



TECNOLOGICO
DE MONTERREY®

Revista de Estadística, Econometría y Finanzas Aplicadas

Revista del Departamento de Finanzas y la División de Negocios
del Tecnológico de Monterrey, Campus Estado de México

Vol.3, No.4, Julio-Diciembre 2005

ARTÍCULOS:

Entendiendo los Mercados de Swaps: Un Enfoque de Equilibrio General

Francisco Venegas-Martínez

Eficiencia Relativa del Muestreo Sistemático Sujeto a Diversos Ordenamientos de las Unidades Poblacionales: Las Elecciones Presidenciales del 2000 en México

María Cristina Múzquiz Fragoso

Environmental Efficiency of Agrochemical use in Soybean Production in East Java, Indonesia

Joko Mariyono, B.Ag. y M.AgEc

Econometric Estimation of The Risk in Mexico, Brazil and Argentina Stock Markets

Pablo López Sarabia

Invest for a Sustainable Future: Review of Socially Responsible Investment

Guo Peiyuan y Jin Biao

La Riqueza Arquitectónica de la Ciudad de México: Una Fuente Económica y Turística no Explotada

Brenda T. Cossío Mondragón, Liliana Antonio Aranda, Luis A.Chávez Toledo y Juan M. Huerta Pasquel

La Industria del Agua Embotellada en México: La Privatización Silenciosa

Mariana García Caballero, Nidia K. Gutiérrez Sorkin y Carlos G. García Guerrero

MF. Pablo López Sarabia
Editor y Creador



La **Revista de Estadística, Econometría y Finanzas Aplicadas (REEFA)** es una publicación semestral arbitrada del Departamento de Finanzas y la División de Negocios del Tecnológico de Monterrey, Campus Estado de México. Las opiniones y puntos de vista en cada una de las contribuciones son responsabilidad exclusiva de los autores. El fotocopiado y cita de alguno de los artículos y párrafos es permitido para fines educativos sin fines de lucro, siempre y cuando se haga mención de la fuente y el autor. La REEFA se publica en forma semestral en los meses de enero y agosto.

D.R.© Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Eugenio Garza Sada 2501, Col. Tecnológico, Monterrey, N.L. México. 2006

"Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento por cualquier medio sin previo y expreso consentimiento por escrito del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey a cualquier persona y actividad que sean ajenas al mismo".

Toda la correspondencia relacionada con la REEFA se recibirá en:

Tecnológico de Monterrey, Campus Estado de México
Departamento de Finanzas, Aulas 5, 3er. Piso
Carretera Lago de Guadalupe Km. 3.5
Col. Margarita Maza de Juárez, Atizapán de Zaragoza,
52926 Estado de México. Correo electrónico: plopezs@itesm.mx
Teléfono y Fax: 58-64-55-55 Ext. 3161 y 3184

Diseño y Redacción: MF. Pablo López Sarabia

Traducción al Inglés y Revisión Técnica: Lic. Sylvia Ramírez Jiménez y MBA. Rosalba Aguilar Candelas.

© Derechos Reservados, enero 2006

REVISTA DE ESTADÍSTICA, ECONOMETRÍA Y FINANZAS APLICADAS

Vol. 3, No.4 , Julio-Diciembre 2005

CONTENIDO	Páginas
<i>Editorial</i>	
<i>Pablo López Sarabia</i>	<i>ii</i>
<i>Entendiendo los Mercados de Swaps: Un Enfoque de Equilibrio General</i>	
<i>Francisco Venegas-Martínez</i>	<i>181</i>
<i>Eficiencia Relativa del Muestreo Sistemático Sujeto a Diversos Ordenamientos de las Unidades Poblacionales: Las Elecciones Presidenciales del 2000 en México</i>	
<i>María Cristina Múzquiz Fragoso</i>	<i>197</i>
<i>Environmental Efficiency of Agrochemical use in Soybean Production in East Java, Indonesia</i>	
<i>Joko Mariyono, B.Ag. y M.AgEc</i>	<i>237</i>
<i>Econometric Estimation of The Risk in Mexico, Brazil and Argentina Stock Markets</i>	
<i>Pablo López Sarabia</i>	<i>255</i>
<i>Invest for a Sustainable Future: Review of Socially Responsible Investment</i>	
<i>Guo Peiyuan y Jin Biao</i>	<i>280</i>
<i>La Riqueza Arquitectónica de la Ciudad de México: Una Fuente Económica y Turística no Explotada</i>	
<i>Brenda T. Cossío Mondragón, Liliana Antonio Aranda, Luis A.Chávez Toledo y Juan M. Huerta Pasquel</i>	<i>293</i>
<i>La Industria del Agua Embotellada en México: La Privatización Silenciosa</i>	
<i>Mariana García Caballero, Nidia K. Gutiérrez Sorkin y Carlos G. García Guerrero...</i>	<i>330</i>

Editorial

La Revista de Estadística, Econometría y Finanzas Aplicadas (REEFA) es un esfuerzo semestral del Departamento de Finanzas del Instituto Tecnológico Superiores de Monterrey, Campus Estado de México y su División de Negocios de tener un medio de difusión de las investigaciones de los profesores y alumnos del Campus de las más alta calidad, así como de las Universidades Nacionales e Internacionales interesadas en los temas que aborda la revista.

La revista es arbitrada y de tipo multidisciplinaria y se encuentra abierta a alumnos, profesores e investigadores de nivel profesional y postgrado (maestría y doctorado) interesados en publicar trabajos de investigación inéditos y que tengan especial énfasis en la parte aplicada en cualquier área de las matemáticas, economía, econometría, series de tiempo y finanzas.

Algunas de las áreas de interés de la revista son:

Ecuaciones Diferenciales y Sistemas Dinámicos, Estadística Multivariada, Análisis de Regresión, Series de Tiempo Univariadas y Multivariadas, Muestreo, Redes Neuronales, Econometría, Crecimiento Económico, Macroeconometría, Microeconometría, Finanzas Públicas, Política Monetaria, Administración de Riesgos, Administración Financiera, Futuros, Opciones, Derivados, Matemáticas Financieras y Teoría Financiera por mencionar algunos.

Aprovecho este cuarto número (quinto de la serie) de la revista para agradecer la confianza de diversos estudiantes de doctorado de la Asociación de Universidades del Pacífico APRU quienes han mandado sus contribuciones a la Revista, en éste número se publican las colaboraciones de estudiantes de la Universidad Nacional de Australia y de la Escuela de Políticas Públicas y Administración de la Universidad Tsinghua de Beijing China.

Es bajo este marco que deseo reiterar mi invitación a toda la comunidad del Campus Estado de México y de todo el Sistema Tecnológico de Monterrey, así como a los interesados de otras Universidades Nacionales e Internacionales a mandar sus trabajos de investigación bajo los lineamientos que se adjuntan en la parte final de la revista, a fin de ser publicados.

Me permito agradecer a todos los profesores y alumnos que han dedicado parte de su valioso tiempo en apoyar este esfuerzo y muy en particular a los miembros del comité asesor que desde el número cero (primer esfuerzo editorial que permitió afinar detalles, pero también recibir comentarios muy favorables que hicieron posible este nuevo número que esperamos consolide una larga tradición) han aportado su experiencia y conocimiento, a través de sus comentarios para mejorar los artículos y todo lo referente a la revista.

Finalmente, debo agradecer a todos los directivos del Campus Estado de México por creer en este proyecto académico y de investigación, muy en especial al Maestro Eduardo Carbajal Huerta, Director del Departamento de Finanzas quien fue y es un entusiasta impulsor del proyecto desde que presente la idea para crear esta revista, sin duda el apoyo de todos ello es invaluable y ha dado fruto en este cuarto número de nuestra ya querida *Revista de Estadística, Econometría y Finanzas Aplicadas* que estamos seguros que tendrá una larga y fructífera vida para el beneficio de toda la comunidad investigadora y muy en especial de los alumnos interesados en los temas que se presentan.

MF Pablo López Sarabia
Editor y Creador de la REEFA
Tecnológico de Monterrey, Campus Estado de México

Understanding Swaps Markets: A General Equilibrium Approach

Francisco Venegas-Martínez*

Center for Research in Finance, Tec de Monterrey

Mexico City Campus

Abstract

This paper describes the different swaps markets and develops several pricing formulas on the assumptions of general equilibrium and absence of credit risk. Most of these contracts can be analyzed as the difference between two coupon-bearing bonds, one with fixed coupon rate and the other with floating coupon rate. Also, this research presents the bootstrapping method useful to estimate the curve of zeros associated with the coupon-bearing bond with fixed coupon rate. Finally, the paper discusses about the relation between swaps and forward contracts of interest rate.

JEL Classification: G1, G13

Keywords: Financial markets, asset pricing.

* Mailing address: Calle del Puente 222, Col. Ejidos de Huipulco, Del. Tlalpan, 14380 México, D.F.,
E-mail: fvenegas@itesm.mx, Tel: +52 (55)54832254, Fax: +52 (55)54832234.

Entendiendo los mercados de swaps: Un enfoque de equilibrio general

Francisco Venegas-Martínez*

Centro de Investigación en Finanzas, Tec de Monterrey

Campus Ciudad de Mexico

Resumen

En esta investigación se describen los distintos mercados de swaps y se desarrollan varias fórmulas de valuación sobre los supuestos de equilibrio general y ausencia de riesgo crédito. La mayoría de estos contratos pueden analizarse como la diferencia entre dos bonos cuponados, uno de tasa cupón fija y el otro de tasa cupón flotante. Asimismo, se presenta el método de “bootstrapping” útil para estimar la curva de ceros asociada al bono cuponado de tasa cupón constante. Por último, se discute la relación entre swaps y contratos forward de tasa de interés.

JEL Classification: G1, G13

Palabras clave: Mercados financieros, valuación de activos

* Correspondencia: Calle del Puente 222, Col. Ejidos de Huipulco, Del. Tlalpan, 14380 México, D.F., E-mail: fvenegas@itesm.mx, Tel: +52 (55)54832254, Fax: +52 (55)54832234.

1. Introduction

Un “swap” (o permuta) es un acuerdo entre dos partes para intercambiar flujos de efectivo en varias fechas futuras con base en una fórmula predeterminada. Un contrato forward puede ser visto como el ejemplo más simple de un swap, en donde el intercambio de flujos de efectivo se realiza en una sola fecha futura. Recíprocamente, un swap puede verse como la suma de varios contratos forward.

Para fijar ideas suponga que las empresas \mathcal{E}_1 y \mathcal{E}_2 solicitan cada una de ellas un crédito, del mismo monto N , a los bancos \mathcal{B}_1 y \mathcal{B}_2 , respectivamente. La empresa \mathcal{E}_1 tiene expectativas a la alza en las tasas de interés, mientras que la empresa \mathcal{E}_2 presenta expectativas contrarias. Por lo anterior, \mathcal{E}_1 desea que su crédito sea a tasa fija, R_K , mientras que \mathcal{E}_2 lo quiere a tasa variable. Por razones de calidad crediticia de estas empresas, \mathcal{B}_1 ha decidido, en contra de lo solicitado por \mathcal{E}_1 , otorgar el crédito sólo si éste es a tasa variable y, al mismo tiempo, \mathcal{B}_2 ha decidido otorgar el crédito a \mathcal{E}_2 sólo si éste se pacta a tasa fija. Qué mala suerte para ambas empresas ¿Qué pueden hacer \mathcal{E}_1 y \mathcal{E}_2 ante tal situación? Una posible solución es que las empresas acuerden aceptar los créditos en las condiciones que los bancos han impuesto e intercambiar entre ellas las diferencias por intereses, en las fechas de pago. Así, si en una fecha de pago, la tasa de mercado es superior a R_K , entonces \mathcal{E}_2 le paga a \mathcal{E}_1 la diferencia de intereses del periodo en cuestión. En caso contrario \mathcal{E}_1 le paga a \mathcal{E}_2 dicha diferencia. Se acostumbra que una tercera parte, una institución financiera (intermediario financiero), a cambio de una comisión, le de seguimiento al intercambio de flujos. Usualmente, para asegurar el cumplimiento de las obligaciones adquiridas por parte de las empresas, la institución financiera pide a las empresas garantías (colaterales) que quedan bajo su custodia.

La conclusión más importante del esquema anterior es que una de las empresas ha transformado un crédito de tasa variable en otro de tasa fija y viceversa. Así, una parte

recibe a tasa flotante y paga a tasa fija (la posición larga) y la contraparte recibe tasa fija y paga tasa flotante (la posición corta).

El swap más común en el mercado es el de tasa de interés (o IRS por las iniciales en inglés de “Interest Rate Swap”). Este producto derivado de tasa de interés es muy popular en los mercados sobre mostrador. En este tipo de contratos, un agente acuerda pagar los flujos de efectivo que se generan al aplicar una tasa de interés fija a un principal preestablecido, en varias fechas futuras. A cambio, recibe los flujos de efectivo que se generan al aplicar una tasa de interés flotante sobre el mismo principal y en las mismas fechas futuras especificadas. El intercambio del principal, o nominal, no se lleva a cabo, siendo éste sólo una referencia en los términos del contrato. A la tasa de interés fija se le llama tasa swap. El valor de estos contratos al inicio y al vencimiento es cero. Por último, es importante destacar que estos contratos presentan un alto grado de liquidez en el mercado.

El otro tipo de swap, menos común, que se encuentra en el mercado es el de tipo de cambio (o CS por las iniciales en inglés de “Currency Swap”, en ocasiones también son llamados FXS “Foreign Exchange Swaps). En este tipo de contratos las partes intercambian el principal y los intereses en una divisa por el principal y los intereses en otra divisa. Se puede pensar que el contrato transforma un crédito en una divisa en un crédito en otra divisa. Usualmente, los principales se intercambian al final del contrato.

En ausencia de riesgo crédito, un swap se puede ver como la diferencia de dos bonos cuponados, uno de tasa cupón fija y el otro de tasa cupón flotante. Es usual llamar al bono cuponado de tasa cupón fija como “pata fija” y al bono cuponado de tasa cupón flotante como “pata flotante”. Por esta razón es importante hacer una revisión breve sobre la valuación de bonos cuponados y las curvas de ceros (curvas de rendimiento de bonos cupón cero) asociadas a dichos bonos.

2. Bonos cuponados con tasa cupón constante

En esta sección se valúa un bono que paga cupones con tasa cupón constante. Por simplicidad, se supone que sólo se efectúan tres pagos en periodos de igual magnitud.

Considere un bono que se coloca en $t = 0$ y paga cupones en tres fechas futuras, T_1 , T_2 y T_3 , igualmente espaciadas. Suponga que el principal, o nominal, es $N > 0$. Si en cada una de estas fechas los cupones se calculan como

$$C_1 = R_K T_1 N, \quad C_2 = R_K (T_2 - T_1) N \quad \text{y} \quad C_3 = R_K (T_3 - T_2) N,$$

donde $R_K > 0$ es una tasa de interés anualizada y constante, entonces el precio del bono, utilizando interés simple para descontar, está dado por

$$B_{\text{fija}}^{(0)} = \frac{C_1}{1 + \tilde{R}_1} + \frac{C_2}{1 + \tilde{R}_2} + \frac{C_3 + N}{1 + \tilde{R}_3}, \quad (1)$$

donde

$$\tilde{R}_i = R(0, T_i)(T_i - 0) = R(0, T_i)T_i, \quad i = 1, 2, 3.$$

Si, en virtud de que T_1 , T_2 y T_3 están igualmente espaciados, se reescribe $\tilde{R}_K = R_K \Delta T_i$, $i = 1, 2, 3$, y $N = 1$, se sigue que

$$B_{\text{fija}}^{(0)} = \frac{\tilde{R}_K}{1 + \tilde{R}_1} + \frac{\tilde{R}_K}{1 + \tilde{R}_2} + \frac{\tilde{R}_K + 1}{1 + \tilde{R}_3}, \quad (2)$$

ó

$$B_{\text{fija}}^{(0)} = \tilde{R}_K (B_1 + B_2 + B_3) + B_3, \quad (3)$$

donde $B_i = B(0, T_i) = 1/(1 + \tilde{R}_i)$, $i = 1, 2, 3$. De esta manera, $R(0, T)$ puede verse como una curva de ceros, asociada al bono cuponado de tasa constante, B_i , la cual puede ser una estimación con base en precios de mercado o definirse mediante algún modelo teórico.

3. Bonos cuponados con tasa cupón flotante

En esta sección se valúa un bono cuponado con tasa cupón flotante (también llamado FRN por las iniciales en inglés de “Forward Rate Note”).

Considere un bono que se coloca en $t = 0$ y paga tres cupones en las fechas futuras, T_1 , T_2 y T_3 . Suponga que el principal es $N > 0$. Si los cupones se calculan como

$$C_1 = \tilde{R}_1 N, \quad C_2 = \tilde{f}_{12} N \quad \text{y} \quad C_3 = \tilde{f}_{23} N,$$

donde

$$\tilde{f}_{12} = f(0, T_1, T_2)(T_2 - T_1) \quad \text{y} \quad \tilde{f}_{23} = f(0, T_2, T_3)(T_3 - T_2)$$

son, respectivamente, las tasas forward en $[T_1, T_2]$ y $[T_2, T_3]$ aplicadas en sus correspondientes periodos, entonces el precio del bono satisface

$$B_{\text{flot}}^{(0)} = \frac{\tilde{R}_1 N}{1 + \tilde{R}_1} + \frac{\tilde{f}_{12} N}{1 + \tilde{R}_2} + \frac{(\tilde{f}_{23} + 1)N}{1 + \tilde{R}_3}, \quad (4)$$

donde $R(0, T_i) = \tilde{R}_i / T_i$, $i = 1, 2, 3$. En equilibrio, es decir, en ausencia de oportunidades de arbitraje, las tasas forward implícitas se obtienen mediante las siguientes relaciones:

$$(1 + \tilde{R}_1)(1 + \tilde{f}_{12}) = 1 + \tilde{R}_2$$

y

$$(1 + \tilde{R}_2)(1 + \tilde{f}_{23}) = 1 + \tilde{R}_3.$$

Por lo tanto,

$$\tilde{f}_{12} = \frac{1 + \tilde{R}_2}{1 + \tilde{R}_1} - 1 \quad (5)$$

y

$$1 + \tilde{f}_{23} = \frac{1 + \tilde{R}_3}{1 + \tilde{R}_2}. \quad (6)$$

Si se sustituyen (5) y (6) en (4), se sigue que

$$\begin{aligned}
 B_{\text{flot}}^{(0)} &= \frac{\tilde{R}_1 N}{1 + \tilde{R}_1} + \frac{N}{1 + \tilde{R}_2} \left(\frac{1 + \tilde{R}_2}{1 + \tilde{R}_1} - 1 \right) + \frac{N}{1 + \tilde{R}_3} \left(\frac{1 + \tilde{R}_3}{1 + \tilde{R}_2} \right) \\
 &= \frac{\tilde{R}_1 N}{1 + \tilde{R}_1} + \left(\frac{N}{1 + \tilde{R}_1} - \frac{N}{1 + \tilde{R}_2} \right) + \frac{N}{1 + \tilde{R}_2} \\
 &= \frac{\tilde{R}_1 N}{1 + \tilde{R}_1} + \frac{N}{1 + \tilde{R}_1} \\
 &= N.
 \end{aligned} \tag{7}$$

Es decir, un bono cuponado con tasa cupón flotante se negocia a la par. Observe que aunque el ejercicio anterior toma en cuenta tres periodos, el mismo resultado se obtiene para cualquier número de periodos. Evidentemente, si se valúa el bono inmediatamente después del primer pago y se conoce la curva de rendimiento $R(T_1, T)$, entonces el precio del bono es $B_{\text{flot}}^{(1)} = N$. Observe además que si se escribe $B_i = B(0, T_i) = 1/(1 + \tilde{R}_i)$, $i = 1, 2, 3$, y $N = 1$, entonces, a partir de (7), se tiene que

$$1 = \tilde{R}_1 B_1 + \tilde{f}_{12} B_2 + \tilde{f}_{23} B_3 + B_3. \tag{8}$$

Así, $R(0, T)$ puede verse como una curva de ceros, B_i , asociada al bono cuponado de tasa flotante. Este resultado, será utilizado más adelante.

4. Estimación de una curva de rendimiento con base en la tasa forward

A continuación, bajo condiciones de equilibrio, se estima la curva de rendimiento de un bono cuponado, con tasa cupón flotante, cuando se conocen las tasas forward futuras.

Si se conocen \tilde{R}_1 y \tilde{f}_{12} , entonces se puede determinar la tasa $\tilde{R}_2/T_2 = R(0, T_2)$ de plazo, T_2 , asociada a un bono cupón cero mediante

$$\tilde{f}_{12} = \frac{1 + \tilde{R}_2}{1 + \tilde{R}_1} - 1 \quad \text{ó} \quad \tilde{R}_2 = (\tilde{f}_{12} + 1)(1 + \tilde{R}_1) - 1.$$

Si se conoce \tilde{f}_{23} y no hay oportunidades de arbitraje, entonces \tilde{R}_3 puede estimarse como

$$\tilde{f}_{23} = \frac{1 + \tilde{R}_3}{1 + \tilde{R}_2} - 1 \quad \text{ó} \quad \tilde{R}_3 = (\tilde{f}_{23} + 1)(1 + \tilde{R}_2) - 1.$$

De esta manera, se puede proceder inductivamente.

5. Estimación de una curva de rendimiento con el método de alambrada

En esta sección se presenta el método de alambrada para estimar una curva de rendimiento. Suponga que se conocen \tilde{R}_1 y \tilde{R}_3 y se desea estimar la curva de rendimiento en tiempo intermedio, \tilde{R}_2 , entonces se puede calcular la tasa forward

$$\tilde{f}_{13} = \frac{1 + \tilde{R}_3}{1 + \tilde{R}_1} - 1.$$

A continuación, se obtiene \tilde{f}_{12} con base en \tilde{f}_{13} , de tal forma que

$$1 + \tilde{f}_{12} = \left(1 + \tilde{f}_{13}\right)^{(T_2 - T_1)/(T_3 - T_1)}. \quad (9)$$

Por último, a partir de la relación

$$(1 + \tilde{R}_1)(1 + \tilde{f}_{12}) = 1 + \tilde{R}_2,$$

lo cual implica que

$$\tilde{R}_2 = (1 + \tilde{R}_1)(1 + \tilde{f}_{12}) - 1.$$

Lamentablemente, en esta ecuación son posibles las oportunidades de arbitraje.

6. Método Bootstrapping para estimar la curva de ceros asociada a un bono cuponado de tasa constante

En la sección anterior se estimó una curva de rendimiento con base en valores conocidos de la tasa forward. Sin embargo, no siempre se conocen las tasas forward. En este caso, el método Bootstrapping proporciona una alternativa para estimar la curva de rendimiento de un bono cupón cero asociada al bono cuponado. De acuerdo con (2), si $N = 1$, se sigue que

$$B_{\text{fija}}^{(0)} = \frac{\tilde{R}_K}{1 + \tilde{R}_1} + \frac{\tilde{R}_K}{1 + \tilde{R}_2} + \frac{\tilde{R}_K + 1}{1 + \tilde{R}_3}. \quad (10)$$

En lo que sigue, se supone que $B_{\text{fija}}^{(0)}$ y \tilde{R}_1 son conocidos ¿Cómo se pueden estimar \tilde{R}_2 y \tilde{R}_3 ? Justamente, el método Bootstrapping resuelve este problema. En primer lugar recuerde que la ecuación de una recta que pasa por dos puntos, (x_0, y_0) y (x_1, y_1) , está dada por la expresión $y - y_0 = (y_1 - y_0/x_1 - x_0)(x - x_0)$. Con base en esta ecuación, se puede escribir la siguiente interpolación lineal de \tilde{R}_2 en términos de \tilde{R}_3 y \tilde{R}_1 ,

$$\tilde{R}_2 - \tilde{R}_1 = \frac{\tilde{R}_3 - \tilde{R}_1}{T_3 - T_1}(T_2 - T_1).$$

En este ejemplo, se ha elegido llevar a cabo interpolación lineal, pero cualquier otro método de aproximación que exprese \tilde{R}_2 en términos de \tilde{R}_3 y \tilde{R}_1 podría ser utilizado, por ejemplo, el método de alambrada. Evidentemente, la interpolación lineal no elimina oportunidades de arbitraje. Si se despeja \tilde{R}_2 de la expresión anterior, se obtiene que

$$\tilde{R}_2 = \tilde{R}_1 + \frac{\tilde{R}_3 - \tilde{R}_1}{T_3 - T_1}(T_2 - T_1). \tag{11}$$

Después de sustituir (11) en (10), se tiene

$$0 = -B_{\text{fija}}^{(0)} + \frac{\tilde{R}_K}{1 + \tilde{R}_1} + \frac{\tilde{R}_K}{1 + \tilde{R}_1 + \frac{\tilde{R}_3 - \tilde{R}_1}{T_3 - T_1}(T_2 - T_1)} + \frac{\tilde{R}_K + 1}{1 + \tilde{R}_3}. \tag{12}$$

Dado que $\tilde{R}_1 = R_1^*$ es conocido, la ecuación anterior puede verse como $f(\tilde{R}_3) = 0$, al resolverse se obtiene un valor R_3^* . El método de Newton-Raphson es utilizado con mucha frecuencia para encontrar dicha solución. Posteriormente, la solución R_3^* se sustituye en (11) para obtener el valor

$$R_2^* = \tilde{R}_1 + \frac{R_3^* - \tilde{R}_1}{T_3 - T_1}(T_2 - T_1). \tag{13}$$

De esta manera, R_1^*/T_1 , R_2^*/T_2 y R_3^*/T_3 constituyen puntos sobre una curva de ceros asociada al bono cuponado de tasa constante.

A continuación se presenta otro ejemplo de ilustración del método de Bootstrapping. De hecho, el ejemplo que a continuación se desarrolla extiende el ejemplo anterior a seis

periodos. Considere ahora un bono cuponado con tasa cupón constante, R_K , que paga cupones en seis fechas futuras T_i , $i = 1, 2, \dots, 6$. Si el nominal es 1, entonces, de (2),

$$B_{\text{fija}}^{(0)} = \frac{\tilde{R}_K}{1 + \tilde{R}_1} + \frac{\tilde{R}_K}{1 + \tilde{R}_2} + \frac{\tilde{R}_K}{1 + \tilde{R}_3} + \frac{\tilde{R}_K}{1 + \tilde{R}_4} + \frac{\tilde{R}_K}{1 + \tilde{R}_5} + \frac{\tilde{R}_K + 1}{1 + \tilde{R}_6}. \quad (14)$$

Si se utiliza la información obtenida en el ejemplo anterior para las primeras tres fechas de pago de cupones R_1^* , R_2^* y R_3^* , entonces se emplean las siguientes interpolaciones lineales para \tilde{R}_4 y \tilde{R}_5 , en términos de R_3^* y \tilde{R}_6 ,

$$\tilde{R}_4 - R_3^* = \frac{\tilde{R}_6 - R_3^*}{T_6 - T_3}(T_4 - T_3) \quad (15)$$

y

$$\tilde{R}_5 - R_3^* = \frac{\tilde{R}_6 - R_3^*}{T_6 - T_3}(T_5 - T_3). \quad (16)$$

Evidentemente, la elección de R_3^* en (15) y (16) se debe a su cercanía con \tilde{R}_4 y \tilde{R}_5 . Si se despejan \tilde{R}_4 y \tilde{R}_5 de las ecuaciones anteriores y se sustituyen sus valores en la ecuación (14), la ecuación resultante queda en términos de R_1^* , R_2^* y R_3^* , y puede reescribirse como $g(\tilde{R}_6) = 0$. La solución de esta ecuación se denota por R_6^* . Posteriormente, se utilizan las ecuaciones en (11) para obtener R_4 y R_5 . Si el problema se extiende a 9 fechas de pago de cupones, entonces se utiliza la información obtenida en la etapa anterior: R_1^* , R_2^* , R_3^* , R_4^* , R_5^* y R_6^* . Después, se llevan a cabo interpolaciones lineales de \tilde{R}_7 y \tilde{R}_8 en términos de R_6^* y \tilde{R}_9 . Por supuesto, resolver de 3 en 3 periodos no es una regla. Para pasar de 3 a 4 periodos, se requiere un simple despeje. De 3 a 5 periodos, se utiliza

$$\tilde{R}_4 - R_3^* = \frac{\tilde{R}_5 - R_3^*}{T_5 - T_3}(T_4 - T_3) \quad (17)$$

y se obtiene una ecuación de la forma $f(\tilde{R}_5) = 0$. La solución de esta ecuación se sustituye (17) para estimar \tilde{R}_4 .

7. Swaps de tasas de interés

Las tasas de interés flotante que se emplean en los contratos swaps son tasas de fondeo entre instituciones financieras (*v.g.* tasas interbancarias), por ejemplo, THIE28, Libor91,

u otras de la misma naturaleza. Estas tasas de referencia representan el costo de fondeo de las instituciones financieras. En términos generales, la duración de los contratos tipo swap oscila entre 2 y 20 años, siendo los de 5 y 9 años los más populares en el mercado. La frecuencia de los pagos puede ser mensual, trimestral, semestral o anual, y usualmente es un múltiplo de la tasa de fondeo de referencia.

En ausencia de riesgo crédito, un swap de tasa de interés se puede ver como la diferencia de dos bonos cuponados, uno de tasa cupón fija y otro de tasa cupón flotante, como ya se había mencionado antes. Es usual llamar al bono cuponado de tasa cupón fija como “pata fija” y al bono cuponado de tasa cupón flotante como “pata flotante”. En este sentido, las curvas de ceros de los bonos, ya sea con tasa cupón fija o flotante, pueden pensarse como “equivalentes” a las “estructuras de plazo” de la tasa de fondeo de referencia.

El valor presente de las diferencias en intereses en un swap de tasa de interés está dado por

$$\begin{aligned}
 V_0 &= \frac{(\tilde{R}_1 - \tilde{R}_K)N}{1 + \tilde{R}_1} + \frac{(f_{12} - \tilde{R}_K)N}{1 + \tilde{R}_2} + \frac{(f_{23} - \tilde{R}_K)N}{1 + \tilde{R}_3} \\
 &= \left(\frac{\tilde{R}_1 N}{1 + \tilde{R}_1} + \frac{f_{12} N}{1 + \tilde{R}_2} + \frac{f_{23} N}{1 + \tilde{R}_3} \right) - \left(\frac{\tilde{R}_K N}{1 + \tilde{R}_1} + \frac{\tilde{R}_K N}{1 + \tilde{R}_2} + \frac{\tilde{R}_K N}{1 + \tilde{R}_3} \right) \\
 &= \left(\frac{\tilde{R}_1 N}{1 + \tilde{R}_1} + \frac{f_{12} N}{1 + \tilde{R}_2} + \frac{f_{23} N}{1 + \tilde{R}_3} + \frac{N}{1 + \tilde{R}_3} \right) \\
 &\quad - \left(\frac{\tilde{R}_K N}{1 + \tilde{R}_1} + \frac{\tilde{R}_K N}{1 + \tilde{R}_2} + \frac{\tilde{R}_K N}{1 + \tilde{R}_3} + \frac{N}{1 + \tilde{R}_3} \right) \\
 &= B_{\text{flot}}^{(0)} - B_{\text{fija}}^{(0)}.
 \end{aligned} \tag{18}$$

Observe que para escribir el valor presente de las diferencias en intereses en un swap como la diferencia de dos bonos cuponados, uno de tasa flotante y otro de tasa constante, se ha sumado y restado, en (18), la cantidad $N/(1 + \tilde{R}_3)$. Asimismo, si $V_0 = 0$, entonces

$$0 = \left(\tilde{R}_1 B_1 + f_{12} B_2 + f_{23} B_3 \right) - \tilde{R}_K (B_1 + B_2 + B_3), \tag{19}$$

donde $B_i = B(0, T_i) = 1/(1 + \tilde{R}_i)$, $i = 1, 2, 3$. De esta manera, la tasa swap de equilibrio está dada por

$$\tilde{R}_K = \frac{\tilde{R}_1 B_1 + \tilde{f}_{12} B_2 + \tilde{f}_{23} B_3}{B_1 + B_2 + B_3} = \frac{1 - B_3}{B_1 + B_2 + B_3}, \quad (20)$$

8. Valuación de un swap de tasa de interés

En el momento en que se pacta un swap, su precio es cero. Inmediatamente después, su precio ya no es cero, a menos que sea por pura casualidad. Observe que con respecto de la pata flotante, inmediatamente después de cualquier pago, el precio del bono con tasa cupón flotante es N . Por ejemplo, inmediatamente después del primer pago $B_{\text{flot}}^{(t)} = N$, $t = T_1 + dT_1$ con $dT_1 > 0$. Así,

$$V_t = N - \tilde{R}_K N \left(\frac{1}{1 + \hat{R}_1} + \frac{1}{1 + \hat{R}_2} \right) - \frac{N}{1 + \hat{R}_2},$$

donde $\hat{R}_i = R(t, T_{i+1})(T_{i+1} - t)$, $i = 1, 2$. Ahora bien, inmediatamente antes de T_1 se espera el pago del primer cupón, por esta razón la pata flotante vale $N + \tilde{R}_1 N$. Para valorar el swap, es necesario traer $N + \tilde{R}_1 N$ a valor presente y deducir los pagos a tasa fija, es decir,

$$V_t = (N + \tilde{R}_1 N) \left(\frac{1}{1 + \bar{R}_1} \right) - \tilde{R}_K N \left(\frac{1}{1 + \bar{R}_1} + \frac{1}{1 + \bar{R}_2} + \frac{1}{1 + \bar{R}_3} \right) - \frac{N}{1 + \bar{R}_3},$$

donde $t = T_1 - dT_1$ con $dT_1 > 0$, y $\bar{R}_i = R(t, T_i)(T_i - t)$, $i = 1, 2, 3$.

9. Método Bootstrapping para estimar los precios de un bono cupón cero asociado a la tasa swap

Si se conoce R_K para swaps con intercambios de flujos de efectivo a diferentes plazos, para lo cual es conveniente escribir $R_K(0, T)$, entonces, a partir de la ecuación (20), se pueden calcular los precios de los bonos cupón cero. En efecto, si se escribe

$$R_K(0, T_1)T_1 = \frac{1 - B_1}{B_1},$$

se obtiene que

$$B_1^* = \frac{1}{1 + R_K(0, T_1)T_1}.$$

De la misma manera,

$$B_2^* = \frac{1 - B_1^*}{1 + R_K(0, T_2)T_2}.$$

En general, se tiene que

$$B_i^* = \frac{1 - B_1^* - B_2^* - \dots - B_{i-1}^*}{1 + R_K(0, T_i)T_i} = \frac{1 - \sum_{j=1}^{i-1} B_j^*}{1 + R_K(0, T_i)T_i}.$$

10. Método Bootstrapping para estimar la curva de ceros asociada al bono cuponado de tasa cupón constante en un swap

A continuación se presenta el método Bootstrapping para estimar la curva de ceros asociada al bono cuponado de tasa cupón constante en un swap. En este caso, el precio del bono cuponado de tasa constante es la unidad. Dicha curva de ceros puede pensarse como “equivalente” a la “estructura de plazo” de la tasa de fondeo de referencia del swap. De acuerdo con la ecuación (18), se sigue que

$$V_0 = \left(\frac{\tilde{R}_1 N}{1 + \tilde{R}_1} + \frac{\tilde{f}_{12} N}{1 + \tilde{R}_2} + \frac{\tilde{f}_{23} N}{1 + \tilde{R}_3} + \frac{N}{1 + \tilde{R}_3} \right) - \left(\frac{\tilde{R}_K N}{1 + \tilde{R}_1} + \frac{\tilde{R}_K N}{1 + \tilde{R}_2} + \frac{\tilde{R}_K N}{1 + \tilde{R}_3} + \frac{N}{1 + \tilde{R}_3} \right).$$

Dado que el primer sumando es N , se sigue que

$$1 = \frac{\tilde{R}_K}{1 + \tilde{R}_1} + \frac{\tilde{R}_K}{1 + \tilde{R}_2} + \frac{\tilde{R}_K + 1}{1 + \tilde{R}_3}.$$

De esta manera, el método que se introdujo en la sección 13.6 y que partía de (10), ahora parte de la ecuación anterior. En tal caso, lo único que se requiere es que sean conocidos \tilde{R}_1 y \tilde{R}_K .

11. Contratos forward de tasa de interés

En esta sección se revisa el concepto de contrato forward de tasa de interés (también llamado FRA por las iniciales en inglés de “Forward Rate Agreement”). Un contrato forward de tasa de interés es un acuerdo en el que una de las partes pagará, a la contraparte, la cantidad que se genere al aplicar una tasa de interés fija a un principal predeterminado en dos fechas futuras.

Suponga que el tiempo en que se establece el contrato forward de tasa de interés es $t = 0$, la tasa fija acordada es R_K , los tiempos futuros entre los que se aplica dicha tasa son T_1 y T_2 y el principal es N . Al tiempo T_2 una de las partes tiene que pagar $R_K(T_2 - T_1)N$. Si la tasa forward de mercado es $f(0, T_1, T_2)$, entonces el valor de dicho contrato forward, en $t = 0$, se calcula mediante

$$\mathcal{V}_0^{(12)} = \frac{(f(0, T_1, T_2) - R_K)(T_1 - T_2)N}{1 + R(0, T_2)(T_2 - t)}$$

ó, en la notación más breve,

$$\mathcal{V}_0^{(12)} = \frac{(\tilde{f}_{12} - \tilde{R}_K)N}{1 + \tilde{R}_2}.$$

De esta manera, de acuerdo con (17), un contrato swap se puede escribir como

$$\begin{aligned} V_0 &= \frac{(\tilde{R}_1 - \tilde{R}_K)N}{1 + \tilde{R}_1} + \frac{(\tilde{f}_{12} - \tilde{R}_K)N}{1 + \tilde{R}_2} + \frac{(\tilde{f}_{23} - \tilde{R}_K)N}{1 + \tilde{R}_3} \\ &= \mathcal{V}_0^{(01)} + \mathcal{V}_0^{(12)} + \mathcal{V}_0^{(23)}. \end{aligned} \quad (21)$$

Es decir, un contrato swap de tasa de interés es la suma de contratos forward de tasa de interés.

12. Swaps de tipo de cambio

Otro tipo de swap común en el mercado es el swap de tipo de cambio. En este tipo de contratos las partes intercambian el principal y los intereses en una divisa por el principal y los intereses en otra divisa. Usualmente, los principales se intercambian al final del

contrato. En este caso las dos tasas son flotantes y, por simplicidad serán etiquetadas como doméstica y extranjera.

El precio de un swap de tipo de cambio con dos patas flotantes, en moneda doméstica está dado por

$$v_0 = B_{d,\text{flot}}^{(0)} - S_0 B_{f,\text{flot}}^{(0)},$$

donde $B_{d,\text{flot}}^{(0)}$ es un bono cuponado con tasa cupón flotante en moneda doméstica, $B_{f,\text{flot}}^{(0)}$ es un bono cuponado con tasa cupón flotante en moneda extranjera, S_0 es el tipo de cambio de contado, los nominales se calculan de tal manera que $N_d = S_T N_f$ donde S_T es una estimación del tipo de cambio, en términos de las tasa de interés doméstica y extranjera, en la fecha de vencimiento del contrato. Por supuesto, swaps con dos patas fijas o con una pata fija y la otra flotante se valúan de manera similar. Por último, es importante mencionar que en ocasiones también hay intercambio de principales al inicio del contrato.

13. Conclusiones

Se ha desarrollado un modelo de equilibrio general para valuar diferentes tipos de contratos swaps en ausencia de riesgo crédito. Los contratos swaps se examinaron como la diferencia entre dos bonos cuponados, uno con tasa cupón fija y el otro con tasa cupón flotante, lo cual fue muy útil en el proceso de valuación. Se presentó el método “bootstrapping” para estimar curvas de ceros y se discutió sobre la relación entre swaps y contratos forward. Por último, se presentó el método de alambrada para estimar una curva de rendimiento, en el cual son posibles las oportunidades de arbitraje.

Bibliografía

- Litzenberger, R. H. (1992). “Swaps: Plain and Fanciful”. *Journal of Finance*, Vol. 47, No. 3, pp. 831-850.
- Turnbull, S. M. (1987). “Swaps: A Zero Sum Game”. *Financial Management*, Vol. 16, No. 1, pp. 15-21.

Wall, L. D. and J. J. Pringle (1989). "Alternative Explanations of Interest Rate Swaps: A Theoretical and Empirical Analysis". *Financial Management*, Vol. 18, No. 2, pp. 59-73.

**Relative Efficiency of the Systematic Sampling under
Diverse Orderings of the Population Units:
The Presidential Elections of the 2000 in Mexico**

Maria Cristina Múzquiz Fragoso ✉
Statistics Master's degree, IIMAS,
Universidad Nacional Autónoma de México

Abstract

It is well known that the order of the population units is important for the efficiency of the systematic sampling; however, it is not specified which order would be the most efficient. On the other hand, there are sciences such as Stereology (this is usually used in the systematic sampling due to the precision of parameter estimation such as the volumen of a cerebral nucleus). The Stereology allows the hypothesis that the curve type order is the optimum one when doing systematic sampling. Due to this argument, I decided to write this article and carry out the objective of exploring the hypothesis; trying to prove that the curve type order is the most efficient one of all the other population units' data basis.

Key Words: Systematic Sampling, Stereology, Type Curve Order.

JEL Classification: C6, C89

✉ The author appreciated the observations of two anonymous judges and it is the sole responsible of any mistake or omission in the article. E-mail: cristina@exodus.dcaa.unam.mx

Eficiencia Relativa del Muestreo Sistemático Sujeto a Diversos Ordenamientos de las Unidades Poblacionales: Las Elecciones Presidenciales del 2000 en México

Maria Cristina Múzquiz Fragoso ✉
*Estudiante de la Maestría en Estadística, IIMAS,
Universidad Nacional Autónoma de México*

Resumen

Es sabido que el orden de las unidades poblacionales es importante para la eficiencia del muestreo sistemático, sin embargo no se especifica qué tipo de orden sería más eficiente. Por otro lado se tiene que existen ciencias como la Estereología (que con frecuencia utilizan el muestreo sistemático por la precisión en las estimaciones de parámetros como el volumen de un núcleo cerebral). En esta ciencia se tiene el supuesto de que el orden tipo curva es el orden óptimo dentro del muestreo sistemático para la Estereología. Por lo anterior se decidió realizar este artículo, que tiene como objetivo explorar la hipótesis de que el orden tipo curva es más eficiente que otros tipos de orden en bases de datos de poblaciones humanas y de manera particular a las elecciones presidenciales realizadas en México en el año 2000.

Palabras Clave: Muestreo Sistemático, Estereología, Orden Tipo Curva, Eficiencia Muestral.

Clasificación JEL: C6, C89

✉ La autora agradece las observaciones de dos dictaminadores anónimos, asumiendo la responsabilidad por cualquier omisión o error que se mantenga en el artículo. E-mail: cristina@exodus.dcaa.unam.mx

1.1. Introducción

El muestreo sistemático es un diseño que se utiliza ampliamente en diversas tareas de recolección de información. Una de las razones de su amplio uso, es porque operativamente no resulta tan complejo, como otros tipos de muestreo y además puede producir estimaciones muy precisas.

La precisión de las estimaciones depende de varios factores, uno de ellos es el orden de las unidades muestrales que decide utilizarse; dentro de este artículo, se consideran distintos tipos de ordenamientos de las unidades poblacionales, para medir la eficiencia relativa del muestreo sistemático.

El muestreo sistemático es un diseño que ha sido utilizado en diversas encuestas, por ejemplo las realizadas por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, INEGI, donde frecuentemente el muestreo sistemático es usado en la última ó penúltima etapa de muestreo.

La Estereología es una de las áreas que suele utilizar el muestreo sistemático con muy buenos resultados, debido a la precisión obtenida en las estimaciones, por lo que deseamos explorar más al respecto. Se estudian algunas propiedades teóricas, para poder saber si los mismos supuestos utilizados en la Estereología pueden ser aplicados en encuestas de poblaciones humanas.

Desde el punto de vista metodológico, para estimaciones de medias, totales, proporciones y razones, para varios diseños, existen expresiones bien definidas de los estimadores puntuales, de su varianza o de su error cuadrático medio. Sin embargo, también es conocido que para el diseño del muestreo sistemático no existe expresión alguna para el estimador de la varianza o error cuadrático medio del estimador puntual. En la práctica se obtienen aproximaciones de los estimadores de la varianza o error cuadrático medio usando métodos de

remuestreo o simplemente usando las expresiones correspondientes a un muestreo aleatorio simple.

El desempeño de los distintos órdenes de las unidades poblacionales se mide evaluando los errores cuadráticos medios de estimadores puntuales al considerar el caso hipotético de conocer los valores muestrales de todas las unidades de la población.

Uno de los estímulos para realizar este trabajo fue el que los expertos en Estereología en la práctica aplican el supuesto de que si tienen una unidad poblacional $u_i = \{x, y, a, z, \dots\}$, donde conocen, para toda la población, el valor de una variable de referencia x , y se desea inferir sobre una variable de interés y , basta con que la correlación entre ambas variables sea alta, para concluir que el orden óptimo de las unidades poblacionales u corresponde al de ordenar por la variable x en forma de una curva (similar al de la distribución normal).

Para fines de evaluación se usaron dos conjuntos de datos, el primero es con números generados, el segundo corresponde a los resultados de las Elecciones Presidenciales del 2000 a nivel estatal. Además del error cuadrático medio, también se calcula la entropía relativa y la medida de homogeneidad, delta.

1.2. Muestreo Sistemático

El muestreo sistemático (SY) es un diseño de muestreo probabilístico que tiene como ventaja la simplicidad de su aplicación. Como primer paso se determina a k que es igual a dividir el tamaño de la población entre el tamaño de la muestra, después se selecciona de manera aleatoria y con igual probabilidad, uno de los primeros k elementos de una población. El resto de la muestra es obtenido de manera sistemática, determinando a todos los k elementos múltiplos.

Todas las k muestras tienen la misma probabilidad de ser seleccionadas de $1/k$. Un procedimiento para seleccionar una muestra sistemática aparece en Särndal (1972, p. 74).

Sea n es el tamaño de la muestra y N es el tamaño de la población. Sea k un intervalo de muestreo fijo y sea n el entero de (N/k) . Entonces $N = nk + c$

Donde k es un entero, y c satisface $0 \leq c < k$. Si c es cero, k es el intervalo de muestreo fijo, si c no es cero existen varias alternativas, una de ellas es sugerida por Lahiri en 1952 (ver Murthy (1967), p. 139), donde se toma una selección como sigue:

Seleccionar con igual probabilidad $(1/k)$ un entero aleatorio, que se denominará i , entre 1 y k . La muestra seleccionada se compondrá como sigue: $s_i = \{u_m : m = i + (j-1)k \leq N; j = 1, 2, \dots, n_s\}$, Donde n_s es el tamaño de una muestra, que puede tomar los valores:

$$n_s = \begin{cases} n+1 & \text{cuando } i \leq c \\ n & \text{cuando } c < i \leq k \end{cases}$$

Al entero i se le llama el principio aleatorio o arranque aleatorio y k es el salto. Ejemplo: Sea $N=23$ y $k=5$, de tal manera que se tienen tres muestras con $n=5$ y otras dos con $n=4$, como se esquematiza en el siguiente cuadro,

I	II	III	IV	V
x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}
x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}
x_{16}	x_{17}	x_{18}	x_{19}	x_{20}
x_{21}	x_{22}	x_{23}		

Lo anterior aunque genera una alteración en la teoría del muestreo sistemático, puede ser insignificante si n excede 50 y podría ser ignorado, por simplicidad en la presentación de la teoría.

También existe la alternativa de que para una N muy grande se discriminen las C unidades que no se encuentren ubicadas en alguna muestra de las k existentes. Ésta fue la opción que se utilizó en dos ejemplos del capítulo tres.

El conjunto de posibles muestras $\{s_1, s_2, \dots, s_i, \dots, s_k\}$, se denota como S_{SY} que consiste en los k diferentes conjuntos que pueden ser obtenidos como se mencionó anteriormente. $S_{SY} = \{s_1, s_2, \dots, s_i, \dots, s_k\}$

Por otro lado se tiene que, debido a que cada elemento pertenece sólo a una muestra, y la probabilidad de selección de cada una de las muestras es igual, entonces para cada elemento u_m que pertenezca a U ,

$$P(u_m \in S_{SY}) = \pi_m = 1/k \quad u_m \in \{u_1, u_2 \dots u_N\}$$

Para determinar el estimador π y su varianza, se necesitan tener las probabilidades de inclusión de primer y segundo orden. Dado que se tiene que $\pi_m = 1/k$ para $u_m \in U$. Tenemos que para $\forall u_m \neq u_l \in U$,

$$\pi_{ml} = \begin{cases} 1/k & \text{Si } u_m \text{ y } u_l \text{ pertenecen a la misma muestra } s \\ 0 & \text{En otro caso} \end{cases}$$

Es importante resaltar que no existen intersecciones entre dos muestras cualesquiera. Esto es, $s_1, s_2, \dots, s_i, \dots, s_k$ representan una partición de U . Por

tanto la unión de las k muestras, es la población total U , es decir, $U = \bigcup_{i=1}^k S_i$

podemos escribir al total poblacional de nuestra variable de interés y , como

$$t = \sum_{m=1}^N y_m \quad \text{donde, } t = \sum_{i=1}^k t_{s_i} \quad \text{con} \quad t_{s_i} = \sum_{s_i} y_m$$

Ejemplo, cuando $C = 0$,

Muestra s					
	S_1	\dots	S_i	\dots	S_k
Valores de y	y_1	\dots	y_i	\dots	y_k
	y_{k+1}	\dots	y_{k+i}	\dots	y_{2k}
	\dots	\dots	\dots	\dots	\dots
	$y_{(n-1)k+1}$	\dots	$y_{(n-1)k+i}$	\dots	y_N
Totales	t_{s_1}	\dots	t_{s_i}	\dots	t_{s_k}

El estimador del total de la población $t = \sum_U y_m$, toma la forma de

$$\hat{t}_\pi = k \sum_{s_i} y_k = k t_{s_i}. \text{ Y la varianza está dada por:}$$

$$Var_{SY}(\hat{t}_\pi) = k^2 \sum_{i=1}^k \frac{(t_{s_i} - \bar{t})^2}{k} = k \sum_{i=1}^k (t_{s_i} - \bar{t})^2$$

Donde, $\bar{t} = \sum_{i=1}^k t_{s_i} / k$ es el promedio de los totales muestrales.

La varianza también puede escribirse como:

$$Var_{SY}(\hat{t}_\pi) = k(k-1)S_t^2$$

Donde,

$$S_t^2 = \frac{1}{k-1} \sum_{i=1}^k (t_{s_i} - \bar{t})^2$$

es la varianza de los totales muestrales. Como se puede observar la varianza irá decreciendo en la medida que los totales muestrales sean similares.

Manejando el tamaño de muestra

Por definición del muestreo sistemático, se tiene que si $c = 0$, entonces $N = nk$, $k \in \mathbb{N}$, y cada muestra s_k tiene tamaño n . Mientras que si $c > 0$ el tamaño de una muestra, puede ser de tamaño $n + 1$, cuando $i \leq c$, o n cuando $c < i \leq k$. Lo anterior es cierto si k es entero, pero existen casos donde no es así.

La Eficiencia del Muestreo Sistemático

La varianza $V_{SY}(\hat{t}_\pi) = k \sum_{i=1}^k (t_{s_i} - \bar{t})^2$, es cercana a cero sí los totales de las muestras posibles son aproximadamente iguales. Es por esto que es importante el orden de las unidades muestrales en la población. Más adelante se mostrarán resultados interesantes que se obtuvieron al ordenar las unidades poblacionales en distintos órdenes.

Consideremos el caso de que $N = nk$ cuando k es entero y $\bar{y}_U = \sum_U y_m / N$, es la media de la población, se tiene lo siguiente:

$$\hat{t}_\pi = \sum_{s_i} y_m / \pi_m = k \sum_{s_i} y_m = \sum_{s_i} y_m / (n/N) = N \sum_{s_i} y_m / n = N \bar{y}_{s_i}$$

y la varianza es $Var(\hat{t}_\pi) = N^2 \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k (\bar{y}_{s_i} - \bar{y}_U)^2$

Además la suma de cuadrados corregidos por la media es:

$$\sum_U (y_m - \bar{y}_U)^2 = \sum_{i=1}^k \sum_{S_i} (y_m - \bar{y}_{S_i})^2 + \sum_{i=1}^k n (\bar{y}_{S_i} - \bar{y}_U)^2$$

Särndal (1972, p. 78), lo que representa que la variación total se puede descomponer en la variación dentro de cada muestra, y la que existe entre las muestras, es decir: $SST = SSW + SSB$, Donde:

$$SST = \sum_U (y_m - \bar{y}_U)^2, \quad SSW = \sum_{i=1}^k \sum_{S_i} (y_m - \bar{y}_{S_i})^2, \quad SSB = \sum_{i=1}^k n(\bar{y}_{S_i} - \bar{y}_U)^2$$

Donde SS es la suma de cuadrados, T es de total, W de within (dentro) y B de between (entre).

1.3. El Uso del Muestreo Sistemático en la Estereología

La estereología se define como un conjunto de métodos útiles para obtener información cuantitativa de carácter geométrico-estadístico de un objeto de interés, a partir de secciones del objeto. En los últimos años ha habido un fuerte avance de los métodos probabilísticos de cuantificación estereológica. Con ellos, fácilmente se pueden estimar parámetros tales como el volumen de un núcleo cerebral, el volumen de las células nerviosas, la longitud de las prolongaciones neuronales, entre otras. Gracias a la aplicación de estos métodos, en el campo de los estudios biológicos y de las neurociencias, se han podido estudiar parámetros morfológicos con una gran precisión y fiabilidad.

En general, los métodos estereológicos gozan de una serie de ventajas metodológicas y prácticas de indudable interés para el estudio del sistema nervioso. Como ventajas metodológicas se podrían destacar, por un lado, que son métodos insesgados, carentes de error sistemático, y por otro, que la estimación de los parámetros no está influida ni por la forma del objeto, ni por su distribución y/o tamaño. En otras palabras, no exigen un gran esfuerzo para la cuantificación ya que con una muestra muy pequeña de objetos y pocos cortes también llamadas secciones (alrededor de 6-7) se obtienen coeficientes de error y de variación aceptablemente bajos.

En algunos artículos del *MaPhySto, Centre for Mathematical Physics and Stochastics*, de la Universidad de Aarhus, se explica que algunos de los parámetros estereológicos de interés en los estudios psicobiológicos es el número de poblaciones neuronales y volúmenes de estructuras cerebrales. Mediante estos estudios, se ha observado una disminución de neuronas pigmentadas en la sustancia negra en pacientes con Parkinson y en el núcleo basal de Meynert en el caso de pacientes con Alzheimer. En pacientes esquizofrénicos también se ha constatado una reducción de entre un 40% y 50 % en el número neuronal en los núcleos talámicos frente a sujetos normales. Estos cambios estructurales pueden relacionarse con las disfunciones cerebrales y neurocognitivas observadas en estas patologías. De este modo, la cuantificación neuronal y del volumen del área, nos informaría de la existencia de cambios morfofuncionales cerebrales que pudieran relacionarse con deterioros de funciones cognitivas.

Metodológicamente, la estimación del número de células nerviosas en un determinado núcleo, puede realizarse empleando numerosos métodos estereológicos. De ellos, el fraccionador óptico es uno de los más recomendables. Este método se basa en la combinación de un muestreo sistemático de las secciones y el disector óptico. Previamente a la aplicación del fraccionador óptico se ha de proceder a una seriación sistemática de la estructura a cuantificar. Esta seriación permite conocer la distancia exacta entre las secciones que después será recogida en el cálculo de los parámetros estereológicos. De entre todas las secciones obtenidas se seleccionarán algunas, sobre las que se realizarán las cuantificaciones. Un requisito importante para realizar las cuantificaciones estereológicas del número de células nerviosas es el muestreo sistemático de la zona elegida y para ello la orientación de las secciones debe ser al azar.

En el muestreo sistemático, la cuantificación no se realiza en todo el tejido sino que se contarán el número de células que se encuentren contenidas en disectores ópticos o cuadrantes (áreas específicas de tejido), que se hallan distribuidos

sistemáticamente en una plantilla previamente diseñada, como se muestra en la figura 1.3.1. Esta plantilla, inicialmente, se coloca fuera de la zona cerebral de la sección y seguidamente, ésta se desplaza en una dirección determinada a priori hasta que se superpone sobre el núcleo de interés. Posteriormente, se toman en cuenta sólo las neuronas, células gliales, etc., que se encuentran dentro de los disectores que forman parte de la plantilla; aquellas neuronas/ glías que no se encuentran en los disectores de la plantilla no son cuantificadas. Así, se evita el sesgo de que el experimentador seleccione las áreas del tejido en las que aparezcan la mayor densidad de partículas o aquellas que mejor se visualicen, ya que el conteo depende del lugar en el que se encuentren los disectores. Además el muestreo sistemático no provoca la sobreestimación numérica, pues se evita que un mismo campo sea cuantificado en repetidas ocasiones, como podría suceder con el muestreo al azar, como se observa en la figura 1.3.2.

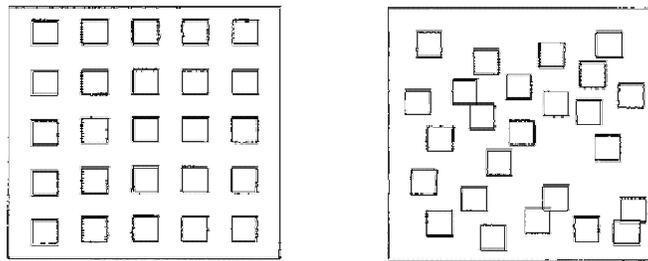


Figura 1.3.1. Muestreo sistemático

Figura 1.3.2. Muestreo al azar

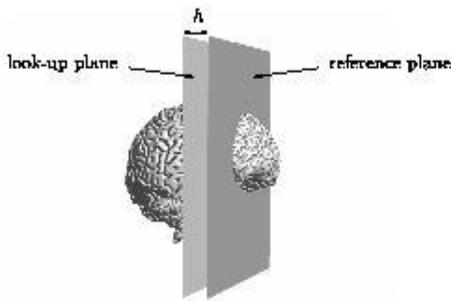


Figura 1.3.3. Un disector consiste en la referencia de un plano a una distancia h .

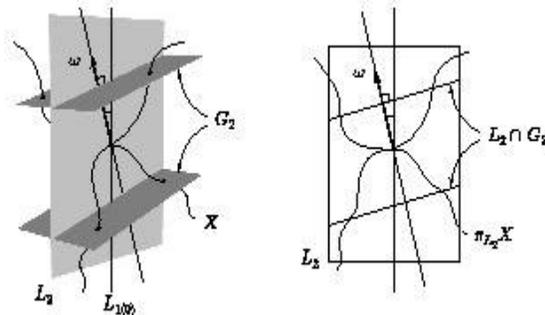


Figura 1.3.4. Ilustración de un muestreo para la estimación de medidas relevantes en R^3 , basado en proyecciones de un plano vertical.

La estereología también se usa en la estadística espacial y en el análisis digital de imágenes. De hecho, algunos científicos, como Adrian Baddeley profesor de estadística en la Universidad de Western Australia en la escuela de Matemáticas y Estadística, definen a la estereología como la versión espacial de la teoría del muestreo. La estereología es desarrolló inicialmente en la biología y ciencias de los materiales y como se mencionó, es un camino rápido para analizar materiales sólidos tridimensionales a partir de información que se puede tener en R^2 , por medio de operaciones de muestreo y geométricas. La Estereología se aplica en ciencias como:

- Anatomía
- Biología y patología
- Ciencia de los materiales
- Mineralogía y metalurgia
- Botánica
- Ecología y Silvicultura
- Geología
- Computación gráfica

Estimadores

Para evaluar el desempeño del estimador bajo los distintos ordenamientos de las unidades poblacionales bajo el muestreo sistemático y el muestreo aleatorio simple, se utilizaron el error cuadrático medio, la entropía y la medida de homogeneidad, delta.

Como se verá en el tercer capítulo, puede existir más de un ordenamiento que minimice el error cuadrático medio; en este tipo de situaciones, se hace necesario tener otros parámetros de referencia que apoyen en la decisión de elegir el tipo de orden más eficiente. Es por esto que se decidió incluir el cálculo de la entropía y la medida de homogeneidad, delta.

2.1 Error Cuadrático Medio, ECM

Para comparar un estimador insesgado con uno sesgado, o dos estimadores con un sesgo diferente, un criterio muy útil, es el error cuadrático medio (ECM) del

estimador . Formalmente el ECM es como sigue. Sea $\hat{\mu}$ cualquier estimador de un parámetro desconocido μ . Se define el error cuadrático medio de $\hat{\mu}$ como el valor esperado del cuadrado de la diferencia entre $\hat{\mu}$ y μ . Es decir:

$$\begin{aligned} ECM(\hat{\mu}) &= E(\hat{\mu} - \mu)^2 = E(\hat{\mu}^2 - 2\hat{\mu}\mu + \mu^2) \\ &= E(\hat{\mu}^2) - 2\mu E(\hat{\mu}) + E(\mu^2) \\ &= (Var(\hat{\mu}^2) + E^2(\hat{\mu})) - 2\mu E(\hat{\mu}) + \mu^2 \\ &= Var(\hat{\mu}^2) + (\mu - E(\hat{\mu}))^2 \\ &= (Varianza de \hat{\mu}) + (Sesgo)^2 \end{aligned}$$

Es importante subrayar que habrá que cuidar la interpretación del ECM como criterio de precisión. Por ejemplo, si se tienen dos tipos de estimadores diferentes del mismo parámetro, que tienen el mismo ECM, no se podrá concluir que son equivalentes, porque la distribución de la frecuencia de errores $(\hat{\mu} - \mu)$ de diferente tamaño no será la misma, aunque tengan un mismo sesgo.

Las expresiones del error cuadrático medio para un estimador de razón y su estimador están dados por:

$$\begin{aligned} ECM(\hat{R}) &= \frac{1}{X^2} \{V(\hat{Y}) + R^2V(\hat{X}) - 2RCov(\hat{X}, \hat{Y})\} \\ \widehat{ECM}(\hat{R}) &= \frac{1}{X^2} \{V(\hat{Y}) + \hat{R}^2V(\hat{X}) - 2\hat{R}\widehat{Cov}(\hat{X}, \hat{Y})\} \\ &= \frac{1}{\hat{X}^2} \{V(\hat{Y} - \hat{R}\hat{X})\} \end{aligned}$$

Donde:

X : El denominador de la proporción que se desea tener, por ejemplo, número total de personas adultas.

Y : El numerador de la proporción que se desea tener, por ejemplo, número total de personas adultas que fuman.

$R = Y/X$: La proporción que será estimada, por ejemplo,

proporción de personas adultas que fuman.

\hat{X} : Estimado de X

\hat{Y} : Estimado de Y

\hat{R} : El cociente de los totales estimados, estimador de R

Para el muestreo sistemático:

$$\begin{aligned} ECM(\hat{R}_{SY}) &= \frac{k^2}{X^2} \left(1 - \frac{1}{k}\right) \left(\frac{1}{k-1}\right) \sum_{i=1}^k (y_i - Rx_i)^2 \\ &= \frac{k}{X^2} \sum_{i=1}^k (y_i - Rx_i)^2 \end{aligned}$$

$$\widehat{ECM}(\hat{R}_{SY}) = \frac{k}{X^2} \sum_{i=1}^k (y_i - \hat{R}x_i)^2$$

Donde:

$k = N/n$, con $N/n \in \mathbb{N}$

y_i : Valor de Y en el grupo i , $i = 1, 2, \dots, k$

x_i : Valor de X en el grupo i , $i = 1, 2, \dots, k$

R_{SY} : Proporción de Y/X , en un muestreo sistemático.

\hat{R}_{SY} : El cociente de los totales estimados, en un muestreo sistemático.

Para el muestreo aleatorio simple, Cochran (1977), expresión 2.39, p.31:

$$\begin{aligned}
 ECM(\hat{R}_{MAS}) = V(\hat{R}) &= \frac{1-f}{nX^2} \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - Rx_i)^2}{N-1} \\
 &= \frac{\left(1 - \frac{n}{N}\right) \sum_{i=1}^N (y_i - Rx_i)^2}{n \left(\sum_{i=1}^N \frac{X_i}{N}\right)^2 (N-1)} \\
 &= \frac{N^2}{X^2} \left(1 - \frac{n}{N}\right) \left(\frac{1}{n}\right) \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - Rx_i)^2}{N-1}
 \end{aligned}$$

Mientras que el ECM estimado es,

$$\widehat{ECM}(\hat{R}_{MAS}) = \widehat{V}(\hat{R}_{MAS}) = \frac{N^2}{X^2} \left(1 - \frac{n}{N}\right) \left(\frac{1}{n}\right) \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{R}x_i)^2}{n-1}$$

Donde

- N : Número total de elementos de la población.
- n : Tamaño de la muestra
- R_{MAS} : Proporción de Y/X , en un muestreo aleatorio simple.
- \hat{R}_{MAS} : El cociente de los totales estimados, en un muestreo aleatorio simple.

2.2. Entropía

El término de entropía es utilizado en varios sentidos, en la física es la magnitud termodinámica que mide la parte no utilizable de la energía no contenida en un sistema; en el análisis de la información sirve para dar una medida de certidumbre eliminada por la recepción de un mensaje, se utiliza mucho en mecánica estadística, llamándola entropía termodinámica.

La entropía de una variable aleatoria continua que tiene una función de

distribución $F(X)$ es $H(X) = - \int_{-\infty}^{\infty} f(x) \ln f(x) dx$, donde $F'(X) = f(x)$, si es que

existe, Rényi (1970, p.367). Para el caso de una variable aleatoria discreta X

con distribución P_x , la entropía está dada por $H(X) = - \sum_x P_x(x) \ln P_x(x)$.

La entropía relativa o discriminación entre dos funciones de probabilidad $q(x)$ y $f(x)$ está definida como:

$$\begin{aligned} D(q|f) &= \sum_x q(x) \log \frac{q(x)}{f(x)} = \sum_x q(x) \log q(x) - \sum_x q(x) \log f(x) \\ &= \sum_x q(x) [\log q(x) - \log f(x)] \end{aligned}$$

El uso de entropía que se manejará en adelante corresponde a la entropía relativa, donde $q(x_i)$ corresponde al orden y $f(x_i)$ tomará los valores de la variable auxiliar de cada unidad poblacional. La entropía como se puede observar no depende del valor de k (número posible de muestras generadas en el muestreo sistemático). Se calcula considerando a toda la población.

2.3. Medida de homogeneidad, delta

Es una medida de homogeneidad entre los elementos, y es similar a ρ , el coeficiente de correlación intraclase. Para los casos donde se estima la media de la población $\bar{y}_U = \sum_U y_m / N$, la suma de cuadrados se puede expresar como:

$$\sum_U (y_m - \bar{y}_U)^2 = \sum_{i=1}^k \sum_{S_i} (y_m - \bar{y}_{S_i})^2 + \sum_{i=1}^k n(\bar{y}_{S_i} - \bar{y}_U)^2$$

Lo que representa que la variación total se puede descomponer en la variación dentro de cada muestra, y la que existe entre ellas, es decir:

$$SST = SSW + SSB$$

Donde SS es la suma de cuadrados, T es total, W de within (dentro de las muestras) y B de between (entre las muestras).

Aquí es donde se utiliza ρ para medir el grado de homogeneidad entre los elementos,

$$\rho = 1 - \frac{n}{n-1} \frac{SSW}{SST}$$

Puede ser interpretado como una medida de correlación entre pares de elementos dentro de la misma muestra sistemática. Otra medida de homogeneidad similar a ρ es delta,

$$\delta = 1 - \frac{N-1}{N-k} \frac{SSW}{SST}$$

Los valores extremos de δ son:

$$\delta_{\min} = -\frac{k-1}{N-k} \text{ y } \delta_{\max} = 1$$

Si $SSW = 0$ entonces $\delta = 1$ (Su valor máximo), es decir los datos tienen una homogeneidad total dentro de las muestras. El mínimo valor de δ se alcanza cuando $SSW = SST$, es decir, cuando existe una total heterogeneidad dentro de las muestras. Algunas veces se prefiere calcular δ , debido a que ρ puede estar representado en términos de los coeficientes de correlación de muestras de igual tamaño, lo que no siempre puede darse.

Aplicaciones Prácticas del Muestreo Propuesto

Este capítulo sin lugar a dudas es clave, porque aquí es donde se muestran los tres ejemplos numéricos a los cuales se les evalúa los distintos estimadores para medir la eficiencia de cada tipo de ordenamiento. En este apartado se ejemplifica el supuesto de que el ordenamiento en forma de normal, tipo curva, de las unidades poblacionales u_i con $i = 1, 2, \dots, N$, es más eficiente que otros tipos de ordenamiento como el creciente y aleatorio, cuando existe una alta relación entre la variable de interés y la variable auxiliar.

3.1. Números del 1 al 100

Primer ejemplo numérico, el motivo para trabajar con estos datos, fue la mención que se hace en el libro “Model Assisted Survey Sampling” de Särndal(1972, p.80), en su capítulo de muestreo sistemático, precisamente para ejemplificar el efecto del orden de la población en los resultados obtenidos. En este ejemplo la unidad poblacional $u_i = \{x_i\}$ $i = 1, 2, \dots, N$ sólo considera una variable, por lo tanto la variable auxiliar es la misma que la variable de interés $x = y$, aunque en la realidad esto no se da.

La metodología a seguir es:

- Calcular la varianza bajo un muestreo aleatorio simple.
- Ordenar de distintas maneras a las unidades poblacionales por la variable de referencia x .
- Dividir en k muestras a la población.
- Obtener las muestras resultantes.
- Sumar los elementos de cada muestra.
- Calcular la varianza de la suma de cada una de las muestras, bajo un muestreo sistemático.
- Calcular la entropía relativa por cada tipo de orden.
- Calcular la medida de homogeneidad delta por cada tipo de orden.

El ejemplo consiste en una población de $N = 100$, donde la variable $x_i = i$, $i = 1, 2, \dots, 100$ y $n = 10$. Por lo tanto el número posible de muestras es de $k = 100/10 = 10$.

Se tiene,

$$\begin{aligned}
 S_{xU}^2 &= \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{X})^2}{N-1} = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i^2 - 2x_i\bar{X} + \bar{X}^2)}{N-1} \\
 &= \frac{\sum_{i=1}^N x_i^2 - 2\bar{X}\sum_{i=1}^N x_i + N\bar{X}^2}{N-1} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^N x_i\right)^2}{N}}{N-1} \\
 &= \frac{83,325}{99} = 841.66
 \end{aligned}$$

Sin hacer caso al orden de la población, la varianza bajo el muestreo aleatorio simple *MAS* sin reemplazo es,

$$\begin{aligned}
 Var_{MAS}(\hat{t}_\pi) &= N^2 \frac{1-f}{n} S_{xU}^2 = 100^2 \frac{1-(10/100)}{10} 841.66 \\
 &= 7.575 \cdot 10^5
 \end{aligned}$$

Examinemos otros tipos de orden. En este ejemplo $f(x_i)$ son los valores x_i que se le asignarán a un orden dado $q(x_i)$.

Orden $q(x_i)$	$f(x_i)^*$								
1	50	11	40	21	30	31	20	41	10
2	49	12	39	22	29	32	19	42	9
3	48	13	38	23	28	33	18	43	8
4	47	14	37	24	27	34	17	44	7
5	46	15	36	25	26	35	16	45	6
6	45	16	35	26	25	36	15	46	5
7	44	17	34	27	24	37	14	47	4
7	43	18	33	28	23	38	13	48	3
9	42	19	32	29	22	39	12	49	2
10	41	20	31	30	21	40	11	50	1

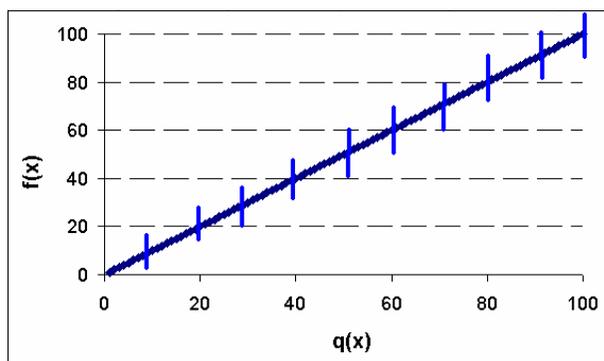
* Valor x_i que se le asignará al orden correspondiente.

De esta manera al orden **1** se le proporciona el valor **50**.

Orden $q(x_i)$	$f(x_i)^*$	Orden $q(x_i)$	$f(x_i)^*$
51	51	91	91
52	52	92	92
53	53	93	93
54	54	94	94
...	...	95	95
...	...	96	96
87	87	97	97
88	88	98	98
89	89	99	99
90	90	100	100

* Valor x_i que se le asignará al orden correspondiente.

A continuación se muestra un ejemplo donde se ordenan todas las unidades de manera creciente, donde $q(x_i) = f(x_i) = i$, como se puede observar en la gráfica 3.1.



Gráfica 3.1. Orden creciente de x_i

En la tabla 3.1, se presenta el conjunto de posibles muestras bajo un orden tipo creciente.

Caso 0

Conjunto de posibles muestras

S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9	S_{10}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40

Conjunto de posibles muestras

S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9	S_{10}
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

$$\sum x_j = t_{s_i} \quad 460 \quad 470 \quad 480 \quad 490 \quad 500 \quad 510 \quad 520 \quad 530 \quad 540 \quad 550$$

Tabla 3.1. Orden creciente de x_i con $k = 10$

En este caso la varianza es,

$$\begin{aligned} Var_{SY}(\hat{t}_\pi) &= k \sum_{j=1}^k (t_{s_j} - \bar{t})^2 = 10 \sum_{j=1}^{10} (t_{s_j} - \bar{t})^2 \\ &= 10((460 - 505)^2 + (470 - 505)^2 + \dots + (550 - 505)^2) \\ &= 10(8,250) = 8.25 \cdot 10^4 \end{aligned}$$

$$\text{Donde } \bar{t} = \sum_{j=1}^k \frac{t_{s_j}}{k} = \sum_{j=1}^{10} \frac{t_{s_j}}{10} = 505$$

Como puede observarse la $Var_{SY}(\hat{t}_\pi)$ es nueve veces menor que la varianza obtenida con un muestreo aleatorio simple. Debido a que existió un decremento sustancial, solamente al ordenar a las unidades x_i , se presentan diez ordenamientos distintos adicionales. Para simplificar la notación en adelante no se mostrarán los valores de $q(x_i)$, éstos serán los mismos que la tabla anterior y sólo se modificarán los valores de x_i que sean asignados a un orden.

En este caso la varianza es,

$$\begin{aligned}
 V_{SY}(t_{\pi}) &= k \sum_{j=1}^k (t_{s_j} - \bar{t})^2 = 10 \sum_{j=1}^{10} (t_{s_j} - \bar{t})^2 \\
 &= 10((505 - 505)^2 + (505 - 505)^2 + \dots + (505 - 505)^2) \\
 &= 10(0) = 0
 \end{aligned}$$

Donde $\bar{t} = \sum_{i=1}^k t_{s_i} / k = 5050/10 = 505$ con $t_{s_i} = \sum_{s_i} y_m$

Analizando el primer ordenamiento Caso 1, se tiene,

Conjunto de posibles muestras									
S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9	S_{10}
$x_1=50$	$x_2=49$	$x_3=48$	$x_4=47$	$x_5=46$	$x_6=45$	$x_7=44$	$x_8=43$	$x_9=42$	$x_{10}=41$
$x_{11}=40$	$x_{12}=39$	$x_{13}=38$	$x_{14}=37$	$x_{15}=36$	$x_{16}=35$	$x_{17}=34$	$x_{18}=33$	$x_{19}=32$	$x_{20}=31$
$x_{21}=30$	$x_{22}=29$	$x_{23}=28$	$x_{24}=27$	$x_{25}=26$	$x_{26}=25$	$x_{27}=24$	$x_{28}=23$	$x_{29}=22$	$x_{30}=21$
$x_{31}=20$	$x_{32}=19$	$x_{33}=18$	$x_{34}=17$	$x_{35}=16$	$x_{36}=15$	$x_{37}=14$	$x_{38}=13$	$x_{39}=12$	$x_{40}=11$
$x_{41}=10$	$x_{42}=9$	$x_{43}=8$	$x_{44}=7$	$x_{45}=6$	$x_{46}=5$	$x_{47}=4$	$x_{48}=3$	$x_{49}=2$	$x_{50}=1$
$x_{51}=51$	$x_{52}=52$	$x_{53}=53$	$x_{54}=54$	$x_{55}=55$	$x_{56}=56$	$x_{57}=57$	$x_{58}=58$	$x_{59}=59$	$x_{60}=60$
$x_{61}=61$	$x_{62}=62$	$x_{63}=63$	$x_{64}=64$	$x_{65}=65$	$x_{66}=66$	$x_{67}=67$	$x_{68}=68$	$x_{69}=69$	$x_{70}=70$
$x_{71}=71$	$x_{72}=72$	$x_{73}=73$	$x_{74}=74$	$x_{75}=75$	$x_{76}=76$	$x_{77}=77$	$x_{78}=78$	$x_{79}=79$	$x_{80}=80$
$x_{81}=81$	$x_{82}=82$	$x_{83}=83$	$x_{84}=84$	$x_{85}=85$	$x_{86}=86$	$x_{87}=87$	$x_{88}=88$	$x_{89}=89$	$x_{90}=90$
$x_{91}=91$	$x_{92}=92$	$x_{93}=93$	$x_{94}=94$	$x_{95}=95$	$x_{96}=96$	$x_{97}=97$	$x_{98}=98$	$x_{99}=99$	$x_{100}=100$
505	505	505	505	505	505	505	505	505	505

La entropía relativa se calcula como,

$$\begin{aligned}
 \sum_i^N q(x_i) \log \left(\frac{q(x_i)}{f(x_i)} \right) &= \left(1 \log \frac{1}{50} \right) + \left(2 \log \frac{2}{49} \right) + \dots + \left(100 \log \frac{1}{100} \right) \\
 &= 1,154.44
 \end{aligned}$$

La delta se calcula como,

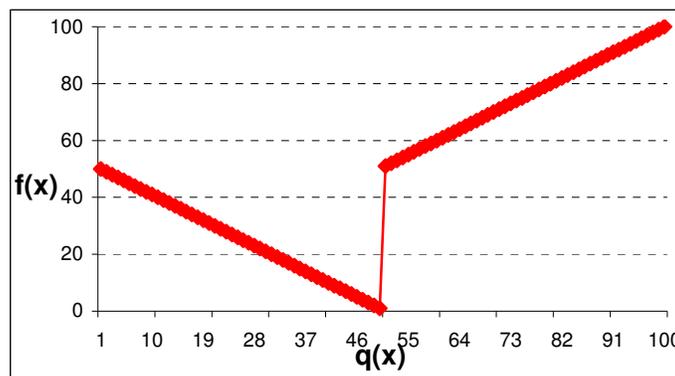
$$\delta = 1 - \frac{(N - 1)}{(N - k)} \left(\frac{SSW}{SST} \right) = 1 - \frac{(99)}{(90)} (1) = 1 - 1.1 = -0.1$$

El caso que acabamos de analizar tiene varianza cero, por lo que se decidió generar otros casos con diferente orden, y a cada uno se le evaluará la varianza, la entropía relativa y la delta.

En las siguientes tablas se muestran los distintos ordenamientos que se manejaron, acompañados de su respectiva gráfica y los valores de la varianza, entropía y delta.

S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9	S_{10}
50	49	48	47	46	45	44	43	42	41
40	39	38	37	36	35	34	33	32	31
30	29	28	27	26	25	24	23	22	21
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
505									

Tabla 3.2. Caso 1



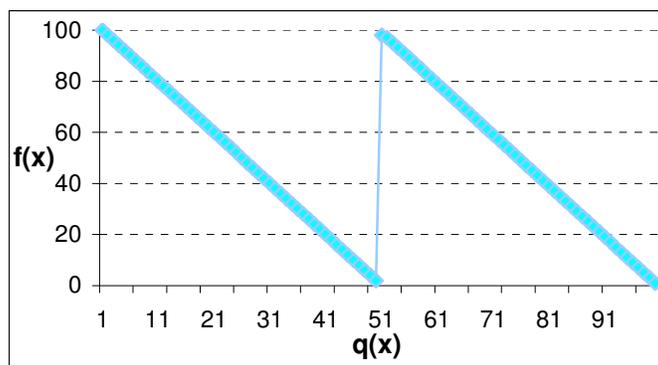
Gráfica 3.2. Caso 1

Varianza	0
Entropía	1,665.51
Delta	-0.1

Tabla 3.3. Estimadores caso 1

S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9	S_{10}
100	98	96	94	92	90	88	86	84	82
80	78	76	74	72	70	68	66	64	62
60	58	56	54	52	50	48	46	44	42
40	38	36	34	32	30	28	26	24	22
20	18	16	14	12	10	8	6	4	2
98	97	95	93	91	89	87	85	83	81
79	77	75	73	71	69	67	65	63	61
59	57	55	53	51	49	47	45	43	41
39	37	35	33	31	29	27	25	23	21
19	17	15	13	11	9	7	5	3	1
594	575	555	535	515	495	475	455	435	415

Tabla 3.4. Caso 2



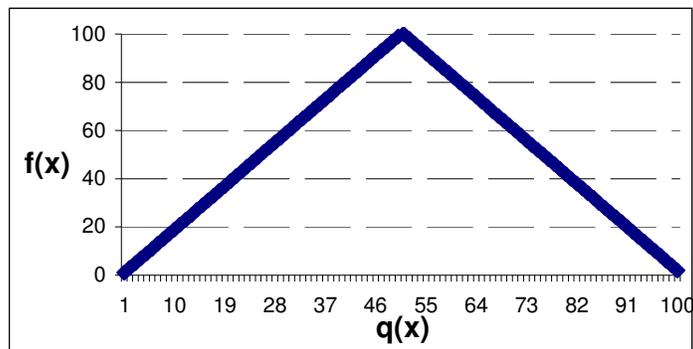
Gráfica 3.3. Caso 2

<i>Varianza</i>	328,210
<i>Entropía</i>	5,563.40
<i>Delta</i>	-0.0566221

Tabla 3.5. Estimadores caso 2

S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9	S_{10}
1	3	5	7	9	11	13	15	17	19
21	23	25	27	29	31	33	35	37	39
41	43	45	47	49	51	53	55	57	59
61	63	65	67	69	71	73	75	77	79
81	83	85	87	89	91	93	95	97	99
100	98	96	94	92	90	88	86	84	82
80	78	76	74	72	70	68	66	64	62
60	58	56	54	52	50	48	46	44	42
40	38	36	34	32	30	28	26	24	22
20	18	16	14	12	10	8	6	4	2
505									

Tabla 3.6. Caso 3



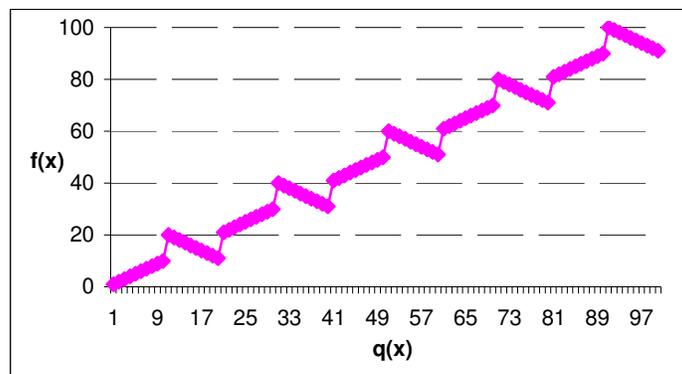
Gráfica 3.4. Caso 3

Varianza	0
Entropía	2,138.42
Delta	-0.1

Tabla 3.7. Estimadores caso 3

S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9	S_{10}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
40	39	38	37	36	35	34	33	32	31
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
60	59	58	57	56	55	54	53	52	51
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
80	79	78	77	76	75	74	73	72	71
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
100	99	98	97	96	95	94	93	92	91
505									

Tabla 3.8. Caso 4



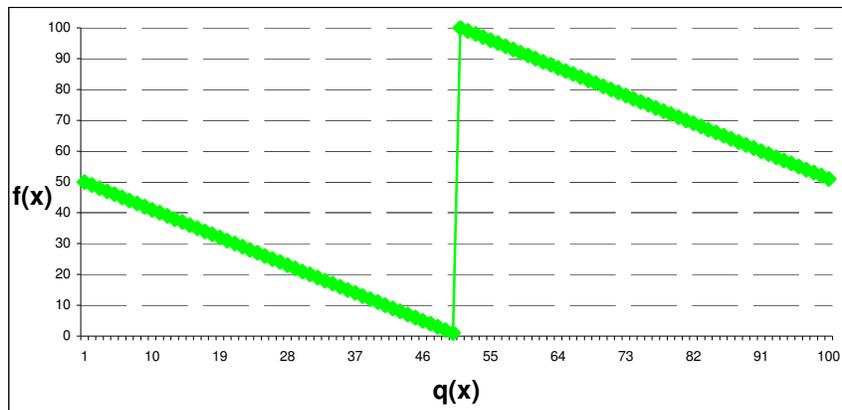
Gráfica 3.5. Caso 4

<i>Varianza</i>	0
<i>Entropía</i>	32.36
<i>Delta</i>	-0.1

Tabla 3.9. Estimadores caso 4

S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9	S_{10}
50	49	48	47	46	45	44	43	42	41
40	39	38	37	36	35	34	33	32	31
30	29	28	27	26	25	24	23	22	21
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
100	99	98	97	96	95	94	93	92	91
90	89	88	87	86	85	84	83	82	81
80	79	78	77	76	75	74	73	72	71
70	69	68	67	66	65	64	63	62	61
60	59	58	57	56	55	54	53	52	51
550	540	530	520	510	500	490	480	470	460

Tabla 3.10. Caso 5



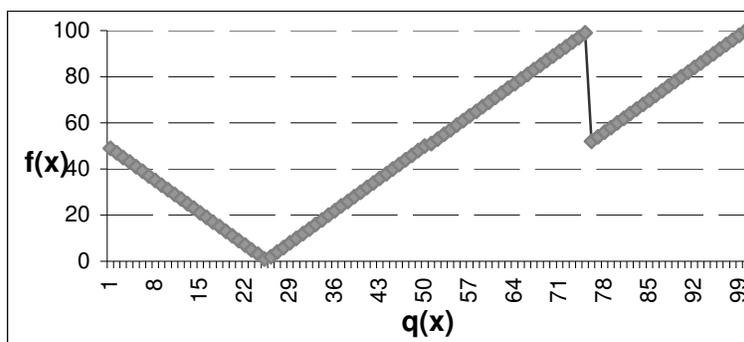
Gráfica 3.6. Caso 5

Varianza	82,500
Entropía	2,072.60
Delta	-0.08910891

Tabla 3.11. Estimadores caso 5

S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9	S_{10}
49	47	45	43	41	39	37	35	33	31
29	27	25	23	21	19	17	15	13	11
9	7	5	3	1	2	4	6	8	10
12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
51	53	55	57	59	61	63	65	67	69
71	73	75	77	79	81	83	85	87	89
91	93	95	97	99	52	54	56	58	60
62	64	66	68	70	72	74	76	78	80
82	84	86	88	90	92	94	96	98	100
488	496	504	512	520	482	494	506	518	530

Tabla 3.12. Caso 6



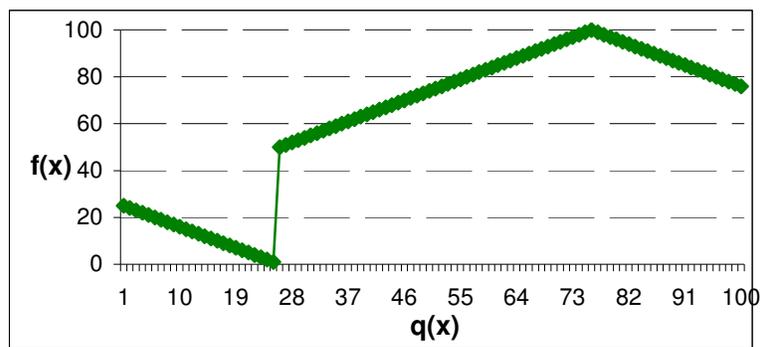
Gráfica 3.7. Caso 6

<i>Varianza</i>	20,900
<i>Entropía</i>	1,196.47
<i>Delta</i>	-0.09724092

Tabla 3.13. Estimadores caso 6

S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9	S_{10}
25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6
5	4	3	2	1	50	51	52	53	54
55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
85	86	87	88	89	90	91	92	93	94
95	96	97	98	99	100	99	98	97	96
95	94	93	92	91	90	89	88	87	86
85	84	83	82	81	80	79	78	77	76
600	600	600	600	600	650	650	650	650	650

Tabla 3.14. Caso 7



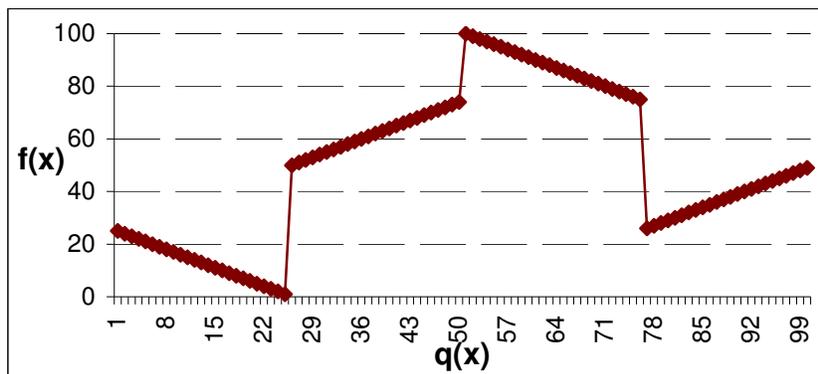
Gráfica 3.8. Caso 7

Varianza	62,500
Entropía	2,551.72
Delta	-0.09296495

Tabla 3.15. Estimadores caso 7

S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9	S_{10}
25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6
5	4	3	2	1	50	51	52	53	54
55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
100	99	98	97	96	95	94	93	92	91
90	89	88	87	86	85	84	83	82	81
80	79	78	77	76	75	26	27	28	29
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
505	503	501	499	497	545	497	499	501	503

Tabla 3.16. Caso 8



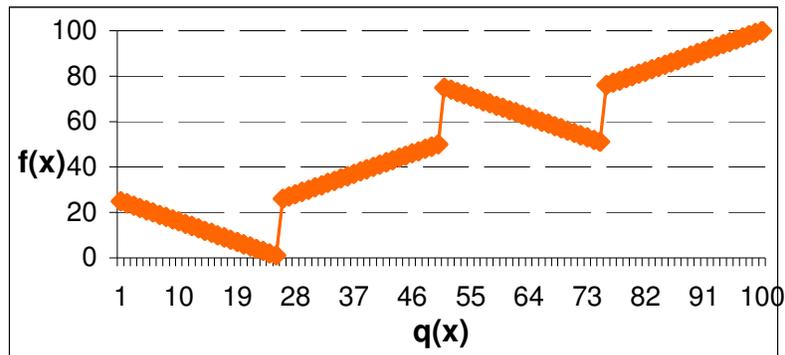
Gráfica 3.9. Caso 8

Varianza	18,400
Entropía	1,508.16
Delta	-0.09757096

Tabla 3.17. Estimadores caso 8

S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9	S_{10}
25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6
5	4	3	2	1	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
75	74	73	72	71	70	69	68	67	66
65	64	63	62	61	60	59	58	57	56
55	54	53	52	51	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
484	482	480	478	476	526	528	530	532	534

Tabla 3.18. Caso 9



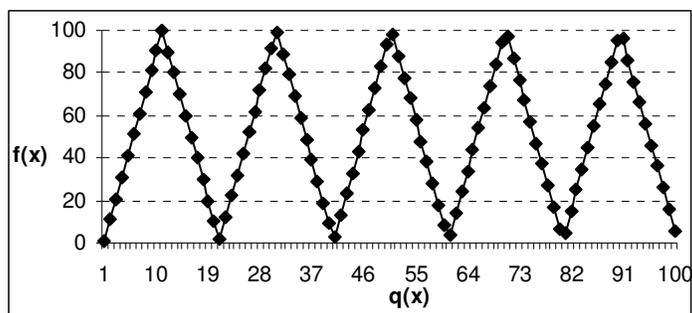
Gráfica 3.10. Caso 9

Varianza	62,256
Entropía	453.45
Delta	-0.09164356

Tabla 3.19. Estimadores caso 9

S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9	S_{10}
1	11	21	31	41	51	61	71	81	91
100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
2	12	22	32	42	52	62	72	82	92
99	89	79	69	59	49	39	29	19	9
3	13	23	33	43	53	63	73	83	93
98	88	78	68	58	48	38	28	18	8
4	14	24	34	44	54	64	74	84	94
97	87	77	67	57	47	37	27	17	7
5	15	25	35	45	55	65	75	85	95
96	86	76	66	56	46	36	26	16	6
505									

Tabla 3.20. Caso 10



Gráfica 3.11. Caso 10

<i>Varianza</i>	0
<i>Entropía</i>	3,120.55
<i>Delta</i>	-0.1

Tabla 3.20. Estimadores caso 10

	VARIANZA $Var(\hat{t}_\pi)$	ENTROPIA RELATIVA	DELTA δ
Caso1	0	1,154.44	-0.1
Caso3	0	2,285.75	-0.1
Caso4	0	22.43	-0.1
Caso10	0	973.12	-0.1
Caso8	18,400	1,151.78	-0.097571
Caso6	29,900	631.57	-0.097241
Caso9	62,256	314.31	-0.091644
Caso7	62,500	-667.61	-0.092965
Caso 0	82,500	0	-0.089
Caso5	82,500	1,436.61	-0.089109
Caso2	328,210	3,645.01	-0.056622
Caso MAS	757,500		

Tabla 3.22. Concentrado de valores estimados

Este primer ejemplo tiene varios resultados interesantes. El caso que se aproxima más a una curva (caso 3), fue uno de los cuatro que tuvo varianza 0 (varianza mínima), resultado esperado por las conclusiones del área de la Estereología.

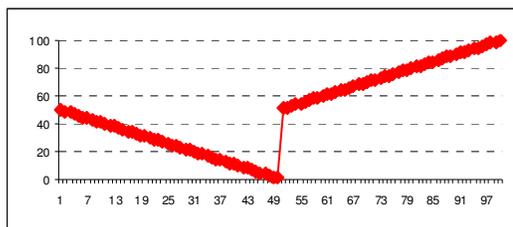
- i. No existe necesariamente un orden único que minimice la varianza, para este ejemplo al menos cuatro casos tuvieron varianza 0.
- ii. El caso 3, tuvo la mayor entropía relativa en comparación con los otros tres casos donde la varianza fue cero.
- iii. El estimador delta δ alcanzó su mínimo en los cuatro casos donde la varianza fue cero, definido como :

$$1 - \frac{(N-1)}{(N-k)} = 1 - \frac{(99)}{(90)} = -0.1.$$

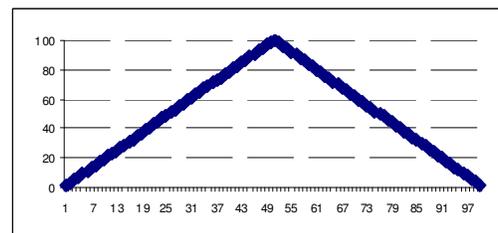
- iv. El valor máximo que podía alcanzar delta δ era **1**, sin embargo el caso con mayor delta fue el 2, registrando un valor de -0.056622 , lo que significa que los datos tienen una heterogeneidad alta dentro de las 10 muestras.
- v. Todos aquéllos que tuvieron varianza 0, registraron un $SSB = 0$, es decir hubo total homogeneidad entre las muestras, y el valor de δ alcanzó su mínimo total.
- vi. Todos los casos con orden diferente al aleatorio tuvieron una mejor eficiencia que el muestreo aleatorio simple. El caso ordenado que mayor varianza reportó fue el caso 2, y aún la varianza del muestreo aleatorio simple fue 2.3 veces mayor que esta última. Aunque posiblemente existan tipos de orden donde la varianza bajo un diseño de muestreo aleatorio simple sea menor que la varianza de un muestreo sistemático.
- vii. En el capítulo 2, se hace la demostración que la entropía relativa en orden creciente (Caso 0) es menor a la del orden curva (Caso 3). Este resultado también queda demostrado en este primer ejemplo. Es importante destacar que sólo los casos 2 y 7, salieron del intervalo de la entropía formado por el orden creciente y orden curva.

Casos donde la varianza fue cero

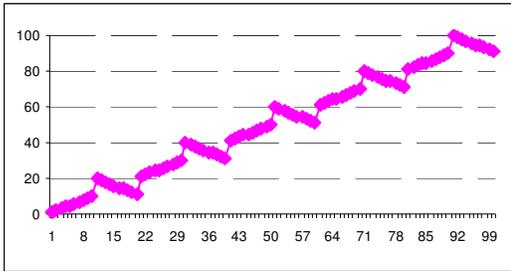
Caso 1



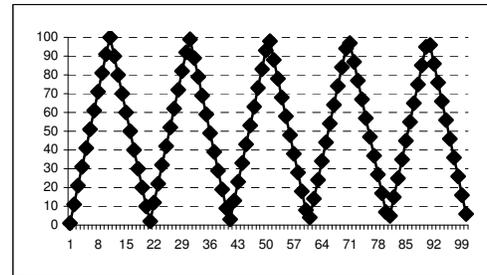
Caso 3



Caso 4



Caso 10



Las similitudes que tienen estos cuatro casos, muestran que tuvieron varianza cero con una $n = 10$:

- Líneas con pendiente igual pero con signo contrario
- Dichas líneas dividen a la población de tal manera que las unidades que se encuentran sobre cada línea es un total par. Ejemplo, Caso 1, 50, Caso 3, 50, Caso 4, 10, Caso 10, 10.

3.2. Elecciones Presidenciales de México en el 2000 a Nivel Estatal y Distrito Electoral.

Este análisis está basado en los resultados oficiales de las elecciones presidenciales de México en el año 2000. Se decidió estudiar esta información porque son datos reales, interesantes y complejos, y por lo tanto las conclusiones de este trabajo, toman un sentido más práctico. Igual que los otros ejemplos las unidades poblacionales de muestreo $u = \{x, y, a, z, \dots, l\}$ se ordenan de distintas maneras (creciente, tipo curva y aleatorio), en este ejemplo las unidades poblacionales son las secciones electorales, tomando como referencia a la variable de referencia l , que en este ejemplo es la Lista Nominal. En el primer ejemplo los datos fueron generados y se evaluaron once tipos de orden distintos, lo anterior se logró gracias a que las unidades y_i eran igualmente espaciadas, la $N = 100$ era “pequeña”, el tamaño de muestra era $n = 10$ y sólo había una variable.

En la práctica no suelen darse condiciones similares. En este ejemplo de elecciones presidenciales, la información es compleja. De manera similar lo que se busca es ver cuál de estos tres tipos de orden resulta ser más eficiente y bajo qué condiciones.

Las variables a considerar en este ejemplo son:

- **Lista Nominal l** .
- **Total X** . Es la suma de todos los votos correspondiente a los grupos políticos participantes.
- Las variables que indican el número de votos hacia los **grupos políticos Y** que participaron en las elecciones presidenciales del año 2000:

Debido a que la relación entre Lista Nominal y el voto es muy débil o nula a nivel nacional, se decidió trabajar a nivel entidad federativa, eligiendo a tres de ellas para esta evaluación. Los estados elegidos fueron Guanajuato, Sinaloa y Michoacán. En este ejemplo, se deseaba evaluar la eficiencia del muestreo sistemático bajo el orden curva y creciente con un estimador de razón, así como un muestreo aleatorio simple.

Defínase la razón como $R = Y/X$, donde,

- X = Es el número total de votos efectuados en la población a nivel entidad federativa.
- Y = Todos los votos a favor de un grupo político en específico a nivel entidad federativa.

La variable de referencia sobre la cual se ordenan los datos es la **Lista Nominal l** . También se decidió elegir varios tamaños de muestra n , estos fueron: 40, 80, 120, 160 y 200.

La hipótesis inicial fue que el orden en curva de las unidades poblacionaes u sería más eficiente que el orden creciente para las estimaciones de razón.

La siguiente tabla indica el número de grupos políticos que tuvieron el menor error cuadrático medio, con respecto a los tres tipos de orden. Solo se consideran los grupos políticos A_CAM, A_MEX y PRI, no así los demás partidos políticos debido a su reducido número de votos.

Es interesante hacer notar que en dos de los tres estados (Michoacán y Guanajuato), el 73% de los casos fue más eficiente el orden curva que el orden creciente. También es importante resaltar que el muestreo aleatorio simple resultó ser el menos eficiente.

n	Michoacán			Guanajuato			Sinaloa		
	Curva	Creciente	Aleatorio	Curva	Creciente	Aleatorio	Curva	Creciente	Aleatorio
40	2	1	0	3	0	0	1	2	0
80	1	2	0	3	0	0	0	3	0
120	3	0	0	3	0	0	2	1	0
160	2	1	0	0	1	2	3	0	0
200	3	0	0	2	1	0	0	3	0
Total	11	4	0	11	2	2	6	9	0
%	73%	26%	0%	73%	13%	13%	40%	60%	0%

Tabla 3.2.17. Número de Grupos políticos que tuvieron un menor error cuadrático medio con respecto a los tres tipos de orden (curva, creciente, aleatorio).

El que un tipo de orden sea en términos generales más eficiente que otro en una determinada población, no indica que para todas las variables sea así. Por ejemplo, la razón de votantes hacia el grupo político PRI, siempre tuvo una mejor eficiencia en Michoacán con un tipo de orden curva. Lo mismo ocurre para el grupo Alianza por México A_MEX en Guanajuato.

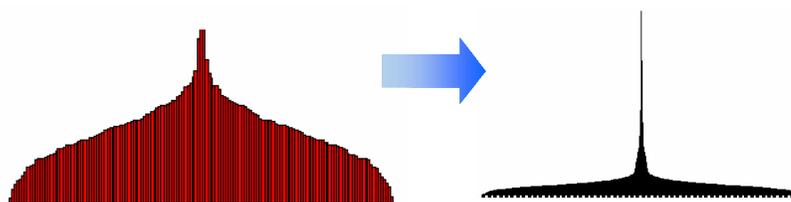
Otro resultado importante es que al cambiar el tamaño de la muestra, puede cambiar el tipo de orden más eficiente. Por lo que evaluar con una n específica no garantiza que los resultados obtenidos sean similares si se cambia la n .

4.1. Conclusiones

A continuación se presentan las conclusiones más sobresalientes de los ejemplos realizados, así como las de carácter general.

Ejemplo de los Números del 1 al 100

1. No existe un orden único que minimice la varianza
2. Sólo en este ejemplo al menos cuatro distintos tipos de orden tienen varianza 0.
3. En estos cuatro ejemplos, la entropía relativa se maximizó en el orden que es similar a la distribución normal.
4. En la medida en que la forma del histograma de los datos, se parezca menos a la normal, de igual manera, se debilita el supuesto de que el orden normal sea más eficiente que el orden creciente. Es decir que el ECM_{CURVA} sea menor que el $ECM_{CRECIENTE}$.



Ejemplo de las Elecciones presidenciales de México en el 2000 a nivel estatal y distrito electoral

1. No basta que el orden tipo curva de las unidades poblacionales μ sea similar a la normal, sino que además la variable auxiliar x sobre la cual se ordena debe estar altamente relacionada sobre la variable de interés y sobre la cual se infiere.

2. A nivel entidad federativa, no existe una tendencia hacia que algún tipo de orden sea más eficiente.
3. A nivel distrito, existen casos, donde se cumple que el orden curva sea muy parecido a la normal, y se obtiene una mejor eficiencia.

Generales

1. Para que el orden tipo curva sea más eficiente se deben de cumplir al menos las siguientes condiciones:
 - 1.1. Que al ordenar por la variable auxiliar x a las unidades poblacionales μ se logre un histograma similar al de una distribución normal.
 - 1.2. La relación entre la variable auxiliar x y la variable de interés y sea alta, entre más alta sea la correlación, más se favorecerá al orden tipo curva.
2. Para poder cumplir con el punto 1.1, es indispensable conocer los valores de la variable x para toda la población y para cumplir con el punto 1.2, es necesario que esa variable x esté relacionada con la variable o variables de interés lo que en la práctica resulta complejo.
3. Si no se puede cumplir con el punto 1.1 pero sí con el punto 1.2 se recomienda ordenar a las unidades poblacionales μ en orden creciente o curva, no en un orden aleatorio, para tener una mayor eficiencia.
4. Entre menor sea el tamaño de muestra mayor será el impacto en la eficiencia del orden elegido, dado que el tamaño de muestra en varias ocasiones es fijo por las variables de tiempo y costo, se sugiere analizar la condición de las variables y su relación, para elegir un orden que coadyuve a una mejor eficiencia.

5. Bibliografía

- Cochran, W. G. (1946). Relative accuracy of systematic and stratified random samples for a certain class of populations. *Ann. Math. Stat.*, 17, 164-177.
- Cochran W.G. (1977). Sampling Techniques, Tercera edición.
- Deming, William Edwards (1955). Some theory of sampling, New Cork: J Wiley.
- Diccionario de la Lengua Española, Real Academia Española, Vigésima Segunda Edición, 2001.
- Kish, L. (1965). Survey sampling. John Wiley & Sons, New York.
- Madow W.G., y Madow, L.H. (1944). On the theory of sistematic sampling, II. *Ann Math. Stat*, 20, 1-24.
- Renyi, Alfred (1970). Probability theory, North-Holland series in applied mathematics and mechanics, v.10.
- Särndal C.E., Bengt Swensson, Jan Wretman (1972). Model Assisted Survey Sampling, Springer Series in Statistics.

Environmental Efficiency of Agrochemical Use in Soybean Production in East Java, Indonesia

Joko Mariyono ✉

*PhD Candidate in International and Development Economics,
The Australian National University (ANU), Canberra.*

*B.Ag. (GMU, Indonesia),
Lecture and Researcher at University ANU*

*M.AgEc. (GMU, Indonesia),
Non-government Organisations.*

Abstract

This study aims to measure environmental efficiency in soybean production using stochastic production frontier. The study is conducted in East Java where soybean is cultivated intensively. The results indicate that environmental efficiency is very low, because of low output elasticity of agrochemicals. This implies that a large amount of agrochemicals is discharged, and this potentially causes non-point source pollution. The study suggests that to increase environmental efficiency, it is necessary to enhance farmer's knowledge through training and let farmers to be more experienced. This will result in improvement in technical efficiency leading to increase in environmental efficiency.

Keywords: Environmentally Damaging Input, Fertilisers, Pesticides, Soybean Production, Environmental Efficiency, and Stochastic Production Frontier

JEL Classification: Q12, Q59

✉ The authors appreciated the observations of two anonymous judges and it is the sole responsible of any mistake or omission in the article. The authors also thanks Heru Setyoko who used to work for FAO-IPM project office in Malang, and Field Leaders who works for Agricultural District Services (Diperta) of Mojokerto, Pasuruan and Banyuwangi for providing substantially worthwhile helps in the field observation and data collection. Address: J.G. Crawford Building No 13, ANU, Acton, Canberra 2601, ACT Australia. E-mail: joko.mariyono@anu.edu.au

Eficacia Ambiental de los Agroquímicos en la Producción de Soya en el Este de Java, Indonesia

Joko Mariyono ✉

*Candidato a Doctor en Economía Internacional y Desarrollo,
Universidad Nacional de Australia (ANU), Canberra.*

*B.Ag. (GMU, Indonesia),
Investigador en la Universidad ANU*

*M.AgEc. (GMU, Indonesia),
Organización no-gubernamental.*

Resumen

Este estudio apunta a medir la eficacia ambiental en la producción de la soya usando una frontera de producción estocástica. El estudio se conduce en el este de Java (Indonesia) donde la soya se cultiva de manera intensa. Los resultados indican que la eficacia ambiental es muy baja, debido a la baja elasticidad de producción de los agroquímicos. Esto implica que una cantidad de agroquímicos es descargada, y potencialmente causa contaminación. El estudio sugiere que incrementar la eficacia ambiental, es necesaria informar y capacitar a los granjeros para que sean expertos en el manejo de agroquímicos. Lo anterior resultará en un mejoramiento de la eficiencia técnica que conduzca a un aumento de la eficacia ambiental.

Palabras Clave: Daño Ambiental, Fertilizantes, Pesticidas, Producción de Soya, Eficacia Ambiental, y Frontera de Producción Estocástica.

Clasificación JEL: Q12, Q59

✉ Los autores agradecen los amables comentarios de dos dictaminadores anónimos, asumiendo la responsabilidad por cualquier omisión o error que se mantenga en el artículo. Dirección: J.G. Crawford Building No 13, ANU, Acton, Canberra 2601, ACT Australia. E-mail: joko.mariyono@anu.edu.au

I. Introduction

In the late of 1960s and early 1970s, it was commonly expected that growth of agricultural production would not be capable of keeping pace with the rising needs for food by our world population. But during the mid 1970s, there was a rapid growth in global food production, thus reducing the threat of over increasing gap between supply and demand for food. However, since the late 1980s, the optimism was tempered due largely to the persistent problem of insufficient supply for food in major part of the world and environmental and social concerns about intensive farming methods (Nijkamp and Vindigni 2000). As reported by the United Nation (1997) there is a greater recognition of the problem of food security in the medium and long term; and as a result of depletion of natural resources and of environmental and land degradation.

In Indonesia, particularly Java, land degradation related to intensive agricultural practice has been recognised well during the green revolution (Barbier 1989; Conway and Barbier 1990). Land degradation is associated with agrochemical use which has damaging effect on the environment (Bond 1996). In the practice of soybean farming, land degradation associated with agrochemical use seems to be exacerbated because soybean farming uses a lot of agrochemicals (Luther 1993).

There are still limited studies on agricultural efficiency that take environmental impact into account. Two studies have been done by Reinhard et al. (1999) and Reinhard et al. (2002) that examine efficiency of Dutch dairy farms, and by Woosink and Denaux (2002) that examine efficiency of pesticide use in transgenic cotton production in North Carolina, USA. All three studies have proposed a new concept on efficiency called environmental efficiency. The two-first studies use stochastic production frontier, whereas the third one uses deterministic cost frontier.

One thing that makes this study is different from those is that this study analyses environmental efficiency of multiple uses of damaging inputs, which have

not been conducted in the previous studies on economic efficiency of agricultural production, particularly in soybean production. The objective of this paper is to analyse the environmental efficiency of agrochemical use in soybean farming, with particular attention on fertilisers and pesticides. The analysis utilises a stochastic frontier production technique. This paper gives an overview of definition of environmental efficiency and its derivation from stochastic production function theory. These then are followed by explanations of variables and the data collection, and finally from the result and discussion of estimated model leads to interpretations and conclusions.

II. Theoretical Framework and Econometric Estimation

In modern agricultural practices, including producing soybean farming, agrochemical inputs are commonly used. The inputs are environmentally damaging. Dealing with damaging inputs in agricultural practices will associate with what called non-point source pollution, i.e. a form of pollution whose source and quantity are difficult to identify (Grafton et al. 2004). The pollution happens because the chemical inputs used are not perfectly captured by the production system, and are discharged into the environment (Cacho 1999). Based on the fact above, it is relevant to use a concept of environmental efficiency to analyse agricultural practices that use damaging inputs. Adopting a concept introduced by Reinhard et al (1999 and 2002), the definition of environmental efficiency is the ratio of minimum attainable environmentally detrimental input use to actual use given actual level of output and other input at the state of technology. Graphically, the environmental efficiency can be represented in Figure 1.

Let Y be output produced with a variable detrimental input X and a fixed conventional input \bar{Z} , which follows production frontier technology $f(\bar{Z}, X)$. Actually, the producer will be able to produce at the potential level of output Y^{pot} , if the producer operates his/her firm efficiently. But at point A, when the firm is operated inefficiently, the actual level of output will be Y^{ac} . In this case the rate of technical efficiency, φ , is the ratio of Y^{ac} to Y^{pot} (Sadoulet and de Janvry 1995). At

the actual level of Y^{ac} , the minimum level of input used to produce is X^{min} if the firm is efficiently operated. It means that there is some level of input discharged in the environment. Environmental efficiency, ψ , is the ratio of X^{min} to X^{ac} (Reinhard et al 1999 and 2002). In mathematical terms, that definition can be expressed in a series of equations below.

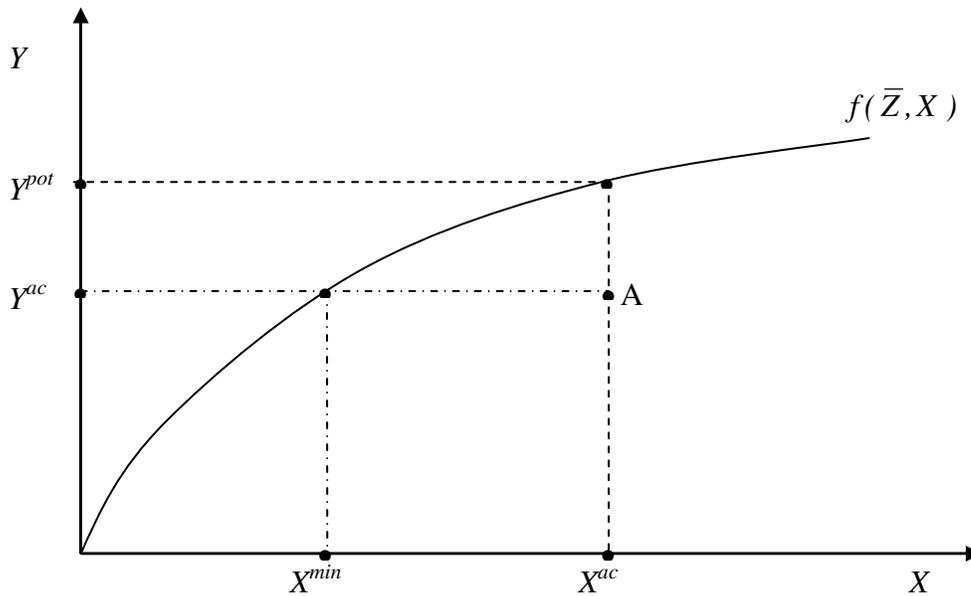


Figure 1. Graphical representation of environmental efficiency

Let the kernel deterministic frontier production function taking a form of Cobb-Douglas technology be

$$Y_{pot} = AX^{\alpha} \bar{Z}^{1-\alpha} \quad (1)$$

Given actual output, Y^{ac} and actual input X^{ac} , the technical efficiency, φ , can be expressed as:

$$\varphi = \frac{Y^{ac}}{Y^{pot} | X^{ac}} \quad (2)$$

Furthermore, the environmental efficiency, ψ , can be expressed as:

$$\psi = \frac{X^{min} | Y^{ac}}{X^{ac}} \quad (3)$$

It needs to explore the relationship between φ and ψ . When firm is efficiently operated, Y^{ac} can be produced with given level of \bar{Z} and the level of input X^{min} . In this case, X^{min} given Y^{ac} is expressed as:

$$X^{min} | Y^{ac} = \left(\frac{Y^{ac}}{A\bar{Z}^{1-\alpha}} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \quad (4)$$

Recall that $Y^{ac} = \varphi Y^{pot}$, and $Y^{pot} = AX^{\alpha}\bar{Z}^{1-\alpha}$, then plugging equation (4) into equation (3) and rearranging yields the environmental efficiency measure which can be expressed as:

$$\psi = \frac{\left(\frac{\varphi A (X^{ac})^{\alpha} \bar{Z}^{1-\alpha}}{A\bar{Z}^{1-\alpha}} \right)^{\frac{1}{\alpha}}}{X_{ac}} = \varphi^{\frac{1}{\alpha}} \quad (5)$$

Equation (5) shows that the environmental efficiency can be indirectly estimated in two steps. First, the technical efficiency and the parameters related to the use of detrimental input are estimated using stochastic production frontier. Second, the environmental efficiency is derived using the estimated technical efficiency and parameters. It can be seen that there are two conditions that make environmental efficiency exactly the same as technical efficiency. First when production is linear ($\alpha = 1$), and second when the firm is operated fully technically efficient ($\varphi = 1$).

To measure technical efficiency, it is appropriate to use stochastic production frontier because agricultural output is typically treated as a stochastic variable due to natural shocks such as weather conditions, pests and diseases. The stochastic production frontier in terms of log-linear Cobb-Douglas technology is expressed as

$$\ln Y_{it} = \ln \alpha_0 + \sum \alpha_k \ln X_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

where Y_{it} is soybean production, X_{1i} is land, X_{2i} is seed, X_{3i} is labour, X_{4i} is fertilisers, X_{5i} is pesticides, X_{6i} is irrigation, X_{7i} is weeding, X_8 is time trend, In

represents natural logarithm, α_i are unknown parameters to be estimated and ε_{it} is disturbance error. Following the Battese and Coelli (1995) model specification of stochastic frontier, the error disturbance is decomposed as

$$\varepsilon_{it} = V_{it} - U_{it} \tag{7}$$

The systematic component V_{it} , which captures random variation in output due to factors outside the control of the farmer, is assumed to be independently and identically distributed (*iid*) as $N(0, \sigma_v^2)$, independent of U_{it} , which measures the technical inefficiency relative to the stochastic frontier. Most of the empirical literature suggests that, U_{it} is assumed to have a non-negative (one-sided) half-normal distribution with $N(0, \sigma_u^2)$. However, if technical inefficiency is affected by some factors, the assumption of U_{it} to be *iid* $N(0, \sigma_u^2)$ is no longer relevant (Battese and Coelli 1995). Following Battese and Coelli's (1995) approach, technical inefficiency effects are specified in the stochastic frontier model and assumed to be independently but not identically distributed non-negative random variables. For the i^{th} farm in the t^{th} period, the U_{it} is truncated at zero of the normal distribution with (μ_{it}, σ_u^2) , where μ_{it} is dependent on some factors of \mathbf{Z} . This can be formulated as:

$$\mu_{it} = \delta_0 + \sum \delta \mathbf{Z}_{it} \tag{8}$$

Consider σ_u^2 and σ_v^2 are the variances of the parameters one-sided (u) and systematic (v) respectively, and define

$$\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2 \tag{9}$$

According to the study of Jondrow et al. (1982), the ratio of the two standard errors:

$$\gamma = \sigma_u^2 / \sigma^2 \tag{10}$$

represents a total variation of actual output deviating from the frontier. It can be attributed to TE (Battese and Corra 1977). Thus, based on the assumption that u_i and v_i are independent, the parameters of the production frontier can be estimated using a maximum likelihood method and econometric software. Furthermore, given a multiplicative production frontier for which the production function is specified, the

farm-specific technical efficiency of the i^{th} farm in the time t^{th} period is estimated using the expectation of conditional random variable ε_i as shown by Battese and Coelli (1988). That is:

$$\varphi_{it} = \frac{E(Y_{it} | U_{it}, X_{kit})}{E(Y_{it} | U_{it} = 0, X_{kit})} = \exp\{-U_{it}\} \quad (11)$$

It is shown that the technical efficiency, φ_{it} , lies between 0 and 1. When φ_{it} is equal to 1, the actual output lies on the stochastic frontier production. When technical efficiency is equal to unity, the actual output lies on the stochastic production frontier. After technical efficiency is estimated, the environmental efficiency of each agrochemical use can be estimated using equation (5).

To understand factors determining variation in technical efficiency, it is necessary to analyse the farmer's characteristics that influences the technical efficiency performance. A model of estimating the factors is expressed as:

$$\mu_{it} = \delta_0 + \delta_1 AG + \delta_2 ED + \delta_3 FG + \delta_4 OW + \delta_5 TR + \omega \quad (9)$$

where AG is farmer's age, ED is level of education, FG is a dummy for joining in farmers' group, OW is a dummy for landowner, TR is a dummy for training and ω is error terms which is *i.i.d.* $\sim (0, \sigma_\omega^2)$. If the characteristics have negative impacts, this means that increases in those characteristics lead to higher technical inefficiency.

To identify whether production function and technical efficiency matter in soybean production, some hypotheses are built. The first hypothesis is that parameters on production function are jointly significant. The formulation of such hypothesis is expressed as:

$$H_0: \alpha_0 = \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 = \alpha_6 = \alpha_7 = \alpha_8 = 0$$

$$H_1: \text{one of them} \neq 0$$

Second, variation in actual production that deviates from production frontier is due to variation in technical efficiency. It can be formally formulated as:

$$H_0: \gamma = 0$$

$$H_1: \gamma > 0$$

The third hypothesis is that environmental efficiency is dependent on some farmers' characteristics. It can be formally formulated as:

$$H_0: \delta_0 = \delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = \delta_4 = \delta_5 = 0$$

$$H_1: \text{one of them} \neq 0$$

FONTRIER 4.1, a computer program created by Coelli (1996) is used to estimate the parameters of the stochastic frontier production function, and technical inefficiency effect. This is because the program is capable of estimating all of the parameters in one step to overcome this inconsistency. In the one-step procedure, the inefficiency effects are defined as a function of the farm specific factors but they are then incorporated directly into the maximum likelihood estimation (MLE) (Battese et al. 1989). It performs an MLE involving a three-step procedure. The first stage involves the OLS estimation of β and σ^2 . All estimators are unbiased except the intercept term and σ^2 . The second stage involves the evaluation of the likelihood function for a number of values of γ in the range zero to one, and the adjustment of the OLS estimates for σ^2 and intercept for use in the final stage. Finally, the largest log-likelihood values from the second stage are used as starting values in an iterative maximisation routine, which obtains the maximum likelihood estimates (Coelli et al. 1998).

III. Study Site and Data Collection

Three districts of East Java: Mojokerto, Pasuruan, and Banyuwangi are selected as study site since soybean-based agribusiness is intensively conducted. Java is one of the largest islands of Indonesia, which is most populated. Figure 2 shows the location of study site.

This study employs the before and after approach as suggested by Gittinger (1982) with the particular objective of identifying the impact of the training programme. Data is collected during soybean-planting season of 1997 and 1998/1999. The procedures of data collection are done as follow.



Figure 2. Location of Study

In the soybean-planting season of 1997, there are twenty randomly selected farmers in each region. The selected farmers then were observed during one planting season before attending training. The activities related to soybean cultivations starting from land preparation to harvesting were recorded in the structured forms. After harvesting, the selected farmers participated in a training programme for one planting season. In 1998, after completing the training programme, the farmers were for a second time observed in order to keep information of the activities related to soybean cultivation. The data were recorded in the same form as before. Output and tradable input is measured in terms of local currency, Indonesian Rupiah (IDR). This is because the output and input have different price with different quality. Labour is measured in number of days devoted in farm (man-day), whereas sown land is measured in thousands squared meter (000m^2).

IV. Result and Discussion

Summary statistics for variables used in estimating stochastic production frontier is provided in Table 1, whereas for variables used in estimating technical inefficiency model is provided in Table 2.

Table 1. Summary statistics for stochastic production frontier

Variable	Obs.	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Production (IDR)	120	696,507	459,636	153,750	2,189,000
Land (000m ²)	120	5.1	2.36	1.5	10
Seed (IDR)	120	40,603	22,998	5,400	135,000
Labour (man-day)	120	31	19	8	108
Fertilisers (IDR)	120	33,427	24,832	0 ⁺	110,000
Pesticides (IDR)	120	26,204	26,667	0 ⁺	151,500
Irrigation (IDR)	120	12,883	8,680	0 ⁺	40,000
Weeding (IDR)	120	32,029	22,662	0 ⁺	87,500

Note: IDR is Indonesian currency Rupiah
Source: author's calculation

Table 2. Summary statistics for socio-economic factors

Variable	Obs.	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Age (year)	120	45.33	9.08	23	67
Education (1= ES, 2=JHS, 3= SHS)	120	1.73	0.86	1	3
Joining group (1=joining, 0= otherwise)	120	1.32	1.00	0	3
Landowner (1=owner, 0= otherwise)	120	0.50	0.24	0	1
Training (1=trained, 0= otherwise)	120	0.50	0.50	0	1

Note: ES: elementary school, JHS: junior high school, SHS: senior high school.
Source: author's calculation

Table 3 shows stochastic frontier production and technical inefficiency effects. It can be seen that γ in the models is significant. These indicate that around 99 percent of deviation in actual output relative to the potential production is explainable by variation in technical efficiency.

The production function shows that output elasticity with respect to each input is positive and significant, except pesticides. This means that pesticides are

no longer useful and the use of pesticides tends to be excessive. There are two possible cases causing the output elasticity of pesticides. First, there is no serious pest infestation, such that pesticides are actually no longer needed. Second, pesticides are no longer effective in diminishing pest infestation. In the case of soybean, the second case seems to be irrelevant. This is because pesticides are still effective in controlling pest infestation in soybean, but ineffective in controlling pest infestation in rice (Mariyono 2002). One interesting aspect to point out is that technical change, which is represented by time trend, is marginally significantly positive. This means that particular agronomical technology applied in soybean production tends to go through improvement. O'Neill and Matthews (2001) call the phenomenon as technological progress, at which production can be increased with the same level of input use.

Table 3. Stochastic production frontier and technical inefficiency model

Variable	Coefficient	Standard-error	z-ratio
Stochastic Production Frontier			
Constant	9.2637	0.9950	9.3100 ^d
Land (logged)	0.6773	0.1837	3.6877 ^d
Seed (logged)	0.1821	0.0911	1.9981 ^c
Labour (logged)	0.2417	0.1092	2.2139 ^c
Fertilisers (logged)	0.0144	0.0115	1.2572 ^b
Pesticides (logged)	0.0003	0.0068	0.0490 ^a
Irrigation (logged)	0.0091	0.0048	1.9119 ^c
Weeding (logged)	0.0308	0.0042	7.4009 ^d
Time trend	0.1257	0.1093	1.1501 ^a
Technical Inefficiency Model			
Constant	0.2875	0.2467	1.1656 ^a
Age	-0.0045	0.0034	-1.3152 ^b
Education	-0.0237	0.0233	-1.0159 ^a
Joining group	0.0305	0.0206	1.4818 ^b
Landowner	0.6057	0.0526	11.5050 ^d
Training	-0.0417	0.0166	-2.5054 ^c
σ^2	0.0264	0.0037	7.0427 ^d
γ	0.9999	0.0372	26.8657 ^d
L- likelihood	78.2992		
LR test (7)	147.3859 ^d		

Note: Dependent variable: soybean production (logged) and TI ($=\mu_{it}$); a) insignificant; b) significant at $\alpha= 10\%$; c) significant at $\alpha= 5\%$; d) significant at $\alpha= 1\%$

Source: Author's estimation

From the technical inefficiency model furthermore, it can be seen that age, and training significantly reduce technical inefficiency. This implies that more experienced and trained farmers are more technically efficient in operating farms. As expected, farmers are more capable of operating farm more technically efficiency after participating the training. Training is capable of reducing technical inefficiency meaning that the average production function comes closer to the stochastic frontier production. This is logical since the training, in this case, is on management of agro-ecosystems in which farmers are trained on how to analyse their farms based on the observed information (Untung 1996). This finding is in line with most cases summarised by Munroe (2001) that, extension programmes in developing country agriculture have significant impact on increasing technical efficiency. However, farmers joining the farmers group and operating farms on their own land are less technically efficient. These findings contradict the finding of Acharya (1999) who states that landowner is less efficient in terms of allocating input. Farmers who join in a group are less technically efficient as well. This is because most of those who join in the group are landowners.

From the estimated technical efficiency, the environmental efficiency of uses of agrochemical inputs can be derived using the coefficients on fertilisers and pesticides. Despite the fact that the coefficient on pesticides is individually insignificant, it can still be used to calculate environmental efficiency of pesticide use. This is because overall test for coefficient of the model is statistically significant. The summary statistic of technical efficiency and environmental efficiency of agrochemical use is shown in Table 4.

Table 4. Summary statistic of Technical and Environmental Efficiency

Environmental Efficiency	Average	Standard Deviation	Maximum	Minimum
Technical	0.6984	0.1942	0.9998	0.3803
Fertilisers	0.0397	0.1488	0.9896	0.0000 ⁺
Pesticides	0.0053	0.0579	0.6342	0.0000 ⁺

Source: Author's estimation

It can be seen from Table 4 that the environmental efficiency of fertilisers and pesticides is extremely low. The main cause of extremely low environmental efficiency is that elasticity of output with respect to fertilisers and pesticides is very low. Biologically, soybean does not need to get additional fertiliser application because it has capability of fixating Nitrogen from the air with help from bacteria (Luther 1993). As a result, soybean is not too responsive with fertiliser application. Related to the use of pesticides, this finding is closely fit with the statement of Pimentel et al. (1993) that pesticide use in agricultural system is very inefficient because only one percent of pesticides used in on target, and the rest is discharged in the environment. In addition, the environmental efficiencies are less than technical efficiency because of concavity of production function. This is in line with the finding of Wossink and Denaux (2004) that environmental efficiency of pesticide use is always less than technical efficiency. The implication of low environmental efficiency is that more than 95 percent of uses of agrochemicals are not captured by the production system, and the amount of agrochemicals discharged into environment brings about non-point source pollution.

Since the environmental efficiency is positively dependent on the level of technical efficiency, an increase in technical efficiency will lead to enhancement of environmental efficiency. Therefore, it is adequate to enhance the environmental efficiency by improving technical efficiency, because there is still considerable room to improve the technical efficiency, which on average is 0.7 percent, with the existing agronomical technology. Improving technical efficiency is more cost-effective than introducing new technology if the existing technology has not been utilised effectively (Shapiro 1983; Belbase and Grabowski 1985). Increasing farmers' knowledge through training, and informal education is expected to be capable of enhancing technical efficiency. Related to the farmers' experience, farmers will involuntarily enhance environmental efficiency, because they will operate soybean farming more technically efficient as their experience increases. Another reasonable action is to reduce agrochemical use which has very low

impact in reducing output. However, the reduction of agrochemical use requires further analysis such that it does not bring about farmers suffer from financial loss.

V. Conclusion

Soybean farming has used environmentally damaging inputs, and the uses of those are hypothesised to be inefficient; and it is therefore important to measure efficiency of use agrochemical inputs. Using stochastic frontier production functions indicates that technical efficiency has a key role in affecting soybean production. On average, the technical efficiency of soybean farms is 70 percent and the environmental efficiency of agrochemical use is less than five percent. The extremely low environmental efficiency is caused by low elasticity of output with respect to agrochemical inputs. Because of very low environmental efficiency, it has an implication that agrochemical use will lead to high non-point source pollution. Given the state of agronomical technology for soybean production, it is crucial to improve technical efficiency leading to increase in environmental efficiency. Sending farmers to training and letting farming to be more experienced is wise actions of enhancing technical efficiency in soybean production. Slight reduction in agrochemical use is expected to be able to diminish non-point source pollution. These actions are expected to be capable of protecting agricultural environment and resource from being deteriorated, and finally make the soybean production sustainable.

VI. References

- Acharya, R. N., 1999. The Impact of share tenancy on resource allocation: evidence from Nepal. Paper to be presented at the AAEA Meeting, August 1999, Nashville, TN.
- Barbier, E.B. 1989. 'Cash crops, food crops, and sustainability: the case of Indonesia', *World Development*, 17 (6): 879-95.

- Battese, G. E., Coelli T. J. and Colby, T. C., 1989. 'Estimation of frontier production functions and the efficiencies of Indian farms using panel data from ICRISAT's village level studies', *Journal of Quantitative Economics*, 5(2): 327-48
- Battese, G.E and Coelli, T., 1988. 'Prediction of firm-level technical efficiency with a generalized frontier production function and panel data', *Journal of Econometrics*, 38: 387-99.
- Battese, G.E. and Coelli, T. 1995. 'A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data', *Empirical Economics*, 20: 325-32.
- Battese, G.E. and Coelli, T.J. 1995. 'A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data', *Empirical Economics*, 20: 325-32.
- Battese, G.E. and Corra, G.S. (1977), 'Estimation of a production frontier model: with application to the pastoral zone of eastern Australia', *Australian Journal of Agricultural Economics*, 21: 169-179.
- Belbase, K. and Grabowski, R., 1985. 'Technical efficiency in Nepalese agriculture', *Journal of Development Areas*, 19: 515-25.
- Bond, J.W., 1996. *How EC and World Bank Policies are Destroying Agriculture and the Environment*. AgBé Publishing, Singapore.
- Cacho, O.J., 1999. *Dynamic Models, Externalities and Sustainability in Agriculture*, Working Paper Series in Agricultural and Resource Economics 99-4 – April 1999 the University of New England.
- Coelli, T., 1996. 'A Guide to FRONTIER Version 4.1: a computer program for stochastic frontier production and cost function estimation' Centre for efficiency and Productivity Analysis University of New England, Armidale.
- Coelli, T., Rao, D.S. P. and Battese, G., 1998. *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Kluwer Academic Publishers. London.

- Conway, R. G.; Barbier, B. E., 1990. *After Green Revolution: Sustainable agriculture for development*. Earth Scan Publication, London
- Gittinger, J.P., 1982. *Economic Analysis of Agricultural Projects*. The John Hopkins University Press. Baltimore.
- Grafton, R.Q., Adamowicz, W., Dupont, D., Nelson, H., Hill, R.J. and Renzetti, S., 2004. *The Economics of the Environment and Natural Resources*, Blackwell Publishing, Carlton.
- Jondrow, J., Lovell, C.A.K., Materov, S., Schmidt, P., 1982. 'On the estimation of technical efficiency in the stochastic frontier production function model', *Journal of Econometrics*, 19: 233-8.
- Luther, G. C., 1993. *An Agro-ecological Approach for Developing an Integrated Pest Management System for Soybeans in Eastern Java*. Unpublished PhD. Dissertation, University of California, Berkeley.
- Mariyono, J., 2002. 'Hubungan antara serangan hama dan penggunaan pestisida: pendekatan analisis ekonometrik pada padi dan kedelai', *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 8 (1):
- Munro, D., 2001. 'Economic efficiency in Polish peasant farming: an international perspective', *Regional Studies*, 35(5): 461-71.
- Nijkamp, P and Vindigni, G., 2000. 'Food security and agricultural sustainability; a comparative multi-country assessment of critical success factors', Tinbergen Institute Discussion Paper 070/3.
- O'Neill, S., and Matthews, A., 2001. 'Technical change and efficiency in Irish agriculture', *The Economic and Social Review*, 32(3):263-84.
- Pimentel, D., H. Acquay, M. Biltonen, P. Rice, M. Silva, J. Nelson, V. Lipner, S. Giordano, A. Horowitz, M. D'Amore (1993). Assessment of Environmental and Economic Impacts of Chemical pesticides Use, in D. Pimentel and H. Lehmann (eds.): *The Chemical Pesticides Question - Environment, Economics and Ethics*, Chapman & Hall, New York, London.

- Reinhard, S., Lovell, C.A., Thijssen, G., 1999. 'Econometric estimation of technical and environmental efficiency: an application to Dutch dairy farms', *American Journal of Agricultural Economics*, 81:44-60.
- Reinhard, S., Lovell, C.A., Thijssen, G., 2002. 'Analysis of environmental efficiency variation', *American Journal of Agricultural Economics*, 84(4):1054-65.
- Sadoulet, E. and de Janvry, A., 1995. *Quantitative Development Policy Analysis*, John Hopkins Univ. Press, Baltimore.
- Shapiro, K.H., 1983. 'Efficiency differentials in peasant agriculture and their implications for development policies'. *Journal of Development Studies* 19: 179–90.
- United Nations, 1997. *Critical Trends: Global Changes and Sustainable Development*, UN Department for Policy Coordination and Sustainable Development, New York.
- Wossink, A. and Denaux, Z.S., 2002. 'Environmental and cost efficiency of pesticide use in transgenic and conventional cotton production'. North Carolina State University, Dept. Agricultural and Resource Economics, August 22, 2004.

Econometric Estimation of the Risk in Mexico, Brazil and Argentina Stock Markets

Pablo López Sarabia 

*Department of Finance, Teacher and Researcher,
Tecnológico de Monterrey, Campus State of México*

Abstract

This paper compares volatility of the Mexican, Brazilian and Argentine stock markets, through the three types of conditional volatility models GARCH, TGARCH, and EGARCH. The estimation of the conditional volatility of each emerging stock market in the different financial crises of the decade from 1990 and the terrorism attack in WTC from New York shows that the crisis of the Mexican peso didn't generate a higher volatility as other crises like the ones of Russia and Brazil. The results indicate that IPyC index is the most sensitive emerging stock market to financial crises than the other ones; the coefficient of variation confirms these results, although the GARCH model plots are deceptive as far as the true level of risk, when the units of stock market index change considerably. The impulse-response functions are considered, in order to find the causality between volatility of different markets (Mechanism of transmission).

Keywords: Volatility Models, GARCH, TGARCH, EGARCH, Coefficient of Variation, Impulse-Response Function, Financial Crisis.

JEL Classification: C10, C22, C32 y C53

 The author won CLADEA 2005 Award in finance, Santiago de Chile, Chile. The author appreciated the observations of two anonymous judges and it is the sole responsible of any mistake or omission in the article. Also the author is student of the Ph.D. Program in Economics, UNAM. E-mail: plopezs@itesm.mx

Estimación Econométrica del Riesgo en el Mercado Accionario de México, Brasil y Argentina

Pablo López Sarabia ✉

*Profesor-Investigador, Departamento de Finanzas,
Tecnológico de Monterrey, Campus Estado de México*

Resumen

El paper compara la volatilidad de las bolsas de valores de México, Brasil, y Argentina, a través de tres tipos de modelos condicionales de la volatilidad tales como GARCH, TGARCH, y EGARCH. La estimación de la volatilidad condicional sirve para estimar el riesgo bursátil en las diversas crisis financieras de la década de 1990 y el ataque terrorismo al World Trade Center, WTC de la Ciudad de Nueva York. La evidencia empírica demuestra que la crisis del peso mexicano no generó una mayor volatilidad en comparación con otras crisis como la rusa y brasileña. Los resultados también indican que el índice de precios y cotizaciones, IPyC de México es la bolsa emergente más sensible a las crisis financieras que las otras; el coeficiente de variación confirman estos resultados. Aunque las gráficas del modelo GARCH son engañosos, cuando las unidades del índice de la bolsa cambian considerablemente. Las funciones de impulso-respuesta se consideran, para encontrar la causalidad entre la volatilidad de diversos mercados (mecanismo de la transmisión).

Palabras Clave: Volatility Models, GARCH, TGARCH, EGARCH, Coefficient of Variation, Impulse-Response Function, Financial Crisis.

Clasificación JEL: C10, C22, C32 y C53

✉ El autor fue ganador del premio al mejor artículo en finanzas en la reunión de CLADEA 2005 en Santiago de Chile, Chile. El autor agradece las observaciones de dos dictaminadores anónimos, asumiendo la responsabilidad por cualquier omisión o error que se mantenga en el artículo. El autor también es estudiante del programa doctoral en Economía en la UNAM. E-mail: plopezs@itesm.mx

I. Introduction

Since the last decade there has been an increasingly and used of volatility models in order to understand and explain economic and financial variability series. Conventional time series and econometric models uses constant variance but evidence has shown that variance on long-run periods seems to be non-constantly. One of the first conditional volatility models was developed by Engle (1982) who introduced an ARCH model that describes the conditional variance which stands for autoregressive conditional heteroskedasticity.

The ARCH model basically assumes that the variance of tomorrow's return is an equally weighted average of the squared residuals of the last periods and this model lets the weights be parameters to be estimated. A generalization of the ARCH model is the GARCH parametrization introduced by Bollerslev (1986). The main characteristic of GARCH models is that it has declining weights that never go completely to zero. The GARCH model asserts that the best predictor of the variance in the next period is a weighted average of the long-run average variance, the variance predicted for this period, and the new information in this period that is captured by the most recent squared residual.

The usefulness of conditional volatility models has been especially in analyzing financial data since it has been observed an amplitude of the returns which varies over time described as "volatility clustering".

This document makes a comparative analysis of volatility models among important American emerging stock markets as Mexico, Argentina and Brazil, during the 1990's financial crises. We use the GARCH conditional volatility and two important extensions as TGARCH and EGARCH in order to capture asymmetric effects of returns on the conditional volatility and prove whether or not negative returns have been dominating positive returns even in bullish markets. We aim to show and measure which country has been more affected by financial crises. The important

purpose of this document is to answer: what is the importance of volatility in the basic nature of investments?

Other studies have investigated volatility in emerging markets and it has been found, as Aggarwal (1999) did, that most events tend to be local and only the October 1987 crash was a global event that caused a significant jump in the volatility of several emerging stock markets. Others, Edwards and Susmel (2000), have shown that there is a strong evidence of volatility co-movements across countries especially among the MERCOSUR countries with no results of contagion stories. Patel and Sarkar (1998) concluded that there is a strong evidence of contagion within regions and those stock markets affected by the crisis are about equally affected, both in terms of the severity of the price decline and the duration of the crisis. They also stated that for short horizons, prices are autocorrelated, whereas for longer horizons there is evidence of mean reversion. Showing that over long horizons prices do recover from crash, but the recovery time is longer for emerging markets.

The document is organized as follows: the second section briefly describes the GARCH volatility models, sections three and four explain data and the methodology used to estimate the models. In section five we give the empirical results comparing each graph and estimation outputs. Finally section six concludes the empirical research.

II. Conditional Volatility Models

GARCH

GARCH stands for Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity, which is a generalization of ARCH models. These models relax the hypothesis of constant volatility and introduce changes in volatility, which it means that the variance instead of being considered as homosedastic now it assumes to be heteroskedastic. The conditional variance in the model is the sum of the convex

combination of the lagged squared shocks (errors) up to the p lagged and a constant. This is how ARCH structure arises. The GARCH structure is an extension of the ARCH model that uses past variances and the past variance forecasts to forecast future variances.

The GARCH model stands for a conditional mean and variance equation. The mean equation or return model is:

$$R_t = \mu + \varepsilon_t$$

where the normal random variable ε_t has a conditional variance h_t given as:

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^p \beta_i h_{t-i}$$

constraint to $p \geq 0$; $q > 0$; $\alpha_0 > 0$; $\alpha_1 \geq 0$; $\beta_i \geq 0$

The GARCH process is of order p y q , and the conditional variance equation is a function of three terms:

- The mean: ω .
- News about volatility from the previous period, measured as the lag of the squared residual from the mean equation: ε_{t-i}^2 (the ARCH term).
- Last period's forecast variance: σ_{t-i}^2 (the GARCH term).

A particular case is the GARCH (1, 1) which adjusts to a numerous series of asset returns. So the (1, 1) in GARCH(1, 1) refers to the presence of a first-order GARCH term and a first-order ARCH term. How is the GARCH(1, 1) interpreted in a financial context. Like an agent can predict this period's variance by forming a weighted average of a long term average (the constant), the forecasted variance from last period (GARCH term), and information about volatility observed in the previous period (ARCH term).

TGARCH

TGARCH or Threshold ARCH model also known as the GJR model, attempts to capture the presence of asymmetric behavior, specially when negative returns are

related to a greater conditional variance rather than positive ones. This kind of asymmetries are typically attributed to leverage effects, whereby a fall in the value of a firm's stock causes the firm's debt to equity ratio to rise, leading to shareholders to perceive their future cashflow stream as being relatively more risky. It was first introduced by Zakoian (1990) and Gloste. J., and Runkle 1993). The specification of the model is:

$$R_t = \mu + \varepsilon_t$$

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \gamma \varepsilon_{t-1}^2 d_{t-1} + \beta_1 h_{t-1}$$

where d_{t-1} is a dummy variable that takes one if the return in $t - 1$ is under its mean, and zero if the return is above the mean.

$$d_{t-1} = \begin{cases} 1 & \varepsilon_{t-1} < 0 \\ 0 & \varepsilon_{t-1} \geq 0 \end{cases}$$

When $\varepsilon_{t-1} = R_{t-1} - \mu < 0$ (good news), the conditional variance takes the value

$$h_t = \alpha_0 + (\alpha_1 + \gamma) \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 h_{t-1}$$

and when $\varepsilon_{t-1} = R_{t-1} - \mu \geq 0$ (bad news), the conditional variance takes the value

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 h_{t-1}$$

In such case the variance is greater showing greater risk.

EGARCH

The EGARCH model stands for the exponential GARCH and it was proposed by Nelson (1991). The specification of the mean and conditional variance equation is:

$$R_t = \mu + \varepsilon_t$$

$$\ln h_t = \omega + \beta \ln h_{t-1} + \alpha \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} \right| - \alpha \sqrt{\frac{2}{\pi}} + \gamma \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}}$$

In this case the effects of the errors on the conditional variance is an exponential type one and non-squared, then it can be written as

$$h_t = h_{t-1}^\beta \exp \left[\omega + \alpha \frac{|\varepsilon_{t-1}|}{\sqrt{h_{t-1}}} - \alpha \sqrt{\frac{2}{\pi}} + \gamma \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} \right]$$

where the variable

$$z_t = \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}}$$

is a normal standardized variable, and the term $\sqrt{\frac{2}{\pi}}$ is the expected value of $|z_t|$.

It is observable that in an EGARCH model it is captured once again asymmetric behavior. If $\varepsilon_{t-1} = b > 0$, the conditional variance is

$$\ln h_t = \omega + \beta \ln h_{t-1} + (\alpha + \gamma) \frac{b}{\sqrt{h_{t-1}}} - \alpha \sqrt{\frac{2}{\pi}}$$

If $\varepsilon_{t-1} = b \leq 0$ then the conditional variance is

$$\ln h_t = \omega + \beta \ln h_{t-1} + (\gamma - \alpha) \frac{b}{\sqrt{h_{t-1}}} - \alpha \sqrt{\frac{2}{\pi}}$$

The essence of EGARCH models is that it allows to capture the exponential leverage effect rather than a quadratic form, and forecasts of the conditional variance are guaranteed to be nonnegative. The leverage effect can be tested by the hypothesis that $\gamma < 0$, and there would be an asymmetric impact if $\gamma \neq 0$.

III. Data

The data consists of 2703 daily closed index values for the IPyC Index (Mexico), Merval (Argentina), and BOVESPA Stock Exchange Index (Brazil). It covers from January 1994 up to June 2005. It is important to note that the whole period does not match exactly each daily closed index value, because of that the series were matched. This situation is presented because trading days are different in each stock market.

Daily values were transformed into daily returns and these were calculated in a basis of continuously returns, i.e. $R_t = \ln (P_t / P_{t-1})$. The data was obtained from *Economática*. We are just considering Latin American markets for we aim to compare which of the most important American emerging markets has been more sensitive to financial crises and terrorism attack to World Trade Center of New York from September 2001.

IV. Methodology

The idea of this paper is to detect and compare the volatility of returns in each financial crisis and terrorism attack, firstly it was plotted each daily index value against its daily returns and locate in which period returns varied the most. Once detecting those most varying periods, they were compared each other in such a way to realize which market could result in the most volatile position. After, GARCH estimations were done for each emerging market. This was performed in Eviews 5.0 using the ARCH – Autoregressive Conditional Heteroskedasticity estimation method and Normal distribution of error. In case of the GARCH model, the ARCH specifications were GARCH (symmetric), and the estimation options were the BHHH optimization algorithm with starting coefficient values as OLS/TSLS. The maximum iterations specified were 500.

The GARCH(p, q) equation estimated and the conditional mean return model were of the form:

$$R_t = \mu + \varepsilon_t \quad (\text{conditional mean equation})$$

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^p \beta_i h_{t-i} \quad (\text{conditional variance equation})$$

It was estimated a GARCH(1, 1), in which the conditional variance depends on a constant, the previous random shock (ARCH) and the conditional variance in the previous date (GARCH). It was assumed the following conditions: $\alpha_0 > 0$; $\alpha_1 \geq 0$; and, $\beta_1 \geq 0$.

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 h_{t-1}$$

Once the GARCH coefficients from the conditional variance equation were estimated, we proceed to calculate the non-conditional volatility value for each stock market return series. The non-conditional volatility is of the form:

$$\sigma_t^2 = \bar{\sigma}^2 = \frac{\alpha_0}{1 - (\alpha_1 + \beta_1)}$$

In case of the TGARCH and EGARCH models, we used the TGARCH (asymmetric) and EGARCH as ARCH specifications respectively. For each model it was considered now the Heteroskedasticity Consistent Covariance option.

The TGARCH equation estimated and the conditional mean model were of the form:

$$R_t = \mu + \varepsilon_t \quad (\text{conditional mean equation})$$

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \gamma \varepsilon_{t-1}^2 d_{t-1} + \beta_1 h_{t-1} \quad (\text{conditional variance equation})$$

where d_{t-1} is a dummy variable in which it takes a value of one if returns in the previous date are under its mean, and zero if returns are above its mean.

$$d_{t-1} = \begin{cases} 1 & \varepsilon_{t-1} < 0 \\ 0 & \varepsilon_{t-1} \geq 0 \end{cases}$$

The EGARCH equation estimated and the conditional mean model were of the form:

$$R_t = \mu + \varepsilon_t \quad (\text{conditional mean equation})$$

$$\ln h_t = \omega + \beta \ln h_{t-1} + \alpha \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} \right| - \alpha \sqrt{\frac{2}{\pi}} + \gamma \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} \quad (\text{conditional variance equation})$$

For each estimation, we got the GARCH variance series. They were plotted only the GARCH series (as illustrated in figures from 4 to 7). In the figure 8 plotted the coefficient of variation for each markets, it measured is useful when difference in

the units of measurement exists, since Bovespa Index is in a rank of 33,517 units, Merval in 1,491.27 while the IPyC is in levels of 17,678.

The coefficient of variation is considered like the reason between the standard deviation and the average of the yields. The used methodology was to use the standard deviation of the GARCH between the yield daily average. The impulse-response functions show the effect of volatilities in the conditional variance of each index by means of the model GARCH(1,1) allows to analyze the sensitivity of the risk of each shareholding market before changes in volatility in the future.

Finally, on the each estimation output it was statistically tested the coefficient values of each parameter for each conditional volatility model. We focused on the value of the probability to be lower than a level of significance of 0.05 and we avoid the value of the determination coefficient (R^2) since there are no *regressors* in the conditional mean equation. In case of the GARCH model it is expected to get positive signs in each of the estimated coefficients in the conditional variance equation and detect whether the sum of the GARCH and ARCH terms are near one. A sum closely to one assumes that shocks to the conditional variance would be highly persistent for each stock market series.

V. Empirical Results

Figure-1 plots Mexico IPyC's daily values and returns from January 1994 up to June 2004. Along this period the IPyC has been showing an upward trend from 2003 to 2005. The index has shown an increasing and consistent tendency from that period, having yields of 5%. As for the previous years the yield has been located in levels of 15% and they were changing to 5% very quickly during the period from 1994 to the 2002. These greater changes indicate the presence of high volatility derived from the financial crises.

Figure-2 plots Argentina Merval's daily values and returns. The pattern of trend that Merval holds does not show any upward movement, in some periods it goes

up surprisingly but in others it seems to revert to a mean value. The greatest changes are shown in the Merval daily returns graph in which it is observed six major ones. The first one at the beginning of the 90's, a second one between January 1991 – May 1991, a third one during the Mexican peso crisis, a fourth one during the Asian financial crisis (1997), a fifth one during the Russian default and the Brazilian real crisis (1999), and the sixth one between September 2001 – 2002. As our aim is to compare volatility among the financial crises, so we are just interested in the two middle ones. In both periods it is observable the effects of the financial crises on the Merval performance. The worst negative return Merval index showed was almost of 20% at the beginning of the 90's and later during the Asian financial crisis in about 15% and the Russian default in almost 14%. During the last two years the index was growth very fast. Because there are possibilities of buying cheap actions given the crisis of convertibility of the Argentine peso.

Figure-3 plots Brazil BOVESPA's daily values and returns. It is observable three trend patterns, the first one is an upward market trend from September 1993 to January 2000. The second pattern shows a downward market trend from February 2000 to January 2003. The third period from 2003 to 2005 showed a very fast growth with returns from 6% in average. In these three periods we can distinguish three great drops of the BOVESPA value, each of them as a response from the financial crises. These changes are reflected on its daily returns series, showing that the greatest variability was during the Russian default and the Brazilian real crisis with a negative return of 18%.

Those changes on the stock market returns are better observed in the GARCH Daily series graphs. These GARCH values were generated from the GARCH estimations for each emerging market and we can distinguish in each graph at least in our research period of interest, that volatility levels matches each financial crisis. Figure-4 shows the GARCH IPyC series and it is observable that during the Russian default and the Brazilian real crisis the stock market return registered the greatest volatility level, followed by the Mexican peso crises and terrorism attack to

WTC new York. Figure-5 shows GARCH IPyC series from different models of volatility were consistent.

Figure 6 shows The Merval was the most emerging stock market that suffered from financial crises. Merval experiment an increasing volatility from the crisis of the Mexican peso situation that stayed in the same level that the terrorism attacks of September of the 2001. It is important to indicate that the Brazilian crisis affection to a lesser extent although they comprise of the Mercosur and a considerable impact would be expected. The case of the Asian crisis non impact considerably the Argentina stock market.

The figure 7 shows The Bovespa index volatility growth very fast during the Russian default and Brazil crisis. During the crisis of the Mexican peso weight was considerable, whereas the Asian crisis had a very small impact and the terrorism attacks WTC were almost insignificant.

Table-10 summarizes total volatilities for each stock market as the sum of the ARCH and the GARCH coefficients ($\alpha_1 + \beta_1$). The IPyC index presents the higher total volatility (0.9990) during the decade of 1990 from 2005 and the Merval index shows the lowest (0.9738). As it was described above for each GARCH graph, the stock market with the greatest effects from financial crises was the IPyC that the coefficient values are highly statistically significant. Nevertheless, in the figure 4 the Garch conditional variance seems that greater volatility was in the brazil market, Argentine and last Mexico. This situation must to the units of measurement that cause that the variance is greater, although the model Garch shows the opposite if we considered the values of the coefficients.

The figure 8 shows the coefficient of variation measure that by each unit of yield average the risk was greater in the Mexican shareholding market and of Argentina, being brazil the most stable market. The impulse-response function in figure 9 show that changes in the volatility of the IPyC considerably affect the risk of the

Brazilian market, but to a lesser extent to the Argentina. As for changes in the Merval and Bovespa they did not affect the other markets considerably. Because of that Mexico began the mechanism of transmission of volatility in the analyzed emerging stock markets.

Since the three stock markets show different trends mostly downward ones and high volatility in their returns, this would let to arise a question: how is it possible to capture and measure differences between positive and negative returns when the market is bullish or bearish? It was estimated a TGARCH model that allows to capture asymmetric effects in order to determine how the conditional volatility is affected in a bullish market whenever returns drop. Table-11 summarizes the TGARCH estimation output for each stock market. All TGARCH coefficient values were highly statistically significant. The asymmetric effect is captured in the gamma coefficient and the highest value belongs to the IPyC index ($\gamma = 0.1301$). This implies that when IPyC returns drop, the effect on the conditional volatility is greater than in a bullish market. Although the gamma values for the Merval and BOVESPA indices are lower than the IPyC, it is shown that the TGARCH coefficient values are greater than the GARCH ones. This implies that along the historical indices returns, negative returns have dominated those positive ones besides the presence of bullish markets.

Finally it was estimated an EGARCH model in order to detect if negative shocks imply a higher next period conditional variance than positive shocks of the same sign. It was found that all the coefficient values were highly statistically significant and that the gamma coefficient truly takes a negative sign. Table-12 summarizes the estimation output and again the IPyC index showed the greatest gamma coefficient value.

Since the beginning we attempted to measure emerging stock market volatilities in order to identified which one resulted to be more sensitive, why is so important to

measure volatility? Although we have estimated historical conditional and non-conditional volatilities, the volatility parameter is a measure of market risk and it was clearly, as shown on the estimation outputs, that each emerging stock market reacts in different ways to each financial crisis. Also, as the basic nature of the investment decision is return-risk trade-off, we must identify in which market and financial asset our investment is the most exposed to risk and in what level.

VI. Conclusion

In this paper was proved that conditional volatilities models such as GARCH, TGARCH, and EGARCH, can be used to measure historical volatility in different emerging stock markets and it was possible to identify markets' behavior in each 1990's financial crisis and terrorism attack.

IPyC index was the stock market among the Bovespa and Merval indices to be the most volatile during the period of study. For this stock market the sum of the ARCH and GARCH terms was more closely to the unit, 0.9990; this means that shocks to the conditional variance are highly persistent on the IPyC index.

Although IPyC index showed to be more volatile than the other ones, IPyC index shows that whenever returns drop, the effect on the conditional volatility is greater than a bullish market. The TGARCH coefficient value showed to be greater than the GARCH coefficient value, then negative returns have been dominating positive ones besides the existence of bullish markets.

The evidence shows that negative shocks in the IPyC index imply a higher next period conditional variance than positive shocks of the same sign. This phenomenon was captured on the gamma coefficient of the EGARCH volatility model.

The volatility models are very useful to consider the risk, nevertheless, can be noticed that when making comparative studies are due to have well-taken care of

with the units of measurement, since these can affect the conclusions. By the previous thing, it is important to use the coefficient of variation like a risk measurement that allows to make comparative studies.

Finally, it was shown that each emerging stock market reacted in different ways to each financial crisis. The IPyC index was more volatile when the Asian financial crisis occurred; the Merval and BOVESPA indices were more volatile during the Russian default and the Brazilian real crisis and Mexican peso crisis.

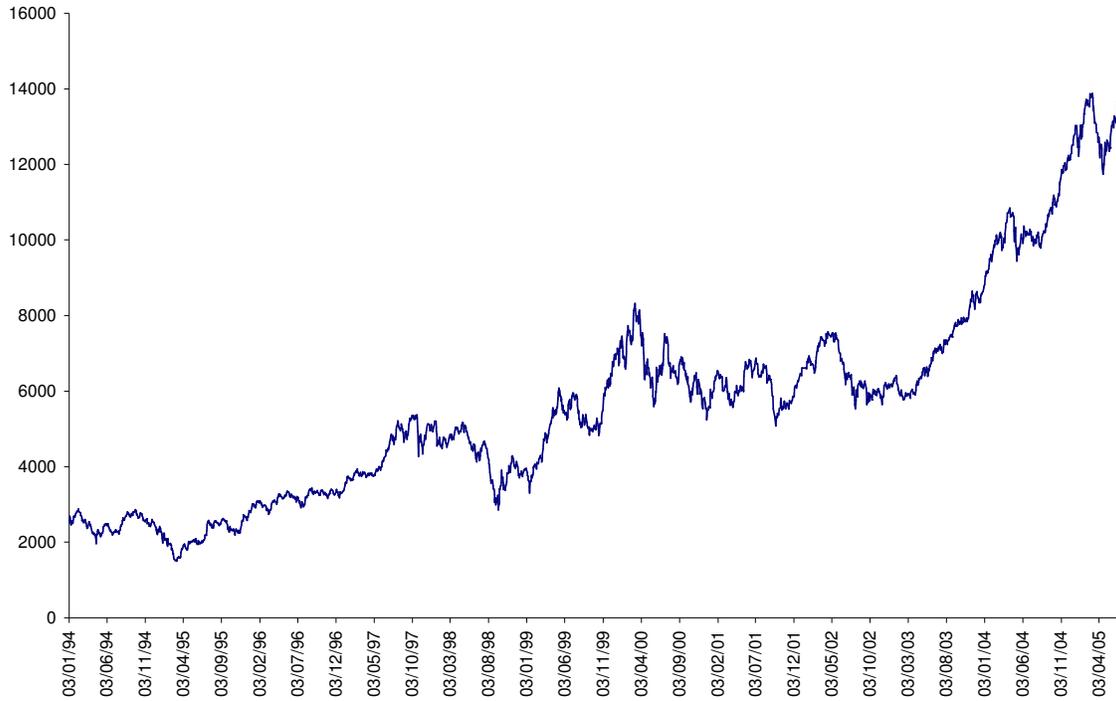
VII. References

- Aggarwal, R., Inclan, C., and, Leal, R. (1999). "Volatility in Emerging Stock Markets." *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 34:
- Apergis, N., and Eleptheriou, S. (2001). "Stock Returns and Volatility: Evidence from the Athens Stock Market Index." *Journal of Economics and Finance* 25: 50-61.
- Bollerslev, T. (1986). "Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity." *Journal of Econometrics* 307-327.
- Brooks, C. (2002). *Introductory Econometrics for Finance*. Cambridge University Press.
- Edwards, S., Susmel, R. (2000). "Volatility Dependence and Contagion in Emerging Equity Markets." *NBER Working Paper*
- Engel, Robert. (2001). "GARCH 101: The Use of ARCH/GARCH Models in Applied Econometrics." *Journal of Economics Perspectives* 15: 157-168.
- Forbes, K., and Rigobon, R. (1999). "No Contagion, only Interdependence: Measuring Stock Market Co-Movements." *NBER Working Paper* 7267.
- Johnston, K., and Scott, E. (2000). "GARCH Models and the Stochastic Process Underlying Exchange Rate Price Changes." *Journal of Financial and Strategy Decisions* 13: 13-24.
- Hernandez, P., and Robins, R. (2002). "An Application of ARCH and ARCH-M Models to Study Inflation in Mexico from 1978 to 1999." *Mexican Journal of Economics and Finance* 1: 169-186.

- Pagan, A., and Schwert, G. (1990). "Alternative Models for Conditional Stock Volatility." *Journal of Econometrics* 45: 267-290.
- Patel, S., and Sarkar, A. (1998). "Stock Market Crises in Developed and Emerging Markets." *Federal Reserve Bank of New York*.
- Reinhard, P., and Lunde, A. (2001). "A Comparison of Volatility Models: Does anything beat a GARCH(1,1)?" *Centre for Analytical Finance, University of Aarhus, Aarhus School of Business Working Paper Series No. 84*.
- Vilariño, A. (2001). *Turbulencias Financieras y Riesgos de Mercado*. Pearson Education.
- Lopez Sarabia, Pablo y Téllez Gaytán J. (2004) "A comparative Analysis of Volatility Models in México, Brazil and Argentina", Documento de Trabajo ITESM-CEM. Mimeo.

Figure - 1

Mexico IPyC



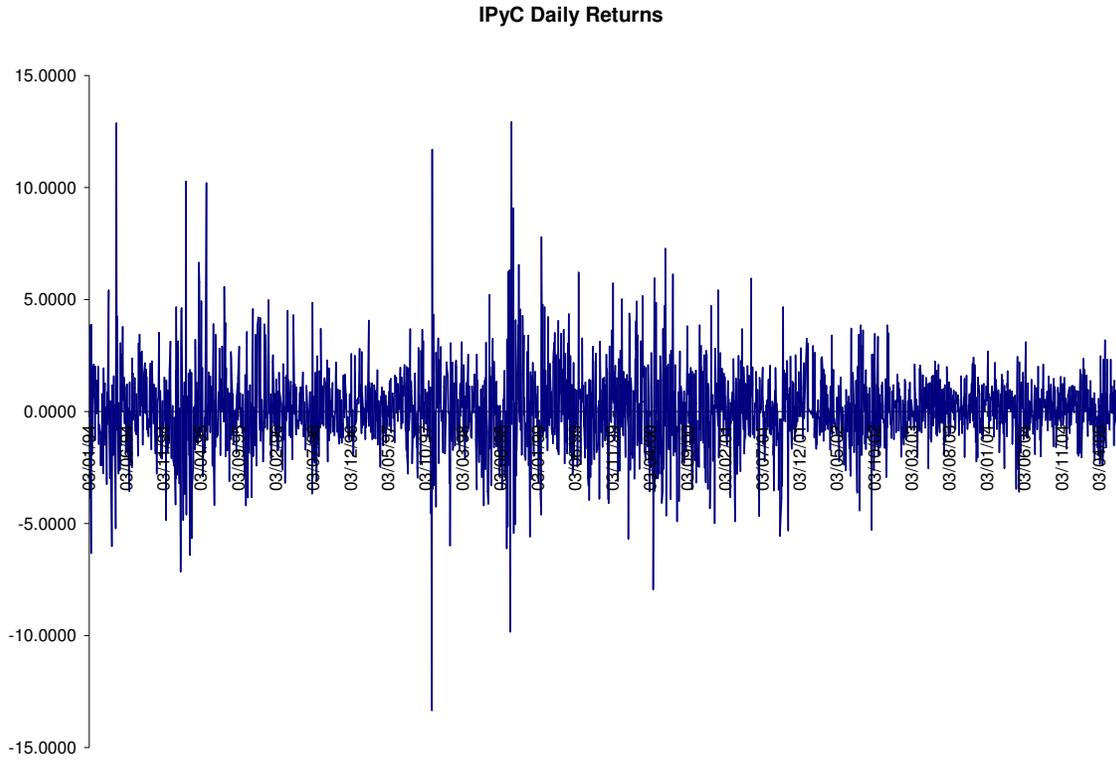
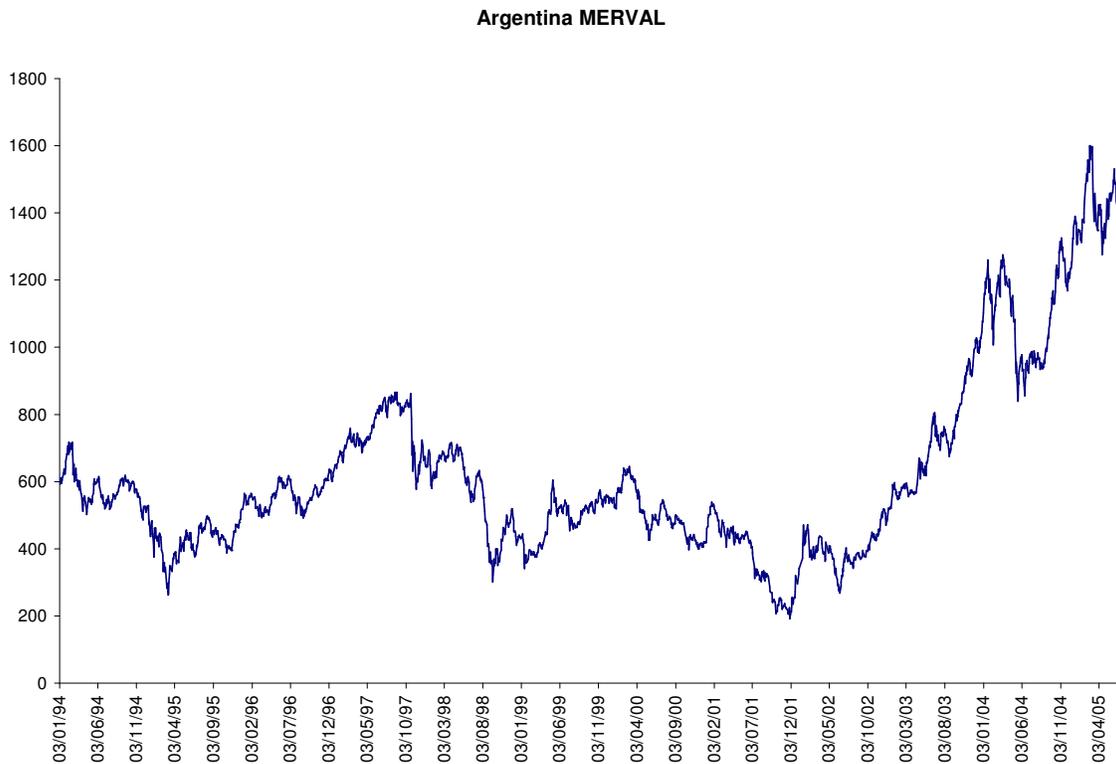


Figure - 2



MERVAL Daily Returns

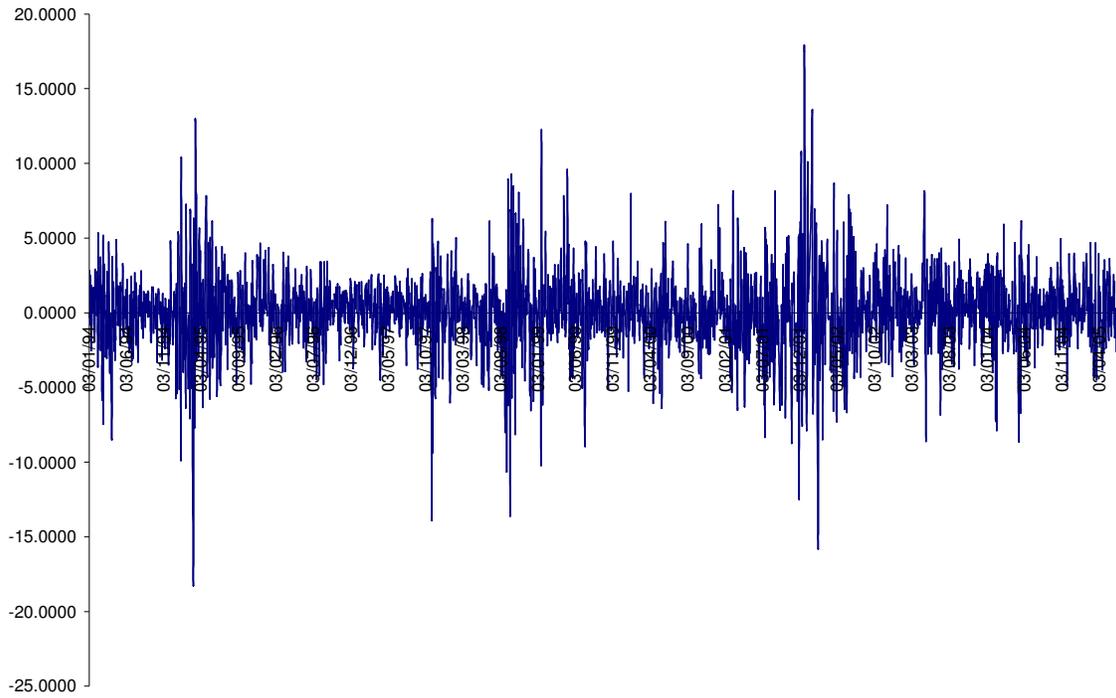
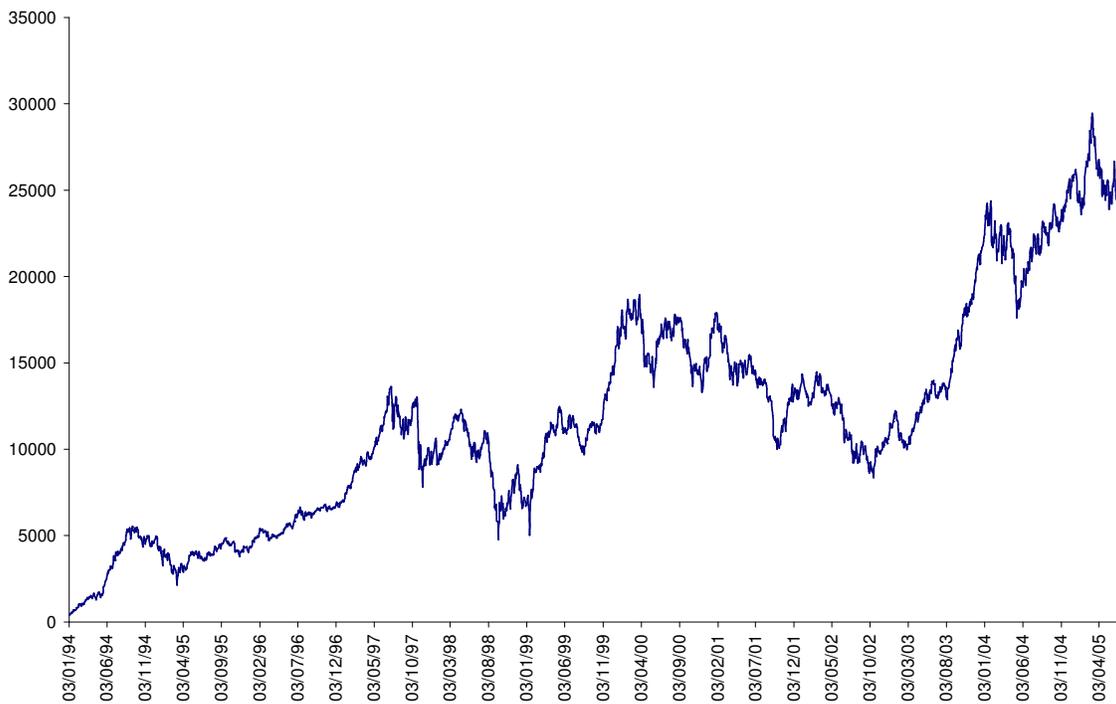


Figure - 3

Brazil BOVESPA



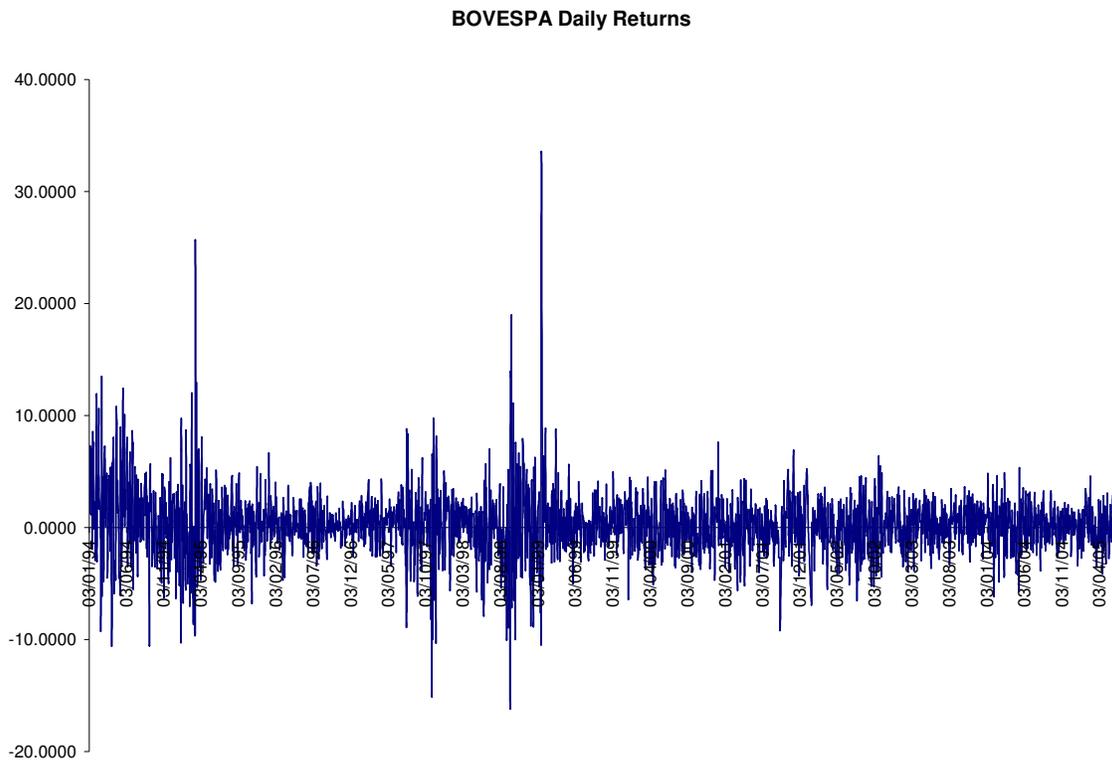


Figure - 4

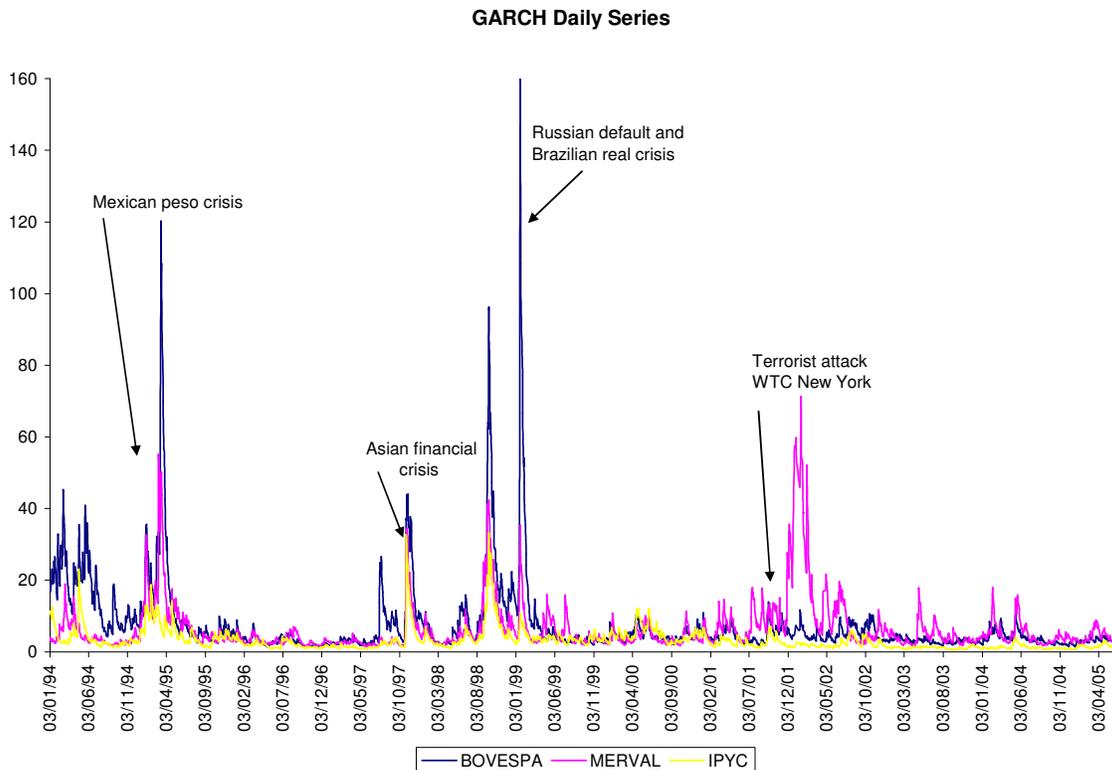


Figure - 5

Volatility IPyC Daily Series

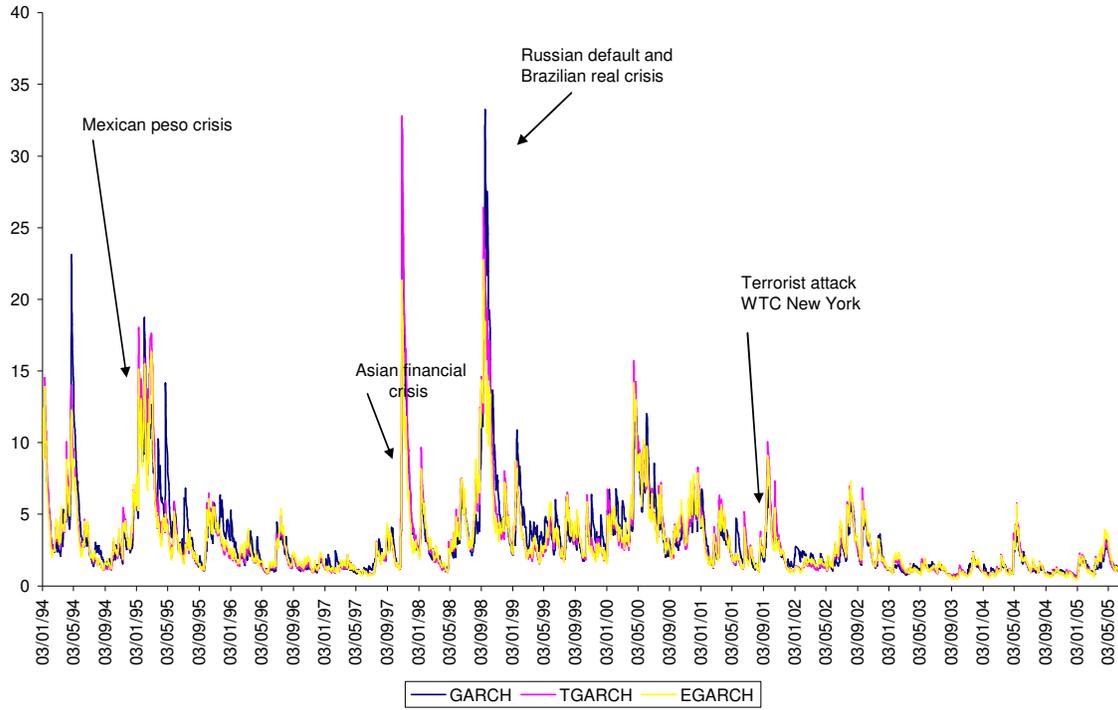


Figure - 6

Volatility Merval Daily Series

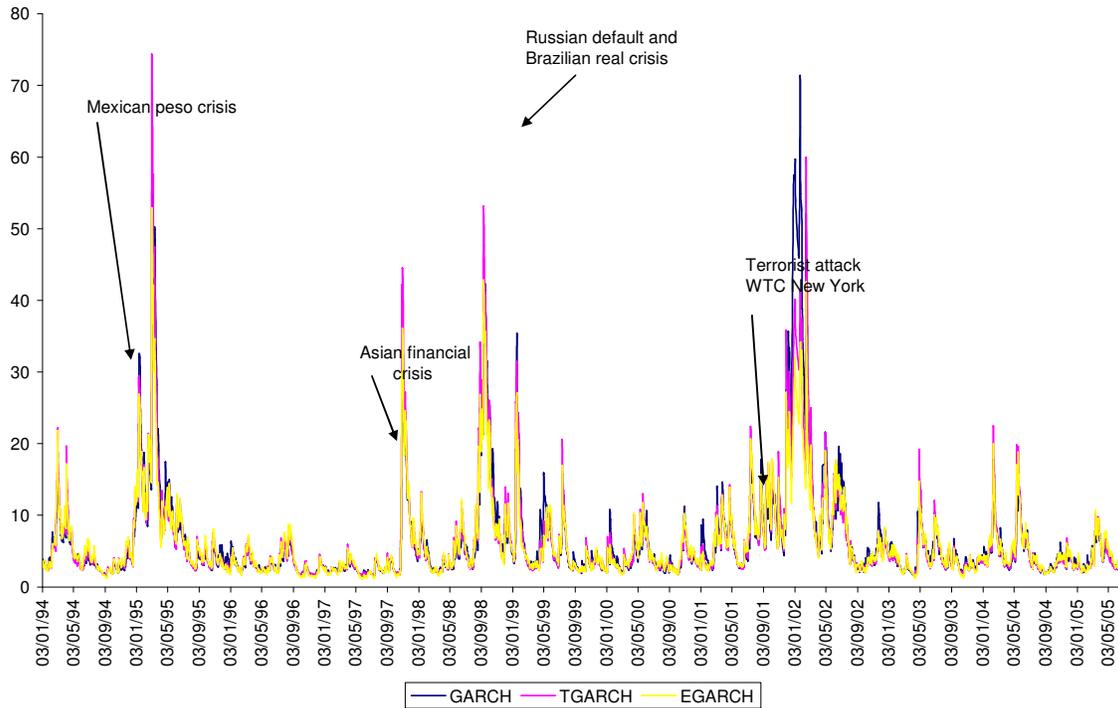


Figure - 7

Volatility Bovespa Daily Series

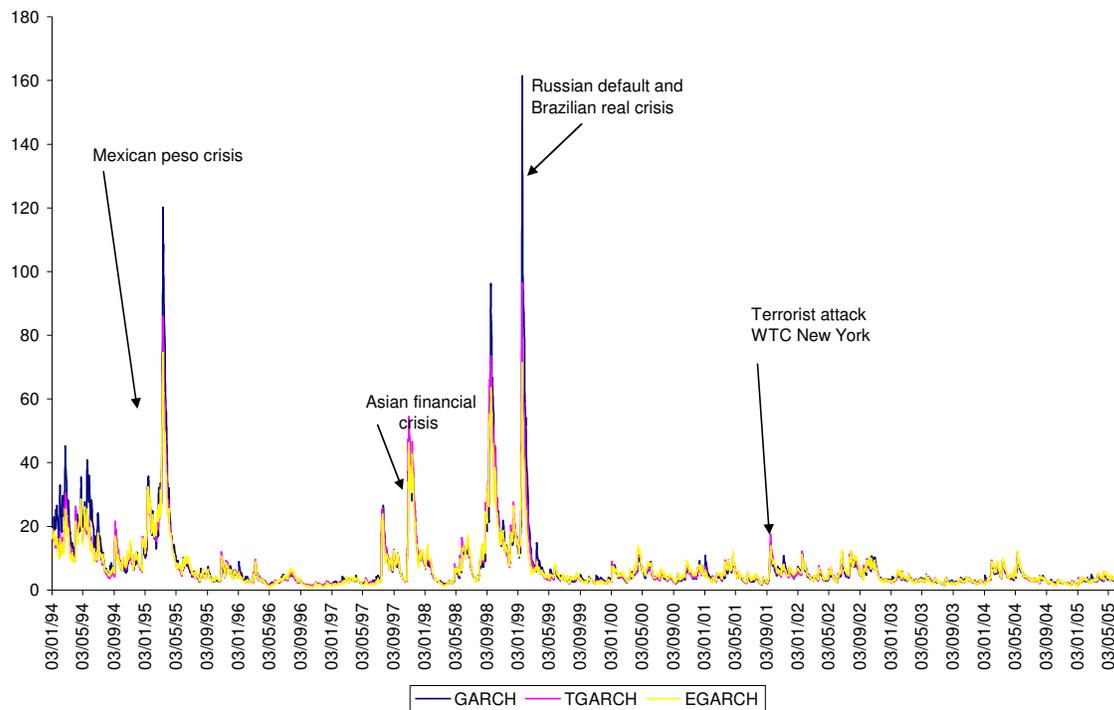


Figure - 8

Coefficient of Variation

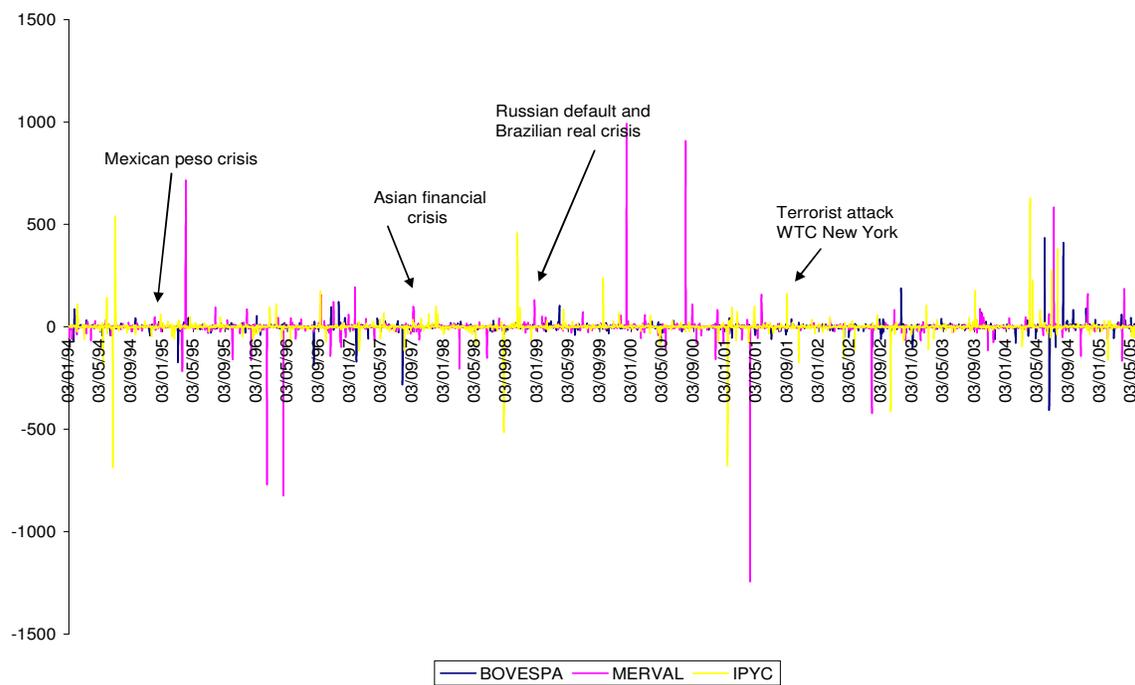


Figure - 9

Response to Cholesky One S.D. Innovations ± 2 S.E.

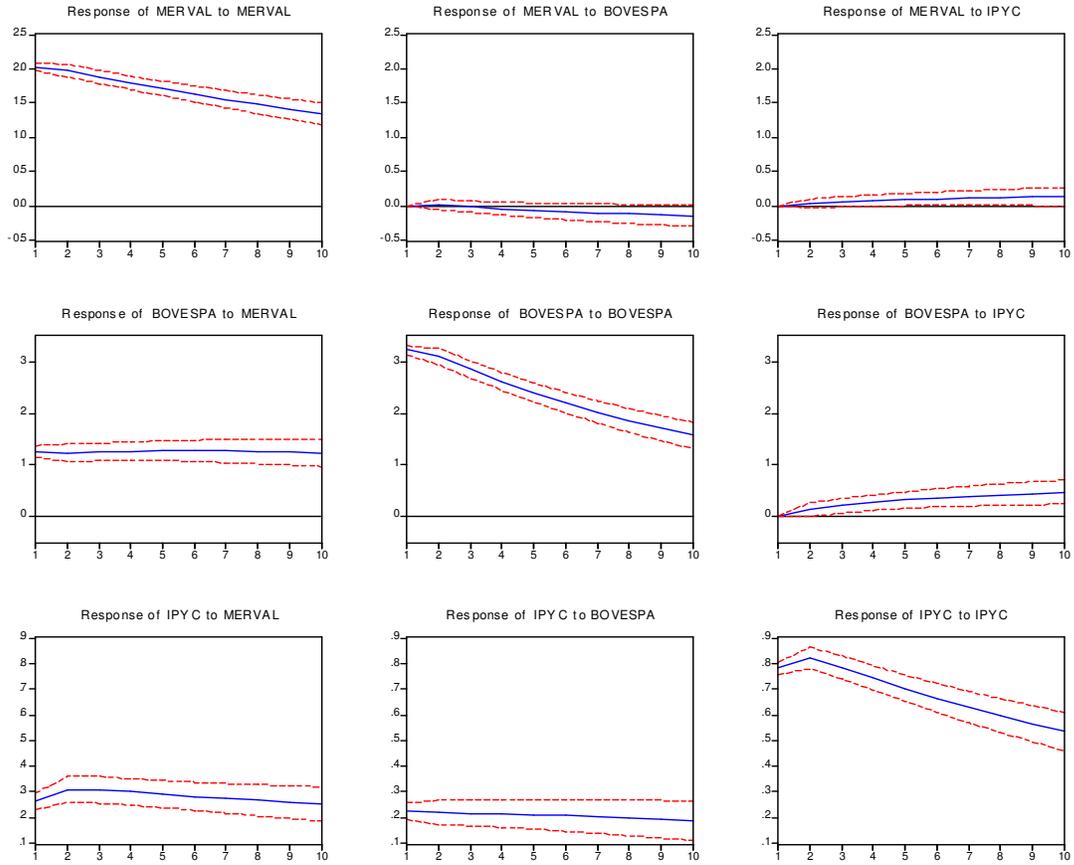


Table-1				
GARCH estimation equation on IPyC Daily Returns				
Dependent Variable: RIPPYC				
Method: ML - ARCH				
Sample: 1 2703				
Included observations: 2703				
Convergence achieved after 24 iterations				
Bollerslev-Wooldrige robust standard errors & covariance				
Variance backcast: ON				
GARCH = C(2) + C(3)*RESID(-1)^2 + C(4)*GARCH(-1)				
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.137143	0.02523	5.435802	0
Variance Equation				
C	0.042547	0.01256	3.387417	0.0007
RESID(-1)^2	0.099156	0.021122	4.694512	0
GARCH(-1)	0.891255	0.018856	47.26596	0
R-squared	-0.00119	Mean dependent var		0.076356
Adjusted R-squared	-0.002303	S.D. dependent var		1.762602
S.E. of regression	1.76463	Akaike info criterion		3.738509
Sum squared resid	8404.465	Schwarz criterion		3.747243
Log likelihood	-5048.595	Durbin-Watson stat		1.834469

Table-4				
TGARCH estimation equation on IPyC Daily Returns				
Dependent Variable: RIPPYC				
Method: ML - ARCH (BHHH) - Normal distribution				
Sample: 1 2703				
Included observations: 2703				
Convergence achieved after 22 iterations				
Bollerslev-Wooldrige robust standard errors & covariance				
Variance backcast: ON				
GARCH = C(2) + C(3)*RESID(-1)^2 + C(4)*RESID(-1)^2*(RESID(-1)<0) + C(5)*GARCH(-1)				
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.092201	0.026229	3.515196	0.0004
Variance Equation				
C	0.046217	0.011322	4.08208	0
RESID(-1)^2	0.024096	0.009336	2.581008	0.0099
RESID(-1)^2*(RESID(-1)<0)	0.130195	0.026802	4.857638	0
GARCH(-1)	0.899646	0.014019	64.17433	0
R-squared	-0.00081	Mean dependent var		0.076356
Adjusted R-squared	-0.001564	S.D. dependent var		1.762602
S.E. of regression	1.763979	Akaike info criterion		3.702285
Sum squared resid	8395.155	Schwarz criterion		3.713203
Log likelihood	-4998.639	Durbin-Watson stat		1.836503

Table-2				
GARCH estimation equation on MIERVAL Daily Returns				
Dependent Variable: RMIERVAL				
Method: ML - ARCH				
Sample: 1 2703				
Included observations: 2703				
Convergence achieved after 11 iterations				
Bollerslev-Wooldrige robust standard errors & covariance				
Variance backcast: ON				
GARCH = C(2) + C(3)*RESID(-1)^2 + C(4)*GARCH(-1)				
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.123183	0.034426	3.578188	0.0003
Variance Equation				
C	0.176501	0.048168	3.664286	0.0002
RESID(-1)^2	0.126695	0.02234	5.671194	0
GARCH(-1)	0.847183	0.023613	35.87823	0
R-squared	-0.000598	Mean dependent var		0.06251
Adjusted R-squared	-0.00171	S.D. dependent var		2.48165
S.E. of regression	2.483771	Akaike info criterion		4.379326
Sum squared resid	16650.46	Schwarz criterion		4.388061
Log likelihood	-5914.66	Durbin-Watson stat		1.859643

Table-5				
TGARCH estimation equation on MIERVAL Daily Returns				
Dependent Variable: RMIERVAL				
Method: ML - ARCH (BHHH) - Normal distribution				
Sample: 1 2703				
Included observations: 2703				
Convergence achieved after 9 iterations				
Bollerslev-Wooldrige robust standard errors & covariance				
Variance backcast: ON				
GARCH = C(1) + C(2)*RESID(-1)^2 + C(3)*RESID(-1)^2*(RESID(-1)<0) + C(4)*GARCH(-1)				
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.201733	0.050401	4.002516	0.0001
RESID(-1)^2	0.063952	0.021586	2.962709	0.003
RESID(-1)^2*(RESID(-1)<0)	0.117258	0.034424	3.406294	0.0007
GARCH(-1)	0.846333	0.021696	39.00932	0
R-squared	-0.000635	Mean dependent var		0.06251
Adjusted R-squared	-0.001747	S.D. dependent var		2.48165
S.E. of regression	2.483817	Akaike info criterion		4.365323
Sum squared resid	16651.07	Schwarz criterion		4.374057
Log likelihood	-5895.734	Durbin-Watson stat		1.859575

Table-3				
GARCH estimation equation on BOVESPA Daily Returns				
Dependent Variable: RBOVESPA				
Method: ML - ARCH				
Sample: 1 2703				
Included observations: 2703				
Convergence achieved after 17 iterations				
Bollerslev-Wooldrige robust standard errors & covariance				
Variance backcast: ON				
GARCH = C(2) + C(3)*RESID(-1)^2 + C(4)*GARCH(-1)				
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.181064	0.036091	5.016823	0
Variance Equation				
C	0.12588	0.028134	4.474225	0
RESID(-1)^2	0.120701	0.024667	4.893149	0
GARCH(-1)	0.863155	0.020519	42.06645	0
R-squared	-0.000017	Mean dependent var		0.192453
Adjusted R-squared	-0.001129	S.D. dependent var		2.74012
S.E. of regression	2.741666	Akaike info criterion		4.469773
Sum squared resid	20287.67	Schwarz criterion		4.478507
Log likelihood	-6036.898	Durbin-Watson stat		1.850676

Table-6				
TGARCH estimation equation on BOVESPA Daily Returns				
Dependent Variable: RBOVESPA				
Method: ML - ARCH (BHHH) - Normal distribution				
Sample: 1 2703				
Included observations: 2703				
Convergence achieved after 15 iterations				
Bollerslev-Wooldrige robust standard errors & covariance				
Variance backcast: ON				
GARCH = C(2) + C(3)*RESID(-1)^2 + C(4)*RESID(-1)^2*(RESID(-1)<0) + C(5)*GARCH(-1)				
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.128733	0.037568	3.42665	0.0006
Variance Equation				
C	0.117147	0.02498	4.689547	0
RESID(-1)^2	0.055531	0.015026	3.695642	0.0002
RESID(-1)^2*(RESID(-1)<0)	0.099176	0.028784	3.445513	0.0006
GARCH(-1)	0.878868	0.015735	55.85432	0
R-squared	-0.000541	Mean dependent var		0.192453
Adjusted R-squared	-0.002024	S.D. dependent var		2.74012
S.E. of regression	2.742892	Akaike info criterion		4.453233
Sum squared resid	20298.29	Schwarz criterion		4.46415
Log likelihood	-6013.544	Durbin-Watson stat		1.849708

Table-7				
EGARCH estimation equation on IPyC Daily Returns				
Dependent Variable: RIPYC				
Method: ML - ARCH (BHHH) - Normal distribution				
Sample: 1 2703				
Included observations: 2703				
Convergence achieved after 125 iterations				
Bollerslev-Wooldrige robust standard errors & covariance				
Variance backcast: ON				
LOG(GARCH) = C(2) + C(3)*ABS(RESID(-1))/SQRT(GARCH(-1))) + C(4)*RESID(-1)/SQRT(GARCH(-1)) + C(5)*LOG(GARCH(-1))				
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.083701	0.027371	3.058039	0.0022
Variance Equation				
C(2)	-0.11118	0.019995	-5.560237	0
C(3)	0.17134	0.029921	5.726386	0
C(4)	-0.094078	0.019397	-4.850202	0
C(5)	0.977404	0.006055	161.4202	0
R-squared	-0.000017	Mean dependent var		0.076356
Adjusted R-squared	-0.0015	S.D. dependent var		1.762602
S.E. of regression	1.763923	Akaike info criterion		3.700411
Sum squared resid	8394.623	Schwarz criterion		3.711328
Log likelihood	-4996.105	Durbin-Watson stat		1.83662

Table-10				
GARCH Coefficient values				
	α_0	α_1	β_1	$\alpha_1 + \beta_1$
Mexico IPyC	0.042547	0.099156	0.891255	<u>0.990411</u>
Argentina Merval	0.176501	0.126695	0.847183	0.973878
Brazil BOVESPA	0.12588	0.120701	0.863155	<u>0.983856</u>

Table-8				
EGARCH estimation equation on Merval Daily Returns				
Dependent Variable: RMerval				
Method: ML - ARCH				
Sample: 1 2703				
Included observations: 2703				
Convergence achieved after 47 iterations				
Bollerslev-Wooldrige robust standard errors & covariance				
Variance backcast: ON				
LOG(GARCH) = C(2) + C(3)*ABS(RESID(-1))/SQRT(GARCH(-1))) + C(4)*RESID(-1)/SQRT(GARCH(-1)) + C(5)*LOG(GARCH(-1))				
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.078512	0.037902	2.071472	0.0383
Variance Equation				
C(2)	-0.116293	0.024897	-4.670862	0
C(3)	0.239409	0.037699	6.350553	0
C(4)	-0.07136	0.023266	-3.067199	0.0022
C(5)	0.959285	0.012018	79.81858	0
R-squared	-0.000042	Mean dependent var		0.06251
Adjusted R-squared	-0.001524	S.D. dependent var		2.48165
S.E. of regression	2.483541	Akaike info criterion		4.374237
Sum squared resid	16641.2	Schwarz criterion		4.385154
Log likelihood	-5906.781	Durbin-Watson stat		1.860678

Table-11				
TGARCH Coefficient values				
	α_0	α_1	γ	β_1
Mexico IPyC	0.046217	0.024096	<u>0.130195</u>	0.899646
Argentina Merval	0.201733	0.063952	<u>0.117258</u>	0.846333
Brazil BOVESPA	0.117147	0.055531	0.099176	0.878868

Table-9				
EGARCH estimation equation on BOVESPA Daily Returns				
Dependent Variable: RBOVESPA				
Method: ML - ARCH				
Sample: 1 2703				
Included observations: 2703				
Convergence achieved after 51 iterations				
Bollerslev-Wooldrige robust standard errors & covariance				
Variance backcast: ON				
LOG(GARCH) = C(2) + C(3)*ABS(RESID(-1))/SQRT(GARCH(-1))) + C(4)*RESID(-1)/SQRT(GARCH(-1)) + C(5)*LOG(GARCH(-1))				
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.125171	0.037031	3.380209	0.0007
Variance Equation				
C(2)	-0.135215	0.024503	-5.518267	0
C(3)	0.220145	0.033848	6.504025	0
C(4)	-0.066658	0.019746	-3.375762	0.0007
C(5)	0.977603	0.00509	192.0481	0
R-squared	-0.000603	Mean dependent var		0.192453
Adjusted R-squared	-0.002087	S.D. dependent var		2.74012
S.E. of regression	2.742978	Akaike info criterion		4.450013
Sum squared resid	20299.55	Schwarz criterion		4.46093
Log likelihood	-6009.192	Durbin-Watson stat		1.849593

Table-12				
EGARCH Coefficient values				
	ω	α	γ	β
Mexico IPyC	-0.11118	0.17134	<u>-0.094078</u>	0.977404
Argentina Merval	-0.116293	0.239409	-0.07136	0.959285
Brazil BOVESPA	-0.135215	0.220145	-0.066658	0.977603

Invest for a Sustainable Future: Review of Socially Responsible Investment

GUO Peiyuan and JIN Biao ✉
*School of Public Policy and Management
Tsinghua University, Beijing, P.R. China*

Abstract

Along with the development of Corporate Social Responsibility (CSR), Socially Responsible Investment (SRI) is emerging, advocating the idea of “making money and making a difference”.

The paper introduces SRI from two perspectives. First, from the practical side, the paper reviews SRI's history, development and the current situation of the world in the past few decades. Second, from the theoretical side, the authors explore the reason why SRI can make money while contributing to a better society.

At the end, the paper concludes that both public and private sectors should utilize SRI in order to reach a sustainable future.

Keywords: Corporate Social Responsibility (CSR), Socially Responsible Investment (SRI), Sustainable Development, “Shareholder-Stakeholder” relationship, Triple Bottom Line (TBL) Principle

JEL Clasification: H30, G30, G39

✉ The authors are Ph.D. Candidates of Tsinghua University. Corresponding address: Room 210, SPPM, Wu Shun De Lou, Tsinghua University, 100084, Beijing, P.R. China. The author appreciated the observations of two anonymous judges and it is the sole responsible of any mistake or omission in the article. E-mail: Guopeiyuan@hotmail.com

Inversión para un Futuro Sostenible: Revisión de la Inversión Socialmente Responsable

GUO Peiyuan and JIN Biao ✉
Escuela de Políticas Públicas y Administración,
Tsinghua University, Beijing, P.R. China

Resumen

Junto con el Desarrollo de la Responsabilidad Social Corporativa (CSR), la Inversión Socialmente Responsable (SRI) está emergiendo, abogando la idea de "hacer dinero y hacer la diferencia".

El paper introduce SRI a partir de dos perspectivas. Primero, del lado práctico, el artículo repasa la historia de SRI, el desarrollo y la situación actual del mundo en las décadas recientes. En segundo lugar, del lado teórico, los autores exploran la razón por la que SRI puede hacer dinero mientras que contribuye a una sociedad mejor. En el extremo, el paper concluye que los sectores públicos y los sectores privados deben utilizar SRI para alcanzar un futuro sostenible.

Palabras Clave: Responsabilidad Social Corporativa (CSR), Inversión Socialmente Responsable (SRI), Desarrollo Sostenible, Relación "Shareholder-Stakeholder", Principio de la Línea del Fondo Triple (TBL).

Clasificación JEL: H30, G30, G39

✉ Los autores agradecen las observaciones de dos dictaminadores anónimos, asumiendo la responsabilidad por cualquier omisión o error que se mantenga en el artículo. Dirección: Room 210, SPPM, Wu Shun De Lou, Tsinghua University, 100084, Beijing, P.R. China. E-mail: Guopeiyuan@hotmail.com

1. SRI introduction

Corporate Social Responsibility (CSR) is one of the ‘umbrella’ labels that have recently gained popularity in the field of corporate governance¹. It indeed covers a wide range of issues and topics such as human rights, sustainable development, health and safety of a company. The concept advocates that only when a company takes care of the stakeholders, can it create values for shareholders.

As a response to CSR in financial sectors, a new investment philosophy is emerging, which is called Socially Responsible Investment (SRI). According to the Social Investment Forum (SIF), SRI is an investment process that considers the social and environmental consequences of investments, both positive and negative, within the context of rigorous financial analysis². In a broader sense, any investments that are related to CSR can be seen as a kind of SRI.

SRI people believe the idea of “making money and making a difference”, which can be interpreted from two angles. The first one is “Shareholder-Stakeholder” relationship. As the interests of shareholders are always positively related to the stakeholders, financial institutions have to pay considerable attention to stakeholders’ interest, such as environmental and social issues so as to prevent some intangible risks. The second interpretation is called Triple Bottom Line (TBL) Principle. It requires all investments should be in line with the social, environmental and economic standards. Otherwise, it would not be profitable.

SRI is originally from the financial markets of developed countries, particularly in Europe and the United States. There are some well-known SRI investors in these areas, such as Domini Investment Fund, Calvert Group, etc. More recently, recognizing the importance of the emerging markets, international society is also

¹ Organizing Corporate Social Responsibility in Five, Jan Jonker and Marco de Witte, Management Models for CSR: A Comprehensive Overview, Springer Verlag - Management Sciences in Heidelberg (to be printed)

² 2003 Report on Socially Responsible Investing Trends in the United States, Social Investment Forum, p3

turning to Asian areas and at the same time, Asian countries have been more active in this field. For instance, the Asian Sustainable and Responsible Investment Association (ASrIA) was founded in Hong Kong.

2. Review of SRI development

2.1. SRI's worldwide development

SRI is a new concept but with a long history. It can be traced back to many hundred years ago when religions set requirements for religious investors. Such requirements embraced human rights, nonviolence, natural-conserving etc. Later on, when the stock exchange emerged, some churches forbade religious to invest to "Sin-Stocks", i.e. businesses that were involved in alcohol, tobacco, gambling and erotic industries.

The rapid growth of SRI took place in the 1960s and the 1970s. At that moment, many developed countries of the world encountered various social problems, such as gender inequality, race discrimination and pollutions. It made investors rethink their investment strategies so that they could contribute to a better society. Therefore, some CSR-concerned codes of conduct were introduced to the financial industry to regulate the investors' behavior. Among them, Pax World Fund was the first one that developed avoidance screening criteria in 1971. Then, positive screening criteria were also employed in selecting companies with positive attribution to investors.

In the past decade, SRI grew even faster. Some SRI companies were established focusing on this specific field. According to Amy Domini, the founder of a leading SRI fund, there are three types of tools to do SRI. The first one is screening.

Mutual funds or other investors use either avoidance screening or positive screening to determine the investment portfolio and make money (see Table 1). That is the key business of many SRI firms. The second one is dialogue. By promoting the communication with the board of a company, SRI companies can help improve its financial and social performance. The third one is community development. Some community development financial institutions (CDFIs) run their business in communities and provide financial services to local people, whom are usually not reached by big financial institutions.

Table 1 Some SRI Screening Policies

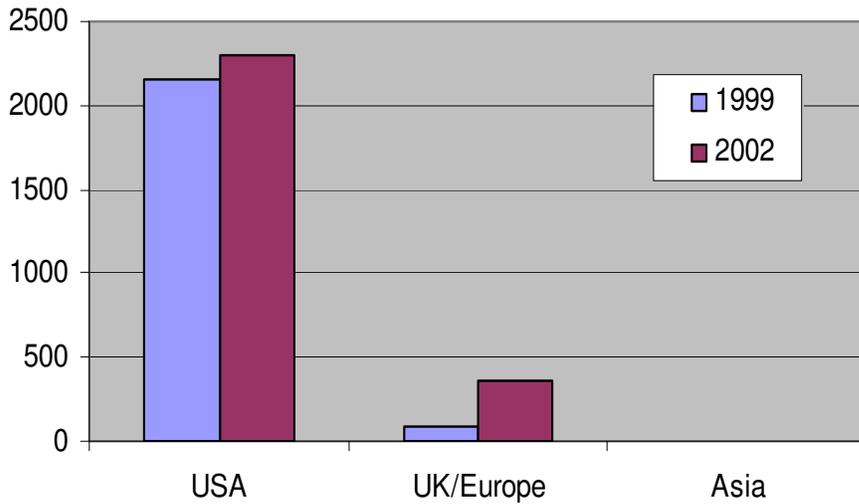
Targeted Business	Screening Policy
Alcohol	No Investment
Tobacco	No Investment
Gambling	No Investment
Defense/Weapons	No Investment
Animal Testing	Restricted Investment
Products/Services	Positive Investment
Environment	Positive Investment
Human Rights	Positive Investment
Labor Relations	Positive Investment
Employment/Equality	Positive Investment
Community Investment	Positive Investment

Source: Social Investment Forum

2.2. Comparison between areas

Currently, the total amount of SRI asset is around \$2,500 billion worldwide. The asset distributes unequally all over the world. As Figure 1 indicates, The SRI investment of the United States is over \$2,000 billion, occupying around 85% of the global SRI asset. However, in Europe, the SRI investment is still less than \$300 billion though it increased dramatically in the past few years.

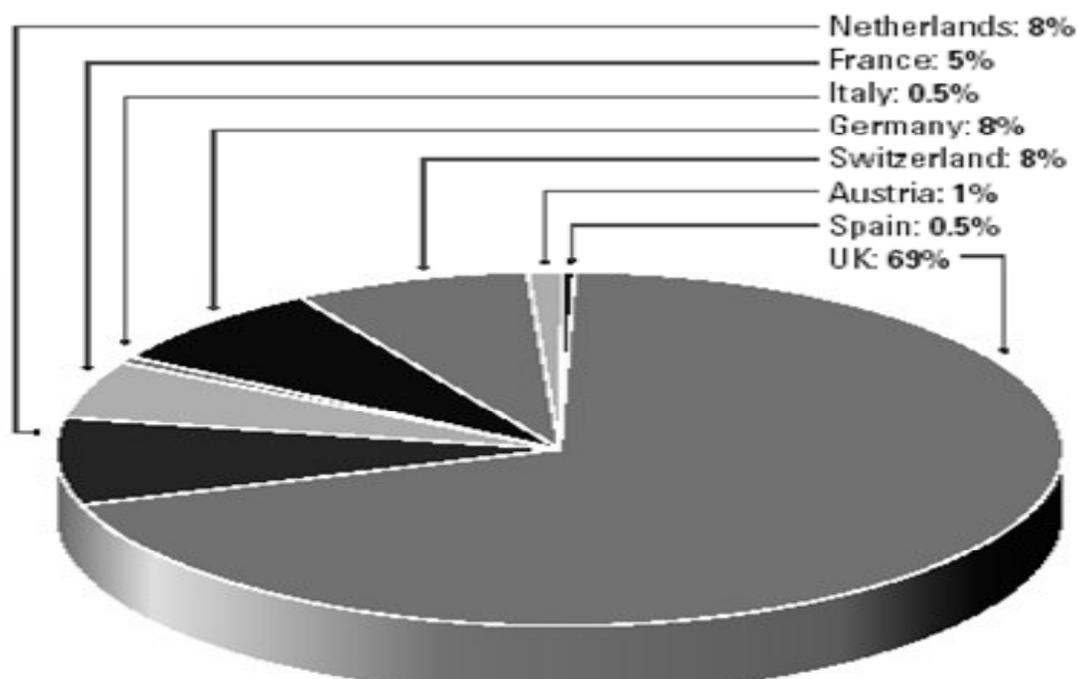
Figure 1 Growth of SRI Investments (\$ Billion)



Source: UNEP Financial Initiative

However, if we look at the proportion of SRI investment in the whole financial market within a country, the picture would be totally different. In the United States, only 11% investments are put into SRI business while in Europe the proportion reaches 14%. The country breakdown of SRI investment in Europe is as Figure 2. It is easy to see that the United Kingdom is the most important SRI player in Europe.

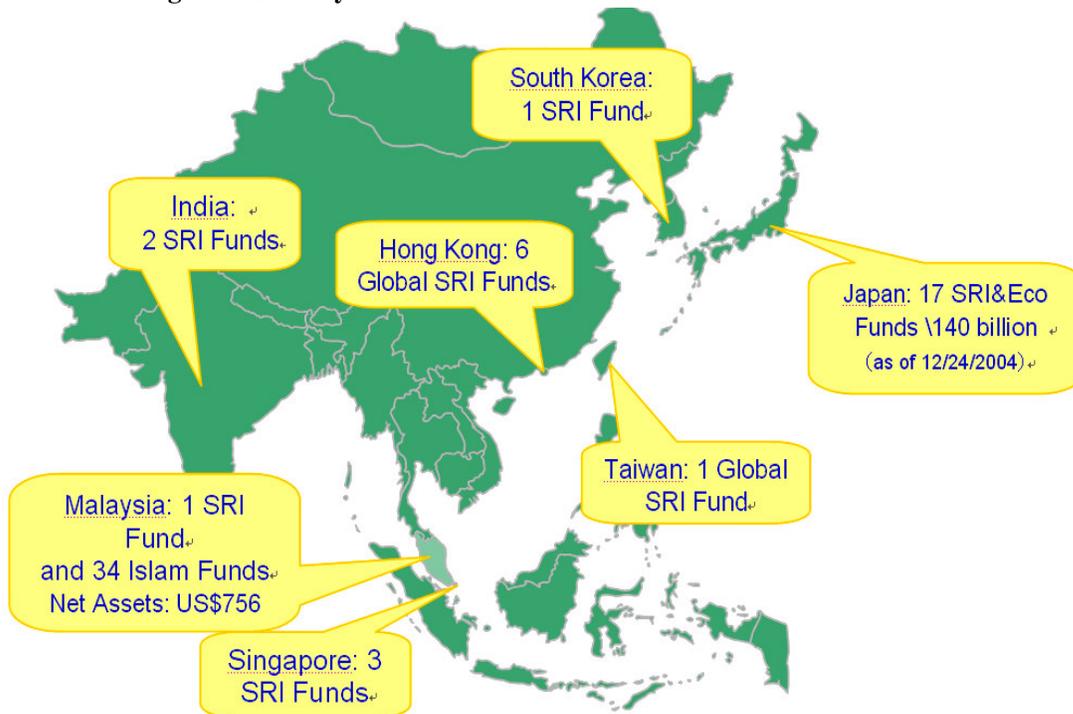
Figure 2 Country Breakdown of SRI Investment in Europe



Source: European Sustainable and Responsible Investment Forum

SRI investment is new to most of the Asian countries. As Figure 1 indicates, the total investment in Asia can be neglected from the world in 2002. However, it grows increasingly in recent two years. In Japan, for instance, there were only two SRI funds in 2001 while in 2003, the number increased to eleven. The country breakdown of SRI investment in Asia is as Figure 3.

Figure 3 Country Breakdown of SRI Investment in Asia



Source: ASrIA, as of 2004

3. Why SRI works?

3.1. Angle of financial theory

Mainstream theories on investment mainly are: the Theory of Efficient Market Hypothesis, the Theory of Cost-Benefit Analyses and the Theory of Portfolio Investment. The essence of these theories is to balance the risk and return in an investment project so as to make profits. However, it is difficult to use them to explain the rationale of SRI because from a traditional perspective it is meaningless to take care of parties other than shareholders. Researches on SRI reveal that traditional theories do not take sustainable development, natural resources and other social issues into account, and hence cannot reflect the real costs of the investments. If all of these external factors are considered as part of

the costs, the externality effects would be internalized and all of the mainstream theories would be applicable again.

Take workshop safety for example. Traditional theories would suggest the managers reduce the workshop safety input as less as possible because the input is thought to be a kind of cost without return. However, from a SRI perspective, a long-run cost-benefit analysis and human capital maintenance vision would completely change the decision. The new conclusion based on SRI theory is that to maintain a high quality of working conditions would be extremely helpful for reducing accidental risks and improving human capitals of a company.

Much research work has been done to help identify such intangible factors for SRI. For instance, corporate green accounting, corporate environmental disclosure and some related standards would let companies redefine the scope of costs.

3.2. Angle of corporate governance

Corporate governance is an important indicator to judge whether a company is worth investing. Most investors prefer companies with better corporate governance. Nowadays, the scope of corporate governance has been extended to CSR, which means companies also need to take care of their environmental governance and social governance. Therefore, it is true that companies with good corporate governance are always good at CSR. In other words, companies with good CSR image are also with good corporate governance. Such proposition has been illustrated by the Dow Jones Sustainable Index (DJSI) where most listed companies are big multinational corporations and doing well at corporate governance, such as GE, BP, etc. (see Table 2) As for small and medium companies, CSR involvement also reflects the vision of companies in a long run and would result in a long term sustainable growth.

To the end, if a company begins to concern CSR performance, that means it is a mature company with good governance structure and would like to use CSR to shape up a more positive image in terms of sustainable development, human rights and gender equality. Such company will definitely bring considerable returns to the investors, which makes SRI work well.

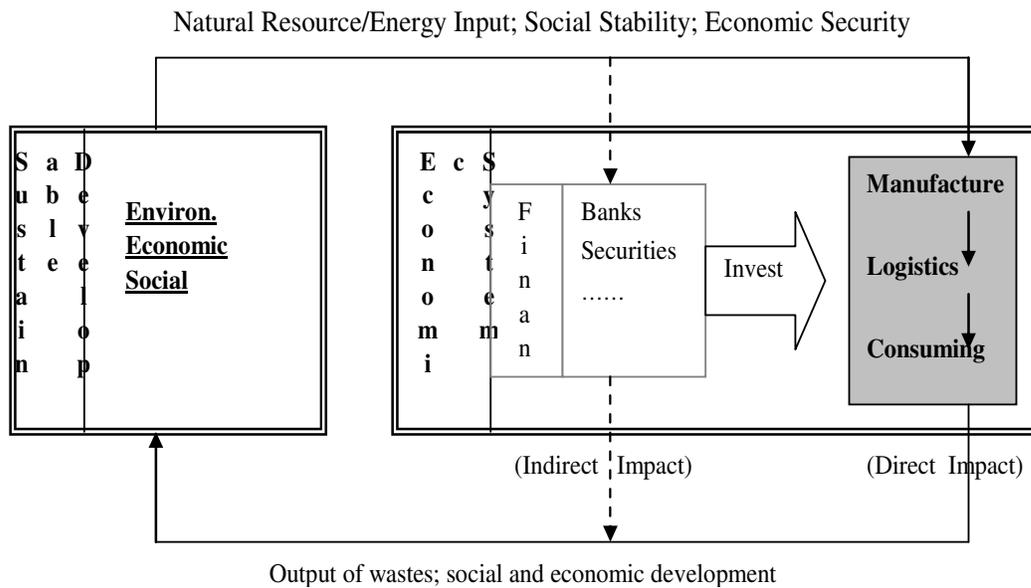
Table 2 Largest 20 components of the Dow Jones Sustainability World Index			
NAME	Industry	Float	Weight (%)
GE.	Industrials	1	4.868
Citi Group	Financials	1	3.147
BP	Oil & Gas	1	2.669
Pfizer	HealthCare	1	2.565
HSBC	Financials	1	2.381
Johnson & Johnson	HealthCare	1	2.378
Vodafone	Telecommunications	1	2.261
Intel	Technology	1	1.895
P&G	Consumer Goods	1	1.769
Glaxo Smith Kline PLC	HealthCare	1	1.743
Total S.A.	Oil & Gas	0.943	1.646
Novartis AG	HealthCare	0.941	1.599
Toyota Motor Corp.	Consumer Goods	0.946	1.596
Royal Dutch Petroleum Co.	Oil & Gas	1	1.515
Royal Bank of Scotland Group PLC	Financials	1	1.347
Nestle S.A.	Consumer Goods	1	1.334
Home Depot Inc.	Consumer Services	1	1.2
Dell Inc.	Technology	0.881	1.183
UBS AG	Financials	0.933	1.113
Time Warner Inc.	Consumer Services	1	1.081

Source: Dow Jones Index. As of 2004

4. Invest for a sustainable future

Sustainable future describes a bright future of a harmonious society in all-around dimensions mainly including environment, economy and societal development. As indicated in Figure 4, financial institutions and investments are the key driving forces to realize a sustainable future as they can significantly impact or moderate the output of the economic system. SRI, an investment philosophy that considers the impacts of investment on social and environmental issues, is an ideal instrument that should be used to promote sustainable development. Both public sectors and private sectors can take this instrument in their work.

Figure 4 Financial Institutions in Sustainable Development



Source: by the authors

For the private sectors, particularly financial institutions, should introduce a “Green Reform” to its business. The reform could consist of two phases. In the initial phase, financial companies need to improve their risk management system so as to prevent the intangible and non-financial risks such as environmental risks and social risks. For example, environmental performance indicators have been added to the screening process by the World Bank when it loans money to country governments. In the second phase, financial companies begin to look for business opportunities brought by CSR-related projects. Some leading banks like RaboBank in Holland and Deutsch Bank in Germany have created new businesses related to environment issues. These include environmental impact evaluation, environmental funds, environmental consulting, green venture capital, etc. It would become a market with great potential in the near future. Carbon Credit trade under Kyoto Protocol is also a notable emerging business for financial sectors. Some companies have been established as a specific broker for Carbon Credit.

As for public sectors, governments should learn to use the financial regulations and instruments to quicken the process to a sustainable future. Regulators in developed countries have set a range of rules and regulations about the disclosure and accountability on environmental, social and governance issues from companies. For example, in July 2000, the U.K. government legislated a change to its Pension Act of 1995, requiring trustees of occupational schemes to state the extent (if at all) to which social, environmental, or ethical considerations are taken into account in the selection of investments³. Cooperation between various departments is needed when governments work on such regulations because SRI covers various fields as financial, environment and labor issues. For example, securities regulators have to consult with environmental authority if they want to design a green accounting standard for listed companies.

³ 2003 Report on Socially Responsible Investing Trends in the United States, Social Investment Forum, p19

In the mean time, financial associations can also take an important role in SRI. They may do some self-regulatory initiatives to enhance the awareness of the financial sectors. As said in the Who Cares Wins report⁴, accounting standard-setting bodies, public accounting entities, and rating agencies and index providers should all establish consistent standards and frameworks in relation to environmental, social and governance factors.

5. References

- Amy Domini. (2001). *Socially Responsible Investing: Making a Difference and Making Money*, Chicago: Dearborn Trade, a Kaplan Professional Company.
- David St.Maur Sheil.(Ed). (2003). *ASrIA Reports: SRI in Asian Emerging Markets*. Hong Kong: Association for Sustainable & Responsible Investment in Asia.
- European Sustainable and Responsible Investment Forum. *Socially Responsible Investment among European Institutional Investors 2003 Report*.
- Guo Peiyuan and Yu Yongda. (2004). *Sustainable Finance in China: the Progress and the Future*, the Wharton Global Compact Conference, the Wharton School of the University of Pennsylvanian.
- Marcel H A Jeucken. (2001). *Sustainable Finance and Banking: the Financial Sector and the Future of the Planet*. London: Earthscan Publications Ltd.
- Social Investment Forum, *2003 Report on Socially Responsible Investing Trends in the United States*.
- The United Nations Global Compact. (2004). *Who Cares Wins-Connecting Financial Markets to a Changing World*, Yu Yongda and Guo Peiyuan. (2003). "Research and Practice of Financial Corporations for Promoting Sustainable Development". *Environmental Protection*, 12: 50-53.

⁴ Who Cares Wins, the United Nations Global Compact, p 4

The Architecture Wealth of Mexico City: An Economic and Tourist Source Without Exploring

Brenda T. Cossío Mondragón, Liliana Antonio Aranda, ✉
Luis A. Chávez Toledo y Juan M. Huerta Pasquel
*LAF Students, Tecnológico de Monterrey,
Campus State of Mexico*

Abstract

Daily we enjoyed the experience to live in the Mexico of the XXI century, fast large city of imposing skyscrapers and routes, intense commercial and enterprise activity, at the same time, making it one of the greatest cultural and artistic metropolis of the world. The best exponent of its architecture is the historical center, main nucleus of tourists pick up by the wealth that hoard. In order to take advantage of this natural attraction and to stimulate it, the government has centered his efforts in the conformation of the Trust of Cultural the Historical Center that allows it to rehabilitate the historical patrimony and that conforms its physical and social aspect. The present paper exposes the characteristics, proposals and reaches of this trust, the types of tourism that arrive at our country, as well as sinergia that could be created with the interaction of the historical center with places like Coyoacan and Santa Fe which different faces of the city, having their own programs of investment.

Key Words: Tourism, Architecture, City of Mexico, Economy, Culture

JEL Classification: M20, M50, Z11

✉ The authors appreciated the observations of two anonymous judges and it is the sole responsible of any mistake or omission in the article. E-mail: A00455722@itesm.mx, A00465199@itesm.mx, A00453061@itesm.mx y A00467732@itesm.mx

La Riqueza Arquitectónica de la Ciudad de México: Una Fuente Económica y Turística no Explotada

Brenda T. Cossío Mondragón, Liliana Antonio Aranda, ✉
Luis A. Chávez Toledo y Juan M. Huerta Pasquel
*Estudiantes LAF, Tecnológico de Monterrey,
Campus Estado de México*

Resumen

Cotidianamente disfrutamos la experiencia de vivir en el México del siglo XXI, urbe de imponentes rascacielos y vías rápidas, de intensa actividad comercial y empresarial, al mismo tiempo que cultural y artística, todo esto la convierte en una de las grandes metrópolis del mundo. Su arquitectura, es su mejor exponente de riqueza como: El centro histórico, principal núcleo de la captación turística por las riquezas que atesora. Para aprovechar esta atracción natural e incentivarla, el gobierno ha centrado sus esfuerzos en la conformación del Fideicomiso del Centro Histórico que le permita rehabilitar el patrimonio histórico y cultural que conforma su aspecto físico y social. El presente trabajo expone de manera descriptiva las características, propuestas y alcances de este fideicomiso, los tipos de turismo que llegan a nuestro país, así como la sinergia que se podría crear con la interacción del centro histórico con lugares como Coyoacán y Santa fe que muestran diferentes caras de la ciudad y que han tenido sus propios programas de inversión.

Palabras Clave: Turismo, Arquitectura, Ciudad de Mexico, Economía, Cultura

Clasificación JEL: M20, M50, Z11

✉ Los autores agradecen las observaciones de dos dictaminadores anónimos, asumiendo la responsabilidad por cualquier omisión o error que se mantenga en el artículo. E-mail: A00455722@itesm.mx, A00465199@itesm.mx, A00453061@itesm.mx y A00467732@itesm.mx

1. Introducción

A partir de que el turismo demostró en un grado mayor que es un generador eficiente de divisas, empleos, balanzas de pagos favorables y un efecto importante en el multiplicador, se llevaron a cabo medidas que trajeran consigo consecuencias económicas positivas que sean beneficiosas para los países.

Entre las ciudades que han explotado esta área de oportunidad, se encuentra Barcelona, que ha convertido su riqueza arquitectónica en el principal pilar de su crecimiento económico. Lugares como “La Barcelona Medieval” han mostrado a los visitantes los tesoros con los que cuenta, tal es el caso del “barrio gótico”, que con sus iglesias, capillas y palacios capturan la atención de propios y extraños, en la llamada Plaza de Sant Jaume se puede disfrutar del Palacio de la Generalitat cuya arquitectura gótica recibe a un gran número de turistas año con año.

Por otro lado tenemos a la bella ciudad de París en Francia, que se ha caracterizado por ser el primer destino turístico del mundo, gracias a su variedad de corrientes arquitectónicas y artísticas. Una de sus principales obras arquitectónicas es la “Torre Eiffel” cuya estructura de metal y piedra, ofrece al turista una vista inolvidable de la ciudad. Además ésta fue útil para las comunicaciones, radiotelegrafía y como antena de radio y televisión; ésta construcción ha recibido durante el año 2003 a 6.103.978 visitantes de todas partes del mundo; otros ejemplos de su bella e importante arquitectura son: La catedral de Nuestra Señora de París, El Museo de Louvre con su pirámide de cristal en uno de sus patios, El Arco del Triunfo, La Plaza de la Concorde, Champs Élysées y la Plaza Charles de Gaulle.

La ciudad de Londres con su mezcla de tendencias arquitectónicas, capta una mayor cantidad de turistas cada año, uno de los edificios más antiguos es “La Torre de Londres” que alberga hoy en día las joyas de la corona y cuenta con un

impresionante museo; La UNESCO declaró que la Abadía y el Hall de Westminster son Patrimonio Cultural de la Humanidad.

Hasta el momento nos hemos enfocado en ciudades europeas y sus íconos arquitectónicos, pero América Latina no es la excepción en cuanto a este tema, países como Argentina y Brasil muestran su pasado a través de su arquitectura colonial y otros dan al mundo una visión del territorio antes de la llegada de los colonizadores con imponentes ruinas arqueológicas como Machu Picchu en Perú o Teotihuacan y los vestigios del mundo maya en la península de Yucatán en México.

En Brasil destacan la Catedral de la Sé la cual posee 65 campanas y hermosos vitrales, el "Cristo Redentor" o mejor conocido como la "maravilla de Río" monumental figura de 38 metros de altura que se alza sobre la ciudad como su guardián. Argentina con espacios considerados como patrimonio cultura por parte de la UNESCO, dentro de éstos se encuentran las Misiones Jesuítas de los indios "representan una experiencia económica y socio-cultural sin precedentes en la historia de los pueblos" ⁵, la recoleta lugar de visita obligada, es un barrio elegante de los suburbios de Buenos Aires, famoso por su cementerio y la Iglesia de Nuestra Señora del Pilar de estilo colonial cuenta además con un complejo cultural y comercial acorde al estilo predominantemente colonial y el barrio San Telmo, uno de los más antiguos de la ciudad conocido por sus numerosas tanguerías y sus casas estilo colonial, residencia de artistas y artesanos.

El lugar en el cual haremos énfasis especial en este trabajo, es la Ciudad de México, la cual fue fundada en 1325, y está inmersa en lo que hoy se conoce como Centro Histórico, la cantidad de reliquias prehispánicas que se han encontrado con los años y la manera en cómo se ha tratado de preservar las distintas épocas que se encuentran conjugadas ahí, es decir, la época prehispánica, la virreinal y la contemporánea, hacen de ésta ciudad y en especial de su Centro Histórico un lugar lleno de historia y belleza arquitectónica.

⁵ Opinión realizada por la UNESCO. www.unesco.org/es

Dentro de los lugares en donde podemos encontrar una gran muestra de lo que la Ciudad de México ofrece en cuanto a su riqueza y tesoros arquitectónicos de distintas épocas, podemos mencionar:

- Centro Histórico
- Coyoacán
- Santa Fe

El Centro Histórico es el mayor exponente de la riqueza cultural y artística del país, ofrece a los turistas extranjeros y nacionales una mezcla de lo prehispánico- virreinal y contemporáneo; dividido de manera “geométrica” que permite a los visitantes recorrer eficientemente sus calles y barrios tradicionales.

Es por esto que el gobierno de la Ciudad de México y algunos inversionistas particulares han puesto especial énfasis en conservar sus edificios y puntos estratégicos para atraer al turismo en general.

Por ejemplo la delegación Coyoacán ha invertido aproximadamente 3 millones 741 mil pesos en obras que permiten el mantenimiento y conservación de sus calles y zonas que son punto importante para el turismo; cabe mencionar que muchas de éstas acciones también están encaminadas a proveer medidas de seguridad y prevención para los visitantes nacionales y foráneos.

En el caso de Santa Fe, hace algunos años cuando era un gran basurero, nadie habría apostado a que se convertiría en una importante y costosa zona. El proyecto de Santa Fe fue creado por un grupo de ingenieros, arquitectos y urbanistas que vieron el área como un lugar potencial para casas habitación y un centro importante para los negocios, gracias a su cercanía a zonas de alto nivel.

Por lo que podemos ver, estos proyectos e inversiones son una importante fuente para el crecimiento de una zona o toda una ciudad, que permitirá que a futuro haya un incremento en el turismo y por consecuencia un crecimiento económico considerable.

Una herramienta que actualmente es utilizada para llevar a cabo los proyectos que se tienen planeados para el Centro Histórico, es algo llamado fideicomiso. Pero desde nuestro punto de vista, creemos importante analizar ¿Qué es un fideicomiso? y ¿Para qué sirve?

Un fideicomiso es un medio jurídico el cual permite cercar bienes, flujos de fondos, derechos o negocios, solo por mencionar algunos; todo esto en un patrimonio de carácter independiente que tiene diferentes finalidades.

Los principales actores de un fideicomiso actúan de la siguiente manera:

El fideicomitente destina ciertos bienes, activos o derechos a un fin lícito y específico y comisiona la realización de ese fin a una institución fiduciaria, que por lo general son los bancos, en beneficio de un fideicomisario, ya sea una persona física o moral con capacidad de obtenerlo. Aquí cabe resaltar que las instituciones autorizadas pueden actuar como fiduciarios, que en caso de pérdidas o deterioros que sufran serán los únicos responsables. La constitución de un fideicomiso siempre debe estar por escrito, es por esto debe existir un contrato previamente determinado.

Si bien un fideicomiso no es el único medio que permite llevar a cabo un negocio o proyecto, cuenta con ciertas ventajas que le permite ser considerado como una herramienta útil, esto será explicado a lo largo de este trabajo.

El fideicomiso creado para poder revitalizar el centro histórico de la ciudad de México, fue constituido por el gobierno federal en conjunto con el gobierno del distrito federal, los cuales crearon un consejo consultivo presidido por Carlos Slim quien también funge como responsable y otros personajes del ámbito político, religioso y cultural del país. Del mismo modo se integró una mesa de proyectos en los que participan varios organismos dividiendo el proyecto en dos partes.

Este fideicomiso lo que busca es mejorar el ámbito social y urbano que constituye al centro histórico, y llevar acciones de remodelación, que integradas permitan una mejoría en la dinámica del centro histórico.

El proyecto de rescate intenta dar continuidad a los siguientes proyectos de administración:

Plan de rescate del centro histórico

- 1 Restauración de inmuebles
- 2 Seguridad y Limpieza de calles
- 3 Cámaras de vigilancia
- 4 Renovación del equipamiento urbano
- 5 Mejoramiento de vialidades
- 6 Estímulos a la vivienda
- 7 Sistema de estacionamientos
- 8 Reordenamiento del ambulante
- 9 Nueva iluminación
- 10 Mantenimiento y consolidación de las actividades económicas

2. Planteamiento del Problema e Hipótesis

El centro histórico del Distrito Federal, también conocido como “El primer cuadro de la ciudad”, es un espacio arquitectónico representativo de la etapa colonial del país, está compuesto por un conglomerado de monumentos y plazas rodeadas por edificios, tanto religiosos como civiles que constituyen hoy en día uno de los sitios de interés comercial, político y turístico más grandes de América Latina

Marcado por una gran herencia cultural, en el Centro Histórico se fusionan la historia y la vida cotidiana de las personas que habitan y trabajan en este lugar,

dándole un toque único e invaluable que constituye el sitio más frecuentado tanto por habitantes de la capital, como por turistas nacionales y extranjeros.

En 1980 es decretado como un espacio de conservación y en el año de 1987 la UNESCO lo declara Patrimonio Histórico y cultural de la Humanidad, pero con el pasar del tiempo la que en otra época fue considerada la Ciudad de los Palacios se ha convertido en un lugar que poco a poco pierde los vestigios que antes la caracterizaron.

El proceso de degradación del lugar se debe no sólo al abandono y consecuente deterioro de los edificios de su periferia sino también al decremento de las inversiones en las actividades comerciales, empresariales y financieras, la disminución en la oferta de vivienda ante la creciente inmigración de personas por la inevitable centralización de los servicios, cuestiones que favorecen el desempleo, subempleo, la contaminación visual y atmosférica, inseguridad y delincuencia que han provocado una menor afluencia del turismo y el desaprovechamiento de la zona en su conjunto. Esto no es más que una clara representación de todos los conflictos de intereses que existen hoy en día en nuestra ciudad, nos referimos a problemas políticos, económicos, sociales y culturales.

Por otro lado hay dos lugares que introdujimos previamente y que pensamos pueden formar un eje común que proyecte las distintas caras del México actual, estos lugares también han tenido una inversión importante por parte de sus delegaciones para lograr su difusión.

El primero es Coyoacán, que en pocas palabras podemos describirlo como el rincón provinciano inmerso en la metrópolis, de aire bohemio, Coyoacán mezcla lo más característico del interior del país tanto en su arquitectura como en la forma de vida de sus habitantes, su plaza central, sus angostas calles y sus numerosos puestos de artesanías han sobrevivido al incontenible aumento de su población,

erigiéndose como el punto de reunión de diferentes credos y el indicado para aquellos que quieren disfrutar de la tranquilidad de sus alrededores sin alejarse de la ciudad.

No muy lejos de la zona central se encuentra el que podría considerarse como el nuevo centro de negocios de la ciudad de México, nos referimos a Santa Fe, que bajo su concepto de arquitectura moderna y funcional podemos encontrar las oficinas de compañías de distintos ramos (bancos, laboratorios, seguros etc.), una gran cantidad de restaurantes apropiados para las comidas de negocios y grandes conglomerados con lugares de consumo y recreación, proporcionando a sus habitantes un estilo de vida muy parecido al de las grandes urbes mundiales.

Los dos lugares descritos deben su impulso a una apropiada planeación de las inversiones que tenían como objetivo su difusión por lo que creemos que estos puntos pueden formar un frente común con el Centro Histórico para darle a México un concepto de creciente urbe.

Lo que nos lleva a plantear la siguiente hipótesis: *“El fideicomiso del centro histórico de la ciudad de México facilitará que los espacios arquitectónicos y la cultura se conviertan en reales generadores de turismo y crecimiento económico.”*

3. Metodología

Para la comprobación de nuestra hipótesis nos apoyamos en el estudio de tres factores que consideramos de importancia para la comprensión de las dimensiones del problema son:

- El período de nuestra investigación
- Evolución y Acciones del Fideicomiso del Centro Histórico del a Ciudad de México
- Resultados obtenidos por el fideicomiso en el Centro Histórico

El período en el que centramos nuestra investigación abarca del año 2000 al 2006, ya que cabe resaltar que el Fideicomiso fue creado en Diciembre de 1990, pero no fue sino hasta el año 2000 y en el presente 2006, en donde este Fideicomiso tomó más fuerza y se volvió un asunto de interés público; en donde grandes cantidades de dinero se destinaron para recuperar un cierto perímetro urbano.

Es importante mencionar que en el 2002, el Fideicomiso Centro Histórico de la Ciudad de México, se constituyó como una Institución Pública, es decir, un medio para la recuperación y conservación de áreas consideradas patrimonio cultural, así que de manera específica la investigación analiza los alcances que se tuvieron y se planean para el Centro Histórico.

Como mencionamos anteriormente, a pesar de haber sido creado en 1990, no fue sino hasta el 2006, que esta “nueva etapa” del fideicomiso realiza actividades sumamente importantes, que no son comparables con las realizadas años atrás. La razón de todo lo anterior es que se centra en la redinamización del Centro Histórico, reactivando su imagen, pero sobre todo el aumento de los índices de turismo de manera considerable.

Se analizó la manera en cómo este fideicomiso se constituyó como un fideicomiso público y los participantes clave que lo componen, por ejemplo: el Gobierno Federal, el Gobierno del Distrito Federal y representantes de la iniciativa privada y del ámbito cultural.

Mediante documentos y fuentes de investigación, obtenidos de un contacto que ocupa el puesto de subdirector de Coordinación Fiscal de La Subtesorería de Política Fiscal de la Secretaría de Finanzas, tuvimos acceso a información relevante, que permite tener una visión general de este proyecto de rescate y revitalización, así como los resultados que están siendo obtenidos a un nivel turístico, económico, cultural y social.

A nivel turístico la importancia de este proyecto radica en la conservación de la riqueza arquitectónica e histórica del Centro Histórico, desde el punto de vista cultural este proyecto despierta el interés por la identidad nacional, desde el punto de vista económico, genera un reordenamiento en la distribución del comercio formal e informal generando un mejor nivel de empleos, además de mayor seguridad y comodidad para los turistas; desde el punto de vista social mas y mejores viviendas para los habitantes de la Ciudad de México, permitirán mejores espacios de desarrollo.

Este trabajo explica las ventajas y puntos débiles que pueden ser modificados de un proyecto de tal magnitud para una ciudad tan grande e importante como la nuestra, enfocándonos a un área de gran concurrencia turística y valor para los mexicanos, como es el Centro Histórico.

La línea que seguimos en el trabajo es totalmente descriptiva, ya que por la naturaleza del mismo es necesario exponer las características, cifras y descripciones de los lugares, así como las acciones ha seguir para que pueda establecerse una comparación sustancial entre los otros programas y el actual y se pueda cuantificar el éxito o fracaso del proyecto en general, así como sus repercusiones en los diferentes ámbitos nacionales.

4. Turismo en México

México es un país que cuenta con una diversidad de circuitos turísticos que atrapan la atención de turistas nacionales e internacionales, gracias a que estos circuitos se caracterizan de paisajes de gran belleza, costumbres, celebraciones y fiestas típicas; así mismo un sin fin de sitios arqueológicos y edificios arquitectónicos.

En México podemos encontrar distintos tipos de turismo que están clasificados de manera tal que cubren con el perfil específico de los turistas y los intereses de los mismos, como por ejemplo:

- **Arqueológico:** Dentro de los estados que ofrecen este tipo de turismo interesado plenamente en las ruinas arqueológicas, podemos mencionar: Yucatán, Estado de México, Veracruz y Chiapas.
- **Colonial:** El México colonial es un aspecto que se encuentra presente en muchos de los estados del país, edificios que ponen en contacto al turista con el barroco español y aquellos edificios que cuentan con elementos barrocos y churriguerescos, dentro de los lugares recomendados para disfrutar de este tipo de turismo, se encuentran: Puebla, Querétaro, Guadalajara, Guanajuato y por supuesto el Distrito Federal.
- **Sol y Playas:** México se caracteriza en todo el mundo por la belleza de sus playas, dentro del más populares se encuentran: Las playas de Acapulco, Mazatlán, Puerto Escondido y por supuesto Cancún, Cozumel y la Riviera Maya.
- **Ecológico:** Conocido también con el nombre de Ecoturismo, este tipo de turismo consiste en aquellas visitas a áreas “vírgenes”, que ofrece al turista el disfrutar de paisajes naturales, siempre procurando su conservación, dentro de estos lugares se encuentran las arrecifes, cenotes, bosques y desiertos.
- **Deportivo y Aventura:** Como anteriormente mencionamos, gracias a las características geográficas y su diversidad biológica de México lo hacen un territorio factible para practicar deportes, tal es el caso de Chihuahua que ofrece al turista la oportunidad de practicar deportes como el ciclismo de montaña, escalada en roca y rappel, todo esto gracias a sus desfiladeros y montañas; por ejemplo en Yucatán es muy común la práctica de deportes como el buceo, la navegación en kayak y la pesca.

Pero en este trabajo nos enfocamos aun tipo de turismo que si bien no está del todo olvidado, se encuentra en un proceso de promoción y “restauración” por así decirlo que también tiene aun gran número de turistas, interesados en conocer más de este tipo de turismo.

Para poder darnos una idea de la importancia que tiene este tipo de turismo y lo que económicamente significa, presentamos algunos datos interesantes para poder entender mejor este fenómeno.

Según el INAH, durante el 2002, captó en los espacios que dirige, 16.4 millones de visitantes donde la demanda nacional fue de 13.2 millones y el resto pertenecía a demanda internacional. Hay que puntualizar que en el ramo nacional, no se hace distinción entre la gente que radica en el lugar y la gente proveniente de otras partes de la república.

Otro dato interesante, es aquél que indica que alrededor del 5.5% de los turistas nacionales, estuvieron motivados únicamente por la parte cultural y el 3% para el caso de extranjeros, y se destaca también que la cultura, es la sexta razón por la que los turista viajan a algún determinado lugar de la república.

La ciudad de México, posee un sinnúmero de sitios con gran atractivo para el turismo, tanto nacional como internacional, los cuales poseen características totalmente distintas entre sí, desde lugares con una historia que se remonta a la época Prehispánica como el centro histórico cuyas muestras de talento arquitectónico colonial y modernista.

CENTRO HISTÓRICO

El centro histórico es en donde tiene sus cimentaciones la gran cultura Azteca también conocida como La Plaza Mayor, que servía de centro de culto para México-Tenochtitlán y así mismo fue bastión de los poderes en el virreinato y hoy

en día, es sin duda, un lugar mágico que es capaz de unir a miles de Mexicanos en festividades como el Grito del 15 de septiembre.

Contiene símbolos de las grandes épocas de nuestro país, contiene al Templo Mayor donde podemos ver los restos del doble templo Mexica y uno de los más impresionantes hallazgos de la zona, la piedra de Coyolxauhqui; también monumentos de índole religiosa como La Gran Catedral de la Ciudad de México, que fue testigo de la lucha por la independencia hasta El Palacio Nacional que es muestra de la sociedad actual desde donde el máximo representante del poder ejecutivo convoca a miles de Mexicanos en torno a la celebración de nuestra independencia.

Dentro del recinto, se encuentran varios patios y en sus corredores y escaleras pueden contemplarse murales de Diego Rivera cuyos trazos nos cuentan episodios nacionales con gran detalle. Temporalmente aquí se encuentra localizada la colección del Museo Nacional de Arte y es posible visitar el Recinto que es un Homenaje a Juárez y un jardín con arte botánico.

En el Centro Histórico podemos encontrar lugares que fomentan el turismo y hacen de ésta, una de las más bellas de todo el mundo. Delimitada al Sur por calles llenas de historia, al Norte por la famosa Plaza de Santo Domingo; al Este colinda con uno de los barrios más populares de la Ciudad de México, el barrio de La Merced y finalmente, al Oeste encontramos La Alameda Central que alberga a uno de los principales monumentos a Juárez.

Dentro del Centro Histórico, podemos encontrar sitios de gran importancia y majestuosidad que van desde recintos de arte que son testigos fieles que han estado ahí por más de 7 siglos que han visto la transformación de este bella pieza de valor inigualable. Algunos de estos sitios son: La Catedral, El Palacio Nacional, la Sede del Gobierno del Distrito Federal, el Anexo del Gobierno del Distrito Federal, el Hotel de la Ciudad de México, Nacional Monte de Piedad, el Ex-Arzobispado, el Museo del Templo Mayor, sus ruinas, la Secretaría de Educación Pública, el Museo José Luis Cuevas, la Suprema Corte de Justicia, la Asamblea

de Representantes del Distrito Federal, el Colegio de San Ildefonso entre otros y sólo por mencionar algunos pocos, tal vez de los más representativos.

Foto 1: “Catedral Metropolitana”



Fuente: www.ciudadmexico.com.mx

COYOACÁN

Pero la ciudad de México no solo cuenta con el Centro Histórico como principal atractivo turístico, existe un lugar que muestra una manera diferente de ver a la ciudad, nos referimos a Coyoacán.

*Por una calle empedrada de señoriales mansiones es posible adentrarse en este mundo de hermosas plazas, galerías de arte, restaurantes y vida bohemia.*⁶

La Arquitectura de la zona, es en verdad rica en historia y diversas corrientes, comenzando con una muy conocida fundación Franciscana del S. XVI., frente a esta iglesia, se lleva a cabo el desarrollo de las actividades sociales que

⁶ <http://www.mexicocity.com.mx/centro.html>

distinguen a esta hermosa parte de la ciudad. Aquí podemos encontrar distintos restaurantes, librerías, cafés, y un sin fin de lugares para poder pasar un rato muy agradable de muy distintas maneras.

Esta parte de la ciudad, ha sido hogar por muchos años, de gente muy relacionada a la cultura como Octavio Paz, Diego Rivera, Frida Kahlo, León Trotsky y una gran gama de personajes que con sus pinceladas de genialidad, han cambiado el destino cultural del país.

En Coyoacán encontramos recintos que le rinden culto al arte como museos de la talla del Anahuacalli creado por Diego Rivera, el Museo Nacional de Culturas Prehispánicas que alberga una colección impresionante de objetos que datan del S. XIII. Cardinalmente, Coyoacán se ubica al sur de la ciudad de México y cuenta con infraestructura de gran nivel como plazas comerciales, instalaciones deportivas, viveros, escuelas como la UNAM el CNA, la Cineteca, etc.

Foto 1 “Catedral de Coyoacán”



Fuente: www.ciudadmexico.com.mx

SANTA FE

Por otro lado, tenemos un lugar que se ha convertido en el centro de los negocios y edificio modernistas, además de ser una posibilidad de poder admirar aquellas expresiones modernistas de artistas que solo desean poder expresar sus ideas innovadoras.

Nos referimos a Santa Fe, el cual está localizado dentro de lo que se considera la zona financiera de la Ciudad de México y una de las más costosas; gracias a las inversiones que se han hecho en esta zona, ha sido posible desarrollar zonas de áreas verdes y corporativos de arquitectura moderna e internacional, como la Torre Arcos Bosques, mejor conocida como “El Pantalón de Santa Fe”, El Edificio Calakmul y Edificio Novotel y el German Centre. Todo esto ha sido gracias a la colaboración de grandes arquitectos mexicanos como Ricardo Legorreta y Teodoro González de León.

Foto 3 “Torre Arcos Bosques”



Fuente: www.ciudadmexico.com.mx

5. Fideicomiso-Centro Histórico

La UNESCO en 1987, estableció que el Centro Histórico de la Ciudad de México era considerado como Patrimonio de la Humanidad, debido a la cantidad de vestigios prehispánicos y arquitectónicos que poseía. La UNESCO es un organismo que fomenta la protección, identificación y preservación cultural y natural de aquellas regiones del mundo que cuenten con vestigios que representen un valor inigualable para la humanidad; en el caso de México su participación se encuentra representada principalmente por el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH).

En este mismo año, se expidió un decreto que declaró que 668 manzanas del centro y sus alrededores eran consideradas Zonas de Monumentos Históricos, el cual fue realizado por el Gobierno Federal.

Dentro de las dimensiones que abarca este decreto se establecieron los límites de lo que nosotros conocemos como Centro Histórico, los cuales son:

- 9.1 kilómetros cuadrados de superficie.
- Cerca de 9 mil propiedades.
- Y además 1,436 edificios considerados poseedores de valor monumental

El primer programa de conservación se lanzó bajo el lema: “Échame una manita” el cual duró tres años (1991-1994) aplicándose a 30 manzanas que tenía el objetivo de restaurar algunos monumentos aislados y buscar la inversión pública para el mejoramiento de vialidades y remodelación de plazas. Además se planteó el uso de instrumentos como: incentivos fiscales, financiamiento y apoyo técnico como estímulo para los interesados en participar.

Entre los retos más importantes del programa fueron el establecimiento de los mecanismos de coordinación que permitieran conciliar los intereses de las partes

(Inversionistas, comerciantes y autoridades) para crear un frente común, la superación de la factibilidad del proyecto e incentivar la participación ciudadana.

Uno de los factores clave en el desarrollo del mismo fue la implementación de un “ejecutivo de proyecto” encargado de darle un seguimiento a cada proyecto así como facilitar la obtención de los financiamientos necesarios.

Se llevaron obras importantes de rehabilitación y/o re-uso de inmuebles, como la sede de la Secretaría de Educación Pública, el Museo José Luís Cuevas, Santa Teresa la Antigua, la sede de la Sociedad de Ex - alumnos de la Facultad de Ingeniería, la Fundación Lucas Alamán, la Escuela Nacional de Jurisprudencia, la Biblioteca del Congreso, la Escuela de Economía, el Club de Banqueros, el Museo Universitario del Colegio de San Ildefonso, el Coro del Templo de Santo Domingo, la Biblioteca del Sindicato de Educación, el Salón México o el estacionamiento subterráneo de Bellas Artes. Teniendo una inversión total de 151.5 millones de dólares.

En diciembre de 1990 se constituyó el Patronato del Centro Histórico A. C. el cual creó un organismo privado denominado Fideicomiso del Centro Histórico de la Ciudad de México como un instrumento de acción conjunta entre el gobierno y distintos sectores sociales y privados. La tarea del fideicomiso ha sido impulsar todas aquellas iniciativas que ayuden a rescatar y proteger el Centro Histórico.

En 1990, el 18 de diciembre para ser más exactos, se constituyó el Fideicomiso Centro Histórico de la Ciudad de México, participando como fiduciario, la banca de desarrollo llamada Nacional Financiera, S.N.C., como fideicomitente se encontraba Servicios Metropolitanos, S.A. de CV. institución que presta servicios como verificadores administrativos y personal en funciones de inspector. Pero este fideicomitente cedió sus derechos a la Secretaría de Finanzas del Gobierno Federal del Distrito Federal, lo que trajo como consecuencia que este Fideicomiso tuviera el carácter de “Fideicomiso Publico”.

La razón por la cual se crea este Fideicomiso es porque las autoridades trataban de promover y ejecutar obras, acciones y servicios que fueran útiles para la recuperación y conservación del Centro Histórico.

En el 2002 se designa como directora general de dicho fideicomiso a Ana Lilia Cepeda de León y se realiza una publicación en el Mes de Mayo en la Gaceta Oficial del Distrito Federal dicho acuerdo y se da informa de la correlación de Fideicomisos Públicos de la Administración Pública del Distrito Federal. Durante el gobierno de Andrés Manuel López Obrador como jefe de gobierno del Distrito Federal se comunicó que habría un presupuesto de 500 millones de pesos, los cuales estarían destinados a la rehabilitación de un área urbana que comprendía 34 manzanas y más de 500 propiedades, ubicadas en las calles Eje Central, 5 de Febrero y Venustiano Carranza. Dentro de este proyecto también están incluidas propuestas para la realización de proyectos arquitectónicos como la que se realizará en la Alameda Central que incluye acciones que van desde la pavimentación y alumbrado, como el proyecto que tiene como objetivo crear una paisaje de jardines y la construcción de la llamada Plaza Juárez.

“En el Centro Histórico de la Ciudad de México, el futuro comenzó ayer.”⁷

Por otro lado, este fideicomiso no solo pretende llevar a cabo servicios públicos básicos, sino que además dentro de sus planes está la convicción de llevar a cabo acciones a mediano plazo que comprenden: Aspectos Económicos, Aspectos Sociales y Aspectos Culturales

Dentro de los Aspectos económicos podemos encontrar:

- Crear un campo para la rentabilidad en las inversiones
- Garantizar las inversiones inmobiliarias
- Incrementar el aprovechamiento de los edificios de la zona
- Reactivación económica

⁷ Frase página del Gobierno del Distrito Federal.

- Y la generación empleos.

Refiriéndonos a los Aspectos sociales, encontramos que:

- Se pretende recuperar aquellas zonas que son propicias para la vivienda
- Crear lazos fuertes con las familias que habitan la zona
- Dar solución a problemas tales como: inseguridad, ambulante y pobreza

Todos estos proyectos están planeados para su cumplimiento de manera semestral desde el año 2002 al 2006

Es importante hacer mención de la participación y papel del inversionista, que realiza uno de los más importantes empresarios del país, nos referimos a Carlos Slim, quien está interesado en comprar cerca de 250 predios para remodelarlos y crear casas habitación las cuales serán vendidas a precios altísimos. Más nombres de inversionistas aparecen también en este proceso de recuperación del centro histórico y algunas zonas aledañas, por ejemplo la constructora de la Torre Mayor en Paseo de la Reforma, Reichman International, firmó un convenio en este año con el Gobierno del Distrito Federal para adquirir las propiedades abandonadas en la Delegación Cuauhtémoc y remodelarlas.

Existen muchas personas y organizaciones que consideran que todos los proyectos destinados para el desarrollo físico, social, funcional y sobre todo económico del Centro Histórico permiten identificar de manera efectiva la posibilidad de inversión y el mejoramiento del área urbana de la zona y que la ayuda de organizaciones sociales, agrupaciones gremiales y económicas que tienen intereses y actividad económica en la zona, permitirán su exitosa aplicación con resultados positivos y alentadores.

El Fideicomiso del Centro Histórico de la Ciudad de México permite demostrar de manera paulatina la posibilidad de llevar a cabo acciones relacionadas con la vivienda popular orientada a la población de bajos ingresos, siempre cuidando y

delimitando las zonas en donde la reconstrucción y remodelación del patrimonio histórico ya es un hecho.

Dentro de las funciones del Fideicomiso podemos mencionar las siguientes:

- Administrar de manera eficiente el recurso público
- Tener los trabajos perfectamente coordinados, ya sean los desarrollados por empresas privadas como por las secretarías de gobierno que estén autorizadas y dentro del proyecto
- Cumplir con las fechas establecidas en el cumplimiento de los objetivos planteados.
- Asegurar que el gobierno encamine sus objetivos a el desarrollo de las áreas establecidas dentro del proyecto

Como mencionamos anteriormente, las acciones encaminadas al mejoramiento del Centro Histórico de la Ciudad de México, no sólo están enfocadas a la remodelación de espacios arquitectónicos y de vestigios prehispánicos; sino que además pretenden crear un mejoramiento completo en el área urbana de la ciudad apoyado en proyectos coordinados y proyectos específicos, mediante acciones como:

- Mejoramiento de la vialidad, transporte y estacionamientos
- Comercio en la Vía Pública
- Limpieza y servicios de Recolección de Basura
- Seguridad

Estos puntos son un factor importante dentro de los objetivos programados por el Fideicomiso, en el caso de la vialidad según cifras del gobierno más de 12 mil vehículos circulan por el centro histórico ocasionando de vez en vez un caos vial insufrible, por lo que dentro de las propuestas se encuentra ordenar el flujo vehicular con medidas que aseguren un correcto funcionamiento de semáforos, una aplicación estricta de el reglamento de tránsito, reglamentación a la entrada de transporte de carga en la zona y regular las redes de transporte público;

construcción de estacionamientos públicos y tarifas razonables en los mismos para evitar la constante invasión de la vía pública.

En cuanto a la limpieza de la zona se pretende modernizar y organizar el sistema de recolección de basura incrementando su eficiencia, muchas veces la gran cantidad de basura presente en el área se debe a aquellos comercios “informales” que invaden la calle, si bien sólo 2 de las 20 plazas comerciales funcionan como tal, se han señalado puntos que se cree solucionarán el ambulante, por ejemplo, los operativos de reubicación de vendedores ambulantes como parte del proceso de rehabilitación, ha traído consigo bajos índices delictivos en la zona, según Rocío Mejía, Directora de Asuntos Delegacionales del gobierno del Distrito Federal, .

Según el periódico capitalino *El Financiero* en 3 años el centro histórico ha recibido una gran cantidad de recursos privados para su remodelación y conservación, la cantidad es por más de 5 mil millones de pesos, según Ana Lilia Cepeda directora del fideicomiso esto evitará que la gente emigre del centro histórico e inversionistas lo vean como una zona en la que conviene invertir.

La delegación Coyoacán ha venido trabajando de un tiempo a la fecha en un proyecto integral para rehabilitación y mejoramiento de la imagen urbana en conjunto con un programa de promoción y fomento de actividades comerciales e industriales de la zona.

Parte importante de su imagen y atractivo es su conocido y de tipo provincial centro histórico, las autoridades han convocado al INAH y otros personajes de la sociedad a conformar un patronato que administre recursos para restaurar en primera instancia la Parroquia de San Juan Bautista, punto interés clave.

Por otro lado se ha tratado de descentralizar y ampliar la oferta de servicios culturales que caracterizan a esta delegación con espectáculos multidisciplinarios y propositivos en plazas, parques, explanadas y calles.

La inversión se enfoca a atraer personas de diversas nacionalidades con la idea de reflexionar sobre temáticas de interés social mediante festivales, conciertos y otros tipos de actividades más apegadas al folclor popular más característico de provincia.

En cuanto a Santa Fe, el antiguo basurero es ahora uno de los lugares más representativos del centro de negocios de grandes empresas y del estilo de vida más moderno, cómodo y funcional de la ciudad.

En 1994 se crea una asociación de colonos impulsada por los primeros grandes inversionistas que se instalaron en la zona para fomentar el desarrollo de la misma. A partir de 2004 se constituye el fideicomiso Colonos de Santa Fe, celebrado entre la asociación de colonos y el Gobierno del Distrito Federal con la finalidad de colaborar y facilitar la construcción de grandes conglomerados empresariales y de vivienda y seguir su camino a convertirse en la principal zona corporativa de la ciudad.

El sector turístico mostró un desempeño positivo de los años 2004 al 2005 derivado de un crecimiento en la afluencia de visitantes nacionales y extranjeros atraídos por la diversidad de sus atractivos culturales e históricos por lo que se ha ratificado a la Ciudad de México como el principal destino turístico del país y uno de los más importantes de América Latina. El uso correcto de los recursos del fideicomiso se proyecta en la repercusión que están teniendo las acciones planeadas en la detonación de un crecimiento económico integral de la entidad.

Según la Secretaría de Turismo (SECTUR) la Ciudad de México ha captado el 45% del turismo sobre ciudades como Acapulco, Cancún y Guadalajara de este porcentaje entendido como un 100%, el 75% de los visitantes fueron nacionales, el principal indicador para medir esta afluencia fue la ocupación hotelera, lo que muestra una marcada preferencia de los visitantes por conocer o regresar a la

metrópoli, tendencia que se ha venido incrementando a lo largo de los últimos años.

Una variante importante y de consideración es el hecho de que, a pesar de que en número se registran más turistas nacionales que extranjeros, el aumento de estos últimos es 2 a 1 con respecto a los nacionales lo que se puede atribuir a un constante cambio en la percepción de México en el mundo y los esfuerzos compartidos del sector turístico y las autoridades locales por aprovechar el repunte del mercado mundial de viajes después de la crisis provocada por los atentados terroristas del 2001.

En 2004 se hizo evidente el alto impacto de las acciones de renovación de los atractivos turísticos de la ciudad así como de las estrategias promocionales desplegadas por el gobierno del Distrito Federal y los agentes turísticos, los positivos resultados en la ocupación hotelera y como consecuencia el incremento de la derrama económica han propiciado la expansión de la actividad local y la generación de riqueza para sus habitantes. A continuación se muestra una tabla con la comparación del gasto por parte del turismo.

Tabla 1 “Gasto Total de los Turistas realizados del año 2000 al 2005”

Concepto	2000	2001	2002	2003	2004	2005 e/
Gasto de extranjeros						
Turistas extranjeros hospedados en hoteles	2,098,581	2,505,806	2,311,649	2,595,500	2,811,310	3,358,270
Gasto promedio (dólares)	549.65	582.82	616.19	642.28	672.61	674.68
Derrama (millones de dólares)	1,153.49	1,460.43	1,424.40	1,667.03	1,890.90	2,265.76
Gasto de nacionales						
Turistas nacionales hospedados en hoteles	7,025,413	7,946,130	7,859,183	7,842,537	8,804,025	9,180,438
Gasto promedio (dólares)	235.64	249.13	254.22	237.04	238.24	254.14
Derrama (millones de dólares)	1,665.45	1,979.82	1,997.92	1,859.02	2,097.51	2,333.13
Turistas nacionales y extranjeros						
Gasto promedio (dólares)	307.86	329.13	336.48	337.81	343.38	366.78
Derrama total (millones de dólares)	2,808.94	3,440.05	3,422.32	3,526.05	3,988.42	4,598.89

Fuente: Secretaría de Turismo del Gobierno del Distrito Federal

En 2005 se mantiene el incremento en los puntos señalados en el párrafo anterior registrándose 9.2 millones de turistas de enero a septiembre del mismo año, promediando 1 millón de visitantes por mes y un aumento del 7.1% con respecto al 2004 ⁸ además se incrementó la oferta hotelera al entrar en operación 17 nuevos hoteles aumentando los niveles de ocupación como se puede ver en la siguiente gráfica

Tabla 2 “Variaciones en los principales indicadores turísticos de la Ciudad de México”

Concepto	Enero-Septiembre 04	Enero-Septiembre 05	Variación
Empleos directo e indirectos	675,258	723,155	4.8%
Establecimiento de Hospedaje	632	649	17 hoteles adicionales
Turistas hospedados	8,469,556	9,245,899	7.1%
Gasto Total (millones de pesos)	32,675,761	36,208,899	10.8%
Ocupación hotelera semanal acumulada	59%	61.3%	2.3 puntos porcentuales

Fuente: Secretaria de Turismo del gobierno del Distrito Federal

⁸ Comparación y porcentajes obtenido de la Secretaria de Turismo del Gobierno del Distrito Federal

Imagen turística de la Ciudad de México

Para la consolidación de la misma se ha continuado con las etapas III y IV de renovación de espacios públicos y vialidades del corredor Reforma, con el objetivo de reorganizar y reactivar la actividad económica para ayudar con la organización se creó un cuerpo policiaco integrado por 2,350 elementos que fueron capacitados para asistir a los turistas, mientras que para estimular la actividad de la zona se atrajo la participación de inversión privada mediante estímulos fiscales y facilidades administrativas dando como resultado 1,656 millones de dólares en proyectos privados de desarrollo inmobiliario en su mayoría hoteles y cines, creando alrededor 44,699 empleos en la zona repartidos en proyectos terminados y en construcción, mientras que en el centro histórico la inversión privada generó 37,013 empleos.

Otro proyecto interesante con muchas posibilidades de expansión es el Turibus, producto de la conjunción entre los recursos privados y la disposición de las autoridades que ha transportado a más de 608,932 personas.

De fiesta en el Distrito Federal

Para continuar con la motivación de los flujos turísticos se han resaltados cinco campañas adecuadas a las temporadas turísticas: Día de muertos, Fiestas decembrinas, Fiestas patrias, Fin de semana y verano por lo que se invirtió en anuncios en medios masivos de comunicación y la impresión de ejemplares informativos solicitando a su vez y para ofrecer un programa integrado la conformación de paquetes de hospedaje por parte de 100 hoteles de distintas categorías.

A partir de la actualización constante de la página de internet se llegó a un promedio de 250,000 visitas, así como la atención de 720 solicitudes de información.

Para garantizar la difusión de las actividades de la ciudad fuera de nuestras fronteras, se destinó parte del presupuesto para tener espacio en revistas como "Travel Weekly", además de alianzas con las principales aerolíneas mexicanas con la mayor cantidad de vuelos al extranjero principalmente Estados Unidos, Canadá, Japón y China.

Se distribuyeron 130 ejemplares de la Gran Guía de la Ciudad de México; 2,855 Mapas de la Ciudad de México en español, 120 suplementos de congresos y convenciones y 3,443 Pocket Map, 50 folletos sobre el Turibus, 73 videos de la Ciudad de México y 85 impresos de Congresos y Convenciones a diferentes prestadores de servicios turísticos e instituciones.

En el caso de Coyoacán se recurrió a la difusión de cápsulas informativas en 34 programas de radio para promover los museos, y tianguis turísticos de la zona. Con la colaboración de la iniciativa privada, se brindó apoyo para la realización de 44 visitas de reconocimiento en las que se atendió a cerca de 807 personas entre agentes de viajes, periodistas, ejecutivos y tour operadores procedentes de América del Norte y del Sur, Europa, Medio Oriente y de la República Mexicana.

La Secretaría también promueve a la ciudad como un destino conveniente para la realización de filmaciones y video grabaciones (comerciales, cortometrajes, largometrajes y promocionales) En este ámbito, de octubre de 2004 a septiembre de 2005 se atendieron 152 solicitudes de información sobre permisos de filmación en la Ciudad de México 95 nacionales y 57 de países de Centro y Sudamérica, América del Norte y Europa.

Como ejemplo de lo anterior puede mencionarse que anualmente se producen en la ciudad cerca de 20 largometrajes, 2 mil comerciales y 15 telenovelas que, considerando los costos de producción y el factor de expansión, dejan una derrama económica anual cercana a los 14 mil millones de pesos. Por lo que se refiere a la promoción de la Ciudad de México como un destino de excelencia para el turismo de negocios grupal (congresos, convenciones, ferias, exposiciones y viajes de incentivo), se coordinaron los prestadores de servicios y entidades para adaptarse a las necesidades de los Comités Organizadores de 41 eventos celebrados en esta ciudad.

Según la Secretaría de Turismo del Distrito Federal, en el mes de Septiembre del 2005 se registró un presupuesto enfocado a actualizar y operar el sistema de información turística de la ciudad por un monto de 44022.8 miles de pesos y 4003.5 miles de pesos en promover proyectos estratégicos de desarrollo económico y promoción al turismo.

La Secretaría de Turismo preocupada por el desarrollo de programas que ayudaran a mejorar los índices de turismo en la ciudad, durante el año 2005 implementó y dió continuidad a un proyecto de nombre "Vive tu ciudad" que trajo resultados alentadores, tales como un índice de 218 visitas guiadas y en total se atendieron a 27978 turistas nacionales, que visitaron lugares religiosos, ecológicos e históricos.

Programas de ésta índole preocupados por incrementar el turismo en la Ciudad de México no sólo generan un beneficio en cuanto a visitantes se refiere, sino que también son puntos clave para la creación de empleos, ya que 21 de 35 jóvenes consiguieron empleo gracias a este programa, participando como auxiliares de guías.

Un factor de importancia es la creación de centros de información, mejor conocidos como módulos de información turística, quienes pueden orientar al visitante a conocer rutas y recomendar lugares para hacer su estancia más placentera; la instalación de dichos módulos apoyados en el perfil del turibus, ofrece un panorama general de lo que se puede encontrar en la ciudad. Actualmente se cuenta con 11 módulos de información turística los cuales se encuentran ubicados en:

- Corredor Reforma-Centro Histórico
- En las 4 terminales de autobuses
- Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México

Estos módulos registraron que se dio información turística a 377160 personas, de las cuales 277911 nacionales y 99249 extranjeros, que representan el 74% y 26% respectivamente. La secretaría por su parte, informó que 2224 personas fueron beneficiadas con la información otorgada vía telefónica, por Internet y por medio de empresas que solicitaron información relacionada a la actividad turística.

Es visible que la cantidad de personas nacionales y extranjeras interesadas en visitar aquellos lugares de distinta naturaleza (religiosa, cultural, histórica, etc.) va en aumento, los lugares principales que según la secretaría de Turismo obtuvieron una cantidad considerable de visitantes y en los cuales se les pudo dar información durante el periodo que comprende Octubre del 2004 a Septiembre del 2006, fueron:⁹

⁹ Secretaría de Turismo del Gobierno del Distrito Federal

Tabla 3 “Porcentaje de Turistas que Visitaron los Principales Centros Turísticos de la Ciudad de México”

Lugar	Número de Visitantes	
	Nacionales	Extranjeros
Catedral Metropolitana	65%	35%
Templo Mayor	74%	26%
Bellas Artes	76%	24%

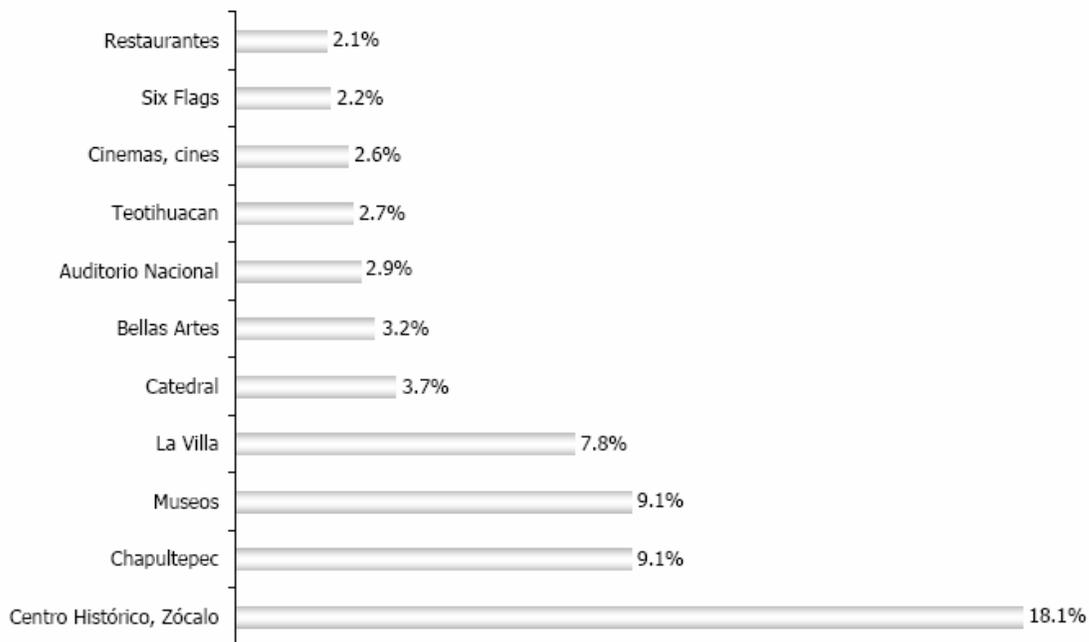
Fuente: Secretaría de turismo del Gobierno federal

De Enero a Agosto hubo un registro de cerca del 48% de personas que en su totalidad fueron nacionales, que se hospedaron en hoteles de la Ciudad de México por motivos de Trabajo y Negocios; según datos recabados por la Secretaría de Turismo de la Ciudad de México el gasto promedio por persona fue de 2700 pesos y cabe mencionar que se realizó una encuesta que tenía como objetivo el conocer la opinión de estos visitantes nacionales acerca de su intención de volver a visitar la Ciudad de México sin importar sus motivos para hacerlo y este estudio arrojó resultados alentadores, ya que el 85% de los encuestados contestaron que sin duda volverían, el 1.9% respondieron que no, el 11.1% probablemente regresarían y el 2% opinaron que difícilmente. Esto no es solo una muestra de que la Ciudad de México es un lugar que atrapa a sus turistas debido a su gran herencia histórica y cultural y la potencialidad para los negocios que posee; además de que cerca del 87% recomendaría el visitar la Ciudad de México.¹⁰

La siguiente gráfica demuestra que el sitio más concurrido por los visitantes es el Centro Histórico-Zócalo.

¹⁰ Porcentajes obtenidos de la Secretaria de Turismo del Gobierno del Distrito Federal

Gráfico 1 “Porcentaje de los Lugares más Visitados en la Ciudad de México”



Fuente: Secretaría de Turismo del Gobierno del Distrito Federal

Es por esto que con mayor razón el Fideicomiso ha puesto un interés mayor en atraer la atención del turista capitalino e internacional, creando programas que alimenten el interés del turista, el programa más conocido que ha tratado y lo ha logrado con éxito captar la atención del público en general es “De fiesta en el Distrito Federal” como se mencionó anteriormente.

Cuadro Resumen de Fortalezas y Debilidad Ciudad de México

Fortalezas	Debilidades
En la Ciudad de México se concentran las principales organizaciones fundamentales en la toma de decisiones sobre negocios e información relacionada a inversiones.	La inversión fuerte de este fideicomiso está centrada al poniente del Zócalo y comprende también a la Alameda central, pero el norte y oriente del Zócalo no están incluidos
El Centro Histórico-Zócalo es el lugar con el índice más alto de visitantes.	Ha sido reubicar vendedores ambulantes
En el Distrito Federal se encuentran los museos y edificaciones coloniales más representativos e importantes del país.	Existe sobre población en la ciudad de México
Se han puesto en marcha operativos de seguridad que han traído resultados positivos.	La inseguridad ha creado que se “protejan” con rejas algunos edificios y se cierran calles, lo que ha causado que la vista de las zonas sea poco atractiva.

6. Conclusión

La evidencia encontrada muestra cifras que hablan de un crecimiento considerable en el número de visitantes que acuden a los centros turísticos presentes en la Ciudad de México, gracias a la información obtenida por La Secretaría de Turismo del Distrito Federal.

Se expone además que no todos los recursos se han centralizado en la renovación de monumentos y vialidades, sino también se ha destinado una buena parte de ellos en rubros que impulsan la vivienda, la calidad de vida de los habitantes, y la generación de empleos vía inversión pública y privada.

Los resultados del fideicomiso se reflejan en la creciente derrama económica proveniente de la inyección de capital extranjero en la construcción de inmuebles y otra parte que los visitantes destinan en recreación.

El presente trabajo prueba que el incremento de la inversión esta ligado de manera directa con el crecimiento del turismo, que no sólo está interesado en la arquitectura prehispánica-colonial, sino que busca conocer nuevas expresiones de arquitectura contemporánea en lugares alejados de lo que se consideraba el centro de visita tradicional por excelencia. En consecuencia estos dos factores han elevado los indicadores directos que describen como el crecimiento económico no es atribuible sólo a la inversión para remodelación y creación de nuevos espacios, sino que necesita de la demanda turística atraída por programas como El Fideicomiso del Centro Histórico de la Ciudad de México que buscan apoyar la imagen y las virtudes que hacen de esta ciudad, un lugar que ofrece un valor agregado a aquellos que lo visitan.

El valor agregado es un punto que nos gustaría resaltar como clave en el desarrollo completamente exitoso no sólo de este programa sino de los futuros, ya

que, aunque se cuenta con la infraestructura necesaria y la inversión de capital privado, no se está explotando al 100% dejando ir a una cierta cantidad de turistas que desean invertir en visitas planeadas que satisfagan sus necesidades.

Si bien varios hoteles de la ciudad tienen paquetes atractivos en cuanto al hospedaje y precio del mismo para motivar la extensión de su estancia, aún hace falta que por parte de La Secretaría de Turismo o por iniciativa de las mismas cadenas hoteleras se ofrezcan paquetes integrales e itinerarios que permitan a los turistas potenciales obtener información especializada que les brinde diversas opciones que se adapten a su perfil, sin que el turista tenga que preocuparse por buscar, ubicar y encontrar la manera de transportarse al sitio de su interés por cuenta propia.

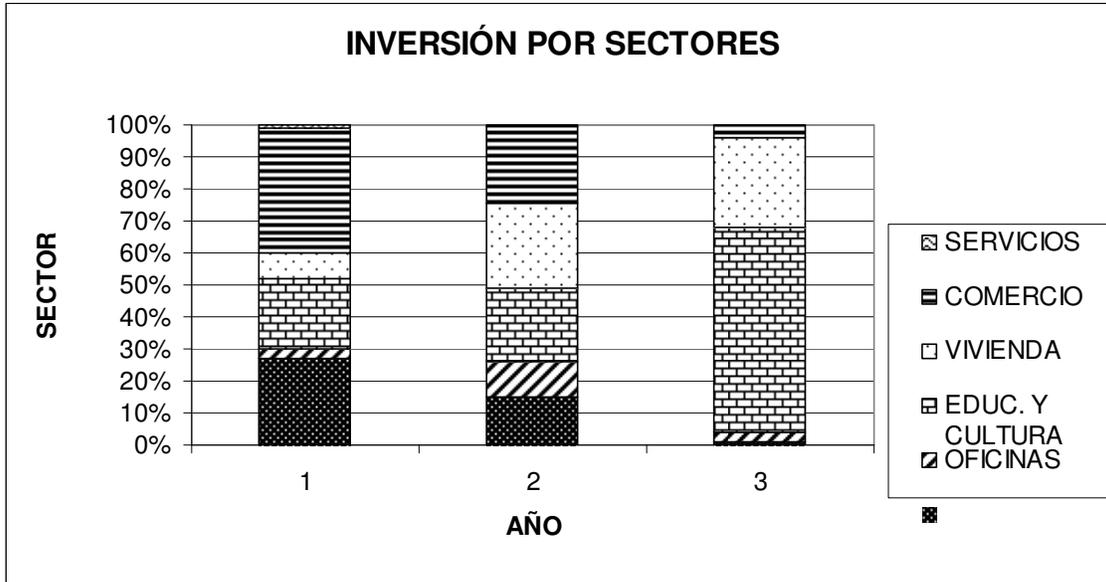
6. Referencias Bibliográficas

- Documento Facilitado por el Lic. Aureliano Hernández Palacios Cardel, Subdirector de Coordinación Fiscal, de La Subtesorería de Política Fiscal de la Secretaría de Finanzas. “Fideicomiso Centro Histórico”. 2004. Gobierno del Distrito Federal. 67pp.
- Una Ciudad más amable y sostenible. s/d. MIMEO
- Barros, Cristina. El Centro Histórico Ayer, Hoy y Mañana. 1997. INAH, Depto. Distrito Federal. México. 1º Edición. 228pp.
- Sánchez, Gerardo. Algunos Aspectos de la modernización de la Ciudad de México. Departamento de Investigación y Conocimiento, CyAD, UAM-Azcapotzalco. MIMEO
- B cultura. s/d.
http://w3.bcn.es/V01/Home/V01HomeLinkPI/0,2460,7610_52555_2,00.html
(Abril 24, 2006)
- Discovery Chanel. 2006, s/d.
http://tudiscovery.com/construimos_ciudad/arquitectura/index.shtml (Abril 24,2006)

- Ministerio de turismo de Brasil. 2006. http://www.turismo.gov.br/site/es/tour_productos/index.php?id_tour=12 (Abril 24, 2006)
- Delegación Coyoacán. 28 Enero 2005. http://www.coyoacan.df.gob.mx/paginas/comunicacion/boletines/febrero_05/bol331.htm (Abril 25,2006)
- Barboza, Karina. Fideicomiso. 1997. <http://www.monografias.com/trabajos14/fideicomiso/fideicomiso.shtml> (Abril 25,2006)
- Sitio de la delegación Coyoacán: <http://www.coyoacan.df.gob.mx/paginas/coyoacan/historia.htm#moderna> (Abril 26, 2005)
- Sitio de la asociación de colonos de Santa Fe. <http://www.colonossantafe.com/> (Abril 26,2006)
- Patrimonio mundial. <http://unescomexico.org/patrimonio/index.htm> (25 Abril, 2006)
- Gobierno del distrito Federal. Fideicomiso. <http://www.centrohistorico.df.gob.mx/fideicomiso/index.html> (Abril 27, 2006)
- s/d. Artículo: “AMLO entrega Centro Histórico a Slim”. <http://www.lacrisis.com.mx/cgi-bin/cris-cgi/DisComuni.cgi?column03%7C20030724120118> (26 Abril,2006)
- Programa de Fomento y Desarrollo Cultural del Distrito Federal 2004-2006. Gobierno del Distrito Federal. <http://cultura.df.gob.mx/culturama/descargas/ProgFomentoCulturalDF2004.pdf> (Abril 27, 2006)
- Indicadores Estadísticos 2005 (cifras preliminares). Secretaria de Turismo del Distrito Federal. 9 de Febrero 2006. <http://www.mexicocity.gob.mx/media/estadisticas/agenda2005.pdf> (28 Abril, 2006)
- Gobierno del Distrito Federal. 2006. <http://www.defiestaeneldf.com/> (28 Abril, 2006)

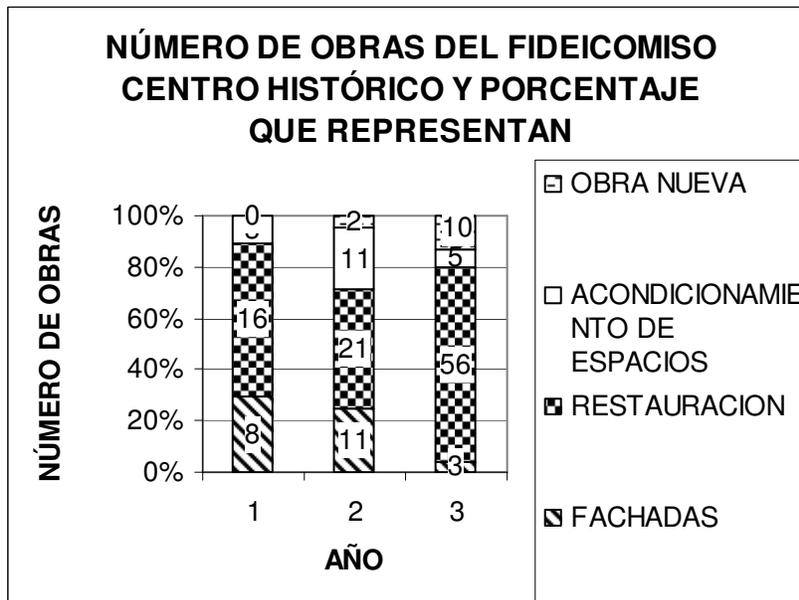
Anexos

Tabla 4



Fuente: Secretaria de Turismo del Gobierno del Distrito Federal

Tabla 5



Fuente: Secretaria de Turismo del Gobierno del Distrito Federal

The Industry of the Water in Bottle: The Quiet Privatization

Mariana García Caballero, Nidia K. Gutiérrez Sorkin ✉
*LEM Students, Tecnológico de Monterrey,
Campus State of Mexico*

Carlos G. García Guerrero
*IIS Students, Tecnológico de Monterrey,
Campus State of Mexico*

Abstract

A great water shortage exists anywhere in the world. In addition to the shortage another serious problem affects to Mexico, the water contamination. The previous statement has generated a boom for water in bottle, being of high costs for the population of low income. The article shows that the costs of having purified water are greater for the families of smaller income and marginalized zones.

Key Words: Water in Bottle, Shortage, Contamination, Public Programs

JEL Classification: Q25, Q28, I10

✉ The authors appreciated the observations of two anonymous judges and it is the sole responsible of any mistake or omission in the article. E-mail: A00469633@itesm.mx, A00469136@itesm.mx y A00466724@itesm.mx

La Industria del Agua Embotellada en México: La Privatización Silenciosa

Mariana García Caballero, Nidia K. Gutiérrez Sorkin 
Estudiante LEM, Tecnológico de Monterrey,
Campus Estado de México

Carlos G. García Guerrero
Estudiante IIS, Tecnológico de Monterrey,
Campus Estado de México

Resumen

Existe una gran escasez de agua dulce en todo el mundo, además de la escasez existe otro grave problema, la contaminación del agua. Lo anterior a generado un boom en em Mercado de agua embotellada con altos costos para la población de bajos ingresos. El artículo muestra que los costos de tener agua purificada son mayores par las familias de menores ingresos y zonas marginadas.

Palabras Clave: Agua Embotellada, Escasez, Contaminación, Políticas Públicas.

Clasificación JEL: Q25, Q28, I10

 Los autores agradecen las observaciones de dos dictaminadores anónimos, asumiendo la responsabilidad por cualquier omisión o error que se mantenga en el artículo. E-mail: A00469633@itesm.mx, A00469136@itesm.mx y A00466724@itesm.mx

1. Introducción

El agua es un componente de nuestra naturaleza que ha estado presente en la Tierra desde hace más de 3.000 millones de años, ocupando tres cuartas partes de la superficie del planeta. Su naturaleza se compone de tres átomos, dos de oxígeno que unidos entre sí forman una molécula de agua, H_2O , la unidad mínima en que ésta se puede encontrar. La forma en que estas moléculas se unen entre sí determinará la forma en que encontramos el agua en nuestro entorno; como líquidos, en lluvias, ríos, océanos, camanchaca, etc., como sólidos en témpanos y nieves o como gas en las nubes.

El agua es uno de los recursos naturales más importantes del mundo, ya que sin ella no existiría la vida y la industria no podría funcionar. El agua no tiene sustituto en muchas aplicaciones. Todos los organismos requieren agua y la requieren en condiciones apropiadas para ser asimilada.

En el planeta existe una cantidad de agua estimada en 1 400 millones de km^3 , de la cual sólo el 2.5% es agua dulce y la mayor parte de la misma se encuentra en forma de hielo o en depósitos subterráneos de difícil acceso. De esta manera, el agua disponible para las actividades humanas, en el mejor de los casos es del 0.01%. Además, esta mínima porción de agua frecuentemente se localiza en lugares inaccesibles o está contaminada, lo que dificulta su aprovechamiento.

El crecimiento demográfico y productivo ha generado escasez y contaminación del agua. Tanto las industrias como las personas hacen un consumo de agua desmedido y ocupan las fuentes naturales de almacenamiento o generación de agua, como los ríos o lagos para tirar los desperdicios generados, sin ningún control o restricción. Esto ha provocado insuficiencias en el agua limpia de algunas regiones, en especial en los países en desarrollo, donde las personas sufren más por enfermedades causadas directa o indirectamente por el consumo

de agua, alimentos conminados y por organismos portadores de enfermedades que se reproducen en el agua.

La escasez del llamado “vital líquido” es el resultado de un consumo irracional por parte de las personas y la mala distribución que se le da al agua. Se calcula que en países en vías de desarrollo, se pierde el 50% del agua en fugas en el sistema de suministro, conexiones ilegales y vandalismo.

Todos estos factores, han generado que, como todo producto básico, al existir escasez y falta de calidad, la obtención de agua para consumo humano sea cada vez más difícil, elevando así su precio y provocando también que la gente este decidida a pagar más con tal de obtener agua que no afecte su salud.

2. Planteamiento del Problema e Hipótesis

El crecimiento industrial y demográfico en México al igual que en muchos otros países trae consigo una disminución en la disponibilidad del agua; además de una creciente contaminación de la misma. Se ha generado un aumento en la extracción y consumo del agua y a su vez una mayor cantidad de aguas residuales, las cuales al no tener un tratamiento adecuado y ser descargadas en otros cuerpos de agua generan su contaminación y perjudican su aprovechamiento.

Por lo mencionado anteriormente, queda claro que en no sólo en nuestro país sino alrededor del mundo existe un grave problema con el agua lo cual produce graves consecuencias. Por lo que nosotros planteamos la siguiente pregunta:

¿Qué han generado la escasez y mala calidad del agua en México?

Dada la información anterior planteamos la siguiente hipótesis: *La escasez y la mala calidad del agua en México han generado un boom en las empresas purificadoras de agua.*

3. Metodología

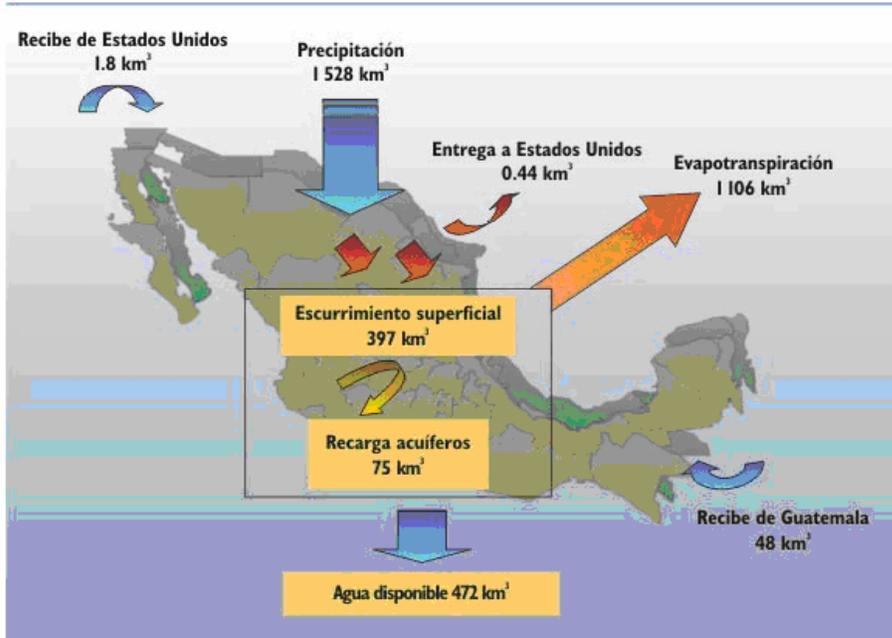
Para llevar a cabo este trabajo analizaremos la cantidad de agua existente en el mundo así como en nuestro país, de esa cantidad se mostrarán los porcentajes de agua contaminada y los porcentajes de agua adecuada para el consumo humano. Además se plantearán las razones por las cuales la gente prefiere consumir agua embotellada para de esta manera comprobar nuestra hipótesis. También se analizará la industria del agua embotellada en nuestro país, así como algunos problemas que esta genera, para poder comprender la importancia y el gran crecimiento que han tenido estas empresas en los últimos años.

Para realizar todo lo anterior consultaremos diversas instituciones relacionadas con el tema como son la SEMARNAT, La Comisión Nacional del Agua, así como libros y páginas de Internet en donde se muestren las diversas estadísticas y datos necesarios para la realización de este trabajo.

4. El Agua en México

El volumen total de agua que recibe el país por precipitación es de 1,528 km³ en promedio, pero esto no quiere decir que esa sea la cantidad total de agua disponible en México ya que tenemos que considerar factores tales como la evaporación para saber cual es la disponibilidad real del agua en México.

Figura 1



Fuente: www.semarnat.gob.mx/estadisticas 2000

Disponibilidad del agua.

La disponibilidad del agua en México esta afectada por la forma en la cual están distribuidos sus mantos acuíferos:

“el 80% del agua se encuentra a menos de 500 metros sobre el nivel del mar; mientras que sólo el 5% esta arriba de la cota de 2000, encontrándose en las planicies altas” (Ramos, 2003; p.32).

Es importante mencionar que en este 5% es en donde se encuentra asentada la mayor parte de la población y de las industrias, por lo que dicha agua la mayor parte de las veces se encuentra contaminada.

A continuación presentamos un mapa para ilustrar la disponibilidad del agua en México por entidad Federativa. El Valle de México, con poco menos de 200 m³/hab/año, se encuentra en la categoría de extremadamente baja, mientras que la región de la Frontera Sur, con cerca de 27 000 m³/hab/año, tiene una disponibilidad calificada como muy alta.

Figura 2



Fuente: www.semarnat.gob.mx/estadisticas_2000

Estos datos nos muestran la cantidad de agua disponible en México pero debemos recordar que gran parte de esta agua está contaminada y no es adecuada para su uso y consumo. Es importante observar que en las regiones donde esta asentada la mayor parte de la industria y población tienen una disponibilidad entre extremadamente baja y muy baja, situación muy preocupante ya que si vemos a futuro estas zonas serán las primeras en prescindir de este líquido vital, como se mencionó anteriormente es sorprendente ver que en estas zonas además de tener el grave problema de la escasez, la poca agua con la que cuentan en muchas ocasiones se encuentra contaminada y debido a eso no puede ser consumida por el hombre.

Contaminación del agua.

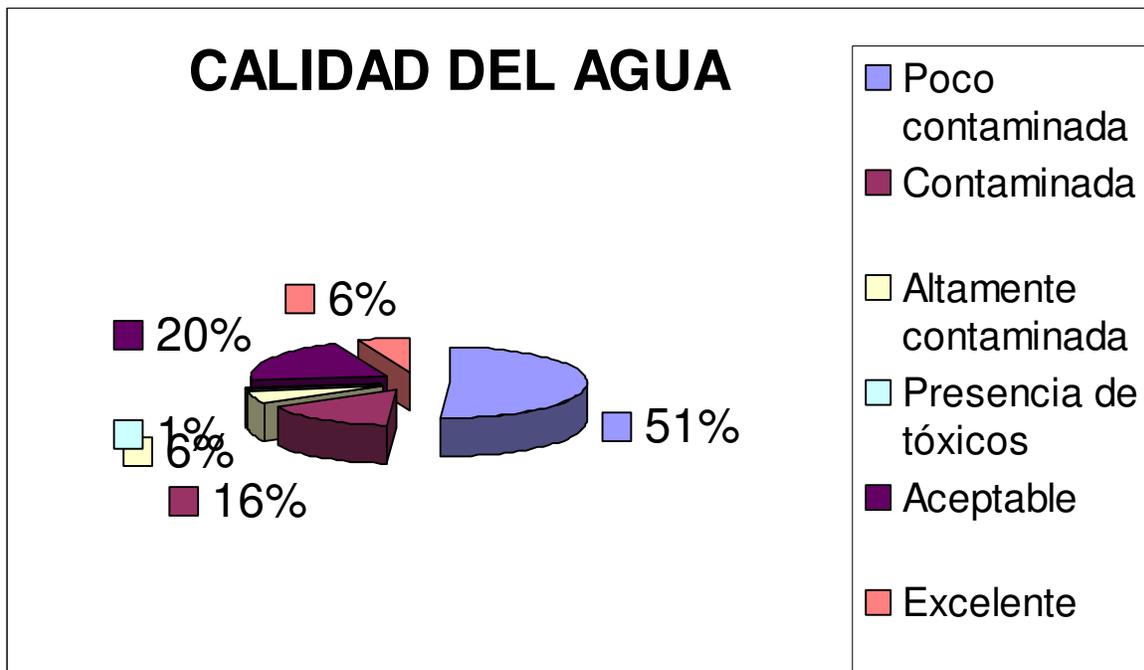
La contaminación es otro gran problema en cuanto al agua, los principales contaminantes que modifican la calidad del agua son: materia orgánica, nutrientes, grasas y aceites, organismos patógenos, metales pesados, detergentes y plaguicidas.

En los países en vías de desarrollo se da tratamiento a aproximadamente el 10% del agua, en México el tratamiento se da a poco menos del 20% con lo que podemos constatar que el 80% del agua restante se va a ríos, lagos o mares sin ningún tratamiento previo, ocasionando una mayor contaminación en estos lugares y como consecuencia la reducción del agua disponible en nuestro país.

En marzo pasado se llevó a cabo en nuestro país el IV Foro Mundial del Agua en donde se dieron a conocer datos muy importantes e impactantes sobre este tema. Uno de las estadísticas dadas a conocer y que más revuelo causó fue acerca de este tema en particular en donde se dieron cifras oficiales de los porcentajes de agua contaminada en el mundo. De esta manera tenemos que el 6% del agua es

altamente contaminada; el 16% contaminada, el 51% poco contaminada, el 20% aceptable y tal solo el 6% excelente para su uso y consumo.

Figura 3



Fuente: Elaboración Propia.

Enfermedades transmitidas por el agua

La contaminación del agua además de disminuir la calidad y la disponibilidad de la misma, también puede causar graves enfermedades. Algunas de las principales enfermedades son transmitidas por el agua de aseo personal, residual doméstica o por insectos relacionados con el agua. Las principales son: Cólera, Fiebre Tifoidea, Shigelosis, Salmonelosis, Gastroenteritis, Hepatitis infecciosa, Poliomielitis, Diarrea, Disentería y Giardiasis entre otras.

Valor del agua.

Debido a la contaminación, la escasez, la mala distribución, la falta de tratamientos y la falta de conciencia de las personas con respecto al adecuado uso del agua, ésta se ha convertido en un bien muy valorado por muchas personas que no cuentan con este servicio ni siquiera para cubrir sus necesidades básicas.

El agua por si misma posee un valor intrínseco, es decir un valor por su esencia; en la actualidad posee también un valor de mercado, que es el que está determinado por la interacción entre la oferta y la demanda.

Con los puntos vistos anteriormente podemos darnos cuenta que el valor de mercado del agua embotellada aumenta cada día más. Éste ha ido en aumento debido a que la demanda aumenta con el crecimiento de la población, la cual ya no confía en el agua del grifo por que puede estar contaminada y transmitir alguna de las enfermedades mencionadas anteriormente, además que la infraestructura de nuestro país no es renovada ni se le da mantenimiento periódicamente por lo que la distribución y la calidad del agua que llega a los hogares es muy pobre. La oferta de agua ha disminuido por distintas razones como la creciente demanda, poca la disponibilidad, la contaminación de los cuerpos acuíferos como ríos, lagos, lagunas, y manantiales; así como por ser un recurso natural no renovable.

5. Industria del Agua Embotellada

Debido a la escasez y a la mala calidad del agua que es distribuida en nuestro país, la población debe de buscar soluciones y alternativas para tener este líquido vital tanto para su consumo así como para el aseo personal y otras actividades básicas en la vida del ser humano. Durante muchos años las personas

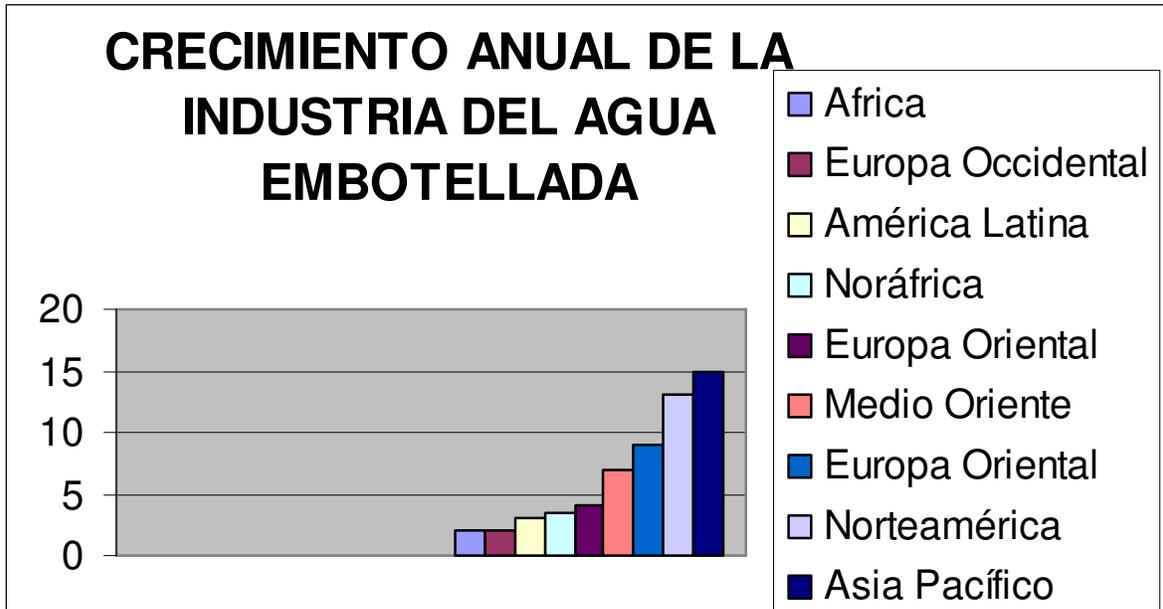
acostumbraban hervir el agua del grifo para eliminar bacterias y gérmenes, después recurrieron a los filtros purificadores de agua y finalmente hace algunos años empezó a haber un mayor interés y demanda de agua embotellada ya que es considerada como la mejor alternativa.

Según un estudio realizado por la organización ecologista estadounidense Herat Policy Institute en México durante el 2004 se consumieron unos 18 mil millones de litros de agua embotellada, lo que ubica a nuestro país en el segundo lugar por consumo con un promedio de 169 litros per cápita después de los Estados Unidos que es el principal consumidor con 26 mil millones de litros.

El consumo de agua embotellada en el mundo aumentó 57% en cinco años, pasó de 98 mil millones de litros en 1999 a 154 mil millones de litros en 2004.

El mercado mundial de agua embotellada representa un volumen anual de 89 mil millones de litros y su valor se estima en 22 mil millones de dólares. El 75% de dicho mercado está aún bajo el control de actores locales, sin embargo el otro 25% cruza fronteras internacionales para llegar al consumidor final, transportada en barcos, trenes o camiones lo cual constituye un gran negocio que está en constante crecimiento. Una de las razones de esta alta predominancia de satisfacción por medio del mercado interno es el hecho que los tiempos que demanda la importación y/o exportación del producto podrían llegar a afectar la calidad del mismo.

Figura 4



Fuente: Elaboración propia.

Los mayores aumentos se han registrado en los países en desarrollo ya que existe la percepción de que el agua que distribuyen sus sistemas públicos no es 100 por ciento potable, debido a la mala infraestructura y a la falta de tratamiento de la misma.

El boom de las embotelladoras de agua en México

Según estudios de la Global Market Research (GMR, 2004) en el año 2000 se consumieron 101 millones de litros en México; para el 2002 ascendió a 508 millones de litros, lo cual equivale a un 400 por ciento más y como ha continuado el aumento hasta como ya mencionamos en el 2004 llegar a 18 mil millones de litros.

El boom del consumo de agua embotellada empezó en México a principios de los noventas. Esto se ha dado debido al valor de mercado que ha adquirido el agua y las diversas razones que ya explicamos anteriormente y a los esfuerzos de mercadotecnia y publicidad que realizan las empresas de este sector al darse cuenta de cuan lucrativo puede ser este negocio.

Entre las razones del mayor consumo de agua embotellada en nuestro país destaca la mala calidad, el mayor interés de la gente por productos más saludables, las nuevas presentaciones, la desconfianza en las redes de distribución y las novedosas campañas publicitarias que enfatizan los beneficios que ésta ofrece como cuidar la salud, la figura, ofrece frescura, practicidad y calidad.

La población mexicana en su mayoría consume agua purificada y las familias en promedio gastan al año mil 200 pesos en este producto, lo que representa una gran oportunidad para empresas tanto nacionales como extranjeras, ya que actualmente las familias tienen contemplado entre sus gastos básicos e indispensables el agua embotellada.

Según la Asociación Nacional de Productores y Distribuidores de Agua Purificada (ANPDAPAC), en la República Mexicana existen casi 6 mil compañías productoras de agua, de las cuales 10 son consorcios, 150 son empresas grandes, 300 son medianas, 600 son pequeñas y 5 mil son microempresas. De las 5 mil microempresas que operan en nuestro país 50% operan de manera irregular y distribuyen garrafones a precios muy bajos en colonias o fraccionamientos. El contenido de este tipo de agua es de dudosa calidad. Con la información anterior se puede ver que el mercado de agua está muy segmentado y que las compañías fuertes se encuentran solamente a nivel regional, es decir operan y son reconocidas en un nivel general, pero en realidad el mercado está dominado sobre todo por negocios que venden el producto a granel y que son mejor conocidos

como “ojos de agua”. Estos negocios son microempresas que no pagan impuestos, no cumplen con las normas que exige la Secretaría de Salud y en muchas ocasiones ni siquiera purifican el agua simplemente embotellan el agua del grifo y la cobran como si hubiera sido purificada. Lo más alarmante en este caso es que del volumen total del mercado, el 50% de las ventas se registran en la informalidad, lo cual representa un gran reto para la industria de este sector, ya que en muchos casos la gente prefiere lo más barato sin cuestionarse la calidad con la que cuenta este producto.

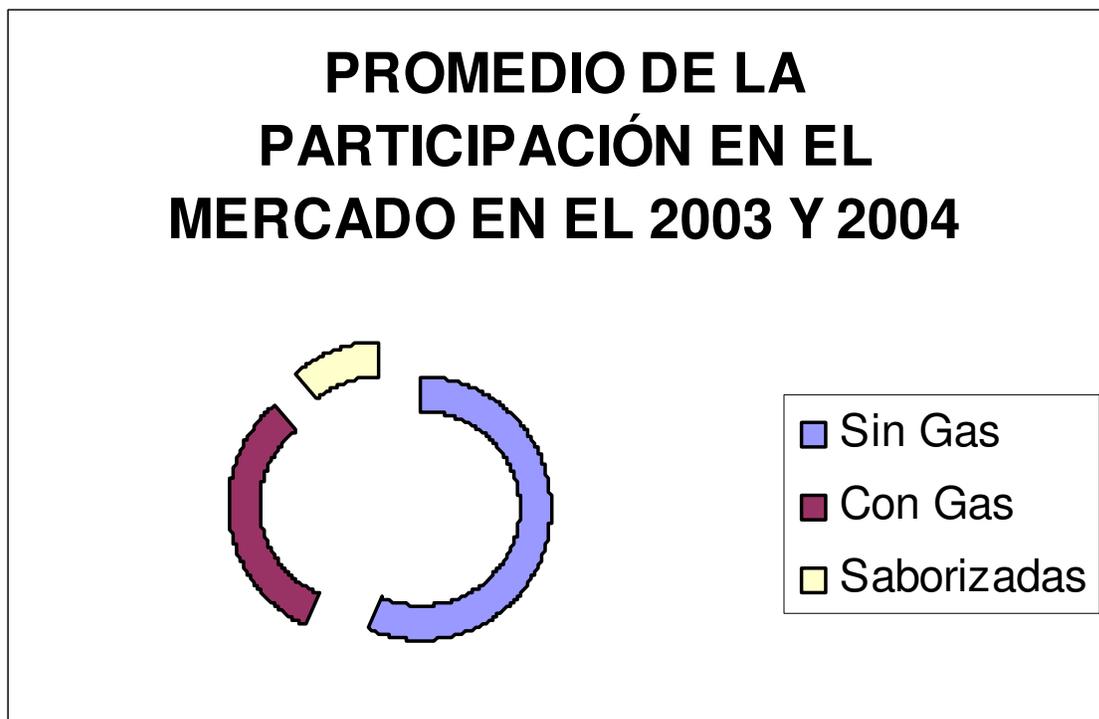
La industria del agua embotellada cada día crece más y se convierte en un negocio más rentable, por segmento el agua embotellada tiene el 24% del mercado, lo que equivale a mil millones de dólares, pero el verdadero fuerte para las ganancias de la empresa es el garrafón, con el 76% del sector lo cual lo coloca en un valor cercano a los 3 mil millones de dólares. El negocio del agua embotellada esta dividida en 2 grandes nichos: los garrafones de 19 litros y los galones que incluyen presentaciones de 1.5 litros o menos. La venta de los garrafones es la más rentable como ya se mencionó, debido a que más hogares mexicanos consumen el producto en esta presentación debido a la practicidad de tenerlo en casa, la disponibilidad y sobre todo el precio que oscila entre 20 y 25 pesos aproximadamente, lo cual es muy accesible y resulta mejor si lo comparamos con las botellas de 1.5 litros cuyo costo es entre 9 y 12 pesos.

La gente está consumiendo más agua y menos refrescos, y esto se puede notar con los planos crecimientos del 2% y 3% de la industria del refresco y los crecientes porcentajes hasta del 15% de la industria de agua embotellada. Esto se debe principalmente a que la gente en estos tiempos se preocupa mucho por su salud y por su imagen personal por lo que busca opciones saludables, bajas en calorías y que los ayuden a sentirse y a verse bien.

El agua embotellada se está convirtiendo en una muy fuerte competencia para los refrescos y los jugos, ya que ésta ha diversificado sus presentaciones y ahora ya

no sólo es agua natural, sino también productos con sabor como Levité distribuida por Bonafont, con lo que se pretende atacar a todos lo segmentos del mercado.

Figura 5



Fuente: Elaboración propia.

Según Roberto Schuldes Dávila, gerente estatal de la Comisión Nacional del agua durante el 2005 las ventas de empresas de agua embotellada recibieron 34 mil millones de pesos. Estas ganancias quedan en manos de empresas transnacionales como son Pepsi Co., Danone y Coca Cola FEMSA, quienes tienen el 50% del mercado de agua embotellada en México, lo que representa 17 mil millones de pesos.

Ejecutivos de la empresa peruana Big Cola que también participa en el mercado de agua embotellada y que pertenece a Corporativo Ajegroup, señalan que México en este sector se encuentra dominado por siete compañías principalmente, entre las que se encuentran Bonafont, Electropura, Coca Cola FEMSA y Nestlé.

En México las marcas más fuertes son Danone con Bonafont y Coca Cola FEMSA con Ciel y Electropura, con su nueva presentación ePura. En el sector de los garrafones Electropura predomina el mercado tanto en hogares como en negocios y restaurantes, pero Bonafont gracias a sus intensas campañas publicitarias ha logrado intensificar su presencia en los últimos meses.

Al respecto, TGI-Mexico (Target Group Index, TGI), organismo que mide el consumo de productos y el uso de marcas en nuestro país, informó que en el año 2005 las ventas de agua embotellada en México representaron 6 mil 500 millones de dólares, cifra que resulta casi increíble por ser únicamente de un sector de la industria mexicana.

La participación del agua embotellada en el volumen total de ventas de las principales compañías embotelladoras de bebidas como Coca Cola FEMSA y PepsiCo. va en aumento y en algunos casos está casi a la par de los productos originales con los que salieron al mercado. Por ejemplo en el caso de Coca Cola FEMSA, las ventas de refrescos de cola representaron el 60.6% de su facturación en 2005, 19.8% estuvo representado por los refrescos de sabores y 19.1% por agua embotellada. Esto nos da un claro panorama de la situación actual del mercado de agua embotellada, en este caso se nota como las ventas de agua están casi iguales que las de los refrescos como Sprite o Fanta a pesar de que el agua Ciel es un producto relativamente nuevo a diferencia de los refrescos que han estado en el mercado y en el gusto de la gente de nuestro país.

La embotelladora líder en el sistema Coca Cola en nuestro país FEMSA (KOF), aseguro que el agua embotellada continuará siendo parte del portafolio de la empresa, ya que las ventas de Ciel representan un gran porcentaje en las utilidades de la empresa, sin embargo aseguran que no cuentan con una estrategia particular para aumentar su exposición, ya que las ventas se dan por sí solas debido al interés de las personas por cuidar su salud y su figura. FEMSA

revela que Ciel, la marca de agua embotellada distribuida por el sistema Coca Cola, tan solo en tres años ha tenido crecimientos de dos dígitos; así pasó de tener un peso de 0.5% en su volumen de ventas totales en el 2002, a 1.5% en el 2003 y durante el 2004 y 2005 superó el 3%. Si se toma en cuenta que esta empresa facturó en el 2005 8 mil 387 millones de dólares, la comercialización de agua embotellada está cerca de los 2 mil millones de dólares tan sólo en Latinoamérica.

Por otra parte Pepsi Bottling Group en su reporte anual del 2005 afirma que la venta de agua en México impulsó decisivamente el crecimiento de dicha empresa en el país, la cual tuvo un crecimiento del 5%.

Con lo anterior se puede constatar que el negocio del agua purificada y embotellada se ha convertido en algo sumamente rentable, tanto para los pequeños negocios, así como para las grandes empresas de la talla de Pepsi y de Coca Cola que es la empresa refresquera más grande e importante del mundo. Estas grandes empresas le apuestan muchísimo a la industria del agua embotellada por los resultados y ganancias que han tenido en los últimos años. El sector embotellador de nuestro país consolidó durante el 2005 sus líneas estratégicas de comercialización ante un entorno cada vez más competitivo, donde el negocio del agua tuvo un lugar especial por su alto potencial de crecimiento.

Las últimas estimaciones que se realizaron de esta industria detallaron que mientras que el segmento de refrescos y bebidas de sabores no rebasaran la tasa de crecimiento del PIB del próximo año, el agua embotellada mantendrá repuntes de entre el 11 y el 15 por ciento. El único obstáculo para su desarrollo, se cree que será la fuerte presión que hay en los precios del Pet que es uno de los principales insumos que se utilizan para embotellar el líquido. La firma internacional Merrill Lynch pronostica que durante el 2006 los precios del Pet se incrementen entre un 8% y 10% adicional al repunte de 15% que sufrió en los últimos años. A pesar de esto se prevé que esta industria siga creciendo ya que el agua purificada y

embotellada se ha convertido en un bien básico en la vida de la población mexicana, por lo que ésta está dispuesta a seguir comprándola y pagando por ella.

El mercado mundial del agua embotellada representa un volumen anual de 89.000 millones de litros con un valor estimativo de 22.000 millones de dólares. De este total, un 41% (36.500 millones de litros con un valor estimativo de 9.000 millones de dólares) es agua mineral o de manantial y el resto proviene de otras fuentes.

El mercado actual de agua embotellada está muy bien definido, pero se prevé que se irá ampliando cada vez más. Los estudios realizados por la TGI durante el 2005 reportan que los mayores consumidores del agua embotellada en México son:

- Mujeres entre 20 y 24 años de edad
- Hombres entre 12 y 19
- El 62% de la clase social AB
- El 63% de la clase C+ y C
- El 57% de la clase D+
- El 55% de la clase DE

Estas son tendencias que han ido en aumento y con estos datos vemos que hoy en día el agua embotellada es consumida en todos los niveles socioeconómicos, es decir, lo que hace un tiempo era visto como un bien de lujo ahora es un producto básico y de primera necesidad en todos los sectores de la población.

Euromonitor, una de las firmas de análisis de mercado más importantes, considera que en México la demanda del producto seguirá en ascenso en los próximos años, impulsada por la necesidad de permanecer hidratados, mayor portabilidad, mayor y mejor calidad, presentaciones a granel y también porque representa una opción cada vez más importante en el mercado de nuestro país.

Problemas generados por el agua embotellada.

Existen distintas razones por la que el agua embotellada, también representa problemas de salud y contaminación para las personas.

En estudios realizados por la *Natural Resources Defense Council* en Estados Unidos, reveló que un cuarto de las aguas embotelladas son solo agua corriente embotellada, en algunas ocasiones filtrada pero en otras no, y que en una de cada 103 marcas de agua embotellada se han detectado sustancias contaminantes como el arsénico. El caso más reciente fue el de Coca Cola, empresa que retiró sus marcas de Europa debido a esta situación. También este estudio mostró la publicidad engañosa que se maneja en las aguas embotelladas, haciendo suponer que el agua proviene de fuentes naturales como lagos y bosques, cuando realmente proviene de un pozo.

En México este problema representa un gran riesgo debido a las embotelladoras clandestinas. Según la Comisión Federal contra delitos sanitarios de la SSA de las 3850 plantas purificadoras que se tienen registradas alrededor del 40% tiene alguna anomalía en el proceso para la elaboración del producto. Algunas de las empresas que ofrecen este servicio llenan los envases directamente del grifo y les colocan los sellos, etiquetas y tapas de alguna marca registrada o conocida, los cuales se adquieren en el mercado negro. Esto representa un riesgo potencial de brote de alguna epidemia, de no ser atendido este problema.

Otro grave problema que representa el agua embotellada es el alto costo al que se esta vendiendo el producto, incluso, se vende más cara que la gasolina en Estados Unidos, ya que mientras un galón de gasolina cuesta 1.50 dólares, un galón de agua embotellada se cotiza en los 4 dólares el galón. Con estos precios los gigantes de la industria como Danone, Coca Cola, entre otros están obteniendo enormes ganancias, y colocan al agua fuera del alcance de los que

menos tienen. En México las ganancias se reflejan en los costos. Mientras que la presentación de medio litro llega a los cinco pesos, a las compañías el costo de producción llega a los 1.83 pesos aproximadamente.

Este problema de la “privatización del agua” a llegado a extremos. Para muestra está Nestle Waters, empresa que comercializa agua embotellada en 130 países, a través de 77 marcas comerciales en todo el mundo. De sus ventas, el 19 por ciento se registra en Estados Unidos y Canadá; 17 en Latinoamérica; 30 en Europa occidental; 6 en Europa del este; 20 en Oceanía, y 8 por ciento en África y Medio Oriente. Esta empresa eligió a Pakistán como centro de producción para su marca Pure Life que ni siquiera vende en ese país. Es decir, explota los recursos de Pakistán y los pobladores de aquel país no obtienen los beneficios. La marca no se comercializa en el país debido a que el poder adquisitivo de las personas no permite comprar el agua. Para satisfacer el consumo diario se requeriría del 80% de un salario medio del país para comprar el agua. Cabe destacar que en Pakistán el 75% de la población no cuenta con el servicio de agua apta para el consumo humano y que cada año 200 mil niños mueren por diarreas en el país.

La contaminación que genera el mercado del agua embotellada tiene un gran impacto en el ambiente. Todos los envases en los que se coloca el agua generan un gran desperdicio de residuos plásticos, que si bien estos se pueden reciclar, no todos llevan este proceso, en especial en países no industrializados, lo que genera un enorme foco de contaminación.

Según la empresa APREPE, una organización no gubernamental, que se dedica a fomentar la cultura del reciclado, afirma que hasta 50 millones de botellas pueden llegar semanalmente a los basureros, que, según especialistas, tarda mil años en degradarse.

Aunado a esto las embotelladoras gastan 2.7 millones de toneladas de plástico al año para embotellar agua, que son fabricadas con materiales tóxicos. El plástico

más usado es el PET que es un derivado del petróleo crudo. Solo para satisfacer la demanda de Estados Unidos de agua embotellada, se requieren más de 1.5 millones de barriles de petróleo al año, lo cual sería equivalente a dar combustible a unos 100 000 coches durante todo un año.

En México la SEMARNAT ha emitido solo recomendaciones sobre el reciclado de las botellas, lo cual no significa nada, hasta que se legisle sobre el tema. En Estados Unidos la empresa Publix ha presentado una botella cuya elaboración de plástico es de maíz lo cual disminuiría el tiempo de degradación.

De acuerdo con el Fondo mundial por la Naturaleza el agua embotellada es con frecuencia radiada para evitar que se contamine con microorganismos. Estos procesos de producción y distribución son perjudiciales para el medio ambiente, ya que estos dos procesos implican el uso de energías que entre otras provocan el efecto invernadero.

En México existe otro problema que cae en un círculo vicioso. El subsidio al agua provoca que las ganancias por el consumo del vital líquido no alcancen para invertir en nueva infraestructura lo cual provoca un rezago y da como resultado el consumo de agua embotellada. Por su parte el gobierno dice que la contaminación del agua se da en los tinacos donde esta se almacena. La recomendación del gobierno es hervir el agua en casa lo cual resulta más barato y más ecológico. En el 2005 las ganancias generadas por el agua embotellada en México ascendieron a 34 mil millones de pesos, mientras que lo recaudado en impuestos por pago de agua apenas logró la cantidad de 20 mil millones. Una inversión en infraestructura hidráulica requeriría de unos 22 mil millones de pesos. Para recaudar esta cantidad se requiere que en México se pague el costo real de agua de cinco pesos el metro cúbico, y no los dos pesos que se pagan en la actualidad.

6. Conclusiones y Posibles Soluciones

Ante la situación de la escasez de agua que enfrenta México se esta desarrollando una investigación sobre como desalinizar el agua de mar para convertirla en agua potable. Esta práctica ya es realizada en plantas desalinizadoras en otras partes del mundo; el objetivo final y lo novedoso de estos estudios es:

“Crear una que en lugar de funcionar con energías tradicionales, utilizará las que la naturaleza brinda en forma ilimitada...La energía solar, la eólica, los manantiales calientes a lo largo de la costa, las ventilas termales submarina” (Fernández de la Vega, 2006).

El proyecto de indicios de ser sumamente viable ya que con programas de simulación se ha detectado que la intensidad del oleaje del mar podría producir 1000 megawatts de energía, las ventilas submarinas 25 mil megawatts; y se tiene calculado que una planta requiere para operar solo 3.5 megawatts.

El proyecto inició en agosto del 2005 y tiene un financiamiento de un millón de pesos por parte de la UNAM.

Este proyecto daría solución a problemas como los que se han generado por que a principios del siglo XX ante el problema del agua se comenzaron a perforar pozos a nueve metros de profundidad; hoy en día se hace a 450 metros y con poco más de 3 mil 500 excavaciones, lo que ha ocasionado el hundimiento de la ciudad y un acelerado deterioro de las redes de suministro y alcantarillado.

Este proyecto puede ser una gran solución ante el problema que se vive en el mundo sobre el agua, y sobre todo para México que es bañado por el Océano Pacífico y el Golfo de México.

Si este proyecto resulta exitoso deberá proveer de agua a todos los mexicanos pues recordemos que el acceso al agua potable deber ser considerado un derecho de la humanidad y no debemos permitir que las transnacionales que se quieren apoderar del agua y que ahora ganan miles de millones de pesos en el negocio del agua embotellada.

Existe una gran escasez de agua en todo el mundo, además de la escasez existe otro grave problema, la poca agua con la que contamos no es tratada ni cuidada debidamente. El ser humano no es conciente de la importancia del tema ya que de seguir con esta situación en algunos años no habrá agua potable alrededor del planeta.

Estos dos graves problemas son responsabilidad tanto de los ciudadanos como de los gobiernos. Los ciudadanos deben de cuidar el agua así como pagar los impuestos y los costos que implica su correcto tratamiento y distribución para de esta manera poder mejorar la infraestructura para su debido tratamiento y distribución. Los gobiernos deben de exigir a los ciudadanos el cumplimiento de estas tarifas, así como hacer uso debido y adecuado del dinero captado por los impuestos del agua y trabajar sobre la infraestructura, distribución y cuidado del agua

También podemos concluir que existe falta de concientización por parte de los organismos reguladores del agua y el gobierno sobre la contaminación que se genera alrededor de la producción del agua embotellada, así como el alto costo que genera y la explotación que estas empresas hacen de los recursos naturales para obtener beneficios solo para ellos y no para el país y sus habitantes, quienes son dueños de estos recursos.

7. Referencias Bibliográficas

- ACOSTA VAZQUEZ, Nelly. Agua, un negocio muy líquido. El Universal. Finanzas. Pág 9. Miércoles 5 de Mayo del 2004.
- Centro del Tercer Mundo Para el Manejo del Agua. El Recurso Hídrico En México. Análisi de la situación actual y perspectivas futuras. Primera Edición The Nipón Fundation. México 2003.
- COMISION NACIONAL DEL AGUA. Estadísticas del Agua en México. Primera Edición, Marzo 2003. México.
- POY SOLANO, Laura. La privatización amenaza con agravar la crisis mndial del agua. La jornada. Domingo 12 de Marzo del 2006.
- RAMOS OLMOS, Raudel. El Agua En El Medio Ambiente: Muestreo y Análisis. Primera Edición, Plaza y Valadés. México, 2003.
- S/A. México segundo mayor consumidor de agua embotellada. El universal. 11 de Febrero del 2006.

Fuentes electrónicas.

- DIRECCIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICA E INFORMACIÓN AMBIENTAL. 4. Agua. http://www.semarnat.gob.mx/estadisticas_2000/informe_2000/04_Agua/4.1_Variacion/index.shtml . Abril 2006.
- MALDONADO, Carlos. Generaría una lucha la privatización de fuentes de agua dulce. Once noticias. 14 de Marzo del 2006. http://oncetv-ipn.net/noticias/index.php?modulo=despliegue&dt_fecha=2006-03-14&numnota=67
- GUADARRAMA, Rafael. Trabajan en planta desalinizadora de agua de mar. Once noticias. 16 de Marzo del 2006. http://oncetv-ipn.net/noticias/index.php?modulo=despliegue&dt_fecha=2006-03-16&numnota=21

- CASTILLO, Octavio. Acceso al agua, derecho básico de la humanidad: ONU. Once noticias. 16 de Marzo del 2006 http://oncetv-ipn.net/noticias/index.php?modulo=despliegue&dt_fecha=2006-03-16&numnota=16
- SOMMER, Mark, Turbios negocios con el agua pura <http://www.tierramerica.net/2004/0313/grandesplumas.shtml>
- STEPHEN, Leahvy, Botellas versus grifos, <http://www.tierramerica.net/2005/0305/acentos2.shtml>
- Notimex, Piden a SSA y Profeco informar sobre calidad de aguas embotelladas advierte senador sobre brotes de hepatitis y cólera, 23 de Marzo de 2006. http://biblioteca.itesm.mx/3.0/contenidos_salta2.php?col_id=infolatina
- Notimex, Aumenta venta de agua envasada a 34 mil millones de pesos: CNA 19 de Marzo de 2006. http://biblioteca.itesm.mx/3.0/contenidos_salta2.php?col_id=infolatina
- La Jornada-opinión Nestlé embotella agua de Pakistán, donde nadie puede comprarla 17 de Marzo de 2006. http://biblioteca.itesm.mx/3.0/contenidos_salta2.php?col_id=infolatina
- Organización Editorial Mexicana Tomar agua embotellada atenta contra la salud, la economía y la ecología del pueblo 7 de marzo de 2006, http://biblioteca.itesm.mx/3.0/contenidos_salta2.php?col_id=infolatina
- ARNOLD Emily, Agua embotellada: recursos tirados por la alcantarilla <http://www.terra.org/articulos/art01528.html>

GUIDELINES TO THE AUTHORS AND EDITORIAL POLICY
Revista de Estadística, Econometría y Finanzas Aplicadas (REEFA).
Journal of Statistics, Econometrics and Applied Finances (REEFA)
Chief Editor and General Coordinator: *MF Pablo López Sarabia*
plopezs@itesm.mx

The Journal of Statistics, Econometrics and Applied Finances (REEFA) is an effort of the Finance Department of El Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus State of Mexico and its Business Division in order to have a way to wide spread and let know of the research work. Articles from faculty and student body members on campus as well as interested international and national universities.

The nature of the journal is multidisciplinary and it is open to graduate students and faculty members (master's and doctoral studies) and researchers interested in publishing original research which have a special emphasis on the applied side of any of the areas of Mathematics, Economy, Econometrics, Time series and Finances.

These are the general guidelines for the submitting of the material in The Journal of Statistics, Econometrics and Applied Finance. (REEFA)

- 1) REEFA is a six moth-publication that is available in the months of January and August of each year and it is distributed freely by the Tecnológico de Monterrey, Finance Department, Campus State of Mexico.
- 2) REEFA welcomes all unpublished research work in any of the following areas of Mathematics, Differential equations and Dynamic Systems, Multivariable Statistics, and Time Series; Sampling, Neuronal Networks, Econometrics, Economic Growth, Macro and Microeconomics, Public Finances Monetary Policy, Futures, Options, Risk management, Derives, Financial Administration, Financial Mathematics and Financial theory, just to mention some of the areas. This is provided that all research work is empirical or in its case is an avant-garde theoretical contribution. Articles in Spanish or English are welcome the last one should be attach with its translation and corresponding to the one sent.
- 3) The sending of an article commits to the author to not to submit simultaneously to other publications. Authors grant authorship rights on the accepted articles (understating that the authors wave copy rights for its publication) so the accepted articles can circulate

throughout all means of communication, press, magnetic, Internet, radio, television or any other broadcasting form so the magazine editors see it pertinent.

- 4) All research work is received in Word and Scientific Word (in case that more of the 50 percent of the document is composed of equation or mathematical notations). The document needs to be no longer than 35 pages including reference charts and graphs (black and white, no colors). The font used will be Arial, size 12 with a line spacing of 1.5 points. A one side printed original and hard copy is needed. A 3.5 inch disk or compact disk which includes text, graphs and chart in separate files specifying its names.
- 5) All charts and graphs ((black and white, no colors)) need to be in Excel. All charts and graphs need to be self explanatory without having to go back to the text. All measurement units and sources need to be complete and without abbreviations.
- 6) Non Mexico city or metro area residents might send their files via electronic mail without having to send a hardcopy of their work to the following e-mail address: plopezs@itesm.mx
- 7) All abbreviations and initials used in any part of the document need to be explained at least once.
- 8) The suggested structure for the article outline is: Introduction, Theoretical framework, lying out of the issue, hypothesis, methodology, model, findings and conclusions.
- 9) The Front Page should enclose: a) Title, b) name or names of the author or authors, c) institution in which the writers are ascribed to, d) brief academia and professional resume; e) a summary no longer than 100 words; f) five key words; g) foot page with address, telephone number and the author's e-mail address to which mail will be received; h) JEL Classification.
- 10) Graphs, charts, tables and formulas will be numbered.
- 11) The article's bibliography needs to be at the end and according to the following example:
 - Mendenhall, A. A. (1997). *Introducción a la Estadística*. 2nd. Edition, John Wiley, New York.
- 12) The Editorial committee result will be final and without appeal. The Approval Results process is carried out by a double blind method, in which if a verdict is against, it will result in the negative to publish of the article. All results will be known in no more than a month and a half after the document was received. The submitting deadline of articles is the last day of May of every year and the last day of November and till midnight. REEFA is entitled of making any required editorial changes.

- 13) The omission of any of these requirements may result in the rejection of the article. It is important to mention that originals are not returned.
- 14) All correspondence in regards of the journal and issues ordering must be addressed to REEFA Chief Editor MF. *Pablo López Sarabia* to the following address: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Estado de México, Departamento de Finanzas, Carretera Lago de Guadalupe Km. 3.4, Colonia Margarita Maza de Juárez, Atizapán de Zaragoza, Código Postal 52926, Estado de México, Teléfono y Fax 58- 64-55-55 Ext. 3161.

INSTRUCCIONES A LOS AUTORES Y POLÍTICA EDITORIAL

Revista de Estadística, Econometría y Finanzas Aplicadas (REEFA).

Editor y Coordinador General: *MF Pablo López Sarabia*

plopezs@itesm.mx

La Revista de Estadística, Econometría y Finanzas Aplicadas (REEFA) es un esfuerzo semestral del Departamento de finanzas del Instituto Tecnológico Superiores de Monterrey, Campus Estado de México y su Escuela de Negocios de tener un medio de difusión de las investigaciones de los profesores y alumnos del Campus, así como de las Universidades nacionales e Internacionales interesadas en el tema.

La revista es de tipo multidisciplinaria y se encuentra abierta a alumnos, profesores e investigadores de nivel profesional y postgrado (maestría y doctorado) interesados en publicar trabajos de investigación inéditos y que tengan especial énfasis en la parte aplicada en cualquier área de las matemáticas, economía, econometría, series de tiempo y finanzas.

Instrucciones para la presentación de trabajos de investigación en la Revista de Estadística, Econometría y finanzas Aplicadas (REEFA).

- 1) La REEFA es una publicación semestral que se encuentra disponible en los meses de enero y agosto de cada año y es distribuida por el Departamento de Finanzas del Tecnológico de Monterrey Campus Estado de México.
- 2) La REEFA recibe trabajos de investigación inéditos en cualquiera de las áreas de Matemáticas, Ecuaciones Diferenciales y Sistemas Dinámicos, Estadística Multivariada, Análisis de Regresión, Series de Tiempo Univariadas y Multivariadas, Muestreo, Redes Neuronales, Econometría, Crecimiento Económico, Macroeconomía, Microeconomía, Finanzas Públicas, Política Monetaria, Administración de Riesgos, Administración Financiera, Futuros, Opciones, Derivados, Matemáticas Financieras y Teoría Financiera por mencionar algunos; siempre que se trate de investigaciones empíricas o aportaciones teóricas de frontera. Se admiten trabajos en español e inglés y en otros idiomas, siempre y cuando se anexe traducción respectiva del texto original.

- 3) El envío de artículos para su consideración compromete a los autores a no someter de manera simultánea dicho artículo en otras publicaciones. Los autores otorgan permiso para que los artículos aceptados para su publicación se difundan a través de los medios de comunicación impresos, magnéticos, Internet, radio, televisión o cualquier otro medio que los Editores de la revista consideren pertinente.
- 4) Los trabajos de investigación se reciben en el editor del texto Word y en Scientific Word (este último en el caso de que más del 50 por ciento del artículo este compuesto por ecuaciones o notación matemática) en no más de 35 cuartillas a espacio seguido incluyendo cuadros y gráficas que deben estar en blanco y negro o tono de grises . El tipo de letra a utilizar debe ser Arial 12 con un espacio entre cada renglón de 1.5 puntos. Se remitirá original y copia en papel tamaño carta por una sola cara y un disquete de tres y media pulgadas o disco compacto que incluya el texto, gráficas y cuadros por separado, especificando el nombre de los archivos. Las notas de pie de página deben presentarse debajo del texto con letra Time New Roman tamaño 10.
- 5) Los cuadro y gráficas (en tono de grises o blanco y negro) deben ser elaborados en Excel. Los cuadros, gráficas y tablas se deben explicar por sí mismos sin recurrir al texto, las unidades de medida y las fuentes deben estar completas y sin abreviaturas.
- 6) Las personas que radiquen fuera de la Ciudad de México y su área Metropolitana, pueden enviar sus archivos sin necesidad de imprimir el documento a la siguiente dirección de correo electrónico: plopezs@itesm.mx
- 7) Las siglas que se utilicen en cualquier parte del documento deben ser explicadas al menos una vez.
- 8) Se sugiera la siguiente estructura para los artículos: Introducción, Marco Teórico, Planteamiento del problema, Hipótesis, Metodología, Desarrollo o Modelo, Resultados y Conclusiones.
- 9) La primera página debe contener: a) título del trabajo; b) nombres (s) del (de los) autor (es); c) institución de adscripción; d) breve currículum académico y profesional; e) resumen de no más de 100 palabras; f) pie de página con dirección, teléfono y correo electrónico del autor que recibirá correspondencia; g) Clasificación JEL.
- 10) Las gráficas, cuadros, tablas y fórmulas se numerarán consecutivamente.
- 11) La bibliografía debe presentarse al final, de acuerdo al siguiente ejemplo:
Mendenhall, A. A. (1997). *Introducción a la Estadística*. 2da. Edición, John Wiley, New York.

- 12) El dictamen del Comité Editorial será inapelable en todos los casos. El proceso de dictamen se efectúa conforme el método de doble ciego, un dictamen en contra resultará en el rechazo de la publicación. Los resultados de los dictámenes se entregarán a los autores en no más de un mes y medio después de la recepción del trabajo. Las fechas límites de entrega para el primer semestre de publicación es el último día del mes de mayo de cada año y para el segundo semestre es el día último del mes de noviembre también de cada año hasta las 24 hrs. La revista se reserva el derecho de hacer los cambios editoriales requeridos para adecuarse a las políticas de la REEFA.
- 13) La omisión de cualquier requisito puede ser motivo de que el trabajo no sea considerado. No se devolverán originales.
- 14) Toda la correspondencia referente a la revista y solicitud de ejemplares deberá remitirse al Editor en Jefe y Coordinador General MF. Pablo López Sarabia a la siguiente dirección: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Estado de México, Departamento de Finanzas, Carretera Lago de Guadalupe Km. 3.4, Colonia Margarita Maza de Juárez, Atizapán de Zaragoza, Código Postal 52926, Estado de México, Teléfono y Fax 58- 64-55-55 Ext. 3161.

La Universidad privada de México con el mayor número de carreras acreditadas nacional e internacionalmente.

Te invita a estudiar

Licenciado en Administración Financiera (LAF)

Especialista en:

1. Finanzas bursátiles
2. Finanzas corporativas
3. Finanzas computacionales

Puedes obtener durante tu carrera:

Certificaciones de la Asociación Mexicana de Intermediarios Bursátiles (AMIB):

- Promotor de Sociedades de Inversión
- Asesor en Estrategia Financiera

Ven y conoce más de nosotros.

Informes:

Lic. Ma. del Carmen Pérez H.
Directora de carrera Licenciado
en Administración Financiera
Teléfono: 5864-5633
macperez@itesm.mx

Campus Estado de México

www.cem.itesm.mx

Carretera al Lago de Guadalupe Km. 3.5 Atizapán de Zaragoza, Estado de México C.P. 52926



**TECNOLOGICO
DE MONTERREY®**

Los Programas de Actualización Profesional del campus Estado de México son tu mejor inversión

Tenemos Diplomados y Talleres

Áreas:

- ★ Finanzas
- ★ Contabilidad
- ★ Administración
- ★ Mercadotecnia
- ★ Economía

Informes e inscripciones:

CENTRO DE ATENCIÓN NORTE

Teléfono: 01. (55) 5864.5758

Fax: 01.(55) 5864.5798

actualiza.cem@servicios.itesm.mx



2005: Año de la Nueva Misión

Campus Estado de México

Consulta por la Biblioteca Digital del ITESM

La Revista de Estadística, Econometría y Finanzas Aplicadas (REEFA)



A los alumnos, profesores e investigadores del Sistema Tecnológico de Monterrey, se les informa que ya pueden consultar la REEFA por la Internet, a través de la Biblioteca Digital del ITESM.

Dirección de Internet: <http://biblioteca.itesm.mx/3.0/>

Pasos a seguir:

- 1.- Ingresar a la dirección señalada.
- 2.- Introducir clave de acceso a la Biblioteca Digital
- 3.- Poner Revista de Estadística, Econometría y Finanzas Aplicadas en el buscador y señalar revistas o buscar en Documento TEC – Revistas.



TECNOLÓGICO
DE MONTERREY.



III Coloquio DE FINANZAS APLICADAS

INCLUYE :

CONFERENCIAS

TALLER DE ACCIGAME

DERIVAGAME,

SERVICIO DE CAFÉ,

DIPLOMA CON VALOR CURRICULAR.

19-20

SEPTIEMBRE 2006

!!!!CUPO
LIMITADO!!!!

Boletos Disponibles en
vvalencia@itesm.mx,
ALFA ó SALEC

Programa de Iniciación a la
Investigación en
Economía y Finanzas

organiza DEPARTAMENTO DE
FINANZAS Y ECONOMÍA



LIC. ALFA 198 0003
Frecuencia CEM
edición de mayo del 2006
www.cem.itesm.mx/frecuencia



Noticiero Económico-Financiero
Jueves 14:00 hrs por :
www.cem.itesm.mx/frecuencia





**TECNOLÓGICO
DE MONTERREY®**

Directorio

Dr. Rafael Rangel Sostmann

Rector del Sistema Tecnológico de Monterrey

Dr. Roberto Rueda Ochoa

Rector de la Zona Metropolitana del Estado de México

Dr. Pedro Grasa Soler

Director General del Campus Estado de México

Dr. Fernando Tapia Chicho

Director de la División de Negocios

ME. Eduardo Carbajal Huerta

Director del Departamento de Finanzas

MF. Pablo López Sarabia

Editor en Jefe y Coordinador General de la REEFA

Comité Editorial y Asesor de la Revista

Dr. Clemente Ruíz Durán

Jefe del Área de Política Económica
del Posgrado de la Facultad de Economía, UNAM

Dr. Luis Miguel Galindo Paliza

División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Economía, UNAM

Dra. Norma A. Hernández Perales

EGADE, Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey

Dr. Alejandro Fonseca Ramírez

EGADE, Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey

Dr. Eduardo Pablo Villimar

EGADE, Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey

Dr. © Della Temengung

Research School of Pacific and Asia Studies, RSPAS,
The Australian National University

Dr. © Yao-Tung Lin

Nation Taiwan University

Dr. © Jin Biao

School of Public Policy and Management,
Tsinghua University, Beijing, China

Dr. © Gerardo Gambirazzio

University of California, Davis, USA.

Comité Editorial y Asesor de la Revista

Dr. Francisco Venegas-Martínez

Director del Doctorado en Ciencias Financieras y Centro de Investigación en Finanzas,
Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México

Dr. Roberto J. Santillán Salgado

Director de la Maestría en Finanzas de la EGADE,
Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey

Dr. F. Alejandro Villagómez Amescua

Secretario Académico y Profesor-Investigador
del Centro de Investigación y Docencia Económicas, CIDE

Dr. Alejandro Werner Wainfeld

Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), México

Dra. Yolanda Ruiz-Vargas

Decana Asociada de Investigación y Asuntos Graduados
Colegio de Administración de Empresas
Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez

Dr. Ignacio Méndez Ramírez

Profesor-Investigador del Instituto de Investigaciones
en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, IIMAS-UNAM

Dr. Achim Truger

Tax Policy and Public Finance, Hans-Böckler-Foundation,
Institute of Economic and Social Research, Colonia, Alemania

Dr. © Michelle Satterlee

University of Oregon, Eugene, Oregon, USA

Dr. Miguel Mayorga Martínez

White & Case Consulting S.C sede Washington D.C. USA

Dr. Humberto Vaquera Huerta

Profesor-Investigador, Tecnológico de Monterrey, Campus Estado de México

Dr. Clemente Hernández R.

Profesor-Investigador EGADE, Tecnológico de Monterrey, Campus Guadalajara