (MLP), 2) Redes recurrentes, 3) Redes polinómicas, 4) Redes modulares, y 5) Apoyo Vector Machine. En este trabajo se realiza una revisión de la literatura especializada sobre las RNA y hace un análisis comparativo de acuerdo a su desempeño en la predicción de índices bursátiles y tipos de cambio. El objetivo es evaluar el rendimiento cuando la aplicación de diferentes tipos de redes en relación con la MLP. Se muestra que la MLP es la mejor red en las series temporales de previsión. Sin embargo, está demostrado que la MLP tiene delimitaciones importantes en varios aspectos: la arquitectura de red, las funciones básicas y los pesos de inicialización.

Palabras clave: Las redes neuronales artificiales, Perceptrón multicapa, series de tiempo Forecasting.

Código JEL: C45, C53, C22.

1 Introduction

The efficient market hypothesis states that stock prices come from a random walk, which implies that the stock returns are not predictable for the public. However, there exists significant empirical evidence that rejects such a hypothesis. For example, there are studies that focus on the persistence and long memory in the volatility of stock markets (Sharth and Medeiros, 2009; Venegas-Martínez and Islas-Camargo, 2005), as well as others that sustain calendar effects (McNelis, 2005). These studies leave the possibility open to predict the behavior of those markets and, surprisingly, the number of research papers supporting the possibility to forecast the prices of this kind of markets is vast and growing.

Traditionally, econometrics has provided a widely range of tools like the GARCH model for forecasting stock prices and exchange rates. However, the rigidity (linear in mean) and the violation of assumptions (non-negativity of the coefficients) of such symmetric models have been discussed in many studies; these models cannot account for leverage effects, although they can account for volatility clustering (volatility appears in groups), leptokurtosis (kurtosis excess), and fat tails (extreme values have a bigger probability than that obtained from the Normal distribution).

The above facts have motivated the use of more flexible models in order to capture in a better way the financial markets behavior (Brooks, 2006; McNelis, 2005). Some of these models come from Artificial Intelligence (AI) that is characterized by its flexibility and capability to integrate different methodologies that somehow try to emulate the biological systems behavior. Within this field, we can find the Artificial Neural Networks (ANNs) that attempt to emulate the human brain functions; see, for instance, Anderson (2007).

There are many potential advantages offered by the ANNs, for instance: i) non-linearity, that is, the neural processor is basically non-linear, ii) input-output mapping, in other words, through supervised learning the network learns according to the examples, iii) adaptability, that is to say, the network has the ability to adapt their synaptic weights even in real time, iv) response capacity, in other words, in the context of pattern classification the network not only provides a pattern selection but also the reliability of decision making, v) fault tolerance due to the massive interconnection, vi) integrated large scale, that is, its parallelism makes it potentially faster for certain tasks and thus capturing complex behaviors, vii) uniformity in the analysis and design, that is to say, the same notation is used in all fields engaged with networks, and viii) neurobiology analogy (Haykin, 1994). In general, the ANNs are data-drive, self-adaptive and non-linear methods that do not require specific assumptions about the underlying model.

Yet, there have been severe criticisms in applications of networks in finance, we may mention, for instant that: a) the estimated coefficients obtained by the network do not have a real interpretation, b) there are no specific tests

available in order to consider that a model is adequate, and c) the results are satisfactory inside the sample, but outside the sample are poor (Brooks, 2006). Despite of these critiques, the ANNs have been successfully applied in some specific finance areas. For example, the classification of areas proposed by Mender *et al.* (1996) is based on the decision-making (credit analysis, mortgage risk, project management, investment portfolios, price analysis, and corporate bankruptcy). While in Burrell and Folarin (1997) are mentioned applications in other specific areas (financial analysis, corporate bankruptcy, risk assessment, stock markets forecasting). There is also another available simplified classification in three groups: credit assessment (credit rating, credit risk, and bond pricing), portfolio management (optimal portfolio selection, and portfolio selection) and forecast and planning (predicting corporate bankruptcies; see Bahrammirzae, 2010). Yet, one of the most attractive applications in finance is forecasting financial time series, especially stock indices and exchange rates; in this regard, several investigations consider stock indices and exchange rates as indicator for the future conditions of the economic and financial system.

Since their application in finance in the early 90's, the ANNs have become popular, partly because they are considered as non-parametric models from a statistical point of view. This feature makes them quite flexible in modeling real-world phenomena where observations are generally available, but there is not a theoretical relationship or specification, especially for non-linear functions (Haykin, 1994; Mehrotra *et al.* 2000).

One of the most known networks is the MLP, which is characterized for being a universal approximator and classifier. The construction of the MLP for financial and economic series forecasting is described in Kaastra and Boyd (1996) and Mehrotra *et al.* (2000). Also, the ANNs performance has been compared with traditional models in finance in Burrell and Folarin (1997), Hamid and Iqbal (2004), Khashei and Bijari (2011), McNelis (2005), and Paliwal and Kumar (2009). When performance focuses on the various fields of AI in finance applications, see, for instance, Bahrammirzae (2010) and Rada (2008).

Unlike previous studies, which analyze the performance of various networks with traditional models in many areas, this research makes a comparison among different types of networks to forecast particularly stock indices (or stocks) and/or the exchange rates. In general, we can identify about five groups of networks used as approximators and/or classifiers: (1) Feedforward Networks, like MLP, (2) Recurrent Networks, (3) Polynomial Networks, (4) Modular Networks, and (5) Support Vector Machine. In this paper, we shall analyze several research works that apply the MLP and other type of network for the stock indices and/or the exchange rate. The objective is to assess the performance when applying different types of networks in relation to MLP.

The research is organized as follows. In section 2, we introduce the MLP. In section 3, we present an overview of each networks group. In section 4, we carry out a comparative analysis of the ANNs. In section 5, we assess the per-

performances of ANN in terms of their result in applications taking as a benchmark the MLP. In section 6, we present an application. Finally, in section 7, we conclude.

2 The Multilayer Perceptron

The neuron (or node) is the basic unit of a neural network. In the case of the MLP, it includes an input layer (that does not do any processing), one output layer and at least one hidden layer. The layers consist of a set of nodes; in the case of the hidden layer its inputs come from units in the previous layer and send its outputs to the next layer. The input and output layers indicate the flow of information during the training phase where the learning algorithm is implemented. The MLP generally learns by means of a backpropagation algorithm, which is basically a gradient technique. It has also been implemented variants of the algorithm to work on the problem of slow convergence (for example, momentum term, see Haykin, 1994). Once the trained process is carried out, the network weights are frozen and can be used to compute output values for new input samples. In what follows, we provide a brief explanation of the backpropagation algorithm.

The network learning is a process in which the weights, w , are adapted by a continuous interaction (k) with the environment, in such a way that

$$w_{nj}(k+1) = w_{nj}(k) + \Delta w_{nj}(k)$$

where $w(k)$ is the previous value of the weight vector and $w(k+1)$ is the updated value. The learning algorithm is a set of rules to solve the learning problem and determine the values $w_{nj}(k)$.

One of the most important algorithms is that of the error correction. Consider the n -th neuron in the iteration. Let y_n be the response of this neuron; $x(k)$ is the vector of environment stimuli, and $\{x(k), d_n(k)\}$ is the pair of training. Define the following error signal equation:

$$e_n(k) = d_n(k) - y_n(k)$$

The objective is to minimize the cost function (criterion) which takes into account this error. After selecting the criteria, the problem of error correction learning becomes one of optimization. Consider a function $\epsilon(w)$, which is a continuously differentiable function of a weight vector. The function $\epsilon(w)$ transforms the elements from w to real numbers. We need to find an optimal solution w^* that satisfies the condition:

$$\epsilon(w^*) \leq \epsilon(w).$$

Then it is necessary to solve an optimization problem without constraints posed as: the cost function minimization $\epsilon(w)$ with respect to the weight vector. The necessary condition for optimality is given by:

$$\nabla \epsilon(w^*) = 0$$

where ∇ is the gradient operator. An important class of optimization algorithms without constraints is based on

the idea of iterative descent (gradient descent method and Newton's method). Starting with an initial condition $w(0)$, it generates a sequence $w(1), w(2), \dots$, such that the cost function $\epsilon(w)$ decreases in every algorithm iteration. It is desirable that the algorithm eventually converge in to the optimal solution in such a way that

$$\epsilon(w(k+1)) < \epsilon(w(k))$$

In the descent gradient method, the successive adjustments are applied to the weight vector, in the direction of the gradient descent. For convenience, we will use the following notation:

$$g = \nabla \epsilon(w).$$

The gradient descent algorithm can be written formally as:

$$w(k+1) = w(k) - \eta g(k)$$

where η is a positive constant called the learning rate, and $g(k)$ is the gradient vector evaluated at $w(k)$. Therefore, the correction applied to the weight vector can be written as:

$$\Delta w(k) = w(k+1) - w(k) = -\eta g(k).$$

This method converges slowly to an optimal solution w^* . However, the learning rate has a larger impact on this convergent behavior. When η is small, the path of $w(k)$, over the plane W is smooth. When η is large, the path of $w(k)$ over the plane W is oscillatory, and when η exceeds a certain critical value, the path $w(k)$ over the plane W becomes unstable. Thus, the backpropagation algorithm is a technique to implement the method of descent gradient in a weight space for a multilayer network. The basic idea is to efficiently calculate the partial derivatives of an approximate function of the behavior by the neural network with respect to all the elements of the adjustable vector of parameters w for a given value of the input vector x .

3 Types of ANNs

The specialized literature identifies several groups of networks used as approximators and/or classifiers. This section provides a classification in terms of the general characteristics of the ANNs.

1. In the first group, we can find the Feedforward Networks (FFNs), like MLP. Its main feature is that their connection is forward so they do not establish any connections between the nodes on the same layer or previous nodes. The networks that share this feature are: The Radial Basic Function (RBF) (Bildirici *et al.* 2010; Dhamija and Bhalla, 2011; Cheng, 1996); the Generalized Regression Neural Network (GRNN) (Enke and Thawornwong, 2005; Mostafa, 2010); the Group Method of Data Handling Network (GMDHN) (Pham and Lui, 1995); the Probabilistic Neural Network (PNN) (Enke and Thawornwong, 2005; Thawornwong and Enke, 2004); the Dynamic Neural Network (DNN) (Guresen, Kayakutlu and Daim, 2010) and the Cerebellar Model Articulation Controller (CMAC) (Chen, 1996).

2. In the second group, we can locate the Recurrent Networks (RCNs) that are characterized by the dynamism of their connectivity, so these networks stores information that will be used later. The networks that share this feature are: Elman Network (ELN) (Kuan and Liu, 1995; Selvaratnam and Kirley, 2006; Sitte, 2002; Yumlu *et al.* 2005); the modifications to Elman network (Kodogiannis and Lolis, 2002; Perez-Rodriguez *et al.* 2005); Partially Recurrent Networks (PRN) (Kodogiannis and Lolis, 2002; Perez-Rodriguez *et al.* 2005) and Autoregressive Networks (ARN) (Kodogiannis and Lolis, 2002).
3. Through the third group, we can find the Polynomial Networks (PLNs) which typically offer efficient processing of polynomial input variables, otherwise if we would apply the sigmoidal or gaussian functions in the training, although it would be exhaustive. The networks that share this feature are: Pi-sigma networks such as Ridge Polynomial Networks (RPN) and its dynamic version (Ghazali *et al.* 2007, 2009 and 2011), as well as the Function Link Network (FLN) (Hussain *et al.* 2008).
4. In the fourth group are the Modular Networks (MNs) that consists of various modules (networks) which allow solving tasks separately and then combining the answers in a logical manner. One possibility is to use different network architectures (Zhang and Berardi, 2001) and another alternative is to apply different initialization weights leaving the same network architectures (Adeodato *et al.* 2011; Zhang and Berardi, 2001).
5. Through the fifth group, we can find the Support Vector Machine (SVM), this network belongs to the kernel base models or nucleus. The idea is to construct a hyperplane as a decision surface which maximizes the margin of separation (Carpinteiro *et al.* 2011; Kara *et al.* 2011; Shen *et al.* 2011).

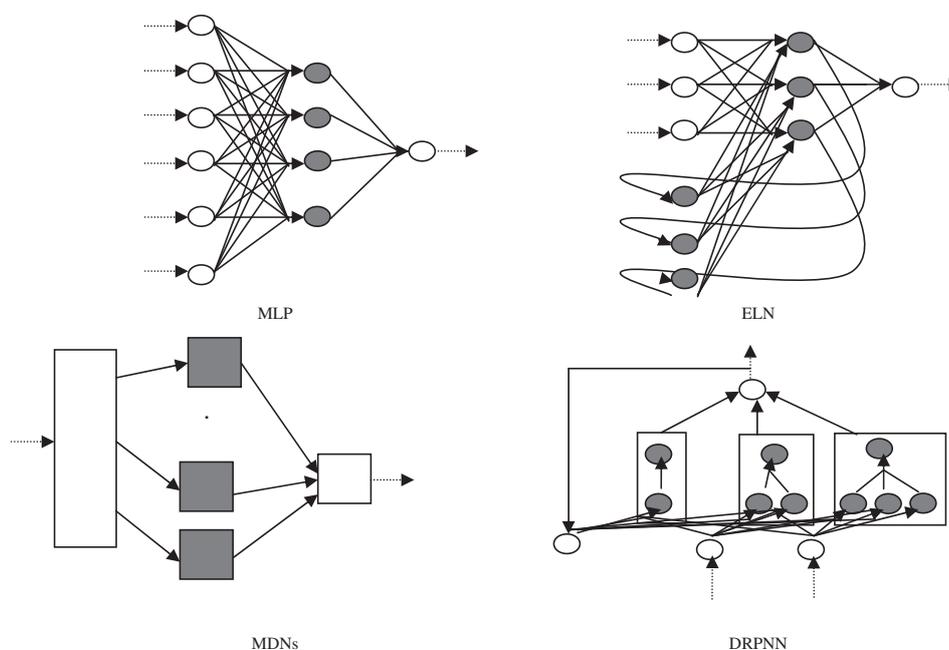


Figura 1. Some neural networks applied in stock market and exchange rate forecasting. Source: author elaboration.

4 A comparative Analysis of ANN

In this section is exposed the main characteristics of the ANNs. All these characteristics (o properties) take as a reference point the MLP:

- a) Because MLP does not have a dynamic structure, RCNs are proposed as an alternative. Therefore, the ELN could have a better performance than that of the MLP (Perez-Rodriguez *et al.* 2005; Selvaratnam and Kirley, 2006; Sitte, 2002). However, in the ELN all nodes are connected to other nodes can make the training difficult, another proposal is the PARN (Kodogiannis and Lolis, 2002; Perez-Rodriguez *et al.* 2005) or the ARN in

which case a more efficient training is expected (Kiani and Kastens, 2008; Kodogiannis and Lolis, 2002) this is so because the nodes are connected by themselves.

- b) To find the best network is usually based on trial and error criteria, that is why this kind of methods waste information and time (this usually reflects in unstable forecasts) so using MDNs with different sizes of networks would avoid these selection process (Adeodato *et al.* 2011; Zang and Berardi, 2001). Another proposal is to apply the GMDHN which increases in size during the training (Pham and Lui, 1995), or apply the DNN, which increases the number of hidden layers dynamically (Guresen, Kayakutlu and Daim, 2010).

- c) The sample is typically divided into two stages (training and testing). Furthermore, it is necessary to establish the number of nodes in the hidden layer before starting the training stage. An alternative to overcome these problems is to apply the GRNN, because it does not require estimating the number of nodes in the hidden layer and all the available information can be used for the network training, therefore no early stopping technique is required during its training (Enke and Thawornwong, 2005; Leung *et al.* 2000; Mostafa, 2010). Also the DNN or the PRNN do not need training or early stopping techniques (Enke and Thawornwong, 2005; Thawornwong and Enke, 2004).
- d) In the MLP the processing nodes are located in the hidden and output layers sharing the same type of processor (using it as a classifier, the processing nodes are non-linear, but as an approximator the output node is linear), while in the RBF the nodes in the hidden layer have certain properties that help to different learning purposes, which could provide a more accurate forecast (Hutchinson, Lo and Poggio, 1994), or the SVM, in which the choice of kernel function is a critical decision for prediction efficiency (Kara *et al.* 2011).
- e) During the training all weights are modified, and therefore, learning is slow. In contrast, RPNN have only one set of weights in the layer to train, which facilitates the learning process (Ghazali *et al.* 2007, 2009 and 2011). Another possibility could be the FLN (Hussain *et al.* 2008) or the Partially Connected Network (PCN), which selects the connection between nodes randomly (Chang *et al.* 2012).
- f) In the MLP, it is necessary to define the range in the initialization weights (usually very small) however, there is no consensus for specific applications so it is usually chosen at the designer's discretion or having as a reference similar applications. An alternative to this limitation is to apply MDNs that share the same network architecture but different ranges in the initialization weights (Adeodato *et al.* 2011; Zang and Berardi, 2001).
- g) The MLP employs an algorithm which is basically a gradient technique. It implies that the problem is non-convex and its solution is a local minimum. SVM uses the structural risk minimization theory so the problem is a convex optimization problem, which means that the optimal solution is global (Ince and Trafalis, 2006).
- h) The MLP is characterized by more learning interference for inputs distant from any training vector. A solution for this problem is to use CMACN, which can get one-step learning where MLP cannot (Lu and Wu, 2011).

5 Applications and Performance of ANN

In what follows, Table 1 summarizes the information according to the previous classification. On the basis of the obtained results in thirty reviewed papers, we observe that more than 40 % of the analyzed researches support the idea that the MLP is the best network or at least it has the same performance with respect to the proposal networks. With regard to the investigations that were in favor of other models (e.g. econometrics models) (Kodogiannis and Lolis, 2002; Yumlu and Gurense, 2005), we excluded them, and analyzed only the performance of the different proposed networks, but none of the cases the MLP stands.

The main idea of this review is to point out the advantages and delimitations of the MLP with respect to other available networks by comparing not only the learning process, but also the architecture design. The issue of the type of connections between the nodes (like RCNs suggest) could not be so successful in several applications. The main drawback associated with RCNs is that they need more time to learn than the standard networks because their outputs pass through the network more than once (depending on the type of the RCNs) before the final output. Another issue is if apply or not in a network some optimization technique, like in SVM, instead of gradient technique.

The types of networks that have shown superiority over the MLP are the RBF, GRNN, MDNs and DRPNN. Both RBF and GRNN are FFNs. In these types of networks the training may be in terms of global or local basis functions. The MLP applies a global basic function (usually sigmoidal), and this function have non-negligible values throughout all measurement space, so many iterations are required to find a combination that has an acceptable error in all parts of the measurement space for which training data are available. On the other hand, GRNN and RBF are based on a localized basic function, which provides an important advantage of instant learning. The GRNN is based on the estimation of probability density functions, and RBF is based on iterative function approximation. Although, PRNN and GRNN are based on the estimation of probability density functions, the reason that GRNN and RBF outperform in compared with PRNN could be the used of the regression method (Chen, 1996).

The fact that the MDNs perform better than the MLP is because they are more precise techniques for the initialization weights, but when MDNs mix different architectures sharing the weights range, the result is poor. In the case of the DRPNN with respect to MLP, they have only a single layer of learnable weights, so it will reduce the network complexity. Therefore, PLNs are appropriated when the number of inputs to the model and the training becomes extremely large, so the training procedure for ordinary networks like MLP becomes very slow. The fact that some dynamic versions succeed (although it implies more connections) is because their architecture is very simple. Another case (isolated) is the CMAC that performs better than MLP or RBF, so MLP cannot elude the problem of slow learning.

Tabla 1. Application of different networks for the stock market and the exchange rate. Source: author elaboration.

Year	Author(s)	ANNs					Results ^a		
		1			2	3		4	5
		MLP	RBF	Others	RCNs	PLNs		MDNs	SVM
Exchange rate									
2011	Dhamija & Bhalla	×	×					RBF performs better	
2010	Bildirici <i>et al.</i>	×	×		×			RBF performs better	
2009	Ghazali <i>et al.</i>	×				×		PLNs & MLP perform better	
2008	Kiani & Kastens	×			×			RCNs perform better	
2008	Hussain <i>et al.</i>	×				×		Same performance	
2007	Ghazali <i>et al.</i>	×				×		PLNs performs better	
2007	Portela <i>et al.</i>	×	×					MLP performs better	
2006	Ince & Trafalis	×					×	SVM performs better	
2002	Kodogiannis & Lolis	×	×		×			RCNs perform better	
2001	Zhang & Berardi	×					×	MDNs perform better	
2000	Leung <i>et al.</i>	×		×				Others performs better	
1995	Kuan & Liu	×			×			Small differences	
1994	Pham & Liu	×		×	×			MLP & others perform better	
Stock market									
2012	Chang <i>et al.</i>	×		×				Others perform better	
2011	Shen <i>et al.</i>	×	×				×	RBF performs better	
2011	Lu & Wu	×	×	×			×	Others perform better	
2011	Kara <i>et al.</i>	×					×	MLP performs better	
2011	Carpinteiro <i>et al.</i>	×					×	SVM performs better	
2011	Guresen <i>et al.</i>	×		×				MLP performs better	
2010	Mostafa	×		×				Others performs better	
2005	Enke & Thawornwong	×		×				MLP performs better	
2006	Selvaratnam & Kirley	×			×			Same performance	
2005	Yumlu <i>et al.</i>	×			×			RCNs perform better	
2005	Pérez <i>et al.</i>	×			×			MLP performs better	
2004	Thawornwong & Enke	×		×				MLP performs better	
2002	Sitte	×			×			Same performance	
2000	Leung <i>et al.</i>	×		×				Others perform better	
Both									
2011	Adeodato <i>et al.</i>	×					×	MDNs perform better	
2011	Ghazali <i>et al.</i>	×				×		PLNs performs better	
1994	Hutchinson, Lo, & Poggio	×	×					MLP & RBF perform better	

^aThe results are based on the author's criterion for the multilag forecast

The above results suggest that, in general, the basic functions, the initialization weights, and the network architecture will produce a path that concentrates great efforts. These issues have already been established by other authors who seek through intelligent methods (e.g. genetic algorithms) to improve the performance of the MLP, especially with the network architecture and initialization weights (Hansen and Nelson, 2003; Karathanasopoulos *et al.* 2010). With respect to the basic function, the literature in finance does not discuss this task with respect to GA or another methodology (or we did not find it). As a conclu-

sion, we should not suggest complicated networks, in some cases, the simplicity is the best.

6 The IBM case

In this section we apply the MLP to the IBM case. To do this, we will focus on the IBM daily common stock returns from January 02, 2003 to May 05, 2013 (see Figure 2). Data consisting of 2592 days will be used for training and the last 10 days for testing (or forecast period). The software to be used is *Mathematica 6.0*.

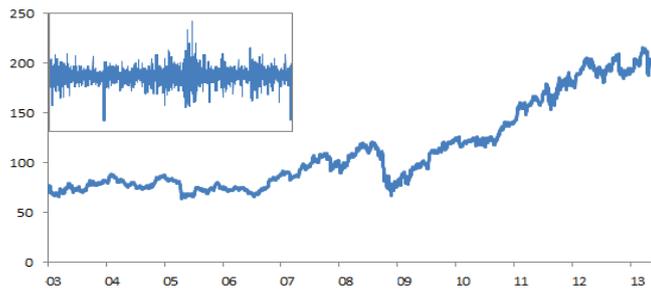


Figure 2. IBM daily closing prices and returns. Source: Economatica.

Step 1: Parameter values. The optimal values of the parameters depend on the application and they are not easy to determine *a priori*. In this case, they are chosen according to similar studies $\eta = 0,3$ and the momentum term = 0,2 (Pérez-Rodríguez *et al.* 2005; Theofilatos *et al.* 2010).

Step 2: Size of the training. According to the desired accuracy on the test set, it is suggested that

$$P \geq \frac{|w|}{1-a} \log \frac{n}{1-a}$$

where P denotes the size of the training set, $|w|$ denotes the numbers of weights to be trained, a stands for the expected accuracy on the test (in our case, the value is given by 0.95), and n is the number of nodes (Mehrotra *et al.* 2000).

Step 3: We now analyze the error among the different network architectures. The empirical evidence suggests that when the size of the networks is increasing, the training performance improves; however, if the one-lag and multi-lag performances deteriorate, the networks are oversized. The process may stop (e.g. establish an acceptable error) or continue until it is found the “best” network. If the last procedure is chosen, we can compare the training error with the forecast error (one-lag testing + multilag testing) and choose the network just before the forecast error increases according to the training error.

In Table 2 is presented the mean squared error from different network architectures. The first column contains the training error which decreases when the size of the network increases. The last column contains the forecast error which is always bigger than the training error but at some point the forecast error begins to have a greater difference in relation to the training error, which is shown in Figure 3. At this point the training error continues decreasing because the network is larger than required so the network memorize information and gradually lose the ability to respond to new information (forecast error). According to the obtained results the “best” network architectures is 6-8-1 (the series is roughly explained from the lag number 6 with 8 hidden layers) with a training error of .000486 and a forecast error of .000507 while the remainder of the results are discarded (a lot of time and information is wasted).

Tabla 2. Mean Squared Errors. Source: author elaboration.

Network architectures ^a	Training	1	2	1+2	
		One-lag Testing	Multilag Testing	Forecast error	
3	2-1	.006402	.007236	.005764	0.006500
	3-1	.004078	.004721	.003574	0.004148
	4-1	.002949	.003478	.002522	0.003000
	5-1	.002322	.002794	.001945	0.002370
	6-1	.001907	.002342	.001567	0.001955
	7-1	.001619	.002010	.001306	0.001658
4	6-1	.001457	.001838	.001161	0.001500
	7-1	.001243	.001591	.000971	0.001281
5	6-1	.001182	.001520	.000917	0.001219
	7-1	.000735	.000996	.000529	0.000763
6	8-1	.000486	.000692	.000322	0.000507
7	9-1	.000336	.000505	.000321	0.000413
	10-1	.000268	.000414	.000319	0.000367
8	10-1	.000254	.000397	.000308	0.000353
10	9-1	.000250	.000391	.000276	0.000334
	10-1	.000189	.000307	.000264	0.000286
	11-1	.000165	.000274	.000235	0.000255

^aInput-hidden-output nodes

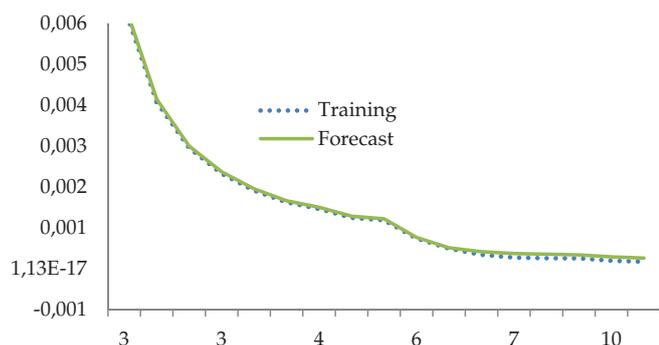


Figura 3. Training and forecast errors. Source: author elaboration.

7 Conclusions

This paper carried out an exhaustive review of the specialized literature on ANNs and made a comparative analysis according to their performances in forecasting stock indices (or stocks) and exchange rates. In this regard, it is important to point out that the MLP is one of the most used networks in finance, because it is a feedforward multilayer network with non-linear node functions. In order to support this, we have reviewed thirty applications in the literature. We found that more than 40 % of the analyzed researches support the idea that the MLP is the best network or at least it has the same performance with respect to the proposal networks. However, it is shown that the MLP has important delimitations in several respects: network architecture, basic functions and initialization weights. One way to improve the performance of the MLP is to apply intelligent methods. As a result we get a hybrid network which is expected to provide a more accurate forecast.

Referencias

- Adeodato, P., A. Arnaud, G. Vasconcelos, R. Cunha y D. Monteiro. 2011. *Mlp ensembles improve long term prediction accuracy over single networks*. *International Journal of Forecasting*, 27(3): 661–671.
- Anderson, J. A. 2007. *An Introduction to Neural Networks*. The IMT Press.
- Bahrammirzaee, A. 2010. *A comparative survey of artificial intelligence applications in finance: Artificial neural networks, expert system and hybrid intelligent systems*. *Neural Computing and Applications*, 19(8): 1165–1195.
- Bildirici, M., E. Alp y O. Ersin. 2010. *Tar-cointegration neural network model: An empirical analysis of exchange rates and stock return*. *Expert Systems with Applications*, 37(1): 57–69.
- Brooks, C. 2006. *Introductory Econometrics for Finance*. Cambridge University Press, 7 edición.
- Burrell, P. y B. Folarin. 1997. *The impact of neural networks in finance*. *Neural Computing and Applications*, 6(4): 193–200.
- Carpinteiro, O., J. Leite, C. Pinheiro y I. Lima. 2011. *Forecasting Models for Prediction in Time Series*. *Artificial Intelligence Review*. Springer.
- Chang, P., D. Wang y Z. D. 2012. *A novel model by evolving partially connected neural network for stock price trend forecasting*. *Expert Systems with Applications*, 39(1): 1–15.
- Cheng, C. 1996. *Fuzzy Logic and Neural Network Handbook*. IEEE Press.
- Dhamija, A. y V. Bhalla. 2011. *Exchange rate forecasting: Comparison of various architectures of neural networks*. *Neural Computation and Applications*, 20(3): 355–363.
- Enke, D. y S. Thawornwong. 2005. *The use of data mining and neural networks for forecasting stock market returns*. *Expert Systems with Applications*, 29(4): 927–940.
- Ghazali, R., A. J. Hussain, D. Al-Jumeily y M. Merabti. 2007. *Dynamic Ridge Polynomial Neural Networks in Exchange Rates Time Series Forecasting*. ICANNGA.
- Ghazali, R., A. J. Hussain y P. Liatsis. 2011. *Dynamic ridge polynomial neural network: Forecasting the univariate non-stationary and stationary trading signals*. *Expert Systems with Applications*, 38(4): 3765–3776.
- Ghazali, R., A. J. Hussain, N. M. Nawi y B. Mohamad. 2009. *Non-stationary and stationary prediction of financial time series using dynamic ridge polynomial neural network*. *Neurocomputing*, 72(10-12): 2359–2367.
- Guresen, E., G. Kayakutlu y T. U. Daim. 2010. *Using artificial neural network models in stock market index prediction*. *Expert Systems with Applications*, 38(8): 10389–10397.
- Hamid, Z., S. A. y Iqbal. 2004. *Using neural networks for forecasting volatility of s&p 500 index futures prices*. *Journal of Business Research*, 57(10): 1116–1125.
- Hansen, J. V. y R. D. Nelson. 2003. *Forecasting and recombining time-series components by using neural networks*. *Journal of the Operational Research Society*, 54(3): 307–317.
- Haykin, S. 1994. *Neural Networks a Comprehensive Foundation*. IEEE Computer Society Press.
- Hussain, A., J. A. Anderson, A. Knowles, P. J. G. Lisboa y W. El-Deredy. 2008. *Financial time series prediction using polynomial pipelined neural networks*. *Expert Systems with Applications*, 35(3): 1186–1199.
- Hutchinson, J. M., A. W. Lo y T. Poggio. 1994. *A nonparametric approach to pricing and hedging derivative securities via learning networks*. *Journal of Finance*, 49(3): 851–889.
- Ince, H. y T. B. Trafalis. 2006. *A hybrid model for exchange rate prediction*. *Decision Support Systems*, 42(2): 1054–1062.
- Kaastra, I. y M. Boyd. 1996. *Designing a neural network for forecasting financial and economic time series*. *Neurocomputing*, 10(3): 215–236.

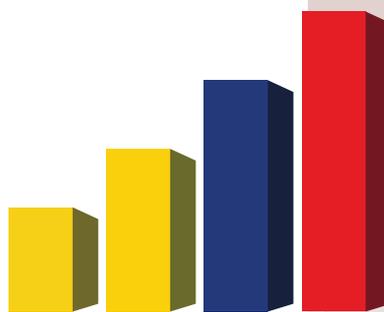
- Kara, Y., M. A. Boyacioglu y O. K. Baykan. 2011. *Predicting direction of stock price index movement using artificial neural networks and support vector machines: the sample of the istanbul stock exchange*. *Expert Systems with Applications*, 38(5): 5311–5319.
- Karathanasopoulos, A., K. Theofilatos, P. Leloudas y S. Likothanassis. 2010. *Modeling The ASE 20 Greek Index Using Artificial Neural Networks Combined With Genetic Algorithms*. 6352, *Artificial Neural Networks, Lecture Note in Computer Science*.
- Khashei, M. y M. Bijari. 2011. *A novel hybridization of artificial neural networks and arima models for time series forecasting*. *Applied Soft Computing Journal*, 11(2): 2664–2675.
- Kiani, K. M. y T. L. Kastens. 2008. *Testing forecast accuracy of foreign exchange rate: Predictions from feedforward and various recurrent neural network architecture*. *Computational Economics*, 32(4): 383–406.
- Kodogiannis, V. y A. Lolis. 2002. *Forecasting financial time series using neural network and fuzzy system-based techniques*. *Neural Computing and Applications*, 11: 90–102.
- Kuan, C. M. y T. Liu. 1995. *Forecasting exchange rate using feedforward and recurrent neural networks*. *Journal of Applied Econometrics*, 10(4): 347–364.
- Leung, M., A. Chen y H. Daouk. 2000a. *Forecasting exchange rate using general regression neural networks*. *Computers and Operations Research*, 27(11): 1093–1110.
- Leung, M. T., H. Daouk y A. S. Chen. 2000b. *Forecasting stock indices: A comparison of classification and level estimation models*. *International Journal of Forecasting*, 16(2): 173–190.
- Lu, C. y J. Wu. 2011. *An efficient cmac neural network for stock index forecasting*. *Expert Systems with Applications*, 38(12): 14357–15598.
- McNelis, P. D. 2005. *Neural Networks in Finance: Gaining Predictive Edge in the Market*. Elsevier Academic Press, UK.
- Medsker, L., E. Turba y R. R. Trippi. 1996. *Neural Networks in Finance and Investing: Using Artificial Intelligence to Improve Real-World Performance*. *Neural Networks Fundamentals for Financial Analysts*.
- Mehrotra, K., C. K. Mohan y S. Ranka. 2000. *Elements of Artificial Neural Networks*. The MIT Press, USA.
- Mostafa, M. M. 2010. *Forecasting stock exchange movements using neural networks: Empirical evidence from kuwai*. *Expert systems with applications*, 37(9): 6302–6309.
- Paliwal, M. y U. A. Kumar. 2009. *Neural networks and statistical techniques: A review of application*. *Expert Systems with Applications*, 36(1): 2–17.
- Perez-Rodriguez, J. V., S. Torra y J. Andrada-Felix. 2005. *Star and ann models: Forecasting performance on the spanish ibex-35 stock index*. *Journal of Empirical Finance*, 12(3): 490–509.
- Pham, D. T. y X. Lui. 1995. *Neural Networks for Identification, Prediction and Control*. Springer, USA.
- Portela, A., N. Affonso da Costa y L. Coelho. 2007. *Computational intelligence approaches and linear models in case studies of forecasting exchange rate*. *Expert Systems with Applications*, 33(4): 816–823.
- Rada, R. 2008. *Expert systems and evolutionary computing for financial investing: A review*. *Expert Systems with Applications*, 34(4): 2232–2240.
- Selvaratnam, S. y M. Kirley. 2006. *Predicting Stock Market Time Series Using Evolutionary Artificial Neural Networks with Hurst Exponent Input Window*. *Lecture Notes in Artificial Intelligence*. Springer.
- Sharth, M. y M. C. Medeiros. 2009. *Asymmetric effects and long memory in the volatility of dow jones stock*. *International Journal of Forecasting*, 25(2): 198–212.
- Shen, W., X. Guo, C. Wu y D. Wu. 2011. *Forecasting stock indices using radial basis function neural networks optimized by artificial fish swarm algorithm*. *Knowledge-Based Systems*, 24(3): 427–443.
- Sitte, R. y J. Sitte. 2002. *Neural networks approach to the random walk dilemma of financial time series*. *Applied Intelligence*, 3(16): 163–171.
- Thawornwong, S. y D. Enke. 2004. *The adaptive selection of financial and economic variables for use with artificial neural networks*. *Neurocomputing*, 56: 205–232.
- Venegas-Martínez, F. y A. Islas-Camargo. 2005. *Volatilidad de los mercados bursátiles de américa latina: efectos de largo plazo*. *Comercio Exterior*, 55(1): 936–947.
- Yumlu, S., F. S. Gurgen y N. Okay. 2005. *A comparison of global, recurrent and smoothed-piecewise neural models for istanbul stock exchange (ise) prediction*. *Pattern Recognition Letter*, 26(13): 2093–2103.
- Zhang, G. P. y V. L. Berardi. 2001. *Time series forecasting with neural network ensembles: An application for exchange rate prediction*. *Journal of the Operational Research Society*, 52(6): 652–664.

Analítica

La Contabilidad Pública en América Latina y el
Devengo en Ecuador

Public Accounting in Latin America and The
Accrual in Ecuador

Jazmín Sánchez y David Pincay



www.inec.gob.ec | www.ecuadorencifras.com

LA CONTABILIDAD PÚBLICA EN AMÉRICA LATINA Y EL DEVENGO EN ECUADOR

PUBLIC ACCOUNTING IN LATIN AMERICA AND THE ACCRUAL IN ECUADOR

Jazmín Sánchez[†] y David Pincay[‡]

[†] Departamento de Investigación, Universidad Estatal de Milagro, Milagro, Ecuador

[‡] Departamento Financiero, Universidad Estatal de Milagro, Milagro, Ecuador

[†]jazmin_sanchez4@hotmail.com, [‡]dav_coco@hotmail.com

Recibido: 2 de septiembre de 2013

Aceptado: 23 de diciembre de 2013

Resumen

Por una parte, muchos países de Latinoamérica vienen aplicando la Contabilidad Pública bajo el Método de Acumulación o Devengo. Por otra, el *International Federation Of Accountants* (IFAC), a través de la Junta de Normas Internacionales de Contabilidad para el Sector Público (ISPASB), busca armonizar la información contable y financiera de las entidades públicas a nivel mundial. ¿Cuál podría ser la relación entre la práctica actual de la Contabilidad Pública en los países de Latinoamérica y las normativas propuestas por IFAC? El estudio refleja la conceptualización y aplicación del devengado en diversos países y la situación contable que vive Ecuador en estos momentos. El devengado, como principio, ha diferenciado los registros contables entre el Sector Público No Financiero Ecuatoriano y el Sector Comercial Privado. Sin embargo, este modelo se ha ido integrando con el Sistema de Administración Financiera (ESIGEF). Esta integración supone el primer paso en el camino de integrarnos internacionalmente en el campo de Contabilidad Pública. Dicha integración permitiría realizar la rendición de cuentas de forma clara y transparente.

Palabras clave: Devengado, ISPASB, Rendición de Cuentas, IFAC.

Abstract

On the one hand, many countries in South America have applied under the Public Accounting Method Accrual or Accrua. In addition, the International Federation Of Accountants (IFAC) through the Board of International Accounting Standards for the Public Sector (ISPASB), seeks to harmonize the accounting and financial reporting by public entities worldwide. What could be the relationship between the current practice of public accounting in the countries of South America and the standards proposed by IFAC? The study reflects the conceptualization and implementation of accrual in various countries and accounting situation in Ecuador right now. The accrual principle of accounting records has differentiated between the Nonfinancial Public Sector Private Sector Ecuadorian and Commercial. However; this model has been integrated with the Financial Management System (ESIGEF). This integration is the first step on the road to integrate internationally in the field of Public Accounting. This integration may allow a assume accountability clear and transparent.

Keywords: Accrual, ISPASB, Accountability, IFAC.

Código JEL: M4, M40, M41, M48.

1 Introducción

Las Normas Internacionales de Contabilidad del Sector Público (NICSP) buscan armonizar la información fi-

nanciera en base a las indicaciones realizadas por el Fondo Monetario Internacional (FMI). El Fondo, como integrante observador de la Federación Internacional de Contadores (IFAC), conjuntamente con el International Public Sec-

tor Accounting Standards Board (IPSASB), han publicado 32 normas para uso del Sector Gubernamental. De acuerdo con el Estudio (IFAC, 2011), basado en la transición en la aplicación del devengado, han sido más incentivados los países que han adoptado, convertido y armonizado sus balances en relación al devengo.

En Ecuador, la obligatoriedad de la aplicación de las Normas Internacionales de Información Financiera (NIIF) ha sido introducida a partir del año 2006 en el sector privado; con ello, la Información Financiera Contable dejaba atrás las Normas Ecuatorianas de Contabilidad y empezaba la aplicación de las Normas Internacionales de Contabilidad. Así, se suprimen los principios anteriores y nace la obligatoriedad del Devengo. El Sector Público No Financiero acompañó este cambio dejando atrás la base simplista del uso del flujo de caja y manteniendo el devengado como el principio que contablemente registra los hechos económicos cuando existan o no movimientos de dinero en la instancia de la obligación o derecho monetario (Ecuador, Ministerio de Economía y Finanzas, 2005).

La contabilidad como ciencia ha evolucionado y ha estado inmersa en muchos diseños de re-análisis en las investigaciones internacionales. En el tiempo, los cambios se han concentrado en forma de micro y macro-contabilidad en dos sectores económicos, como son el sector privado y el sector público. La micro-contabilidad ha sido usual en el Sector Privado a través de la utilización de sistemas de registro construidos en base a los flujos de efectivo (Hauque, 2008). La contabilidad macroeconómica en este sector utiliza el criterio del devengado. En contraste, en el Sector Público, en forma general y dependiendo el país, los registros se caracterizan por la atribución de los flujos de recursos y gastos; en este sector, el criterio que se utiliza es el "percibido".

En este estudio, se analiza la conceptualización y la aplicación del devengado en diversos países de Latinoamérica. La presentación de diferentes formas utilizadas en los países de referencia, nos sirve para analizar la situación contable que vive Ecuador en estos momentos. Para poder hacerlo, se ha considerado la información procedente de varias bases de datos, publicaciones y muestras de trabajos sobre el tema. La revisión bibliográfica realizada abarca el periodo desde el año 1971 hasta 2013. Este estudio se apoya en los trabajos de los autores cuyas investigaciones del campo de contabilidad han sido publicadas en las revistas indexadas, además de las leyes y normativas contables que rigen en cada país.

2 La Contabilidad Pública y las Normas Internacionales de Contabilidad para el Sector Público (NICSP)

Hablar del devengado no es nuevo. Este principio (Assum Cima, 1977) se describe como la relación entre el senti-

do económico de la contabilidad y la eliminación de la versión simplista de la caja. Este modelo ha sido adoptado por las empresas privadas alrededor del mundo. Sin embargo, *Government Public Finance Statistics System* (GPFS), influido por el FMI mostró la resistencia a este sistema y defendió la utilización de la base de caja como una herramienta más adecuada para los flujos y stock en el Sector público.

En el estudio realizado por Raimondi (1974) se propone el cambio del principio de "equidad" debido a falta de un sustento teórico y exige la aplicación del "devengamiento" por su uniformidad y aplicabilidad en la emisión de estados financieros contables independiente del área. El estudio sugiere también que el devengo sea el principio básico de la contabilidad.

Por otro lado, el FMI empezó regulando las normas internacionales con las Estadística de Finanzas Públicas. El método utilizado ha sido el Sistema de Cuentas Nacionales de las Naciones Unidas (SNA) del año 1953, con sus posteriores revisiones del 1963 y 1968, basado en flujos de caja y en el método de acumulación. De esta forma la SNA presenta un modelo de valores devengados modificados. Como se aprecia, esta conceptualización sostiene las prácticas contables históricas que han surgido en determinadas condiciones y como composición de varias líneas de fuerzas (Ryan, 1998)

El FMI, en el año 1993, basándose en el estudio del Manual de Balanzas de Pagos que utiliza los registros de pagos internacionales por interés, se adscribe totalmente al sistema de acumulación o devengado. Unos años más tarde, en el 2001, la nueva versión del Sistema de Estadísticas de Finanzas Públicas del Fondo Monetario Internacional ha sido publicada. Este nuevo sistema ha sido adoptado por la Junta de Normas Internacionales de Contabilidad para el Sector Público (IPSASB). Dicha organización emite las primeras Normas Internacionales de Contabilidad Para el Sector Público (NICSP) empleando el sistema de lo devengado, más conocido como método de acumulación o devengo. Este es el momento considerado como el inicio de la etapa de transición en la contabilidad pública, sustituyendo una base de flujo de caja por una base del devengo en el mundo entero (IFAC, 2011).

Esta evolución permitió crear un grupo de trabajo internacional en el que participaron el FMI, el IPSASB, y el OECD. En julio del 2003, el IPSASB acordó publicar "El prefacio al Marco Conceptual para Informes Financieros con propósito general de entidades del Sector Público". Esta publicación ha sido acompañada por un profundo análisis realizado por la Junta, del 17 al 20 de Junio del 2013 en Toronto – Canadá, dónde se adoptó por primera vez las NICSP basadas en la acumulación y otorgando un plazo de gracia de tres años para aquellos que han reconocido o no los instrumentos financieros en su bases contables. Además, se acordó que en Septiembre de 2013 se debía presentar una versión actualizada (IPSASB-August-2013). En la Tabla 1, resumimos los hitos en el camino de evolución de las normas de contabilidad.

Tabla 1. Método del devengado y las NICSP. Fuente: Elaboración propia.

1971 RAIMONDI	1974 RAIMONDI	1977 ASSUM CIMA	1993	2001 FMI	2003 IPSASB	2013 * IPSASB
Se expresa que el devengado debe ser parte de los principios contables	Escribe "Ensayo sobre el principio de devengamiento"	Describe: "La relación con el sentido económico de la contabilidad y la eliminación de la versión simplista de la caja"	FMI se adscribe totalmente al sistema del Devengado	Nueva versión del Sistema de Estadísticas de Finanzas Públicas	Creación del Marco Conceptual para Informes Financieros con propósito general de entidades del Sector Público	La Junta de Normas Internacionales de Contabilidad para el Sector Público desarrolla el Manual de Procedimientos Internacionales del Sector Público
			Estudio del Manual de la Balanza de Pagos	El IFAC y el IPSASB adopta el "Método de Acumulación"	El IPSASB es el único responsable de emitir NIIF - NIC	El IPSASB adoptó por primera vez las NICSP basadas en la acumulación

Nota : * Otros datos importantes del año 2013:

- Para el 2013 el IPSASB, da un plazo de 3 años de gracia para su implementación.
- El Estudio 14 nos habla de la "Transición a la base contable de acumulación o devengo"

Se crea la NICSP 32.

En la actualidad, la Junta de Normas Internacionales de Contabilidad para el Sector Público (IPSASB), ha publicado 32 Normas Internacionales de Contabilidad para el Sector Público (NICSP) con el fin de armonizar la información financiera. Dichas normas han sido aplicadas, adaptadas o modificadas en los diferentes países. Sin embargo, lo que sí es notorio que muchos estados de Latinoamérica solo aplican la base de acumulación acorde a su gestión pública y estructura política para medir los intereses propios de cada nación. De esta forma, están creando manuales propios y normas técnicas que se relacionan con las NIIF y NIC. En nuestra investigación, hemos desarrollado un cuadro que nos permita visualizar, lo que acabamos de presentar (Tabla 2).

Son contados los países de Latinoamérica que no aplican la Base de Acumulación o Devengo. Paraguay es una de esas excepciones, ya que aún maneja la base de registro del percibido, con el criterio de que cada institución del sector público es un ente contable. De esta manera, y a pesar que este país cuenta con una Dirección General de Contabilidad Pública, el sistema se vuelve débil ya que no permite dar respuesta a todas las necesidades de transacción, y poniendo en duda la integridad y la transparencia en la información financiera. Sin embargo, se nota el uso de un manual de registro y las normas propias, que le permiten al sector público paraguayo rendir cuentas (Giachino de Paladino, 2011).

Costa Rica es uno de los países que puede servir como ejemplo de la aplicabilidad de las NICSP. La opción tomada en este país es la "adopción" recomendada por el IFAC, siendo el Sistema de Administración Financiera el ente rector y el responsable de aplicar este proceso. La aplicación permite encontrar verdaderas prácticas uniformes y resultados comparables a nivel mundial. Esto implica que to-

das las entidades públicas que conforman este país sean clasificadas de la siguiente manera: Poderes, órganos Desconcentrados, Instituciones Descentralizadas No Empresariales, Instituciones Financieras No Bancarias y Gobiernos Locales. Los Poderes incluyen al Poder Ejecutivo, al Poder Legislativo y sus órganos auxiliares, la Contraloría General de la República y la Defensoría de los Habitantes, al Poder Judicial y al Tribunal Supremo de Elecciones. Estas instituciones implementarán las 32 Normas Internacionales de Contabilidad del Sector Público (NICSP) a partir de enero del 2016 (Ministerio de Hacienda de Costa Rica, 2013).

Chile ha elegido la convergencia de una situación en base a un objetivo. Dentro de sus 221 entidades de gobierno, 345 municipios y 608 servicios incorporados están migrando desde los principios de contabilidad generalmente aceptados hacia las Normas Internacionales de Contabilidad Gubernamental. De esta manera, están fortaleciendo la transparencia, la comparabilidad de información financiera y promoviendo la gestión por resultados en el sector público. Este país adopta las NICSP por convicción y no por obligación, y a través de un plan de convergencia integral y gradual. El plan se inició en el año 2010 y culminará en 2015, dando inicio a la aplicación de la nueva normativa (Contraloría General de la República - Chile, 2012).

Podemos considerar que la era del Devengado en el Sector Público ha pasado ser parte de la normativa internacional, y funciona como herramienta y guía para la comprensión y armonización del lenguaje financiero público internacional. Este cambio no supone la realización de una nueva revisión de los manuales de contabilidad gubernamentales que tiene cada país, sino la aplicación del requerimiento solicitado por el FMI y los observadores que intervienen en el IFAC.

Tabla 2. Posición del Devengado en diferentes países de América Latina. Fuente: Elaboración propia.

PAÍSES	ORGANISMO RECTOR	APLICA NICSP	FECHA DE IMPLEMENTACIÓN	DOCUMENTO	BASE DE REGISTRO
ARGENTINA	CONTADURÍA GENERAL DE LA NACION	ADAPTACIÓN	PROPIAS	LEY DE ADM. FINANCIERA Y DE LOS SISTEMAS DEL CONTROL DEL SECTOR PÚBLICO	BASE DEL DEVENGADO MODIFICADO
BOLIVIA	MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS PUBLICAS	CONVERGENCIA	2009 - ACTUALIZÓ	LEY 1178- 1990	BASE DEL DEVENGADO
BRASIL		APLICA SIAF	PROPIAS		BASE DEL DEVENGADO
CHILE	CONTRALORÍA GENERAL DE LA REPUBLICA	CONVERGENCIA	2010 AL 2015	CGR. Resolución 2011 NICSP	BASE DEL DEVENGADO
COLOMBIA	MINISTERIO DE HACIENDA Y CRÉDITO PÚBLICO	ARMONIZACIÓN	2004 (EJECUCIÓN DE PROYECTO)	DECRETO -3048-2011	BASE DEL DEVENGADO
COSTA RICA	MINISTERIO DE HACIENDA COSTA RICA	TRANSICIÓN-ADOPCIÓN - PLAN DE ACCION	ENERO 2016,	Decreto Ejecutivo -36961-H	BASE DEL DEVENGADO
ECUADOR	MINISTERIO DE FINANZAS	ARMONIZACIÓN	PROPIAS	ACUERDO 329	BASE DEL DEVENGADO
HONDURAS		NO APLICA	PROPIAS		BASE DEL FLUJO DE CAJA MODIFICADO
MÉXICO	GOBIERNO FEDERAL Y ESTATUAL	ARMONIZACIÓN	2011- PROPIAS	LEY GENERAL DE CONTABILIDAD GUBERNAMENTAL	BASE DEL DEVENGADO
PARAGUAY	DIRECCIÓN GENERAL DE CONTABILIDAD PÚBLICA	NO	PROPIAS	LEY DE ADMINISTRACIÓN FINANCIERA DEL ESTADO	BASE REAL DEL PERCIBIDO
PERÚ	DIRECCIÓN GENERAL DE CONTABILIDAD PÚBLICA	GRADUAL	NICSP 1 AL 17 ENERO DE 2004 Y NICSP 18 AL 21 MARZO DE 2006	LEY GENERAL DEL SISTEMA NACIONAL DE CONTABILIDAD	BASE DEL DEVENGADO
REPÚBLICA DOMINICANA	SECRETARÍA DE FINANZAS	INTENSIFICAR	PROCESO	LEY DE CREACIÓN DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE CONTABILIDAD GUBERNAMENTAL	DEVENGADO MODIFICADO
URUGUAY	CONTADURÍA GENERAL DE LA NACIÓN	ADAPTAR	2003	ORDENANZAS DE LA CONTRALORÍA GENERAL DE LA NACIÓN	DEVENGADO MODIFICADO SOLO PRESUPUESTARIO

3 Rendición de Cuentas - Control Contable y el Principio del Devengo

La mejor forma de controlar la gestión pública es a través de la rendición de cuentas. ¿Qué es la Rendición de Cuentas? El punto de partida es el criterio de la *Transparency International: The global coalition against corruption*, que insiste en la responsabilidad que tienen los organismos y las organizaciones tanto privadas como públicas en el cumplimiento de sus funciones. Las tres vías posibles de rendición de cuentas serían: (Secretaría de la Función Pública - México, 2012)

Diagonal: para un mejor control, interviene el ciudadano, junto a las instituciones de gobierno, como participe en la discusión de políticas, del presupuesto y el control de gasto.

Horizontal: se ejerce control sobre los funcionarios públicos, a través de leyes y normas, ante tribunales, y con facultades sancionadoras.

Vertical: los gobiernos, al ser elegidos por votación popular, tienen responsabilidad social ante los electores.

Desde este punto de vista, los Estados Financieros Públicos son herramienta vital en la toma de decisiones a nivel gerencial, político, empresarial; ellos permiten que el presupuesto no solo refleje las decisiones, sino que también presente la información ordenada, armonizada y confiable de forma que se pueda utilizar en el cualquier momento.

De acuerdo con (Sour y Eunises, 2007), la eficiencia de la gestión en los recursos públicos requiere la transparencia. La transparencia en la aplicación del presupuesto permite evaluar los resultados teniendo en cuenta la satisfacción del pueblo, las obras civiles, sociales, la calidad de los servicios y bienes que se ofertan, el combate de la pobreza y una

buena distribución de los ingresos. El proceso de rendición de cuentas se convierte de este modo en un específico resumen.

La contabilidad nació para evidenciar la situación económica, tanto de forma interna como externa. Existen varios modelos contables que permiten satisfacer las necesidades de muchos usuarios. Los Estados Financieros Públicos proporcionan datos conforme a las necesidades de quien los solicite. Los estudios anteriores (Carrasco Díaz y López Hernández, 1994) detallan que la información que debe proporcionar la contabilidad pública es la siguiente:

- Ejecución presupuestaria de ingresos y gastos.
- Tributos
- Programas y proyectos de ejecución
- Costo de servicios prestados
- Cumplimiento del ciclo presupuestario
- Financiamiento de recursos económicos
- Planificación y ejecución de programas
- Planes y compromisos futuros.

La rendición de cuentas o el control contable permiten evaluar la contabilidad pública desde el punto de vista de la legalidad, la esencia y la aplicación del presupuesto, partiendo de normas y técnicas de registros que se reflejaba al final en los flujos de las tesorerías (Carrasco Díaz y López Hernández, 1994). Esta necesidad de información soporta la aplicación de Normas Internacionales de contabilidad que armonicen la calidad de los Estados Financieros.

El Ecuador ejerce control en la gestión pública y lo realiza a través de la Contraloría General del Estado (CGE), organismo creado por la Constitución de la República de Ecuador con el fin de velar por una buena administración de los recursos económicos, una buena utilización de los bienes y los cumplimientos de los objetivos. Además, abarca al sector privado, siempre que este utilice el 50 % de los recursos del estado (Contraloría General del Estado, 2009). Así, la rendición de cuenta en el Ecuador permite la realización del control interno y del control externo de los gastos.

La Figura 1, muestra que el Sector Público determina “Gestión” como la satisfacción social (de la comunidad), medida en obras, servicios de calidad dados por las Instituciones públicas basadas en controles, con el fin de cumplir con los objetivos y usar adecuadamente sus recursos económicos. De su parte, el control externo busca analizar el impacto y efecto de no cumplir con lo planificado; esto último se relaciona con la rendición de cuentas, con el objeto de medir las desviaciones y definir responsabilidades; el ente encargado de realizar este control es la Contraloría General del Estado.

A diferencia del sector privado, que marca su gestión en las utilidades, el sector público mide su desempeño a través de la satisfacción de la comunidad. El nivel de la satisfacción refleja la calidad de las obras y servicios realizados, los cuales permiten la disminución gradual de la pobreza. La satisfacción se mide también utilizando los valores numéricos. Dichos valores están reflejados en los estados financieros que publican el Ministerio de Finanzas y cada entidad gubernamental que ha utilizado los recursos del estado. Los podemos encontrar también en forma de los indicadores de eficiencia y eficacia de los objetivos planteados y vinculados al Plan Nacional del Buen Vivir (Contraloría General del Estado, 2009).

Toda gestión pública es medible por sus causas y efectos en el financiamiento. Por eso, en la etapa de la ejecución presupuestaria se integran las cuentas patrimoniales con el devengo, obtenidas al final de todo el examen de auditoría que analiza responsabilidad, desviaciones, observaciones y da recomendaciones. Los estados financieros básicos que permiten observar y realizar el control de la gestión son:

- Estado de Ejecución Presupuestaria
- Estado de Situación Financiera
- Estado de Resultado (Ecuador, Ministerio de Economía y Finanzas, 2005)

Los otros estados financieros permiten medir los desembolsos de dinero, y se enmarcan en flujos de usos y fuentes cada vez que el devengo recaude o pague. En la siguiente acápite presentaremos los detalles de la base de acumulación o devengo.

4 Base de Acumulación o Devengo

La relación de la administración local y la contabilidad del sector público marca principios básicos contables. Sin embargo uno de los principios más marcados es el devengado. Vamos a analizar desde la perspectiva de las investigaciones anteriores.

Vela Varguez (1992), describe el devengo como la forma correcta de presentar resultados económicos por sus derechos y obligaciones, lo que define la estructura patrimonial de la entidad contable. De acuerdo con su planteamiento,

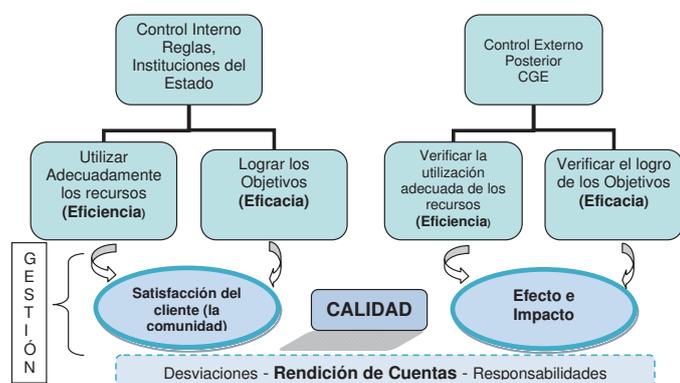


Figura 1. Rendición de cuentas en el Ecuador. Controles interno y externo. Fuente: Ley Orgánica de la Contraloría General del Estado. Elaboración del autor.

El principio del devengo es, junto al de correlación de ingresos y gastos y el de prudencia, uno de los que mayor incidencia presentan en lo que se refiere al reconocimiento de ingresos y gastos. De acuerdo con el Documento sobre Principios Contables Públicos: “La imputación temporal de ingresos y gastos debe hacerse en función de la corriente real de bienes y servicios que los mismos representan, y no en el momento en que se produzca la corriente monetaria o financiera derivada de aquéllos. Por tanto, se entenderá que los ingresos y gastos se han realizado cuando surjan los derechos u obligaciones que los mismos originen. No obstante, la imputación de los derechos y obligaciones al correspondiente presupuesto requerirá que previamente se dicten los actos administrativos de reconocimiento del derecho o de la obligación derivados del hecho económico. (Vela Varquez, 1992).

Hepworth (2003), en su investigación define al devengo como operaciones de ingresos y gastos de un periodo contable sin la exigencia de un cobro o pago, quedando esta para una fecha futura. Sin embargo, lo considera como un gasto o ingreso hasta que el bien o el servicio sean recibidos, siendo la diferencia principal con el flujo del efectivo; este último solo reporta el desembolso del recurso monetario, reflejando de manera indirecta el ingreso o gasto.

Sánchez Brot (2011) en su investigación sobre lo devengado y los gastos diferidos, se refiere a los conceptos contables de Miller y Finney (1967), de la siguiente manera:

El que se basa en el movimiento de dinero (criterio de lo percibido) contabiliza los productos (ganancias) en el período en que se efectúan los cobros de dinero y carga los gastos en el período en que se efectúan los desembolsos... La diferencia fundamental entre las dos bases estriba en el elemento ‘tiempo’. Con frecuencia, los contadores, al referirse al proceso de la determinación periódica de la utilidad neta, lo describen como la apropiada aplicación de las ganancias a las pérdidas en los períodos correspondientes. Ello se logra mediante el procedimiento contable de lo devengado. (Miller y Finney, 1964)

El estado colombiano en su Estrategia de Convergencia de la Regulación Contable Pública de Junio del 2013, define al devengo como un principio de contabilidad pública o causación, que en relación a la NIC19 y asociado a la NICSP 25, lo relaciona con el momento en que el empleado consolida el derecho a obtener el beneficio, y se materializa la obligación para la entidad. Es evidente que este pronunciamiento está basado en los beneficios que cuenta el servidor público dentro de la gestión y los controles gubernamentales. (Contaduría General de la Nación - Colombia, 2013)

Ecuador, en cambio, utiliza acuerdos y normas técnicas de contabilidad gubernamental emitidas por el Minis-

terio de Finanzas, y se refiere al devengado de la siguiente manera: “En la Contabilidad Gubernamental los hechos económicos serán registrados en el momento que ocurran, haya o no movimiento de dinero, como consecuencia del reconocimiento de derechos u obligaciones ciertas, vencimiento de plazos, condiciones contractuales, cumplimiento de disposiciones legales o prácticas comerciales de general aceptación” (Ecuador, Ministerio de Economía y Finanzas, 2005).

Tabla 3. Ecuador - principios de contabilidad generalmente aceptados en el sector público no financiero. Fuente: Norma de Contabilidad Gubernamental - 3.1 Principios de Contabilidad

PRINCIPIO	CONCEPTO	REFERENCIA
MEDICIÓN ECONOMICA	VALOR	DINERO
IGUALDAD CONTABLE	PARTIDA DOBLE	A= P+ Pat.
COSTO HISTÓRICO	ADQUISICIÓN	VALOR
DEVENGADO	DERECHOS Y OBLIGACIONES	CUENTAS POR COBRAR Y CUENTAS POR PAGAR
REALIZACIÓN	RECONOCIMIENTO	VARIACIÓN DEL PATRIMONIO
REEXPRESIÓN CONTABLE	CAMBIO DE VALOR	ACTIVOS - PASIVOS Y PATRIMONIO
CONSOLIDACIÓN	AGREGACIÓN - CONSOLIDACIÓN	ESTADOS FINANCIEROS

Los Principios Gubernamentales (Tabla 3) son las guías básicas que permiten a la contabilidad pública moldear y guiar el proceso contable, con el objetivo de generar la información de forma confiable y veraz. El devengo, a nivel de los hechos económicos, busca unir la información presupuestaria con la contabilidad por medio de los Derechos Monetarios y las Obligaciones Monetarias. Así, cada registro contables, sea de ingresos o de gastos y sus contra cuentas, será presentado en el mismo orden que compete a Cuentas por Cobrar y Cuentas por Pagar.

El Ministerio de Finanzas ha logrado unificar la información gracias a las herramientas publicadas, como el Clasificador Presupuestario y el Catálogo único de Cuentas. En ellas, cada cuenta patrimonial de Ingresos y Gastos cuenta con un ítem presupuestario conceptualizado conforme con su naturaleza y grupo. Su registro se efectúa en un libro diario integrado, que hoy por hoy se ha sistematizado en un software llamado ESIGEF, que agrupa los movimientos contables y las modificaciones presupuestarias (ESIGEF, 2013).

5 Análisis de la Contabilidad Gubernamental en Ecuador

Fernández Lorenzo y Geba (2005) sugieren en su estudio que la Contabilidad ha tenido, desde sus orígenes, una

marcada tradición patrimonialista, con un enfoque eminentemente económico-financiero. Actualmente la contabilidad cuenta con un importante desarrollo normativo. Mucho se ha discutido respecto al estatus epistemológico de la contabilidad, presentándola bien como técnica, tecnología, ciencia social o incluso como sistema de información. Esta falta de consenso ha incidido negativamente en el desarrollo de una teoría general del conocimiento contable, que pueda ser compartida por el ámbito académico y por organismos profesionales y de graduados.

Gracias a las nuevas políticas de Gobierno, el Ecuador ha marcado historia en el proceso de planificación. Su Plan Nacional De Desarrollo 2014 AL 2017 define los 12 objetivos que mueven el presupuesto de todo un estado. Históricamente, el Ministerio de Finanzas se ha enmarcado en políticas macroeconómicas, política fiscal, en el presupuesto general del estado y en su aspecto para la elaboración de las proformas. De esta manera estaba creando los pilares fundamentales para los planes plurianuales y planes operativos institucionales. Para el año 2012 se evidenció:

Políticas Macroeconómicas: Uno de los primeros objetivos macroeconómico es asegurar la adecuada distribución del ingreso y de la riqueza nacional enmarcada en el objetivo 11 del Plan Nacional del Buen Vivir 2009 al 2013.

Política Fiscal: Amparado en la Constitución de la República Art. 85, esta debe buscar garantizar la distribución equitativa y solidaria del presupuesto, y distribuye por medio de la regla fiscal a los ingresos y gastos como permanente y no permanentes.

En forma concordante con las disposiciones constitucionales, el Art. 72 del Código Orgánico de Planificación de Finanzas Públicas (COPLAFIP) enumera los objetivos específicos del Sistema Nacional De Finanzas Públicas, que pueden lograrse con la adecuada orientación e implementación de los siguientes mecanismos de la política fiscal:

1. La sostenibilidad, estabilidad y consistencia de la gestión de las finanzas públicas;
2. La efectividad de la recaudación de los recursos públicos;
3. La efectividad, oportunidad y equidad de la asignación y uso de los recursos públicos;
4. La sostenibilidad y legitimidad del endeudamiento público;
5. La efectividad y manejo integrado de la liquidez de los recursos del sector público;
6. La gestión por resultados eficaz y eficiente;
7. La adecuada complementariedad de las interrelaciones entre las entidades y organismos del sector público; y entre éstas y el sector privado, y;
8. La transparencia de la información sobre las finanzas públicas.

En la Figura 2, hemos presentado el esquema de financiación de los gastos y la obtención de los ingresos en la política gubernamental.

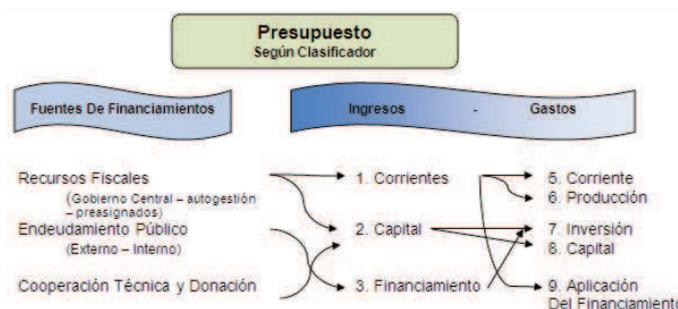


Figura 2. Fuentes de ingresos y de gastos en el presupuesto de la República del Ecuador. Fuente: COPLAFIP - Regla Fiscal del SINFIPI. (Código Orgánico De Planificación Y Finanzas Públicas, 2010) . Elaboración del autor.

Se define a los Ingresos Permanentes como los recursos del estado, que se perciben de manera continua, periódica y previsible, que no disminuyen la riqueza nacional (proviene de los recursos fiscales y financian los Ingresos del Grupo 1-Corrientes (Figura 2). Los ingresos no permanentes son los recursos del Estado que se perciben de forma temporal, por situación específica, excepcional o extraordinaria. Estos pueden generar una disminución de la riqueza nacional por provenir de las ventas de activos públicos o endeudamiento público. Este tipo de fuentes financian a los ingresos del Grupo 2-Capital y 3-Financiamiento. (Ecuador, Sistema Nacional De Finanzas Públicas, 2010)

A continuación, con el objetivo de complementar la presentación del sistema de financiación pública del Ecuador, hemos resumido a nivel macro la información del Ministerio de Finanzas sobre el escenario fiscal para el periodo 2012-2015.

Tabla 4. Programación Fiscal 2012-2015. Presupuesto General del Estado Ecuatoriano (en millones de USD). Fuente: MF- Subsecretaría de Consistencia Macro Fiscal, Ministerio de Coordinación y Políticas Económicas (2012). Elaboración del autor

	2012 Proy.	2013 Proy.	2014 Proy.	2015 Proy.
Total de Ingresos y Financiamiento	21,796	23,513	23,884	23,656
Ingresos	17,905	19,239	19,207	19,262
Financiamientos	3,891	4,274	4,677	4,394
Total de Gastos, Amortizaciones y Otros	21,796	23,513	23,884	23,656
Gastos	19837	21452	21781	21793
Amortizaciones	1465	1712	2102	1862
Otros pasivos	494	349	-	-
PLAN ANUAL DE INVERSIONES	4714	4706	4498	4191

La Tabla 4, nos muestra claramente que, en el Ecuador, las cifras económicas se leen a nivel presupuestario, teniendo siempre en cuenta la reducida importancia de la infor-

mación financiera. La reducción de este tipo de información no permite emitir mayor opinión sobre otros valores como son los activos fijos, clases de contratos de construcción (NICSP-11), costes de endeudamiento (NICSP-5), información que reposa en el Estado de Situación Financiera y otros estados, que se representan el Sistema único de Contabilidad. Debido a ello, el Ministerio de Finanzas se encarga de consolidar la información de las entidades y organismos que forman parte del estado (Ecuador, Ministerio de Finanzas, 2012).

En la Figura 3, podemos apreciar el Estado de Ejecución Presupuestaria en el Ecuador, cuyo análisis se enfoca en el compromiso codificado y los montos reales devengados; estas son las características usuales del método de acumulación o devengo. Sin embargo, en este documento no se presenta la parte patrimonial, dónde serán necesarias las presentaciones de otros estados financieros.

En Ecuador, la contabilidad gubernamental se centra en el Devengado, gracias a la unificación de un Clasificador Presupuestario con un Catálogo General de Cuentas únicas (Plan de Cuentas) para todo el Sector Público No Financiero (Tabla 5).

Tabla 5. Presupuestos y Funciones del Sector Público no Financiero en el Ecuador. Fuente: Constitución de la República del Ecuador. Elaboración del autor.

Organismo o Institución del Sector Público No Financiero	FUNCIONES	CLASES DE PRESUPUESTOS
GOBIERNO NACIONAL	FUNCIONES:	
	• Ejecutiva,	Presupuesto General del Estado
	• Legislativa	
	• Judicial	
	• Electoral	
• Transparencia y Control Social		
GOBIERNOS AUTÓNOMOS DESCENTRALIZADOS (GAD)	• Regional	Presupuesto de los Gobiernos Autónomos Descentralizados
	• Parroquial	
	• Municipal	
ORGANISMOS CREADOS POR LA CONSTITUCIÓN O LA LEY PARA EL EJERCICIO DE LA POTESTAD ESTATAL	<ul style="list-style-type: none"> • Prestación de Servicios Públicos • Actividades económicas asumidas por el Estado 	Presupuesto General del Estado
EMPRESAS PÚBLICAS	Gobierno Nacional, las GAD	Presupuesto de la propia empresa

Esta herramienta es útil para el desempeño de las funciones dentro del área financiera. Sin embargo, al no estudiarla y entenderla adecuadamente y de manera deteni-

da, podríamos caer en confusión al momento de aplicar su naturaleza en movimientos de Ingreso o Gastos. El Clasificador Presupuestario nos presenta las partidas con una secuencia de 6 dígitos agrupados en Título, Grupo e Ítem. El Catálogo General de Cuentas codifica las cuentas con 7 dígitos segregados bajo el método decimal puntuado (Zapata Sánchez, 2011). De esta manera, jerarquiza los datos por grupo, subgrupo, cuentas a nivel 1 (mayor), cuentas a nivel 2 (mayor-auxiliares); deja abierta la posibilidad de usar mas los auxiliares internos, si se llegaran a necesitar, de acuerdo a la actividad de la institución.

En relación con ello Pérez *et al.* (2003) dicen que, a nivel internacional, se busca armonizar la información contable, mejorar los canales de comunicación, la comprensión y el análisis. De modo similar, señala que una información financiera equivalente y comparable sólo se consigue a través de un adecuado nivel de armonización. Por lo tanto, en términos prácticos, indica que ésta podría concebirse como el proceso de incremento de la comparabilidad de las prácticas contables, estableciéndose límites a su grado de variación. En conclusión, el concepto de armonización contable pública internacional llevaría consigo el objetivo de reducir las diferencias entre los sistemas contables utilizados por el sector público de los distintos países (Pérez *et al.*, 2003).

6 Conclusiones

Al no existir un referente único en la Contabilidad Pública, la Federación Internacional de Contadores (IFAC) - conjuntamente con el *International Public Sector Accounting Standards Board* (IPSASB), conocido anteriormente como el Comité del Sector Público del "IFAC"-, en un esfuerzo de orientar a cada país a un solo marco regulatorio, desarrolló un conjunto de Normas Internacionales de Contabilidad (NICSP). Dichas normas han permitido crear una base de acumulación o devengo, que recogía las informaciones de las NIIF publicadas por el IASB con previa autorización de la Fundación IFRS. A pesar que este marco regulatorio no ha sido acogido por los países más desarrollados, el IFAC y el ISPASB público en el 2011 el Estudio 14. En este estudio, se pretende orientar y preparar al sector gubernamental mediante directrices para el tránsito desde el flujo del efectivo hacia la Base de Acumulación o Devengo.

En nuestro estudio se evidencia que los países de América Central y del Sur, en su mayoría, aplican métodos de registro de registro del devengo, con excepción de Paraguay, que se mantiene con el devengado y la base del percibido.

En el sector público, el devengado ha dejado atrás la base del flujo del Efectivo. Esta puede ser la razón por la cual muchos países del mundo, en especial los de Latinoamérica, están tomando medidas de implementación, convergencia, transición, armonización y adopción de las NICSP. Las medidas tomadas deben proteger los sistemas financieros de estos países, de manera que el cambio propuesto no se realice de forma caótica y, sobre todo, para garantizar la transparencia de la información pública.

PRESUPUESTO GENERAL DEL ESTADO				
ESTADO DE EJECUCION PRESUPUESTARIA				
Del 1 de enero al 31 de diciembre 2012				
En US Dólares				
CODIGO	CONCEPTO	Ejercicio Fiscal 2012		
		CODIFICADO	DEVENGADO	DIFERENCIAS
	INGRESOS CORRIENTES	19,479,201,237.61	19,900,320,701.00	-421,119,463.39
11	Impuestos	12,070,252,280.42	12,048,737,339.89	21,514,940.53
13	Tasas y Contribuciones	857,636,966.10	1,008,148,255.06	-150,511,288.96
14	Venta de Bienes y Servicios	188,349,518.86	281,710,475.32	-93,360,956.46
17	Renta de Inversiones y Multas	238,589,090.12	281,289,106.84	-42,700,016.72
18	Transferencias y Donaciones Corrientes	5,940,505,145.02	6,077,197,004.71	-136,691,859.69
19	Otros Ingresos	183,868,237.09	203,238,519.18	-19,370,282.09
	GASTOS CORRIENTES	17,605,541,183.87	17,029,499,043.52	576,042,140.35
51	Gastos en Personal	7,545,730,324.46	7,352,923,886.20	192,806,438.26
53	Bienes y Servicios de Consumo	6,387,135,226.63	6,078,043,674.12	309,091,552.51
56	Gastos Financieros	980,102,807.05	947,410,916.43	32,691,890.62
57	Otros Gastos Corrientes	125,222,765.16	114,609,075.67	10,613,689.49
58	Transferencias y Donaciones Corrientes	2,567,350,060.57	2,536,511,491.10	30,838,569.47
59	Previsiones para Reasignación	0.00	0.00	0.00
	SUPERAVIT / DEFICIT CORRIENTE	1,873,660,053.74	2,870,821,657.48	-997,161,603.74
	INGRESOS DE CAPITAL	5,840,924,123.91	5,568,850,937.07	272,073,186.84
24	Venta de Activos de Larga Duración	8,832,284.40	8,020,814.13	811,470.27
27	Recuperación de Inversiones	70,168,781.05	70,154,566.58	14,214.47
28	Transferencias y Donaciones de Capital	5,761,923,058.46	5,490,675,556.36	271,247,502.10
	GASTOS DE INVERSION	6,829,630,866.67	5,327,846,798.26	1,501,784,068.41
71	Gastos en Personal para Inversión	701,289,383.39	663,602,782.93	37,686,600.46
73	Bienes y Servicios para Inversión	1,680,605,587.39	1,121,942,053.81	558,663,533.58
75	Obras Públicas	2,443,732,404.43	1,567,302,171.31	876,430,233.12
77	Otros Gastos de Inversión	11,805,221.91	10,636,867.17	1,168,354.74
78	Transferencias y Donaciones para Inversión	1,992,198,269.55	1,964,362,923.04	27,835,346.51
	GASTOS DE CAPITAL	4,476,527,626.88	4,097,311,033.48	379,216,593.40
84	Bienes de Larga Duración	1,068,193,153.03	723,655,948.40	344,537,204.63
87	Inversiones Financieras	72,984,705.89	72,956,101.37	28,604.52
88	Transferencias de Capital	3,335,349,767.96	3,300,698,983.71	34,650,784.25
	DEFICIT DE INVERSION	-5,465,234,369.64	-3,856,306,894.67	-1,608,927,474.97
	INGRESOS DE FINANCIAMIENTO	5,636,517,162.77	4,529,160,297.90	1,107,356,864.87
36	Financiamiento Público	3,619,876,850.31	3,847,693,920.57	-227,817,070.26
37	Saldos Disponibles	1,202,122,390.85	0.00	1,202,122,390.85
38	Cuentas Pendientes por Cobrar	814,517,921.61	681,466,377.33	133,051,544.28
39	Ventas Anticipadas	0.00	0.00	0.00
	APLICACIÓN DEL FINANCIAMIENTO	2,044,942,846.86	2,038,069,528.22	6,873,318.64
96	Amortización de la Deuda Pública	1,526,649,749.37	1,525,773,738.75	876,010.62
97	Pasivo Circulante	779,270.32	778,021.48	1,248.84
98	Obligaciones por Ventas Anticipadas de Petroleo	309,316,658.00	309,316,658.00	0.00
99	Otros Pasivos	208,197,169.17	202,201,109.99	5,996,059.18
	SUPERAVIT / DEFICIT DE FINANCIAMIENTO	3,591,574,315.91	2,491,090,769.68	1,100,483,546.23
	SUPERAVIT / DEFICIT PRESUPUESTARIO	0.01	1,505,605,532.49	-1,505,605,532.48

Figura 3. Estado de Situación Financiera con Enfoque Contable. Fuente: MF- Sistema Integrado de Administración Financiera (E-Sigef).

El ISPASB ha publicado 32 NICSP hasta la actualidad. La última ha sido basada en la Concesión de Servicios llamada "La Concedente". Países como Costa Rica, Chile y Colombia han abierto las puertas a la capacitación, desarrollando planes de acción de convergencia. Las normas desarrolladas deberán permitirles la posibilidad de aplicar los Métodos de Acumulación o Devengo a sus sistemas de contabilidad. Esta tarea de capacitación y debate está

acompañada por la Asociación Interamericana de Contabilidad. La Asociación agrupa más de 21 países en América, y realiza cada dos años conferencias y congresos para debatir, comunicar y mejorar la información financiera contable. Una de las sugerencias presentadas en su última conferencia, en el año 2011, en referencia al AREA 3 – Sector Público, indicó que el Sistema de Contabilidad Gubernamental debe ser el núcleo integrador del sistema de administración

financiera. El sistema de administración financiera debe estar basado en NICSP, a efectos de ser utilizado como una herramienta para luchar contra la corrupción y volver más transparente la rendición de cuentas (Asociación Interamericana de Contabilidad - AIC, 2011).

Cada país aplica el devengado conforme a su sistema contable. Sin embargo, para adoptar o armonizarlo con las NICSP, no solo bastará con estudios del mismo, de su impacto y de los costos económicos. Se deberá obtener también el apoyo por parte del estado, bajo la forma de políticas regulatorias, cambios tecnológicos, adopción de nuevos regímenes de contabilidad, marco conceptual, catálogos de cuentas, ¿y de reformas en el ámbito tributario?. Con este fin, lo más importante parece ser el mantenimiento de la capacitación y la participación de los profesionales a la hora de definir estas políticas. Esta tarea no podrá realizarse con éxito si no se les provee de herramientas adecuadas.

El BID, en el documento de debate IDB-DP- 196, ha dejado como referencia que el costo de este cambio y de las herramientas que deben acompañarlo se volverá elevado por el desarrollo o por las adecuaciones y modificaciones de los sistemas que estén operando. En el caso de Ecuador, el software para poder obtener la información financiera es el Sistema Integrado de Administración Financiera. Este sistema ha sido adoptado por muchos países latinoamericanos, entre ellos Argentina, Colombia, también se incluye a países como República Dominicana y Nicaragua. Dichos países han convertido el sistema en un instrumento central para la administración y la unificación de la contabilidad, del presupuesto y de la tesorería. La excepción que menciona el BID es Perú, país que adoptó las NICSP a partir de un solo acto administrativo, sin reformar el marco conceptual (Benavides, 2012).

Ecuador goza de la aplicabilidad del Devengado como principio. Sus Normas Técnicas se acogen a los Sistemas de Administración Financiera. Su ente rector, definido por el COPLAFIP, es el Ministerio de Finanzas. Sin embargo, su información financiera se revela más a nivel presupuestario, considerando al devengo como una simple acumulación de valores. Esta apreciación debe cambiar, teniendo en cuenta las experiencias de otros países en la aplicación del Devengado y la Partida Doble.

Actualmente, Ecuador no aplica las NICSP en su sistema financiero. Nuestra investigación sugiere la consideración de su aplicación en el entorno financiero del Ecuador. Consideramos necesario también que los gremios contables de Ecuador, como la Federación Nacional de Contadores y el Instituto de Investigaciones Contables, realicen los estudios de impacto sobre la aplicación de las NICSP en Ecuador; asimismo, es necesario que analicen a profundidad el tema de los activos y la necesidad de obtener información coherente consistente con las NICSP y su metodología internacional. Este tipo de análisis sería una preparación para la introducción de las NICSP al sistema financiero ecuatoriano, y permitiría reducir los costes y el riesgo del cambio propuesto. Sobre todo, contribuiría al combate contra la malversación.

Referencias

- Asociación Interamericana de Contabilidad - AIC. 2011. *Conferencia XXIX Interamericana de contabilidad*. Extraído el 15 de Agosto del 2013 de la página web: <http://www.contadores-aic.org/download.php?id=315>.
- Assum Cima, J. 1977. *Lineamientos para una introducción a los llamados principios de contabilidad generalmente aceptados*. Revista de Economía y Estadística, 21(2-3-4): 119-189.
- Benavides, M. 2012. *La contabilidad y los sistemas integrados de administración financiera: ¿el camino a seguir?* BID - Documento de Debate # IDB-DP-196.
- Carrasco Díaz, D. y A. López Hernández. 1994. *La información contable en el sector público: Su enfoque para la administración local*. Revista Española de Financiación y Contabilidad, 24(79): 463-480.
- Código Orgánico De Planificación Y Finanzas Públicas. 2010. *Regla fiscal del sinfip*. Artículo 81, Segundo Suplemento R.O. 306 del 22 de Octubre del 2010, Quito - Ecuador.
- Contaduría General de la Nación - Colombia. 2013. *Estrategia de convergencia de la regulación contable pública hacia las normas internacionales de información financiera (niif) y normas internacionales del sector público (nicsp)*. Junio del 2013 - República de Colombia Extraído el 10 de Octubre del 2013: <http://www.contaduria.gov.co/wps/wcm/connect/8b13e1fa-c7c9-4079-8f1d-9588d5d44f4a/Estrategia+de+convergencia+de+la+regulaci%C3%B3n+contable+p%C3%BAblica+hacia+NIIF+y+NICSP.pdf?MOD=AJPERES>.
- Contraloría General de la República - Chile. 2012. *Plan de convergencia a las nicsp división de análisis contable*.
- Contraloría General del Estado. 2009. *Ley orgánica de la contraloría general del estado y reforma 2009*. R.O. N.01 del 011 de Agosto del 2009, Ley (2002-73) Suplemento R.O. 595 del 12 de Junio del 2002, artículo 16 Contabilidad Gubernamental.
- Ecuador, Ministerio de Economía y Finanzas. 2005. *Manual de contabilidad gubernamental suplemento r.o. 175 del 28 de diciembre del 2005*. Acuerdo 320, Tomo I, pp. 27. Quito - Ecuador.
- Ecuador, Ministerio de Finanzas. 2012. *Estado de ejecución presupuestaria con enfoque contable*. <http://www.finanzas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/04/4.-EJE-Presupuesto-General-del-Estado-12-2012.pdf>.
- Ecuador, Sistema Nacional De Finanzas Públicas. 2010. *Deberes y atribuciones del ente rector del sinfip*. Artículo 74, Numeral 33, COPLAFIP. S.S. R.O. 306 del 22 de Octubre del 2010, Quito - Ecuador.

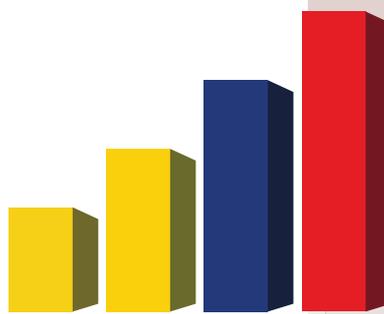
- ESIGEF. 2013. *Sistema integrado de administración financiera-listados de instructivos*. Ministerio de Finanzas del Ecuador - Extraído el 30 de Octubre del 2013, <https://esigef.finanzas.gob.ec/esigef/menu/ayuda.htm>.
- Fernández Lorenzo, L. y N. Geba. 2005. *Contabilidad social y gestión en ongs*. Revista Venezolana de Gerencia, 10(32): 545-563.
- Giachino de Paladino, C. 2011. *Implementación de normas internacionales de contabilidad para el sector público-nicsp debilidades y fortalezas*. AIC - XXIX Conferencia Interamericana de Contabilidad. San Juan Puerto Rico.
- Hauque, S. 2008. *El registro de los recursos tributarios del sector público: campo de prueba para la armonización entre la micro y la macroeconomía*. Documentos aportes, Administración Pública Gestión Estatal, Vol.10, pp.75-110.
- Hepworth, N. 2003. *Preconditions for successful implementation of accrual accounting in central government*. Public Money & Management, 23(1): 37-44.
- IFAC. 2011. *Estudio 14 - transición a la base contable de acumulación (o devengo): Directrices para entidades del sector público*. Federación Internacional de contadores New York Estados Unidos de América, Ed. 3, <http://www.ifac.org/sites/default/files/news/files/eNews-IPSASB-August-2013-Spanish.pdf>.
- Miller, H. y H. Finney. 1964. *Curso de Contabilidad - Introducción*. Editorial Prentice - Hall, págs. 67-68.
- Ministerio de Hacienda de Costa Rica. 2013. *Adopción de las nicsp*. <http://nicspcr.com/nicsp/ambito/>.
- Pérez, C., A. Hernández y M. López. 2003. *La difusión de información financiera gubernamental en los países del mercosur, su armonización a través de la aplicación de las ipsas de la ifac*. Revista Contabilidad Financiera, 14(33): 90-100.
- Raimondi, C. 1971. *El principio contable del devengamiento*. Ponencia presentado a la VIIT Asamblea de Graduados en Ciencias Económicas, Bahía Blanca, Argentina.
- Raimondi, C. 1974. *Ensayo sobre el principio de devengamiento*. Revista Administración de Empresas, 11: 315.
- Ryan, C. 1998. *introduction of accrual reporting policy in the australian public sector: An agenda setting explanation*. Accounting, Auditing & Accountability Journal, 11(5): 518-539.
- Secretaría de la Función Pública - México. 2012. *Definición de rendición de cuentas*. TRANSPARENCY INTERNATIONAL, the global coalition against corruption. http://www.transparency.org/whatwedo/pub/the_anti_corruption_plain_language_guide.
- Sánchez Brot, L. 2011. *El criterio de lo devengado y los gastos diferidos*. Universidad de San Andrés- Argentina - Documentos de Trabajo del Departamento de Administración. <http://190.220.3.38:8080/jspui/handle/10908/391>.
- Sour, L. y R. Eunises. 2007. *Cuáles son los resultados del presupuesto por resultados*. División de Administración Pública Centro de Investigación y Docencia Económica A.C. (CIDE) México - Toluca. pp. 1-4.
- Vela Varguez, J. 1992. *La nueva contabilidad de las entidades y los principios contables públicos ii*. Revista Española de Financiación y Contabilidad, 22(72): 653-673.
- Zapata Sánchez, P. 2011. *General - Con Base en las Normas Internacionales de Información Financiera (NIIF)*. McGraw Hill, Bogotá - Colombia, 7 edición.

Analítica

Construcción del Índice de Cohesión Social para México: Una propuesta mediante un análisis de componentes principales

Building Social Cohesion Index for Mexico: A proposal by a principal component analysis

Juan Bacilio Guerrero y Juan Alberto Acosta



www.inec.gob.ec | www.ecuadorencifras.com

CONSTRUCCIÓN DEL ÍNDICE DE COHESIÓN SOCIAL PARA MÉXICO: UNA PROPUESTA MEDIANTE UN ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

BUILDING SOCIAL COHESION INDEX FOR MEXICO: A PROPOSAL BY A PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS

Juan Bacilio Guerrero[†] y Juan Alberto Acosta[‡]

Área Académica de Matemáticas y Física, Instituto de Ciencias Básicas e Ingenierías, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Hidalgo, México

[†]guerreroescamilla@yahoo.com.mx, [‡]acostah@uaeh.edu.mx

Recibido: 13 de agosto de 2013

Aceptado: 11 de septiembre de 2013

Resumen

Para la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), la cohesión social se debe constituir a través del crecimiento económico, la equidad social y la consolidación de la democracia. Como indicador, la cohesión social permite determinar el grado de desigualdad económica y social que existe dentro una sociedad. Por tal motivo, en el presente trabajo se ofrece una alternativa en la construcción de Índice de Cohesión Social de México a partir de los indicadores propuestos por tal organismo, en base a la Teoría General de Sistemas y la técnica de análisis de componentes principales.

Palabras clave: Cohesión Social, componentes principales, Teoría General Sistemas e índices.

Abstract

For ECLAC, Social Cohesion must be constituted by economic growth, social equity and consolidation of democracy. As an indicator, to determine the degree of economic and social inequality that exists within a society. Therefore, in this paper offers an alternative in building social cohesion index of Mexico from the indicators proposed by that agency based on General Systems Theory and technique of principal component analysis.

Keywords: Social Cohesion, principal components, General Systems Theory and indices.

Código JEL: C01, C13.

1 Introducción

Uno de los principales retos que tiene México es el de mejorarlas condiciones de vida de su población. Para tener elementos para el análisis, es de suma importancia la construcción de indicadores, pues éstos permiten hacer una descripción abstracta del dinamismo de determinados eventos o situaciones sociales. La cohesión social es un fenómeno que indica el grado de bienestar de los miembros de una sociedad; por lo tanto, su medición resulta relevante para la toma de decisiones en su contexto. A partir de

estas consideraciones, el objetivo central de este trabajo es construir el Índice de Cohesión Social de México, tomando como referencia los indicadores propuestos por la CEPAL, a partir de la Teoría General de Sistemas y la técnica de análisis de componentes principales.

2 Marco Teórico

La cohesión social se define como el grado de consenso entre los miembros de un grupo social sobre la percepción

de pertenencia a un proyecto o situación común. Se entiende por baja cohesión social a la baja capacidad de una sociedad para asegurar el bienestar de todos sus miembros al minimizar las disparidades sociales y polarizar la actividad económica (Salazar, 2011).

Un país, pueblo o comunidad que tiene una baja cohesión social limita su capacidad de crecimiento; además, puede generar sentimientos de injusticia, violencia, y conflictos, así como problemas de gobernabilidad, todo lo cual fomenta la inestabilidad, la falta de rumbo y la ausencia

de desarrollo. Por otro lado, un país con un alto grado de Cohesión Social cuenta con los elementos necesarios para su crecimiento y para fortalecer su competitividad; también incrementa su capacidad de resistencia a los choques económicos, así como su potencial de innovación tecnológica; finalmente, mejora la gobernabilidad y, con ello, aumenta el ingreso y disminuye la pobreza y la desigualdad.

Se puede considerar a la cohesión social como un sistema complejo, conformado a su vez por dos sub-sistemas: "Tejido Social" y "Capital Social".

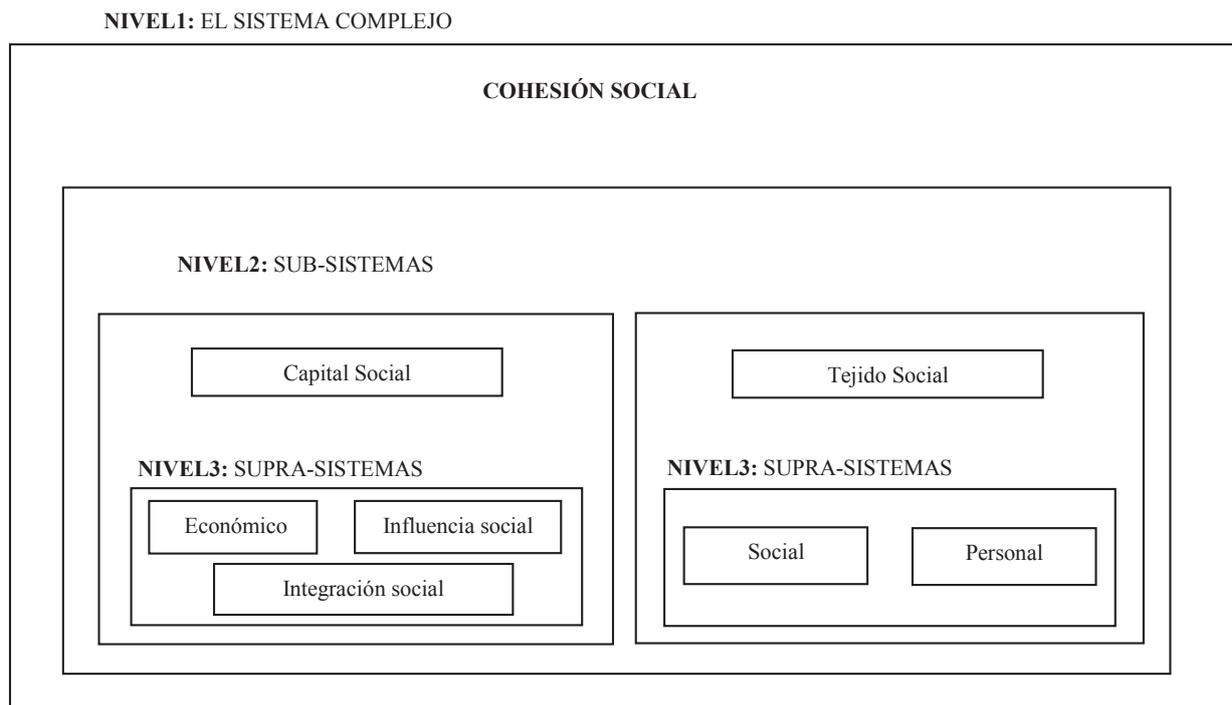


Figura 1. El sistema global del fenómeno delictivo. Fuente: elaboración personal (Guerrero, 2013).

A su vez, los sub-sistemas "Capital social" y "Tejido Social" están constituidos por sus respectivos suprasistemas: "Capital Social", por los suprasistemas económico, integración social, influencia social, entre otros. Y el sub-sistema "Tejido social", por los suprasistemas social.

2.1 Teoría General de Sistemas

Como se puede ver, el sustento teórico de este trabajo está en la Teoría General de Sistemas. Se busca mejorar el proceso de funcionamiento de los sistemas que operan dentro de un entorno económico, social, político, e industrial. Entre las principales características que permiten a la Teoría General de Sistemas estudiar un fenómeno, se encuentran las siguientes:

- La Teoría define el fenómeno, e identifica el sistema y los subsistemas que lo conforman.
- Mediante el análisis matemático, analiza la dinámica del fenómeno en estudio, sobre la base del estado, la

condición o conducta de los sistemas que lo constituyen.

- Compara las condiciones reales y esperadas de los sistemas, con la finalidad de determinar el grado de desviación.
- Hipotetiza las razones de esta desviación de acuerdo con los límites de los componentes de los sub-sistemas.
- Saca conclusiones de los hechos conocidos mediante un proceso de deducción; y desintegra el gran problema en sub-problemas, mediante un proceso de reducción.

El objetivo central de la Teoría General de Sistemas es optimizar el funcionamiento global de un sistema, mediante el modelamiento de sus sub-sistemas. En el análisis de sistemas, se pueden emplear sub-sistemas; en éstos, el concepto de nivel indica una determinada estratificación de sistemas, que implica que los sistemas están enclavados en otros sistemas. Establecer los límites del sistema involucra

la identificación de sistemas, subsistemas y supra-sistemas que tienen injerencia en el problema (Luna y Infante, 2005).

2.2 Análisis de Componente Principales

Sea $X = [X_1, \dots, X_p]$ una matriz de datos multivariantes. Lo que sigue también vale si X es un vector formado por p variables observables. Por definición, los componentes principales son las variables compuestas (Corallini, 2005).

$$Y_1 = Xt_1, Y_2 = Xt_2, \dots, Y_p = Xt_p,$$

donde t_1, t_2, \dots, t_p son los componentes principales.

Bajo los siguientes supuestos:

1. $\text{Var}(Y_1)$ es máxima, condicionada a $t_1't_1 = 1$.
2. Entre todas las variables compuestas Y tales que $\text{Cov}(Y_1, Y) = 0$, la variable Y_2 es tal que $\text{Var}(Y_2)$ es máxima condicionado a $t_2't_2 = 1$. Esta es una condición del modelo empleado
3. Si $p > 3$, la componente Y_3 es una variable no correlacionada con Y_1, Y_2 con varianza máxima.
4. Análogamente, se definen las demás componentes principales si $p > 3$.

Si $T = [t_1, t_2, \dots, t_p]$ es la matriz $p \times p$, cuyas columnas son los vectores que definen los principales componentes, entonces la transformación lineal $X \rightarrow Y$,

$$Y = XT.$$

Con base en lo anterior, el primer componente principal será la combinación lineal de las variables originales que tenga varianza máxima. Los valores de este primer componente están compuestos por (Montgomery, 2007),

$$Y_1 = Xt_1.$$

Como las variables originales tienen media cero, igual que Y_1 , también la varianza de Y_1 será $\text{Var}(Y_1) = t_1'St_1$, donde S es la matriz de varianzas y covarianza de las observaciones. Aumentado el módulo del vector t_1 , se maximiza la varianza sin límite. Para que la maximización de $\text{Var}(Y_1)$ tenga solución se debe imponer una restricción al módulo del vector t_1 , y, sin pérdida de generalidad, se impondrá que $t_1't_1 = 1$. Al introducir esta restricción mediante el multiplicador de Lagrange,

$$M = t_1'St_1 - \lambda(t_1't_1 - 1).$$

Al minimizar esta expresión respecto de la forma habitual, derivando respecto a los componentes de t_1 , e igualando a cero. Entonces,

$$\frac{\partial M}{\partial t_1} = 2St_1 - 2\lambda t_1 = 0,$$

cuya solución es

$$St_1 = \lambda t_1,$$

donde t_1 es un vector propio de la matriz S , y λ su correspondiente valor propio. Para determinar qué valor propio de S es la solución de St_1 se tendrá en cuenta que, multiplicando por la izquierda por t_1' esta ecuación (Montgomery, 2007)

$$t_1'St_1 = t_1'\lambda t_1 = \lambda.$$

En conclusión, λ es la varianza de t_1 . Como esta es la cantidad que se desea maximizar, λ será el mayor valor propio de la matriz S . Su vector asociado, t_1 , define los coeficientes de cada variable en el primer componente.

Para el segundo componente, se debe obtener el mejor plano de proyección de las variables X . Se establece como función objetivo que la suma de las varianzas de $Y_1 = X_1t_1$ y Y_2t_2 sea máxima, donde t_1 y t_2 son los vectores que definen el plano. La función objetivo será (Peña, 2002),

$$\Theta = t_1'St_1 + t_2'St_2 - \lambda_1(t_1't_1 - 1) - \lambda_2(t_2't_2 - 1),$$

que incorpora las restricciones de que las direcciones deben tener módulo unitario ($t_i't_i = 1, i = 1, 2$). Derivando e igualando a cero,

$$\frac{\partial \Theta}{\partial t_1} = 2St_1 - 2\lambda_1 t_1 = 0,$$

$$\frac{\partial \Theta}{\partial t_2} = 2St_2 - 2\lambda_2 t_2 = 0,$$

la solución de este sistema es,

$$St_1 = \lambda_1 t_1,$$

$$St_2 = \lambda_2 t_2.$$

Esto indica que t_1 y t_2 deben ser vectores propios de S . Tomando los vectores propios de norma uno y sustituyendo en Θ , se obtiene que, en el máximo, la función objetivo es,

$$\Theta = \lambda_1 + \lambda_2;$$

es claro que λ_1 y λ_2 deben ser los dos autovalores mayores de la matriz S , y t_1 y t_2 sus correspondientes autovectores. La covarianza entre Y_1 y Y_2 , dada por $t_1'St_2$ es cero, $t_1't_1 = 0$, y las variables Y_1 y Y_2 estarán no correlacionadas.

Con base en lo anterior, la técnica de análisis de componentes principales tiene como propósito:

- Reducir el espacio muestral de un determinado fenómeno. Crear nuevas variables, las cuales serán insesgadas.
- Maximizar la varianza de cada componente con respecto de la varianza total.
- Crear indicadores a través de los componentes principales, los cuales, al conjuntarse forman el Índice de Cohesión Social.

3 Metodología

Para la CEPAL, la Cohesión Social se divide en tres rubros; el primero, se compone por los indicadores de distancia, los cuales hacen referencia a la desigualdad de ingresos, pobreza e indigencia, empleo, educación, salud, vivienda y pensiones; el segundo, corresponde a los indicadores institucionales, tales como: funcionamiento de la democracia factibilidad del Estado e integración familiar; y, el tercero, lo constituyen los indicadores de pertenencia: multiculturalismo, confianza y participación ciudadana, solidaridad social y expectativas de movilidad. Conforme a lo planteado anteriormente, el Índice de Cohesión Social se estructura de la siguiente forma (Sojo y Uthoff, 2007):

Tabla 1

INDICADORES DE DISTANCIA	
Ingreso	PIB per-cápita
Empleo	Indicadores de empleo formal, informal, de desempleo y de condiciones críticas
Educación	Rezago educativo, años de educación y alfabetismo
Salud	Porcentaje de afiliados a la Seguridad Social
Desigualdad Social	Tasa de pobreza
Nivel de Vida	Esperanza de Vida y Mortalidad Infantil
Vivienda	Total de viviendas y viviendas sin servicios

Tabla 2

INDICADORES INSTITUCIONALES	
Factibilidad del Estado	Indicadores de corrupción, de estabilidad política, de calidad regulatoria, transparencia y rendición de cuentas
Estabilidad Económica	Índices de crecimiento económico, recaudación fiscal, inversión extranjera y productividad tecnológica

Tabla 3

INDICADORES DE PERTENENCIA	
Impartición de Justicia	Denuncia, averiguación previa, efectividad y calidad de justicia
Integración Social	Participación laboral femenina y violencia intrafamiliar

Por el caso de México, las variables que determinarían el Índice de Cohesión son las siguientes:

Tabla 4. Variables Originales. Fuente: Elaboración Personal

Variables	
X_1 = Ingreso (PIB per cápita)	X_{16} = Tasa Nacional de Corrupción
X_2 = Empleo Formal	X_{17} = Tasa de Violencia Intrafamiliar
X_3 = Empleo en Condiciones Críticas	X_{18} = Tasa de Denuncia
X_4 = Empleo Informal	X_{19} = Tasa de Averiguación Previa
X_5 = Tasa de Desempleo	X_{20} = Tasa de Efectividad de Justicia
X_6 = Años de Educación	X_{21} = Tasa de Productividad Tecnológica
X_7 = Tasa de Rezago Educativo	X_{22} = Crecimiento Económico
X_8 = Tasa de alfabetismo	X_{23} = Tasa de Inversión Extranjera
X_9 = Tasa de Vivienda	X_{24} = Tasa de Recaudación Fiscal
X_{10} = Tasa de Vivienda sin Servicios	X_{25} = Tasa de Rendición de Cuentas
X_{11} = Esperanza de Vida	X_{26} = Tasa de Estabilidad Política
X_{12} = Población con Seguridad Social	X_{27} = Tasa de Efectividad Gubernamental
X_{13} = Tasa de Mortalidad Infantil	X_{28} = Tasa de Calidad Regulatoria
X_{14} = Tasa de Participación Laboral Femenina	X_{29} = Tasa de Transparencia Informativa
X_{15} = Tasa de Pobreza	X_{30} = Tasa de Calidad de Justicia

Como se dijo anteriormente, el análisis de componentes principales es un método estadístico multivariable de simplificación o reducción de la dimensión de datos cuantitativos, mediante la combinación lineal de las variables originales; éstas, posteriormente, se convierten en nuevas variables que se denominan componentes principales. La interpretación de estos componentes permitirá un análisis

más simple del problema en estudio; dicho de otro modo, esto implica una simplificación del sistema. Para justificar la utilización de esta técnica multivariable, el análisis de datos consistirá en dos vertientes: la primera, hace referencia a la fuerte correlación que existe entre algunas variables; y segunda, la variabilidad de cada variable con respecto a la varianza total (Peña, 2002).

Tabla 5. Variables altamente correlacionadas. Fuente: Elaboración propia. Obtenida a través de la matriz correlación (Guerrero, 2013)

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₇	X ₁₈	X ₁₉	X ₂₃
X ₁													
X ₂													
X ₃			-0.798										
X ₄			-0.846										
X ₅													
X ₆	0.735		-0.682	0.613									
X ₇				-0.668	-0.910								
X ₈	0.662	-0.770			0.867	-0.787							
X ₉					0.684	-0.686							
X ₁₀			0.668		-0.798	0.741	-0.797						
X ₁₁			-0.613	0.724	0.796	-0.832	0.680	0.708	-0.787				
X ₁₈										0.729			
X ₁₉										0.639	0.737		
X ₂₀										0.892	0.892		
X ₂₄													0.689

4 Aplicación y Resultados

En la Tabla 5 se puede observar que las variables X₁, X₂, X₃, X₆, X₇, X₈, X₉, X₁₀, X₁₁, X₁₇, X₁₈, X₁₉ y X₂₀ están altamente correlacionadas.

Estadísticamente, la correlación surge cuando dos o más variables independientes del modelo están asociadas como una correlación de Pearson. En la Tabla 5, por ejemplo se puede apreciar que los valores X₂ = -0,846 y X₄ = -0,846 tienen alta correlación negativa. Suele ser un problema muestral que se presenta normalmente en datos con perfil de series de tiempos (Peña, 2002). Así, por ejemplo, los años de educación y el alfabetismo, con frecuencia presentan una alta correlación, pues ambas evolucionan conjuntamente: a mayor alfabetismo se presupone más años de educación. Por tal motivo, será difícil separar el efecto de cada una sobre la variable dependiente y que se produzca multicolinealidad, debido a la relación causal existente entre dichas variables.

paración con las demás; no obstante, X₁₂ representa el 99 % de la varianza total. Todo esto puede ocasionar sesgo hacia las variables que presentan datos con valores grandes, pues no hay una distribución simétrica entre ellos.

Aplicando la técnica de análisis de componentes principales sobre la matriz correlación, se obtiene lo indicado en la Figura 2.

En la Tabla 7 y en la Figura 1 se puede observar que el primer componente tiene una varianza de 7.9575 y representa el 26.5 % de la varianza total; en el segundo componente, su varianza es de 3.6515 y simboliza el 12.2 % de la varianza total; por último, el tercer componente personalifica el 9.4 % de la varianza. Se puede ver que los nueve primeros componentes explican más del 75 % de la varianza total, por tanto, son los adecuados para determinar los distintos Índices que conformarían a la Cohesión Social.

Los diversos investigadores sugieren que, para datos tipo laboratorio, es de suma importancia que se tomen los componentes necesarios para explicar el 95 % de la varianza total. Para datos de personas, negocios, estudios de mercado, entre otros, se debe tomar los componentes que expliquen entre el 70 % y 75 % de la variación total (Peña, 2002).

En la Figura 3 se observa que los nueve componentes elegidos explican el 75.30 % de la variabilidad total; sin embargo, el porcentaje correspondiente al componente uno es de 35.19 %, frente al 16.20 %, 12.48 %, 8.76 %, 7.04 %, 6.11 %, 5.31 %, 4.65 %, y 4.38 % en los componentes 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, y 9, respectivamente. Teniendo en cuenta estos porcentajes, es posible decir que todas las variables pueden resumirse en nueve componentes, esto se puede reconfirmar con los resultados mostrados en la Tabla 7.

La varianza explicada también permite determinar el número de componentes principales adecuados, pues el número de componentes principales está dado por aquellos eigenvalores mayores a uno (Montgomery, 2007). En este caso, los ocho primeros componentes cumplen con esta regla; no obstante, para este trabajo de investigación se trabajará con nueva componentes, pues eso brindará mayor claridad sobre el Índice de Cohesión Social.

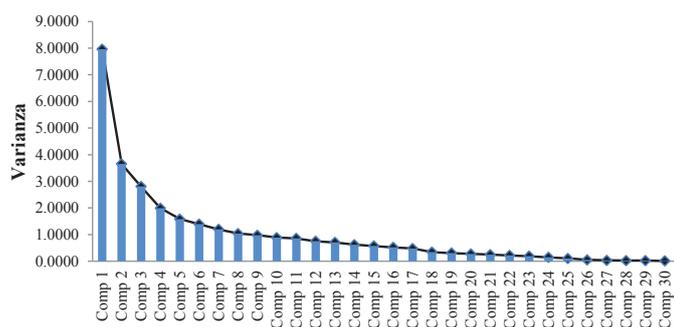


Figura 2. Scree Plot sobre los componentes principales. Fuente: Elaboración propia. Optimización de las variables originales (Guerrero, 2013).

4.1 Variabilidad de las variables

En la Tabla 6, se puede observar que X₁, X₉, X₁₀, X₁₂, X₁₇, X₁₈, X₁₉, X₂₀, y X₂₃ tienen varianzas muy altas en com-

Tabla 6. Variables altamente correlacionadas. Fuente: Elaboración propia. Obtenida a través de la matriz correlación (Guerrero, 2013).

Variables	Varianza (X_i)	Proporción	Variables	Varianza (X_i)	Proporción
X_1	18837849.942	0.0010	X_{16}	10.854	0.0000
X_2	119.817	0.0000	X_{17}	341924.026	0.0000
X_3	41.346	0.0000	X_{18}	773896.453	0.0000
X_4	42.589	0.0000	X_{19}	65099.644	0.0000
X_5	2.839	0.0000	X_{20}	30300.738	0.0000
X_6	0.907	0.0000	X_{21}	1.199	0.0000
X_7	91.681	0.0000	X_{22}	13.859	0.0000
X_8	22.456	0.0000	X_{23}	1717.415	0.0000
X_9	3449818.185	0.0002	X_{24}	0.007	0.0000
X_{10}	5231466.196	0,0003	X_{25}	0.741	0.0000
X_{11}	1.369	0.0000	X_{26}	0.877	0.0000
X_{12}	1914973831803.050	99.9985	X_{27}	2.552	0.0000
X_{13}	0.660	0.0000	X_{28}	296.405	0.0000
X_{14}	11.871	0.0000	X_{29}	286.873	0.0000
X_{15}	353.144	0.0000	X_{30}	0.179	0.0000

Tabla 7. Variables altamente correlacionadas. Fuente: Elaboración propia. Obtenida a través de la matriz correlación (Guerrero, 2013).

	Eigen Valores	Proporción de la Varianza	Varianza Acumulada		Eigen Valores	Proporción de la Varianza	Varianza Acumulada
Comp 1	7.9575	0.2650	0.2650	Comp 16	0.5194	0.0170	0.9180
Comp 2	3.6515	0.1220	0.3870	Comp 17	0.4794	0.0160	0.9340
Comp 3	2.8088	0.0940	0.4810	Comp 18	0.3421	0.0110	0.9450
Comp 4	1.9932	0.0660	0.5470	Comp 19	0.3081	0.0100	0.9550
Comp 5	1.5831	0.0530	0.6000	Comp 20	0.2770	0.0090	0.9640
Comp 6	1.3941	0.0460	0.6460	Comp 21	0.2505	0.0080	0.9730
Comp 7	1.1946	0.0400	0.6860	Comp 22	0.2163	0.0070	0.9800
Comp 8	1.0408	0.0350	0.7210	Comp 23	0.1901	0.0060	0.9860
Comp 9	0.9785	0.0330	0.7530	Comp 24	0.1473	0.0050	0.9910
Comp 10	0.8882	0.0300	0.7830	Comp 25	0.1064	0.0040	0.9950
Comp 11	0.8594	0.0290	0.8120	Comp 26	0.0530	0.0020	0.9970
Comp 12	0.7535	0.0250	0.8370	Comp 27	0.0357	0.0010	0.9980
Comp 13	0.7051	0.0240	0.8600	Comp 28	0.0283	0.0010	0.9990
Comp 14	0.6245	0.0210	0.8810	Comp 29	0.0251	0.0010	1.0000
Comp 14	0.5752	0.0190	0.9000	Comp 30	0.0131	0.0000	1.0000

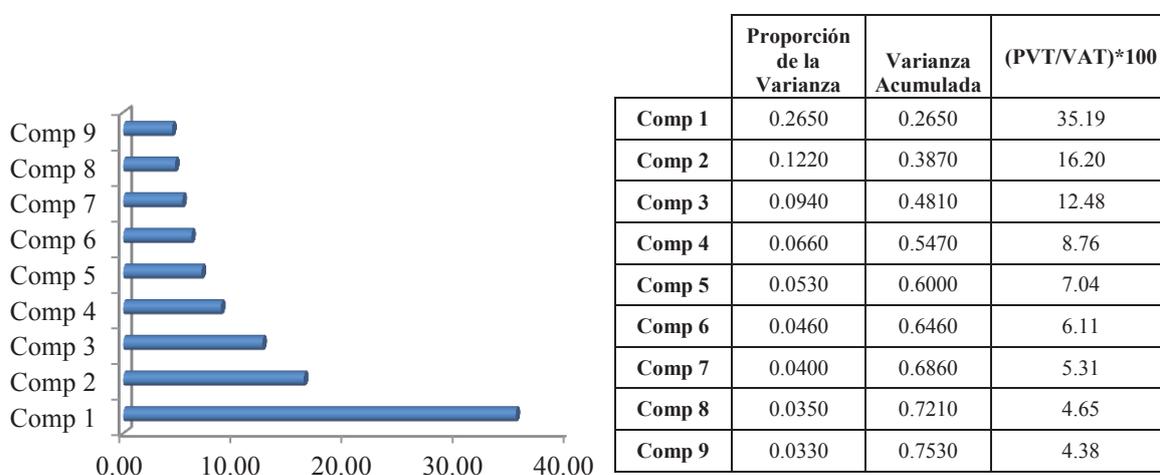


Figura 3. Porcentaje de varianza de cada componente seleccionado. Fuente: Elaboración propia (Guerrero, 2013).

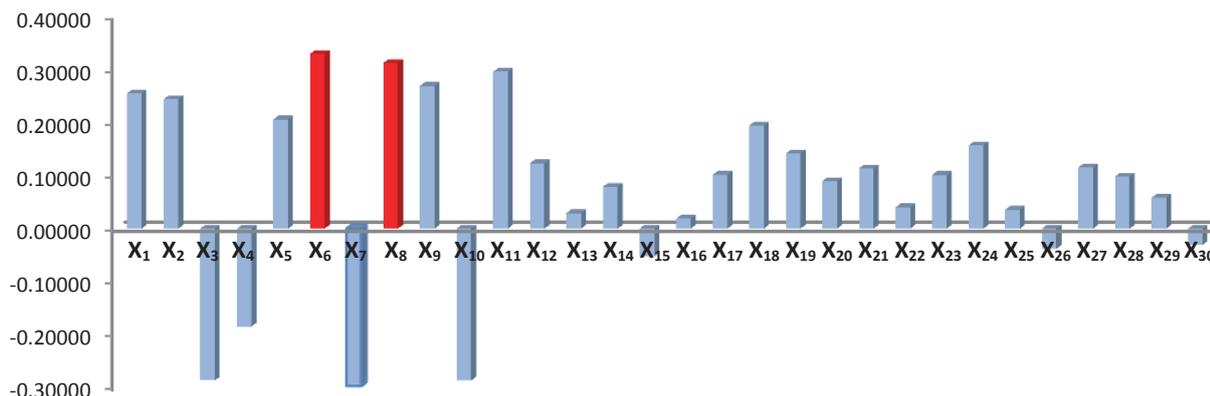


Figura 4. Peso de las variables en el primer componente. Fuente: Elaboración propia. Gráfico obtenido a través de los pesos de cada variable (Guerrero, 2013).

4.2 Índices de la Cohesión Social

Las treinta variables originales en el caso de la Cohesión Social quedan resumidas en nueve índices (componentes principales), que están explicando el 75.30 % de la variabilidad total.

Según la Figura 4, el primer componente está asociado a las variables X_6 , y X_8 , las cuales son las de mayor peso, donde:

- X_6 = Años de Educación.
- X_8 = Tasa de alfabetismo.

X_6 , y X_8 representan un 26.50% de la variabilidad total, equivalente al 35.19% del total explicado de los nueve componentes. El primer componente hace referencia a la educación y, al llevarlo al contexto de las ciencias sociales, se define como Índice de Educación. Su accionar es el siguiente:

- A más años de educación, mayor índice de educación.
- A mayor tasa de alfabetismo, mayor índice de educación.

La educación es un tema de suma importancia, ya que hay un alto porcentaje de personas que no estudian. Por esta razón, es necesario que el Estado plantee políticas que conlleven a solucionar dicha problemática de manera estratégica, a mediano y largo plazo.

La educación implica un proceso mediante el cual se transfieren conocimientos, valores, costumbres y formas de actuar; por tanto, el Índice de Educación es un instrumento compuesto por los indicadores de alfabetismo y años de educación, los cuales permiten medir la pobreza, la desigualdad y el crecimiento económico.

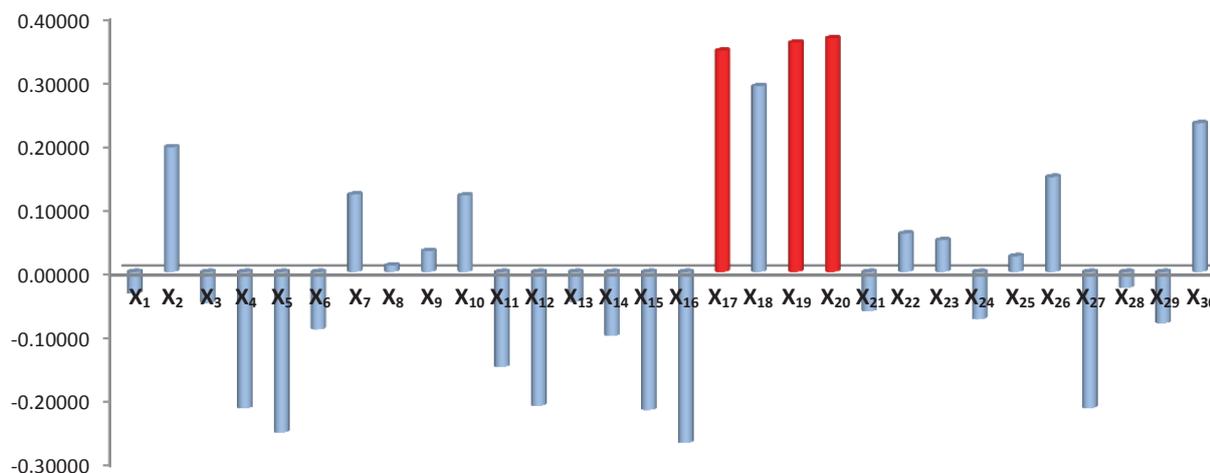


Figura 5. Peso de las variables en el segundo componente. Fuente: Elaboración propia. Gráfico obtenido a través de los pesos de cada variable (Guerrero, 2013).

Al segundo componente principal le corresponden las variables X_{17} , X_{19} , y X_{20} , pues son las de mayor peso. Estas suman el 12.20% de la variabilidad total, equivalente al 16.20% del total explicado por los nueve componentes. Se debe recordar que:

- X_{17} = Tasa de Violencia Intrafamiliar.
- X_{19} = Tasa de Averiguación Previa.
- X_{20} = Tasa de Efectividad de Justicia.

El segundo componente hace referencia al sistema de judicial, por tanto; y al llevarlo en el contexto de las ciencias jurídicas se llamará Índice de Impartición de Justicia. Su accionar es el siguiente:

- A menor tasa de violencia intrafamiliar, mayor índice de impartición de justicia.

- A mayor tasa de averiguación previa, mayor índice de impartición de justicia.

- A mayor tasa de efectividad de justicia, mayor índice de impartición de justicia.

La impartición de justicia es de suma importancia para la Cohesión Social, pues genera valores agregados de enorme jerarquía para la vida de México, como la seguridad pública y la certeza y previsibilidad de que los derechos se respeten. Por ello, los tribunales ejercen una gran influencia en el desarrollo de las economías, y su calidad es uno de los indicadores de crecimiento y competitividad de una nación.

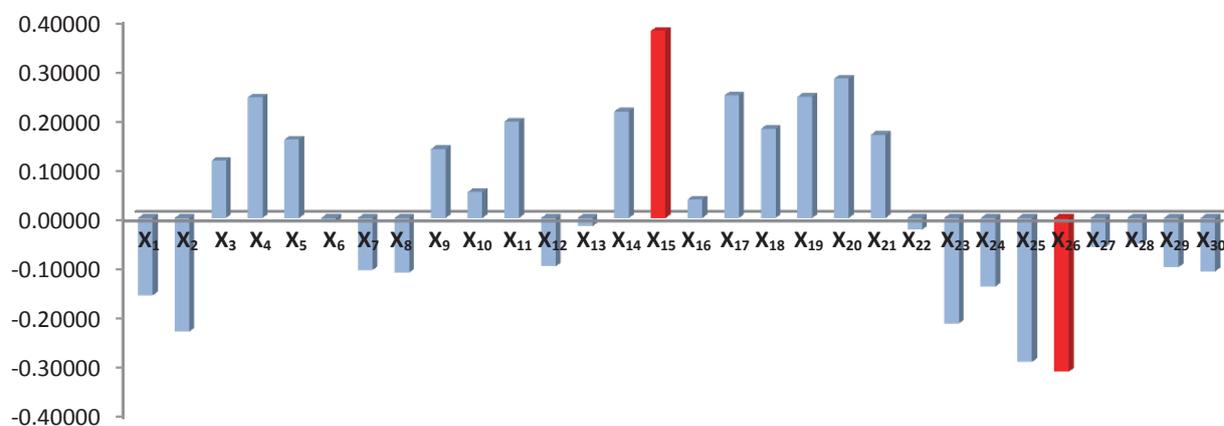


Figura 6. Peso de las variables en el tercer componente. Fuente: Elaboración propia. Gráfico obtenido a través de los pesos de cada variable (Guerrero, 2013).

Al tercer componente le corresponden las variables X_{15} y X_{26} , pues son las de mayor peso, las cuales se definen como:

- X_{15} = Tasa de Pobreza
- X_{26} = Tasa de Estabilidad Política

El tercer componente hace referencia al sistema gubernamental, el cual explica el 9.40% de la variabilidad total, equivalente al 12.48%. Al llevarlo al contexto de las ciencias políticas, se llamará Índice de Gobernabilidad. Su accionar es el siguiente:

- A menor tasa de pobreza, mayor índice de gobernabilidad.
- A mayor tasa de estabilidad política, mayor índice de gobernabilidad.

La gobernabilidad es una herramienta de análisis sistemático, que permite a las administraciones conocer el estado de ánimo colectivo en torno a la gestión de gobierno, y diferenciar los distintos aspectos que inciden sobre su representatividad; a su vez, permite evaluar la situación de la administración pública mediante valores objetivos y comparables en el tiempo (Corallini, 2005).

El Índice de Gobernabilidad explica el 12.48% de la variabilidad de la Cohesión Social; por tanto, se puede considerar como la tercera causa de los desequilibrios que experimenta la Cohesión Social en México.

Este índice se basa en la medición de dos indicadores que se consideran prioritarios para la definición de un plan que tienda a mejorar la gobernabilidad de las Entidades Federativas; tales indicadores son la pobreza y la estabilidad política.

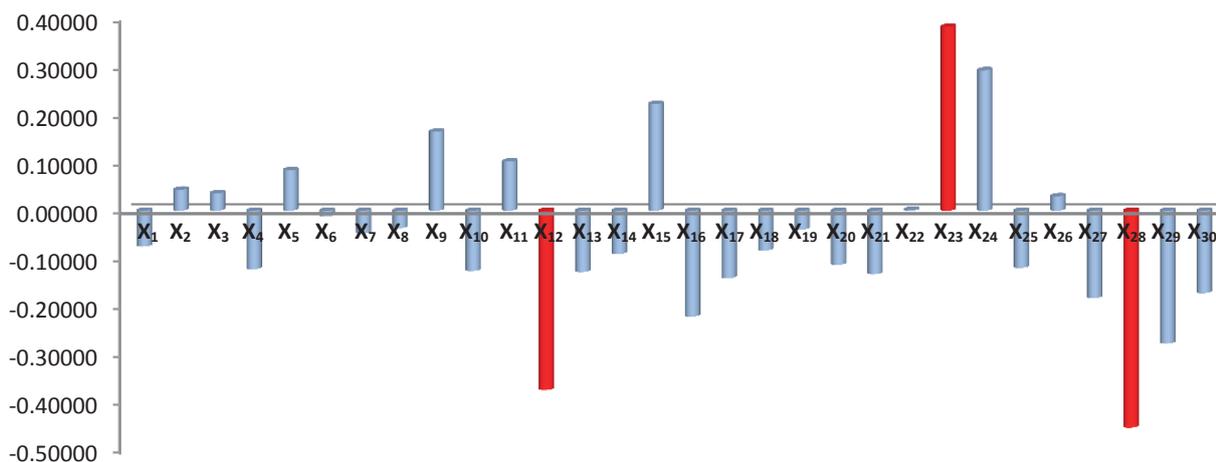


Figura 7. Peso de las variables en el cuarto componente. Fuente: Elaboración propia. Gráfico obtenido a través de los pesos de cada variable (Guerrero, 2013).

Al cuarto componente le corresponden las variables X_{12} , X_{23} y X_{28} , pues son las de mayor peso. No obstante, las variables de tasa de población con seguridad social y tasa de calidad regulatoria se restan en el componente. Estas manifiestan de manera absoluta el 6.60% de la variabilidad total, equivalente al 8.76% del total expuesto por los nueve componentes. Allí:

- X_{12} = Tasa de Población con Seguridad Social
- X_{23} = Tasa de Inversión Extranjera
- X_{28} = Tasa de Calidad Regulatoria.

Al llevarlo al contexto de la economía, se llamará Índice de Empleo Formal. Su accionar se interpreta de la siguiente forma:

- A mayor tasa de población con seguridad social, mayor índice empleo formal.

- A mayor tasa de inversión extranjera, mayor índice de empleo formal.
- A mayor tasa de calidad regulatoria, mayor índice de empleo formal.

Uno de los mayores y perdurables debates en los medios académicos y sindicales se refiere a los estándares laborales de las empresas transnacionales. Numerosos estudios han mostrado que las condiciones de trabajo en estas firmas siguen siendo precarias, y que los cambios tecnológicos no han representado una mejoría en la calidad del empleo.

Los estudios coinciden en que estas empresas generan empleos de mala calidad, pues en la mayoría de ellos se percibe un salario bajo, sin los beneficios que por ley corresponden (seguridad social, prestaciones, jubilación y retiro, entre otros); por lo regular, estos empleos son contratos eventuales (Samaniego, 2009).

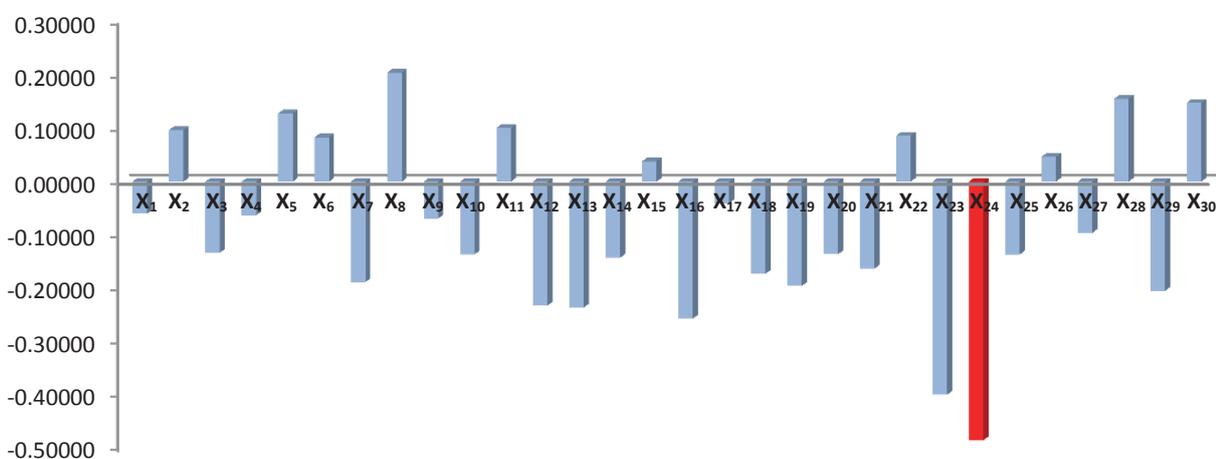


Figura 8. Peso de las variables en el quinto componente. Fuente: Elaboración propia. Gráfico obtenido a través de los pesos de cada variable (Guerrero, 2013).

Al quinto componente le corresponde la variable X_{24} , ya que es la de mayor peso, la cual se resta, manifestando el 5.30 % de la variabilidad total, equivalente al 7.04 % del total expuesto por los nueve componentes. Allí:

- X_{24} = Tasa de Recaudación Fiscal.

Al llevarlo en el contexto de la economía, se llamará Índice de Percepción Fiscal. Su accionar es el siguiente:

- A mayor tasa de recaudación fiscal, mayor índice de percepción fiscal.

La recaudación de impuestos surge de la necesidad de brindar a los ciudadanos los servicios necesarios, que contribuyan al crecimiento del lugar donde viven. Esta se ha convertido en una tarea muy difícil, pues en los últimos 50 años los ingresos tributarios no han sido suficientes para financiar los gastos del gobierno y mucho menos las necesidades del país. A través de los años, se han presentado distintos esfuerzos de reformas tributarias que, generalmente, han fracasado. En su defecto, se ha tenido que recurrir a determinadas fuentes alternas de financiamiento, como son el endeudamiento externo e interno, y el gravamen excesivo a los ingresos del petróleo (Sobrazo, 2003).

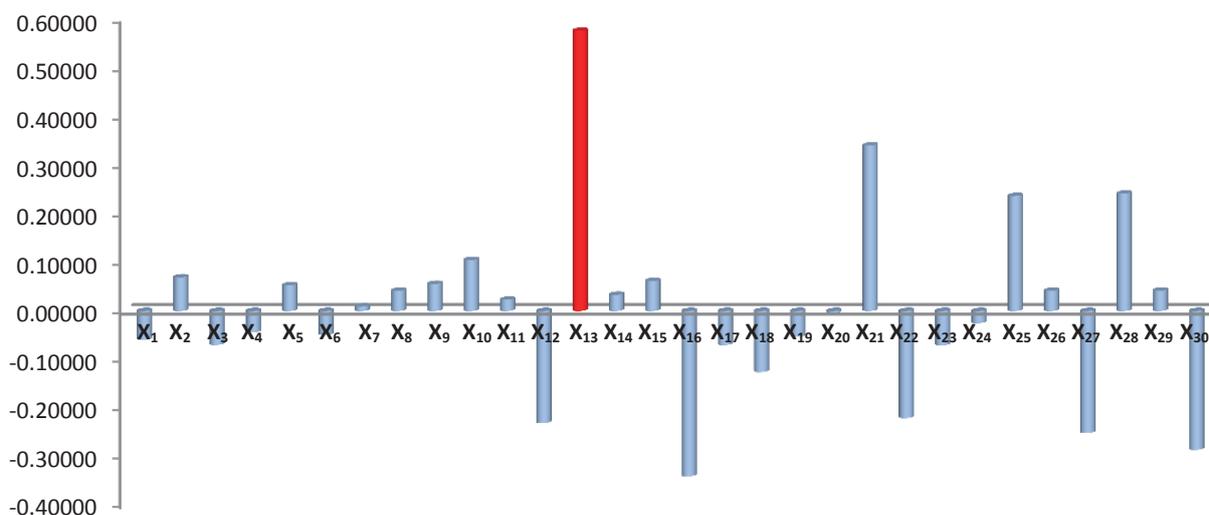


Figura 9. Peso de las variables en el sexto componente. Fuente: Elaboración propia. Gráfico obtenido a través de los pesos de cada variable (Guerrero, 2013).

Al sexto componente le corresponde la variable X_{13} , pues es la de mayor peso; manifestando el 4.60 % de la variabilidad total, equivalente al 6.11 % del total expuesto por los nueve componentes, y hace referencia a la perspectiva de vida al nacer. Debe recordarse que:

- X_{13} = Tasa de Mortalidad Infantil.

Al llevarlo en el contexto de las ciencias sociales se llamará Índice de Esperanza de Vida. Su accionar es el siguiente:

- A menor tasa de mortalidad infantil, mayor índice de esperanza de vida.

Como se puede ver, el índice de esperanza de vida está en función de la tasa de mortalidad infantil, la cual es un indicador demográfico que señala el número de defunciones durante el primer año de vida, por cada mil nacidos vivos registrados.

En países como México, no ha ocurrido un avance importante en la disminución de la mortalidad infantil pues, a pesar de los notables progresos conseguidos en ese sentido durante las décadas recientes, aún falta mucho por hacer. Para mejorar ese índice, se requiere de fuertes inversiones; esto se debe a que las causas de muertes persistentes como las afecciones perinatales y las anomalías congénitas son más costosas de combatir que las enfermedades inmunes prevenibles, que en gran parte ya han sido superadas.

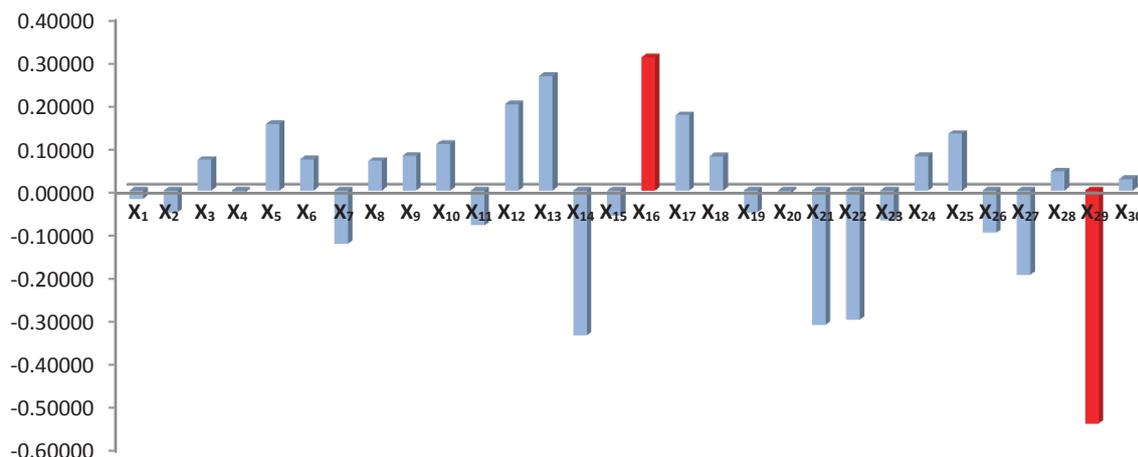


Figura 10. Peso de las variables en el séptimo componente. Fuente: Elaboración propia. Gráfico obtenido a través de los pesos de cada variable (Guerrero, 2013).

Al séptimo componente le corresponden las variables X_{16} y X_{29} , pues son las mayor peso, donde X_{29} se resta, estas manifiestan el 4% de la variabilidad total, equivalen- te al 5.31% del total expuesto por los nueve componentes. Recordemos que:

- X_{16} = Tasa Nacional de Corrupción
- X_{29} = Tasa de Transparencia Informativa.

Al llevarlo en el contexto de las ciencias políticas, se llamará Índice De Eficiencia de la Administración Pública. Su accionar se interpreta de la siguiente forma:

- A menor tasa de corrupción, mayor índice de eficiencia de la administración pública.
- A mayor tasa de transparencia informativa, mayor índice de eficiencia de la administración pública.

Como puede verse, el índice de eficiencia de la administración pública se conforma de dos indicadores: la tasa transparencia informativa y la tasa de corrupción.

La tasa de transparencia informativa está sustentada en la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental, la cual tiene como finalidad proveer lo necesario para garantizar a toda persona el acceso a la información que está en posesión de los poderes de la Unión, los órganos constitucionales autónomos o con autonomía legal y cualquier otra Entidad Federativa. Entre sus objetivos se encuentran (Martínez, 2008):

- Promover la transparencia de gestión pública mediante la difusión de información que generan los sujetos obligados.
- Garantizar la protección de los datos personales en posesión de dichos sujetos.
- Favorecer la rendición de cuentas a los ciudadanos.
- Mejorar la organización, clasificación y manejo de los documentos.

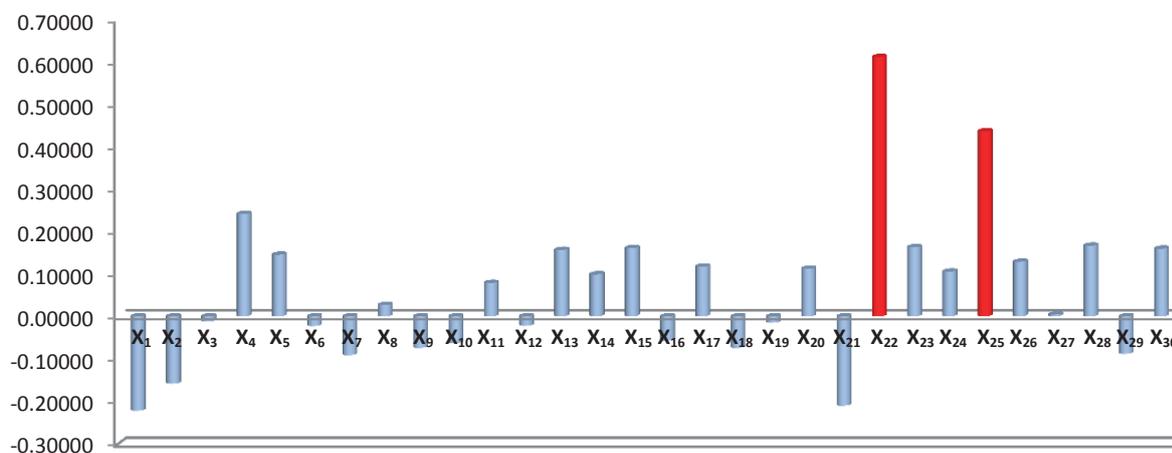


Figura 11. Peso de las variables en el octavo componente. Fuente: Elaboración propia. Gráfico obtenido a través de los pesos de cada variable (Guerrero, 2013).

Al octavo componente le corresponde la variable X_{22} y X_{25} , ya que son las de mayor peso, pues manifiestan el 3.50 % de la variabilidad total, equivalente al 4.65 % del total expuesto por los nueve componentes, y hace referencia a la transparencia económica. Allí:

- X_{22} = Crecimiento Económico
- X_{25} = Tasa de Rendición de Cuentas.

Al llevarlo al contexto de la economía y las ciencias políticas, se llamará Índice de Estabilidad Económica. Su accionar es el siguiente:

- A mayor crecimiento económico, mayor índice de estabilidad económica.
- A mayor tasa de rendición de cuentas, mayor índice de estabilidad económica.

El crecimiento económico se suele asociar de forma genérica con el incremento de la producción o renta per-cápita por trabajador a lo largo del tiempo. Asimismo, cabe señalar que el crecimiento de la renta está estrechamente relacionado con los hechos siguientes (Mochón, 2000):

- El comportamiento de los consumidores respecto al esfuerzo de trabajo y la productividad.
- La mejoría del capital humano, es decir, un aumento en el capital humano provoca un incremento en el crecimiento de la renta.
- Al aumentar la escolarización aumenta el capital humano, por tanto, el crecimiento de la renta.
- La expectativa de vida es un indicador de salud que suele estar asociado positivamente con el crecimiento económico.

En esencia, el crecimiento económico tiene lugar cuando se incrementa la potencialidad productiva y esta se ve reflejada en el Producto Interno Bruto (PIB), éste se define como “el conjunto de bienes y servicios que se producen dentro y fuera de la fronteras de un país, durante un tiempo determinado (por lo regular un año)” (Guerrero, 2013).

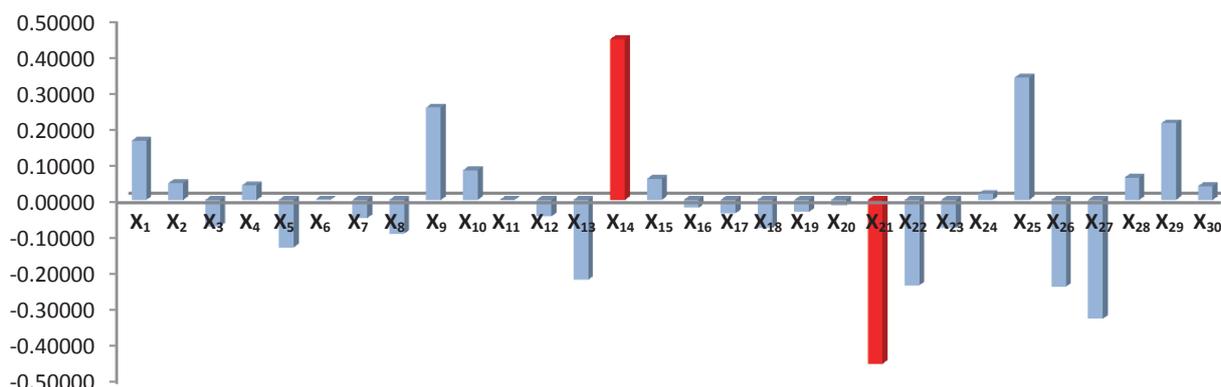


Figura 12. Peso de las variables en el noveno componente. Fuente: Elaboración propia. Gráfico obtenido a través de los pesos de cada variable (Guerrero, 2013).

Al noveno componente le corresponden las variables X_{14} y X_{21} , pues son las de mayor peso, donde X_{21} se resta, estos manifiestan el 3.30 % de la variabilidad total, equivalente al 4.38 % del total. Recordemos que:

- X_{14} = Tasa de Participación Laboral Femenina
- X_{21} = Tasa de Productividad Tecnológica.

Al llevarlo al contexto de la sociología, se llamará Índice de Participación Femenina en la Actividad Tecnológica. Su accionar es el siguiente:

- A mayor tasa de participación femenina, mayor índice de participación femenina en la actividad tecnológica.
- A mayor tasa de productividad tecnológica, menor índice de participación femenina.

La ciencia y la tecnología surgen en procesos sociales, y es necesario entender su estrecha relación dialéctica. Dentro de las tensiones sociales que se producen, y que es tema de discusiones, está el problema del género en la producción tecnológica.

El papel de la mujer en el aporte científico tecnológico ha sido sistemáticamente olvidado, como consecuencia del androcentrismo en la ciencia. En este campo, da la impresión de que las mujeres no han abandonado nunca el ámbito doméstico y que los grandes aportes y descubrimientos en el progreso de la ciencias es exclusivamente masculino; se ignora así al gran número de mujeres científicas que ha destacado a lo largo de la historia; la mayoría de ellas ha permanecido en el anonimato, como si nada hubiese hecho en el campo de la ciencia (Brelli y Butí, 2004).

En México, aún es dominante la mentalidad patriarcal. La ciencia también se rige por esos presupuestos, pues así se ha construido históricamente la sociedad. SE ha atribui-

do a los varones aquellas tipologías relacionadas con la hombría, racionalidad, dominación, inteligencia, frialdad y objetividad, incluso llegándose a considerar que tienen más habilidades para las ciencias duras; en cambio, al género femenino se lo considera no tan capaz, pasivo, dependiente, tierno, con emotividad y subjetividad exacerbadas o, a lo sumo, con mayores destrezas para las ciencias blandas. Estas características se denominan “femeninas”, en oposición a las “masculinas”; las primeras constituyen un obstáculo para desarrollar una carrera científica, debido a que las cualidades necesarias para hacer ciencia son propiamente las “masculinas”.

La sociedad necesita de los aportes científicos que tanto los hombres como mujeres han hecho en diferentes campos del conocimiento, valorando por igual a los aportes provenientes del género femenino como los del género masculino.

En general, el índice de participación femenina en la actividad tecnológica tiene como finalidad dar una ponderación respecto del nivel de colaboración científica y tecnológica de la mujer mexicana, durante un tiempo determinado.

Se parte del supuesto de que el Índice de Cohesión Social es un promedio simple de la educación, la impartición de justicia, la gobernabilidad, el empleo formal, la recaudación fiscal, la esperanza de vida al nacer, la eficiencia de la administración pública, la estabilidad económica y la participación femenina en la actividad productiva. Este índice se calcula, entonces, dividiendo por 9 la suma de los nueve indicadores.

$$X_{CS} = \frac{1}{9}(X_{ED} + X_{IJ} + X_{GB} + X_{CE} + X_{RF} + X_{EV} + X_{EA} + X_{EE} + X_{PF}),$$

donde,

- X_{ED} = Índice de Educación
- X_{IJ} = Índice de Impartición de Justicia
- X_{GB} = Índice de Gobernabilidad
- X_{CE} = Índice de Empleo Formal
- X_{RF} = Índice de Recaudación Fiscal
- X_{EV} = Índice de Esperanza de Vida al Nacer
- X_{EA} = Índice de Eficiencia de la Administración Pública
- X_{EE} = Índice de Estabilidad Económica
- X_{PF} = Índice de Participación Femenina en la Actividad Productiva.

Con base en lo anterior, en la Figura 13 se puede ver que el comportamiento del Índice de Cohesión Social en México ha sido inestable. Del 2000 a 2004, presenta números

negativos, lo cual se traduce en escaso crecimiento económico, desigualdad social e impunidad.

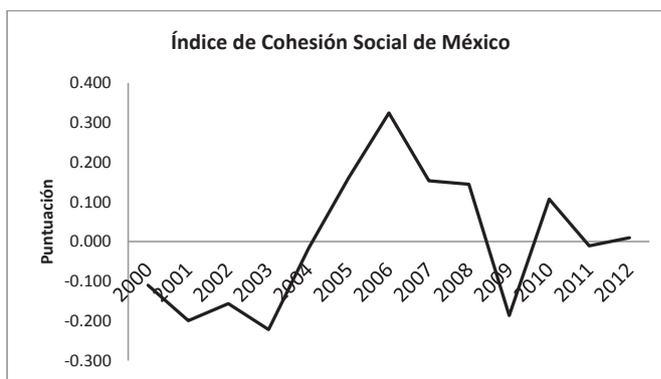


Figura 13. Cohesión Social de México del 2000 al 2012. Fuente: Elaboración Personal.

Con la implementación de algunos programas sociales (Oportunidades; Instituto Nacional de las Personas Adultas Mayores, INAPAM, y Hábitat; entre otros) en 2003 y con el crecimiento económico del 4.5 % sobre el PIB en el 2006, se generaron beneficios hacia la población; con ello, el Índice de Cohesión Social alcanzó su máximo nivel en 2006, lo cual se vio reflejado en la reducción de la pobreza.

Sin embargo, a raíz de la guerra contra el crimen organizado, desde 2007, y la crisis económica mundial, de 2009, ocurrió que el Índice de Cohesión Social se contrajo fuertemente. Después de estos sucesos, hubo un ligero repunte; no obstante, no alcanzó para permitir la mejoría de las condiciones de vida de la población.

4.3 Viabilidad del Índice de Cohesión Social

Dentro del lineamiento que debe cumplir el Índice de Cohesión Social, los componentes principales son los siguientes: ser no correlacionados y tener covarianza cero (Cuadras, 2012).

Los datos de la Tabla 8, muestran que los índices que contribuyen al Índice de Cohesión Social no están correlacionados; es decir, no existe una asociación lineal entre X_{ED} , X_{IJ} , X_{GO} , X_{CE} , X_{RF} , X_{EV} , X_{CA} , X_{EEE} y X_{PF} .

Aunado al análisis anterior, en el Tabla 9 también se puede observar que la covarianza entre los índices es de cero, ejemplos: $Cov(X_{ED}, X_{IJ}) = 0$; $Cov(X_{RF}, X_{EE}) = 0$.

Por otro lado, tanto la educación, el sistema de impartición de justicia, la gobernabilidad, el empleo formal, el sistema de recaudación fiscal, la esperanza de vida al nacer, la calidad de la administración pública, la estabilidad económica y la participación femenina son significativos en el Índice de Cohesión Social, pues el P-Valor de todos se encuentra ampliamente por debajo del nivel de significancia del 0.05.

Tabla 8. Matriz correlación de los índices que conforman a la Cohesión Social Fuente: elaboración personal. Matriz obtenida a través de los componentes principales

	X_{ED}	X_{IJ}	X_{GO}	X_{CE}	X_{RF}	X_{EV}	X_{CA}	X_{EE}	X_{PF}
X_{ED}	1.000								
X_{IJ}	0.000	1.000							
X_{GO}	0.000	0.000	1.000						
X_{CE}	0.000	0.000	0.000	1.000					
X_{RF}	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000				
X_{EV}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000			
X_{EA}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000		
X_{EE}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	
X_{PF}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000

Tabla 9. Matriz de varianzas - covarianzas de los índices que conforman a la Cohesión Social Fuente: elaboración personal. Matriz obtenida a través de los componentes principales

	X_{ED}	X_{IJ}	X_{GO}	X_{CE}	X_{RF}	X_{EV}	X_{CA}	X_{EE}	X_{PF}
X_{ED}	7.957								
X_{IJ}	0.000	3.651							
X_{GO}	0.000	0.000	2.808						
X_{CE}	0.000	0.000	0.000	1.993					
X_{RF}	0.000	0.000	0.000	0.000	1.583				
X_{EV}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.394			
X_{EA}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.194		
X_{EE}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.041	
X_{PF}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.978

Tabla 10. Grado de significancia de los índices sobre la Cohesión Social Fuente: elaboración propia

	n	CORR. PEARSON	P-VALOR	
XED	416	0.593	0.001	●●●
XIJ	416	0.402	0.001	●●●
XGO	416	0.353	0.001	●●●
XCI	416	0.297	0.001	●●●
XRF	416	0.265	0.001	●●●
XEV	416	0.248	0.001	●●●
XCA	416	0.23	0.001	●●●
XEE	416	0.215	0.001	●●●
XPF	416	0.208	0.001	●●●

Si se realiza el contraste al nivel de significancia del 5 % se tiene la siguiente prueba de hipótesis (Mochón, 2000):

Hipótesis nula \rightarrow Ho: no significativos
Hipótesis alterna \rightarrow Ha: significativos

Si el P-Valor de los índices es mayor de 0.05, no se rechaza Ho; sin embargo, en la Tabla 10 se puede ver que todos los índices tienen un P-Valor por debajo del 0.05; por tanto, se rechaza Ho, lo que significa que todos los índices son significativos en el Índice de Cohesión Social de México.

5 Conclusiones

En base a la Teoría General de Sistemas, el Índice de Cohesión Social es un sistema complejo, y se conforma por

dos supra-sistemas: capital social y tejido social. El primero está constituido por los índices de estabilidad económica, impartición de justicia, gobernabilidad, eficiencia de la administración pública, recaudación fiscal y empleos formales, los cuales deben ser proveídos por el Estado. El segundo se conforma por los índices de educación, esperanza de vida y participación femenina sobre la actividad tecnológica, ya que pertenecen a las acciones y logros alcanzados por un grupo social.

Al sumar estos índices, se explica el 75.30 % del Índice de Cohesión Social en México. Los elementos principales para establecer estos indicadores son los componentes principales; estos se interpretan como las nuevas variables o índices que serán utilizados para calcular el Índice de Cohesión Social.

Estos índice que conforman a la cohesión social, también proporcionan información sobre el grado de estabilidad o inestabilidad que tiene el país en educación, impartición de justicia, gobernabilidad, empleo formal, recaudación fiscal, esperanza de vida, eficiencia de la Administración Pública, estabilidad económica y participación femenina en la actividad productiva.

No obstante, la Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) analiza la Cohesión Social a través de tres indicadores (Bárcena y Prado, 2010):

1. Coeficiente de Gini: indicador que mide la desigualdad económica de una sociedad, mediante la exploración del nivel de concentración que existe en la distribución de los ingresos entre la población.

2. Razón de ingreso: este indicador se construye dividiendo el ingreso promedio de la población en pobreza extrema entre el ingreso promedio de la población no pobre y no vulnerable.
3. Índice de percepción de redes sociales: mide la percepción que la población tiene acerca de qué tan fácil o difícil es contar con el apoyo de sus redes sociales.

Con base a estos indicadores, la Cohesión Social de México se encuentra de la siguiente forma en América Latina (Bárcena y Prado, 2010):

1. En el Coeficiente Gini: en el 2010, México se ubicó en el 5° lugar (Índice Gini = 0.46). Por arriba de México, se encuentran: Uruguay, Venezuela, Cuba y Argentina. Por debajo, se localizaron Ecuador, Perú, El Salvador, Costa Rica, República Dominicana, Brasil, y Chile, entre otros.
2. En el ingreso: si se parte del PIB per cápita, México se ubicó en 4° lugar en 2010 (PIB per cápita = 9,521 DLS anuales). Por arriba de Argentina, Panamá, Costa Rica, Venezuela, Colombia, y República Dominicana, entre otros. Por debajo de Brasil, Chile y Uruguay.
3. En percepción de redes sociales: según datos de 2010, el 58 % de la población se percibió solidaria entre sí; este porcentaje posicionó a México en 5° lugar (por arriba de Costa Rica, República Dominicana, Venezuela, Ecuador, Panamá, y Nicaragua, entre otros; y por debajo de Argentina, Paraguay, Uruguay y Chile.)

Referencias

Bárcena, A. y A. Prado. 2010. *La Cohesión Social*. CONEVAL.

Brelli, A. y A. Butí. 2004. *Proyecto Iberoamericano de Ciencia, Tecnología y Género*. Unesco.

Corallini, D. 2005. *Índice de Gobernabilidad*. Universidad de Buenos Aires.

Cuadras, C. 2012. *Nuevos Métodos de Análisis Multivariante*. CMC Editions, págs. 77–92.

Guerrero, B. 2013. *La Delincuencia en México y la Cohesión Social: un modelo econométrico de predicción*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Luna, P. y Infante. 2005. *Los Sistemas de Información y Tecnología de la Información y la Metodología DEIPHI*. Universidad de Sevilla.

Martínez, R. 2008. *El derecho de acceso a la información en México*. Instituto de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Estado de México y Municipios.

Mochón, B. 2000. *Crecimiento Económico y Desarrollo*. MC Graw Hill.

Montgomery, R. 2007. *Probability and Statistics: applied engineering*. Limusa Wiley, págs. 328–336.

Peña, D. 2002. *Análisis de datos Multivariantes*. España, pág. 137.171.

Salazar, M. 2011. *La Cohesión Social en México*. El Informador, pág. 13.

Samaniego, N. 2009. *La crisis, el empleo y los salarios en México*. Universidad Nacional Autónoma de México.

Sarabia, A. 1995. *La Teoría General de Sistemas*. ISDEFE.

Sobrazo, H. 2003. *México: estudio sobre la capacidad Fiscal y Tributaria y el esfuerzo Tributario de los Gobiernos Estatales en México*. Universidad Nacional Autónoma de México.

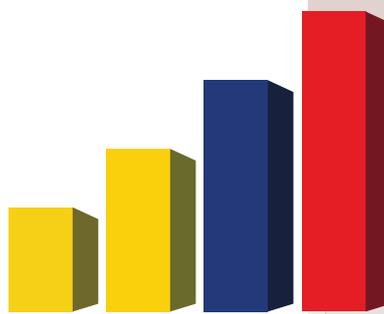
Sojo, A. y A. Uthoff. 2007. *Cohesión Social en América Latina y el Caribe: una revisión perentoria de algunas de sus dimensiones*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

Analítica

Simulación estocástica de esquemas piramidales
tipo Ponzi

Stochastic Simulation of Ponzi Pyramidal
Schemes

Lilia Quituisaca-Samaniego, Juan Mayorga-Zambrano y
Paúl Medina



www.inec.gob.ec | www.ecuadorencifras.com

SIMULACIÓN ESTOCÁSTICA DE ESQUEMAS PIRAMIDALES TIPO PONZI

STOCHASTIC SIMULATION OF PONZI PYRAMIDAL SCHEMES

Lilia Quituisaca-Samaniego[†], Juan Mayorga-Zambrano[‡] y Paúl Medina[§]

[†] Dirección de Estudios Analíticos Estadísticos, Instituto Nacional de Estadística y Censos, Quito, Ecuador

[‡] Pontificia Universidad Católica del Ecuador - Sede Ambato, Ambato, Ecuador

[§] Instituto Gregorio Millán, Universidad Carlos III de Madrid, Madrid, España

[§] Departamento de Ciencias Exactas, Universidad de la Fuerzas Armadas ESPE, Quito, Ecuador

[†]lilia.quituisaca.samaniego@gmail.com, [‡]jmayorga@pucesa.edu.ec, [§]pmedinavz@gmail.com

Recibido: 7 de junio de 2013

Aceptado: 26 de diciembre 2013

Resumen

Mediante simulación, se estudian varios casos de fraude provocados por pirámides financieras tipo Ponzi (incluyendo los casos Madoff, DRFE y Cabrera); la técnica empleada corresponde a la implementación computacional de un modelo estocástico diseñado por J. Mayorga-Zambrano. Se comparan datos reales con aquellos generados por el software implementado; en particular, se estudia la evolución del número de clientes, del monto de estafa y del tiempo estimado de duración de la pirámide.

Palabras clave: modelamiento matemático, pirámides financieras, esquemas Ponzi, procesos estocásticos, simulación.

Abstract

Several fraud cases - including Mado's, DRFE's and Cabrera's - are studied by a software implementation of a J. Mayorga-Zambrano stochastic model. Real data is compared with simulation results, with particular interest in the evolution of the number of clients, the size of the fraud and lifetime of the pyramidal scheme.

Keywords: mathematical modeling, financial pyramidal schemes, Ponzi schemes, stochastic processes, simulation.

Código JEL: C61, C63, C02, C12.

1 Introducción

En países tan diversos como Colombia, Albania y Estados Unidos, en las últimas dos décadas han ocurrido fraudes financieros mediante esquemas piramidales. El impacto socioeconómico de este delito ha motivado estudios matemáticos de estos sistemas tanto desde una perspectiva determinística, e.g. (Artzrouni, 2009), como desde un punto de vista estocástico, e.g. (Mayorga-Zambrano, 2011).

En general, el tiempo de vida de un esquema piramidal es inversamente proporcional a la tasa de retorno ofertada. Es en este contexto que un esquema piramidal tipo Ponzi (PZ) es referido como *pirámide cerrada*, con un retorno máxi-

mo del 300 % anual; por otro lado, a un esquema piramidal no-Ponzi se le suele referir como *pirámide abierta* o *célula de abundancia*.

De hecho, fue un PZ el mayor fraude de la historia que ocurrió en Estados Unidos, desde la década de 1960. Fue ejecutado por un solo hombre, Bernard Madoff, quien, a través de su firma de inversiones mantuvo activo su fraude por más de dos décadas; se proporcionaban beneficios anuales entre el 8 % y el 15 %, "lo cual es algo extraordinariamente bueno, pero no escandalosamente bueno" (Monzó, 2008). Su pirámide afectó a grandes ahorradores privados, bancos, fondos de riesgo, profesionales de las finanzas e incluso Estados. Esto es destacable pues, ya en 1999, H. Marko-

polos (Markopolos, 2010), había denunciado públicamente como fraude a la firma de Madoff; a finales del año 2008 las actividades de Madoff fueron declaradas legalmente como fraude, siendo sentenciado en 2009 a 150 años de cárcel (United States Attorney Southern District of New York, March 12, 2009).

La demora en la detección del PZ de Madoff se debe principalmente a la ausencia de herramientas matemáticas que complementarían el Método de Análisis de Flujo de Efectivo (Kitchens, 1993), el mismo que fue puesto en conocimiento público por el FBI¹ en 1993. Los artículos (Artzrouni, 2009) y (Mayorga-Zambrano, 2011) dan una primera respuesta a esta necesidad al concentrarse en la evolución temporal de PZ.

En el presente trabajo, implementamos el algoritmo general de (Mayorga-Zambrano, 2011) (AM) bajo la plataforma JAVA, teniendo la posibilidad de modificar los parámetros iniciales conforme al caso de estudio concreto a describir. Asimismo se mejora el nivel explicativo de los resultados mediante gráficas descriptivas.

Este trabajo está estructurado de la siguiente manera: en la Sección 2 se repasan algunos conceptos, fórmulas y variables relevantes al modelo matemático esquematizado en AM; en la Sección 3 se estudian, mediante simulaciones a partir de AM algunos casos concretos de PZ: el Caso Cabrera (Ecuador), Proyecciones D.R.F.E. (Colombia) y el Caso Madoff (Estados Unidos); en la Sección 4 se describe con mayor profundidad la afectación económica derivada del Caso Cabrera; en la Sección 5 se establecen conclusiones generales del estudio y, finalmente, en los anexos A y B, se muestra en detalle las simulaciones realizadas para el caso de Carlo Ponzi (que dio nombre a este tipo de fraude),

junto con la esquematización del algoritmo generado para el desarrollo de la investigación, respectivamente.

2 El modelo

Los trabajos de Artzrouni (Artzrouni, 2009) y Mayorga-Zambrano (Mayorga-Zambrano, 2011) son pioneros en el estudio de esquemas tipo Ponzi desde un punto de vista matemático. Con el modelo estocástico diseñado en (Mayorga-Zambrano, 2011), es posible hacer un seguimiento de más variables de interés de un PZ que con el modelo determinístico de (Artzrouni, 2009); e.g. se puede hacer un seguimiento, con las limitaciones propias de la teoría de probabilidades, de: robo pecuniario, monto legal del fraude, punto crítico (definido en términos del estado financiero de la captadora) y punto de saturación (definido en términos del capital real de la captadora). Asimismo, se establece al capital promedio como un índice de referencia sobre la viabilidad futura del esquema. Por otro lado, el modelo diseñado en (Artzrouni, 2009) es más sencillo y permite estudiar, con el apoyo de ecuaciones diferenciales, el comportamiento de esquemas cuasipiramidales como el de sistema de pensiones.

En esta sección haremos una revisión breve del modelo desarrollado en (Mayorga-Zambrano, 2011). Es importante resaltar que, para el modelamiento, se tomaron en consideración criterios basados en el comportamiento observado por periodistas y por personas perjudicadas por PZ. Por ejemplo, la formulación (36) fue motivada por la experiencia observada durante la crisis de las pirámides de 2008 en el sur de Colombia y norte de Ecuador, donde un alto porcentaje de clientes de un PZ eventualmente dejaron de trabajar para vivir exclusivamente de las ganancias.

Tabla 1. Notación de magnitudes en un PZ al tiempo t . Fuente: Elaboración propia a partir de (Mayorga-Zambrano, 2011).

Not.	Magnitud	Descripción / Comentario
h	Periodo de inversión	Periodo de inversión o periodo de retorno de interés
m	Inversión inicial	Monto del primer depósito de un cliente
i_p	Taza de retorno	Interés que ofrece un PZ para un período de inversión h
$D(t)$	Tamaño legal de la estafa	Obligaciones de un PZ en papeles
$E(t)$	Expansión del capital inicial E_0	Resultado de inversiones legítimas
$R(t)$	Robo pecuniario total	Dinero extraído del pecunio de los clientes
$F(t)$	Estado financiero	El patrimonio de un PZ es despreciable
$L(t)$	Capital real total	Dinero que tiene un PZ
$C(t)$	Número total de clientes	Todos los clientes que están en el sistema Ponzi
t_k	Tiempo de la transacción k	Tiempo de transacción en el instante k
N_k	Factor de expansión	Cantidad de clientes nuevos por cada cliente antiguo
c_k	Número de clientes nuevos	Clientes nuevos al tiempo t_k
$P_{k,j}$	Captación teórica en t_k de ingresados en t_j	Dinero que el cliente supone tener en su cuenta piramidal
$\omega_{k,j}$	Tasa de retiros en t_k de ingresados en t_j	Retiros de los clientes
$P(t)$	Captación teórica total	Dinero no real captado
η_k	Tasa nominal	De inversión de un PZ en t_k^+
$\hat{P}(t)$	Capital teórico total	Dinero que un PZ finge tener en sus arcas
$P_{k,k}$	Dinero fresco que entra a un PZ en t_k	Montos depositados por nuevos clientes
W_k	Total de retiros en t_k	Retiros realizados por los clientes
$U_{j,k}(t)$	Robo pecuniario en t_k a ingresados en t_j	Monto de dinero que el sistema ha estafado
$\mathcal{L}(t)$	Capital promedio	Para hacer seguimiento del deterioro de PZ
$\mathcal{E}(t)$	Efectividad del sistema	Ganancia por una unidad monetaria pagada

¹Esta metodología de la Contabilidad Forense había servido de base para que, en 1987, la Corte Superior del Condado Ventura, California, declarara culpable de fraude por un PZ a Charles Hodson.

2.1 Relaciones básicas

En la Tabla 1, se presenta la notación a utilizar en el presente trabajo.

El modelo, diseñado y justificado conceptualmente en (Mayorga-Zambrano, 2011), es descrito por las siguientes relaciones.

$$t_k = k \cdot h, \quad k = 0, 1, \dots, K, \quad h = 1, 2, \dots, H, \quad (1)$$

$$T_c = K_c \cdot h, \quad (2)$$

$$T_s = K_s \cdot h, \quad (3)$$

$$D(t) = (1 + i_p) \cdot [\hat{P}(t) - E(t)], \quad (4)$$

$$C(t) = C_k, \quad t \in [t_k, t_{k+1}), \quad (5)$$

$$c_k = N_k \cdot C_{k-1}, \quad (6)$$

$$C_k = \sum_{j=0}^k c_j, \quad (7)$$

$$P_{k,j} = m \cdot p_{k,j}, \quad (8)$$

$$p_{k,j} = \begin{cases} 0, & \text{si } j > k, \\ c_k, & \text{si } j = k, \\ p_{k-1,j} \cdot (1 - \omega_{k,j})(1 + i_p), & \text{si } j < k. \end{cases} \quad (9)$$

$$P(t) = P_k, \quad t \in [t_k, t_{k+1}), \quad (10)$$

$$P_k = \sum_{j=0}^k P_{k,j}, \quad (11)$$

$$\hat{P}(t) = P(t) + E(t), \quad (12)$$

$$E(t) = E_0 \prod_{l=0}^{k-1} (1 + \eta_l), \quad t \in [t_k, t_{k+1}), \quad (13)$$

$$L(t) = L_k, \quad t \in [t_k, t_{k+1}), \quad (14)$$

$$P_{k,k} = m c_k, \quad (15)$$

$$\begin{cases} L_0 = E_0 + m c_0, \\ L_k = (1 + \eta_{k-1})L_{k-1} + P_{k,k} - W_k, \end{cases} \quad (16)$$

$$\begin{cases} W_k = m \cdot w_k, \\ w_k = (1 + i_p) \sum_{j=0}^{k-1} \omega_{k,j} p_{k-1,j}. \end{cases} \quad (17)$$

$$D(t) = D_k, \quad t \in [t_k, t_{k+1}), \quad (18)$$

$$D_k = (1 + i_p) \cdot P_k, \quad (19)$$

$$R(t) = R_k, \quad t \in [t_k, t_{k+1}), \quad (20)$$

$$R_k = \sum_{j=0}^k U_{j,k}(t), \quad (21)$$

$$U_{j,k}(t) = m \cdot \begin{cases} 0, & \text{si } j > k, \\ c_k, & \text{si } j = k, \\ c_j - \sum_{l=j+1}^k \omega_{l,j} \cdot p_{l,j}, & \text{si } j < k. \end{cases} \quad (22)$$

$$\begin{cases} F_0 = E_0 - i_p m c_0, \\ F_k = F_{k-1} - P_k i_p + \eta_{k-1} L_{k-1}, \quad k \in \mathbb{N}. \end{cases} \quad (23)$$

$$\mathcal{L}(t) = \frac{L(t)}{C(t)}, \quad (24)$$

$$\mathcal{E}(t) = \frac{L(t) - E_0}{W(t)}. \quad (25)$$

Adicionalmente,

$$t_K \leq T < t_{K+1}, \quad (26)$$

$$N_k \rightsquigarrow \mathcal{N}\left(\bar{N}_k, \frac{1}{4}\right), \quad (27)$$

$$\omega_{k,j} \rightsquigarrow \mathcal{N}(\bar{\omega}_{k,j}, \sigma_1^2), \quad (28)$$

$$0 < \sigma_1 \ll 1, \quad (29)$$

$$\eta_k \rightsquigarrow \mathcal{N}(\bar{\eta}, \sigma_2^2), \quad (30)$$

$$0 < \bar{\eta} \ll i_p, \quad (31)$$

$$0 < \sigma_2 \ll 1, \quad (32)$$

En este caso, el cálculo de las variables aleatorias N_k , $\omega_{k,j}$ y η_k siguen una distribución normal, dicha distribución es la más utilizada para modelar experimentos aleatorios, en este caso, variables continuas. Además, se ajusta a fenómenos naturales, industriales e investigativos, y representa una gran cantidad de observaciones generadas en el proceso. El promedio de las variables aleatorias depende tanto de la cantidad de variables aleatorias promediadas como de la probabilidad de cada variable que está dentro de un rango determinado.

En cada variable aleatoria calculada, se tiene que:

- la desviación estándar ($0 < \sigma \ll 1$) es pequeña, porque es necesario que la precisión sea grande;
- el intervalo de referencia $[\mu - 2\sigma, \mu + 2\sigma]$ incluye aproximadamente el 95,44% de la distribución (valores esperados)

Para (27) la desviación estándar indicaría que el ingreso de nuevos clientes por referencia de los ya existentes en un PZ, probablemente no supere el 50%.

2.2 Evolución del factor de expansión promedio

Para modelar la evolución de los valores esperados \bar{N}_k , Mayorga-Zambrano se apoya en un modelo SIR sencillo:

$$\bar{N}_k = \frac{\bar{C}_k}{\bar{C}_{k-1}} - 1, \quad (33)$$

$$\bar{C}_k = \mathcal{I}(t_k) \cdot \mathcal{U}, \quad (34)$$

con

$$\begin{cases} \dot{S} = -a S(t) \mathcal{I}(t), \\ \dot{\mathcal{I}} = a S(t) \mathcal{I}(t) - b \mathcal{I}(t), \\ S(0) = 1 - \frac{1}{\mathcal{U}}, \\ \mathcal{I}(0) = \frac{1}{\mathcal{U}}, \end{cases} \quad (35)$$

donde S representa la fracción de la PEA (población económicamente activa) susceptible de ser estafada, \mathcal{I} denota la fracción de la PEA que ya está siendo estafada y \mathcal{U} es el tamaño real de la PEA en la región de influencia de un PZ. Aquí, por facilidad, se ha supuesto que las variables aleatorias N_k y C_{k-1} son independientes.

OBSERVACIÓN 2.1. El valor referencial de \mathcal{U} corresponde al grupo de personas de la edad establecida por cada país que desempeñan una ocupación o bien, si no la tienen, la buscan activamente.

2.3 Evolución de la tasa de retiros promedio

El valor esperado de la tasa de retiros en t_k de los clientes que ingresaron a un PZ al tiempo t_j depende de $k - j$, el tiempo de permanencia en el sistema:

$$\bar{\omega}_{k,j} = \begin{cases} (k-j)[\alpha(k-j) + \beta], & \text{si } k-j \leq d_1, \\ \omega^*, & \text{si } k-j > d_1, \end{cases} \quad (36)$$

con

$$\alpha = \frac{d_1\omega_* - d_0\omega^*}{d_1d_0^2 - d_0d_1^2}, \quad \beta = \frac{d_0^2\omega^* - d_1\omega_*}{d_1d_0^2 - d_0d_1^2}, \quad \text{y} \quad \omega^* = \frac{i_p}{i_p + 1},$$

donde los coeficientes α y β están determinados por los puntos (d_0, ω_*) y (d_1, ω^*) , que corresponden a los valores esperados en el primer instante que el retiro se vuelve significativo y en el que se retira toda la ganancia, respectivamente.

Para calcular el valor esperado de la tasa de retiros, usamos una interpolación lineal; sin embargo, la ecuación es susceptible de cambio por otro tipo de comportamiento, por ejemplo, cuadrático.

2.4 Criterios de parada

En (Mayorga-Zambrano, 2011) se definen dos criterios de parada teniendo en mente que un PZ busca que su tiempo de funcionamiento T sea lo más extenso posible.

El *punto crítico* T_c de un PZ es el tiempo que su estado financiero cambia por primera vez de signo:

- (C1) $F(T_c) = 0$;
- (C2) $F(t) > 0$, para todo $t \in (0, T_c)$;
- (C3) Si T_0 verifica (C1) y (C2), entonces $T_c \leq T_0$.

Por otro lado, el *punto de saturación* T_s de un PZ es el instante en que su capital real total cambia por primera vez de signo, es decir:

- (S1) $L(T_s) = 0$;
- (S2) $L(t) > 0$, para todo $t \in [0, T_s)$;
- (S3) Si T_0 verifica (S1) y (S2), entonces $T_s \leq T_0$.

Los puntos crítico y de saturación son variables aleatorias cuyas distribuciones de probabilidad dependen de parámetros y variables del sistema (por ejemplo: periodo de inversión, tasa de retorno, etc.). En (Mayorga-Zambrano, 2011) se demuestra que T_s se presenta cuando el número de clientes nuevos es insuficiente.

²Propia del lenguaje de implementación, en este caso JAVA.

³S.O: Linux/Windows; RAM: 512MB; velocidad: 4GHz; 60MB de espacio en disco (instalación), 1GB de espacio en disco (ejecución)

2.5 Implementación del algoritmo general

La trayectoria o intervalo que siguen las personas a ser estafadas $\mathcal{S}(t)$ y las personas estafadas $\mathcal{I}(t)$ es el tiempo transcurrido entre la aparición de clientes nuevos por cada cliente actual en un PZ. El intervalo $[a, b]$ se calcula a partir del punto central (p_C):

$$a = p_C - 0,05; \quad b = p_C + 0,05,$$

donde

$$p_C = \frac{\mathcal{U}}{\text{concat}(1; \text{rep}(0; \text{long}(\mathcal{U}) - 1))},$$

y las funciones:

- $\text{long}(\text{argumento})$, es la función que permite obtener la longitud de un valor;
- $\text{rep}(\text{argumento}; \text{num_de_veces})$, es la función que permite repetir un texto o número cierta cantidad de veces;
- $\text{concat}(\text{argumento}_1; \text{argumento}_2)$, es la función² que permite unir texto, números, etc.

Por ejemplo, si $\mathcal{U} = 5592223$, entonces

$$\text{long}(\mathcal{U}) = 7, \quad \text{rep}(0; \text{long}(\mathcal{U}) - 1) = 000000$$

y

$$\text{concat}(1; \text{rep}(0; \text{long}(\mathcal{U}) - 1)) = 1000000$$

Se toma el criterio del punto central (p_C), por cuanto el número de personas estafadas ($\mathcal{I}(t)$), es bajo en las primeras y últimas etapas del proceso. Como resultado, el número de estafados experimenta el mayor crecimiento durante la etapa intermedia del proceso. Por tanto, a y b son ajustados para cada caso particular de un PZ.

La automatización del Algoritmo AM (véase Apéndice B) permite simular el comportamiento de un esquema piramidal mediante el modelo desarrollado en (Mayorga-Zambrano, 2011). Los parámetros iniciales a y b mencionados anteriormente son fundamentales para cada simulación; estos se deben elegir de acuerdo a la información encontrada para cada caso concreto de un PZ, teniendo presente la Observación (2.1).

El algoritmo se implementó bajo la plataforma de desarrollo JAVA, con requerimientos técnicos mínimos³. Respecto del algoritmo, se debe señalar que:

- i) usa $\text{Normal}(\mu; \sigma^2)$, un generador de números aleatorios que sigue una distribución $\mathcal{N}(\mu; \sigma^2)$;
- ii) usa $\text{sir}(U, a, b)$, una función computacional para la resolución numérica del modelo SIR (35), mediante un esquema de diferencias finitas: para un paso $0 < \epsilon \ll 1$, se tiene que

$$\mathcal{S}(t_{j+1}^*) \approx \mathcal{S}(t_j^*)[(1 - a\epsilon\mathcal{I}(t_j^*))] \quad (37)$$

$$\mathcal{I}(t_{j+1}^*) \approx \mathcal{I}(t_j^*)[1 - b\epsilon + a\epsilon\mathcal{S}(t_j^*)], \quad (38)$$

con la inicialización

$$\mathcal{S}(0) = 1 - \frac{1}{\mathcal{U}}; \quad \mathcal{I}(0) = \frac{1}{\mathcal{U}}$$

- iii) incorpora ciclos repetitivos que calculan el promedio por frecuencia de cada parámetro para la generación de gráficos estadísticos, tanto en el punto crítico como en el punto de saturación.
- iv) genera información resultante de cada caso mediante listas de datos y gráficos descriptivos.

2.6 Comparación con un algoritmo simple

Comparemos los resultados de nuestra implementación de AM con el algoritmo propuesto por DeWitt (DeWitt), para el fraude de Carlo Ponzi, 1920 (véase el Anexo A). El algoritmo de DeWitt es una de las pocas referencias que existe en relación a un modelo matemático que describe el comportamiento de un PZ y se fundamenta en que el supuesto de que el número de clientes estafados sigue una función exponencial

$$y = 1000(2^n),$$

donde $n = 0, 1, 2, \dots$; y; por tanto, el resto de variables asociadas cambiará conforme evoluciona el periodo y número de clientes incorporados a la estafa.

En este sentido la comparación realizada muestra, sin que los modelos se parezcan, que el comportamiento de las variables asociadas está ligado al número de clientes estafados. Aunque los modelos no son comparables, las tendencias encontradas de los resultados evidencian la similitud y el posible comportamiento de un PZ.

En la Figura 1, se observa que el número de clientes de Carlo Ponzi difiere hasta en un 85 % a los siete meses, con respecto a la simulación ejecutada, y es superior hasta en un 53 % con respecto al proceso que realiza DeWitt (DeWitt).

En la Figura 2, se observa que el monto de estafa de Ponzi, a los siete meses, es superior al 50 % respecto a la simulación ejecutada y al proceso que realiza DeWitt (DeWitt).

Tabla 2. Simulación del número de clientes: serie comparativa del Caso Carlo Ponzi con el proceso de DeWitt. APC: Antes del Punto Crítico; PC: Punto Crítico. Fuente: Elaboración propia.

Periodos comparativos	Número de clientes		
	Simulación	DeWitt	Datos investigados
0 años y 6 meses	8.551	4.000	Sin/Dato(S/D)
0 años y 9 meses APC	38.594	8.000	
1 año y 0 meses PC	127.464	16.000	
7 meses	Sin/Dato(S/D)		Superior a 10 mil

Tabla 3. Tamaño de estafa: serie comparativa del Caso Ponzi con el proceso de DeWitt. Fuente: Elaboración propia.

Periodos comparativos	Tamaño de estafa (millones)		
	Simulación	DeWitt	Datos investigados
0 años y 6 meses	4,38	4,00	S/D
0 años y 9 meses APC	10,97	8,00	
1 año y 0 meses PC	37,14	16,00	
7 meses	S/D		Superior a \$10

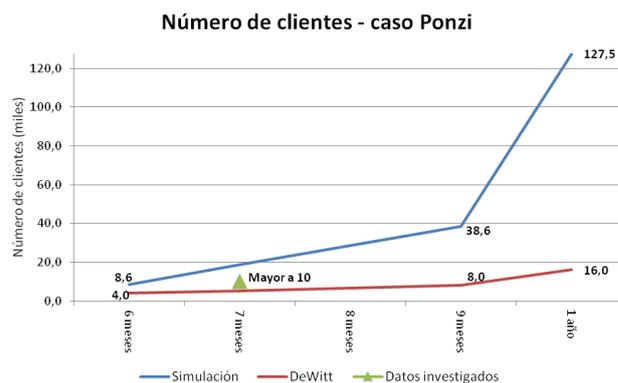


Figura 1. Número de clientes: serie comparativa del Caso Ponzi con el proceso de DeWitt. Fuente: Elaboración propia.

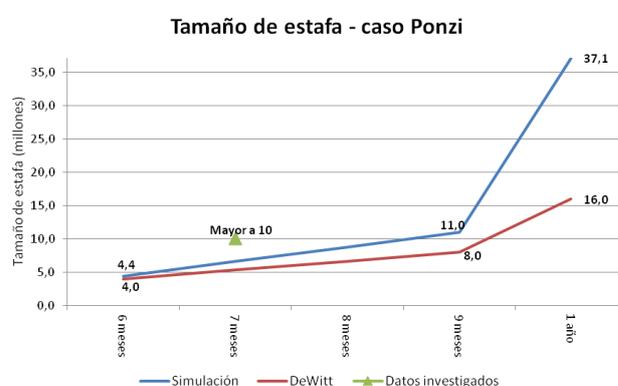


Figura 2. Tamaño de estafa: serie comparativa del Caso Ponzi con el proceso de DeWitt. Fuente: Elaboración propia.

2.7 Análisis de convergencia y sensibilidad

Se afinan los parámetros de ingreso para el caso de Carlo Ponzi (Anexo A). La simulación es un proceso iterativo; en este caso usamos el método Montecarlo. Se utiliza una distribución normal $f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$, y para la generación de números aleatorios, se aplica el método de Box-Muller. A continuación, se presentan algunos resultados.

Parámetro cambiante: Capital inicial

El capital inicial es directamente proporcional al tiempo en que se establece el punto crítico, al igual que la expansión de capital. Por otra parte, se mantiene prácticamente invariante el tiempo en el cual se alcanza el Punto de Saturación, lo cual indica que este parámetro no afecta los resultados finales. Por lo tanto, existe estabilidad en el punto de saturación.

Parámetro cambiante: Tasa de retorno

Si la tasa de retorno aumenta, se disminuye el tiempo en que se establece el punto crítico, al igual que el número

clientes y el tamaño estafa. Mientras se mantienen el tiempo del punto de saturación al igual que la expansión de capital, el resultado es consistente. Al aumentar la tasa de retorno, el número de clientes estafados se perjudicará, pues se alcanza antes el punto crítico. El punto de saturación es invariante a estos efectos, por lo tanto, sigue estable.

Parámetro cambiante: Período básico de inversión (número de meses)

Si se aumenta el número de meses en que se haría efectivo el pago de la tasa de retorno, se incrementa el tiempo en que se establecen el punto crítico y el punto de saturación. El resultado, nuevamente, es consistente pues, al aumentar el tiempo de permanencia del dinero en el sistema, en instantes en que los punto crítico y punto de saturación se alcanzan, debe cambiar de manera positiva, es decir, crecer. La estafa se alarga en el tiempo.

Parámetro cambiante: monto de inversión inicial

Si el monto de inversión se incrementa hasta llegar al valor del capital inicial, el tiempo en que se establece el punto crítico es menor. Se puede observar que se incrementa la expansión de capital, se incrementa el tamaño de la estafa al igual que el monto de retiro. El tiempo en que se establece el punto de saturación se mantiene; por lo tanto,

la estabilidad del punto de saturación, así como la consistencia de los resultados, siguen estables.

3 Escenarios de simulación

3.1 Caso Madoff (1960-2008)

La firma *Bernard Madoff Investments Securities*, fundada en 1960, maquinó una de las estafas PZ más grandes por el tiempo de duración, el tamaño de estafa y el número de clientes afectados alrededor del mundo. En su pirámide existieron grandes ahorradores privados, bancos, fondos de riesgo, entre otros, quienes recibían intereses anuales entre el 8 % al 15 % por la inversión, lo que generó estabilidad y confianza.

A partir de 1992, Madoff fue investigado por organismos reguladores y denunciado por varias empresas, pero lograba superar las inspecciones de la Comisión de Mercados y Valores (SEC). *“Las operaciones de inversión de Madoff eran un fraude que nadie quiso escuchar”* (Markopolos, 2010).

El tamaño de estafa está en torno a los 65.000 millones de dólares. El Grupo Santander colocó unos 2.320 millones de euros, de los cuales 2.010 millones correspondían a la banca privada internacional de América Latina (Weitmann, 2009).

A continuación, se presenta las tablas con los resultados, con los siguientes parámetros:

Tabla 4. Resumen de datos Punto Crítico (PC), Punto de Saturación (PS). Caso Madoff. Fuente: Elaboración propia.

Parámetro	Antes PC	PC	Antes PS	PS
Periodo	13	14	25	26
Tiempo	13años,0meses	14años,0meses	25años,0meses	26años,0meses
Número de clientes	544.023	1'756.330	86.880'042.974	235.914'711.838
Expansión de capital (miles)	9.219,77	9.624,96	15.562,43	16.283,41
Tamaño de estafa (millones)	60,72	194,54	9'657.820,25	26'244.336,14
Retiros (miles)	752,20	1.825,51	94'779.057,67	260'975.897,62
Estado financiero (millones)	3,43	-8,11	-1'091.462,60	-3'029.406,77
Capital real (millones)	64,15	186,43	132.888,72	-231.472,77
Capital promedio	120,65	107,33	26,03	-6,04

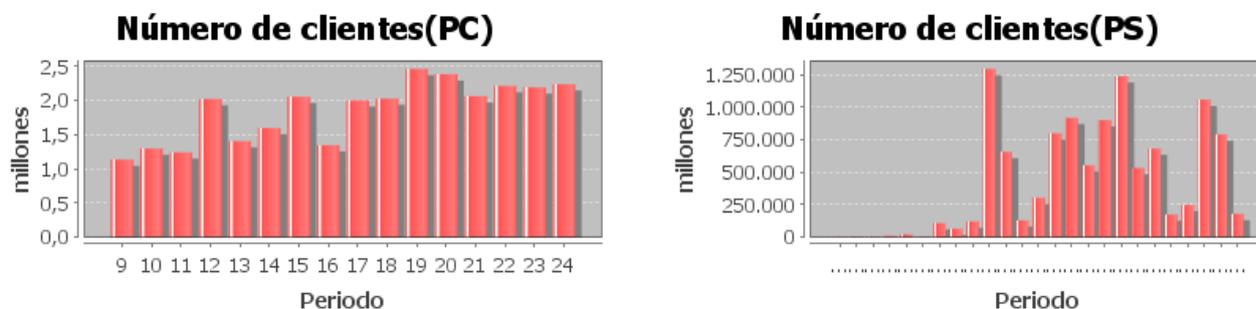


Figura 3. Número de clientes - Madoff. a) punto crítico b) punto de saturación. Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la Tabla 4, el número de clientes crece de forma acelerada, siendo superior al 300 % al llegar al punto crítico; ello representaría el 20 % del promedio de la PEA entre los años 1998-2008 de Estados Unidos (Banco

mundial). Para el punto de saturación, se hace imposible una comparación puesto que se ha sobrepasado el total de la población mundial.

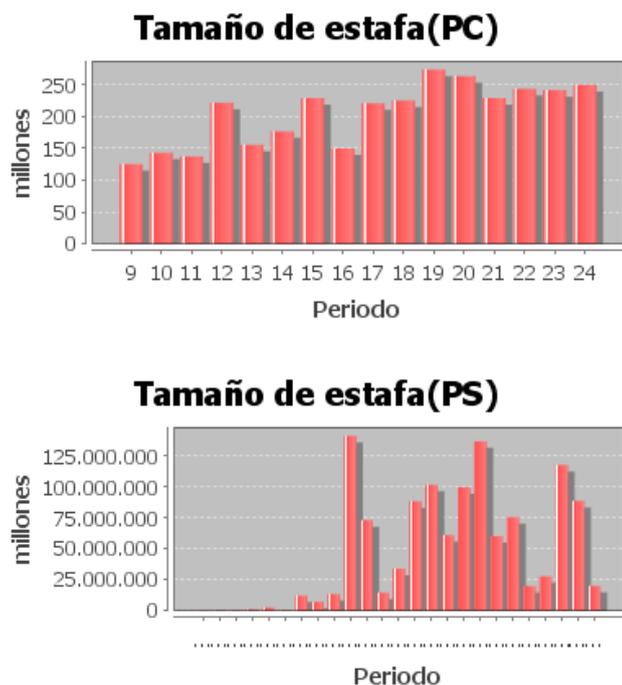


Figura 4. Tamaño de estafa - Madoff. a) punto crítico b) punto de saturación. Fuente: Elaboración propia.

El porcentaje de variación de la expansión de capital entre el punto crítico y el punto de saturación sobrepasa el 70%. El tamaño de la estafa se incrementa de forma exagerada durante el proceso con el 220% en el punto crítico y del 172% en el punto de saturación. Podemos observar que el porcentaje de retiro es menor al 1% con respecto al tamaño de la estafa en los últimos años de vida de la pirámide.

3.2 Caso Proyecciones DRFE (2005-2008)

El comerciante Carlos Alfredo Suárez, por medio de Proyecciones D.R.F.E. entregaba 70% de interés mensual, y en los tres últimos meses de duración de la pirámide, pagó 150% de interés mensual. Las ciudades de mayor afectación fueron colombianas: Pasto, Cali, Popayán y Santander de Quilichao, con aproximadamente 6 millones de afectados. El monto mínimo de inversión era 2 millones de pesos (aproximadamente \$1.030,51)⁴. Se presume que el monto de estafa fue de 2 billones de pesos (aproximadamente \$1.030.508.195,12), (Paredes, 2009). Como dato adicional, debemos mencionar que la tasa de interés del Banco Central de Colombia era de 9,5%, para el año 2008 (Colombia, Banco de la República).

A continuación, se presentan las tablas con los resultados, con los siguientes parámetros:

Tabla 5. Resumen de datos Punto Crítico (PC), Punto de Saturación (PS). Proyecciones DRFE. Fuente: Elaboración propia.

Parámetro	Antes PC	PC	Antes PS	PS
Periodo	42	43	46	47
Tiempo	3años,6meses	3años,7meses	3años,10meses	3años,11meses
Número de clientes	306.252	430.136	15'626.738	29'225.681
Expansión de capital (miles)	27.882,33	30.514,04	4'022.991,91	43.923,99
Tamaño de estafa (millones)	7,45	9,49	138,07	243,91
Retiros (miles)	1.743,51	2.111,85	13.353,58	21.790,73
Estado financiero (millones)	1,37	-1,71	-128,39	-227,92
Capital real (millones)	8,82	7,78	9,68	-17,51
Capital promedio	44,47	30,51	4,57	-4,01

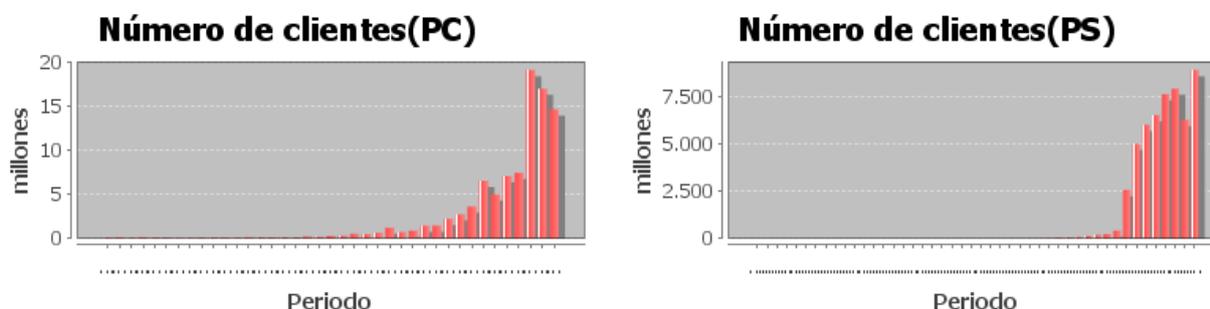


Figura 5. Número de clientes - Proyecciones D.R.F.E. a) punto crítico b) punto de saturación. Fuente: Elaboración propia.

Analizando los datos de la Tabla 5, observamos que en el punto crítico existe un incremento del 40% en comparación con el período anterior. El crecimiento de clientes en

el punto de saturación sobrepasa la PEA de Colombia (promedio entre los años 2005-2008, según datos obtenidos en (Banco mundial)) en un 147%.

⁴La tasa promedio de cambio, de enero a noviembre 2008, fue de \$1 = 1.940,79 pesos.

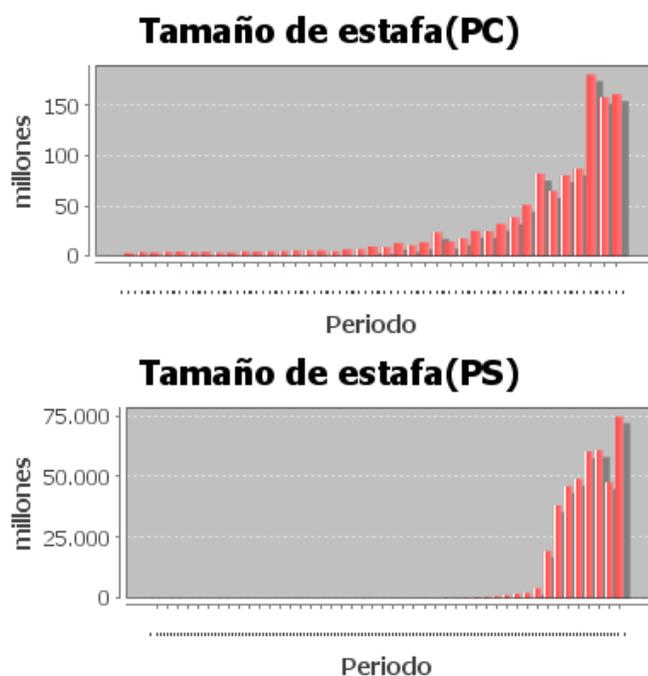


Figura 6. Tamaño de estafa - D.R.F.E. a) punto crítico b) punto de saturación. Fuente: Elaboración propia.

Según la Tabla 5, el porcentaje de variación de la expansión de capital entre el punto crítico y el punto de saturación es del 44 %. El tamaño de la estafa se incrementa de forma exagerada durante el proceso, por el contrario, podemos observar que el porcentaje de retiro es de aproximadamente el 20 % en el punto crítico, y de apenas el 9 % en el punto de saturación con respecto al tamaño de la estafa en los últimos meses de vida de la pirámide.

3.3 Caso Cabrera (1996-2005)

José Cabrera dirigía la Notaría Segunda del cantón Machala (provincia de El Oro), en Ecuador. Entregaba intereses mensuales del 7 % al 10 % a miles de clientes de distintos lugares de Ecuador, especialmente de las provincias de Azuay, Guayas, Loja, Manabí y Pichincha, constituyéndose en una de las estafas más grandes ocurridas en el país. Se presume que el monto de estafa superaría los \$700 millones de dólares, con más de 35 mil personas afectadas. El monto de inversión inicial de algunos clientes sobrepasaba los \$30.000, según un listado encontrado en sus archivos personales. La lista de personas que conformaban la pirámide comprometía a varios jueces, políticos, banqueros, policías y militares (Angulo *et al.*, 2005).

Resumimos los resultados en los gráficos y tablas que se describen a continuación.

Tabla 6. Resumen de datos Punto Crítico (PC), Punto de Saturación (PS). Caso Cabrera. Fuente: Elaboración propia.

Parámetro	Antes PC	PC	Antes PS	PS
Periodo	44	45	125	126
Tiempo	3años,8meses	3años, 9meses	10años,5meses	10años,6meses
Número de clientes	186.557	389.925	29.469'862.391	43.523'114.739
Expansión de capital (miles)	14.702,22	14.992,84	30.192,00	30.978,63
Tamaño de estafa (millones)	103,15	212,01	15'973.877	23'627.714,46
Retiros (miles)	1.820,79	3.693,52	613'216.534,96	918'526.789,55
Estado financiero (millones)	3,96	-7,24	-2858.013,86	-4'386.873,73
Capital real (millones)	107,10	204,77	623.950,51	-711.429,83
Capital promedio	496,88	476,55	59,83	-23,33

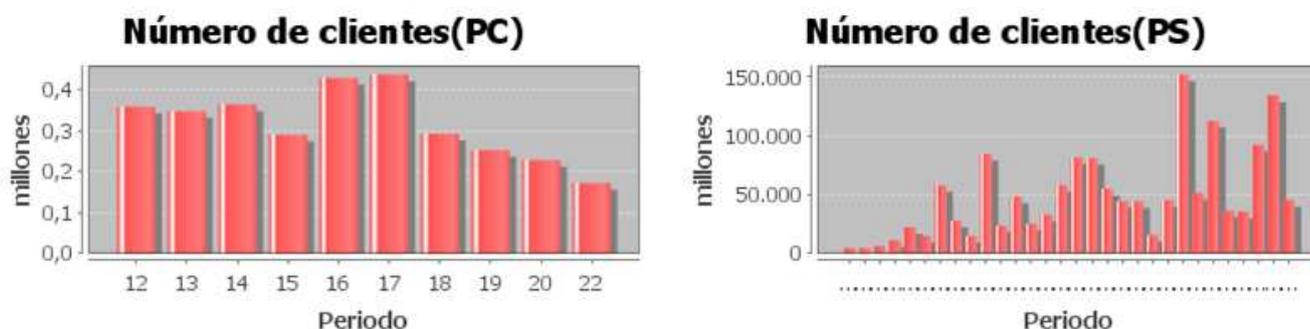


Figura 7. Número de clientes - Caso Cabrera. a) punto crítico b) punto de saturación. Fuente: Elaboración propia.

Para el punto de saturación, se ha sobrepasado el total de habitantes de Ecuador (15'590.157 millones, noviembre 2012), como se puede observar en la Tabla 6.

A continuación, presentamos un resumen comparativo de cada uno de los casos, con énfasis en el número de clientes, el tamaño de estafa y el porcentaje de retiro frente al tamaño de la estafa. Los resultados desglosados para las demás variables estudiadas están en la subsección anterior.

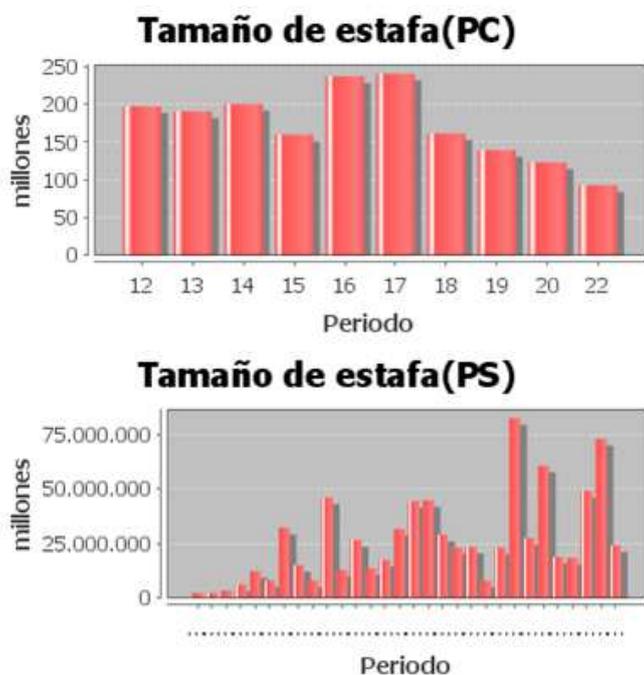


Figura 8. Tamaño de estafa - Caso Cabrera. a) punto crítico b) punto de saturación. Fuente: Elaboración propia.

El porcentaje de variación de la expansión de capital entre el punto crítico y el punto de saturación sobrepasa el 100%. El tamaño de la estafa se incrementa de forma exagerada durante el proceso; en contraste, los retiros disminuyen de manera importante. Podemos observar que el porcentaje de retiro es del 4% con respecto al tamaño de la estafa en los últimos meses de vida de la pirámide.

3.4 Comparación de resultados de los casos estudiados

En el presente apartado se presentarán, a manera de resumen, los resultados obtenidos a partir de la implementación del algoritmo para los diferentes casos.

Consideramos el Caso Madoff, Proyecciones D.R.F.E.⁵ y Caso Cabrera, con los siguientes parámetros:

Tabla 7. Parámetros de ingreso: Caso Madoff, Proyecciones D.R.F.E. y Caso Cabrera. Fuente: Elaboración propia.

Parámetro	Caso Madoff	Proyecciones D.R.F.E	Caso Cabrera
E_0	5'000.000	500.000	10'000.000
ω	10%	10%	10%
i_p	8%	70%	7%
h	12	1	1
m	100	2	500
c_0	1	1	1
η	4,6%	9,5%	2,5%

⁵Se han simplificado cifras para la simulación.

3.4.1 Número de clientes

- **Caso Madoff:** En este caso fueron afectados miles de inversionistas (grandes ahorradores privados, bancos, fondos de riesgo, etc) de algunos continentes, desconociéndose la cifra aproximada de clientes afectados. Cuando la pirámide llega a los 25 años ha sobrepasado la población mundial, según la Tabla 8.
- **Proyecciones D.R.F.E:** En la Tabla 9, se observa que el número de clientes en el punto crítico esta por debajo del 7% del número de inversionistas investigados (mínimo 6 millones), mientras que para el punto de saturación el número de inversionistas simulados, sobrepasa esta cifra en un 480%.
- **Caso Cabrera:** Para el caso Cabrera, podemos observar en la Tabla 10 que el número de clientes sobrepasa la cifra estimada en un 800% al llegar al punto crítico; para los siguientes meses se sobrepasa a la población mundial.

Tabla 8. Número de clientes - Caso Madoff. Antes del Punto Crítico (APC), Punto Crítico (PC), Antes del Punto de Saturación (APS), Punto de Saturación (PS), Sin Dato (S/D). Fuente: Elaboración propia.

Periodos comparativos	Número de clientes		
	Simulación (miles)	Datos investigados	
13 años y 0 meses	APC	544,02	S/D
14 años y 0 meses	PC	1.756,33	
25 años y 0 meses	APS	86'880.042,97	
26 años y 0 meses	PS	235'914.711,84	
Mayor a 20 años	S/D		Incalculable

Tabla 9. Número de clientes. Proyecciones D.R.F.E. Fuente: Elaboración propia.

Periodos comparativos	Número de clientes		
	Simulación (miles)	Datos investigados	
3 años y 6 meses	APC	306,53	S/D
3 años y 7 mes/es	PC	430,14	
3 años y 10 mes/es	APS	15626,73	
3 años y 11 mes/es	PS	29225,68	
Mayor a 3 años	S/D		Superior a 6 millones

Tabla 10. Número de clientes. Caso Cabrera. Fuente: Elaboración propia.

Periodos comparativos		Número de clientes	
		Simulación (miles)	Datos investigados
3 años y 8 mes/es	APC	186,557	S/D
3 años y 9 mes/es	PC	383,935	
10 años y 5 mes/es	APS	29'469.862,391	
10 años y 6 mes/es	PS	43'523.114,391	
Mayor a 9 años		S/D	Superior a 35 mil

3.4.2 Tamaño de estafa

- **Caso Madoff:** En la Tabla 11, podemos observar que, en el punto crítico, el tamaño de la estafa es apenas el 0,30 % del monto de estafa investigado; al compararlo con el tamaño de estafa a los 25 años, el resultado de la simulación supera el 1000 %.
- **Proyecciones D.R.F.E.:** En la Tabla 12, podemos observar que, antes de llegar al punto crítico (3 años y 6 meses), se ha superado en un 300 % al monto de estafa investigado.
- **Caso Cabrera:** En el resumen de la Tabla 13, podemos observar que, en el punto crítico, el notario Cabrera debe haber tenido aproximadamente el 20 % del tamaño de estafa estimado (Angulo *et al.*, 2005), según la simulación realizada.

Tabla 11. Tamaño de estafa. Caso Madoff. Antes del Punto Crítico (APC), Punto Crítico (PC), Antes del Punto de Saturación (APS), Punto de Saturación (PS), Sin Dato (S/D). Fuente: Elaboración propia.

Periodos comparativos		Tamaño de estafa (millones)	
		Simulación	Datos investigados
13 años y 0 mes/es	APC	60,72	S/D
14 años y 0 mes/es	PC	194,54	
25 años y 0 mes/es	APS	9'657.820,25	
26 años y 0 mes/es	PS	26'244.336,14	
Mayor a 20 años		S/D	Superior a \$65000

Tabla 12. Tamaño de estafa en millones. Proyecciones D.R.F.E. Fuente: Elaboración propia.

Periodos comparativos		Tamaño de estafa (millones)	
		Simulación	Datos investigados
3 años y 6 mes/es	APC	7,4	S/D
3 años y 7 mes/es	PC	9,49	
3 años y 10 mes/es	APS	138,07	
3 años y 11 mes/es	PS	243,91	
Mayor a 3 años		S/D	Superior a 2 millones ⁶

⁶Porcentaje de PEA afectada con respecto al número de clientes en el punto crítico (383.935) - caso Cabrera (Tabla 10).

Tabla 13. Tamaño de estafa en millones. Caso Cabrera. Fuente: Elaboración propia.

Periodos comparativos		Tamaño de estafa (millones)	
		Simulación	Datos investigados
3 años y 8 mes/es	APC	103,15	S/D
3 años y 9 mes/es	PC	212,01	
10 años y 5 mes/es	APS	15'973.876,75	
10 años y 6 mes/es	PS	23'627.714,46	
Mayor a 9 años		S/D	Superior a \$700

3.4.3 Retiros versus tamaño de la estafa

En la Tabla 14, se resume el porcentaje de retiro con respecto al tamaño de la estafa. Para el caso Ponzi, el porcentaje de retiro crece, mientras que en los casos restantes, decrece a medida que la pirámide financiera incrementa el número de inversores.

Tabla 14. Porcentaje de retiro con respecto al tamaño de la estafa de los casos de estudio. Fuente: Elaboración propia.

Casos	Puntos de estudio			
	APC	PC	APS	PS
Cabrera	5,86 %	5,49 %	2,14 %	2,09 %
DRFE	23,40 %	22,25 %	9,67 %	8,93 %
Madoff	1,24 %	0,94 %	0,98 %	0,99 %
Ponzi PEA Masachusset	6,36 %	4,78 %	13,35 %	15,75 %
Ponzi PEA USA	3,30 %	3,47 %	4,64 %	4,86 %

4 Análisis del impacto del Caso Cabrera en Ecuador

En el Ecuador, fueron factores económicos, como el proceso de la dolarización y su influencia en el acceso al crédito, los que hicieron que la estafa provocada por José Cabrera siguiera, sin que los organismos de control puedan detectarla, hasta el año 2005.

Efectuando una comparación con los datos obtenidos a través de la simulación del caso Cabrera y los datos de la Población Económicamente Activa nacional, urbana y rural registrada desde el año 1990, tenemos que, para el año 2001 el número de clientes, según la simulación del caso Cabrera no sobrepasa la PEA rural. En los posteriores años, el número de clientes es superior con un 38 % para el año 2003, 51 % para el año 2004, 71 % para el año 2005. Lo mismo sucede con la PEA urbana; en el año 2004, el número de clientes es superior en un 4 % y para el 2005 es superior en un 42 %. Además, se puede conocer que, al llegar a diciembre 2005, el número de clientes sobrepasaría la PEA nacional en un 13 %.

A partir de las cifras de la PEA por provincias, conforme al Censo de Población y Vivienda 2001, podemos conocer el número aproximado de afectados de cada provincia (% PEA afectada⁷ - Tabla 15).

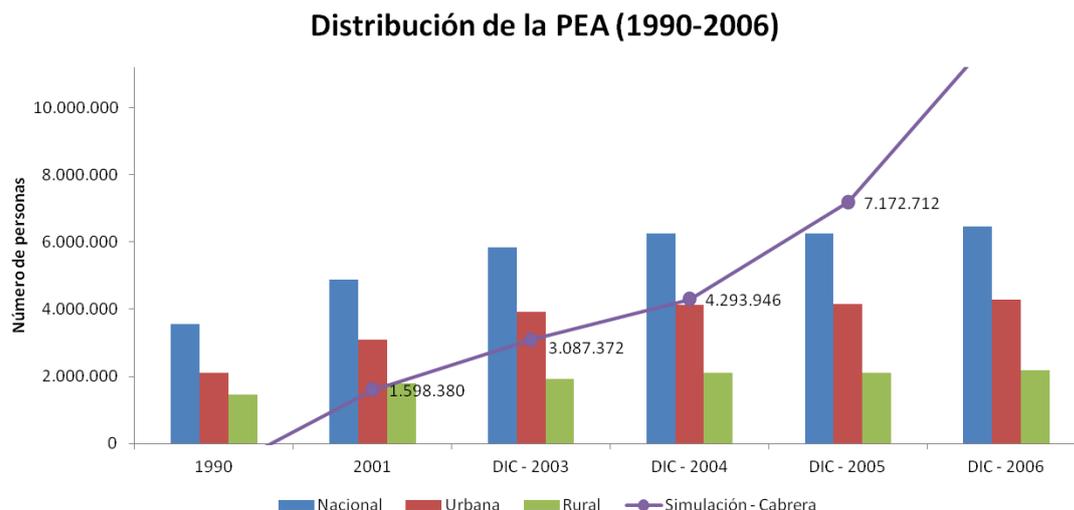


Figura 9. Distribución de la PEA (1995-2006). Fuente: Censos de Población y Vivienda 1990, 2001; Encuesta Nacional de Empleo y Subempleo 2003, 2004, 2005, 2006 (INEC, 2006).

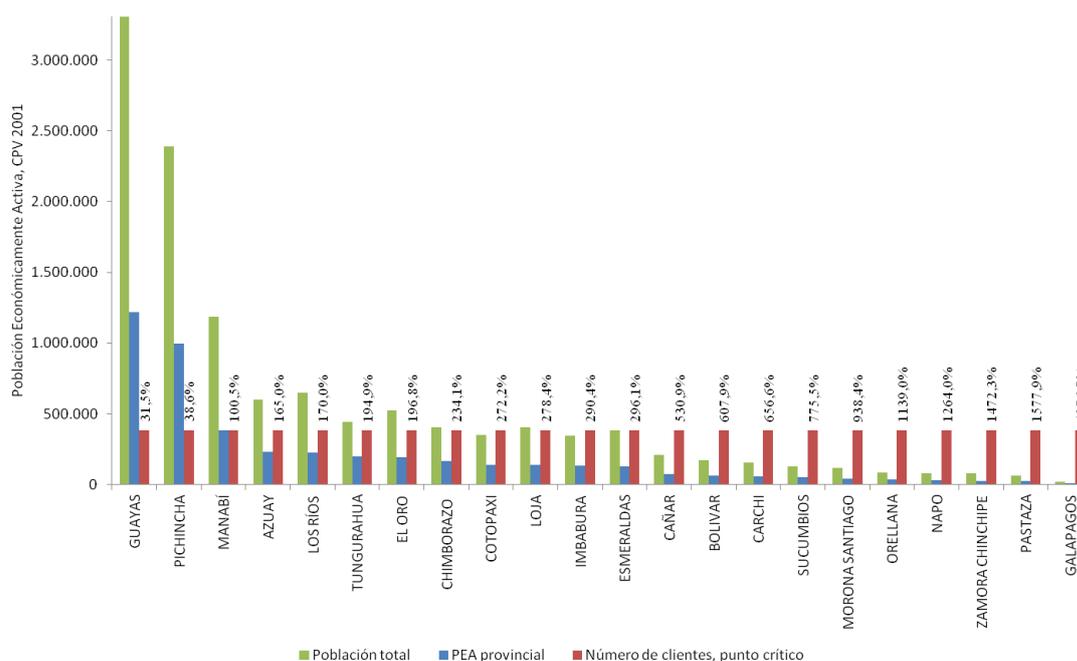


Figura 10. Población Total y PEA afectados en el caso Cabrera. Fuente: Elaboración propia.

Cuando se llega al punto crítico, el número de clientes ya supera en un 0.5 % la PEA de Manabí, en un 49 % la PEA de El Oro y en un 94 % la PEA de Pastaza, según se puede observar en la Figura 10.

5 Conclusiones

Con la implementación del algoritmo matemático y el uso de la simulación, se ha relacionado datos investigados con los posibles escenarios de comportamiento de algunas pirámides financieras.

La empresa captadora de dinero no depende necesariamente de un capital inicial fuerte, puesto que el pago de intereses de la inversión de los clientes se realiza con dinero de nuevos clientes que ingresan a la pirámide. Por tanto, la empresa puede disponer del monto inicial de inversión más la tasa de retorno ofrecida a los primeros clientes.

Mientras la tasa de retorno se incrementa, el tiempo que dura la pirámide es menor, de igual forma depende del lapso en que los valores son cancelados a los clientes.

El monto de retiro es mínimo con respecto al tamaño de la estafa.

Tabla 15. Población Total y PEA afectada. Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2001.

Provincia	Población total	PEA	% PEA afectada
Guayas	3.309.034	1.220.389	31,5 %
Pichincha	2.388.817	995.452	38,6 %
Manabí	1.186.025	382.106	100,5 %
Azuay	599.546	232.664	165,0 %
Los Ríos	650.178	225.875	170,0 %
Tungurahua	441.034	197.033	194,9 %
El Oro	525.763	195.046	196,8 %
Chimborazo	403.632	164.009	234,1 %
Cotopaxi	349.540	141.062	272,2 %
Loja	404.835	137.885	278,4 %
Imbabura	344.044	132.200	290,4 %
Esmeraldas	385.223	129.655	296,1 %
Cañar	206.981	72.319	530,9 %
Bolívar	169.370	63.151	607,9 %
Carchi	152.939	58.471	656,6 %
Sucumbíos	128.995	49.509	775,5 %
Morona Santiago	115.412	40.911	938,4 %
Orellana	86.493	33.706	1139,0 %
Napo	79.139	30.375	1264,0 %
Zamora Chinchipe	76.601	26.076	1472,3 %
Pastaza	61.779	24.332	1577,9 %
Galápagos	18.640	8.772	4376,7 %

Referencias

- Angulo, A., D. Araujo, U., E. Carvajal, M. Cedeño, G. Coila, P. Coronel, B. Moyano y J. Tibanlombo. 2005. *La ruleta rusa*. EDIMPRES S.A., Quito, Ecuador.
- Artzrouni, M. 2009. *The mathematics of Ponzi schemes*. *Mathematical Social Sciences*, (58): 190–201.
- Banco mundial. *Población activa, total*. Disponible en: <http://datos.bancomundial.org/indicador>, consultado en Septiembre 9, 2012.
- Colombia, Banco de la República. *Indicador bancario de referencia*. Disponible en: <http://www.banrep.gov.co/series-estadisticas/Contingencia/IBR/Plazoovernight.xls>, consultado en Agosto 20, 2012.
- DeWitt, L. *Ponzi Schemes vs. Social Security*. Disponible en: <http://www.ssa.gov/history/ponzi.htm>, consultado en Noviembre 4, 2012.
- Friedman, M. y A. Schwartz. 1963. *A Monetary History of the United States, 1867-1960*. Número frie63-1 en NBER Books, National Bureau of Economic Research, Inc, URL <http://ideas.repec.org/b/nbr/nberbk/frie63-1.html>.
- INEC. 2006. *Pobreza y desigualdad*. Resultados de la Encuesta de Condiciones de Vida - Quinta Ronda, URL http://www.inec.gob.ec/estadisticas/index.php?option=com_remository&Itemid=&func=download&id=182&chk=47111d97fef805a578812fd2526b86a2&no_html=1&lang=es.
- Kitchens, T. 1993. *Cash flow analysis method: following the paper trail in ponzi schemes*. *FBI Law Enforcement Bulletin*, 62(8): 10–13, URL <https://www.ncjrs.gov/pdffiles1/Digitization/144711NCJRS.pdf>.
- Markopolos, H. 2010. *No One Would Listen: A True Financial Thriller*. John Wiley Sons Limited, Inc., Chichester, Reino Unido.
- Mayorga-Zambrano, J. 2011. *Un Modelo Matemático para Esquemas Piramidales Tipo Ponzi*. *Analítica*, 1(1): 119–129.
- Monzó, J. 2008. *¿Por qué colapsan las pirámides financieras? Caso Madoff*. Pensamiento Sistémico, <http://jmonzo.blogspot.com>.
- Paredes, M. 2009. *Las pirámides financieras: Colombia*. Estudios y Análisis Técnicos - Estudios Macrofinancieros, Superintendencia de Bancos y Seguros del Ecuador.
- United States Attorney Southern District of New York. March 12, 2009. *Bernard l. madoff pleads guilty to eleven-count criminal information and is remanded into custody*. Release of the Department of Justice.
- United States Census Bureau. *Fourteenth census of the united states*. Disponible en: <http://www2.census.gov/prod2/decennial/documents/41084484v1ch1.pdf>, consultado en Noviembre 24, 2012.
- Weitmann, A. 2009. *El caso Madoff: Los secretos de la estafa del siglo*. LA ESFERA DE LOS LIBROS, Madrid, España.

ANEXO

A Caso Carlo Ponzi (1919-1920)

Carlo Ponzi fundó en Boston (EE.UU.), en 1919, una empresa denominada Securities Exchange Col. Más de 10 mil norteamericanos invirtieron en su negocio, que ofrecía un retorno de inversión, del 100 % trimestral (Artzrouni, 2009); como respuesta, la Reserva Federal subió las tasa de interés de 4,75 % en noviembre de 1919, a 6 % en enero de 1920 y finalmente a 7 % en junio (Friedman y Schwartz, 1963). En tan sólo siete meses, Ponzi había acumulado alrededor de 10 millones de dólares (Artzrouni, 2009), o un monto de estafa aproximado de 14,5 millones de dólares (Kitchens, 1993).

En 1920, la empresa de Ponzi es investigada; la pirámide deja de funcionar por la auditoría y por la orden de cierre que emitieron las autoridades (Kitchens, 1993). Cabe recalcar que, según puede observarse a partir de la simulación, la pirámide no alcanza el punto crítico al momento de cierre de sus operaciones.

Escenario de simulación:

Consideramos el caso de Ponzi tomando en cuenta la PEA del año 1920 para Estados Unidos (82'739.315 habi-

tantes) (United States Census Bureau), con los siguientes parámetros:

Tabla 16. Parámetros de simulación - Caso Carlo Ponzi - PEA EE.UU. Fuente: Elaboración propia.

Parámetro	Valor
E_0	10'000000
ω	10 %
i_p	100 %
h	3
m	100
c_0	1000
η	4,75 %

A continuación, se presentan las tablas con los resultados:

Tabla 17. Resumen de datos Punto Crítico (PC), Punto de Saturación (PS) - Caso Carlo Ponzi - PEA, EE.UU. Fuente: Elaboración propia.

Parámetro	Antes PC	PC	Antes PS	PS
Periodo	3	4	13	14
Tiempo	0años,9meses	1años,0meses	3años,3meses	3años,6meses
Número de clientes	38.594	127.464	4.874'339.019	12.051'160.765
Expansión de capital (miles)	11.486,77	12.045,25	18.733,02	19.620,69
Tamaño de estafa (millones)	10,97	37,14	1'741.757,82	4'482.740,87
Retiros (miles)	361,60	1.287,27	80'882.991,50	218'069.559,03
Estado financiero (millones)	3,96	-13,90	-1'370.435,15	-3'605.932,60
Capital real (millones)	14,83	23,14	123.545,91	-180.999,32
Capital promedio	405,02	189,66	48,13	-18,24

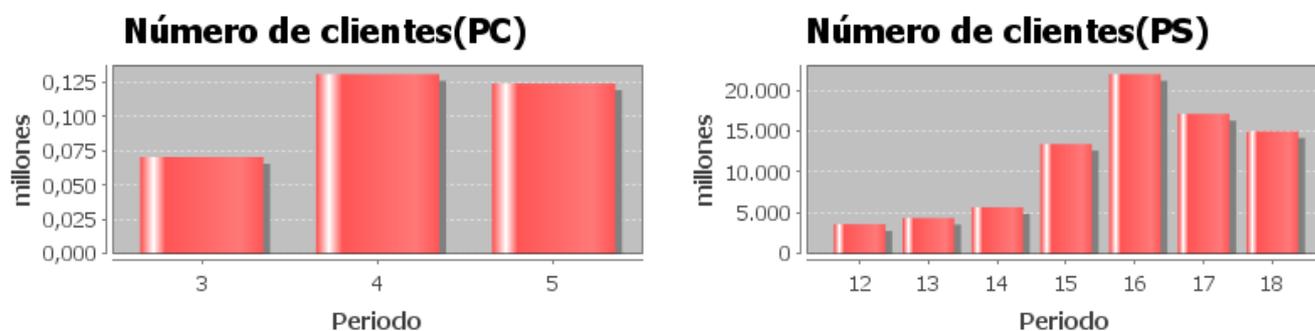


Figura 11. Número de clientes - Caso Carlo Ponzi - PEA, EE.UU. a) punto crítico b) punto de saturación. Fuente: Elaboración propia.

Analizando la Tabla 17, el número de clientes crece de forma acelerada de tal suerte que, al llegar al punto crítico, el número de clientes se ha incrementado en un 330 %, ello representaría el 0,15 % de la PEA (Banco mundial) de Esta-

dos Unidos, el 3,31 % de la PEA del estado de Masachusset y el 17,04 % de la población de la ciudad de Bonton, correspondiente al año de 1920.

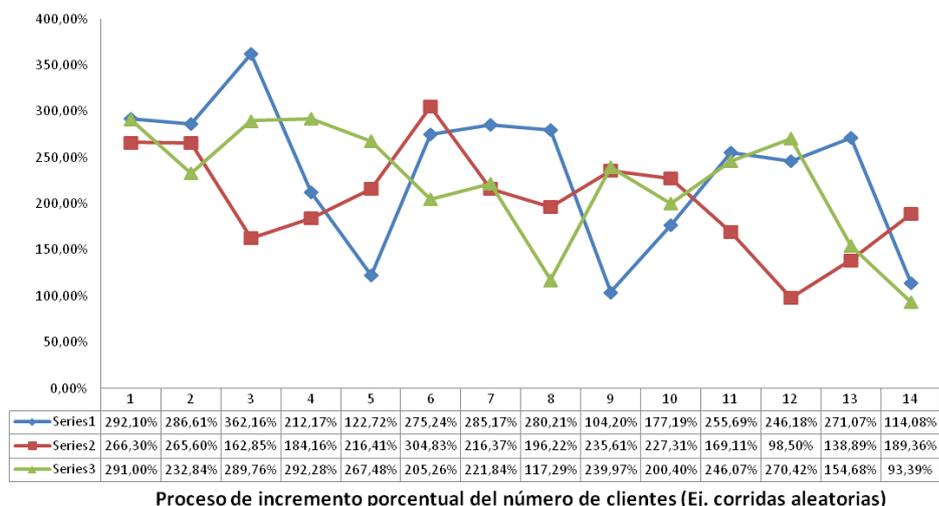


Figura 12. Variación porcentual del número de clientes - Caso Carlo Ponzi - PEA, EE.UU. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 12, apreciamos el incremento porcentual del número de clientes hasta que la pirámide financiera deja de funcionar. Puede observarse que el porcentaje de incremento en cada periodo sobrepasa el 100 %

Al llegar al punto de saturación, se ha sobrepasado el total de la población mundial, según lo observado en la Tabla 17.

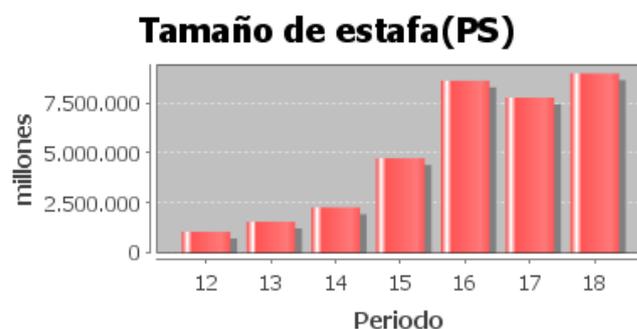
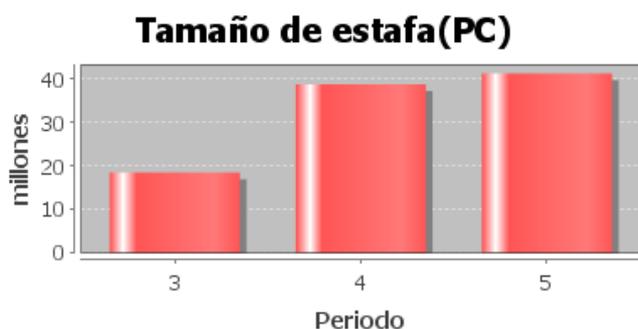


Figura 13. Tamaño de estafa - Caso Carlo Ponzi - PEA, EE.UU. a) punto crítico b) punto de saturación. Fuente: Elaboración propia.

El incremento porcentual de la expansión de capital entre el punto crítico y el punto de saturación sobrepasa el 63%. El tamaño de la estafa sufre un incremento porcentual de 157% al llegar al punto de saturación. El 3,5% del tamaño de estafa ha sido retirado por los inversores al llegar al punto crítico y en el punto de saturación es 4,7%.

Consideramos el caso de Ponzi tomando en cuenta la PEA de 1920 para el estado de Massachusetts (1'728.318), por cuanto la ciudad de Boston pertenece a dicho estado:

A continuación, se presentan las tablas con los resultados:

Tabla 18. Resumen de datos Punto Crítico (PC), Punto de Saturación (PS) - Caso Carlo Ponzi - PEA, Massachusetts. Fuente: Elaboración propia.

Parámetro	Antes PC	PC	Antes PS	PS
Periodo	5	6	9	10
Tiempo	(1años, 3meses)	(1años, 6meses)	(2años, 3meses)	(2años, 6meses)
Número de clientes	10.779	16.971	56.112	81.454
Expansión de capital (miles)	12.850,33	13.451,86	14.955,68	15.668,36
Tamaño de estafa (millones)	9,43	18,34	72,76	114,52
Retiros (miles)	600	876,26	9.716,86	18.033,32
Estado financiero (millones)	3,22	-5,36	-67,25	-124,26
Capital real (millones)	12,55	12,88	5,41	-9,84
Capital promedio	1377,51	944,94	176,5	-196,3

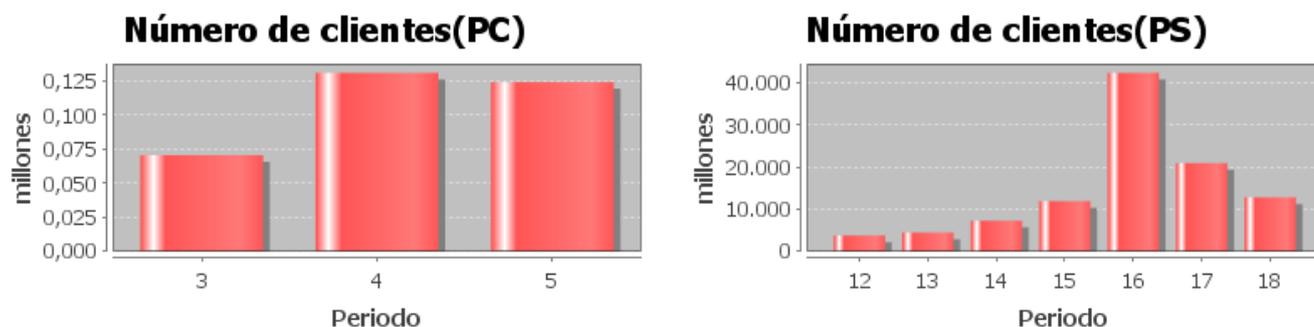


Figura 14. Número de clientes - Caso Carlo Ponzi - PEA, Massachusetts. a) punto crítico b) punto de saturación. Fuente: Elaboración propia.

Analizando la Tabla 18, el número de clientes tiene una variación porcentual de 57 % al llegar al punto crítico.

En la Figura 15, apreciamos el incremento porcentual del número de clientes hasta que la pirámide financiera deja de funcionar. En algunos casos, sobrepasa el 100 %, cuando se aproxima al punto de saturación.

El tamaño de la estafa tiene un incremento porcentual de aproximadamente 524 % al llegar al punto de saturación. El 4,78 % del tamaño de estafa ha sido retirado por los inversores al llegar al punto crítico; en el punto de saturación, el monto de retiro se aproxima al 15,75 %.

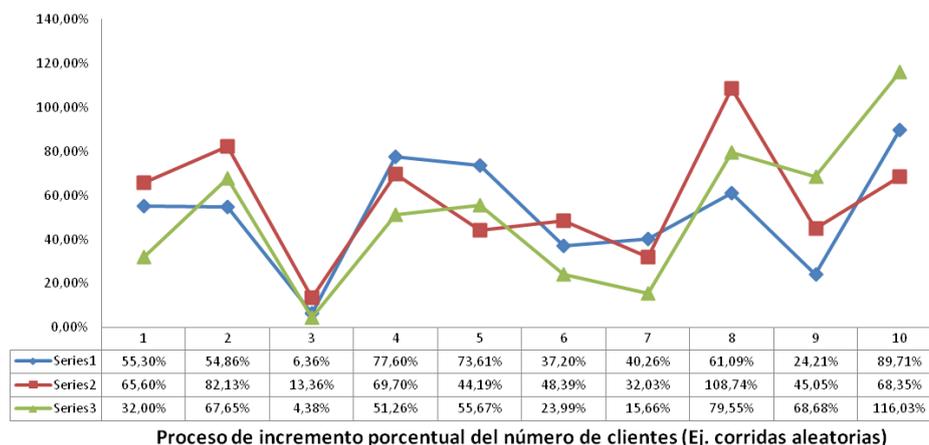


Figura 15. Variación porcentual del número de clientes - Caso Carlo Ponzi - PEA, Massachusetts. Fuente: Elaboración propia.

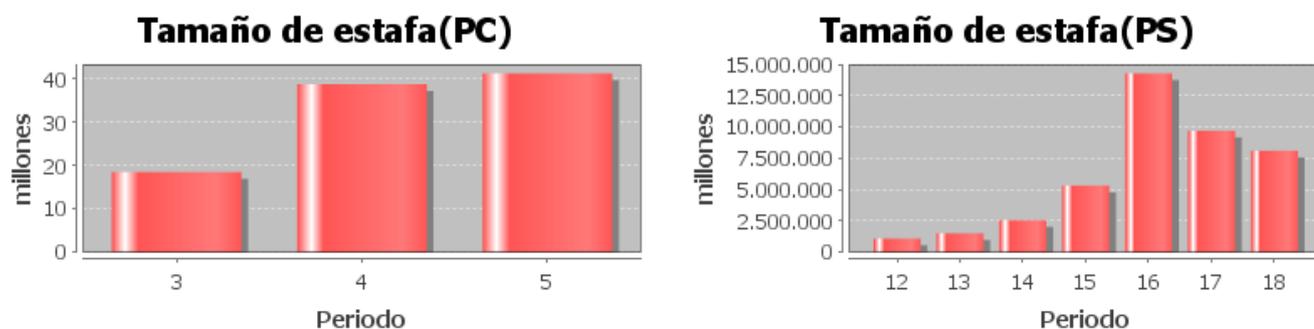


Figura 16. Tamaño de estafa - Caso Carlo Ponzi - PEA, Massachusetts. a) punto crítico b) punto de saturación. Fuente: Elaboración propia.

B Algoritmo general

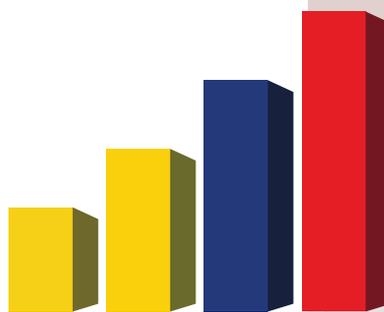
Algorithm 1: $(T_c, T_s) = \text{Ponzi}(h; c_0, \mathcal{U}, a, b, nSim; m, E_0; i_p, \bar{\eta}, \sigma_1, \sigma_2; d_0, d_1, \omega_*)$	
	Input: $h; c_0, \mathcal{U}, a, b, nSim; m, E_0; i_p, \bar{\eta}, \sigma_1, \sigma_2; d_0, d_1, \omega_*$
	Output: (T_c, T_s)
	// Initialize
1	$t_0 \leftarrow 0; p_0 \leftarrow c_0; C_0 \leftarrow c_0;$
2	$\omega^* \leftarrow \frac{i_p}{1 + i_p}; \alpha \leftarrow \frac{d_1 \omega^* - d_0 \omega^*}{d_1 d_0^2 - d_0 d_1^2}; \beta \leftarrow \frac{d_0^2 \omega^* - d_1 \omega^*}{d_1 d_0^2 - d_0 d_1^2};$
3	$L_0 \leftarrow E_0 + m; \gamma \leftarrow \frac{E_0}{m}; \lambda_0 \leftarrow \frac{L_0}{m}; F_0 \leftarrow E_0 - i_p \cdot m \cdot c_0; \mathcal{L}_0 \leftarrow \frac{L_0}{C_0};$ // Process
4	for $sMont = 0, 1, \dots, nSim$ do
5	$S_0 \leftarrow 1 - \frac{1}{\Gamma}; I_0 \leftarrow \frac{1}{\Gamma}; S(t_0) \leftarrow S_0; I(t_0) \leftarrow I_0;$
6	$k \leftarrow 1; Z \leftarrow L_0; paux \leftarrow (\text{Math.abs}(a) + \text{Math.abs}(b)) / \text{periodo}; haux \leftarrow a;$
7	while $Z > 0$ do
8	$t_k \leftarrow k \cdot h;$
9	$haux \leftarrow haux + paux;$
10	$S(t_k) \leftarrow -a \cdot haux \cdot S(t_{k-1}) \cdot I(t_{k-1}) + S(t_{k-1});$
11	$I(t_k) \leftarrow haux \cdot (a \cdot S(t_{k-1}) \cdot I(t_{k-1}) - b \cdot I(t_{k-1})) + I(t_{k-1});$
12	$\bar{N}_k \leftarrow \frac{I(t_k)}{I(t_{k-1})} - 1; N_k \leftarrow \text{Normal}(\bar{N}_k, 1/4);$
13	$c_k \leftarrow N_k \cdot C_{k-1}; C_k \leftarrow C_{k-1} + c_k;$
14	for $j = 0, 1, \dots, k$ do
15	if $k - j \leq d_1$ then $\bar{\omega}_{k,j} = (k - j) \cdot [\alpha \cdot (k - j) + \beta];$ else $\bar{\omega}_{k,j} = \omega^*;$
16	$\omega_{k,j} \leftarrow \text{Normal}(\bar{\omega}_{k,j}, \sigma_1^2);$
17	if $j < k$ then $p_{k,j} \leftarrow p_{k-1,j} \cdot (1 - \omega_{k,j})(1 + i_p);$ else $p_{k,j} \leftarrow c_k;$
18	end
19	for $l = 0, 1, \dots, k - 1$ do
20	$\eta_l \leftarrow \text{Normal}(\bar{\eta}, \sigma_2^2)$
21	end
22	$P_k \leftarrow m \cdot \sum_{j=0}^k p_{k,j}; E_k \leftarrow E_0 \cdot \prod_{l=0}^{k-1} (1 + \eta_l);$
23	$\hat{P}_k \leftarrow P_k + E_k;$
24	$w_k \leftarrow (1 + i_p) \cdot \sum_{j=0}^{k-1} \omega_{k,j} p_{k-1,j}; W_k \leftarrow m \cdot w_k;$
25	$\lambda_k \leftarrow (1 + \eta_{k-1}) \cdot \lambda_{k-1} + c_k - w_k; L_k \leftarrow m \cdot \lambda_k;$
26	$F_k \leftarrow F_{k-1} - P_k \cdot i_p + \eta_{k-1} \cdot L_{k-1};$
27	for $j = 0, 1, \dots, k - 1$ do
28	$U_j \leftarrow m \cdot \left[c_j - \sum_{l=j+1}^k \omega_{l,j} \cdot p_{l,j} \right];$
29	end
30	$U_k \leftarrow m \cdot c_k; R_k \leftarrow \sum_{j=0}^k U_j;$
31	$\mathcal{L} \leftarrow \frac{L_k}{C_k}; \mathcal{E}_k \leftarrow \frac{\lambda_k - \gamma}{w_k};$
32	$Z \leftarrow L_k; k \leftarrow k + 1;$
33	end
34	end

Analítica

Normas para la presentación de trabajos

Norms for submission of papers

Código de ética



www.inec.gob.ec | www.ecuadorencifras.com

Normas para la presentación de trabajos

Los autores están invitados a enviar sus artículos a la revista Analítika, ya sea en español o en inglés.

Para la publicación de los artículos, los autores deben seguir los siguientes lineamientos:

Originalidad

El trabajo presentado se entenderá que es inédito, original y que no se ha presentado a ningún otro medio antes de conocer la decisión de esta revista. Si el artículo ha sido publicado en otra revista, impresa o digital, este deberá tener el permiso o autorización de la revista, detallando el nuevo aporte o modificación correspondiente. Después de la aceptación, la autorización deberá ser enviada al editor de la revista Analítika.

Presentación

Los artículos deberán ser presentados en formato digital, el cual puede ser .pdf o .doc. Comprometiéndose el autor o los autores, a proporcionar el trabajo en formato .tex (siguiendo los estándares de la American Mathematical Society (AMS)), si el mismo es aceptado para su publicación.

Toda la documentación correspondiente debe remitirse al editor de la revista Analítika, al siguiente correo electrónico: analitika@inec.gob.ec / analitika@analitika.ec.

Requerimientos técnicos

Para ser sometidos a revisión, los trabajos deberán cumplir los siguientes requerimientos técnicos:

- Las ilustraciones y tablas, deben estar numeradas secuencialmente, incluyendo una descripción explicativa para cada una.
- Las figuras deben tener formato .eps, de preferencia, o formato .jpg, o .png de alta resolución.
- El texto en las figuras y mapas debe escribirse con letras fácilmente legibles.
- Diferentes elementos de un gráfico deben contener sus correspondientes explicaciones. Por ejemplo, en un gráfico de pastel se deberá especificar qué representa cada color.

- Asegúrese de que las inscripciones o detalles, así como las líneas, tengan tamaños y grosores adecuados; de tal manera que sean legibles (números, letras y símbolos).
- Las fotografías deben grabarse con alto contraste y en alta resolución. Recuerde que las fotografías frecuentemente pierden contraste en el proceso de la impresión. No combine fotografías y dibujos en la misma figura.
- Si las figuras, gráficos, ilustraciones o fotografías incluidas en el trabajo tienen derecho de autor, es responsabilidad del autor que presenta el trabajo a evaluación, obtener el permiso correspondiente para su uso.
- Los gráficos, ilustraciones y fotografías incluidas en el trabajo deben ser enviados en una carpeta exclusiva, la cual debe llevar el nombre: "Figuras_(las dos primeras iniciales del título del artículo en mayúsculas)".
 Por ejemplo, si el trabajo tiene como título: "Densidad poblacional del Ecuador continental", el nombre de la carpeta debe ser: "**Figuras_DP**".
- El formato general para la etiquetas identificativas de los diversos ambientes deberá ser:

Para tablas:
`\label{DP_tab:001}`

Para figuras
`\label{DP_fig:001}`

Para ecuaciones
`\label{DP_eq:001}`

Para definiciones
`\label{DP_def:001}`

Para teoremas
`\label{DP_teo:001}`

etc.

Estructura y formato

La estructura del documento será de la siguiente forma:

Obligatorias	Opcionales
Título	Agradecimientos
Resumen	Recomendaciones
Palabras clave	Futuros trabajos
Abstract	Anexos
Keys words	
Clasificación	
Introducción	
Marco Teórico o Metodología	
Aplicación o Resultados	
Conclusiones	
Referencias	

Tabla 1. Estructura del documento a ser evaluado.

Formato del documento

Detallaremos las particularidades a considerar, para algunos de los componentes del documento.

Título. El título debe incluir la siguiente información: título del artículo, nombre completo del autor o de los autores, dirección del autor o de los autores, incluyendo su correo electrónico.

Resumen (Abstract). El resumen debe ser en español y en inglés. El resumen debe ser corto y conciso (máximo 250 palabras) y en el mismo se debe expresar los resultados relevantes del estudio. Debe ser informativo y no indicativo; por ejemplo diga:

“En este trabajo se analiza el papel que desempeñan las características individuales, familiares y laborales en la probabilidad de tener un contrato temporal frente a un contrato indefinido,”

lo cual es informativo. No diga

“La probabilidad de tener un contrato temporal frente a un contrato indefinido es discutido y aceptado,”

lo cual es indicativo.

Palabras claves (Keywords). Las palabras claves deben ser de tres a seis y, representarán los principales temas del artículo. Deberán ser colocadas al final del resumen y del abstract, respectivamente.

Clasificación. Se debe incluir el sistema de clasificación del Journal of Economic Literature, JEL.

Referencias. La sección de referencias debe incluir todas las publicaciones citadas en el texto. No se debe incluir reportes no publicados u otro tipo de información que no es posible verificar. Las tesis deben citarse únicamente cuando estén disponibles para consulta en una biblioteca física o virtual. En el texto las

referencias deben ir en orden alfabético y deben seguir el sistema “inicial del nombre apellido”. Las referencias de portales electrónicos deben seguir un esquema similar al de las publicaciones, pero adicionalmente se deberá incluir la fecha de consulta. A continuación se muestra un ejemplo:

Referencias

Aguayo, M. y E. Lore. 2007. *Cómo hacer una Regresión Logística binaria paso a paso II análisis multivariante*. Fundación Andalucía Beturia para la Investigación en Salud, Dot. N° 0702013.

Gamero, C. 1999. *Satisfacción laboral y tipo de contrato en España*. Investigative Radiology 34, 10: 636–642.

Ley No. 100. 2003. *ódigo de la niñez y adolescencia*. Registro Oficial 737, Enero.

SCIENTIFIC INSTRUMENT SERVICES, Inc. 2006. *MASS Spectral Library*. En línea: <http://www.sisweb.com/software/ms/nist.htm>, Consulta: 10 de abril del 2010.

Agradecimientos. Los agradecimientos podrán incluirse como una sección, la cual deberá estar al final del artículo y constará de un párrafo.

Procedimiento editorial

Cuando el trabajo ha sido recibido por el editor, éste pasa por dos procesos de calificación. El primero, se lleva a cabo dentro de un consejo editorial interno que determinará la pertinencia y solvencia científica y, el segundo, es la evaluación por expertos nacionales o extranjeros, considerando el método *blind review*.

Si el artículo es aceptado para su publicación, éste pasará por las siguientes etapas:

1. El editor enviará al autor principal las observaciones realizadas por los evaluadores para que éste realice las correcciones y cambios necesarios. El tiempo asignado para esto no será mayor a un mes.
2. Cuando el trabajo corregido es regresado al editor, éste hará la copia-edición y empezará el proceso de formato. Después de que el trabajo ha sido formateado para la publicación, una prueba de impresión (“page proofs”) será enviada al autor para corregir posibles errores. En este punto, no será posible hacer cambios en el documento, sino solamente corregir errores de edición o formato. El autor debe retornar la prueba de impresión al editor con sus observaciones, si las hubiere, máximo en una semana después de haberla recibido.
3. Finalmente, el documento corregido será archivado hasta que la revista empiece su proceso de impresión.

Cuando esto ocurra, se enviará una copia impresa y una digital de la revista al autor.

Si el artículo no es aceptado para su publicación, será devuelto al autor notificando el motivo.

Comentarios finales

La publicación del volumen de la revista depende de la colaboración entre los autores, los revisores, la imprenta y el editor. La colaboración y cumplimiento de los plazos establecidos es fundamental.

La revista Analítica publica dos volúmenes por año.

Norms for submission of papers

All authors are invited to send their studies to Analítica Journal in Spanish or English; for being eligible to publish, the paper must meet the following guidelines:

Originality

The paper must be original, unpublished and not be submitted to any other media before knowing the decision of this journal. If the paper has been previously published in another journal, printed or digital, it must have a written permit or authorization detailing any addition or modification made since the last publication. After the acceptance of the paper, such authorization must be sent to the Editor of Analítica Journal.

Format

The papers must be sent in digital format, either **PDF** or **DOC**. If accepted for publication, the author(s) must send the document in **TEX** (according to the standards of the American Mathematical Society (AMS)) format.

All the documentation must be emailed to the Editor of Analítica Journal to: analitika@inec.gob.ec / analitika@analitika.ec.

Technical Requirements

For being subject for review, a paper must meet the following technical requirements:

- Each illustration and table must include an explicative description and be sequentially numbered.
- Pictures must be in format EPS (preferable), JPG or high-resolution PNG.
- Text inside maps or pictures must be easily legible.
- Each element within a graphic must contain its own explanation. For example, a pie chart must show what each color represents.
- Make sure the inscriptions, details and lines have adequate sizes and dimensions, so all numbers, characters and symbols are legible.

- Photographs must be saved in high contrast and high resolution. Remember that pictures usually lose contrast during the printing process. Do not put together photographs and drawings in the same picture.
- If the pictures, drawings, illustrations or photographs included in the paper are copyrighted, it is responsibility of the author of the study to obtain the permission to use that material.
- Pictures, illustrations and photographs included in the paper must be gathered in one single folder named: "Figures_(the first letter of the first two words of the title of the paper in capital letters)." For example, if the title of the paper is "Population density in mainland Ecuador", the name of the folder should be: "**Figures_PD**".
- The general format for the identification labels of different material is:

For tables:
`\label{PD_tab:001}`

For figures:
`\label{PD_fig:001}`

For equations:
`\label{PD_eq:001}`

For definitions:
`\label{PD_def:001}`

For theorems:
`\label{PD_teo:001}`

etc.

Structure and Style

The structure of the paper must be as follows:

Mandatory	Optional
Title	Acknowledgements
Abstract	Recommendations
Keywords	Future studies
Resumen	Appendix
Palabras clave	
Classification	
Introduction	
Theoretical framework or Methodology	
Application or Results	
Conclusions	
References	

Tabla 2. Paper structure for evaluation.

Style of the document

For some parts of the document, various particularities must be considered.

Title. The Title must include the following information: name of the study, name of the author(s), addresses and emails of the author(s).

Abstract (in Spanish: Resumen). The Abstract must be in Spanish and English. It must be short and concise (250 words maximum); it must show the relevant results of the study, be informative and not indicative. For example:

“This paper analyzes the role played by individual, familiar and labor characteristics in the probability of obtaining a temporary or an indefinite contract,”

is informative.

“The probability of obtaining a temporary or an indefinite contract is discussed and accepted,”

is indicative and should be avoided.

Keywords (in Spanish: Palabras claves). There must be between 3 and 6 keywords that represent the main topics of the study. They must go at the end of the Abstract and the Resumen.

Classification. The paper must include the classification system from Journal of Economic Literature, **JEL**.

References. This section must include all the publications quoted in the text; it should not include unpublished articles or any other unverifiable information. Thesis should only be quoted if they are available in a physical or digital library. References must be in alphabetical order by last names. References to websites must follow a scheme similar to publications, including the access date. For example:

Referencias

Aguayo, M. y E. Lore. 2007. *Cómo hacer una Regresión Logística binaria paso a paso II análisis multivariante*. Fundación Andalucía Beturia para la Investigación en Salud, Dot. Nº 0702013.

Gamero, C. 1999. *Satisfacción laboral y tipo de contrato en España*. Investigative Radiology 34, 10: 636–642.

Ley No. 100. 2003. *ódigo de la niñez y adolescencia*. Registro Oficial 737, Enero.

SCIENTIFIC INSTRUMENT SERVICES, Inc. 2006. *MASS Spectral Library*. En línea: <http://www.sisweb.com/software/ms/nist.htm>, Consulta: 10 de abril del 2010.

Acknowledgements. They could be included as a whole section, at the end of the document, in a single paragraph.

Editorial procedures

Once the paper has been received by the Editor, it undergoes two qualifying processes. The first is performed by an internal editorial board which will determine the pertinence and scientific content of the paper. The second one consists of a *blind review* made by local and foreign experts. If the draft is accepted for publishing, it shall go through the following stages:

1. The Editor will inform the author of any observation made by the evaluators, so all the necessary corrections and changes would be made. This must not exceed a month.
2. Once the corrected paper has been received, the Editor will perform the copying-editing process. After the document has been formatted, a page proof will be sent to the author to check edition or format mistakes; the author shall not make any change to the document. The author must return the proof page, along with any observation, to the Editor one week after having receiving it.
3. The final draft will be kept until the printing process starts. The author will receive a Journal in hard copy and digital format.

If the paper is not accepted for publication, it will be returned to the author explaining the reasons for such decision.

Final Comments

The publication of the journal depends on the cooperation of authors, evaluators, printing shop and Editor; collaboration and meeting deadlines is fundamental.

Análitika Journal is published twice a year.

Código de ética

Es fundamental contar con el aval del Committee on Publication Ethics (COPE) lo que nos ha permitido mejorar las prácticas de ética de las publicaciones que se ha promovido en diferentes ámbitos de la investigación (Scott-Lichter, D. y Editorial Policy Committee, 2012; International Committee of Medical Journal Editors, 2010), tanto para editores (Kleinert, S. y Wager, E., 2010), autores (Wager, E. y Kleinert, S., 2010) y lectores (Committee on Publication Ethics, 2011).

Editores

Responsabilidades generales de los editores:

- Mejorar continuamente la revista.
- Garantizar la calidad de los artículos publicados.
- Cuidar la integridad de su experiencia académica.
- Publicar correcciones, aclaraciones, retractaciones y disculpas de ser necesarias.
- Proteger la propiedad intelectual y derechos de autor.
- Mantener independencia editorial.

Responsabilidades de los editores con los lectores:

- Ofrecer un producto que considere los estándares internacionales manejados por las revistas científicas de mayor prestigio.
- Asegurar que el material publicado fue sometido a revisión y aprobación.

Responsabilidades de los editores con los autores:

- Consensuar la calidad del material a publicarse.
- Aceptar o rechazar un artículo para su publicación, basándose en su importancia, originalidad, claridad, relevancia para la revista.
- Informar sobre el proceso de revisión de sus artículos por parte de sus pares.
- Estar preparado para justificar los procesos de revisión, en caso de requerir un informe por parte del autor.
- Mantener actualizada la norma de publicación de trabajos.

- Cumplir la decisión de aceptación o rechazo de un artículo para su publicación.
- Editores nuevos no deben revocar las decisiones de publicar documentos presentados por el editor anterior, salvo excepciones (cuando va en contra de la imagen institucional y/o de la revista).

Responsabilidades con los revisores:

- Publicar y mantener actualizada la norma de revisión de trabajos.
- Mantener comunicación constante con los revisores.

Proceso de revisión por pares:

- Asegurar que el material remitido para su revisión es confidencial mientras lo examinan.

Autores

Responsabilidades generales de los autores:

- Estructurar el artículo cumpliendo el método científico, conforme reglas gramaticales y las normas de publicación de trabajo¹.
- Presentar suficientes referencias de fuentes públicas.

Responsabilidades de los autores con los lectores:

- Asumir la responsabilidad pública del contenido.
- Proporcionar a los lectores interesados copias de los datos, manual de procedimiento, material experimental.

Responsabilidades de los autores con los editores:

- Defender el contenido del artículo (datos, metodología, conclusiones).
- Mantener comunicación constante con el editor en jefe, para correcciones y revisiones.

¹Normas de presentación de trabajos, Analítica, Revista de Análisis Estadístico

Lectores

Responsabilidades generales de los lectores:

- Referenciar la bibliografía del artículo usado².
- Participar en el desarrollo y progreso de la revista, enviando sugerencias de los artículos publicados³.

Responsabilidades de los lectores con los editores⁴:

- Hacer pública discrepancias a través de cartas al editor.
- Señalar errores especificando el artículo y el autor.

Responsabilidades de los lectores con los autores⁵:

- Tener una actitud crítica con el contenido publicado señalando los errores.
- Enviar su opinión, crítica o discusión directamente a la dirección del autor/autores.

*Puede encontrar más recursos en COPE (Committee on Publication Ethics - Comité de Ética de Publicación) Committee on Publication Ethics (2011).

Referencias

- Committee on Publication Ethics. 2011. *Resources: Code of conduct*. COPE, <http://publicationethics.org/resources/code-conduct>.
- International Committee of Medical Journal Editors. 2010. *Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals: writing and editing for biomedical publication*. ICMJE, www.icmje.org/urm_full.pdf.
- Kleinert, S. y Wager, E. 2010. *Responsible research publication: international standards for editors*. 2nd World Conference on Research Integrity, World Scientific Publishing.
- Scott-Lichter, D. y Editorial Policy Committee. 2012. *Cse's white paper on promoting integrity in scientific journal publications*. Wheat Ridge, www.councilscienceeditors.org/files/public/entire_whitepaper.pdf.
- Wager, E. y Kleinert, S. 2010. *Responsible research publication: international standards for authors*. 2nd World Conference on Research Integrity, World Scientific Publishing.

²A1. AUTOR1 y A2. AUTOR2, *Título del artículo*. Analítica, Vol N°, ISSN: 1390-6208, (año). páginas.

³ ⁴ ⁵El lector debe estar debidamente identificado.

Analítica

volumen

Revista de Análisis Estadístico
Journal of Statistical Analysis

6

ISSN 1390-6208
e-ISSN 1390-7867
Número 2 - 2013
julio - diciembre

Administración Central

Quito
Juan Larrea N15-36 y José Riofrío
Teléfonos: (593) 22544 326 - 22544 561
Fax: (593) 22509 836 Casilla postal: 135C
correo-e: analitika@analitika.ec



instituto nacional de estadística y censos