

ISSN 1390-6208  
e-ISSN 1390-7867  
Número 2 - 2014  
julio - diciembre

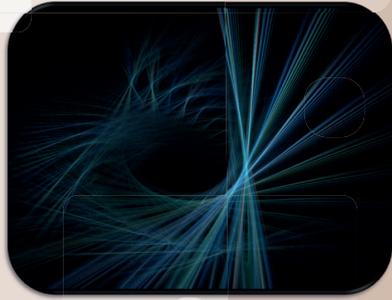
# Analítica

## volumen

Revista de Análisis Estadístico  
Journal of Statistical Analysis



instituto nacional de estadística y censos



### “Vinculación”

Acción y rendimiento estructural asegurado por una evaluación continua y exigente.

# Analítica

## volumen 8

Revista de Análisis Estadístico  
Journal of Statistical Analysis

ISSN 1390-6208 e-ISSN 1390-7867

**Analítica** ★ **Volumen 8** ★ **Número 2** ★ **julio - diciembre 2014** ★ **Año 4** ★ **Quito - Ecuador**. Revista semestral de análisis estadístico del Instituto Nacional de Estadística y Censos, Ecuador. Publicación internacional bilingüe vinculada al uso de la matemática aplicada en el estudio de problemas en física, química, biología, medicina, ciencias sociales, administración, ingeniería, economía, finanzas, análisis estadístico y de datos, ecología entre otras. Las ideas y opiniones expresadas en las colaboraciones, son de exclusividad de las autoras y los autores.

## DIRECTORIO DE LA REVISTA

### EDITOR - DIRECTOR CIENTÍFICO

Paúl Medina, Ph.D.

*Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE-Ecuador*  
*Universidad Carlos III de Madrid - Instituto*  
*Gregorio Millán - España*



### COMITÉ EDITORIAL INTERNACIONAL

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



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



Eduardo Cepeda Ph.D.  
*Kepler Cheuvreux - Francia*



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



Silviu Glavan Ph.D.  
*IE University - España*



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



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



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



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



Verónica Morales M.Sc.  
*AMARUN - Bélgica*



### COMITÉ EDITORIAL NACIONAL - ECUADOR



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

Rolando Sáenz Ph.D.  
Borys Álvarez Ph.D.  
Petronio Álvarez Ph.D.  
*Universidad Central del Ecuador*

Wilson Pérez Ph.D.  
*Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales*

Edisson Coba Ph.D.  
*Universidad Técnica de Ambato*

Juan Carlos García M.Sc.  
*Universidad de Las Américas*

Sergio Castillo M.Sc.  
*Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE*

**COORDINACIÓN EDITORIAL**  
Lilia Quituisaca Samaniego

### DISEÑO, DIAGRAMACIÓN Y MAQUETACIÓN

Luis Antamba  
Sara Vásquez S.

**REVISIÓN DE ESTILO Y REDACCIÓN**  
Martha Rodríguez

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

El sistema tipográfico utilizado para componer esta revista fue L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X, el cual es un sistema de composición orientado especialmente a la creación de libros y documentos científicos de alta calidad sobre software libre.

Analítika, se encuentra indizada en la base de datos científicas, repositorios digitales, catálogos físicos/digitales, comunidades/redes académicas y a partir del volumen 7 (\*) y volumen 8 (\*\*)-2014- son:

## C O P E COMMITTEE OF PUBLICATION ETHICS

### BASES DE DATOS / DIRECTORIOS SELECTIVOS

- Latindex
- Dialnet
- EBSCO HOST
- GALE CENGAGE Learning
- Publidex
- Academic Journals Database
- SHERPA/RoMEO
- e-revist@s\*
- BASE\*
- Ulrich's\*
- Sjournals Index\*\*
- DULCINEA\*\*
- InfoBase Index\*\*

### ACCESO ABIERTO / BUSCADORES CIENTÍFICOS

- DOAJ
- OJS
- OALib\*
- Recolecta\*
- iFind discovery\*
- icerc@dor + plus\*
- Lexis Web\*
- Observatorio de revistas científicas\*\*
- Open Access Library\*\*
- bYTEBoss\*\*
- CORE\*\*
- meta search AGUEA\*\*
- JuSER\*\*

### RANKINGS / CITAS BIBLIOGRÁFICAS

- MIAR
- Research Bible
- GoogleAcadémico
- MENDELEY
- zotero
- science gate
- RePEc\*
- CiteFactor\*
- International Scientific Indexing\*\*
- DESY Publication Database\*\*

## REPOSITARIOS DIGITALES / CATÁLOGOS DE BIBLIOTECA

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• cedia</li> <li>• universia</li> <li>• DSPACE 3.0</li> <li>• CRUE REBIUN</li> <li>• AbSys7 WebOpac</li> <li>• Documat-Unirioja</li> <li>• CIB - ESPOL</li> <li>• bíee - EPN</li> <li>• Biblioteca de la Universidad Guayaquil</li> <li>• California State University Monterey Bay Library</li> <li>• International Scientific e-Journals</li> <li>• Genamics JournalSeek</li> <li>• BEARDSLEE LIBRARY JOURNALS</li> <li>• University of South Australia UniSA Libraris Catalogue</li> <li>• State Library New South Wales / Catalogue</li> <li>• The GROVE Library</li> <li>• uOttawa Bibliotheque Library</li> <li>• LIBRIS</li> <li>• LIBRARY</li> <li>• NTHRYS</li> <li>• WRLC</li> <li>• SNU FRIC</li> <li>• BABORD*</li> <li>• Biblioteca Electrónica Digital de Ciencia y Tecnología Mincyt-Argentina*</li> <li>• Concordia University Collage of Alberta*</li> <li>• Birmingham Public Library*</li> <li>• Mercyhurst University*</li> <li>• Biblioteca universitaria di Lugano*</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• sabre*</li> <li>• National Taiwan Normal University Library*</li> <li>• Biusante*</li> <li>• Charles University in Prague*</li> <li>• Dowling library**</li> <li>• Arizona Health Sciences Library**</li> <li>• Western Theological Seminary**</li> <li>• Biblioteca - Universidad Internacional del Ecuador**</li> <li>• Simon Fraser University Library**</li> <li>• ZHdK Medien- und Informationszentrum**</li> <li>• Centro de información digital UVEG**</li> <li>• CUFTS: CJDB**</li> <li>• BiblioLatino**</li> <li>• Library of Tianjin Foreign Studies University**</li> <li>• Saint-Petersburg State University Library**</li> <li>• Emily Carr University of Art + Design Library**</li> <li>• University of Saskatchewan Library**</li> <li>• Wissenschaftszentrum Berlin fur Sozialforschung EZB**</li> <li>• Università della Svizzera italiana - biblioteca universitaria di Lugano**</li> <li>• The Hong Kong Polytechnic University Library**</li> <li>• Kyushu University Library**</li> <li>• NYU Health Sciences Library**</li> <li>• Library of Michigan**</li> <li>• Bibliothekssystem Universität Hamburg**</li> <li>• Saarländische Universitäts-und landesbibliothek**</li> <li>• Wissenschaftskolleg zu Berlin**</li> <li>• Kyungnam University Library**</li> <li>• OHSU Library**</li> </ul> |
|--|--|

## COMUNIDADES DE INVESTIGACIÓN / REDES EDUCATIVAS

- RESEARCHID
- ORCID
- THOMSON REUTERS COMMUNITY
- World Cat
- Academia.edu
- ResearchGate
- Scoop.it
- Scribd
- ebookbrowse
- .docstoc
- Gaudeamus
- OEI Ibertic
- Social Services Knowledge Scotland
- Calameo
- Bimpe
- i-Search engine
- Paper.li\*
- cyclopaedia.net\*
- free ebook search engine\*
- e-bookspdf.org\*
- MORE SITE LIKES\*
- Hindi Center\*\*
- how to publish in journals\*\*
- WikiCFP\*\*

**COPE.** - Proporciona asesoramiento a los directores y editores de todos los aspectos del Código de Ética.

**BASES DE DATOS CIENTÍFICAS/DIRECTORIOS SELECTIVOS.** - Procesos de indización/evaluación exigidos por las bases de datos científicas (cumplimiento de criterios de evaluación).

**DIRECTORIOS DE ACCESO ABIERTO/BUSCADORES CIENTÍFICOS.** -Abarcan las revistas científicas y académicas de acceso abierto que utilizan un sistema de control de calidad para garantizar su contenido, lo que permite incrementar la visibilidad, la facilidad de uso y medición de impacto de las revistas.

**REPOSITORIOS DIGITALES/CATÁLOGOS DE BIBLIOTECA.** - Depósitos centralizados donde se almacena y mantiene información digital, los depósitos más conocidos son los de carácter académico e institucional y tienen por objetivo organizar, archivar, preservar y difundir la producción intelectual resultante de la actividad investigadora propia o instituciones miembros.

**COMUNIDADES DE INVESTIGACIÓN/REDES EDUCATIVAS.** - Estructuras colaborativas que fomentan la investigación, colaboración profesional y oportunidades de aprendizaje.

## PRESENTACIÓN

El Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) ha llevado adelante con entereza y decisión proyectos destinados a contribuir a la sociedad ecuatoriana con información adecuada y apegada a sus necesidades y contribuyendo a nuestra nueva visión estratégica de no ser solamente un instituto productor de estadísticas sino un instituto de investigación que apoye mediante estudios especializados al debate nacional en temas sensibles.

La información estadística es un bien público y por lo tanto un insumo necesario para la planificación nacional, en ese sentido trabajamos para generar documentos que brinden al país un análisis científico de varios aspectos de nuestra realidad. En esta ocasión me complace presentarles el octavo número de la revista Analítika.

Analítika, es un espacio para que investigadores nacionales y extranjeros realicen su aporte al debate estadístico nacional. En el presente número nuestros usuarios encontrarán temas como:

- Estimación Espectral de Datos Ambientales no Equiespaciados Vía el Periodograma Suavizado de Lomb-Scargle. Una breve revisión,
- Segregación Socio-Espacial Urbana en Cuenca, Ecuador,
- Impacto Económico de la Fiesta de la Fruta y de las Flores de Ambato y
- Análisis de Movilidad Social en el Ecuador.

Hoy nuestro compromiso se fortalece al ver la participación de nuevos investigadores en cada volumen, esto nos obliga a mantener los estándares de calidad y mejorarlos día a día.

Espero que esta edición sea del interés de todos nuestros lectores y sobre todo que genere en ustedes nuevas inquietudes que permitan fortalecer la cultura estadística y el ánimo para participar con nuevas investigaciones que enriquezcan el debate científico.

**José Rosero**  
**Director Ejecutivo**



## CARTA DEL EDITOR

Estimados lectores,

La Revista Analítika forma parte de una nueva cultura nacional, basada en la Investigación, Desarrollo e Innovación y; en particular, ésta se consolida como un espacio de referencia para la investigación científica. En su octavo volumen destacamos los logros alcanzados al estar registrados en bases de datos científicas, sistemas de acceso abierto, repositorios digitales y comunidades científicas, como: Sjournals Index, DULCINEA, InfoBase Index, Open Access Library, CORE e International Scientific Indexing.

Analítika se ha caracterizado por brindar la apertura a nuevas ideas y contribuciones, por el rigor en la evaluación de los contenidos y por su carácter cooperativo. Por otra parte, es grato evidenciar que cada vez más investigadores, ecuatorianos y extranjeros, confían en Analítika para publicar sus estudios, lo que conlleva al compromiso de mantener los estándares de calidad de la revista y mejorarlos.

El avance de Analítika se refleja en el enfoque y en la calidad de su contenido. Las exigencias sociales son múltiples y la pluralidad de las partes hace indispensable ópticas integrales y acciones asociativas. Hoy el desafío es forjar nexos con otros sectores vinculados a la academia, la ciencia y la transferencia de tecnología. En este contexto, la Revista Analítika, a partir de hoy, amplía su línea editorial y pasa de ser una "Publicación internacional bilingüe dedicada a estudios relacionados con ciencias sociales, análisis estadístico y de datos" a ser una **"Publicación internacional bilingüe vinculada al uso de la matemática aplicada en el estudio de problemas en física, química, biología, medicina, ciencias sociales, administración, ingeniería, economía, finanzas, análisis estadístico y de datos, ecología entre otras"**

Este nuevo proyecto da continuidad a la publicación que a lo largo de cuatro años mostró notables avances y logros. A través de su corta historia pasó de ser una publicación de ámbito reducido, institucional - nacional, a ser un auténtico y prestigiado medio que ha trascendido las fronteras nacionales, logrando obtener el reconocimiento y aceptación en distintas bases de reconocido prestigio internacional.

La Revista Analítika deberá continuar su proceso de superación, para ubicarse, entre las mejores publicaciones internacionales generalistas; por lo tanto, deberá cumplir de forma eficiente su estratégico rol de llevar en forma sistemática y oportuna, información de los resultados de las distintas investigaciones nacionales e internacionales, que se realicen entorno a la nueva línea editorial. De esta manera estará cumpliendo con su propósito de contribuir en forma significativa, al desarrollo de la sociedad basada en el conocimiento propósito nacional.

Invitamos a todos los lectores a ser parte de este nuevo proyecto, siendo críticos, ayudándonos a crecer con sus observaciones y comentarios e incentivarles a postular sus trabajos de investigación para seguir consolidando la revista.

**Paúl Medina**  
**Editor - Director Científico**



## CONTENIDO

<b>Carta del editor</b> .....	1
<b>Estimación espectral de datos ambientales no equiespaciados vía el periodograma suavizado de Lomb-Scargle. Una breve revisión</b> .....	7
Spectral stimulation of unevenly environmental data via the smoothed Lomb-Scargle periodogram. A short review <i>Josué M. Polanco-Martínez</i>	
<b>Segregación socio-espacial urbana en Cuenca, Ecuador</b> .....	27
Urban socio-spatial segregation in Cuenca, Ecuador <i>Daniel Orellana y Pablo Osorio</i>	
<b>Impacto económico de la fiesta de la fruta y de las flores de Ambato</b> .....	41
Economic impact of the feast of fruit and flowers in Ambato <i>Juan Pablo Martínez-Mesías y Rosario Vásconez-Gavilanes</i>	
<b>Análisis de movilidad social en el Ecuador</b> .....	53
Analysis of social mobility in Ecuador <i>Erika Pesántez</i>	
<b>Normas para la presentación de trabajos</b> .....	71
<b>Norms for submission of papers</b> .....	74
<b>Código de ética</b> .....	77
<b>Code of ethics</b> .....	79

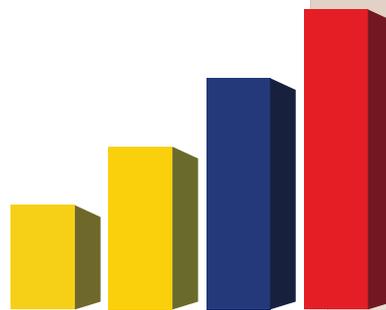


# Analítica

Estimación espectral de datos ambientales no equiespaciados vía el periodograma suavizado de Lomb-Scarle. Una breve revisión.

Spectral estimation of unevenly environmental data via the smoothed Lomb-Scargle periodogram. A short review.

Josué M. Polanco-Martínez



[www.ecuadorencifras.gob.ec](http://www.ecuadorencifras.gob.ec)



# ESTIMACIÓN ESPECTRAL DE DATOS AMBIENTALES NO EQUIESPACIADOS VÍA EL PERIODOGRAMA SUAVIZADO DE LOMB-SCARGLE. UNA BREVE REVISIÓN

## SPECTRAL ESTIMATION OF UNEVENLY ENVIRONMENTAL DATA VIA THE SMOOTHED LOMB-SCARGLE PERIODOGRAM. A SHORT REVIEW.

Josué M. Polanco Martínez

Basque Centre for Climate Change, Bilbao, España

josue.polanco@bc3research.org

Recibido: 25 de agosto 2014

Aceptado: 17 de octubre 2014

### Resumen

El periodograma suavizado de Lomb-Scargle es una técnica de análisis espectral que se aplica de modo directo a series temporales no equiespaciadas. Aunque derivado originalmente para operar con series temporales astronómicas no equiespaciadas temporalmente [2, 17, 38, 39], a finales de los noventa fue adaptado por Schulz y Stattegger [43] en combinación con la técnica WOSA (*Welch-Overlapped-Segment-Averaging*) [49] para operar con series temporales ambientales (principalmente climáticas) no equiespaciadas temporalmente. Un poco más tarde, Schulz y Mudelsee [42] hicieron mejoras al trabajo de Schulz y Stattegger para tener en cuenta el tipo de ruido de fondo ("rojo") que suelen presentar las series ambientales. Debido a la necesidad de estimar el espectro suavizado a series temporales ambientales no equiespaciadas temporalmente, es necesario contar con información suficiente y de libre acceso sobre esta temática. Hoy por hoy, es posible encontrar una buena cantidad de publicaciones en inglés sobre este método (*v. gr.*, [23, 24, 28, 29, 42, 43]), pero hay una carencia de información en idioma español (salvo algunas excepciones, como Polanco-Martínez [31] y Pardo-Igúzquiza y Rodríguez-Tovar [27]). Por estas razones, en este artículo de revisión, se presenta de manera concisa toda la información pertinente para estimar el espectro suavizado de series temporales ambientales no equiespaciadas, mediante el periodograma de Lomb-Scargle y teniendo en cuenta el ruido de fondo rojo de las series ambientales.

**Palabras clave:** Análisis espectral, series temporales no equiespaciadas temporalmente, periodograma de Lomb - Scargle, transformada de Lomb-Scargle Fourier, frecuencia de Nyquist, ruido rojo.

### Abstract

The smoothed Lomb-Scargle periodogram is a spectral analysis technique to be used directly to environmental unevenly spaced time series. The Lomb-Scargle periodogram was originally derived to be used with astronomical unevenly spaced time series [2, 17, 38, 39]. However, in the late nineties, Schulz and Stattegger [43] adapted this technique in combination with WOSA (*Welch-Overlapped-Segment-Averaging*) [49] to analyse environmental (mainly climatic) unevenly spaced time series. Later, Schulz and Mudelsee [42] brought some improvements in the work of Stattegger and Schulz [43] to take into account the kind of noise background ("red") of the environmental time series. Due to the need for estimating the smoothed spectrum from unevenly spaced environmental time series, it is necessary to have sufficient information about this promising statistical method on free access. Currently, there is an enough number of publications in English of this method (*v. gr.*, [23, 24, 28, 29, 42, 43]), but only few publications in Spanish (some exceptions are Polanco-Martínez [31] y Pardo-Igúzquiza y Rodríguez-Tovar [27]). Due to the potential use of this method, more information in Spanish is required. For these reasons, we are highly motivated to contribute with this review paper, which contains the state of the art to estimate the smoothed spectrum via the Lomb-Scargle periodogram from environmental unevenly spaced time series and taking into account a red noise background.

**Keywords:** Spectral analysis, unevenly spaced time series, Lomb-Scargle periodogram, Lomb-Scargle Fourier transform, Nyquist frequency, red noise.

**Código JEL:** C01, C14, C23.

## 1 Introducción

Hoy por hoy, el uso de la estadística en la investigación científica es una herramienta imprescindible en todas las áreas de la ciencia e ingeniería, y las ciencias ambientales (e.g., meteorología, climatología, hidrología, etc.), no son una excepción. De hecho, una parte considerable del tiempo que se dedica a investigación se invierte en cómo enfrentar las particularidades (como la pérdida de datos, la irregularidad temporal en el muestreo, la presencia de ruido, valores extremos, estacionalidad, no-estacionariedad, etc.) que presentan los diferentes tipos de datos ambientales (como los observacionales, los provenientes de medidas instrumentales, de reconstrucciones paleoambientales, de salidas de simulaciones numéricas, etc.), así como en averiguar el tipo de técnicas estadísticas más adecuadas para obtener información cuantitativa que nos permita ganar conocimiento sobre un determinado fenómeno ambiental que vayamos a estudiar [1, 23, 31, 47].

Entre las técnicas matemáticas más utilizadas para el análisis de series temporales ambientales, destacan las técnicas de análisis espectral mediante la transformada de Fourier. Esta herramienta es sumamente útil para averiguar la posible existencia de eventos periódicos o para indagar el comportamiento de una serie que vayamos a estudiar en el dominio de la frecuencia [9, 33, 51]. Existe una gran variedad de métodos de análisis espectral, pero la mayoría requiere que la serie esté equiespaciada temporalmente [9, 48, 51], y este es un requisito que no siempre se cumple con las series temporales ambientales. La forma clásica de enfrentar el hecho de que la serie no es equiespaciada es interpolar la serie original y convertirla en una serie temporalmente equiespaciada, para que posteriormente se estime su espectro mediante algunas de las técnicas estándar de análisis espectral. Sin embargo, la interpolación implica un conocimiento previo del comportamiento de la variable que se estudia, y suaviza los datos de tal modo que al calcular el espectro puede suprimir información espectral en las altas frecuencias; en razón de que altera la estimación del espectro, debería evitarse la interpolación [25, 42, 43, 48]. Otra solución consiste en utilizar métodos “no estándar” de análisis espectral que puedan aplicarse directamente a las series temporales ambientales, tales como el periodograma de Lomb-Scargle [17, 28, 29, 38, 39, 42, 43], el método CLEAN [14, 35], CLEANEST [5] o más recientemente, los métodos de Mathias *et al.* [21] o Nava [25].

El periodograma de Lomb-Scargle (PLS), también conocido como *Lomb-Scargle Fourier Transform* (LSFT), es una técnica de análisis espectral que puede ser aplicada a series temporales no equiespaciadas en el tiempo; forma parte de los métodos de análisis espectral por mínimos cuadrados (*Least-Squares Spectral Analysis* (LSSA) [17, 38, 39, 46]. El origen del PLS, por lo general, está asociado a Lomb [17] y Scargle [38]. Sin embargo, retornando un poco hacia el

pasado, en 1969, Barning [2] desarrolló una técnica similar y, poco más tarde, en 1971, Vanicek [46] propuso la idea de mínimos cuadrados para determinar el espectro.

Lomb [17] realizó una ampliación del trabajo de Barning [2], de tal modo que estudió las propiedades estadísticas del análisis de frecuencias por mínimos cuadrados para series no equiespaciadas en el tiempo. Entre los resultados estadísticos más importantes del trabajo de Lomb, están la demostración de que las alturas de los picos del espectro de un ruido Gaussiano tienen una distribución del tipo  $\chi^2_2$  y la noción de que existe una correlación entre la altura de este tipo de espectro para dos frecuencias cualesquiera  $f_1$  y  $f_2$  [17]. Un poco más recientemente, Scargle [38] demostró que el espectro obtenido del ajuste de una función armónica por mínimos cuadrados es equivalente al espectro obtenido vía el periodograma. Scargle también realizó un estudio muy detallado para estimar la significación estadística de la detección de una señal.

El Periodograma de Lomb-Scargle se hizo ampliamente conocido debido al trabajo de Press *et al.* [32], en parte debido a que publicó una codificación computacional de esta técnica. Originalmente, el PLS fue derivado para trabajar con series temporales astronómicas [2, 17, 38, 39]; pero a finales de los noventa fue adaptado por Schulz y Stattegger [43] en combinación con la técnica WOSA (*Welch-Overlapped-Segment-Averaging*) [49], para trabajar con series temporales ambientales (principalmente climáticas). Schulz y Stattegger [43] proporcionaron los niveles de significación estadística, tanto para el caso uni-variado o auto-espectro (utilizaron el intervalo de confianza de los métodos clásicos de análisis espectral [3, 43]) como para el bi-variado o coherencia espectral<sup>1</sup> (utilizaron el algoritmo desarrollado por Scannell y Carter [37] para establecer los niveles de significación estadística). Schulz y Stattegger [43] también proporcionaron un paquete computacional de nombre SPECTRUM para estimar el auto-espectro, el espectro cruzado, la coherencia, la fase de la coherencia así como análisis armónico. SPECTRUM es de uso gratuito y está disponible en <http://www.geo.uni-bremen.de/geomod/staff/mschulz/#software1>.

Un poco más tarde, Schulz y Mudelsee [42] hicieron mejoras al trabajo de Schulz y Stattegger [43], para tener en cuenta el tipo de ruido de fondo (“rojo”) que se presenta en las series ambientales en la determinación del auto-espectro. Ellos también liberaron en internet un paquete computacional de uso gratuito, de nombre REDFIT, disponible en <http://www.geo.uni-bremen.de/geomod/staff/mschulz/#software2>; éste tiene en cuenta dichas mejoras; es importante mencionar que REDFIT sólo aplica al caso uni-variante, esto es, solo estima el auto-espectro suavizado vía el periodograma de Lomb-Scargle.

Recientemente, Mudelsee *et al.* [24] presentaron algunas

<sup>1</sup>Schulz y Stattegger no estimaron los intervalos de confianza para el espectro cruzado o “cross-spectrum”, esto debido a las dificultades que implica calcularlos desde el punto de vista estadístico y debido a que la utilización de la espectro cruzado no es de uso práctico en el análisis de series temporales [43].

adaptaciones a REDFIT, introduciendo el error de las dataciones de muestras paleoclimáticas en la estimación del espectro. Sin embargo, estas mejoras sólo aplican a series temporales ambientales cuyos tiempos de muestreo contienen errores considerables que podrían afectar la estimación del espectro. Un año después, Mudelsee [23] (capítulo 5) proporcionó, entre otras temáticas relacionadas con el análisis de series temporales ambientales, una amplia revisión de los principales conceptos teóricos y diversos algoritmos para la estimación espectral de series temporales ambientales no equiespaciadas vía el periodograma de Lomb-Scargle.

Por otro lado, un poco más recientemente, Pardo-Iguzquiza y Rodríguez-Tovar [28, 29] introdujeron una nueva forma de estimar la significación estadística de los picos espectrales obtenidos mediante el periodograma suavizado de Lomb-Scargle. Esta novel implementación consiste en el uso de un test de permutación para evaluar la significación estadística de los picos estimados mediante el PLS, tanto para el caso uni-variante como para el bi-variante [27, 28, 29]. Pardo-Iguzquiza y Rodríguez-Tovar [29] también liberaron un par de programas (SLOMBS y CSLOMBS) de dominio público para llevar a cabo estas tareas. Sin embargo, a pesar de la importancia, tanto desde el punto de vista metodológico como computacional, es importante tener en consideración que un test de permutación implica un ruido de fondo “blanco” (plano). Sin embargo, la amplitud espectral, en la mayoría de las series ambientales, disminuye exponencialmente a medida que decrecen sus frecuencias; esto implica más bien un ruido de fondo de tipo “rojo” [10, 13, 20, 42].

Debido a la necesidad de estimar el espectro en diferentes tipos de series temporales ambientales no equiespaciadas temporalmente –que provienen de diversas áreas de la ciencia y la ingeniería– es necesario contar con información oportuna sobre esta temática. En lo que respecta a información en lengua inglesa exista una gran cantidad de publicaciones al respecto (véase, por ejemplo, [23, 24, 28, 29, 42, 43]). Sin embargo, no sucede lo mismo en idioma español, con excepciones como las de Pardo-Iguzquiza y Rodríguez-Tovar [27] y Polanco-Martínez [31]. La carencia de esta información en lenguaje español ha sido una de las principales motivaciones para la escritura de este artículo.

Este artículo de revisión tiene como principal objetivo proporcionar los principales aspectos matemáticos y computacionales en la estimación espectral (auto-espectro) vía el periodograma suavizado de Lomb-Scargle, pero teniendo en consideración el tipo de ruido de fondo de las series temporales ambientales. El artículo se estructura de la siguiente manera: en la sección 1, se proporciona una breve introducción del análisis espectral, se justifica el porque la interpolación debería evitarse y se presenta el “estado del arte” de esta metodología. En la sección 2 se presentan las principales bases matemáticas del periodograma de Lomb-Scargle. La sección 3 discute sobre las diferencias entre el

periodograma crudo versus el suavizado. En la sección 4 se introduce el test de significación estadística utilizado cuando se estima el espectro mediante el PLS. La sección 5 presenta un par de ejemplos de la estimación del espectro vía el PLS haciendo uso del paquete computacional REDFIT. Por último, en la sección 6, se proporcionan las conclusiones. Adicionalmente, en este trabajo se presenta un par de anexos; el anexo A contiene los detalles técnicos para el uso del programa computacional REDFIT [41]; el anexo B, finalmente, presenta un programa en lenguaje R [34] para graficar las salidas de REDFIT.

## 2 Consideraciones matemáticas del periodograma de Lomb-Scargle

En esta sección, se presentan los principales aspectos teóricos del periodograma de Lomb-Scargle: la definición, las principales diferencias entre el periodograma clásico y el de Lomb-Scargle, la definición de frecuencia de Nyquist promedio, así como las frecuencias donde se estima el periodograma de Lomb-Scargle. Para mantener una nomenclatura adecuada y consistente, en este artículo se sigue principalmente la nomenclatura de Horne y Baliunas [15], Lomb [17], Press *et. al.* [32], Scargle [38] y Van-Donget *et. al.* [45].

### 2.1 Definición del periodograma de Lomb-Scargle

Para una serie temporal  $X(t_n)$ , donde  $n = 1, 2, \dots, N$  (número de elementos de la serie temporal) con media cero y varianza  $\sigma^2$  (*i. e.*, estacionaria de segundo orden) y sin la presencia de tendencia y de valores extremos, el periodograma de Lomb-Scargle (normalización de Lomb) se define [15, 17, 32] como:

$$P(\omega_i = 2\pi f_i) = \frac{\hat{S}_\tau(\omega_i)}{2\sigma^2} = \frac{1}{2\sigma^2} \left[ \frac{XC_\tau^2(\omega_i)}{CC_\tau(\omega_i)} + \frac{XS_\tau^2(\omega_i)}{SS_\tau(\omega_i)} \right], \quad (1)$$

donde  $\omega_i$  es la frecuencia angular y  $f_i > 0$ ,  $i = 1, 2, \dots, k$ , forman el conjunto de frecuencias en las que se desea calcular el periodograma. Cada término de la relación (1) está definido por

$$XC_\tau(\omega_i) = \sum_{n=1}^N X(t_n) \cos[\omega_i(t_n - \tau(\omega_i))] \quad (2)$$

$$CC_\tau(\omega_i) = \sum_{n=1}^N \cos^2[\omega_i(t_n - \tau(\omega_i))] \quad (3)$$

$$XS_\tau(\omega_i) = \sum_{n=1}^N X(t_n) \sin[\omega_i(t_n - \tau(\omega_i))] \quad (4)$$

$$SS_\tau(\omega_i) = \sum_{n=1}^N \sin^2[\omega_i(t_n - \tau(\omega_i))] \quad (5)$$

donde  $\tau$ , la constante que asegura la invariancia en el tiempo [38], está definida por

$$\tau(\omega_i) = \frac{1}{2\omega_i} \arctan \left[ \frac{\sum_{n=1}^N \text{sen}(2\omega_i t_n)}{\sum_{n=1}^N \text{cos}(2\omega_i t_n)} \right]. \quad (6)$$

## 2.2 El periodograma clásico vs. el periodograma de Lomb-Scargle

La definición de periodograma clásico [38, 44] para el caso de muestreos equiespaciados en el tiempo, es :

$$p(f_i) = \frac{1}{N} \left( \left[ \sum_{n=1}^N X(t_n) \cos(\omega_i t_n) \right]^2 + \left[ \sum_{n=1}^N X(t_n) \sin(\omega_i t_n) \right]^2 \right), \quad (7)$$

donde  $\omega_i = 2\pi f_i$ , para  $i=1, 2, \dots, k$ . Los tiempos de muestreo están dados por  $t_n = n \cdot \Delta t$ , para  $n=1, 2, \dots, N$  y  $\Delta t$  es la longitud constante del intervalo de muestreo. Como se puede apreciar, la primera diferencia notable entre el periodograma clásico (ec. 7) y el de Lomb-Scargle (ec. 1) es la forma en cómo se definen. Las otras diferencias se presentan a continuación.

1. **Frecuencias ortogonales.** Tradicionalmente, el periodograma clásico para series equiespaciadas en el tiempo está definido [33, 38] para un conjunto discreto de frecuencias ortogonales  $f_r$ , para las cuales las estimaciones del periodograma son independientes entre sí; esto es:

$$f_r = \frac{r}{T_{Tot}} \quad (8)$$

para  $r = 0, 1, \dots, \lfloor N/2 \rfloor$ , donde  $\lfloor N/2 \rfloor$  es el número máximo de frecuencias y está definido por la función máximo entero, y donde  $T_{Tot} = t_N - t_1$ , i. e., la duración de la serie temporal y para el caso equiespaciado  $T_{Tot} = (N - 1) \cdot \Delta t$ . Las frecuencias  $f_r$ , al ser utilizadas en la relación (7), aseguran que el poder espectral correspondiente a diferentes frecuencias sea independiente para cualquier par de frecuencias del conjunto de frecuencias ortogonales, y que sea retenida la máxima cantidad de información posible de los datos originales [45]. Sin embargo, para el caso no equiespaciado en el tiempo, no es posible encontrar un conjunto de frecuencias ortogonales para las cuales el poder espectral sea independiente [38, 45].

2. **La frecuencia (razón) de muestreo y la frecuencia de Nyquist.** Para el caso equiespaciado en el tiempo, la frecuencia de muestreo  $f_s$  puede definirse como [32]

$$f_s = \frac{1}{\Delta t}, \quad (9)$$

por lo cual la frecuencia de Nyquist  $f_{Nyq}$  viene dada por

$$f_{Nyq} = \frac{f_s}{2} = \frac{1}{2\Delta t}. \quad (10)$$

Para el caso no equiespaciado en el tiempo, no hay definida una frecuencia de muestreo, y por tanto, una frecuencia de Nyquist [38, 45]. No obstante, hay varias propuestas para manejar este problema. Por ejemplo, Van-Dongen *et al.* [45] proponen utilizar la frecuencia real de Nyquist calculada por medio de la ventana espectral (*periodogram window*) (véase la sección 2.3 para más detalles). Bretthorst [4], en cambio, propone la frecuencia crítica de Nyquist, definida como

$$f_{cNyq} = \frac{1}{2\Delta t'}, \quad (11)$$

donde  $\Delta t'$  es siempre menor o igual que el más pequeño intervalo de tiempo de muestreo. Por último, Schulz y Statteger [43] proponen una frecuencia de Nyquist promedio, esto es

$$\langle f_{Nyq} \rangle = \frac{1}{2 \langle \Delta t \rangle}, \quad (12)$$

donde  $\langle \Delta t \rangle$  es el valor medio de los intervalos temporales de muestreo.

3. **El teorema de Parseval.** Una propiedad importante del periodograma clásico, para series temporales equiespaciadas en el tiempo, es el teorema de Parseval, i.e, la energía total de una señal real es la misma ya sea si es calculada en el dominio del tiempo o en el de la frecuencia [32]. Sin embargo, cuando las series no están equiespaciadas en el tiempo, este teorema no se cumple [45].

## 2.3 Estimación de las frecuencias naturales

Como se mencionó anteriormente, las frecuencias definidas por la relación (8), para el caso no equiespaciado, no son ortogonales. Sin embargo, de acuerdo con Fullerton [6], estas frecuencias pueden considerarse aproximadamente ortogonales para el caso no equiespaciado [6, 45]. A este conjunto de frecuencias utilizadas para calcular el periodograma se conocen como *frecuencias naturales*; están definidas [38, 45] por:

$$f'_r = \frac{r'}{T_{Tot}}, \quad (13)$$

para  $r' = 0, 1, 2, \dots, M_{max}$ , donde  $M_{max}$  es el número máximo de frecuencias naturales.

Para el caso en que los muestreos no están equiespaciados en el tiempo,  $M_{max}$  depende de los tiempos de muestreo, y la frecuencia  $f_{M_{max}}$  no necesariamente corresponde con la frecuencia de Nyquist –que aparecería si las muestras estuvieran equiespaciadas temporalmente–. Por lo tanto, es necesario utilizar una alternativa válida a la frecuencia de Nyquist [38, 45]. Por ejemplo, si se opta por emplear

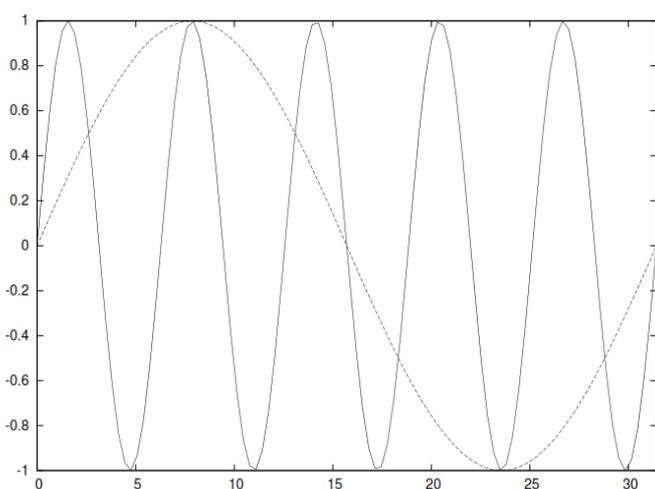
la frecuencia real de Nyquist sugerida por Van-Dongen *et al.* [45], el procedimiento es el siguiente.

Para poder determinar la frecuencia real de Nyquist  $f_{aNyq}$ , se hace uso de una función matemática conocida como *ventana espectral* o *función de respuesta espectral* [45]. Esta función depende sólo de los tiempos de muestreo,  $\{t_n\}_{n=1}^N$  y de la diferencia de las frecuencias  $\Delta f = f_a - f_b$ , donde  $f_a$  y  $f_b$  son dos frecuencias consecutivas cualesquiera. Para el caso en que el muestreo está equiespaciado en el tiempo, existe una fórmula exacta para representar la ventana espectral; pero para el caso correspondiente a un muestreo no equiespaciado en el tiempo, no existe una fórmula exacta para su representación [38, 45]. Sin embargo, es posible utilizar la siguiente aproximación [17, 38, 45].

$$W(\Delta f) = \frac{1}{N^2} \left[ \left( \sum_{n=1}^N \cos(2\pi\Delta f(t_n - \theta)) \right)^2 + \left( \sum_{n=1}^N \text{sen}(2\pi\Delta f(t_n - \theta)) \right)^2 \right], \quad (14)$$

donde  $\theta = (t_1 + t_N)/2$ . Los valores de  $W(\Delta f)$  están definidos entre 0 y 1 y es una función simétrica con respecto a  $\Delta f$ , *i. e.*,  $W(-\Delta f) = W(\Delta f)$  [45].

Para determinar la  $f_{aNyq}$  se hace uso del fenómeno conocido como *aliasing*. Esto es, para dos frecuencias cuya suma o diferencia es un múltiplo entero de la frecuencia de muestreo, es posible construir una pareja de sinusoides que, después del muestreo, no son distinguibles una de la otra debido a que contienen las mismas muestras (Figura 1).



**Figura 1.** Dos diferentes sinusoides que se ajustan a un mismo conjunto de muestras y que ejemplifican el fenómeno del *aliasing*. Los tiempos (eje x) están en unidades arbitrarias. Elaboración propia.

Las copias debido al fenómeno del *aliasing* aparecerán cada  $2mf_{aNyq}$ , donde  $m = \dots, -2, -1, 1, 2, \dots$ . Por ejemplo, para el caso en que la serie temporal es cercanamente equiespaciada en el tiempo (las muestras están uniformemente distribuidas), se puede utilizar una  $f_{aNyq}$ , que equivale al caso en que la serie está equiespaciada. A continuación se realiza una inspección visual, para ello se dibuja la ventana espectral relación (14) utilizando como límite de las frecuencias a la  $f_{aNyq}$  y un valor de  $m$  mayor o igual a 2 ‘réplicas’. Cuando la ventana espectral se repite en un determinado valor de  $m$ , entonces el valor de  $f_{aNyq}$  es el límite para las frecuencias en el que se puede calcular el periodograma de Lomb-Scargle [15, 45].

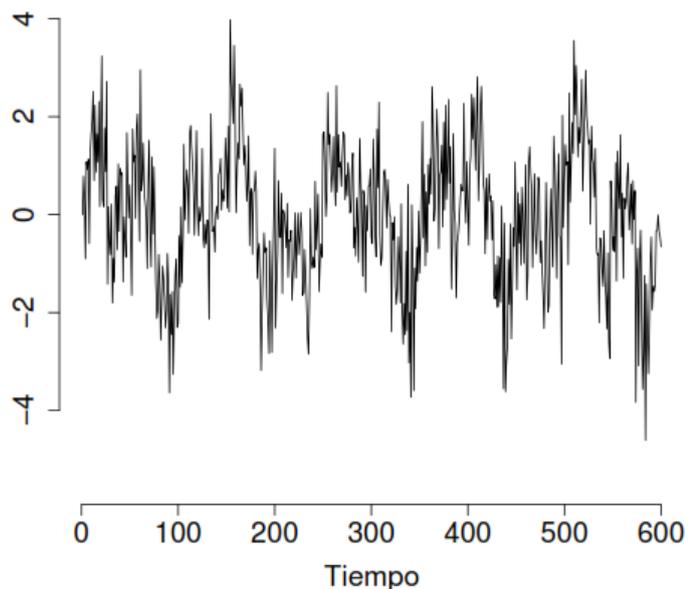
En el caso de que las muestras no equiespaciadas temporalmente formen grupos que estén espaciados más o menos regularmente, entonces la máxima frecuencia natural estará determinada por el número de grupos  $n'$  [15, 45]; esto es:

$$f_{aNyq} = \frac{(n' - 1)/2}{T_{Tot}}. \quad (15)$$

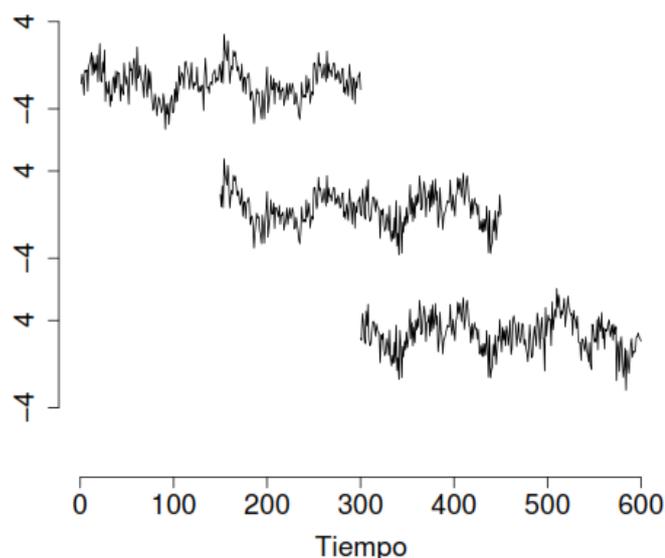
Nótese que  $M_{max}$  no está determinado por el número de muestras. Las muestras individuales dentro de un grupo pueden ser consideradas como medidas redundantes obtenidas aproximadamente al mismo tiempo; por ello, más muestras dentro de cada grupo no incrementan la  $f_{aNyq}$ . Sin embargo, incrementan la significación estadística del periodograma [45].

### 3 El periodograma crudo vs. suavizado

El periodograma crudo, *i. e.*, el que se obtiene utilizando la relación (1), es un estimador inconsistente del espectro [3]. Esto es, el radio de la desviación estándar o coeficiente de variación del periodograma no tiende a cero a medida que el número de elementos de la serie aumenta [3, 23]. Un método para mejorar la estimación del espectro en términos de tendencia, varianza y supresión de falsos picos espectrales –de modo que se obtenga un estimador consistente– fue propuesto por Welch [49]. Esta técnica es conocida como *Welch-Overlapped-Segment-Averaging* (WOSA), y fue originalmente diseñada para el caso correspondiente a series temporales equiespaciadas en el tiempo [49]. Para el caso de series no equiespaciadas temporalmente, Schulz y Statteger [43] hicieron una adaptación de la técnica de Welch. El método propuesto por estos autores [43], consiste en partir la serie temporal que se va a estudiar (de longitud  $N$ ) en varios segmentos ( $n_{50}$ ) de longitud  $N_{Seg} = 2N/(n_{50} + 1)$ , de tal modo que cada uno de estos segmentos se solape durante la mitad de su longitud (véase Figuras 2 y 3).



**Figura 2.** Serie temporal ejemplo (suma de dos funciones armónicas con periodos  $2\pi/50$  y  $2\pi/120$  más ruido Gaussiano  $\mathcal{N}(0, 0.95)$ ) con  $N$  elementos a la cual se le aplica la técnica WOSA. Elaboración propia.



**Figura 3.** Diagrama donde se muestra el procedimiento de la técnica WOSA, utilizando la serie de la Figura 2, con  $n_{50} = 3$  y  $N_{seg} = N/2$ . Elaboración propia.

En el espectro, para evitar las irregularidades de los extremos de los  $N_{seg}$  segmentos, al usar WOSA, se ha de aplicar (multiplicar) algún tipo de función-ventana (conocida como *taper*) a cada segmento  $n_{50}$  en el dominio del tiempo [43, 49]. Existen diferentes tipos de ventanas (una amplia revisión puede encontrarse en [12, 26]), pero una de las más utilizadas es la ventana de Hann o de Hanning, la cual está definida [12] como:

$$w(n) = 0.5 \left[ 1 - \cos \left( \frac{2\pi n}{N_{Seg} - 1} \right) \right], \quad (16)$$

para  $n=0, 1, \dots, N_{seg} - 1$ .

La función-ventana es escalada de esta forma  $\sum w_n^2 = N_{seg}$ . A continuación, para los  $n_{50}$  segmentos de la serie temporal a los cuales se les ha aplicado la función ventana escalada, se calcula el periodograma de Lomb-Scargle mediante (1). Por último, se calcula el promedio de los  $n_{50}$  espectros crudos. El espectro promedio resultante es un estimador consistente del (auto) espectro [3, 43]; se le conoce como espectro suavizado y se define de este modo, de acuerdo con Schulz y Stattegger [43]

$$\hat{G}_{xx}(f_i) = \frac{2}{n_{50}\Delta f N_{seg}} \sum_{n=1}^{n_{50}} |X_n(f_i)|^2, \quad i = 1, 2, \dots, k, \quad (17)$$

donde  $\Delta f = 1/(N_{seg} \langle \Delta t \rangle)$  y  $|X_n(f_i)|^2$  es el periodograma de Lomb-Scargle definido en la relación (1).

Dado el escalado del espectro suavizado relación (17), se cumple la siguiente relación con la varianza de la serie temporal:

$$\Delta f \sum \hat{G}_{xx} = \sigma_x^2, \quad (18)$$

donde  $\Delta f$  es la frecuencia fundamental [43].

Debido a que las componentes de los espectros crudos siguen una distribución del tipo  $\chi^2$  [30, 33] con 2 grados de libertad, (17) también sigue ese tipo de distribución [43]. Cada uno de los  $n_{50}$  espectros de la ecuación (17) incrementa los grados de libertad, por lo cual se reduce el error estándar de la estimación del espectro. Sin embargo, el solapamiento de los  $n_{50}$  segmentos introduce una correlación entre los segmentos; por ello, es necesario introducir el concepto de número efectivo de segmentos  $n_{eff}$ , donde el  $n_{eff}$  es mucho menor que el  $n_{50}$ , y la relación entre ellos de acuerdo con Schulz y Stattegger [43], viene dada por

$$n_{eff} = n_{50} \left( 1 + 2c_{50}^2 - \frac{2c_{50}^2}{n_{50}} \right)^{-1}, \quad (19)$$

donde  $c_{50}$  es una constante que depende del tipo de la función ventana, por ejemplo, para la ventana de Hanning  $c_{50} = 0.167$  [12]. Por tanto, los grados de libertad  $\nu$  para (17) dependerán del  $n_{eff}$  relación (19), y por tanto, de la constante  $c_{50}$ ; esto es:

$$\nu = 2n_{eff} \quad (20)$$

La distribución del auto-espectro (17) viene dada por la relación [30, 33]

$$\frac{\hat{G}_{xx}(f_i)}{G_{xx}(f_i)} = \frac{\chi^2}{\nu}. \quad (21)$$

De aquí, se sigue que un  $(1 - \alpha)$  intervalo de confianza para  $G_{xx}(f_i)$ , basado en la estimación de  $\hat{G}_{xx}(f_i)$ , puede ser calculado por [3]

$$\left[ \frac{\nu \hat{G}_{xx}(f_i)}{\chi^2_{\nu, \alpha/2}} \leq G_{xx}(f_i) \leq \frac{\nu \hat{G}_{xx}(f_i)}{\chi^2_{\nu, 1-\alpha/2}} \right]. \quad (22)$$

Algunos autores [3, 30, 33] aplican una transformación logarítmica del tipo  $10 \log_{10}$  a la relación (22), esto con el objeto de que los intervalos de confianza sean independientes de la frecuencia y al graficar el  $\hat{G}_{xx}$  se obtenga una mejor visualización.

La mínima resolución de las frecuencias en  $\hat{G}_{xx}$ , *i. e.*, el ancho de banda espectral,  $B_w$ , se calcula como:

$$B_w = \beta_w \Delta f, \quad (23)$$

donde  $\beta_w$  es el ancho de banda normalizado y depende del tipo de ventana (*taper*) utilizada; por ejemplo, para la ventana de Hanning tiene un valor de 2 [12, 26, 43].

## 4 Contraste de hipótesis del periodograma de Lomb-Scargle debido a ruido rojo

Es bien sabido que muchos fenómenos ambientales (climáticos, meteorológicos, etc.) o geofísicos presentan un espectro de fondo rojo, *i. e.*, la intensidad o amplitud espectral disminuye exponencialmente a medida que decrecen sus frecuencias [10, 13, 42]. [13] propuso que un proceso estocástico autoregresivo de primer orden (AR1) es un modelo adecuado para representar ese espectro de fondo rojo, y que puede ser utilizado como una hipótesis nula en un test de significación [23, 42]. Si  $R(t_r)$  es un proceso AR1, donde los tiempos de muestreo  $t_r$  ( $r = 1, 2, \dots, N$ ) no están equiespaciados, la distribución del periodograma de Lomb-Scargle para este proceso no puede ser calculada analíticamente [23, 24, 42]. Por tanto, es necesario utilizar métodos de simulación de Monte-Carlo para inferir las propiedades estadísticas de la distribución del periodograma [24]. El sesgo en el espectro es debido a que las componentes individuales del periodograma de Lomb-Scargle no son independientes unas de las otras [17, 38].

Schulz y Mudelsee [42] demostraron, por medio de simulaciones de Monte Carlo, que el periodograma de Lomb-Scargle de un proceso AR1 no equiespaciado temporalmente sobrestima las amplitudes espectrales localizadas en las altas frecuencias (*i. e.*, las frecuencias al final del espectro). Ellos también desarrollaron un algoritmo computacional, conocido como REDFIT, para corregir ese sesgo. De hecho, hasta donde se sabe, es el único algoritmo y programa computacional existente que tiene en cuenta el ruido rojo de fondo en la estimación del espectro suavizado de series temporales ambientales no equiespaciadas, vía el periodograma de Lomb-Scargle.

A continuación, se presentan los principales conceptos estadísticos para luego proporcionar la descripción de REDFIT, siguiendo principalmente a Mudelsee [23] y Schulz y Mudelsee [42]. Más detalles pueden consultarse en [22, 23, 24, 42].

Un proceso discreto autoregresivo de orden 1 (AR1) y no equiespaciado temporalmente está definido [24, 36, 42] por la siguiente relación:

$$\begin{aligned} R(t_1) &= \mathcal{E}_{N(0,1)}, & \text{para } r=1 \\ R(t_r) &= \rho_r R(t_{r-1}) + \mathcal{E}_{N(0,\sigma_{\mathcal{E}})}(t_r), & \text{para } r=2, 3, \dots, N \\ \rho_r &= \exp(-(t_r - t_{r-1})/\tau_m), \end{aligned} \quad (24)$$

donde  $\tau_m$  es la escala temporal correspondiente al proceso AR1 (una medida de su memoria o persistencia) y  $\mathcal{E}$  es un ruido Gaussiano de media cero y varianza

$$\sigma_{\mathcal{E}}^2 = 1 - \exp(-2(t_r - t_{r-1})/\tau_m). \quad (25)$$

El valor de  $\sigma_{\mathcal{E}}^2$  asegura que el proceso AR1 sea estacionario y tenga varianza unitaria [42].

El espectro teórico<sup>2</sup>  $G_{rr}(f_i)$  de un proceso AR1 (ecuación 24) está definido [30, 42] por

$$G_{rr}(f_i) = \frac{1 - \langle \rho \rangle^2}{G_0 [1 - 2 \langle \rho \rangle \cos(\pi f_i / \langle f_{Nyq} \rangle) + \langle \rho \rangle^2]}, \quad (26)$$

para las frecuencias  $f_i, j = 1, 2, \dots, K$ , desde la frecuencia fundamental  $\Delta f$  (véase la relación (17)) hasta la frecuencia promedio de Nyquist [42]. Allí,  $G_0$  es la amplitud espectral promedio,  $\langle \rho \rangle$  es el coeficiente de autocorrelación promedio; *i. e.*,  $\langle \rho \rangle = \exp(-\langle \Delta t \rangle / \tau_m)$ , donde  $\langle \Delta t \rangle$  es la media de los intervalos temporales del proceso AR1 [42] y el valor de  $\tau_m$  se estima mediante el algoritmo y programa computacional de nombre TAUEST, propuesto por Mudelsee [22].

Con el periodograma de Lomb-Scargle, la desviación sistemática entre un espectro teórico de ruido rojo (relación 26) y otro espectro estimado dependerá de los tiempos de muestreo [17, 38]. Pero la carencia de una solución analítica para la desviación (sesgo) impide aplicar una corrección directa al periodograma de Lomb-Scargle [42]. Para superar este obstáculo, se utilizan métodos de Monte-Carlo en combinación con técnicas de *bootstrap*. Basada en los tiempos de muestreo, se genera un *ensemble* de N series temporales sintéticas AR1 (Ecuación (24)). La desviación del espectro promedio del *ensemble* con respecto al espectro teórico (Ecuación (26)) es utilizada para hacer la corrección [24, 42].

A continuación, se describe el algoritmo REDFIT tal como es presentado por Schulz y Mudelsee [42].

<sup>2</sup>Para el caso equiespaciado, el término coseno del espectro teórico de un AR1 está definido [16] por  $\cos(2\pi f_i \Delta t)$ , para  $-\frac{1}{2\Delta t} \leq f_i \leq \frac{1}{2\Delta t}$ . Por esta razón, el término coseno en la relación 26 al sustituir  $2 \langle \Delta t \rangle$  por  $\frac{1}{\langle f_{Nyq} \rangle}$  se expresa como  $\cos(\pi f_i / \langle f_{Nyq} \rangle)$ .

1. Se estima  $\tau_m$  para la serie temporal a estudio  $X(t_r)$  ( $r = 1, 2, \dots, N$ ) utilizando el algoritmo TAUEST de Mudelsee [22]. En caso de utilizar varios  $n_{50}$  segmentos WOSA, se calcula el promedio de los  $\tau_m$ 's de todos los  $n_{50}$  segmentos.
2. Se estima, mediante el PLS, el espectro  $\widehat{G}_{xx}(f_i)$  de  $X(t_r)$  en el intervalo  $[0, < f_{Nyq} >]$ , y se determina el área bajo  $\widehat{G}_{xx}(f_i)$  para estimar la varianza de  $X(t_r)$ .
3. Se realizan  $p=1$  a  $N_{sims}$  simulaciones de Monte-Carlo.
  - Se crea la  $p$ -ésima serie temporal AR1 por medio de (24), usando los tiempos  $t_r$ 's de la serie  $X(t_r)$ , el  $\tau_m$  estimado en el paso 1 y un conjunto independiente de  $\mathcal{E}(t_r)$ 's.
  - Se estima el espectro  $\widehat{G}_{rr}(f_i)$  para la serie AR1.
  - Se escala  $\widehat{G}_{rr}(f_i)$  de tal modo que su área bajo el espectro sea igual al área bajo el espectro de  $\widehat{G}_{xx}(f_i)$ .

Se determina la media aritmética de los  $N_{sims}$  espectros correspondientes a las series AR1,  $< \widehat{G}_{rr}(f_i) >$

4. Se calcula el espectro teórico  $G_{rr}(f_i)$  de un proceso AR1, utilizando la relación (26) y el valor estimado de  $\tau_m$ .
5. Se calcula  $G_o$  (relación 26) de tal modo que el área bajo  $G_{rr}(f_i)$  sea igual al área bajo  $\widehat{G}_{xx}(f_i)$ .
6. Se calcula un factor de corrección  $c(f_i)$  para ajustar la desviación del espectro Lomb-Scargle, *i. e.*

$$c(f_i) = \frac{\langle \widehat{G}_{rr}(f_i) \rangle}{G_{rr}(f_i)}. \quad (27)$$

7. Se calcula el espectro de Lomb-Scargle corregido:

$$\widehat{G}'_{xx}(f_i) = \frac{\widehat{G}_{xx}(f_i)}{c(f_i)}. \quad (28)$$

8. Para calcular la significación estadística de un pico espectral, el intervalo superior de confianza del ruido AR1 es calculado para varios niveles de significación (*v. gr.*, 0.95 o 0.99), siguiendo una distribución del tipo  $\chi^2$  con  $\nu$  grados de libertad (calculados, con (20)). También es posible calcular niveles de significación a partir de los percentiles del *ensemble* de Monte-Carlo.
9. Se verifica si el modelo AR1 es adecuado para describir  $X(t_r)$  probando la igualdad de  $G_{rr}(f_i)$  y  $\widehat{G}'_{xx}(f_i)$  usando el test no paramétrico de Wald-Wolfowitz más comúnmente conocido como *runs test* [3].

## 5 Algunas consideraciones prácticas en la estimación del espectro

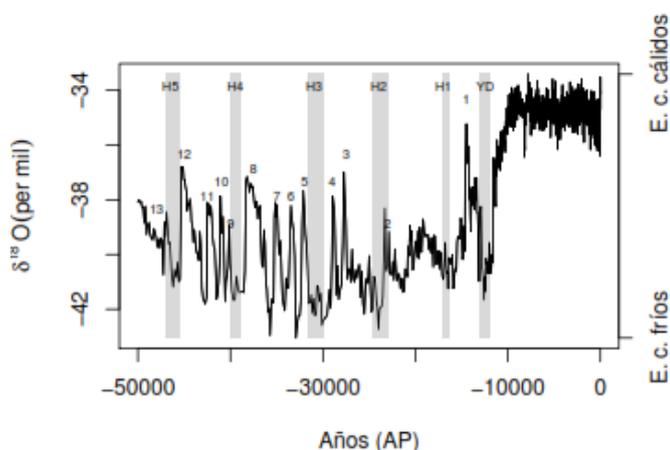
En esta sección, se presentan las principales consideraciones prácticas que se deben tener en cuenta para la estimación del espectro suavizado vía el periodograma de Lomb-Scargle; ello se realiza mediante dos ejemplos con series temporales no equiespaciadas temporalmente. Se hace énfasis en cómo utilizar esta metodología y en la interpretación de los resultados. El primer ejemplo corresponde a una serie temporal paleoclimática utilizada para estimar temperaturas del aire en la superficie de la Tierra; proviene de testigos de hielo de Groenlandia y cubre los últimos 50.000 años [11]. El segundo ejemplo corresponde a una serie temporal de capturas de atún rojo obtenidas en las almadrabas del duque de Medina Sidonia, las cuales estuvieron operativas durante el periodo 1525 a 1816 [18]. Para ambos ejemplos se utilizó el paquete computacional de uso gratuito REDFIT (ver. 3.5) creado por Schulz y Mudelsee [42], y que se encuentra disponible en <http://www.ncdc.noaa.gov/paleo/softlib/redfit/redfit.html>.

### 5.1 Caso práctico 1: valores medios de $\delta^{18}\text{O}$ de GISP2

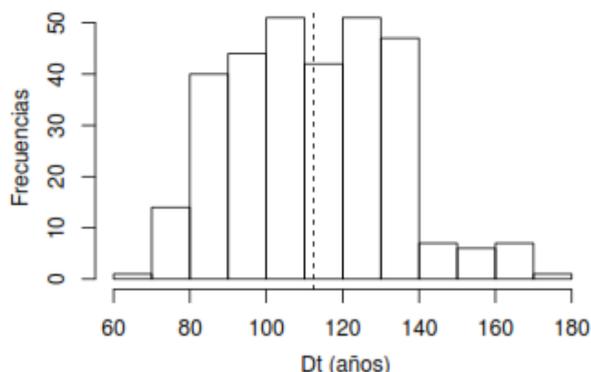
La serie temporal no equiespaciada utilizada en este ejemplo corresponde a valores medios de  $\delta^{18}\text{O}$  (per mil); proviene del proyecto de testigos de hielo GISP2 (*the Greenland Ice Sheet Project Two*) y fue obtenida del *National Climatic Data Center*, NOAA<sup>3</sup>. El principal interés científico de ésta serie se debe al hecho de que ha sido utilizada como un buen paleo-indicador de temperaturas superficiales del aire para, al menos, el área geográfica a la que pertenece [11]. En este trabajo, se hace énfasis en el intervalo 15 a 50.000 años<sup>4</sup> (Figura 4), por dos razones; primero, debido a que *a priori* se conoce que presenta un ciclo de *ca.* 1470 años [11, 40]; segundo, porque el intervalo 15-50.000 años presenta una gran irregularidad en el muestreo (con un valor medio de 110 años) (Figura 5), en comparación con los últimos 10.000 años (con un valor medio de 13 años); finalmente, debido a que las técnicas de análisis espectral requieren que la serie a estudio sean estacionarias y, como se puede observar (Figura 4), la serie de  $\delta^{18}\text{O}$  que cubre los 50.000 años no parece satisfacer este requerimiento. Una posible solución para sortear este inconveniente es dividir la serie en dos partes con características estadísticas similares. Esta división, en este caso de estudio, también está sustentada desde el punto de vista de la física del clima, debido a que el segmento temporal del Holoceno (últimos 11.000 años) presenta características climáticas diferentes respecto del periodo inter-glaciar (entre 12 y 50.000 años).

<sup>3</sup><ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/paleo/icecore/greenland/summit/gisp2/isotopes/gispd18o.txt>

<sup>4</sup>La serie alcanza los 110.000 años antes del presente, pero es muy factible que los errores de datación para estas edades pudieran afectar la estimación del espectro.



**Figura 4.** Serie temporal de valores medios del isótopo estable  $\delta^{18}\text{O}$  (per mil) de GISP2 [11] para los últimos 50.000 años (donde AP indica años antes del presente). Las áreas rectangulares en gris representan los eventos Heinrich (H1-H5) y el Younger-Dryas (YD). Los números del 1-13 son los ciclos Dansgaard-Oeschger (DO). El lado derecho de las ordenadas representa los eventos climáticos cálidos y fríos. Elaboración propia.

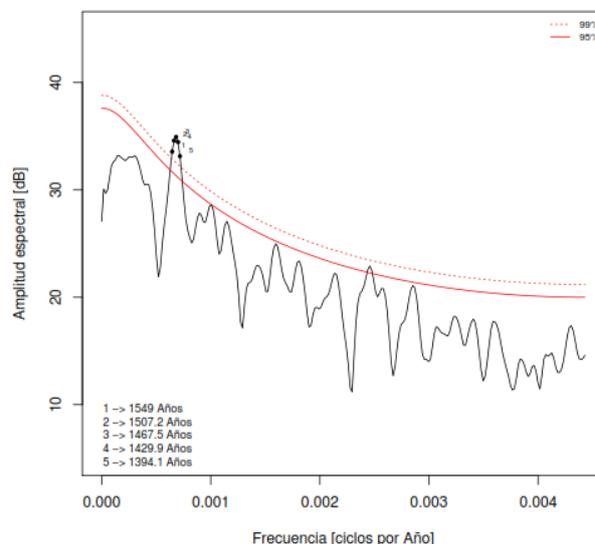


**Figura 5.** Histograma de las diferencias (distancias) entre los tiempos de muestreo (Dt) de la serie de  $\delta^{18}\text{O}$  de GISP2 para el intervalo 14 a 50.000 años. La línea vertical discontinua es el valor medio de las diferencias entre los tiempos de muestreo. Elaboración propia.

Antes de llevar a cabo la estimación espectral para la serie temporal de los valores de  $\delta^{18}\text{O}$ , se verifica si el espectro de la serie a estudio es consistente con el modelo de ruido rojo utilizado [42]. Para ese fin, se utiliza el test Wald-Wolfowitz (conocido también como *runs test*) [3], el cual está incorporado en el paquete REDFIT [42]. El valor del estadístico para este caso es de 79, y está dentro del intervalo de confianza al 95 %, por lo cual se puede aceptar que el modelo AR1 utilizado es adecuado para caracterizar el espectro de la serie de  $\delta^{18}\text{O}$ . La estimación del espectro suavizado de la serie temporal después de remover la tendencia lineal de  $\delta^{18}\text{O}$  se muestra en la Figura 6, mientras que los parámetros de entrada para generar el espectro vía REDFIT se presenta en la Tabla 1.

Entre estos parámetros de entrada destaca el número de segmentos WOSA (N50) debido a que está relacionado di-

rectamente en el suavizado del periodograma. Un valor muy grande del número de segmentos WOSA determina un periodograma demasiado suavizado, por lo cual se podría difuminar algún tipo de señal contenida en la serie temporal a estudio. Por el contrario, si se utiliza un solo segmento, se obtendrá un periodograma "crudo" (con dos grados de libertad); y es bien sabido que este periodograma no es un estimador consistente del espectro, y que puede contener picos espectrales que podrían no representar eventos periódicos reales [3, 23]. Debido a que no existe una regla precisa para determinar el número de segmentos WOSA, es recomendable que el espectro suavizado tenga al menos 4 ó 5 grados de libertad [48]. Una estrategia muy utilizada para la determinación de N50 consiste en calcular el espectro de la serie bajo análisis con diferentes números de segmentos WOSA, y así decidir cuál es el N50 más apropiado.



**Figura 6.** Espectro corregido y suavizado (con 7 grados de libertad) (curva continua en negro) de la serie temporal de  $\delta^{18}\text{O}$  de GISP2, para el intervalo 14 a 50.000 años. Las curvas discontinuas en rojo representan el nivel del ruido rojo con un 95 % y 99 % de confianza de una distribución  $\chi$ -cuadrada para un proceso AR1. Elaboración propia.

Como se puede apreciar (Figura 6), el pico espectral más destacado está localizado *ca* 1470 años, el cual supera el espectro asociado a un ruido de tipo AR1 con un nivel de confianza superior del 95 %. Este pico corresponde a la conocida característica espectral de  $\delta^{18}\text{O}$  de GISP2, y se sabe que se presenta con más intensidad en el intervalo de 11-74.000 años (AP) [40]. Esta periodicidad *ca* de 1470 años está relacionada con los eventos Dansgaard-Oeschger (DO), *i.e.*, fluctuaciones rápidas del clima entre eventos climáticos fríos y cálidos (Figura 4), con una ocurrencia media de 1470 años y que tuvieron lugar durante el último periodo glacial (entre unos 11 a 100.000 años AP); no obstante, hoy por hoy no existe una hipótesis única para explicar su origen -más allá de que está fuera de los objetivos de este trabajo el profundizar en dichas razones-.

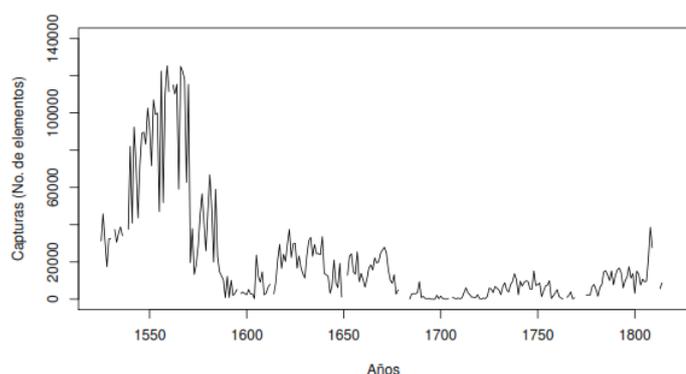
Parámetro	Valor
No. de simulaciones de Monte-Carlo	Nsim = 5000
Test de Monte-Carlo	mctest = T
Oversampling factor	ofac = 4.0
No. de segmentos WOSA	N50 = 4
Tipo de ventana	iwin = 1 (Welch)

**Tabla 1.** Parámetros de entrada para REDFIT para la estimación del espectro de  $\delta^{18}\text{O}$  de GISP2. Elaboración propia.

## 5.2 Caso práctico 2: capturas artesanales de atún rojo

El segundo ejemplo, en este trabajo, corresponde a una serie temporal de capturas anuales de atún rojo realizadas durante el periodo 1525-1816 (Figura 7). Estos datos provienen de López-Capont [18] aunque, para este trabajo, fueron obtenidos de Ganzedo *et al* [7] y, principalmente de López-González y Ruiz (Tabla 1) [19]. Son capturas anuales en número de individuos, capturas provenientes de cada una de las almadrabas del duque de Medina Sidonia, principalmente de Conil y Zahara; ellas estuvieron operativas durante todo el periodo de estudio (1525-1816). La serie cubre 292 años, con 21 datos perdidos [7, 19, 31], estas pérdidas se deben a que en ciertos años no se hicieron los registros de las capturas o no se armaron las almadrabas [18, 19].

A primer golpe de vista, la serie de las capturas (Figura 7) no parece ser estacionaria, por la tendencia decreciente del número de capturas en el transcurso del tiempo.



**Figura 7.** Serie temporal de capturas artesanales de atún rojo de las almadrabas del duque de Medina-Sidonia para el periodo 1525-1816 [7, 18, 19]. Elaboración propia.

La opción de dividir la serie en dos trozos con características estadísticas parecidas está limitada en cierta medida debido al número de elementos de cada trozo, de tal manera que la primera parte de la serie abarcaría unos 70 (elementos) años, mientras que la segunda parte, unos 220 años. Sin embargo, teniendo en cuenta estas limitaciones, se estiman sus periodogramas suavizados de los dos trozos, así como de toda la serie; esto, con el objeto de utilizar

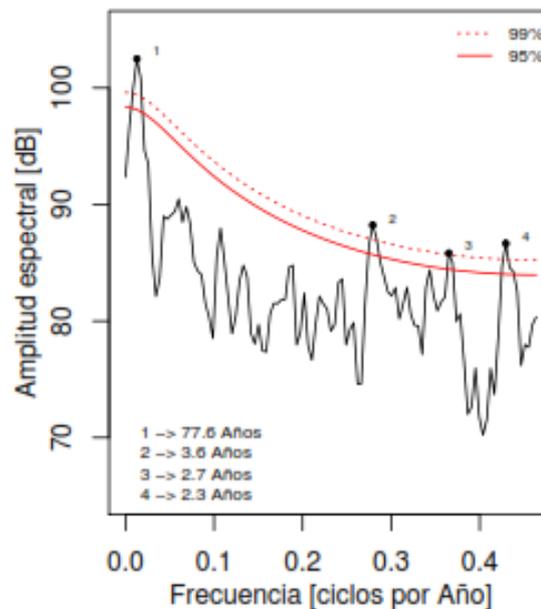
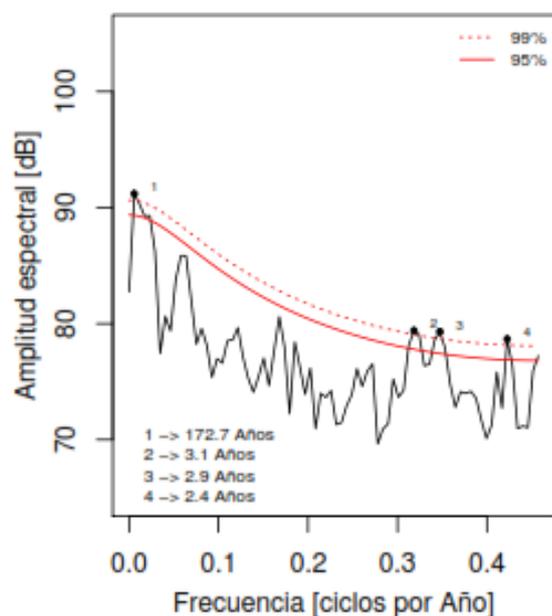
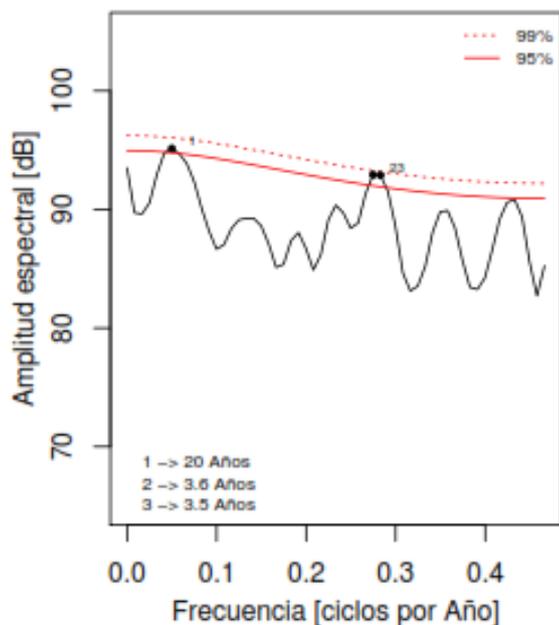
toda la información disponible para averiguar potenciales eventos periódicos registrados en las series de las capturas. Nótese que, a diferencia de la serie temporal de valores de  $\delta^{18}\text{O}$  de GISP2, que se conocía a priori sus características espectrales, en la serie de las capturas no se cuenta con esa información.

Como se observa en los periodogramas suavizados (Figura 8), se encontraron varios picos espectrales que superan el umbral de ruido con un nivel de confianza del 95%. El primero (Figura 8, superior derecha), de unos 78 años, aparece en el periodograma suavizado de toda la serie temporal de las capturas; en contraste, no parece evidente la presencia de este pico espectral en el periodograma del intervalo 1600-1816, según se observa. Una de las cuestiones más importantes que se debe tener en cuenta al aplicar cualquier técnica de análisis espectral, es que los picos en las primeras frecuencias (de izquierda a derecha) pueden contener parte de la tendencia de las series bajo análisis [48]. Es cierto que la tendencia lineal ha sido removida antes de calcular el espectro, pero también hay que tener en cuenta que el cálculo de la tendencia en una serie temporal es algo complicado, y es muy difícil separar tendencia, periodicidades de muy baja frecuencia y ruido [45, 50] de forma suficientemente precisa. Por ello, es difícil sustentar que el pico espectral de *ca.* 80 años pueda estar relacionado con algún evento periódico; para ello se necesitaría que la serie cubriera un intervalo temporal mucho más amplio.

El segundo pico espectral (Figura 8, superior izquierda) estadísticamente significativo está localizado alrededor de los 20 años, aunque este pico sólo está presente en el espectro del intervalo 1525-1600. Sin embargo, téngase en cuenta que un ciclo con un período de 20 años solo cabe poco más de tres veces en el intervalo 1525-1600. Por otro lado, este pico espectral de *ca.* 20 años no está presente en el espectro del intervalo 1600-1816, ni en toda la serie (intervalo 1525-1816). Por estas razones, es muy probable que no represente una señal periódica real.

Sin lugar a dudas, el resultado más interesante en este caso de estudio, son los picos espectrales estadísticamente significativos en las altas frecuencias, que podrían representar eventos periódicos reales entre 2.3 años y 3.5 años. De entre estos picos, el que está localizado alrededor de 3.5 años, se halla presente en los tres periodogramas (Figura 8), lo cual le añade mayor evidencia estadística. Antes de presentar una discusión sobre las posibles causas de los ciclos de 2.3 y 3.5 años, es importante tener en cuenta que las frecuencias de estos picos espectrales están relativamente lejanas entre sí (superan varias veces el ancho de banda en cada uno de los espectros), lo cual podría representar que existieron eventos periódicos independientes. Los ciclos de 2.3 y 3.5 años podrían estar relacionados con forzamientos ambientales que presentan una fuerte variabilidad de tipo periódico o cuasi-periódico cercana a esas frecuencias. Por ejemplo, es bien sabido que la Oscilación del Atlántico Norte (OAN) presenta en su espectro picos de corto periodo, de entre 2.2 y 2.4 años. Por otro lado, el fenómeno

del Niño-Oscilación del Sur (ENOS) presenta un gran poder espectral de corto periodo, de alrededor de 3.5 años [8]. Sin embargo, tampoco se descarta que estos eventos periódicos están relacionados con factores intrínsecos relacionados con la dinámica poblacional del atún rojo [7, 31]. Una discusión a detalle queda fuera del objetivo de este trabajo.



**Figura 8.** Espectros corregidos y suavizados (con 5, 6 y 7 grados de libertad, respectivamente) (curvas continuas en negro) de los segmentos que cubren los periodos 1525-1600 (superior izquierda), 1600-1816 (inferior izquierda) y todo el periodo 1525-1816 (superior derecha) de las capturas de atún rojo de las almadrabas de Medina-Sidonia [18]. Las curvas en rojo representan el nivel del ruido rojo con un 95% y 99% de confianza de una distribución  $\chi$ -cuadrado para un proceso AR1. Elaboración propia.

## 6 Conclusiones

El análisis espectral es una de las técnicas estadísticas más utilizadas para el análisis de series temporales ambientales, ya sea para la búsqueda e identificación de eventos periódicos o para estudiar el comportamiento de una serie temporal en el dominio de la frecuencia. Cuando las series temporales ambientales están equiespaciadas, existen varias técnicas de análisis espectral para estimar el espectro, así como suficiente documentación sobre ello. Sin embargo, cuando las series no están equiespaciadas, estimar el espectro no suele ser una tarea fácil. Esto es debido a que no existe una gran diversidad de técnicas de análisis espectral que puedan ser utilizadas de modo directo con series temporales ambientales no equiespaciadas y, como consecuencia, hay poca documentación al respecto. Una de estas técnicas de análisis espectral es el periodograma de Lomb-Scargle [17, 38, 39], originalmente diseñado para analizar series temporales astronómicas no equiespaciadas temporalmente; dicha técnica fue adaptada por Schulz y Stattegger [43] para trabajar con datos ambientales y mejorada por Schulz y Mudelsee [42] para tener en cuenta el tipo de ruido de fondo de las series temporales ambientales.

En lo que respecta a la disponibilidad de información de la adaptación del periodograma de Lomb-Scargle para analizar series temporales ambientales teniendo en cuenta ruido de fondo rojo, en lengua inglesa están los trabajos pioneros

de Schulz y Stattegger [43], Mudelsee [22], Schulz y Mudelsee [42], Mudelsee *et. al.*, [24], y muy bien resumidos en Mudelsee [23]. Sin embargo, en idioma español existe muy poca información al respecto (algunas excepciones son Polanco-Martínez [31] y Pardo-Igúzquiza y Rodríguez-Tovar [27], aunque ésta última no utiliza un ruido de fondo rojo); hasta donde se sabe, no se ha publicado trabajo alguno de revisión que englobe todo lo que se sabe de esta técnica. Por esta razón, en este artículo, se presentó el estado del conocimiento de la estimación espectral de series temporales ambientales no equiespaciadas temporalmente mediante el periodograma suavizado de Lomb-Scargle y teniendo en cuenta un tipo de ruido de fondo rojo.

En este trabajo, también se presentaron dos casos de estudio para ejemplificar de forma práctica la estimación del periodograma suavizado de Lomb-Scargle teniendo en cuenta el ruido rojo de fondo de las series temporales ambientales. Para tal fin, se usó el paquete computacional REDFIT [42]. En el primer caso de estudio, se utilizó una serie temporal no equiespaciada (con mucha irregularidad) de valores de  $\delta^{18}\text{O}$ , provenientes del mundialmente reconocido proyecto GISP2. Como se pudo apreciar, se encontró un pico espectral estadísticamente significativo al 95% *ca.* 1470 años, el cual es la conocida marca espectral de esta serie temporal. En el otro ejemplo, en los espectros de las capturas de atún rojo, se obtuvo unos picos significativos al 95% entre 2.4 y 3.5 años, los cuales podrían estar relacionados con los eventos de la OAN y el ENOS. Finalmente (anexo A), se proporcionó una breve descripción del paquete computacional REDFIT y un sencillo programa computacional, de fácil y libre modificación en lenguaje R (Anexo B) para graficar las salidas de REDFIT.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Prof. J. Sáenz quién me inició en el mundo del análisis espectral de datos climáticos no equiespaciados temporalmente, así como, por la discusión de una parte del contenido de este artículo. Del mismo modo, se agradece al Dr. U. Gancedo por la discusión en la interpretación de varios aspectos relacionados con las series de capturas de atún rojo aquí presentadas. Asimismo, al Dr. M. Mudelsee por proporcionarme el código fuente de TAUEST, y en conjunto con el Prof. Dr. M. Schulz por la ayuda prestada para entender ciertas cuestiones técnicas del código fuente de REDFIT; de modo similar, por ofrecer de forma gratuita este paquete en internet. Un agradecimiento especial a los revisores (Analítika) de este artículo, así como también a Martha Rodríguez por sus atinados comentarios para la mejora de este trabajo. Un especial agradecimiento a la Lic. M. Arrugaeta por pulir el inglés del *abstract*. Este trabajo ha sido posible gracias al apoyo del proyecto FP7 BASE (*Button up Adaptation Strategies for a Sustainable Europe*) No. de Ref. 308337.

## Referencias

- [1] I. AROSTEGUI, I. BARRIO, M. LEGARRETA and A. URKAREGI, *Opinión-contribución (J. M. Polanco M.) sec. 3.7 "técnicas estadísticas no estándar para el análisis de series temporales ambientales"* in *"statistics in research vs. research in statistics"*, Boletín de Estadística e Investigación Operativa, 30 (2014), pp. 233–235.
- [2] F. J. M. BARNING, *The numerical analysis of the light-curve of 12 Lacertae*, Bull. of the Astron. Inst. of the Neth., 17 (1963), pp. 22–28.
- [3] J. S. BENDAT and A. G. PIERSOL, *Random Data. Anal. and Meas. Proc.*, Wiley-Interscience, New York, (1986).
- [4] G. BRETTHORST, *Frequency Estimation and Generalized Lomb-Scargle Periodograms in Statistical Challenges in Astronomy*, Edited by E. D. Feigelson and G. Jogesh Babu, Springer, New York., (2003).
- [5] G. FOSTER, *The cleanest Fourier spectrum*, The Astronomical Journal, 109 (1995).
- [6] A. W. FULLERTON, *Searching for periodicity in astronomical data.*, in *The Study of Variable Stars Using Small Telescopes*, Cambridge University Press, Cambridge., (1986).
- [7] U. GANCEDO, E. ZORITA, A. P. SOLARI, G. CHUST, A. S. DEL PINO, **Polanco, J.** and J. J. CASTRO, *What drove tuna catches between 1525 and 1756 in southern Europe?.*, ICES J. of Mar. Sc., (2009).
- [8] N. GARCÍA, L. GIMENO, L. DE LA TORRE, R. NIETO, and J. AÑEL, *North atlantic oscillation (NAO) and precipitation in galicia (Spain)*, *Atmósfera*, 18 (2005), pp. 25–32.
- [9] M. GHIL, M. R. ALLEN, M. D. DETTINGER, K. IDE, D. KONDRASHOV, M. E. MANN, A. W. ROBERTSON, A. SAUNDERS, Y. TIAN, F. VARADI and P. YIOU, *Advanced spectral methods for climatic time series*, *Rev. Geophys.*, 40 (2002), pp. 1003, doi:10.1029/2000RG000092.
- [10] D. L. GILMAN, F. J. FUGLISTER and J. M. MITCHELL JR, *On the power spectrum of "red noise"*, *J. Atm. Sc.*, 20 (1963), pp. 182–184.
- [11] P. M. GROOTES AND M. STUIVER, *Oxygen 18/16 variability in greenland snow and ice with 10- 3-to 105-year time resolution*, *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 102 (1997), pp. 26455–26470.
- [12] F. J. HARRIS, *On the use of windows for harmonic analysis with the discrete Fourier transform*, *Proc. of the IEEE*, 66 (1978), pp. 51–83.
- [13] K. HASSELMANN, *Stochastic climate models Part I. Theory*, *Tellus*, 28 (1976), pp. 473–485.

- [14] D. HESLOP AND M. J. DEKKERS, *Spectral analysis of unevenly spaced climatic time series using CLEAN: signal recovery and derivation of significance levels using a Monte Carlo simulation*, Phys. Earth Planet. Int., 130 (2002), pp. 103–116.
- [15] J. H. HORNE and S. L. BALIUNAS, *A prescription for period analysis of unevenly sampled time series*, Astrophys. J., 302 (1986), pp. 757–763.
- [16] G. M. JENKINS and D. G. WATTS, *Spectral analysis and its applications*, Holden-Day, Oakland, CA, (1969).
- [17] N. R. LOMB, *Least-squares frequency analysis of unequally spaced data*, Astrop. Spa. Sc., 39 (1976), pp. 447–462.
- [18] F. LÓPEZ-CAPONTE, *La etapa pesquera del padre Sarmiento y su época: de los atunes, y sus transmigraciones y conjeturas, sobre la decadencia de las almadrabas, y sobre los medios para restituirlas.*, Caixa de Pontevedra, Pontevedra, (1997).
- [19] J. LÓPEZ GONZÁLEZ and J. RUIZ, *Series históricas de capturas del atún rojo en las almadrabas del golfo de cádiz (siglos xvi-xxi)*, Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 67 (2012), pp. 139–174.
- [20] M. E. MANN and J. M. LEES, *Robust estimation of background noise and signal detection in climatic time series*, Clim. Ch., 33 (1996), pp. 409–445.
- [21] A. MATHIAS, F. GROND, R. GUARDANS, D. SEESE, M. CANELA, and H. DIEBNER, *Algorithms for Spectral Analysis of Irregularly Sampled Time Series*, J. of Stat. Soft., 11 (2004), pp. 1–27.
- [22] M. MUDELSEE, *TAUEST: A computer program for estimating persistence in unevenly spaced weather/climate time series.*, Computers & Geosciences, 28 (2002), pp. 69–72.
- [23] ———, *Climate Time Series Analysis: Classical Statistical and Bootstrap Methods*, Springer, (2010).
- [24] M. MUDELSEE, D. SCHOLZ, R. RÖTHLISBERGER, D. FLEITMANN, A. MANGINI and E. W. WOLFF, *Climate spectrum estimation in the presence of timescale errors*, Nonl. Proc. in Geophys., 16 (2009), pp. 43–56.
- [25] A. NAVA, *Fourier spectral analysis for unevenly spaced, average value, data*, Computers & Geosciences, 36 (2010), pp. 853–860.
- [26] A. NUTTALL, *Some windows with very good sidelobe behavior.*, IEEE Trans. on Acoust., Speech and Sig. Proces., 29 (1981), pp. 84–91.
- [27] E. PARDO-IGÚZQUIZA and F. RODRÍGUEZ-TOVAR, *Análisis espectral de series temporales de variables geológicas con muestreo irregular.*, Boletín Geológico y Minero, 124 (2013), pp. 323–337.
- [28] E. PARDO-IGÚZQUIZA and F. J. RODRÍGUEZ-TOVAR, *Implemented lomb-scargle periodogram: a valuable tool for improving cyclostratigraphic research on unevenly sampled deep-sea stratigraphic sequences.*, Geo-Marine Letters, 31 (2011), pp. 537–545.
- [29] E. PARDO-IGÚZQUIZA and F. J. RODRÍGUEZ-TOVAR, *Spectral and cross-spectral analysis of uneven time series with the smoothed lomb-scargle periodogram and monte carlo evaluation of statistical significance.*, Computers & Geosciences, 49 (2012), pp. 207–216.
- [30] D. B. PERCIVAL and A. T. WALDEN, *Spectral analysis for physical applications*, Cambridge Univ Press, London, (1993).
- [31] J. POLANCO-MARTÍNEZ, *Aplicación de técnicas estadísticas en el estudio de fenómenos ambientales y ecosistémicos.*, PhD thesis, University of Basque Country, España., (2012).
- [32] W. H. PRESS, S. A. TEUKOLSKY, W. T. VETTERLING and B. P. FLANNERY, *Numerical recipes in C*, Cambridge University Press, (1992).
- [33] M. B. PRIESTLEY, *Spectral analysis and time series.*, Academic Press Limited, London, (1981).
- [34] R DEVELOPMENT CORE TEAM, *R: A Language and Environment for Statistical Computing.*, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, (2009).
- [35] D. H. ROBERTS, J. LEHAR, and J. W. DREHER, *Times series analysis with clean. I. derivation of a spectrum.*, The Astron. J., 93 (1987), pp. 968–989.
- [36] P. M. ROBINSON, *Estimation of a time series model from unequally spaced data.*, Stochastic Processes and their applications, 6 (1977), pp. 9–24.
- [37] E. SCANNELL JR and G. C. CARTER, *Confidence bounds for magnitude-squared coherence estimates.*, in Acoustics, Speech, and Signal Processing, IEEE International Conference on ICASSP'78., vol. 3, IEEE, (1978), pp. 670–673.
- [38] J. D. SCARGLE, *Studies in astronomical time series analysis. II- Statistical aspects of spectral analysis of unevenly spaced data.*, The Astrop. J., 263 (1982), pp. 835–853.
- [39] ———, *Studies in astronomical time series analysis. III- Fourier transforms, autocorrelation functions, and cross-correlation functions of unevenly spaced data.*, The Astrop. J., 343 (1989), pp. 874–887.
- [40] M. SCHULZ, *On the 1470-year pacing of dansgaard-oeschger warm events.*, Paleoceanography, 17 (2002), pp. 4–1.
- [41] M. SCHULZ AND M. MUDELSEE, *Manual de referencia REDFIT 3.5. Estimating red-noise spectra directly from unevenly spaced paleoclimatic time series.*, (2001).
- [42] ———, *REFIT: Estimating red-noise spectra directly from unevenly spaced paleoclimatic time series.*, Computers & Geosciences, 28 (2002), pp. 421–426.

- [43] M. SCHULZ and K. STATTEGGER, *SPECTRUM: Spectral analysis of unevenly spaced paleoclimatic time series.*, Computers & Geosciences, 23 (1997), pp. 929–945.
- [44] A. SCHUSTER, *On the investigation of hidden periodicities with applications to a supposed 26 day period of meteorological phenomena.*, Terrest. Magn., 3 (1898), pp. 13–41.
- [45] H. P. A. VAN DONGEN, E. OLOFSEN, J. H. VAN HARTEVELT, and E. W. KRUYT, *A procedure of multiple period searching in unequally spaced time-series with the Lomb-Scargle method.*, Bio. Rhy. Res., 30 (1999), pp. 149–177.
- [46] P. VANICEK, *Further development and properties of the spectral analysis by least-squares.*, Astrop. Sp. Sc., 12 (1971), pp. 10–33.
- [47] H. VON STORCH and F. W. ZWIERS, *Statistical analysis in climate research.*, Cambridge University Press, Cambridge, U.K., (1999).
- [48] G. P. WEEDON, *Time-series analysis and cyclostratigraphy: examining stratigraphic records of environmental cycles.*, Cambridge Univ Press, Cambridge, (2003).
- [49] P. WELCH, *The use of fast Fourier transform for the estimation of power spectra: a method based on time averaging over short, modified periodograms.*, IEEE Trans. Audio & Electroac., 15 (1967), pp. 70–73.
- [50] Z. WU, N. E. HUANG, S. R. LONG, and C. K. PENG, *On the trend, detrending, and variability of nonlinear and nonstationary time series.*, Proc. National Academy Sciences, USA, 104 (2007), p. 14889.
- [51] P. YIOU, E. BAERT, and M. F. LOUTRE, *Spectral analysis of climate data.*, Surv. in Geophys., 17 (1996), pp. 619–663.

## ANEXO A

### A Estimación del espectro vía REDFIT

REFFIT viene acompañado de un excelente manual de nombre USAGE.PDF (véase /doc/ en redfit.zip, <http://www.ncdc.noaa.gov/paleo/softlib/redfit/redfit.html>), con instrucciones para instalación y uso, pero en lengua inglesa [41]. Por esta razón, se proporciona a continuación una breve descripción de cómo utilizarlo. El archivo de entrada lleva de nombre N1000.CFG (no es recomendable cambiarle de nombre debido a que REDFIT no funcionará). Su estructura básica es la siguiente:

```
&cfg
  fnin = 'nombre del archivo de entrada',
  fnout = 'nombre del archivo de salida',
  nsim = ,
  mctest = ,
  ofac = ,
  n50 = ,
  iwin =
/

!iwin =
!      0: Rectangular
!      1: Welch
!      2: Hanning
!      3: Triangular
!      4: Blackman-Harris
```

Los primeros dos parámetros, *fnin*, *fnout*, contienen los nombres de los archivos de entrada (que incluyen la serie temporal que se va a estudiar, la cual debería estar en texto plano, delimitados por espacios o por *tabs* y contener a la vez un sólo tiempo y dato por línea. Para mayor información véase sección 2.2 del manual USAGE.PDF de REDFIT [41]) y de salida (acepta cualquier nombre), respectivamente. Es importante que ambos archivos están entre comillas simples '. Del siguiente par de parámetros, *nsim* y *mctest*, el primero se refiere al número de simulaciones de Monte-Carlo (se recomiendan al menos 1000 simulaciones); el segundo, se utiliza T para activar el test de Monte-Carlo (use F, para desactivarlo), el cual estima los niveles de significación estadística de los picos espectrales [41, 42]. El parámetro *ofac* controla el número de frecuencias utilizadas en la estimación del periodograma de Lomb-Scargle; por lo general, se usa un valor entre 2.0 y 4.0; sin embargo, tenga en cuenta que, a mayor valor, mayor será el tiempo computacional en la estimación del espectro; finalmente, *n50* indica el número de segmentos WOSA y *iwin* determina el tipo de ventana (*taper*) [41].

Después de ejecutar REDFIT exitosamente (en caso contrario se genera un archivo de nombre *redfit.log*, que

muestra los errores y otras advertencias), se obtienen dos tipos de salidas. La primera en pantalla contiene lo siguiente:

```
N =
t(1) =
t(N) =
<dt> =
Nout =

Required RAM =

***** tau *****\n

the dof
```

donde *N* es el número de elementos de la serie temporal a estudio, *t(1)* y *t(N)* son el primer y último valor de los tiempos de la serie, *< dt >* es la media aritmética de las diferencias de los tiempos, *Required RAM* es la cantidad de memoria RAM necesaria para estimar el espectro, *tau* es el coeficiente de persistencia de la serie temporal bajo análisis [22, 42], y finalmente, *the dof* (*the degree of freedom*) son los grados de libertad del espectro estimado. Un espectro crudo tiene 2 grados de libertad, pero uno suavizado tiene un dof mayor que 2. Algunos autores sugieren que al suavizar el espectro se obtengan mucho más que 2 grados de libertad (por ejemplo, 6 u 8), con el objeto de eliminar posibles falsos picos espectrales [23, 48]. Sin embargo, hay que tener cuidado, porque un espectro demasiado suavizado podría eliminar picos espectrales que pudieran representar señales reales.

La segunda salida es un archivo en texto plano, cuyo nombre viene dado por el parámetro *fnout*. Este fichero contiene un encabezado de unas 50 líneas con comentarios (# indica comentario) referentes a los parámetros de configuración, valores iniciales y el significado de las variables (entre 10 y 14 columnas, lo cuál depende si se activa el test de Monte-Carlo para determinar la significación estadística de los picos espectrales). Entre estas variables, destacan las frecuencias en las que se calculan el PLS (columna 1), el espectro corregido (columna 3) y suavizado (en caso de haber definido un *n50* mayor que uno o aplicado alguna ventana de suavizado), el espectro teórico de un proceso AR1 con un nivel de significación del 0.95 (columna 9) y el nivel de significación de 0.95 usando Monte-Carlo (columna 13) –en caso de que se haya activado *mctest = T*–.

Antes de utilizar REDFIT, es recomendable tener en cuenta varias pautas. La primera se refiere al número de elementos de la serie temporal que se va a estudiar, *N*; en principio, no existe límite en el número de elementos; éste viene dado, más bien, por la memoria del ordenador utilizado. La segunda pauta –y es muy importante tenerla en cuenta– es que los tiempos de muestreo de la serie temporal que se estudia deben de seguir una secuencia monótona estrictamente creciente (*i.e.*,  $t_1 < t_2 < \dots < t_N$ , donde  $t_1$  es el

primer valor del tiempo en el archivo de entrada mientras que  $t_N$  es el último valor) [41, 42]. La tercera pauta es que aunque REDFIT fue programado para utilizarse en Windows, es posible compilar el código fuente para trabajar en otros sistemas operativos<sup>5</sup>. La cuarta, es que los auto-

res de REDFIT recomiendan utilizar el software Gnuplot (<http://www.manfredmudelsee.com/soft/redfit/>) para graficar la salida de REDFIT. Sin embargo, en este artículo presentamos un sencillo programa en lenguaje R [34] (véase anexo B) para visualizar la salida de REDFIT.

## ANEXO B

### B Programa para graficar la salida de REDFIT

```
#####
# Este script grafica la salida de REDFIT [Schulz & Mudelsee 2002]
#####
#:: Josué M. Polanco-Martínez (josue.m.polanco@gmail.com)
#:: Código liberado bajo la Licencia Pública General de GNU (GPL)
#:: http://www.gnu.org/licenses/gpl-3.0.html
#:: Bilbao, Agosto 2014.
#####
#:: Esta función transforma a decibelios
source("./decibel.R")
#####

#:: Se lee la salida n1000.red de REDFIT y se definen variables.
#####
redfitdat <- read.table("./n1000.red")
len = length(redfitdat[,1])

vars <- 1:dim(redfitdat)[2]
names(vars) <- c("Freq", "Gxx", "Gxx_cor", "Gred_th",
                "<Gred>", "CorrFac", "80%-Chi2",
                "90%-Chi2", "95%-Chi2", "99%-Chi2",
                "80%-MC", "90%-MC", "95%-MC",
                "99%-MC")
#####
#:: Se grafica y guarda
#####

pdf_file <- ("grafica_salida_redfit.pdf")

ranche <- range(db(redfitdat[,3]))
Y1 <- ranche[1] - 40
Y2 <- ranche[2] + 20
pdf(file=pdf_file, height=4, width=5)
plot(redfitdat[,1], db(redfitdat[,3]), t="l",
     xpd=FALSE, xlab="", ylab="", ylim=c(Y1, Y2))

title(main="", xlab="Frecuencia [ciclos por A\`o]",
      ylab="Amplitud espectral [dB]")
points(redfitdat[,1], db(redfitdat[,10]), t="l", lty=2, col="red")
points(redfitdat[,1], db(redfitdat[,14]), t="l", lty=3, col="blue")
```

<sup>5</sup>El autor de este artículo compiló el código fuente de REDFIT para trabajar en Linux; si tiene interés en cómo llevar a cabo esta tarea, póngase en contacto vía correo-e.

```
#####
#::: Drawing the significant spectral peaks (above 99% CL)
the.points <- which(redfitdat[,3] >= redfitdat[,14])
cat("the points", the.points)
len.points <- length(the.points)
freq.points <- array(0, len.points)
psdDC.points <- array(0, len.points)
freqs <- redfitdat[,1]
psdDC <- redfitdat[,3]

for (i in 1:len.points) {
  freq.points[i] <- freqs[the.points[i]]
  psdDC.points[i] <- psdDC[the.points[i]]
}

points(freq.points, db(psdDC.points), pch=19, cex=0.5)
text(freq.points, db(psdDC.points)+.5, labels=c(1:len.points),
      pos=4, cex=.5)

legend("bottomleft", paste(1:len.points, "->",
  round(1/freq.points[1:length(freq.points)]), digits=1),
  "A\'os"), bty="n", cex=.75)

legend("topright", lty=c(2,3), c("99% NF v\'a AR1", "99% NF v\'a MC"),
  col=c("red", "blue"), bty="n", cex=0.7)

dev.off()
```

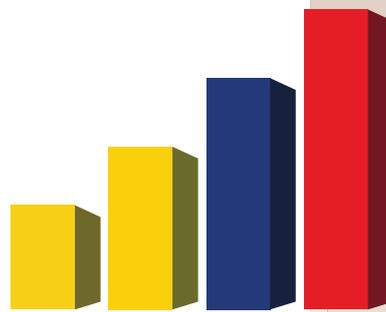


# Analítica

Segregación socio-espacial urbana en  
Cuenca, Ecuador

Urban socio-spatial segregation in  
Cuenca, Ecuador

Daniel Orellana y Pablo Osorio



[www.ecuadorencifras.gob.ec](http://www.ecuadorencifras.gob.ec)



# SEGREGACIÓN SOCIO-ESPACIAL URBANA EN CUENCA, ECUADOR

## URBAN SOCIO-SPATIAL SEGREGATION IN CUENCA, ECUADOR

Daniel Orellana<sup>†</sup> y Pablo Osorio<sup>‡</sup>

<sup>† ‡</sup>*Departamento Interdisciplinario de Espacio y Población, Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador*

<sup>†</sup>daniel.orellana@ucuenca.edu.ec, <sup>‡</sup>pablosorio@gmail.com

**Recibido:** 12 de junio de 2014

**Aceptado:** 18 de septiembre de 2014

### Resumen

En este estudio, buscamos medir y cuantificar la segregación espacial en la zona urbana de Cuenca, Ecuador, como un piloto para desarrollar una metodología para analizar la estructura socio-espacial de las ciudades ecuatorianas. A partir de los datos del Censo de Población y Vivienda 2010, hemos caracterizado la población según su índice de condiciones de vida (ICV); a continuación, hemos analizado la estructura espacial de la población utilizando índices de segregación espacial global y local por cuartiles según el ICV; además, hemos utilizado un indicador local de asociación espacial (LISA) para medir la autocorrelación espacial y detectar conglomerados espaciales de valores altos y bajos de ICV. Los resultados indican que Cuenca presenta segregación espacial para los grupos de los cuartiles Q1 y Q4 y la existencia de una fuerte autocorrelación espacial con conglomerados de valores altos y bajos. Esto indicaría la existencia de dos procesos paralelos de segregación espacial urbana en la ciudad, a la vez que demuestra la utilidad de las técnicas de análisis espacial para el estudio de la estructura socio-espacial en las ciudades ecuatorianas.

**Palabras clave:** Segregación espacial, estructura socio-espacial, análisis geográfico, condiciones de vida.

### Abstract

In this study, we measure and quantify urban spatial segregation in the city of Cuenca, Ecuador as a pilot study for further analysis of socio-spatial structures in other Ecuadorian cities. Using the Censo de Población y Vivienda 2010 data, we characterized urban population based on their life conditions. Then, we analyzed the socio-spatial structure using global and local indices of spatial segregation and detected spatial clusters of high and low life conditions using a local indicator of spatial association. Results indicate that Cuenca city exhibits a process of spatial segregation for quartiles Q1 and Q4. Furthermore, we detected spatial clusters of high and low values of life conditions. These results would suggest two parallel processes of spatial segregation occurring in Cuenca, and demonstrate the suitability of spatial analysis techniques for analyzing socio-spatial structure for Ecuadorian cities.

**Keywords:** Spatial segregation, socio-spatial structure, geographical analysis, living conditions.

**Código JEL:** R14, R20, O18.

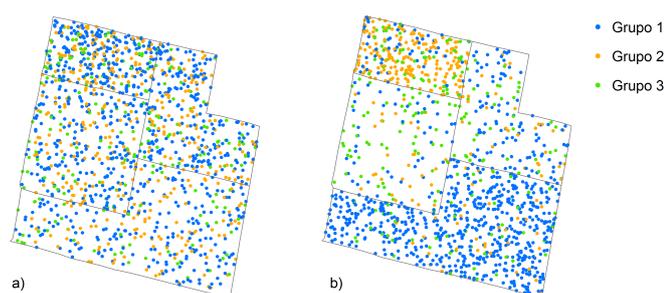
## 1 Introducción

El estudio de la localización de los grupos sociales en el territorio urbano no es nuevo, pues desde inicios del siglo XX se han realizado numerosos intentos por explicar este fenómeno. El interés sobre la naturaleza de la segregación residencial y los métodos para medirla tuvo su auge en

la década de 1950, cuando las investigaciones de Duncan y Duncan, mostraron que la disimilaridad es una potente medida de la segregación [12], poniendo fin a décadas de debate sobre los méritos de diferentes métodos de medición. El debate volvió a abrirse 20 años más tarde con las críticas al trabajo de Duncan y Duncan por parte de Cortese, Falk y Cohen (1976) lo cual desencadenó durante los

años siguientes una explosión de definiciones, métodos y técnicas de medición de la segregación residencial. En 1988, Massey y Denton intentaron sistematizar los enfoques existentes, y propusieron que la segregación era un fenómeno multidimensional que podía ser medido en 5 ejes: uniformidad, exposición, concentración, centralización y conglomeración [17]. Esta sistematización ha demostrado ser útil y permanece vigente hasta la actualidad; sin embargo, algunos autores, como Buzai y Baxendale [4], basados en el trabajo de Iceland y Weinberg (2002), proponen utilizar solamente cuatro dimensiones, al entender la centralidad y la conglomeración como dos aspectos de una misma dimensión. Otros autores han propuesto más recientemente que la segregación residencial está directamente relacionada con la forma de la trama urbana, y argumentan que la sintaxis espacial podría ser considerada una nueva dimensión de la segregación [29].

De forma intuitiva, la segregación socio-espacial urbana puede ser entendida como la separación de diferentes grupos poblacionales en el espacio. En la Figura 1, se muestran ejemplos ilustrativos de un territorio con distintas distribuciones espaciales de tres grupos poblacionales. A la izquierda (a), el territorio presenta baja segregación espacial: las tres poblaciones comparten el espacio de manera relativamente homogénea. A la derecha (b), se evidencia un proceso de segregación espacial: la población del Grupo 1 se concentra principalmente en un sector mientras que se excluye de otro. Por lo tanto, la segregación espacial urbana se puede entender de forma general como el grado de separación del lugar de residencia entre dos o más grupos en diferentes partes de la ciudad. Esta separación puede manifestarse de varias formas, de manera que la segregación es un fenómeno complejo con características particulares.



**Figura 1.** En un territorio compartido por tres grupos poblacionales la segregación espacial es baja si los tres grupos se distribuyen de la misma forma en el espacio (a), o alta si uno o más grupos tienden a concentrarse en parte del territorio (b). Elaboración propia.

En América Latina se realizan estudios sobre el tema desde la segunda mitad del siglo pasado, cuando se dan los procesos de crecimiento acelerado de sus principales ciudades. Para ello se han utilizado distintos enfoques académicos: el de la escuela ecologista de Chicago, con su modelo de anillos de crecimiento [12, 21]; el concepto de la marginalidad, que privilegió las explicaciones estructura-

las asociadas principalmente al empleo y las clases sociales [19]; y, finalmente, los conceptos de pobreza y exclusión social [27].

En el proceso de estudio de este fenómeno, se han utilizado diferentes enfoques y conceptos que han transitado desde una visión que ha privilegiado las explicaciones estructurales de la realidad, hacia otra visión que considera que el problema es de un sector particular de la población: los pobres. Cada enfoque tiene connotaciones en la forma en la que se abordan las soluciones a estos problemas; en la primera se pone énfasis en las estructuras económicas y sociales de las ciudades mientras que, en la segunda, se privilegia las preferencias individuales o de las familias y su libertad de elección en una sociedad más vinculada al mercado [27].

Al analizar los resultados de enfoques y conceptos diversos, los investigadores concluyen que el fenómeno de la localización de los grupos sociales en el espacio urbano no es de naturaleza simple, sino más bien el resultado de una compleja interacción entre la estructura social, los procesos de producción de la ciudad y las preferencias y recursos de los hogares [23, 25]. Algunos investigadores ven en este fenómeno una expresión de la situación social, no necesariamente un problema, que podría incluso ayudar a la focalización de las políticas sociales [25].

En la actualidad, el fenómeno se estudia apelando principalmente a los conceptos de *división social del espacio* y *segregación*. Investigadores como Schteingart, M. [27], Sabatini, F. [25], Rubalcava, R. y Schteingart, M. [23], puntualizan estas categorías que fueron bosquejadas en primera instancia por Castells en *La question urbaine* (1972) y ayudan a enmarcar el fenómeno con mejor precisión para la realidad latinoamericana. *La división social del espacio* se refiere a grandes lineamientos de la organización del espacio urbano que son más o menos evidentes a simple vista. Por ejemplo, son obvias las diferencias que hay en la ciudad de Quito entre el llamado norte, habitado y frecuentado por grupos sociales de mayores recursos, y el sur de la ciudad, habitado por grupos sociales de bajos recursos. El concepto de segregación es más específico y ayuda a la investigación a detalle en el espacio urbano; se refiere al grado de proximidad espacial de las familias que pertenecen a un mismo grupo social y su distancia con otros grupos. Esta distancia no tiene que ver sólo con la situación socioeconómica, sino que puede analizarse desde la etnia, la cultura, origen migratorio u otras variables. Sin embargo, es manifiesto que el peso de la investigación de la segregación en Latinoamérica se ha realizado sobre la base de diferencias socioeconómicas, respondiendo a las inequidades que existen en la región.

Para esta investigación, es importante diferenciar entre dos tipos de segregación. Por un lado, *la segregación pasiva* ocurre en los grupos más pobres o con menos oportunidades de la sociedad, quienes tienen pocas opciones para situarse en el espacio urbano, como producto del funcionamiento del mercado de suelo y muchas veces también de políticas

de rechazo por parte de sectores dominantes. Por otro lado, la *segregación activa*, llamada también auto-segregación, se da en los grupos sociales con mayores recursos y oportunidades quienes optan por establecerse en barrios cerrados, a veces motivados por un sentimiento de inseguridad, o simplemente porque les interesa ocupar zonas exclusivas, con mejores servicios y percepción de alta calidad de vida.

Los conceptos de división social del espacio y segregación resultan cruciales para entender los procesos económicos y políticos que ocurren en las ciudades ecuatorianas. La fragmentación de las ciudades resulta funcional a los intereses del capital, especialmente los referidos al mercado del suelo y a la reproducción barata de la fuerza laboral; al mismo tiempo tiene repercusiones directas en la calidad de vida de la población, que se expresa en un acceso diferenciado a bienes públicos diversos, desde los servicios hasta el paisaje. Por eso, su estudio resulta decisivo para enfrentar las causas estructurales.

La escala en la que se analiza este fenómeno es de gran importancia [25], pues, si la segregación ocurre en una ciudad media (por ejemplo el caso de Cuenca), los efectos negativos de la segregación, como la poca interacción entre grupos sociales, pueden ser menores o incluso no existir. Los estudios que existen sobre segregación en Ecuador se han realizado en Quito y Guayaquil, [25, 13] por ser las ciudades más grandes del país y presentar evidente segregación socio-espacial, mientras que ciudades de menor tamaño no han sido estudiadas en este sentido.

En Cuenca, por ejemplo, la separación de los grupos sociales en el espacio urbano no es evidente a simple vista, lo cual indicaría que no existe un proceso marcado de división social del espacio. Sin embargo, esto no quiere decir que no existan otras formas de diferenciación en la ocupación del espacio, tales como la segregación socio-espacial. Efectivamente, la hipótesis que ha guiado esta investigación es que existen procesos definidos de segregación espacial en Cuenca.

El objetivo de este trabajo es, por lo tanto, determinar si existe un proceso de segregación socio-espacial en la ciudad de Cuenca y medir su intensidad; para ello, se utilizarán técnicas de geografía cuantitativa, tales como el análisis espacial y la estadística espacial. Además, se presenta una metodología que puede ser directamente replicable en otras ciudades del Ecuador, gracias a la disponibilidad de datos socio-demográficos a nivel de sector censal.

Este documento está estructurado de la siguiente manera: luego de esta primera sección, la siguiente sección presenta los métodos de medición de la segregación espacial utilizados en esta investigación; la tercera sección detalla los resultados de la medición de la segregación espacial en Cuenca con respecto a las dimensiones de uniformidad, exposición, y aglomeración, y presenta una breve discusión para cada uno de ellos; finalmente, se propondrán las principales conclusiones, así como las limitaciones de este estudio y algunos pasos a seguir se presentan en la cuarta sección.

## 2 Metodología

El enfoque metodológico que hemos utilizado para estudiar la segregación espacial en Cuenca puede ser resumido en las siguientes fases: primero, hemos caracterizado y clasificado la población en cuartiles según sus condiciones de vida a través de un Índice de Condiciones de Vida (ICV); hemos utilizado la vivienda como unidad de análisis. A continuación, hemos georeferenciado la información en una base de datos geográfica a nivel de sector censal, en donde se han registrado tanto el número y porcentaje de viviendas clasificadas como carentes o no carentes y por cuartiles, junto con estadísticas descriptivas del ICV. Finalmente hemos aplicado técnicas de análisis espacial para calcular índices para tres dimensiones de la segregación espacial: el Índice de Segregación Espacial Global (ISEG), que mide la uniformidad, el Índice de Segregación Espacial Local (ISEA), que mide la exposición, y el Indicador Local de Asociación Espacial (LISA), para medir la aglomeración. En las siguientes subsecciones, detallamos estas fases.

### 2.1 Caracterización de la población según condiciones de vida

Para realizar un estudio de segregación espacial es necesario caracterizar y clasificar a la población a un nivel de desagregación espacial que permita reconocer diferencias intraurbanas relevantes según la característica que nos interesa estudiar; en este caso, las condiciones socio económicas. Para lograr esto, empleamos el Índice de Condiciones de Vida (ICV) que sintetiza el nivel de carencia o bienestar de quienes habitan una vivienda a través de una medida continua que permite determinar rangos para el análisis. La metodología para construir el ICV ha sido utilizada con anterioridad en otros estudios sobre condiciones socioeconómicas de la población [2, 20, 26]. A continuación, detallamos el proceso de construcción del Índice de Condiciones de Vida utilizando datos del Censo de Población y Vivienda (CPV 2010) [14] aplicados a nivel de vivienda.

En primer lugar hemos analizado las variables susceptibles de ser medidas con información censal. Las variables censales que ayudan a evaluar las condiciones de vida dentro de las viviendas pueden ser clasificadas en dimensiones similares a las que utiliza el método de Necesidades Básicas Insatisfechas, con ligeras modificaciones. Estas dimensiones que agrupan a las variables son: *a) Características físicas de la vivienda*, que integra tanto la calidad de la vivienda en pisos, paredes exteriores y techo, como la "cantidad de la vivienda" medida en hacinamiento de sus habitantes; *b) Servicios básicos de la vivienda*, que integra la información relacionada a servicios de agua y saneamiento, energía y comunicaciones; *c) Educación*, que caracteriza del nivel educativo de la población mayor a seis años; y *d) Acceso a servicios de salud*, que analiza el acceso de la población a un seguro de salud público o privado.

En segundo lugar, hemos analizado las opciones de res-

puesta que tienen las variables seleccionadas. Únicamente el número de *dormitorios* y los *años de escolaridad* están en una escala numérica, el resto de variables tienen respuestas categóricas; por ello, para expresar un nivel de satisfacción o insatisfacción, hemos transformado estas variables en escalas métricas; ello se logra ordenando las respuestas posibles de peor a mejor (en términos del nivel de bienestar objetivo que proveen), y asignándoles un número cardinal. A continuación, hemos determinado qué opción de res-

puesta corresponde a un umbral mínimo a partir del cual consideramos la necesidad cubierta; para ello fue necesario analizar el bienestar de los hogares en el contexto de Cuenca, lo que implicó alejarnos de umbrales minimalistas que han caracterizado a los estudios de pobreza y bienestar en América Latina. La estructura de las respuestas, su jerarquización y la definición del umbral mínimo se muestran en las Tablas 1 y 2.

Dimensión	Subdimensión	Variable	Opciones de respuesta jerarquizada	Puntaje	
Características físicas de la vivienda	Calidad de la vivienda	Calidad de los pisos del hogar	Caña, tabla sin tratar, tierra u otros materiales	0	
			Ladrillo o cemento	1	
			Duela, parquet, tablón, piso flotante, cerámica, baldosa, vinil o mármol	2*	
		Calidad de las paredes exteriores	Caña no revestida u otros materiales	0	
			Caña revestida o bahareque	1	
			Madera, adobe o tapia	2	
			Hormigón, ladrillo o bloque	3*	
			Calidad de techo	Palma, paja u hoja, otros materiales	0
				Asbesto o zinc	1
	Teja u hormigón (losa, cemento)	2*			
	Cantidad de la vivienda - hacinamiento	Cocina exclusiva	No	0	
			Sí	1*	
		Baño exclusivo	No	0	
			Sí	1*	
Dormitorios		Un dormitorio por cada dos personas	1		
Cuarto Extra	No	0			
Sí	1*				
Servicios básicos de la vivienda	Agua y saneamiento del hogar	Disponibilidad de agua	No recibe agua por tubería sino por otros medios	0	
			Recibe agua por tubería fuera del edificio, terreno o lote	1	
			Recibe agua por tubería fuera de la vivienda, pero dentro del edificio, lote o terreno	2	
			Recibe agua por tubería dentro de la vivienda	3*	
	Disponibilidad de drenaje	Conectado a pozo ciego; con descarga directa al mar, río, lago, o quebrada; letrina; o no tiene	0		
		Conectado a pozo séptico	1*		
		Conectado a red pública de alcantarillado	2		
		Cualquier otra forma de eliminación	0		
	Recolección de desechos sólidos	Servicio de carro recolector	1*		
		No	0		
		Sí	1*		
	Energía en el hogar	Disponibilidad de energía eléctrica	No	0	
			Sí	1*	
		Disponibilidad de combustible o energía para cocinar	No	0	
			Sí	1*	
	Tele-comunicaciones	Disponibilidad de teléfono convencional	No	0	
			Sí	1*	
		Disponibilidad de telefonía celular	No	0	
Sí			1*		
Disponibilidad de internet		No	0		
		Sí	1*		
Disponibilidad de servicio de televisión por cable	No	1*			
Sí	2				
Educación		Años de escolaridad	Tabla adjunta		
Acceso a servicios de salud		Acceso a un seguro en salud	No	0.5	
			Sí	1*	

**Tabla 1.** Estructura jerarquizada y umbrales mínimos de las variables utilizadas para el cálculo del Índice de Condiciones de Vida ICV. \*Umbral mínimo para cada variable. Elaboración propia.

A continuación, y como paso previo a la construcción del ICV, hemos estandarizado los valores de las variables en una escala común. Consideramos utilizar un rango que va de un mínimo de 0 a un máximo de 2, en el cual el valor de 1 corresponde al umbral óptimo. Las viviendas que tienen puntajes menores a 1 expresan carencias, y las que tienen puntajes mayores a 1 expresan situaciones de bienestar por encima del mínimo, configurándose así una escala que

va desde la escasez hasta el máximo bienestar susceptible de medirse con información censal. Para estandarizar los valores, utilizamos la fórmula presentada en la Ecuación (1):

$$V_i = \frac{X_i}{U_i}, \quad (1)$$

en donde el valor estandarizado  $V_i$  se obtiene dividiendo el puntaje de la variable  $X_i$  para el umbral previamente de-

finido  $U_i$ .

Para el caso de la variable *Años de escolaridad*, hemos definido la relación de años de educación para la edad de las personas mayores a 6 años. Así, en esta variable el umbral mínimo varía dependiendo de la edad (Tabla 2).

Edad (años de edad)	Umbral mínimo de escolaridad (años de escolaridad)
6	1
7	2
8	3
9	4
10	5
11	6
12	7
13	8
14	9
15	10
16	11
17	12
18+	13

**Tabla 2.** Norma de años de escolaridad para el cálculo del Índice de Condiciones de Vida ICV. Elaboración propia.

Hay que considerar que existe la posibilidad de obtener valores mayores a 2 en el caso de las variables Dormitorios y Años de escolaridad, para lo cual hemos reescalado los valores mayores a 1. (Ecuación 2):

$$V'_i = 1 + \left[ \frac{(V_i - 1)}{(maxV - 1)} \right] \quad (2)$$

Finalmente, hemos realizado una suma ponderada de los valores obtenidos para cada variable. Para esto hemos definido pesos para cada variable, subdimensión y dimensión tal como se presenta en la Tabla 3.

Dimensión	Peso	Subdimensión	Peso	Variable	Peso
Características físicas de la vivienda	1/4	Calidad de la vivienda	1/2	Calidad de los pisos del hogar	1/3
				Calidad de las paredes exteriores	1/3
				Calidad de techo	1/3
		Cantidad de la vivienda - hacinamiento	1/2	Cocina exclusiva	1/4
				Baño exclusivo	1/4
				Dormitorios	1/4
				Cuarto Extra	1/4
Servicios básicos de la vivienda	1/4	Agua y saneamiento del hogar	1/2	Disponibilidad de agua	2/5
				Disponibilidad de drenaje	2/5
				Recolección de desechos sólidos	1/5
		Energía en el hogar	1/4	Disponibilidad de energía eléctrica	1/2
				Disponibilidad de combustible o energía para cocinar	1/2
		Telecomunicaciones	1/4	Disponibilidad de teléfono convencional	1/4
				Disponibilidad de telefonía celular	1/4
				Disponibilidad de internet	1/4
		Disponibilidad de servicio de televisión por cable	1/4		
Educación	1/4			Años de escolaridad	1
Acceso a servicios de salud	1/4			Acceso a un seguro en salud	1

**Tabla 3.** Peso de variables, subdimensiones y dimensiones para la construcción del Índice de Condiciones de Vida. Elaboración propia.

## 2.2 Georeferenciación de la información

La forma más directa de medición de la distribución espacial de una población es el lugar de residencia. Estos datos tienen la ventaja de estar disponibles en los censos nacionales, presentando una cobertura nacional y una resolución espacial a nivel de sector censal, lo que hace posible compararlo con otras ciudades. Aunque algunos autores cuestionan las medidas de segregación basadas en sectores censales debido principalmente al efecto de escala [24], estas medidas son suficientes para explorar los patrones espaciales de la segregación como un primer paso para estudios más profundos.

En este estudio hemos creado una base de datos geográfica

a nivel de sector censal para la zona urbana de Cuenca, a partir de los datos del Censo Nacional de Población y Vivienda 2010. La tabla de atributos elaborada contiene, además del código del sector censal, el número de viviendas en cada cuartil y el número de viviendas con carencias y sin ellas. Además, hemos calculado para cada grupo el porcentaje de viviendas que se encuentran en el sector censal con respecto al total de viviendas del grupo en toda la ciudad. Adicionalmente, hemos calculado el ICV promedio de cada sector censal. Para el tratamiento de la información, utilizamos el software QGIS 2.1 y el formato "shapefile" de ESRI para el almacenamiento.

### 2.3 Medición de la Segregación Espacial

Como hemos visto, la segregación espacial es un fenómeno complejo que requiere medirse en varias dimensiones: los grupos sociales pueden vivir apartados uno del otro en diferentes formas. En este estudio, utilizamos tres de las cinco dimensiones que proponen Massey [17] para medir la segregación espacial en el área urbana de Cuenca: *uniformidad, exposición y aglomeración*.

La dimensión *uniformidad* es el grado en que los miembros de un grupo pueden estar distribuidos de manera que están subrepresentados en algunos sectores y sobrerrepresentados en otros; se refiere a la distribución diferencial de un grupo poblacional con respecto al total de la población, representada por la diferencia de sus tamaños relativos en cada sector censal. En este estudio hemos medido la uniformidad utilizando el Índice de Segregación Espacial Global (ISEG) [4]; éste equivale a la mitad de la sumatoria de los valores absolutos de las diferencias entre los tamaños relativos del grupo poblacional analizado con respecto al total de la población en cada sector censal. La fórmula de cálculo del ISEG se presenta en la (Ecuación 3).

$$ISEG_{ab} = 0,5 \sum_{i=1}^n |a_i - b_i|, \quad (3)$$

donde  $b_i$  es el porcentaje del grupo poblacional  $B$  que se encuentra en el sector  $i$ ,  $a_i$  es el porcentaje de la población total que se encuentra en el mismo sector censal, y  $n$  es el número de sectores censales en el área de estudio. Como se puede observar, si el tamaño relativo del grupo poblacional  $b_i$  en cada sector censal es similar al del total de la población, el valor del ISEG se aproximará a cero, indicando una máxima uniformidad y una mínima segregación. Por el contrario, si los valores tienden a ser diferentes, habrá una baja uniformidad y una alta segregación del grupo analizado.

La dimensión *exposición* representa el grado de contacto potencial de un grupo poblacional con el resto de la población; indica si está expuesto a actividades de interacción por compartir las mismas áreas de residencia. En lugar de medir la segregación como la desviación de un ideal abstracto de "uniformidad", la exposición intenta medir la experiencia real de segregación como la percibiría un miembro promedio del grupo estudiado. Esta dimensión, por supuesto, se refiere a la interacción potencial, pues no toma en cuenta las actitudes de grupos minoritarios o mayoritarios, sino solamente la posibilidad de encuentro por compartir un mismo espacio físico. Es útil analizar la exposición de cada sector censal en lugar de considerar únicamente un valor total para toda la ciudad, para estudiar los patrones espaciales de segregación. Para medir la exposición, hemos utilizado el índice de Segregación Espacial Areal (ISEA), que representa el ratio entre el tamaño relativo del grupo poblacional estudiado y el tamaño relativo de la población total en cada sector censal [4], tal como se indica en la (Ecuación 4).

$$ISEA = \frac{(b_i)}{a_i}. \quad (4)$$

Los valores de ISEA menores a 1 corresponden a aquellos sectores donde la proporción del grupo poblacional  $b_i$  es menor que la proporción de la población total  $a_i$ , presentando un fenómeno de exclusión. Los valores mayores a 1 indicarán aquellos sectores donde la proporción del grupo poblacional es mayor a la de la población total, evidenciando un proceso de segregación. Los valores cercanos a 1 indican la inexistencia de segregación espacial.

Finalmente, la dimensión *aglomeración* busca determinar si los grupos poblacionales se ubican en áreas formando conglomerados más grandes, o si por el contrario, se encuentran dispersos en el área urbana. A diferencia de las dimensiones anteriores, que han medido la segregación para grupos poblacionales explícitamente diferenciados por su Índice de Condiciones de Vida (sea por cuartiles o por carentes versus no carentes), en esta dimensión utilizamos una aproximación desde la estadística espacial para determinar el grado de asociación espacial de los valores promedios de ICV de cada sector censal; así, exploramos patrones de aglomeración de valores altos o de valores bajos del ICV tanto de forma global como local.

El Índice  $I$  de Moran es un estadístico que mide la autocorrelación espacial global, esto es, el grado de aglomeración espacial de los datos en toda el área de estudio [1]. Puede ser conceptualizado como la pendiente de la recta de regresión entre los valores estandarizados de una variable y su retardo espacial. Por lo tanto, valores de  $I$  cercanos a cero indicarán una baja aglomeración global, mientras que valores más altos indicarán la existencia de conglomerados de sectores censales con ICV alto o con ICV bajo. El  $I$  de Moran se calcula de la siguiente manera (Ecuación 5):

$$I = \frac{N}{\sum_i \sum_j W_{ij}} \frac{\sum_i \sum_j W_{ij} Z_i Z_j}{\sum_i Z_i^2}, \quad (5)$$

donde  $N$  es el número de sectores censales indexados  $ij$ ,  $Z$  es la desviación de la variable de interés con respecto a la media, y  $W_{ij}$  es una matriz que almacena la estructura espacial de las relaciones entre cada par de unidades vecinas  $i, j$  [9]. Para este estudio, se conceptualiza el vecindario de un sector censal como el conjunto de sectores colindantes con éste, es decir, incluye a aquellos que tienen un borde común con aquel sector censal.

Para medir la aglomeración local, hemos utilizado el Indicador Local de Asociación Espacial LISA [1], que indica la existencia de conglomerados espaciales estadísticamente significativos; el LISA se calcula para cada sector censal. Debe considerarse que la suma de los valores locales de LISA es proporcional (o igual) al  $I$  de Moran. Partiendo de la hipótesis nula  $N^\circ$  de no existencia de asociación espacial, LISA evalúa las relaciones espaciales comparándolas con los resultados de un proceso aleatorio de permutación. El resultado es reportado como un valor de asociación espacial local (LMi) vinculado a un valor de probabilidad ( $p$ ). Si

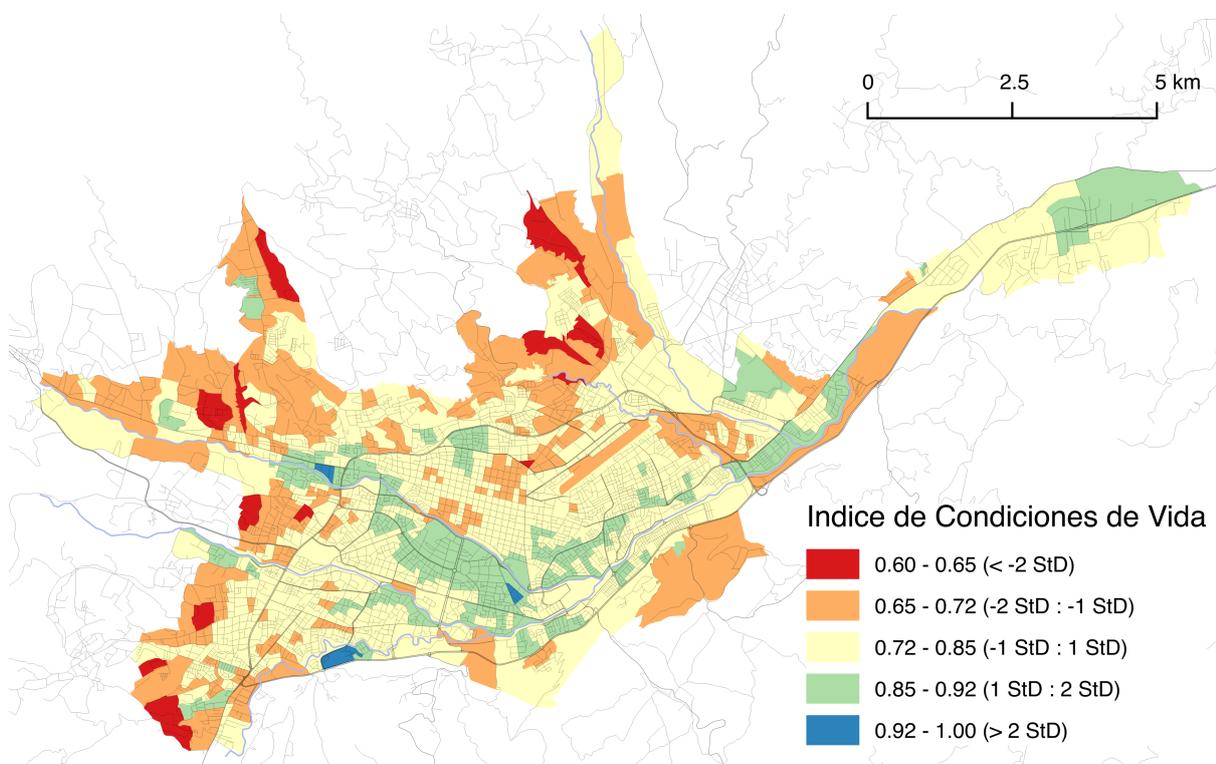
p es menor al límite establecido de significancia (e.j.  $p=0.05$  para un valor de significancia de 5%), se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa de existencia de asociación espacial. Por otro lado, los resultados de los valores LISA para cada sector censal son representados en un mapa, para identificar cinco categorías: a) conglomerados de valores altos, b) conglomerados de valores bajos, c) sectores con valores atípicos altos rodeados de valores bajos, d) sectores con valores atípicos bajos rodeados de valores altos, y e) sectores con valores estadísticamente no significativos. Ya que el LISA es una desagregación local de Moran M, es útil reportar el valor de éste último para medir la autocorrelación espacial global de toda el área de estudio.

Los índices que hemos utilizado en este estudio no son los únicos existentes en la literatura para medir las dimensiones de la segregación espacial. Massey y Denton [17] realizan una amplia revisión de otros índices utilizados en

estudios de segregación residencial.

### 3 ¿Es Cuenca una ciudad segregada?

Inicialmente, la segregación espacial es explorada a través de un mapa de la distribución geográfica de los valores promedio del Índice de Condiciones de Vida (ICV) por sector censal (Figura 2). Los sectores con ICV bajo la media de la ciudad están situados generalmente en la periferia del área urbana, principalmente en la región norte y oeste de la ciudad. Existen además algunos sectores con valores bajos del ICV en el centro histórico y algunos sectores dispersos en el resto de la ciudad. Los sectores con ICV mayor a la media de la ciudad están situados principalmente en los sectores de El Ejido, Puertas del Sol, Monay y Challuabamba.



**Figura 2.** Mapa de distribución de valores promedio del ICV por sector censal en Cuenca. Colores cálidos indican valores bajo la media, colores fríos indican valores sobre la media. Elaboración propia a partir de datos del CPV 2010.

#### 3.1 Uniformidad

La dimensión *uniformidad* presenta valores muy distintos para los grupos poblacionales carente (Pc) y no carente (Po) (Tabla 4). El bajo valor del ISEG para el grupo Pc implica una distribución altamente uniforme de la población con carencias en sus condiciones de vida, mientras que la uniformidad del grupo Po es más baja, indicando la existencia de segregación para este grupo. Es necesario recalcar que estos resultados pueden estar afectados por las importantes diferencias de tamaño de estos dos grupos poblacionales, ya que el grupo Pc representa el 85% de las viviendas y el grupo Po el 15%. Para explorar la importancia de

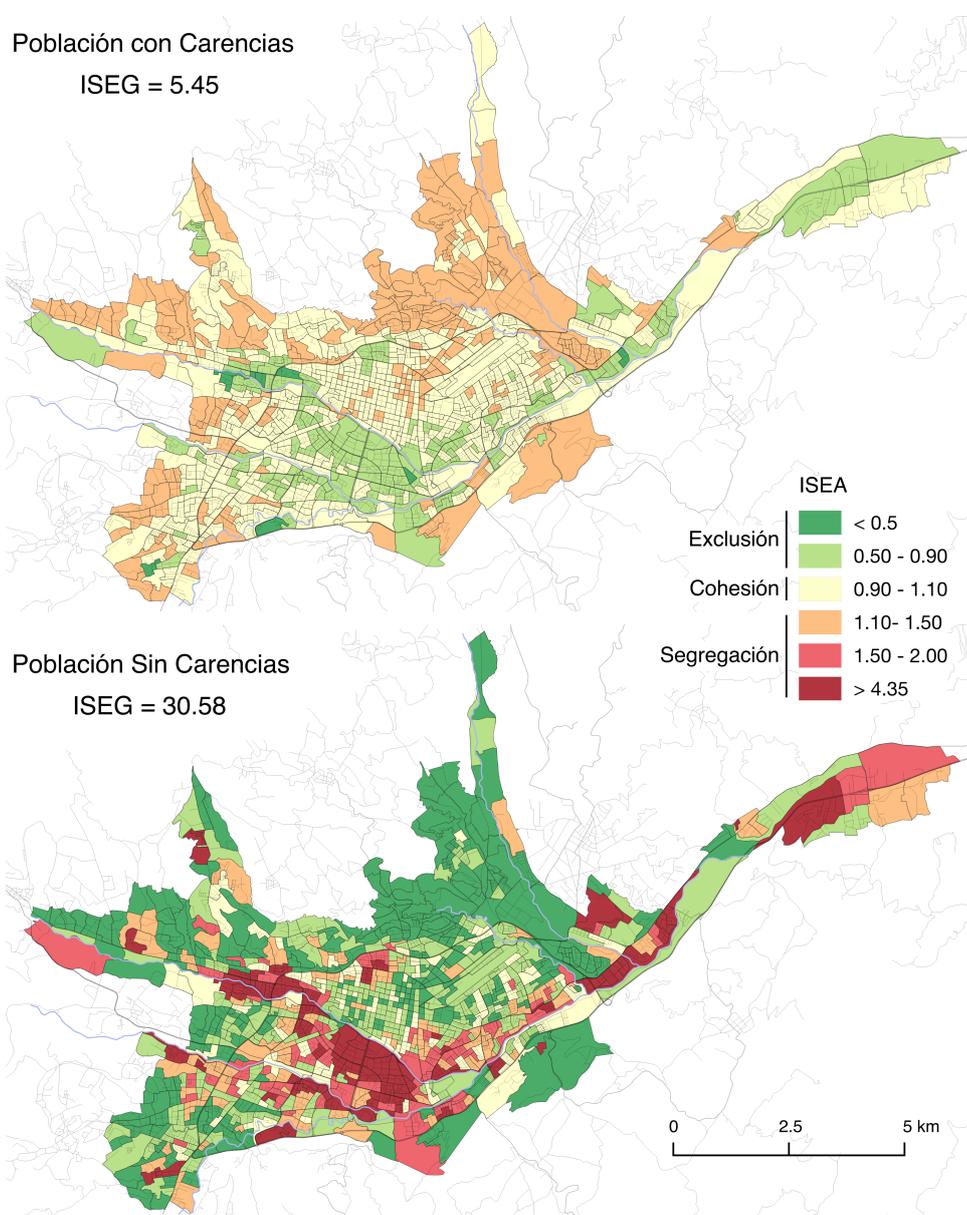
este efecto, se analizaron los valores de ISEG para grupos divididos en cuartiles. De esta forma, encontramos que los cuartiles Q1 y Q4 presentan valores más altos que los cuartiles Q2 y Q3 (Tabla 4). Este resultado es indicativo de la existencia de dos procesos paralelos de segregación en la ciudad: un proceso fuerte de segregación activa, asociado a la población con mejores condiciones de vida, y un proceso de segregación pasiva asociado a los grupos con menores condiciones. En otras palabras, hay un componente espacial más fuerte en los grupos socioeconómicos altos y bajos y un componente más débil en los grupos medios.

Grupo ICV	ISEG
Población con Carencias	5.43
Población sin Carencias	30.58
Cuartil ICV	ISEG
Q1	24.3
Q2	11.33
Q3	11.58
Q4	25.56

**Tabla 4.** Índice de Segregación Espacial Global para dos tipos de clasificación de la población según el ICV. En la Figura 3: Grupos poblacionales con y sin carencias. En la Figura 4: Grupos poblacionales según cuartiles. Elaboración propia.

### 3.2 Exposición

La Figura 3 muestra el patrón geográfico de segregación espacial local de la Población Carente (Pc) y No Carente (Po) en Cuenca. Es interesante observar que para Pc la mayoría de los sectores de la ciudad presentan valores de ISEA cercanos a 1, indicando poca segregación espacial local. Existen grupos de sectores censales con valores ISEA >1 localizados principalmente en la periferia y en ciertas zonas del centro histórico. Sin embargo estos valores no son altos indicando que la segregación espacial no es profunda. Existe un tercer grupo de sectores con valores ISEA <1, localizados en las zonas como El Ejido, Ordóñez Lasso, Challuabamba, etc. En estas zonas existe exclusión espacial, es decir, la proporción de población con carencias es menor a la que se esperaría en una distribución homogénea.



**Figura 3.** Segregación Espacial en Cuenca para la Población Carente (arriba) y No Carente (abajo). Elaboración propia a partir de datos del CPV 2010.

En cuanto a la Población No Carente (Po), la situación es distinta. Existen grupos de sectores con valores altos y muy altos, entre los que cabe destacar la zona de El Ejido cercana al Estadio y a la Universidad de Cuenca, así como Puertas del Sol. Existen varias zonas con valores menores a 1, de los que la población no carente se excluye. Pocos sectores presentan valores cercanos a 1.

Las diferencias encontradas entre los grupos Pc y Po confirman la existencia de los procesos paralelos de segregación activa y pasiva mencionados anteriormente. Así mismo, se refuerza la idea de que la población con mejores condiciones de vida está agrupándose en sectores específicos de la ciudad y formando algunos núcleos de segregación en la periferia. En estas zonas, por lo tanto, la alta segregación del grupo Po implica una baja exposición a la interacción

con el resto de la población, a nivel residencial.

Al igual que en el caso anterior, se han analizado los valores de ISEA para la población clasificada en cuartiles. En la Figura 4, es notorio observar la correspondencia entre los mapas del grupo Po y el del cuartil Q4 que confirman el patrón espacial de la segregación de la población con mejores condiciones de vida. Así mismo, es interesante notar que el número de sectores con valores de ISEA cercanos a 1 es reducido para los cuatro cuartiles. Además, los cuartiles Q1 y Q4 presentan valores más altos que los cuartiles Q2 y Q3, aportando más evidencia a la conclusión de que la segregación espacial es un proceso más profundo en los grupos extremos. Las diferencias entre los cuatro mapas son indicativos de procesos de segregación específicos para cada grupo poblacional.

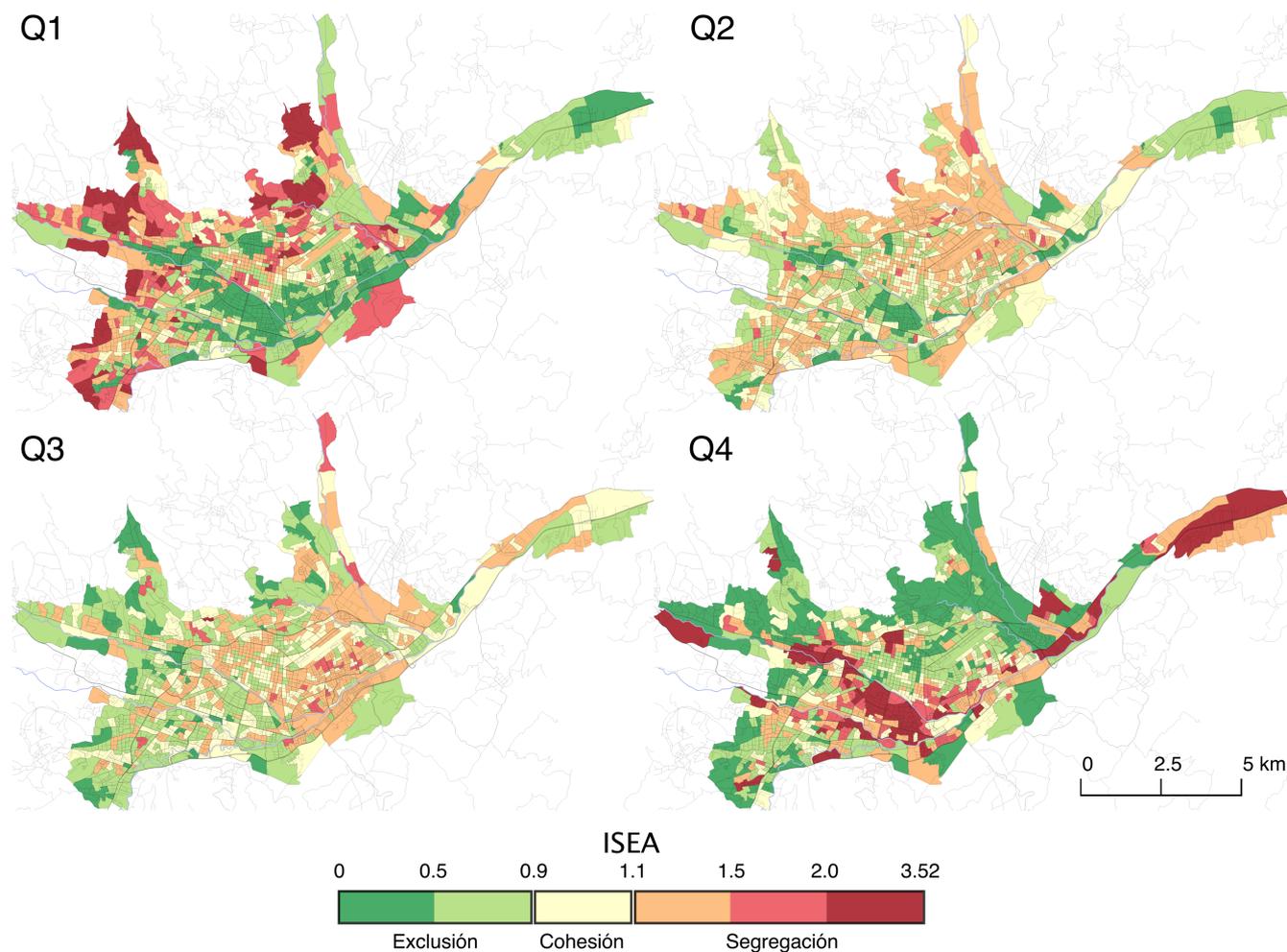


Figura 4. Segregación Espacial en Cuenca según cuartiles de ICV. Elaboración propia a partir de datos del CPV 2010.

### 3.3 Centralización

La autocorrelación espacial de los valores de ICV es alta (Morans  $M = 0.528$ ) evidenciando un fuerte componente espacial en el Índice de Condiciones de Vida de la población (Figura 5). El cálculo y representación cartográfica de LISA permite observar la formación de conglomerados de valores altos y de valores bajos de ICV estadísticamente significativos; ellos confirman la existencia de una estructura espacial en la segregación socioeconómica en Cuenca. Es especialmente llamativa la aparición de un corredor de valores altos siguiendo el curso del Río Tomebamba y que se ensancha en la zona de El Ejido. Por otro lado, se confirma el carácter periférico de los valores bajos de ICV, principalmente en la zona norte y oeste de la ciudad. Es también interesante confirmar la aparición de valores bajos en zonas céntricas, tales como El Vado y El Vecino (Figura 6).

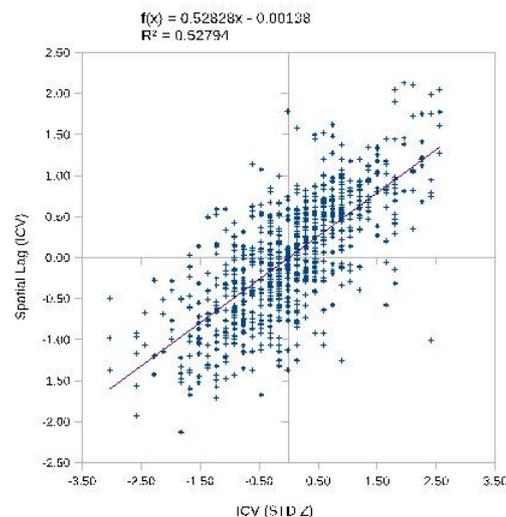


Figura 5. Diagrama de Moran evidenciando un fuerte componente espacial en los valores de condiciones de vida de la población en Cuenca ( $M = 0.528$ ). Elaboración propia.

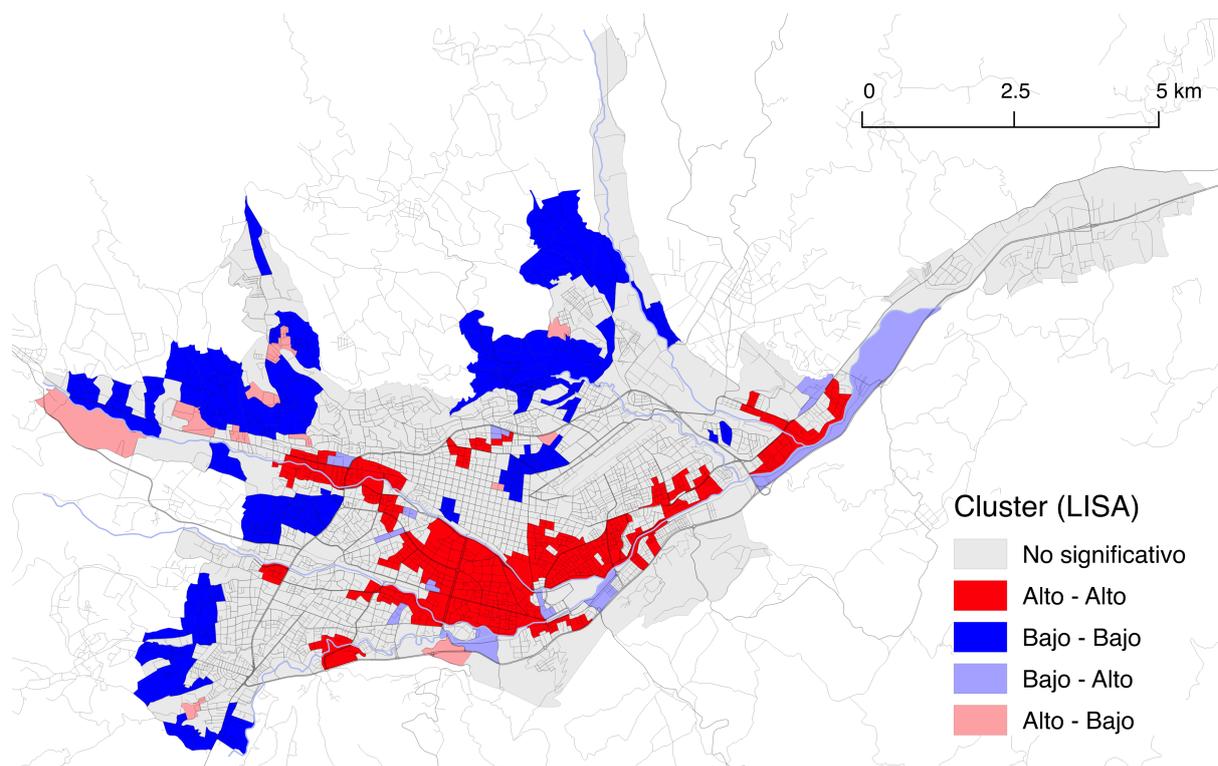


Figura 6. Conglomerados espaciales de valores altos y bajos de ICV (Rojo y Azul, respectivamente) y valores atípicos altos y bajos (naranja y verde, respectivamente).  $p=0.05$ . Elaboración propia a partir de datos del CPV 2010.

## 4 Conclusiones

La segregación espacial es un proceso dinámico, causa y efecto de la estructura socio-espacial de la ciudad. Cuenca, la tercera ciudad del Ecuador en población, presenta un fenómeno interesante de segregación espacial de su población según las carencias en las condiciones de vida. La segregación espacial se presenta con mayor fuerza en los grupos socioeconómicos con mayores y con menores con-

diciones de vida, mientras que los grupos intermedios no presentan una segregación profunda. Este resultado se contraponen a la percepción generalizada de que no existe una segregación residencial en Cuenca.

Por otro lado, el patrón espacial de los resultados muestra que no existe evidencia de una fuerte división social del espacio, sino más bien un proceso de segregación localizado en zonas específicas de la ciudad. Sin embargo, es posible apreciar cierta tendencia de los grupos mejor acomoda-

dos a establecerse en zonas que conforman un corredor a lo largo de las márgenes del río Tomebamba; al mismo tiempo, los grupos con menores condiciones de vida tienden a ubicarse en las zonas del borde norte y oeste de la ciudad. Esta configuración espacial podría estar asociada a diversos factores, como la renta especulativa del suelo urbano o los procesos migratorios campo - ciudad; ambos factores podrían desencadenar, potencialmente, un proceso de división social del espacio y ruptura de la cohesión social [16, 18]. Creemos que ésta es una de las causantes de la extrema dispersión de Cuenca y los valores bajos de densidad poblacional que se encuentran en la ciudad.

Los análisis realizados en esta investigación podrían complementarse con un replanteo de las categorías urbano-rural en el Ecuador, ya que los términos actuales hacen referencia a divisiones territoriales administrativas; éstas eluden una realidad funcional en las ciudades grandes y medias del país, en las que las cabeceras parroquiales rurales han sido engullidas por la ciudad. De hecho, la división político-administrativa existente en el país no es lo suficientemente flexible como para tomar en cuenta las dinámicas de expansión residencial y el carácter difuso del límite urbano.

Aunque esta investigación se ha enfocado en explorar la estructura socioespacial de la población según sus condiciones socioeconómicas, la segregación espacial puede expresarse en otros aspectos diferenciadores de la población, tales como cultura, lugar de origen, nivel educativo, nivel de ingresos, etc. Esperamos explorar estos otros aspectos en el futuro para tener un cuadro más completo de la segregación espacial en la ciudad. Por otro lado, hemos analizado tres de las cinco dimensiones tradicionalmente utilizadas, y tenemos perspectiva de estudiar las dimensiones faltantes en el futuro, especialmente aquellas que toman en cuenta de forma explícita la estructura del tejido urbano. Finalmente, dada la disponibilidad de información para todo el país a través de las bases de datos del CPV 2010, proponemos ampliar el estudio a otras ciudades del Ecuador para poder comparar los valores de segregación y explorar los escenarios actuales y futuros de la estructura socioespacial de las ciudades ecuatorianas.

## Referencias

- [1] ANSELIN, L., *Local indicators of spatial association -LISA*, Geographical Analysis, Vol 27, 93-115, (1995).
- [2] BOLTVINIK, J. y LAOS, E. H., *Pobreza y distribución del ingreso en México*, México: Siglo XXI, (1999).
- [3] BOLTVINIK, J., *Principios de medición multidimensional de la pobreza.*, [www.julioboltvinik.org](http://www.julioboltvinik.org), (Último acceso 10/08/2014), (2010).
- [4] BUZAI, G., BAXENDALE, C. A., RODRÍGUEZ, L. y ESCANES, V., *Distribución y segregación espacial de los extranjeros en la ciudad de Luján.*, Un análisis desde la Geografía Cuantitativa., Signos Universitarios, 39:29-52., (2003).
- [5] CARRIÓN, D., *Quito, renta del suelo y segregación urbana.*, Quito: Ediciones Quito., (1979).
- [6] CASTELLS, M., *La question urbaine.*, Paris: Editions François Maspéro, (1972).
- [7] COULOMB, R. y SCHTEINGART, M., *Entre el Estado y el mercado: la vivienda en el México de hoy.*, México: Miguel Angel Porrúa, (2006).
- [8] DAMIÁN, A., *A dónde nos ha llevado el enfoque relativo de la pobreza de Peter Townsend.*, Mundo Siglo XXI, 19 (2010): pp. 25-34., (2010).
- [9] DE SMITH, M. J., GOODCHILD, M. F. y LONGLEY, P. A., *Geospatial Analysis - A comprehensive guide.*, [www.spatialanalysisonline.com](http://www.spatialanalysisonline.com), (Último acceso 11/05/2014), (2009).
- [10] DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN., *Programa Nacional de Desarrollo Humano.*, <https://www.dnp.gov.co/Gobierno/ProgramaNacionaldeDesarrolloHumanoPNDH/Antecedentes.aspx>, (Último acceso 11/05/2014), (2014).
- [11] DUHAU, E. y GIGLIA, Á., *Las reglas del desorden: habitar la metrópoli.*, México, Siglo XXI, (2008).
- [12] DUNCAN, O. y DUNCAN, B., *A Methodological Analysis of Segregation Indexes*, American Sociological Review, 20 (2, 1955): 210-217., (1955).
- [13] GODARD, H. R., *Crecimiento de Quito y Guayaquil: estructuración, segregación y dinámica del espacio urbano.*, Quito: Corporación Editora Nacional, (1990).
- [14] INEC, *Censo de Población y Vivienda 2010.*, <http://www.ecuadorencifras.gob.ec>, (Último acceso: 11/05/2014)., (2011).
- [15] JARAMILLO, S., *El papel del mercado del suelo en la configuración de algunos rasgos socioespaciales de las ciudades latinoamericanas.*, Territorios: Revista de Estudios Regionales y Urbanos., 2 (1999): 107-129., (1999).
- [16] LACARRIEU, M. y THUILLIER, G., *Las urbanizaciones privadas en Buenos Aires y su significación.*, Perfiles latinoamericanos, 10 (2001): 83-113, (2001).
- [17] MASSEY, D. S. y DENTON, N., *The Dimensions of Residential Segregation*, Social Forces, 67 (1988): 281-315. doi:10.1093/sf/67.2.281, (1988).
- [18] MONKKONEN, P. y RONCONI, L., *Land Use Regulations, Compliance and Land Markets in Argentina.*, Urban Studies, 50 (2013): 1951-1969., (2013).
- [19] NUN, J., *Marginalidad y exclusión social.*, Buenos Aires: Fondo De Cultura Económica, (2001).
- [20] OSORIO, P., *Las condiciones de vida de los hogares urbanos en Ecuador: una aproximación desde la urbanización y las necesidades humanas.*, México: El Colegio de México, (2013).

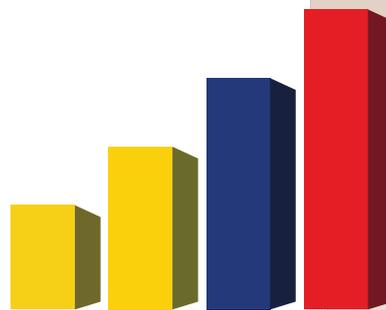
- [21] PARK, R. E., BURGESS, E. W. y MCKENZIE, R. D., *The city.*, Chicago: University of Chicago Press, (1984).
- [22] RUBALCAVA, R. M. y SCHTEINGART, M., *Diferenciación socio-espacial intraurbana en el área metropolitana de la Ciudad de México.*, Estudios Sociológicos: 481-514, (1985).
- [23] RUBALCAVA, R. M. y SCHTEINGART, M., *Ciudades divididas: desigualdad y segregación social en México.*, México: El Colegio de México / Centro de Estudios Demográficos, Urbanos y Ambientales, (2012).
- [24] RUIZ-TAGLE, J. y LÓPEZ, E., *El estudio de la segregación residencial en Santiago de Chile: revisión crítica de algunos problemas metodológicos y conceptuales.*, EURE 40 (2014): 25-48., (2014).
- [25] SABATINI, F., *La segregación social del espacio en las ciudades de América Latina.*, Serie Azul 35 (2003): 59-70., (2003).
- [26] SARMIENTO, A., RAMÍREZ, C., MOLINA, C. G. y CASTAÑO, E., *Índice de Condiciones de Vida.*, Borrador preliminar para discusión., Santa Fe de Bogotá: Departamento Nacional de Planeación. Programa Naciones Unidas para el Desarrollo, (1996).
- [27] SCHTEINGART, M., *La división social del espacio en las ciudades.*, Perfiles Latinoamericanos 10 (2001): 13-31., (2001).
- [28] SVAMPA, M., *Los que ganaron: la vida en los countries y barrios privados.*, Buenos Aires: Biblos, (2001).
- [29] VAUGHAN, L., *The spatial syntax of urban segregation.*, Progress in Planning 67 (3, 2007): 1-67. Special Issue., (2007).

# Analítica

Impacto económico de la fiesta de la fruta  
y de las flores de Ambato.

Economic impact of the feast of fruit  
and flowers in Ambato.

Juan Pablo Martínez-Mesías y Rosario Vásconez-Gavilanes



[www.ecuadorencifras.gob.ec](http://www.ecuadorencifras.gob.ec)



# IMPACTO ECONÓMICO DE LA FIESTA DE LA FRUTA Y DE LAS FLORES DE AMBATO

## ECONOMIC IMPACT OF THE FEAST OF FRUIT AND FLOWERS IN AMBATO

Juan Pablo Martínez-Mesías<sup>†</sup> y Rosario Vásconez-Gavilanes<sup>‡</sup>

<sup>† ‡</sup>Facultad de Contabilidad y Auditoría, Universidad Técnica de Ambato - UTA, Ambato, Ecuador

<sup>†</sup>ecjpmartinez@hotmail.es, <sup>‡</sup>rvasconezg@yahoo.es

**Recibido:** 16 de junio de 2014

**Aceptado:** 18 de octubre de 2014

### Resumen

Esta investigación cuantifica el impacto económico directo, indirecto e inducido que genera el desarrollo de la Fiesta de la Fruta y de las Flores (F.F.F.). El gasto directo incluye el efectuado por el Comité Permanente de la F.F.F., Dirección Técnica de Tungurahua del Ministerio de Turismo y empresarios que participan con eventos públicos dentro de la programación oficial; el indirecto al gasto efectuado por los turistas hospedados en las plazas de alojamiento de los prestadores de servicio turístico registrados en el Ministerio de Turismo (MINTUR) en el cantón Ambato, considerando que se aloja un turista en cada plaza; finalmente el gasto inducido corresponde al efecto multiplicador que la ejecución de la F.F.F. ejerce sobre el resto de la economía del país. La selección de las personas que se encuestaron se realizó con criterios de muestreo probabilístico aleatorio y estratificado. El impacto directo se cuantificó en USD 993.398,27; recursos que se dirigieron a las ciudades de: Ambato, Quito y Guayaquil y a otros países en función de la procedencia de los organizadores de los eventos artísticos y de entretenimiento. El Comité Permanente efectuó el 66 % de la inversión directa. El impacto económico indirecto, aplicando el factor de expansión, se estimó en USD 2'186.717,37, utilizando los multiplicadores del gasto del sector turístico de la matriz económica de insumo-producto, el impacto inducido se calculó en USD 6'776.674,24, de los cuales el 33 % se ubicó en las industrias manufactureras, el 22 % en actividades artísticas, el 17 % en el comercio al por mayor y menor; y el 10 % en actividades de alojamiento y servicio de comidas.

**Palabras clave:** Impacto Económico Directo, Impacto Económico Indirecto, Impacto Económico Inducido, Turismo Cultural

### Abstract

This research project quantifies the direct, indirect and induced economic impact generated by the Fiesta de la Fruta y de las Flores (F.F.F.). As direct impact are considered the expenses made by the Comité Permanente of the F.F.F., the Dirección Técnica de Tungurahua del Ministerio de Turismo (MINTUR) and the managers of enterprises which have participated in public events of the official celebration. The indirect impact is related to the expenses made by tourists staying at accommodation places registered at MINTUR in Ambato; it is also considered one visitor per bed. The induced impact is the multiplier effect in the rest of the economic system of the country responsible for implementing the F.F.F. The selection of people to be interviewed was performed with criteria and stratified random probability sampling. The direct impact was quantified in US 993,398.27, this amount was mostly spent in the following cities: Ambato, Quito and Guayaquil, an important amount derived to other countries than Ecuador, mainly for artistic and entertainment activities. The Comité Permanente has made the 66 of the direct investment. The indirect economic impact applying the expansion factor was estimated at US 2,186,717.37. By using the multipliers of the expenses in the tourist sector of the input-output economic matrix, the induced impact was calculated as US 6,776,674.24, 33 % of this amount was allocated into the manufacturing industry, 22 % was allocated in artistic activities, 17 % was allocated in wholesale-retail trading and, finally, 10 % was allocated in lodging and food services.

**Keywords:** Direct Economic Impact, Indirect Economic Impact, Induced Economic Impact, Cultural Tourism.

**Código JEL:** A13, B41, L83.

## 1 Introducción

El turismo de fiestas tiene un efecto económico en varios sectores productivos; al respecto existen lineamientos y metodologías para estimar los impactos económicos directos, indirectos e inducidos por el desarrollo de fiestas locales que constituyen atractivos turísticos, descritos en las siguientes investigaciones [2, 11, 15, 16, 17, 20, 22, 25].

El impacto económico que genera el turismo cultural en una región tiene relación con la participación de turistas y organizadores de eventos de entretenimiento. El impacto económico directo está vinculado con los gastos (salarios, compras, alquileres, música, sonido, pirotecnia, ejecución de programas, entre los principales) realizados por los organizadores de los eventos culturales y recreativos dentro de la programación oficial de la fiesta. El impacto económico indirecto se refiere a los gastos generados por los turistas, como consecuencia de su participación y permanencia durante el desarrollo de la celebración (alojamiento, comida, transporte, compras, entradas a espectáculos, entre otros). El impacto inducido es el efecto multiplicador que se ejerce sobre el resto del sistema económico de la ciudad, provincia o país, vinculado con la ejecución de la festividad [6].

La metodología para la estimación del impacto directo requirió la cuantificación de los gastos efectuados por las instituciones públicas, empresas privadas e inversores de los eventos oficiales programados para el desarrollo de la Fiesta de la Fruta y de las Flores (F.F.F.) en el año 2012. Para el impacto indirecto, se consideraron los gastos realizados en alojamiento, alimentación, transporte, compras y diversión en centros de esparcimiento privados, realizados por los no residentes que pernoctaron más de una noche en lugares de hospedaje en el cantón Ambato. El impacto inducido se estimó sobre la base del gasto directo e indirecto, aplicando los multiplicadores de los sectores: industrias del turismo, hoteles y restaurantes, otros servicios sociales y personales, financiación de planes de seguro y de pensiones, excepto los de seguridad social de afiliación obligatoria, alquiler de vivienda, administración pública y defensa, comercio al por mayor y menor, industrias manufactureras, correos y telecomunicaciones y transporte, de la tabla input-output [18].

La F.F.F. nació como un evento para motivar a la población ambateña luego del terremoto del 5 de Agosto de 1949; fue declarada Patrimonio Cultural Inmaterial del Estado ecuatoriano por parte del Ministerio de Cultura el 27 de junio de 2009, según acuerdo 169-09 publicado en el Registro Oficial del 18 de septiembre del año 2009; se celebra en la época de carnaval de cada año en la ciudad de Ambato. El impacto económico y social que genera la realización de la F.F.F. es relevante, dado que dinamiza el ingreso económico de los diferentes actores directos e indirectos que participan en las fiestas; de ahí la importancia de los resultados de la presente investigación.

El principal objetivo de este trabajo fue estimar el impacto económico directo, indirecto e inducido que genera el desarrollo de la Fiesta de la Fruta y de las Flores al constituir la principal celebración de la ciudad y de la provincia; en este estudio se deja evidencia de la notoriedad que tiene el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) Municipal de Ambato en la inversión y organización del mayor porcentaje de los eventos culturales y artísticos en la F.F.F. y su dinamismo en la economía; además, se describe la procedencia del flujo turístico y la preferencia de los eventos de entretenimiento durante el desarrollo de la fiesta.

Para la ejecución del presente trabajo se contó con la colaboración de entidades públicas tales como: Comité Permanente de la F.F.F., Dirección Técnica de Tungurahua de Turismo, Policía Nacional, la Intendencia de Policía quienes apoyaron con la logística en la recolección de la información a nivel de turistas en los días de ejecución de la F.F.F.

## 2 Marco Teórico

Al iniciar este análisis, es importante definir al turismo como "... conjunto de actividades que realizan las personas durante sus viajes y estancias en lugares distintos al de su entorno habitual por un periodo de tiempo inferior a un año con fines de ocio, negocio y otros motivos" [14].

En este trabajo, se consideró al turista que se hospedó por lo menos una noche en los establecimientos de alojamiento turístico catastrados por el MINTUR en el Cantón Ambato. Definimos al turista o visitante como "aquel que pernocta y se desplaza fuera de su entorno habitual por un periodo de tiempo superior a 24 horas, diferenciando este concepto del correspondiente al visitante de día o excursionista, cuya estancia es inferior a este tiempo" [3].

### 2.1 Turismo cultural

Una de las tipologías del turismo es el cultural, que se define como "los movimientos de las personas hacia las atracciones culturales, tales como el patrimonio, las manifestaciones artísticas y culturales y el arte, fuera de sus lugares habituales de residencia" [9]. El turismo cultural no se centra exclusivamente en las visitas a monumentos históricos, yacimientos arqueológicos y museos sino que, en sus actividades, se integran muchos otros aspectos como la cultura tradicional, las fiestas populares, los festivales, la música y danza, las exposiciones, las festividades religiosas y peregrinaciones, la gastronomía, las ferias y otros recursos y acontecimientos diversos [9].

En el ámbito del turismo cultural, amerita describir teóricamente lo que comprenden los festivales, fiestas y ferias.

### 2.1.1 Festivales

Los festivales son actividades que constituyen expresiones culturales de los pueblos; *“generalmente son celebrados por el Estado y la comunidad, y son organizados por las autoridades civiles y organizaciones no gubernamentales, que en ocasiones cuentan con apoyo de la empresa privada, pueden ser festivales artísticos o festivales folclóricos”* [17].

### 2.1.2 Fiestas

Las fiestas son manifestaciones culturales que se realizan al conmemorarse una fecha importante para la comunidad; *“se agruparon de acuerdo con el carácter de la celebración o acontecimiento conmemorativo en tradicionales cuyo propósito es conservar la memoria y fortalecer la identidad cultural y patrias, para afianzar el sentido de la nacionalidad”* [22]. Están conformadas por fiestas tradicionales y patrias; las primeras incluyen las fiestas religiosas (semana santa, santos patronos, entre otros) y las calendáricas o cíclicas (carnavales); las segundas, incluyen fechas cívicas como el 10 de agosto, 24 de mayo entre otras.

### 2.1.3 Ferias

Su finalidad es resaltar las costumbres y valores, y promocionar a los diferentes sectores económicos locales; es decir, su propósito es fomentar la integración de los habitantes y facilitar el intercambio cultural a través de la comercialización de bienes y servicios de la producción regional [17]. Se celebran mediante exposiciones, concursos y actos conmemorativos.

Es común escuchar que la F.F.F. es llamada festival, fiesta o feria. Sin embargo, hay que precisar que pudiera constituir un festival, pues su organización está a cargo del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) Municipalidad de Ambato, a través del Comité Permanente en coordinación con diferentes instituciones del Estado, tales como Ministerios, Policía Nacional del Ecuador, entre otros. También se la denomina Fiesta por que constituye, desde su creación, una conmemoración al resurgimiento y reconstrucción de la ciudad tras sufrir el terremoto de agosto de 1949; además, es una fiesta religiosa por la tradicional misa de Bendición de las Flores, Frutas y Pan; y Feria porque se caracteriza por la realización de exposiciones que resaltan las potencialidades culturales, artísticas, comerciales y productivas del cantón y la provincia, tales como la feria taurina Nuestra Señora de la Merced la expo feria, feria agropecuaria, entre otras. Por lo tanto, en esta investigación se pueden utilizar estas tres definiciones para referirse al evento F.F.F.

## 2.2 Elementos Básicos de la Actividad Turística de la F.F.F.

Los elementos que intervienen en todo sistema turístico como producto de su interacción en la economía son: demanda, oferta, espacio geográfico y operadores del mercado.

La demanda está formada por el conjunto de consumidores -o posibles consumidores- de bienes y servicios turísticos. [10]. En la F.F.F., son los turistas que llegan a ocupar los servicios de alojamiento locales, turistas que llegan a casa de familiares, visitantes del día (también conocidos como excursionistas), y la población local.

La oferta está *“compuesta por el conjunto de productos, servicios y organizaciones involucrados activamente en la experiencia turística”* [10]. En la Fiesta de la Fruta, tenemos a los prestadores de los servicios de alojamiento, restaurantes, bares y discotecas. Además, cuenta con empresas públicas y privadas organizadores de eventos de actos culturales, sociales, deportivos y de entretenimiento, que se encuentran inmersos dentro de la programación oficial de la F.F.F. En este grupo tenemos:

- A los prestadores de servicio de alojamiento, que se regulan según lo establecido en el Ministerio de Turismo, Reglamento General de Actividades Turísticas (2002). Los subgrupos son hoteles, hostales, pensiones y hosterías, y cuentan con categorías de primera, segunda y tercera.
- A las empresas y organismos públicos encargados de ofertar eventos en la Fiesta; entre ellos, se cuentan el Comité Permanente de la F.F.F., que es el responsable del mayor porcentaje de la oferta de eventos de la programación oficial; a la Dirección Técnica de Tungurahua del Ministerio de Turismo (MINTUR); a las Asociaciones Barriales e instituciones educativas de enseñanza media, que participaron a través de comparsas y carros alegóricos en el Desfile de la Confraternidad y la Ronda Nocturnal, exposiciones florales entre otros.
- Organismos privados, como las Cámaras de la Producción que realizaron ferias con la finalidad de promocionar al sector agro productivo e industrial de la provincia; entre ellas, constan la Expo Feria Ambato 2012 [8]. La Fundación Hípica de Ambato presentó el Desfile Chacarero 2012 con la participación de delegaciones de Cotopaxi, Chimborazo, Tungurahua, Cañar, Los Ríos, Pastaza, Galápagos, con alrededor de 1.000 jinetes [8].
- Las empresas privadas y personas naturales en calidad de inversionistas organizaron actividades de entretenimiento; algunas de ellas fueron: las Farras Ambateñas 2012, Play Land Park, Parque de Diversiones Discovery, Fiesta Carnavalera del Pueblo, Festival de Carnaval 2012 “Rock”, Festival del Carnaval del Amor, Expo Tunning Show, La Cava Budweiser, Novo Paradise Ficoa 2012, Baile Fiesta en Casa, entre otras; adicionalmente, participaron bares y discotecas con actividades de diversión.

El tercer elemento es el espacio geográfico; éste se define como *“la base física donde tiene lugar la conjunción o encuentro entre la oferta y la demanda y donde se sitúa la población*

residente, que si bien no es en sí misma un elemento turístico, se considera un importante factor de cohesión o disgregación, según se la haya tenido en cuenta o no a la hora de planificar la actividad turística" [10]. El espacio geográfico en el cual se desarrolla la mayor parte de la programación festiva de la F.F.F. es la zona urbana del cantón Ambato.

El cuarto elemento son los operadores del mercado; ahí se incluyen empresas y organismos cuya función principal es facilitar la interrelación entre la oferta y la demanda. Entran en esta consideración las agencias de viajes, las compañías de transporte regular y aquellos organismos públicos y privados que, mediante su labor profesional, son artífices de la promoción del turismo [10]. Entre los principales operadores turísticos de la fiesta se tienen al Comité Permanente de la F.F.F., que es la entidad que planifica, organiza, coordina y ejecuta los eventos dentro de la programación oficial. (Comité Permanente de la F.F.F., 2012); a la Dirección Técnica de Tungurahua de Turismo (MINTUR) en calidad de promotor de la actividad turística local; a la Gobernación de la Provincia, por intermedio de la Intendencia de Policía, que interviene en lo que se refiere a la autorización de la ocupación de espacios públicos; a los Gobiernos Autónomos Descentralizados, con la finalidad de promocionar la actividad turística local; y a los servicios de transporte interno y externo, como el de taxis en la zona urbana, así como también el de buses urbanos e interprovinciales.

### 2.3 Estudios relacionados con el impacto económico del turismo cultural de Fiestas.

Existen estudios sobre la tipología de fiestas, como la realizada por [11]. Este autor señala que el turismo cultural constituye un elemento importante dentro de las economías de los pueblos. Él define a la cultura como instrumento en las festividades de las ciudades; de modo similar, el autor también aborda aspectos metodológicos con los cuales él estudió el efecto económico del evento Salamanca, Capital Europea de la Cultura, en 2002.

Otra investigación es la presentada por [2], en la que manifiesta que el fenómeno del turismo cultural no ha tenido un reconocimiento específico en la industria turística o netamente en la promoción cultural. Añade que, antes que el turismo se constituyera en un sector económico, ya existían turistas que recorrían Italia, Grecia, Egipto o Tierra Santa, inducidos por motivos humanistas, científicos, románticos y religiosos. Todos ellos constituyen los predecesores del turismo cultural moderno. Este trabajo hace referencia a la emergencia y tipologías del turismo cultural en el contexto del sistema turístico contemporáneo, a las culturales y estrategias de desarrollo, a las paradojas en torno al turismo cultural, y realiza asimismo el análisis económico.

La valoración del impacto económico del turismo cultural en una región implica un modelo de insumo-producto, el cual describe elevados flujos de dinero, de agentes y sectores en una economía; se deben aplicar los multipli-

cadores de gasto para poder estimar el dinamismo de la economía, en lo que se refiere a bienes y servicios [25].

La medición y estudio de los impactos económicos y sociales de las festividades populares o culturales tienen como objetivo principal la estimación de los efectos económicos locales y nacionales en la economía de un país [16].

Los eventos culturales promueven el desarrollo económico; además, constituyen un incentivo para la recuperación del patrimonio cultural y un estímulo para la creación de nuevas ofertas y atractivos culturales. Se consideran elementos cada vez más decisivos en la regeneración urbana, cuando no de competencia entre las ciudades, que ven en la recuperación de sus elementos patrimoniales y en la dotación de nuevas infraestructuras culturales una forma de atracción de nuevos visitantes y quizá, incluso, nuevos residentes [15].

Una de las particularidades de los eventos culturales de una zona local es su diversidad; ella es considerada como un factor importante dentro de estos eventos, dado que contribuye a que las manifestaciones culturales se preserven, al mismo tiempo que impulsan el auge económico local, regional y en el país. La diversidad cultural permite ampliar las posibilidades de elección de los turistas, además de ser una fuente de desarrollo, entendido no solamente en términos de crecimiento económico, sino también como medio de acceso a una existencia intelectual, afectiva, moral y espiritual satisfactoria [6].

## 3 Metodología y Materiales

El Impacto Económico directo e indirecto que genera el desarrollo de la Fiesta de la Fruta y de las Flores de Ambato se estudió con método no experimental; esto es, a través de "estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que solo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos" [19]. Fue un estudio transeccional o transversal, pues recuperó "datos en un momento único" [19]; en el presente caso se limitó al levantamiento de información de las variables en estudio y se recolectó la información en el periodo del 17 al 21 de febrero de 2012.

En esta investigación, los turistas se consideraron como informantes en lo que se refiere al impacto indirecto, ya que ellos son los generadores de "nuevo dinero" y mantienen patrones de consumo diferentes de aquellos de los residentes locales [17]. Las encuestas fueron diseñadas exclusivamente para turistas que se hospedaron en los diferentes lugares de alojamiento; las preguntas se enfocaron en levantar datos sobre: lugar de procedencia del encuestado, gasto diario efectuado por persona, días de estancia, actividades que prefieren los visitantes, entre otras.

### 3.1 Población de estudio (unidades de análisis):

#### 3.1.1 Unidades de análisis para estudiar el impacto económico directo ( $N_1$ )

El universo o población para estudiar el impacto económico directo ( $N_1$ ) son los gastos registrados y efectuados por el Comité Permanente de la F.F.F., Dirección Técnica de Tungurahua del Ministerio de Turismo (MINTUR); asimismo, la información entregada por los empresarios que participaron con eventos públicos dentro de la programación oficial de la F.F.F., quienes tramitaron el permiso de uso de espacio público en la Intendencia de Policía.

#### 3.1.2 Unidades de análisis para estudiar el impacto económico indirecto ( $N_2$ )

La población de referencia para estudiar el impacto económico indirecto ( $N_2$ ) fueron las 3.472 plazas de alojamiento de los prestadores de servicio turístico de hostales, residenciales, pensiones, hoteles y hosterías registrados en el catastro de la Dirección Técnica de Tungurahua del MINTUR; se consideró un turista por plaza.

### 3.2 Muestras

#### 3.2.1 Muestra para estudiar el impacto económico directo ( $n_1$ )

Para estudiar el impacto directo no se estableció una muestra, ya que se trabajó con todos los registros e informantes clave, en lo que respecta a los rubros de gasto en función del destino del mismo.

#### 3.2.2 Muestra para estudiar el impacto económico indirecto ( $n_2$ )

Se estimó una muestra de 438 personas, sobre la base de un universo de 3.472 plazas de alojamiento, con un nivel de confianza del 95,5% y un error de muestreo del 4,5%. La selección de los turistas que se entrevistarían se basó en criterios del muestreo estratificado y aleatorio. En cuanto al primer criterio, se estratificó a las diferentes plazas de alojamiento por categoría y lugar de ubicación, lo que permitía abarcar de manera proporcional la amplia variedad de estos establecimientos; según las plazas existentes en cada lugar de alojamiento, se procedió al muestreo aleatorio. No se establecieron diferenciaciones en cuanto a nivel socioeconómico, cultural o de otra índole.

Tipo de Establecimiento	Total Encuestas	Categoría		
		Primera	Segunda	Tercera
Hostal	111	36	37	38
Hostal Residencial	146	48	49	49
Hostería	10	3	7	
Hotel	155	51	52	52
Pensión	16	5	5	6
<b>Total Encuestas</b>	<b>438</b>	<b>143</b>	<b>146</b>	<b>149</b>

**Tabla 1.** Número de Encuestas por Establecimiento y Categoría. Fuente: Catastro de la Dirección Técnica de Tungurahua del MINTUR 2011. Elaboración propia.

### 3.3 Factor de expansión para el impacto económico indirecto

El muestreo aplicado en esta investigación fue aleatorio simple, lo cual supone iguales probabilidades de selección para cada elemento de la muestra. El factor de expansión se refiere a cuántos casos de la población equivale cada observación de la muestra, como indica Cortés [5]; por lo expuesto, para inferir el impacto económico indirecto en la población de investigación, se utilizó la siguiente fórmula:

$$fexp = \frac{\text{Total de plazas ocupadas en los servicios de alojamiento turístico}}{\text{Total de turistas que se alojaron por la F.F.F.}}$$

$$fexp = \frac{9.117}{241}$$

$$fexp = 37,83$$

Donde  $fexp$  es el factor de expansión, que se calculó tomando en consideración la probabilidad de selección del turista que vino a la ciudad de Ambato y pernoctó exclusivamente por motivo de la Fiesta de la Fruta y de las Flores; es la cifra que actúa como un multiplicador, llevando los datos muestrales a la población; el total de pernoctaciones es el número de visitantes que se alojaron en la infraestructura hotelera local, y fueron un total de 9.117 según el Ministerio de Turismo, 2012; el tamaño de la muestra corresponde a los 241 visitantes que se encontraban en la ciudad de Ambato, y cuyo motivo principal de su estancia fue disfrutar de la F.F.F., de un total de 438 turistas encuestados. Se tiene así un factor de expansión equivalente a 37,83.

### 3.4 Medición del Impacto Inducido

Para efectos del cálculo del impacto inducido, se utilizó la información del impacto económico directo e indirecto; para el primero, se contó con los datos del gasto efectuado por los organizadores de programación oficial de los eventos de entretenimiento de la F.F.F., y para el segundo, al haberse aplicado una muestra, se utilizó un factor de expansión para inferir al total de la población de estudio.

La estimación del efecto inducido se basó en el modelo de Leontief [21], que admite que la proporción utilizada de los factores por parte de cada sector es constante, definiendo los coeficientes técnicos para los productos intermedios Tabla Input Output (TIO); para este trabajo, se utilizó los

coeficientes técnicos para el sector del turismo, estimados en la investigación [18].

### 3.5 Trabajo de campo o lugar de ejecución

Para la aplicación de las encuestas, se utilizó la técnica de zonificación; se empleó un mapa cartográfico de la ciudad y, en función de la ubicación descrita en el catastro de los establecimientos de alojamiento del MINTUR en la ciudad de Ambato, se establecieron seis rutas. El levantamiento de la información se llevó a cabo en los distintos tipos de alojamiento con un equipo de 20 encuestadores y 6 supervisores, en el periodo comprendido entre el 17 al 21 de febrero de 2012, que corresponde al desarrollo de la mayor parte de los eventos artísticos centrales de la fiesta.

## 4 Resultados de la Investigación

### 4.1 Medición del Impacto Directo de la F.F.F.

Para efectos de este estudio, los gastos realizados por los diferentes agentes que intervinieron en la realización de la F.F.F se homologaron de acuerdo a la Clasificación

Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas (CIIU), revisión número cuatro del año 2009, publicado por las Naciones Unidas. El impacto directo es el resultado de la sumatoria de los gastos realizados en el desarrollo de la F.F.F. Según Seaman [11], están contemplados en la siguiente función:

$$ED = CP + IP + DTO,$$

donde:

- *ED*=impacto económico directo,
- *CP*=gastos devengados por el Comité Permanente de la F.F.F.,
- *IP*=registros de los desembolsos de empresas y personas naturales denominados inversores,
- *DTO*=gastos devengados por la Dirección Técnica de Tungurahua del Ministerio de Turismo y otras instituciones.

En la Tabla 2, se describe a manera general el gasto de acuerdo a la expresión del impacto directo.

Descripción de la sección de Gasto	Comité de la F.F.F.	Inversión Privada	Dirección de Turismo	Total de Gastos	Porcentaje de Gasto
Actividades artísticas, de entretenimiento y recreativas	474.644,99	131.370,00	33.000,00	639.014,99	64 %
Actividades de alojamiento y de servicio de comidas	10.549,55	0,00	0,00	10.549,55	1 %
Actividades de servicios administrativos y de apoyo	1.652,27	16.100,00	0,00	34.752,27	3 %
Actividades financieras y de seguros	1.338,19	0,00	0,00	1.338,19	0 %
Actividades inmobiliarias	1.000,00	48.674,00	0,00	49.674,00	5 %
Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria	3.000,00	14.996,00	0,00	17.996,00	2 %
Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas	0,00	3.500,00	0,00	3.500,00	0 %
Comercio al por menor, excepto el comercio de vehículos automotores y motocicletas	0,00	0,00	0,00	0,00	0 %
Industrias manufactureras	144.413,09	11.850,00	34.229,52	190.492,61	19 %
Información y comunicaciones	0,00	33.326,00	3.768,20	37.094,20	4 %
Transporte y almacenamiento	6.586,46	2.400,00	0,00	8.986,46	1 %
<b>Total</b>	<b>660.184,55</b>	<b>262.216,00</b>	<b>70.997,72</b>	<b>993.398,27</b>	<b>100 %</b>

**Tabla 2.** Consolidación del Gasto Directo de la F.F.F. (en USD y porcentajes). Fuente: Comité Permanente, Empresas Privadas, Dirección Técnica del MINTUR. Elaboración propia.

El gasto directo total efectuado en la sexagésima primera edición la F.F.F. fue de USD 993 mil dólares, de los cuales el 66 % fue financiado por el Comité de la F.F.F, el 26 % provino de la Inversión Privada y el 7 % de la Dirección de Turismo.

El crecimiento de la economía regional fueron los relacionados con las actividades artísticas, de entretenimiento y recreativas (64 %), seguidos de los gastos afines a la industria manufacturera (19 %), como se puede apreciar en la Tabla 2.

Por otro lado, los principales gastos generados y que apor-

El gasto de programación de la F.F.F. en función de la pro-

cedencia de los proveedores se distribuyó, el 72 % para la ciudad de Ambato, el 15 % a otros países y el 13 % a Quito. (ver Tabla 3).

Ciudad	Total
Ambato	690.817,54
Otros Países	140.450,00
Quito	128.821,54
Guayaquil	17.275,00
Cuenca	9.104,19
Pelileo	6.200,00
Riobamba	380,00
Baños	350,00
<b>Total</b>	<b>993.398,27</b>

**Tabla 3.** Gasto directo por el lugar de destino de la inversión en USD, de la F.F.F. Fuente: Comité Permanente, Empresas Privadas, Dirección Técnica del MINTUR. Elaboración propia

## 4.2 Medición del Impacto Indirecto de la F.F.F.

Para el análisis unidimensional de los encuestados en el desarrollo de la Fiesta de la Fruta y de las Flores, se estimó el gasto promedio que realizaron las personas durante el periodo de fiestas, relacionados directamente con la demanda explícita: alojamiento, alimentación, transporte, compras artículos locales, diversión en centros de esparcimiento privados [11].

Sobre la base de la información recopilada, se determinó que el presupuesto promedio por cada familia de tres integrantes que visitó la ciudad por motivo de la F.F.F., fue de USD 883,90; y, un gasto promedio diario por persona de USD 79,00.

Entre los principales rubros que devengan los turistas, están los relacionados con las actividades artísticas, de entretenimiento y recreativas, para lo cual destinaron el 39 % de su presupuesto diario; otro rubro importante son gastos en alojamiento y servicio de comidas, al que asignaron el 32 % (ver Tabla 4).

Rubro	Porcentaje de Gasto
Actividades artísticas, de entretenimiento y recreativas	39 %
Actividades de alojamiento y de servicio de comidas	32 %
Actividades de servicios administrativos y de apoyo	0 %
Actividades financieras y de seguros	0 %
Actividades inmobiliarias	0 %
Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria	0 %

Rubro	Porcentaje de Gasto
Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas	19 %
Comercio al por menor, excepto el comercio de vehículos automotores y motocicletas	0 %
Industrias manufactureras	0 %
Información y comunicaciones	0 %
Transporte y almacenamiento	10 %
<b>Total</b>	<b>100 %</b>

**Tabla 4.** Distribución porcentual del Gasto familiar en la F.F.F. Fuente: Formulario de encuesta de la F.F.F. Elaboración propia.

El impacto indirecto total que se generó en la F.F.F., aplicando el factor de expansión, alcanza un total de USD 2.18 millones; fueron los gastos más representativos los relacionados con el comercio, con un total de USD 717.935,38, e industrias manufactureras, con USD 464.172,57, como consta en la Tabla 5.

Rubros de Gasto	Gasto en dólares
Actividades artísticas, de entretenimiento y recreativas	183.23,58
Actividades de alojamiento y de servicio de comidas	341.149,06
Actividades de servicios administrativos y de apoyo	0,00
Actividades financieras y de seguros	0,00
Actividades inmobiliarias	0,00
Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria	0,00
Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas	71.22,80
Comercio al por menor, excepto el comercio de vehículos automotores y motocicletas	717.935,38
Industrias manufactureras	464.172,57
Información y comunicaciones	0,00
Transporte y almacenamiento	408.713,98
<b>Total</b>	<b>2.186.717,4</b>

**Tabla 5.** Impacto Indirecto en la Economía Local Generado durante la F.F.F. Fuente: Formulario de encuesta de la F.F.F. Elaboración propia.

## 4.3 Medición del Impacto Inducido de la F.F.F.

Se deduce que la repercusión de la F.F.F en la economía fue de USD 6.77 millones; se evidencia una influencia representativa en la actividad de industrias manufactureras, con un 33 % (USD 2.2 millones), seguido de las actividades artísticas, de entretenimiento y recreativas, con un 22 % (USD 1.5 millones); el comercio al por menor, excepto el comercio de vehículos automotores y motocicletas, implicó un 17 % (USD 1.2 millones), y las actividades de alojamiento y de servicio de comidas un 10 % (USD 0.6 millones).

Rubro de Gasto	Impacto Directo (dólares)	Impacto Indirecto (dólares)	Total Impactos (dólares)	Multiplicadores Sectores Utilizados	Multiplicador	Impacto Inducido (dólares)
Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria	639.015,0	183.323,6	6.822.338,6	Industrias del turismo	1,8	1.514.222,7
Actividades artísticas, de entretenimiento y recreativas	639.015,0	183.323,6	822.338,6	Industrias del turismo	1,8	1.514.222
Actividades de alojamiento y de servicio de comidas	10.549,6	341.149,1	351.698,6	Hoteles y restaurantes	1,8	649.462,5
Actividades de servicios administrativos y de apoyo	34.752,3	-	34.752,3	Otros servicios sociales y personales	1,2	40.906,2
Actividades financieras y de seguros	1.338,2	-	1.338,2	Financiación de planes de seguros y de pensiones, excepto los de seguridad social de afiliación obligatoria	2,2	2.886,1
Actividades inmobiliarias	49.674,0	-	49.674,0	Alquiler de vivienda	1,3	66.884,3
Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria	17.996,0	-	17.996,0	Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria	1,5	26.630,7
Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas	3.500,0	71.422,8	74.922,8	Comercio al por mayor y al por menor	1,6	123.084,7
Comercio al por menor, excepto el comercio de vehículos automotores y motocicletas	-	717.935,4	717.935,4	Comercio al por mayor y al por menor	1,6	1.179.439,1
Industrias manufactureras	190.492,6	464.172,6	654.665,2	Industrias manufactureras	3,5	2.263.114,8
Información y comunicaciones	37.094,2	-	37.094,2	Correos y telecomunicaciones	1,4	51.520,2
Transporte y almacenamiento	8.986,5	408.714,0	417.700,4	Transporte y almacenamiento	2,1	858.523,0
<b>Total</b>	<b>993.398,3</b>	<b>2.186.717,4</b>	<b>3.180.115,6</b>			<b>6.776.674,24</b>

Tabla 6. Impacto Inducido del Desarrollo de la F.F.F. Elaboración propia.

#### 4.4 Aspectos del turista dentro del desarrollo de la F.F.F. en toures organizados.

En cuanto a la procedencia de los turistas nacionales, el 43% es de la provincia del Guayas; constituye la provincia de la que proviene la mayor afluencia, en la región costa. En la sierra el 28% proviene de Pichincha, mientras que, en el caso de los turistas de la región amazónica, la mayoría provienen de Morona Santiago, con el 0,5%.

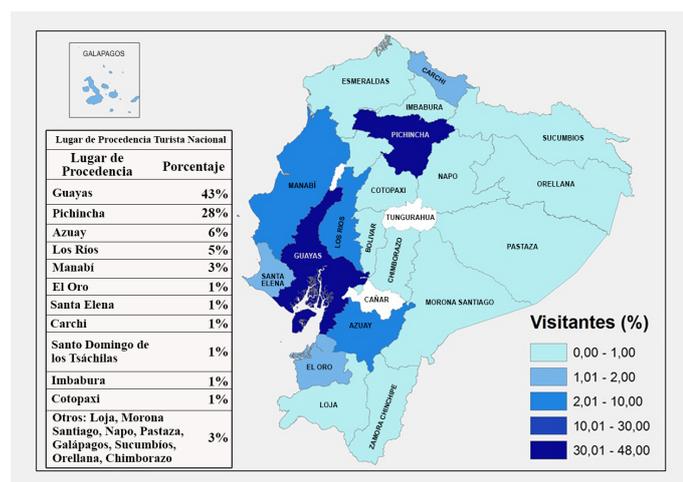


Figura 1. Flujo de Turistas Nacionales, según su procedencia. Fuente: Formulario de encuesta de la F.F.F. Elaboración propia.

El 50% de turistas se trasladó a la ciudad en automóvil propio; esto influye directamente en el consumo de combustible, y facilita el traslado a otros lugares turísticos de la provincia; un 44% lo realizó por transporte interprovincial, y un porcentaje mínimo, en taxis o en transportes incluidos

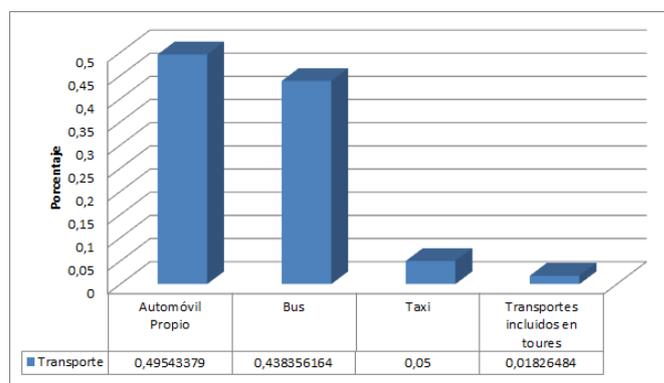


Figura 2. Medios de Transporte utilizados para llegar a la ciudad de Ambato en la F.F.F. Fuente: Formulario de encuesta de la F.F.F. Elaboración propia.

Las actividades organizadas que prefirieron los turistas durante las festividades de la F.F.F, fueron los desfiles y ferias, en un 37%; un 31%, los eventos, rutas y recorridos culturales dentro del cantón Ambato y de la provincia de Tungurahua; el 13% se inclinó por los conciertos; el 11%, por bares y discotecas y el 7% por la feria taurina.

Las sugerencias que manifestaron los turistas para mejorar la programación de la F.F.F., se describe en la Tabla 7.

	Gasto en dólares
Infraestructura y promoción de servicios de alojamiento	Promoción y publicidad de servicios hoteleros Mejorar la infraestructura hotelera
Gestión de la F.F.F.	Mejorar y ampliar lugares para parqueaderos Mejorar el tránsito vehicular Limpieza de la ciudad Mejorar espacios para el desfile Mejorar o incrementar espectáculos gratuitos Mejoramiento de la difusión local del programa de fiestas Mayor promoción y publicidad a nivel nacional
Control ciudadano	Espumante de carnaval Consumo de bebidas alcohólicas Precios en servicios hoteleros Seguridad ciudadana

**Tabla 7.** Sugerencias generales de los Turistas respecto del desarrollo de la F.F.F. . Fuente: Formulario de encuesta de la F.F.F. Elaboración propia.

## 5 Conclusiones

La investigación cuantificó el gasto que realizaron las instituciones públicas, empresas privadas e inversores de los eventos oficiales programados para el desarrollo de la sexagésima primera edición de la Fiesta de la Fruta y de las Flores de Ambato. Se evidenció que el mayor inversionista es el Comité Permanente de la F.F.F., con USD 660.184,55, seguido de la inversión privada, con USD 262.216, y la Dirección de Turismo, con USD 70.997,72; de estos valores, el principal destino del gasto fue Ambato, con el 72 %; otros países con el 15 %, y la ciudad de Quito, con el 13 %.

El gasto directo alcanzó un valor de USD 993.398,27 dólares, de los cuales el 64 % se destinó a actividades artísticas, de entretenimiento y recreativas; el 19 %, a industrias manufactureras, que comprenden los gastos relacionados con vestuario para reinas, pirotecnia, accesorios, publicidad impresa y boletería.

Para la medición del impacto indirecto, se consideraron los gastos realizados en: alojamiento, alimentación, transporte, compras y diversión en centros de esparcimiento privados, realizados por los no residentes que pernoctaron más de una noche en lugares de hospedaje en el cantón Ambato. Del total del gasto, los turistas destinaron el 39 % a actividades artísticas, de entretenimiento y recreativas; el 32 %, a los servicios de alojamiento y comidas; el 19 %, al comercio al por mayor y menor; y el 10 % al transporte; el total de gastos indirectos, aplicando el factor de expansión, se estimó en USD 2'186.717,40.

El efecto económico inducido, alcanzó USD 6'776.674,24. Se estimó sobre la base de gasto directo e indirecto aplicando los multiplicadores de los sectores: industrias del turismo, hoteles y restaurantes, otros servicios sociales y personales, financiación de planes de seguro y de pensiones, excepto los de seguridad social de afiliación obligatoria, alquiler de vivienda, administración pública y defensa comercio al por mayor y menor, industrias manufactureras, correos y telecomunicaciones y transporte. De aquel valor, el 33 %

se ubica en las industrias manufactureras, el 22 % en actividades artísticas, el 17 % en el comercio al por mayor – menor y el 10 % en actividades de alojamiento y servicio de comidas.

El mayor flujo turístico interno proviene de la región Costa, siendo el 43 % de la provincia del Guayas; de la Sierra, el 28 % proviene de Pichincha; el flujo proveniente del extranjero representó el 7 % del total de la muestra. La permanencia promedio fue de 3 días, el 65 % viene en familia, el 17 % con amigos, y el 16 % llega solo. En cuanto a las preferencias, en hospedaje, el 38 % se alojó en hoteles y el 33 % en hostales y residenciales. Los turistas que vienen con la familia prefieren actividades como desfiles y ferias, eventos culturales, Feria Taurina, y conciertos; mientras que quienes vienen entre amigos optan por divertirse en bares, discotecas, conciertos y en la Feria Taurina.

Para concluir, las investigaciones que miden el impacto económico del turismo son una buena herramienta para estimar la influencia de eventos particulares en la economía local. Son útiles en la toma de decisiones; asimismo, pueden ayudar a los planificadores y decisores políticos locales para orientar el destino de fondos públicos, así como también informan sobre el dinamismo que éstos generan en los sectores de la economía.

La importancia de la Fiesta de la Fruta y de las Flores, como patrimonio cultural intangible del Ecuador, se evidenció a través de este estudio, así como la participación de las empresas públicas y privadas, aunque con una escasa articulación entre ellas; de modo similar, se evidencian los efectos importantes distintos del turismo, como son, en el caso de Ambato, los sectores de la industria del cuero y del calzado, y el comercio al por mayor y menor.

## Referencias

- [1] BONET, L., *Economía y Cultura: una reflexión en clave latinoamericana.*, Barcelona: Oficina para Europa del Banco Interamericano de Desarrollo., (2001).
- [2] BONET, L., *Turismo Cultural: una reflexión desde la ciencia económica.*, Barcelona: Análisis Sectoriales, Estudio Compartido sobre Turismo y Cultura., (2003).
- [3] CABARCOS, N., *Promoción y venta de servicios turísticos: Comercialización de servicios turísticos.*, Vigo: Ideaspropias Editorial., (2006).
- [4] COMITÉ PERMANENTE DE LA FIESTA DE LA FRUTA Y DE LAS FLORES., *Fiesta de la Fruta y de las Flores Patrimonio Cultural Nacional.*, [urlhttp://www.fiestasdeambato.com/comite/historia](http://www.fiestasdeambato.com/comite/historia), Consulta: 22 de Mayo de 2012., (2012).
- [5] CORTÉS, F., *Selección no Aleatoria y Validez a propósito de la Evaluación cualitativa de Oportunidades.*, En *Método científico y política social: a propósito de las evaluaciones cualitativas de los programas sociales (62-81).*,

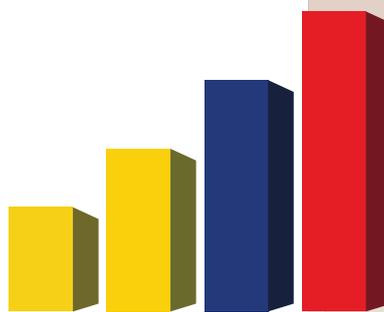
- México D.F.: El Colegio de México, Centro de Estudios Sociológicos., (2008).
- [6] DEVESA, M., BÁEZ, A., FIGUEROA, V. y HERRERO, L., *Repercusiones económicas y sociales de los festivales culturales: el caso del Festival Internacional de Cine de Valdivia.*, Scientific Electronic Library Online Scielo, EURE, 95-115., (2012).
- [7] ———, *Mil montando dentro del Desfile Chacarero 2012*, En el Diario La Hora, 20 Enero de 2012. A2., (2012).
- [8] ———, *Dos grandes espectáculos con la Expo 2012.*, En El Herald, 14 Enero de 2012. 3-A., (2012).
- [9] GARCÍA, J., TROITIÑO, M. y GARCÍA, M., *Destinos turísticos: viejos problemas ¿Nuevas Soluciones?.*, La Mancha: Ediciones de la Universidad de Castilla., (2008).
- [10] GÓMEZ, B. y LÓPEZ, F., *Regionalización Turística del Mundo.*, Barcelona: Edicions Universitat Barcelona., (2002).
- [11] HERRERO, L., *Impacto económico de los Macro-Festivales Culturales: Reflexiones y Resultados.*, Universidad de Valladolid: Boletín GC Gestión Cultural., (2004).
- [12] HERRERO, L., SANZ, J., DEVESA, M., BEDATE, A. y BARRIO, M. D., *The Economic Impact of Cultural Events.*, Journal of Cultural Heritage, 101-111., (2004).
- [13] ———, *Reglamento General de Actividades Turísticas.*, Registro Oficial 726, Diciembre., (2002).
- [14] MUÑOZ DE ESCALONA, F., *El Turismo explicado con claridad.*, Edición electrónica gratuita: LibrosEnRed., (2003).
- [15] PALMA, L., GARCÍA, A., PALMA, M., y FRANCO, G., *Propuesta metodológica para la evaluación económica de las Fiestas de Primavera en la Ciudad de Sevilla.*, Sevilla: Observatorio Andaluz Oikos., (2005).
- [16] PERLES, J., *Análisis del Impacto Económico de Eventos Una Aplicación a Fiestas Populares de Proyección Turística.*, Cuadernos de Turismo No. 17, 147-166., (2006).
- [17] PIZANO, O., *La fiesta, la otra cara del patrimonio. Valoración de su impacto económico, cultural y social.*, Fiestas y patrimonio cultural. (13-60)., Bogotá: Convenio Andrés Bello., (2004).
- [18] SALCEDO, J. y ROMERO, C., *La Matriz Insumo - Producto con Componente Turístico, Proyecciones y Simulaciones.*, Quito: Banco Central del Ecuador., (2004).
- [19] SAMPIERI, R., COLLADO, C. y LUCIO, P., *Metodología de la Investigación.*, México D.F.: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. DE C.V., (2010).
- [20] SÁNCHEZ, G. y ROJAS, A., *Impactos Económicos de los Festivales Culturales un Estudio Comparado.*, Cádiz: Diputación Provincial, Fundación Provincial de Cultura., (2006).
- [21] SANCHO, A., CABRERA B., GARCÍA G., y PÉREZ J., *Apuntes de Metodología de la Investigación en Turismo.*, Madrid: Organización Mundial del Turismo (OMT)., (2001).
- [22] STYNES, D., *Economic Impacts of Tourism.*, Michigan: Economic Impacts of Tourism., (1999).
- [23] TORRES, E., ESTEVE, R., FUENTES, R. y MARTÍN M., *Estructura de Mercados Turísticos.*, Barcelona: Editorial UOC., (2006).
- [24] VILLALBA F., NIETO E., EXPÓSITO E., ÁLVAREZ M. y PÉREZ S., *Efectos socioeconómicos de la Semana Santa en la Ciudad de Córdoba.*, Málaga: Analistas Económicos de Andalucía., (2009).
- [25] ZULETA, L. y JARAMILLO L., *La fiesta, la otra cara del patrimonio. Valoración de su impacto económico, cultural y social.*, Metodología de valoración del impacto económico y social de las fiestas en los países miembros del Convenio Andrés Bello (55-102)., Bogotá: Convenio Andrés Bello., (2004).

# Analítica

Análisis de movilidad social  
en el Ecuador

Analysis of social mobility  
in Ecuador

Erika Pesántez



[www.ecuadorencifras.gob.ec](http://www.ecuadorencifras.gob.ec)



## ANÁLISIS DE MOVILIDAD SOCIAL EN EL ECUADOR

## ANALYSIS OF SOCIAL MOBILITY IN ECUADOR

Erika Pesántez

Dirección de Estudios de Población y Condiciones de Vida, Instituto Nacional de Estadística y Censos, Quito, Ecuador

ericka.pesantez@gmail.com

Recibido: 19 de febrero de 2014

Aceptado: 18 de agosto de 2014

## Resumen

En el periodo comprendido entre los años 2007 y 2013, el Ecuador tuvo una disminución notable de la pobreza. El país redujo 12 puntos porcentuales de pobreza a nivel nacional, pasando de 37 % en 2007 a 25 % en 2013; ello se acompañó de una reducción de la desigualdad de 6 puntos (medida por el coeficiente de Gini). Dicha evolución de la pobreza apunta a la existencia de un conjunto importante de hogares que cambiaron su estatus económico transitando de una clase a otra; en otras palabras acusan una importante movilidad hacia afuera de la pobreza. A priori, las estimaciones de movilidad se calculan en base a encuestas de hogares de datos de panel; sin embargo, este tipo de datos rara vez se encuentran en las encuestas de hogares, lo que vuelve más difícil la investigación de la movilidad social. En el presente trabajo, se estimará la movilidad de la pobreza por ingresos en el Ecuador para el periodo comprendido entre los años 2007 y 2013, empleando la metodología de paneles sintéticos propuesta por Dang, Lanjouw, Luoto, y McKenzie [6]. Esta propuesta permite superar la ausencia de datos de panel mediante la modelación de paneles sintéticos para individuos específicos; de esta forma es posible analizar las dinámicas de la pobreza a largo plazo. Los datos para el análisis provienen de la encuesta de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU).

**Palabras clave:** pobreza por ingresos, línea de pobreza, datos de panel, paneles sintéticos.

## Abstract

In the period between 2007 and 2013, Ecuador had a significant reduction in poverty. The country reduced poverty by 12 percentage points from 37 % in 2007 to 25 % in 2013, accompanied by an inequality reduction of 6 points, measured by the Gini coefficient. This evolution of poverty points to the existence of an important set of households that changed their economic status moving from one class to another; in other words, shows an important mobility out of poverty. A priori estimates of mobility are calculated based on household surveys panel data; but such data are rarely found in household surveys, becoming more difficult to investigate social mobility. In this investigation, is estimated the income poverty mobility in Ecuador for the period between 2007 and 2013 using the methodology of synthetic panels proposed by Dang, Lanjouw, Luoto, and McKenzie [6]. This proposal, tries to overcome the lack of panel data through the modeling of synthetic panel data for specific individuals. The data for the analysis come from the Encuesta de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU).

**Keywords:** income poverty, poverty line, panel data, synthetic panels.

**Código JEL:** C01, C14, C23.

## 1 Introducción

El análisis distributivo permite observar la evolución de los indicadores de pobreza y desigualdad en el tiempo y su comparación en diferentes puntos de una serie histó-

rica; sin embargo, no brinda la posibilidad de apreciar el cambio de la posición de un determinado hogar en la distribución del ingreso de un periodo a otro. Por ejemplo, para determinada economía, en el periodo 1 la distribución del ingreso es la siguiente (4,5,8,10,15) para los individuos

ordenados como (1, 2, 3, 4, 5); fijando una línea de pobreza de 8, se tiene una incidencia de pobreza del 40 %<sup>1</sup>. Supongamos que en el periodo 2 la distribución del ingreso para la misma sociedad es (5, 6, 9, 11, 19) y la nueva ordenación de los individuos es (1, 3, 4, 2, 5); con una línea de pobreza de 9, la incidencia de la pobreza sigue siendo del 40 %. Sin embargo, esta lectura guarda anonimidad de los resultados. Aunque la pobreza por ingresos se mantenga igual, se pierde valiosa información de algunos individuos que transitaron de un estado a otro [9]. Por ejemplo, el individuo 3 pasó de ser no pobre a ser pobre en el periodo 2, mientras que el individuo 2 superó su estado de pobreza. El análisis de movilidad social ayuda a esclarecer estos datos a develar sus características; así mismo, permite inferir el número de hogares que superó su situación de pobreza o que permaneció en ella, en esta situación; respecto de las personas que no eran pobres, podemos conocer cuántas permanecieron en este estado y cuántas cayeron en pobreza.

El grado de movilidad social de una sociedad da cuenta de la posibilidad con la que una persona o un hogar cambia su situación en el tiempo y sube posiciones en la escala económica; en otras palabras, la movilidad social adquiere la connotación de un indicador de igualdad de oportunidades [11]. En una sociedad de escasa movilidad, los retornos económicos del esfuerzo de los individuos dependen fuertemente de elementos que están fuera de su control, como por ejemplo: la raza, el género, la educación de sus padres, el estrato económico en el que nació, entre otros; y no dependen de manera decisiva de variables que están dentro de su dominio, como el salario o el número de horas trabajadas [11]. Finalmente, en una sociedad con elevada movilidad, los individuos tienden a aceptar su situación económica actual, ya que justamente entienden que se trata de un estado temporal y que existen suficientes oportunidades que permitirán mejorar su estándar de vida en el futuro; ello produce un incentivo para el trabajo, y trae como consecuencia niveles más altos de productividad [2, 5].

Enseguida, cabe preguntarse qué clase de movilidad es la que más interesa medir. Se podría argumentar que la movilidad más importante es aquella que mide qué tan mejor es la situación de los hijos respecto de la situación de sus padres cuando éstos tenían su edad; es decir, hablamos de la movilidad intergeneracional [8]. Y en este sentido, la respuesta sería que es visible que las generaciones actuales viven mejor que la generación de dos décadas atrás como consecuencia, en parte, del inmenso desarrollo generado en la tecnología que se distribuye en las áreas de salud, educación y empleo. En el caso de Ecuador, para el periodo comprendido entre 2007 y 2013 la pobreza por ingresos pasó de 37 % a 25,6 %, la desigualdad de ingresos –medida

por el coeficiente de Gini– disminuyó de 0.55 a 0.48. Además, entre 1990 y 2010, la tasa de asistencia escolar pasó de 34.9 % a 92 % [13]. Estos indicadores evidencian una mejora generalizada en las condiciones de vida de las personas. En realidad las personas no comparan su situación con la de sus padres, sino que propenden a juzgar sus logros al comparar su situación con la de sus pares, o con su misma situación en un periodo anterior. Por lo tanto, y por la disponibilidad de información, la movilidad a medir es de carácter intrageneracional; esto quiere decir que se realiza un seguimiento a un mismo individuo u hogar a lo largo de un determinado periodo, y se evalúa el cambio en su situación económica en el tiempo.

La fuente de información por excelencia para realizar dicha estimación son las encuestas periódicas de hogares que realizan un seguimiento a una misma unidad de muestra a lo largo del tiempo; es decir, se necesitaría disponer de datos de panel, también conocidos como datos longitudinales. Para el caso de Ecuador y de la mayoría de los países que producen encuestas de hogares, este tipo de datos presenta algunas limitaciones, a saber: i) la escasez de encuestas de tipo longitudinal, ii) las encuestas longitudinales enfrentan el problema del desgaste de la muestra, y la posibilidad de que este desgaste sea no aleatorio<sup>2</sup>[1], iii) el costo elevado de seguir a un hogar a lo largo del tiempo; ello hace que el tamaño muestral sea considerablemente inferior al de una encuesta de corte transversal, restando nivel de representación a los datos, y, por último, iv) se tiene la existencia de un error de medición intrínseco ligado a la investigación del ingreso, el mismo que también se encuentra presente en las encuestas transversales [10]. Por otro lado, aún si se cuenta con datos de panel, algunas de estas limitaciones propenden a sesgar de manera importante las estimaciones de movilidad. No obstante, y estando consciente de estas limitaciones, la estimación más precisa de movilidad es la que se obtendría como resultado del análisis de este tipo de datos.

En réplica a la dificultad de no contar con datos de panel, se ha desarrollado una amplia literatura que versa sobre la construcción de datos de panel sintéticos o pseudopaneles. Esta metodología, en sus diferentes vertientes, permite utilizar la información de encuestas de tipo transversal de varias rondas y hacer el seguimiento a un mismo hogar o unidad muestral a lo largo de un periodo determinado, construyendo un panel sintético para cada hogar o para un conjunto de hogares. Una de las primeras contribuciones en este campo viene dada por Deaton [7], quien realiza un análisis de consumo intertemporal construyendo pseudopaneles por cohortes de edad. Dentro de las contribuciones actuales, el trabajo de Dang, Lanjouw, Luoto y McKenzie [6] –en adelante DLLM– propone una metodología para la estimación de la movilidad hacia afuera y hacia

<sup>1</sup>La línea de pobreza es el nivel de ingresos correspondiente a la cantidad de energía alimentaria que una persona requiere para satisfacer sus necesidades calóricas en un determinado periodo de tiempo [19]. Ésta siempre aumenta, ya que se actualiza periódicamente con el índice de precios al consumidor, y es el umbral considerado como referencia para clasificar a un individuo como pobre o no pobre [12].

<sup>2</sup>Fields (2005), sostiene que un desgaste no aleatorio de la muestra podría conducir a una sobreestimación de la movilidad. Por ejemplo, si existe una migración masiva de personas en edad de trabajar por una crisis económica, estas personas serían sacadas de la muestra, ignorando el shock económico.

adentro de la pobreza, cuya sustentación teórica se basa en gran parte en la metodología de mapas de pobreza<sup>3</sup>; al mismo tiempo que propone un método para la construcción de paneles sintéticos, realiza sendas validaciones empíricas con datos de panel real para Chile, Nicaragua y Perú, obteniendo estimaciones de movilidad con un nivel de precisión satisfactorio [3]. En el caso de América Latina, se han realizado numerosos estudios para los países. El estudio de Ferreira [8] es un extenso análisis de la mayor parte de los países de la región latinoamericana<sup>4</sup> sobre el crecimiento de la clase media de la mano de un importante crecimiento económico, y el surgimiento de una nueva clase social a la que denomina la clase *vulnerable*. En este estudio se aplica el enfoque de paneles sintéticos de DLLM para estimar la movilidad intrageneracional entre tres clases sociales claramente definidas: pobres, vulnerables y clase media, para el periodo 1995-2010. Adicionalmente, el trabajo empírico de Cruces et al [4] realiza estimaciones de movilidad del ingreso para Chile (periodo 1996- 2006) usando varias metodologías de datos de panel sintéticos. Una de ellas es la metodología basada en estimaciones de movilidad a partir de cohortes de edad, propuesta por Deaton [7]; otra de las metodologías utilizadas es DLLM, y luego contrastar las estimaciones con las obtenidas de los datos de panel real. De esta forma se puede determinar si las metodologías existentes pueden suplir la ausencia y otras deficiencias de los datos de panel en Chile.

Los estudios de movilidad no solamente se han enfocado hacia la movilidad de la pobreza, estudiando el ingreso total familiar; también se han extendido hacia la economía laboral. Por ejemplo, en el estudio desarrollado por Nayar [18] se examina la movilidad por rama de actividad; el enfoque utilizado para construir el panel sintético es una adaptación de la metodología desarrollada por DLLM [18].

El presente documento está organizado como sigue: la primera sección está dedicada a la descripción de los datos y la evolución de los indicadores de pobreza y desigualdad en el Ecuador para el periodo en cuestión; la segunda sección explica la metodología utilizada en su enfoque paramétrico y semi paramétrico y la aplicación de estos a la encuesta de corte transversal en el periodo 2007-2013; además se presenta la validación del método para un panel real de la encuesta, así como otras pruebas sobre los datos que permitirán verificar algunos de los supuestos. Finalmente, se realizan recomendaciones y posibles ampliaciones sobre la metodología aplicada.

## 2 Panorama general de la pobreza en el Ecuador

La pobreza por ingresos a nivel nacional se ha reducido en 12 puntos porcentuales, pasando de 37 % en diciembre 2007 a 25 % en diciembre 2013; a su vez, la extrema pobreza pasó de 16.45 % a 8.61 % en el mismo periodo [14] (Figura 1). Dicha disminución coincide con una activa política gubernamental para la erradicación de la pobreza, sustentada en una fuerte inversión pública dedicada a la construcción de infraestructura, servicios y programas sociales. El gasto se ha incrementado del 21 % del PIB en el 2006 hasta un 41 % en 2012. De hecho, según Cuesta [5], la exclusión implica una dificultad inherente para los individuos en su ascenso en la escala económica; ella impide el acceso a servicios y bienes de consumo; por tanto, sociedades con alta incidencia de exclusión deberían reportar niveles de movilidad inferior que aquellas que ofrecen mayor igualdad de oportunidades; de igual manera, niveles persistentes de desigualdad están correlacionados con bajos niveles de movilidad. Cabe resaltar que, en el Ecuador, la reducción de la pobreza ha tenido lugar tanto en el área urbana como en el área rural (Figura 2)<sup>5</sup>, evidenciando una reducción compartida de la pobreza.

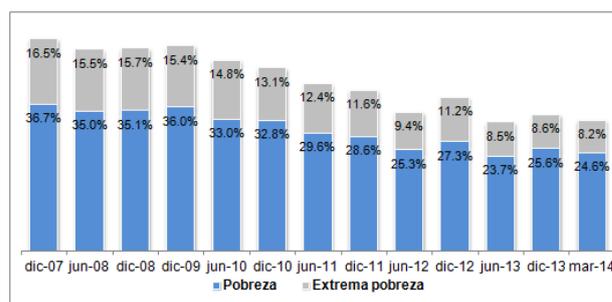


Figura 1. Pobreza y pobreza extrema en Ecuador periodo diciembre 2007- marzo 2013. Fuente: Elaboración propia a partir de la ENEMDU.

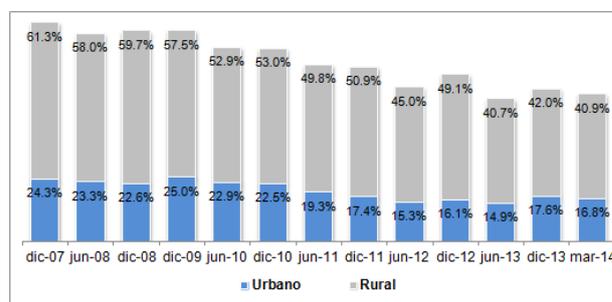
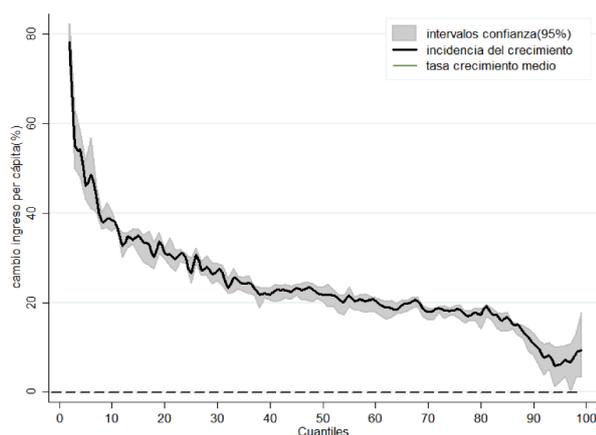


Figura 2. Pobreza por ingresos por área urbana y rural periodo diciembre 2007- marzo 2013. Fuente: Elaboración propia a partir de la ENEMDU.

<sup>3</sup>La metodología de mapas de pobreza es una que permite proyectar indicadores de pobreza, vinculando datos de censos y encuestas.

<sup>4</sup>El estudio sobre movilidad intrageneracional para el periodo 1995-2010 abarca a Argentina, Brazil, Chile, Costa Rica, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Honduras, México, Panamá, etc.

<sup>5</sup>Podría esperarse que la caída de la pobreza fuera más fuerte en el sector urbano, dado que en este sector los mercados laborales tienden a ser más dinámicos que en el sector rural, a lo que se agrega que el 85 % del ingreso total de los hogares es ingreso laboral.



**Figura 3.** Curva de incidencia del crecimiento comparación diciembre 2007 - diciembre 2013. La curva describe el cambio relativo experimentado en el periodo 2007-2013 en el ingreso promedio de los hogares pertenecientes a cada centil. Fuente: Elaboración propia a partir de la ENEMDU.

Por el lado de la desigualdad, se ha visto una notable disminución del coeficiente de Gini, que pasó de 0.551 a 0.485 entre 2007 y 2013. La reducción en la desigualdad se refleja también en términos de la acumulación de ingresos por parte de los dos deciles más ricos ya que, para el 2007, el 20 % más rico de la población acumulaba el 60 % de los ingresos, mientras que, para el 2013, esta acumulación se redujo al 54 %. Se puede concluir que la reducción de la pobreza ha sido más inclusiva para los deciles más pobres de la población; así, el incremento del ingreso total per cápita, en términos relativos, ha sido más acentuado para los percentiles de la población más pobres que para los deciles más ricos, como lo señala la curva de incidencia del crecimiento [20]; ello señala un crecimiento pro pobre en el periodo mencionado<sup>6</sup>.

### 3 Datos del estudio

La fuente de información para el estudio es la Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU). Es una encuesta de carácter permanente, de periodicidad trimestral que permite la flexibilidad en los horizontes de tiempo del estudio; ella constituye la fuente oficial de los indicadores de pobreza y desigualdad. Adicional a ello, es la única encuesta que dispone de datos de panel con un esquema de rotación en el tiempo, lo cual permite realizar una validación del método en cuestión. La encuesta reúne información socio-demográfica como: sexo, edad, nivel de instrucción, autoidentificación; variables de carácter laboral como: condición de actividad, sector económico, rama de actividad, categoría de ocupación, ingresos del trabajo, ingresos no del trabajo, entre otras a nivel urbano.

<sup>6</sup>Se dice que el crecimiento es pro pobre con respecto al ingreso cuando en un periodo de tiempo el aumento del ingreso promedio en términos relativos fue mayor para la población más pobre.

<sup>7</sup>En el caso de ENEMDU, se refiere a que la encuesta tiene cobertura nacional, el levantamiento de información se realiza en el área urbana y rural y que la encuesta está dirigida a los hogares y las personas que en ellos residen, establecidos en las viviendas particulares.

La encuesta tiene cobertura urbana en los meses de marzo y septiembre, y cobertura urbana y rural en los meses de junio y diciembre; su dominio geográfico para el área urbana esta conformado por: Quito, Guayaquil, Cuenca, Machala, Ambato, Resto sierra urbano, Resto costa urbano y Amazonía urbano. En los meses de junio y diciembre tiene cobertura urbano y rural, y los dominios investigados son: Quito, Guayaquil, Cuenca, Machala, Ambato, Resto Sierra urbano, Resto Costa urbano y Amazonía urbano, Sierra rural, Costa rural y Amazonía rural.

La encuesta utiliza un esquema de rotación recomendada por la Organización Internacional del Trabajo (OIT) para encuestas de empleo trimestrales, denominado 2-2-2. Bajo este esquema, un panel de viviendas (un panel consta de cuatro viviendas) seleccionadas en una submuestra de 25 % se mantiene en la muestra durante dos trimestres consecutivos, seguido de un descanso de dos trimestres para, finalmente, entrar en la muestra por dos últimos trimestres. Este esquema asegura una superposición de 50 % entre las muestras de trimestres consecutivos, como también del mismo trimestre en dos años consecutivos. Comparando las muestras para dos años enteros consecutivos, hay una superposición del 55 % [12]. Este conjunto de hogares a los cuales se realiza un seguimiento a lo largo de dos años, se denomina panel. Los paneles existentes para la encuesta tienen una duración de hasta 2 años.

Para el presente estudio, se utilizaron las encuestas de Diciembre 2007 y Diciembre 2013 a nivel urbano y rural; se estima la movilidad en ese periodo de tiempo; ello servirá para evaluar los resultados en la lucha por la erradicación de la pobreza, lo cual es una de las principales metas sociales de los gobiernos [21]. Para fines de validación, se utiliza un panel de 1 año un trimestre del periodo comprendido entre diciembre 2007 y septiembre 2008.

### 4 Descripción de la metodología

#### 4.1 Enfoque semiparamétrico

Se consideran dos rondas de una misma encuesta de carácter transversal; el primer supuesto para esta aplicación es que la población subyacente entrevistada en ambas encuestas es la misma<sup>7</sup>. En cuanto a las características que contribuirían a explicar los ingresos de los hogares, se tomarán en cuenta las que se observen en las dos rondas de la encuesta, y que puedan ser consideradas invariantes en el tiempo.

Para un hogar  $i$  de la ronda 1 y de la ronda 2, con un vector de características  $x_{i1}$  y  $x_{i2}$ , respectivamente, sus ingresos estarían dados por el siguiente modelo lineal:

$$y_{i1} = \beta_1 x_{i1} + \varepsilon_{i1} \quad (1)$$

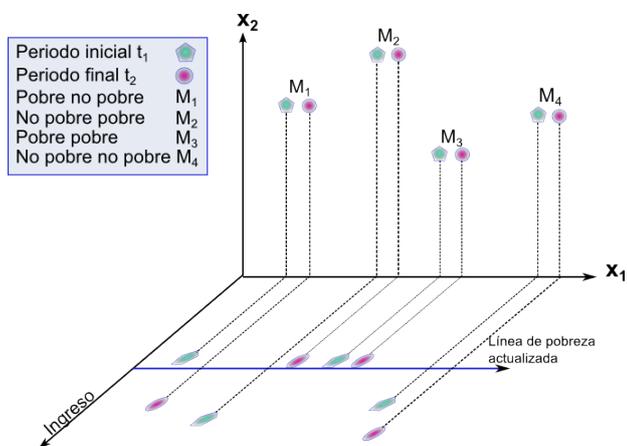
y

$$y_{i2} = \beta_2 x_{i2} + \varepsilon_{i2}. \quad (2)$$

Considerando las líneas de pobreza de la primera ronda ( $z_1$ ) y de la segunda ( $z_2$ ), la primera aproximación para medir la movilidad hacia afuera de la pobreza está dada por la probabilidad de que un hogar pase de ser pobre en el primer periodo a superar el umbral de pobreza en el segundo periodo. Es decir:  $Pr(y_{i1} < z_1 \cap y_{i2} > z_2)$ , expresión que se puede reescribir como<sup>8</sup>:

$$Pr(\varepsilon_{i1} < z_1 - \beta_1 x_{i1} \cap \varepsilon_{i2} > z_2 - \beta_2 x_{i2}) \quad (3)$$

Dado que la línea de pobreza y el vector de características son datos para ambas rondas de la encuesta, la expresión (3) indica que la probabilidad de que un hogar pase de ser pobre a no pobre depende del término de error de la ecuación del ingreso.



**Figura 4.** Variables características y proyección del ingreso. En esta ilustración el ingreso y la línea de pobreza se encuentra expresado en dólares actuales. Elaboración propia.

La Figura 4 refleja la dinámica de la movilidad en base al ingreso del hogar. El ingreso es la variable de resultado de una proyección y está expresado en dólares del periodo final; por ello, solo hay una línea de pobreza; los casos desde  $M_1$  hasta  $M_4$  indican pares de hogares con perfiles similares según sus características ( $x_1$  y  $x_2$ ), para ambas rondas. El caso  $M_2$  es un caso de alta movilidad, dado que ambos hogares tienen un perfil similar pero su ingreso resulta muy distinto entre el periodo 1 y periodo 2; en tal caso, los términos de error tienen una correlación baja ( $\rho \rightarrow 0$ ); es decir que, entre más independientes sean los ingresos del primer y segundo periodo y en consecuencia los términos de error, existe una probabilidad de movilidad más alta ya sea hacia afuera o hacia dentro de la pobreza.

El segundo supuesto necesario para estimar la movilidad mediante este enfoque, consiste en asumir que la

correlación entre  $\varepsilon_1$  y  $\varepsilon_2$  es no negativa; es decir, se asume que si el ingreso fuera sobre (sub) estimado en el primer periodo, se esperaría que fuera sobre (sub) estimado en el segundo periodo. En otras palabras, si el ingreso es estimado de manera incorrecta, esta estimación errónea se da en la misma dirección. Adicionalmente, el análisis se limita a hogares cuyos jefes de hogar están entre 20 y 60 años. El autor menciona que estimar la movilidad fuera de esos rangos de edad es más difícil, porque se trata de hogares que están empezando a formarse o disolverse [6] y en tal caso es insostenible la hipótesis de que las variables usadas son invariantes en el tiempo.

Como se mencionó antes, lo que se estimará son unas cotas superior e inferior del indicador que se derivan de los valores que pueda tomar  $\rho$ . La estimación del Límite superior para los casos de movilidad, cuando la correlación es nula ( $\rho = 0$ ), se lleva a cabo mediante el siguiente procedimiento:

Se estima el ingreso de la ronda 1 mediante un modelo lineal, el cual se replica para la ronda 2 utilizando las mismas variables; se obtienen así los vectores de parámetros  $\beta_1$  y  $\beta_2$  y los términos de error  $\varepsilon_1$  y  $\varepsilon_2$ , respectivamente. A continuación, se hace la siguiente pregunta. ¿Cuál hubiera sido el ingreso de un hogar de la ronda 2 en la ronda 1? (la pregunta inversa también es válida y debería arrojar aproximadamente los mismos resultados). Para responder, se utilizan los parámetros y el término de error de la ronda 1 para aproximar el ingreso de un hogar de la ronda 2:

$$\hat{y}_{i1} = \hat{\beta}_1 x_{i2} + \varepsilon_{i1}^*, \quad (4)$$

donde  $\hat{y}_{i1}$  denota el ingreso de un hogar en el periodo 1, estimado con la información del periodo 2. En la expresión 4 se conoce el vector de parámetros  $\beta_1$ ; se conoce para cada hogar de la segunda ronda sus características  $x_{i2}$ , pero no se conoce el término de error  $\varepsilon_{i1}$  de los hogares de la ronda 2 en la 1. Para resolver este problema existen dos alternativas: i) realizar un muestreo aleatorio con repetición del término de error de la ronda 1 y asignar esta variable a los hogares de la ronda 2; dicho proceso se repite un número determinado de veces<sup>9</sup>. Nótese que cada vez que se realice una asignación del vector de error se tendrá una valoración distinta del vector de ingresos<sup>10</sup>. Es de esperar que, al ser el término de error asignado de manera aleatoria, al computar la correlación entre los términos de error para los diferentes ingresos entre las dos rondas, dicha correlación sea marginal; se realiza, en consecuencia, la hipótesis de correlación nula, ii) la segunda alternativa para resolver el problema es asignar una distribución normal para el término de error de la ronda 1 con la media y varianza del término de error del periodo 1, es decir  $\varepsilon_{i1}^* \sim N(\bar{\varepsilon}_1, \sigma_{\varepsilon_1})$ . Al igual que en el caso anterior, este proceso se repite un

<sup>8</sup>En ausencia de paneles genuinos, no se puede observar en el periodo 1 y 2 al hogar  $i$ .

<sup>9</sup>Tomar en cuenta que el tamaño muestral de la encuesta siempre aumenta entre un periodo y otro.

<sup>10</sup>La implementación de Bootstrap para el presente ejercicio comprobó que usar un número de repeticiones pequeño, como 20, o grande, como 150, tuvo una repercusión marginal sobre los indicadores de movilidad. En concreto, se tomaron 100 selecciones del término de error para asignarlos a los hogares de la ronda 2, obteniéndose 100 estimaciones distintas de ingreso; para la estimación de las probabilidades, se consideró el indicador promedio de pobreza por ingresos con las diferentes estimaciones del ingreso.

determinado número de veces. De hecho, dado que en adelante se estima el logaritmo del ingreso, la distribución del ingreso es aproximadamente normal al igual que la distribución de los términos de error  $\varepsilon_1$  y  $\varepsilon_2$ .

Calcular el ingreso para los hogares del periodo 2 en el periodo 1 es como construir para cada hogar del periodo 2 un panel sintético. Para el cálculo de la cota superior de la movilidad, se utiliza el ingreso de la ecuación (4) para el periodo  $t_1$ .

#### 4.1.1 Estimación de cotas

En esta sección, se infieren las cotas para cada caso de movilidad en la situación ideal; es decir, cuando se tiene datos de panel y el individuo observado en el primer periodo es el mismo que se observa en el periodo 2; ello, para posteriormente aplicarlo al caso de estudio, cuando no se cuenta con datos de panel.

#### 4.1.2 Estimación de la cota superior

Es un supuesto que la relación  $(\varepsilon_1, \varepsilon_2)$  es dependiente cuadrante positivo debido a que se estableció que la correlación entre los términos de error es positiva; ello implica que:

$$\Pr(\varepsilon_{i1} < z_1 - \beta_1 x_{i1} \cap \varepsilon_{i2} < z_2 - \beta_2 x_{i2}) \geq \Pr(\varepsilon_{i1} < z_1 - \beta_1 x_{i1}) \Pr(\varepsilon_{i2} < z_2 - \beta_2 x_{i2}) \quad (5)$$

Ahora, sea:

$P(A) = \Pr(\varepsilon_{i1} < z_1 - \beta_1 x_{i1})$  y  $P(B) = \Pr(\varepsilon_{i2} < z_2 - \beta_2 x_{i2})$ .  
Reescribiendo la ecuación (5):

$$P(A \cap B) \geq P(A)P(B), \quad (6)$$

a partir de la igualdad (5) se deducirá la cota superior de la probabilidad de movilidad para el caso de no pobre a pobre. Por propiedad de probabilidades, sea la igualdad:  $P(A \cap B) = P(B) - P(A^c \cap B)$ ; se reemplaza esta expresión en (6), y se desarrolla:

$$\begin{aligned} P(B) - P(A^c \cap B) &\geq P(A)P(B) \\ -P(A^c \cap B) &\geq P(A)P(B) - P(B) \\ -P(A^c \cap B) &\geq P(B)(P(A) - 1) \\ -P(A^c \cap B) &\geq P(B)(-P(A)^c) \\ P(A^c \cap B) &\leq P(A)^c P(B), \end{aligned} \quad (7)$$

donde  $P(A^c) = \Pr(\varepsilon_{i1} > z_1 - \beta_1 x_{i1})$ . Reescribiendo la igualdad (7), se tiene:

$$\begin{aligned} \Pr(\varepsilon_{i1} > z_1 - \beta_1 x_{i1}) \Pr(\varepsilon_{i2} < z_2 - \beta_2 x_{i2}) &\geq \\ \Pr(\varepsilon_{i1} > z_1 - \beta_1 x_{i1} \cap \varepsilon_{i2} > z_2 - \beta_2 x_{i2}). & \end{aligned}$$

La expresión anterior es la cota superior de la probabilidad de no pobre a pobre. Para deducir la cota superior de la probabilidad de pobre a no pobre, se parte de la igualdad  $P(A \cap B) = P(A) - P(B^c \cap A)$ . Dicha cota superior se expresa como:

$$\begin{aligned} \Pr(\varepsilon_{i1} < z_1 - \beta_1 x_{i1}) \Pr(\varepsilon_{i2} > z_2 - \beta_2 x_{i2}) &\geq \\ \Pr(\varepsilon_{i1} < z_1 - \beta_1 x_{i1} \cap \varepsilon_{i2} > z_2 - \beta_2 x_{i2}). & \end{aligned} \quad (8)$$

Para los casos de no movilidad, es decir hogares que no cambian su estatus económico de un periodo a otro, las probabilidades se deducen a partir de operaciones con áreas (ver Figura 5). La probabilidad buscada es el área resultante de la operación  $A - B = C$ :

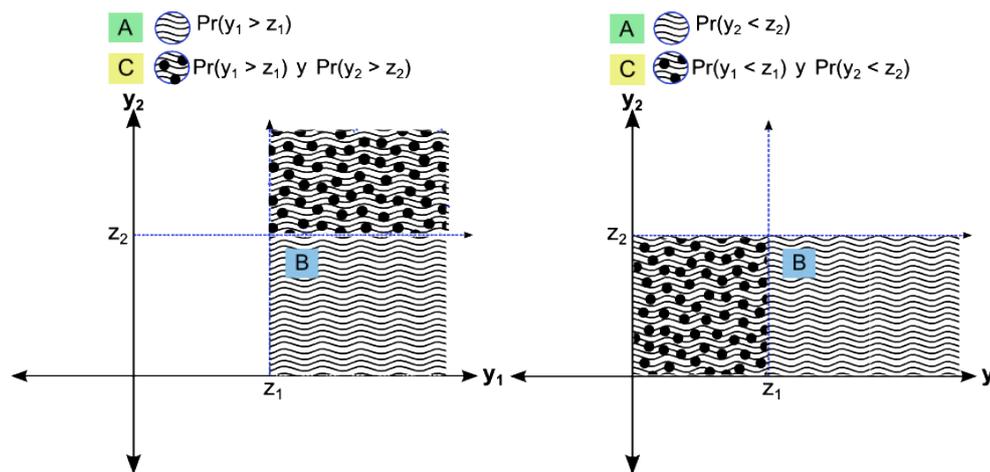


Figura 5. Representación gráfica de las probabilidades de no movilidad. Elaboración propia.

Las probabilidades para los casos de no movilidad son:  
De pobre a pobre:

$$\begin{aligned} \Pr(y_{i1} < z_1 \cap y_{i2} < z_2) = \\ \Pr(y_{i2} < z_2) - \Pr(y_{i1} > z_1 \cap y_{i2} < z_2). \end{aligned} \quad (9)$$

De no pobre a no pobre:

$$\begin{aligned} \Pr(y_{i1} > z_1 \cap y_{i2} > z_2) = \\ \Pr(y_{i2} > z_2) - \Pr(y_{i1} < z_1 \cap y_{i2} > z_2). \end{aligned} \quad (10)$$

El Límite superior del caso de movilidad es el segundo

término de la derecha de las igualdades (9) y (10). Nótese que el término está restando; por tanto, la cota calculada para los casos de inmovilidad es menor que la probabilidad observada de que un hogar pase de pobre a pobre. Las cotas estimadas hasta el momento son para el caso general, es decir resulta indiferente que el individuo del primer periodo sea el mismo que se observa en el segundo periodo. En el caso de interés, se reemplaza el ingreso de las cotas (expresiones (8), (9) y (10)) por la aproximación (4); de esta forma, se considera la situación en la que no se cuenta con datos de panel, obteniéndose las siguientes cotas:

De no pobre a pobre:

$$\begin{aligned} Pr(\varepsilon_{i1}^* > z_1 - \hat{\beta}_1 x_{i1} \cap \hat{\varepsilon}_{i2} < z_2 - \hat{\beta}_2 x_{i2}) &\leq \\ Pr(\varepsilon_{i1}^* > z_1 - \hat{\beta}_1 x_{i1}) Pr(\hat{\varepsilon}_{i2} < z_2 - \hat{\beta}_2 x_{i2}). \end{aligned}$$

De pobre a no pobre:

$$\begin{aligned} Pr(\varepsilon_{i1}^* < z_1 - \hat{\beta}_1 x_{i1} \cap \hat{\varepsilon}_{i2} > z_2 - \hat{\beta}_2 x_{i2}) &\leq \\ Pr(\varepsilon_{i1}^* < z_1 - \hat{\beta}_1 x_{i1}) Pr(\hat{\varepsilon}_{i2} > z_2 - \hat{\beta}_2 x_{i2}). \end{aligned}$$

De pobre a pobre:

$$\begin{aligned} Pr(\varepsilon_{i1}^* < z_1 - \hat{\beta}_1 x_{i1} \cap \hat{\varepsilon}_{i2} < z_2 - \hat{\beta}_2 x_{i2}) &\geq \\ Pr(\hat{\varepsilon}_{i2} < z_2 - \hat{\beta}_2 x_{i2}) - \end{aligned}$$

$$Pr(\varepsilon_{i1}^* > z_1 - \hat{\beta}_1 x_{i1} \cap \hat{\varepsilon}_{i2} < z_2 - \hat{\beta}_2 x_{i2}).$$

De no pobre a no pobre:

$$\begin{aligned} Pr(\varepsilon_{i1}^* > z_1 - \hat{\beta}_1 x_{i1} \cap \hat{\varepsilon}_{i2} > z_2 - \hat{\beta}_2 x_{i2}) &\geq \\ Pr(\hat{\varepsilon}_{i2} > z_2 - \hat{\beta}_2 x_{i2}) - \end{aligned}$$

$$Pr(\varepsilon_{i1}^* < z_1 - \hat{\beta}_1 x_{i1} \cap \hat{\varepsilon}_{i2} > z_2 - \hat{\beta}_2 x_{i2}).$$

#### 4.1.3 Estimación de la cota inferior

Para la estimación del Límite inferior para los casos de movilidad ( $\rho = 1$ ), se estima el ingreso de los hogares del periodo 1 en el periodo 2 usando la especificación:

$$y_{i1}^* = \beta_1 x_{i2} + \varepsilon_{i2}. \quad (11)$$

Dado que para estimar este ingreso se utiliza el error correspondiente del periodo 2, no es necesario realizar un muestreo con repetición; por construcción, la correlación entre los términos de error de ambas rondas será 1. Se calculan las probabilidades del periodo 1 con el vector de parámetros y el error del periodo 2. Entonces, si un hogar es pobre en el periodo 1, es muy probable que sea pobre en el periodo 2; el caso contrario también ocurrirá. La construcción de la probabilidad para el Límite superior es: Sea  $Pr(A) = Pr(y_{i1} < z_1)$  y  $Pr(B) = Pr(y_{i2} > z_2)$ , y por definición de intersección de probabilidades:

$$\begin{aligned} Pr(A \cap B) &= Pr(A) + Pr(B) - Pr(A \cup B) \\ Pr(A \cap B) &= Pr(A) + 1 - Pr(B') - Pr(A \cup B) \\ Pr(A \cap B) &= Pr(A) - Pr(B') + [1 - Pr(A \cup B)] \end{aligned} \quad (12)$$

El término entre corchetes es no negativo; por eso, al sustraerlo de la expresión (12), la cota que resulta de esta operación será siempre menor a la probabilidad observada

siendo una cota inferior.

$$Pr(y_{i1} > z_1 \cap y_{i2} < z_2) > Pr(y_{i2} < z_2) - Pr(y_{i1} \leq z_1) \quad (13)$$

$$Pr(y_{i1} < z_1 \cap y_{i2} > z_2) > Pr(y_{i1} < z_1) - Pr(y_{i2} \leq z_2) \quad (14)$$

Nótese que, al computar estas probabilidades, la cota inferior del caso pobre a no pobre, va a ser la misma cantidad que la cota superior del caso no pobre a pobre pero con signo contrario; ello da lugar a cotas negativas, en cuyo caso el valor mínimo admitido será de cero. Para el caso de interés, como no se tienen datos de panel, se utiliza la valoración del ingreso de la expresión (11); ella se reemplaza en las expresiones (13) y (14) para los casos de movilidad, y en las expresiones (9) y (10) para los casos de los hogares que no cambian su situación económica. De esta forma, se obtienen las siguientes cotas:

De no pobre a pobre:

$$\begin{aligned} Pr(\hat{\varepsilon}_{i2} > z_1 - \hat{\beta}_1 x_{i1} \cap \hat{\varepsilon}_{i2} \leq z_2 - \hat{\beta}_2 x_{i2}) &> \\ Pr(\hat{\varepsilon}_{i2} < z_2 - \hat{\beta}_2 x_{i2}) - Pr(\hat{\varepsilon}_{i2} \leq z_1 - \hat{\beta}_1 x_{i1}). \end{aligned}$$

De pobre a no pobre:

$$\begin{aligned} Pr(\hat{\varepsilon}_{i2} < z_1 - \hat{\beta}_1 x_{i1} \cap \hat{\varepsilon}_{i2} \leq z_2 - \hat{\beta}_2 x_{i2}) &> \\ Pr(\hat{\varepsilon}_{i2} < z_1 - \hat{\beta}_1 x_{i1}) - Pr(\hat{\varepsilon}_{i2} \leq z_2 - \hat{\beta}_2 x_{i2}). \end{aligned}$$

De pobre a pobre:

$$\begin{aligned} Pr(\hat{\varepsilon}_{i1} < z_1 - \hat{\beta}_1 x_{i1} \cap \hat{\varepsilon}_{i2} < z_2 - \hat{\beta}_2 x_{i2}) &\geq \\ Pr(\hat{\varepsilon}_{i2} < z_2 - \hat{\beta}_2 x_{i2}) - \end{aligned}$$

$$Pr(\hat{\varepsilon}_{i1} > z_1 - \hat{\beta}_1 x_{i1} \cap \hat{\varepsilon}_{i2} > z_2 - \hat{\beta}_2 x_{i2}).$$

$$Pr(\hat{\varepsilon}_{i2} > z_1 - \hat{\beta}_1 x_{i1} \cap \hat{\varepsilon}_{i2} > z_2 - \hat{\beta}_2 x_{i2}) \geq$$

$$Pr(\hat{\varepsilon}_{i2} > z_2 - \hat{\beta}_2 x_{i2}) -$$

$$Pr(\hat{\varepsilon}_{i2} < z_1 - \hat{\beta}_1 x_{i1} \cap \hat{\varepsilon}_{i2} > z_2 - \hat{\beta}_2 x_{i2}).$$

## 4.2 Enfoque paramétrico

En este enfoque se trata de disminuir la amplitud del intervalo de confianza del indicador de movilidad de la pobreza, imponiendo una distribución normal bivariada para los términos de error del modelo del ingreso. Adicionalmente, se supone que la correlación entre los términos de error  $\rho$  se encuentra acotado entre  $0 < \rho < 1$ . La función de distribución acumulada se estructura como:

$$\Phi(\alpha, \beta, \rho),$$

donde las variables  $\alpha$  y  $\beta$  son variables con distribución normal con media y varianza determinadas, y  $\rho$  es el nivel de correlación entre ellas. Justamente, la función permite estimar, para cada individuo, la probabilidad conjunta de que suceda el evento  $\alpha$  y  $\beta$ . La Figura 6 muestra la distribución normal bivariada para dos variables con distribución normal con media y varianza determinada. Nótese que la probabilidad conjunta buscada es el volumen acotado entre la superficie y los intervalos de las variables  $\alpha$  y  $\beta$  buscados.

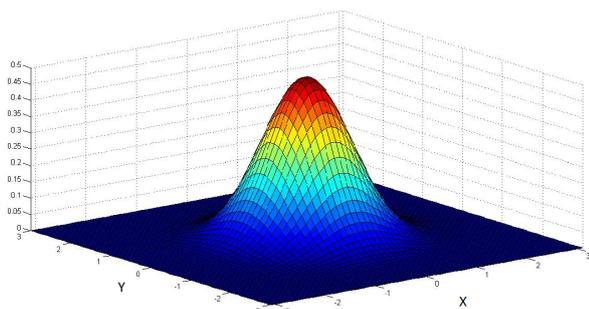


Figura 6. Distribución normal bivariada. Elaboración propia.

Para el caso en cuestión, esta función está representada por  $\Phi$  (función de distribución acumulada), la cual por su propiedad de función monótona (creciente o decreciente) permite determinar con sencillez los valores de las cotas del indicador de movilidad. Los argumentos de la función están dados por el nivel de discrepancia entre la línea de pobreza y el ingreso estimado tanto para el periodo 1 y periodo 2. Los argumentos de la función son:  $\frac{z_1 - \beta_1 x_{i2}}{\sigma_{\epsilon 1}}$ ,  $\frac{z_2 - \beta_2 x_{i2}}{\sigma_{\epsilon 2}}$  y el coeficiente de correlación  $\rho$ ; el signo de la correlación dependerá de la relación entre las variables; por esta razón en los casos de movilidad con una relación inversa, el signo es negativo, y para los casos de no movilidad es positivo. Por ejemplo, para la transición pobre a no pobre la función es:

$$Pr(y_{i1} < z_1 \cap y_{i2} > z_2) = \Phi \left( \frac{z_1 - \beta_1 x_{i2}}{\sigma_{\epsilon 1}}, -\frac{z_2 - \beta_2 x_{i2}}{\sigma_{\epsilon 2}}, -\rho \right).$$

Por cada caso de transición existe una función de distribución y la suma de las probabilidades de todos los casos debe sumar uno para cada individuo. El Límite inferior y superior vienen determinados por la selección que el investigador hace del valor de  $\rho$ . Para una ubicación más precisa, se debería contar con la correlación observada que se obtendría al procesar los datos de panel para el periodo en cuestión. El objeto del presente trabajo es, precisamente, la sustitución de estos datos por una aproximación. En virtud de esta dificultad, se tomará como referencia el valor de  $\rho$  según el valor observado de un panel de la encuesta (1 año un trimestre); aunque su periodo sea menor que el de estudio, al menos da una idea de la correlación (0.593), así como de que ésta es más alta al ser el periodo más corto; es decir, hay una gran dependencia entre los ingresos. Así, para el periodo en cuestión, se ubica a la correlación en el intervalo  $0,3 < \rho < 0,7$ . Las estimaciones de los demás casos de movilidad son:

De no pobre a no pobre:

$$Pr(y_{i1} < z_1 \cap y_{i2} > z_2) = \Phi \left( -\frac{z_1 - \beta_1 x_{i2}}{\sigma_{\epsilon 1}}, \frac{z_2 - \beta_2 x_{i2}}{\sigma_{\epsilon 2}}, -\rho \right).$$

De pobre a pobre:

$$Pr(y_{i1} < z_1 \cap y_{i2} < z_2) = \Phi \left( \frac{z_1 - \beta_1 x_{i2}}{\sigma_{\epsilon 1}}, \frac{z_2 - \beta_2 x_{i2}}{\sigma_{\epsilon 2}}, \rho \right).$$

De no pobre a no pobre:

$$Pr(y_{i1} > z_1 \cap y_{i2} > z_2) = \Phi \left( -\frac{z_1 - \beta_1 x_{i2}}{\sigma_{\epsilon 1}}, -\frac{z_2 - \beta_2 x_{i2}}{\sigma_{\epsilon 2}}, \rho \right).$$

### 4.3 Movilidad entre varias clases sociales

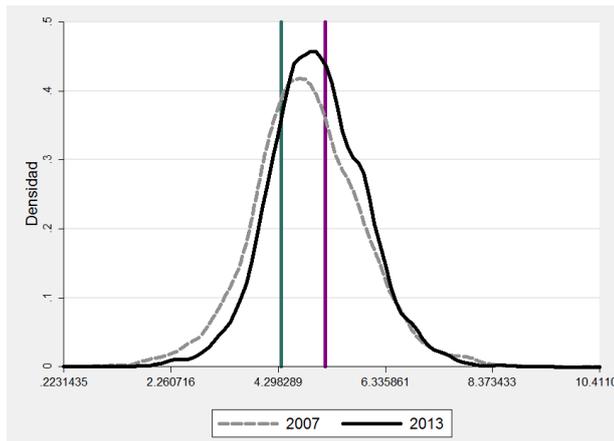
El informe sobre movilidad social en América Latina publicado por el Banco Mundial [8] afirma que América Latina se ha convertido en un continente con una clase media en ascenso, pues entre 1995-2009, la clase media pasó de 20.9% a 40.7%, y la pobreza disminuyó de 45.7% a 23.4%. La definición de clase media se basa en el concepto de seguridad económica; es decir, ella tiene un cierto grado de estabilidad económica y la capacidad de superar perturbaciones económicas. Entre los pobres y la clase media hay una clase social adicional; ella cuenta con ingresos que le permite vivir con cierta holgura pero no goza de una seguridad económica suficiente que permita clasificarla como clase media; esta clase se denomina vulnerable, y constituye el hogar modal o de mayor frecuencia, en función de la distribución del ingreso. Para poder fijar la línea monetaria que separa a los vulnerables de la clase media, se ha tomado como referencia el valor establecido por dicho informe y sustentado en la metodología planteada por López-Calva y Ortiz-Juárez [16]; la línea fijada es de 10 USD PPP (paridad del poder adquisitivo)<sup>11</sup>. Con este umbral adicional, se clasifica a la pobreza en tres clases sociales: pobres, vulnerables y clase media y ricos.

La Tabla 1, muestra la estructura de clases sociales en el Ecuador establecidas bajo el criterio anterior y para la población objetivo del estudio (hogares cuyo jefe de hogar tienen entre 20 y 60 años). Así entre el 2007 y 2013 la pobreza se redujo aproximadamente 9 puntos porcentuales, y la clase media creció por encima de la clase vulnerable, ya que los hogares de clase media lo hicieron en 6 puntos y los vulnerables en 3 puntos. La Figura 7, muestra una comparación entre los dos periodos de las curvas de densidad del ingreso per cápita familiar. Las líneas de pobreza y vulnerabilidad permiten diferenciar las tres clases sociales y su cambio de un año a otro. Se evidencia que la curva del 2013 se encuentra más desplazada hacia la derecha, indicando un crecimiento del ingreso promedio y, por ende, una disminución de la pobreza, como ya se mencionó anteriormente.

Clase	2007	2013	Variación
Pobres	30.17	21.38	-8.79
Vulnerables	34.00	36.97	2.97
Clase media y más	35.83	41.65	5.82
Línea de pobreza	58.83	78.1	
Línea de vulnerabilidad	136.25	180.88	

Tabla 1. Distribución de la población en tres clases sociales años 2007 y 2013. Los datos corresponden a la población objetivo del estudio, la línea de pobreza y vulnerabilidad están expresadas en dólares constantes del 2013. Elaboración propia.

<sup>11</sup>La línea de 10 USD PPP se actualiza a dólares de diciembre 2013.



**Figura 7.** Curva de densidad del ingreso per cápita familiar comparación 2007-2013. La curva muestra el logaritmo del ingreso per cápita familiar de la población objetivo (hogares cuyo jefe de hogar tienen entre 20 y 60 años). Las líneas corresponden a la línea de pobreza y vulnerabilidad respectivamente. Todos los valores están expresados en dólares constantes del 2013. Elaboración propia.

Para el método paramétrico, se estiman las matrices de transición para tres clases sociales. Sean  $\tau_1$  y  $\tau_2$  los umbrales para el periodo 1 y 2, respectivamente, los argumentos de la función de distribución son:

$$a_1 = \frac{z_1 - \beta_1 x_{i2}}{\sigma_1}, \quad a_2 = \frac{z_2 - \beta_2 x_{i2}}{\sigma_2},$$

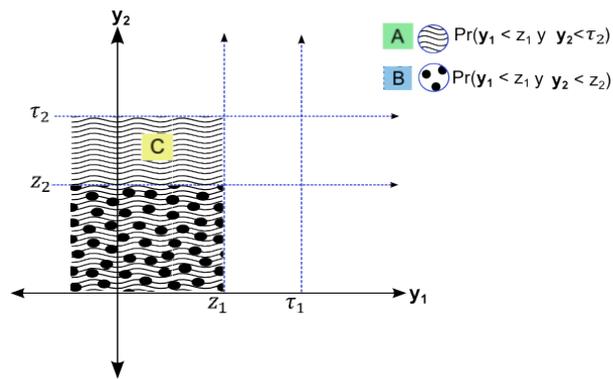
$$a_3 = \frac{\tau_1 - \beta_1 x_{i2}}{\sigma_1} \quad y \quad a_4 = \frac{\tau_2 - \beta_2 x_{i2}}{\sigma_2}.$$

Las probabilidades de transición de estados se pueden estimar haciendo uso del análisis de áreas (Figura 8). Por ejemplo, la probabilidad de que un hogar sea pobre en el primer periodo y vulnerable en el segundo periodo, es el resultado de la resta de áreas  $A - B = C$ . Donde el área  $A$  representa la probabilidad de ser pobre en el primer periodo y vulnerable en el segundo, y el área  $B$  representa la probabilidad de ser pobre en los dos periodos.

A continuación se muestran todas las probabilidades:

1.  $Pr(p, p) = \Phi(a_1, -a_2, -\rho),$
2.  $Pr(p, v) = \Phi(a_1, a_4, \rho) - \Phi(a_1, -a_2, -\rho),$
3.  $Pr(p, cm) = \Phi(a_1, -a_4, -\rho),$
4.  $Pr(v, p) = \Phi(a_1, a_2, \rho) - \Phi(a_1, -a_2, -\rho),$
5.  $Pr(v, v) = \Phi(-a_3, -a_4, \rho) - \Phi(a_1, a_4, \rho) - \Phi(a_1, -a_2, -\rho),$
6.  $Pr(v, cm) = \Phi(a_3, -a_4, -\rho) - \Phi(a_1, -a_4, -\rho),$
7.  $Pr(cm, p) = \Phi(-a_3, a_2, -\rho),$
8.  $Pr(cm, v) = \Phi(-a_1, a_2, -\rho) - \Phi(a_3, a_2, -\rho), y$
9.  $Pr(cm, cm) = \Phi(-a_3, -a_4, \rho).$

<sup>12</sup>Se utilizó el logaritmo natural del ingreso. Se clasificaron como datos atípicos aquellos ingresos que superaron el umbral  $\overline{lning} \pm 3\sigma$ . Las variables consideradas para estimar el ingreso fueron: años de escolaridad, sexo, edad, edad al cuadrado y estado civil.



**Figura 8.** Gráfico de áreas para la probabilidad de pasar de ser pobre a vulnerable. Elaboración propia.

## 5 Resultados

La aplicación del enfoque semi paramétrico se realiza para distintas especificaciones del ingreso, resultantes de una mejora gradual del nivel de predicción del modelo lineal. El primer modelo contiene información sobre edad, género y auto identificación del jefe de hogar y región de residencia del hogar; el modelo 2 agrega información sobre el nivel de instrucción y sector económico; y el modelo 3 adiciona información sobre categoría de ocupación, tipo de vivienda y equipamiento del hogar (Anexos C y D). Adicionalmente, se realiza un tratamiento de valores extremos mediante imputación; la presencia de valores considerados atípicos puede afectar la ponderación de los parámetros de regresión. En esta aplicación, se imputa a los valores considerados extremos por la estimación del ingreso proveniente de un modelo de regresión lineal, en donde se considerará una especificación de tipo Mincer [17]. En total, se imputaron alrededor de 100 datos, lo que representará el 0.8 % de la muestra<sup>12</sup>. Los resultados de movilidad son mostrados en la Tabla 2.

Transiciones	Límite inferior			Límite superior		
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
Pobre a no pobre	6.2	10.6	5.5	24.2	24.4	20.4
No pobre a pobre	0.0	0.0	0.0	15.9	13.0	12.7
Pobre a pobre	25.2	24.1	23.7	9.6	11.3	11.6
No pobre a no pobre	68.6	65.4	70.5	50.5	51.6	55.6
$R^2$ 2007	0.06	0.27	0.37			
$R^2$ 2013	0.07	0.29	0.37			

**Tabla 2.** Resultados movilidad método semi paramétrico. Elaboración propia.

A medida que mejora el nivel de predicción del modelo, la longitud del intervalo del indicador de movilidad e inmovilidad se reduce, obteniéndose intervalos más acotados. Al menos, esta reducción es evidente al comparar el modelo 1 con el modelo 3.

Tomamos como finales los resultados del modelo con mayor nivel de predicción y su Límite superior. En el Ecuador, entre 2007 y 2013, 33 de cada 100 hogares se desplazaron entre clases; de éstos, 13 hogares habrían caído en situación de pobreza; en contraste 20 hogares superaron su situación de pobreza y los restantes 67 no cambiaron su situación. Con respecto a la matriz de transición, se tiene que, de los hogares que vivían en condición de pobreza en el 2007, el 36 % permaneció en esta situación en el 2013 (pobreza crónica); por otro lado, un 64 % superará su situación de pobreza. En contraste, del lado de los no pobres, solo un 19 % de éstos cayó en situación de pobreza (Tabla 3).

La Tabla 2 presenta una serie de indicadores propuestos por Fields et al. (2007), que contribuyen a caracterizar el

fenómeno de la movilidad a nivel macroeconómico. Cabe recordar que con la metodología aplicada se construyó un ingreso de los hogares para diciembre 2007, tanto para estimar el Límite inferior como el Límite superior de las probabilidades; el ingreso del 2013 es el observado. Todos los ingresos están expresados en dólares constantes de diciembre de 2013.

	situación 2013		
	Estado	Pobre	No pobre
Situación 2007	Pobre	36.43	63.57
	No pobre	18.59	81.40

**Tabla 3.** Matriz de transición para el Límite superior del modelo 3. Elaboración propia.

Indicadores	Límites de probabilidad de movilidad	
	Límite inferior	Límite superior
<b>Movilidad hacia la igualdad</b>		
Índice de equiparación de Fields	0.97	1.016
<b>Movilidad como dependencia en el tiempo</b>		
Coefficiente de correlación de Pearson	0.98	0.39
<b>Movilidad como movimiento posicional</b>		
Promedio absoluto del cambio cuantílico	4.58	19.97
<b>Movilidad como simetría del movimiento del ingreso</b>		
Promedio absoluto del cambio del ingreso	52.53	168.08
Cambio del ingreso relativo	32.13	86.82
<b>Movilidad como movimiento direccional del ingreso</b>		
Cambio promedio en el ingreso	51.04	20.04

**Tabla 4.** Indicadores de movilidad a nivel agregado. Los valores del ingreso están expresados en dólares constantes del 2013. Elaboración propia.

Los indicadores presentados también tienen una cota inferior y una cota superior. Por ejemplo, para calcular el indicador de equiparamiento de Fields en el Límite inferior de la probabilidad de movilidad, se utiliza el ingreso del Límite inferior del 2007, el cual se compara con el ingreso observado de 2013; de la misma forma se procede para el Límite superior. El indicador de equiparamiento de Fields parte de la observación de que, si el ingreso promedio del hogar está distribuido de manera más igualitaria en el periodo final que el ingreso del periodo inicial, se espera una propensión a largo plazo de igualdad de los ingresos. En el Límite superior de la probabilidad, al existir más oportunidad de salir de la pobreza, la propensión hacia una igualdad en los ingresos es mayor.

El coeficiente de correlación de los ingresos indica que, en el Límite inferior de la movilidad, la correlación de los ingresos es mayor; es decir, que existe una mayor dependencia en el tiempo y, por tanto, una menor movilidad;

ello se da como un resultado por construcción, pues no hay que olvidar que, en el Límite superior, la correlación de los términos de error es aproximadamente cero.

Los indicadores de movilidad, como simetría del movimiento del ingreso, dan cuenta de los cambios en el ingreso para los dos periodos en términos absolutos. Cuando la movilidad es menor, en promedio un hogar se mueve alrededor de 4,58 percentiles desde su posición; en términos relativos, éste corresponde a un cambio no direccional del 32 % del ingreso inicial. En el Límite superior, un hogar se desplaza aproximadamente 20 percentiles desde su posición inicial, lo cual equivale a un cambio no direccional del 86.82 % del ingreso inicial.

El indicador de movimiento direccional del ingreso, refleja un aumento o disminución del ingreso. En el Límite inferior, un hogar en promedio ha incrementado en 51 USD sus ingresos entre los dos periodos y, en el Límite superior,

ha incrementado en promedio 20 USD. Este resultado se da porque en el Límite inferior la probabilidad de caer en pobreza es marginal, y la probabilidad de salir de la pobreza es 0.055. Es decir, casi ningún hogar experimentan una disminución del ingreso. A diferencia del Límite superior, la probabilidad de caer en la pobreza es del 0.127; es decir, hay un número importante de hogares cuyos ingresos se deprimen. Sin embargo, también hay una importante cantidad de hogares que superan la pobreza (de pobre a no

pobre 20.4%). Por tanto, el Límite superior de la movilidad no implica en sentido estricto que los hogares incrementen más sus ingresos, sino que existe un mayor desplazamiento de los hogares, ya sea hacia atrás o hacia adelante en la escala económica.

Con respecto al caso paramétrico, los resultados para la especificación 1 y 3 del ingreso y distintos valores de  $\rho$  se exponen a continuación:

Modelos	Transiciones	$\rho$					
		Límite inferior			Límite superior		
		0,95	0,9	0,7	0,3	0,2	0,1
Modelo 1	Pobre a no pobre	12.01	13.09	16.65	21.86	22.98	24.04
	No pobre a pobre	0.69	1.77	5.33	10.54	11.65	12.72
	Pobre a pobre	21.14	20.06	16.49	11.28	10.17	9.11
	No pobre a no pobre	66.17	65.09	61.52	56.31	55.20	54.13
Modelo 3	Pobre a no pobre	10.01	10.88	13.65	17.72	18.59	19.42
	No pobre a pobre	0.81	1.67	4.45	8.51	9.38	10.21
	Pobre a pobre	20.36	19.49	16.72	12.65	11.79	10.95
	No pobre a no pobre	68.82	67.95	65.18	61.11	60.25	59.41

Tabla 5. Estimaciones de movilidad del modelo tipo paramétrico 1 y 3. Elaboración propia

Al igual que para el caso semi paramétrico, la longitud entre la cota superior e inferior para cada indicador se vuelve más acotada a medida que se mejora el nivel de predicción; por este motivo, la longitud de los intervalos de los indicadores de la especificación 3 son inferiores a los expuestos en la especificación 1. La probabilidad de que los hogares experimenten movilidad entre los dos periodos (esto es, que realicen la transición pobre a no pobre o no pobre a pobre) se incrementa a medida que disminuye el valor de la correlación; ello, porque entre menor sea la dependencia de los términos de error, mayor será la probabilidad de movilidad. Las estimaciones de cada modelo para distintos valores del coeficiente de correlación muestran que, entre más estrecho sea el intervalo de  $\rho$ , más estrecho el intervalo de los indicadores de movilidad; pero esto implica que el indicador del verdadero valor de  $\rho$  podría quedar fuera del intervalo.

Para expresar los datos de movilidad, se toman de la especificación 3, para el intervalo  $0,3 < \rho < 0,7$ . Así, bajo este enfoque, en el periodo 2007 - 2013, entre el 13 y el 17% de los hogares se habrían mantenido en situación de pobreza; entre 14 y 18% habrían superado la pobreza, y entre el 4 y 9% habrían caído en la pobreza; finalmente entre el 61 y 65% se habrían mantenido fuera de la pobreza. Al considerar las transiciones entre tres clases, y para un valor de  $\rho$  de 0.3 se obtuvo la siguiente lectura: un 48.2% de los hogares se desplazaron entre clases, un 17.7% de los hogares empeoraron su nivel de vida pasando a convertirse en pobres y vulnerables, un 30.47% mejoró su nivel de vida mientras que alrededor del 51.84% se mantuvo en su mismo estatus (Tablas 6 y 7).

Estados	Pobre	Vulnerable	Clase media y más	Situación 2007
Pobre	16.72	11.84	1.82	30.38
Vulnerable	4.11	16.93	11.47	32.51
Clase media y más	0.34	6.09	30.68	37.11
<b>Situación 2013</b>	<b>21.17</b>	<b>34.86</b>	<b>43.97</b>	<b>100</b>

Tabla 6. Estimaciones de movilidad del modelo paramétrico especificación 3 con  $\rho=0.7$ . Los resultados exhiben las estimaciones de la movilidad para el Límite inferior entre tres clases sociales con la estimación del ingreso per cápita familiar para el periodo 2007-2013. Elaboración propia.

Estados	Pobre	Vulnerable	Clase media y más	Situación 2007
Pobre	12.65	12.28	5.43	30.36
Vulnerable	6.33	13.41	12.76	32.5
Clase media y más	2.18	9.16	25.78	37.12
<b>situación 2013</b>	<b>21.16</b>	<b>34.85</b>	<b>43.97</b>	<b>100</b>

Tabla 7. Estimaciones de movilidad del modelo paramétrico especificación 3 con  $\rho =0.3$ . Los resultados exhiben las estimaciones de la movilidad para el Límite superior entre tres clases sociales con la estimación del ingreso per cápita familiar, para el periodo 2007-2013. Elaboración propia.

## 5.1 Validación con panel real

Se realiza la validación del método semi paramétrico con un panel correspondiente, en el periodo septiembre 2007 - diciembre 2008. Para corroborar la representatividad del panel, se verificó que la distribución de las variables utilizadas en el modelo del panel reprodujeran la

distribución de las variables de la encuesta transversal para la población objetivo. Con dicha finalidad se compararon las distribuciones de las variables en cuestión; además, se realizaron pruebas de hipótesis de la igualdad de proporciones de dos poblaciones para verificar que los indicadores del panel fueran iguales a los de la encuesta; dichos cálculos se hicieron a nivel muestral. El número de observaciones fue de 1312 hogares, que representan el 19% de la muestra (tamaño diciembre 2008). En general, el indicador

observado de la movilidad se encuentra entre el Límite superior e inferior, a excepción de la transición no pobre no pobre, cuya probabilidad se encuentra fuera del intervalo para el modelo 2 y 3. En resumen, la movilidad observada tiende a estar más cerca del Límite superior del indicador. Adicionalmente, la correlación observada de los términos de error es 0.532 aproximadamente, realizando de esta forma el supuesto sobre la correlación positiva del término de error.

Transiciones	Límite inferior			Observado	Límite superior		
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3		Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
Pobre no pobre	0.05	1.59	1.69	10.47	16.36	13.55	12.86
No pobre no pobre	1.29	0.52	0.61	9.45	15.51	11.25	10.78
Pobre pobre	19.19	15.08	14.99	11.53	4.97	4.35	4.81
No pobre no pobre	79.46	82.81	82.72	68.56	63.15	70.86	71.54
$R^2$ septiembre 2007	0.047	0.28	0.339				
$R^2$ diciembre 2007	0.045	0.323	0.412				

**Tabla 8.** Validación del método semi paramétrico para un panel real periodo septiembre 2007 diciembre 2008. El número de simulaciones utilizadas para el Límite superior es 150. Elaboración propia.

## 6 Conclusiones

El objetivo principal de este trabajo es estimar la movilidad de la pobreza en el Ecuador para el periodo 2007 - 2013. Para realizar dicha estimación, se aplicaron las metodologías propuestas por Dang et. al. [6], que permiten aprovechar las encuestas de hogares de tipo transversal; ellas constituyen la información de más fácil disposición en la actualidad. A pesar de la existencia de paneles en la encuesta utilizada, ellos realizan un seguimiento a los hogares a corto plazo (máximo de hasta dos rondas), por lo cual esta información no permitiría entender las tendencias a largo plazo relacionado con los movimientos entre clases sociales; de allí que suscite dudas al momento de utilizarse para fines de planificación de política pública.

La metodología en cuestión propone dos tipos de estimaciones: no paramétrica y paramétrica. Para aumentar la precisión de los indicadores de movilidad, se mejoró gradualmente el nivel de predicción del modelo lineal. Los resultados de ambos enfoques evidencian la existencia de una notable movilidad de los hogares ecuatorianos hacia afuera de la pobreza.

Aunque una reducción sostenida de la pobreza puede inducir a la idea de que todos los hogares han mejorado su situación económica en el periodo de estudio, los resultados (caso semi paramétrico) bajo el supuesto de máxima movilidad ( $\rho = 0$ ) indican un panorama distinto. Entre el 2007 y 2013, de cada 100 hogares, 33 se desplazaron entre clases; de éstos 23 salieron de la pobreza y 10 cayeron en situación de pobreza; en contraste, 67 no cambiaron su situación económica, de éstos, aproximadamente 12 hogares están en una situación de pobreza crónica. Al comparar es-

tos resultados con la estimación paramétrica, se tiene que ésta es un poco más conservadora, puesto que indica que 18 hogares salieron de la pobreza y 8 hogares cayeron en pobreza, mientras que 10 hogares se mantuvieron en una situación de pobreza crónica.

Con respecto a la estructura se han considerado tres clases: pobres, vulnerables y clase media. Ellas se clasificaron en base a la línea de pobreza y vulnerabilidad de ingresos, esta última fijada por el Banco Mundial. Se tiene que la clase media creció de manera importante, subiendo 6 puntos porcentuales entre el 2007 y 2013; la clase vulnerable creció en 3 puntos porcentuales, mientras que los pobres disminuyeron en 9 puntos porcentuales. Con relación a los resultados del enfoque paramétrico, tenemos que los resultados de movilidad son menos optimistas; se tiene que, de cada 100 hogares, 30 mejoraron su nivel de vida, pasando de ser pobres a vulnerables o a clase media; 18 empeoraron su nivel de vida, pasando de ser vulnerables a pobres o de clase media a vulnerables. En resumen, aunque la mayor parte de los hogares que tuvieron movilidad salieron de la pobreza, existe una parte de la población que ha visto empeorar su situación económica y otra parte importante que permanece en una pobreza crónica.

## Agradecimientos

Me gustaría agradecer especialmente a: Carlos Almeida, Paúl Medina, Óscar Nájera, Nelson Yáñez y Diego Rojas por sus valiosas críticas y comentarios.

## Referencias

- [1] F. ANTMAN AND M. DAVID, *Earnings Mobility and Measurement Error: a Pseudo-Panel Approach*, World Bank Publications, 3745, (2007).
- [2] S. CALONICO, *Pseudo-Panel Analysis of Earnings Dynamics and Mobility in Latin America*, (2006).
- [3] G. CRUCES, G. FIELDS, AND M. VIOLLAZ, *Can the Limitations of Panel Datasets be Overcome by Using Pseudo-Panels to Estimate Income Mobility?*, Universidad Nacional de La Plata, Cornell University-IZA, (2013), pp. 1–20.
- [4] G. CRUCES, P. LANJOUW, L. LUCCHETTI, E. PEROVA, R. VAKIS, AND M. VIOLLAZ, *Intra-generational Mobility and Repeated Cross-Sections. a Three-country Validation Exercise*, World Bank Policy Research Working Paper 5916, (2011).
- [5] J. CUESTA, H. ÑOPO, AND G. PIZZOLITO, *Usando pseudopaneles para medir la movilidad del ingreso en América*, Inter-American Development Bank, Research Department, (2007).
- [6] H.-A. DANG, P. LANJOUW, J. LUOTO, AND D. MCKENZIE, *Using Repeated Crossed-Sections to Explore Movements in and out Poverty*, Journal of Development Economics, (2013).
- [7] A. DEATON, *Panel Data From Time Series of Cross Sections*, Journal of Econometrics, Princeton University, (1985), pp. 110–111.
- [8] F. FERREIRA, J. MESSINA, J. RIGOLINI, L. F. LÓPEZ-CALVA, M. A. LUGO, AND R. VAKIS, *La movilidad económica y el crecimiento de la clase media en América Latina*, Banco Mundial, (2013).
- [9] G. FIELDS, *The Many Facets of Economic Mobility*, Ithaca, United States: Cornell University, Department of Economics. Mimeographed document, (2005), pp. 4–5.
- [10] G. FIELDS, R. DUVAL HERNANDEZ, S. FREIJE, AND M. L. SANCHEZ, *Intragenerational Income Mobility in Latin America*, Journal of the Latin American and Caribbean Economic Association, 107, (2007).
- [11] R. FOROZHAR, *What Ever Happened to Upward Mobility*, Time Magazine, (2011).
- [12] INEC, *Metodología del diseño muestral de la ENEMDU*, Instituto Nacional de Estadística y Censos, (2012).
- [13] ———, *Compendio estadístico*, (2013).
- [14] ———, *Reporte trimestral de pobreza*, Instituto Nacional de Estadística Censos, (2013).
- [15] T. KREBS, P. KRISHNA, AND W. MALONEY, *Income dynamics, mobility and welfare in developing countries*, World Bank Study, (2011).
- [16] L. F. LÓPEZ-CALVA AND E. ORTIZ-JUÁREZ, *Clases medias y vulnerabilidad a la pobreza en América Latina*, 10, (2012).
- [17] F. MEDINA AND M. GALVÁN, *Imputación de datos: teoría y práctica*, 54, (s. f.).
- [18] R. NAYAR, P. GOTTTRET, P. MITRA, G. BETCHERMAN, Y. M. LEE, I. SANTOS, M. DAHAL, AND M. SHRESTHA, *More and Better Jobs in South Asia*, World Bank Publications, (2012), pp. 375–376.
- [19] M. RAVALLION, *Las líneas de pobreza en la teoría y en la práctica*, Taller Regional Mecovi, Buenos Aires, (1999).
- [20] M. RAVALLION AND S. CHEN, *Measuring pro-poor growth*, Economics letters, (2003), pp. 93–99.
- [21] SENPLADES, *Plan nacional del buen vivir 2013-2017*, (2013).

## ANEXOS

### A Contraste gráfico de normalidad de los errores para el enfoque paramétrico

Los gráficos permiten inspeccionar la normalidad de los errores obtenidos mediante la aproximación de tipo paramétrico, para el periodo diciembre 2007. La normalidad de los errores se estableció como supuesto, para la estimación de la probabilidad mediante la distribución normal bivariada. Dado que la variable dependiente es el logaritmo del ingreso, se espera que el término de error tenga una distribución aproximadamente normal. Los gráficos q-q plot muestran esta aproximación satisfactoria, salvo por algunos valores extremos que se alejan de la línea normal.

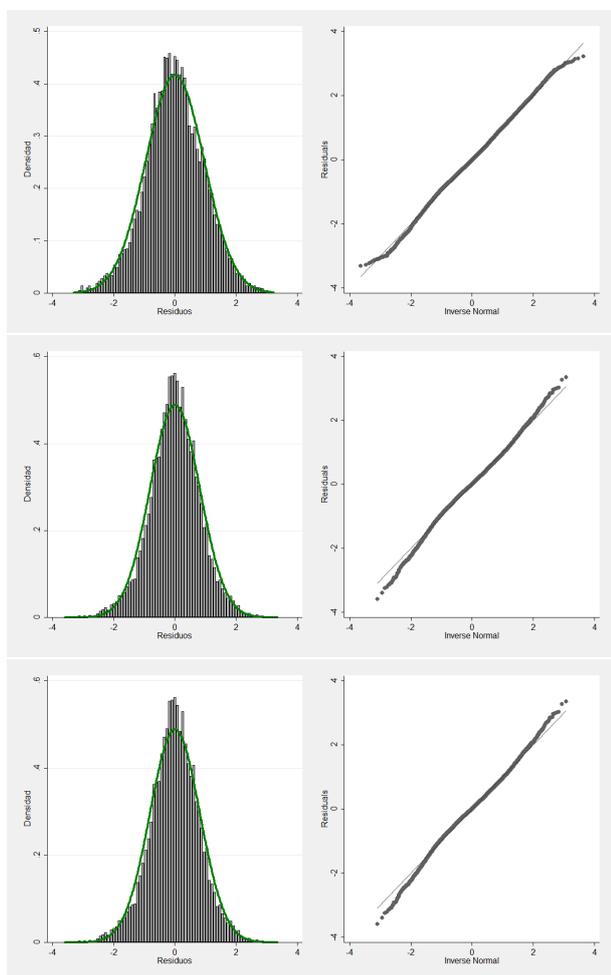


Figura 9. Función de densidad del error empírico de la estimación del ingreso para los modelos 1, 2, y 3 y gráficos Q-Q plot para la encuesta de diciembre 2007. Elaboración propia.

### B Curva de incidencia del crecimiento

La curva permite visualizar quiénes son los mayores beneficiados del crecimiento del ingreso en términos rela-

tivos, para el periodo de estudio. La curva observada (Figura 10) es de la población objetivo del estudio, en la cual los hogares podrían llamarse anónimos, ya que no se están utilizando datos de panel. La curva indica un crecimiento pro pobre, es decir, el crecimiento relativo del ingreso es mayor en los hogares pobres que en los hogares ricos. Ahora bien, con respecto a los paneles sintéticos, el método semi paramétrico provee un Límite inferior y superior para el ingreso en el periodo inicial. La curva puede ser observada en el Límite inferior, ya que se tiene una sola versión del ingreso; pero no se podría observar en el Límite superior, ya que mediante este enfoque se obtuvieron varias simulaciones del ingreso (150) para el periodo 1. Con los paneles sintéticos (Límite inferior) se observa que el crecimiento fue positivo para toda la distribución, pero el crecimiento relativo es prácticamente el mismo para todos los hogares de la distribución. En resumen, el crecimiento no es inequívocamente pro pobre, como haría concluir la Curva de Incidencia del Crecimiento CIC observada, sino que es aproximadamente el mismo para todos los hogares.

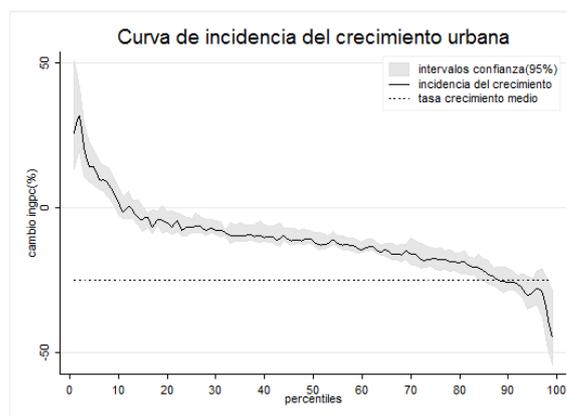


Figura 10. Curva de incidencia del crecimiento observada periodo 2007-2013. La curva corresponde a la población objetivo del estudio, el ingreso es el ingreso per cápita familiar. Elaboración propia.

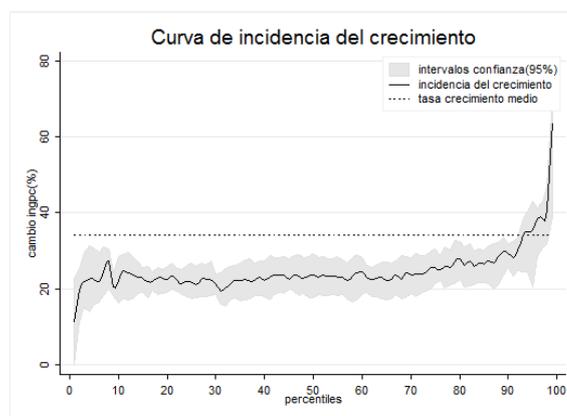


Figura 11. Curva de incidencia del crecimiento Límite inferior periodo 2007-2013. Elaboración propia.

### C Resultados estimaciones mínimos cuadrados ordinarios 2007.

número	Variable	Categorías	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
1	Edad	Edad	0.009***	0.013***	0.012***
2	Sexo	Hombre			
		Mujer	-0.037*	-0.106***	0.013
3	Auto identificación	Indígena			
		Afroecuatoriano	0.498***	0.221***	0.096***
		Mestizo	0.731***	0.366***	0.177***
		Blanco	0.845***	0.447***	0.238***
		Otro	0.544**	0.244	0.101
4	Región natural	Sierra			
		Costa	-0.196***	-0.051***	-0.018***
		Amazonía	-0.042***	-0.005***	0.084
5	Nivel de instrucción*	Centro de alfabetización			
		Educación Básica		0.273	0.163
		Educación Media		0.668***	0.392*
		Educación Superior		1.223***	0.768***
6	Sector económico**	Sector primario			
		Sector secundario		0.478***	0.288***
		Sector terciario		0.564***	0.315***
7	Categoría de ocupación	Asalariado			
		Patrono o cuenta propia			-0.221***
8	Tipo de vivienda	Trabajador no remunerado			-0.363**
		Casa			
		Departamento			0.253***
		Cuarto de arriendo			0.250***
		Mediagua			-0.050**
		Rancho, covacha			-0.263***
		Choza			-0.185*
		Otro			-0.285***
9	Equipamiento del hogar	Tiene televisión a color			
		No tiene televisión a color			-0.231***
10	Equipamiento del hogar	Tiene refrigerador			
		No tiene refrigerador			-0.183***
11	Equipamiento del hogar	Tiene lavadora			
		No tiene lavadora			-0.298***
12	Equipamiento del hogar	Tiene vehículo			
		No tiene vehículo			-0.387***
Constante			3.483***	2.736***	4.005***
Tamaño de muestra			13,595	12,152	12,152

Nota: \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

**Tabla 9.** Coeficientes de mínimos cuadrados ordinarios para las tres especificaciones del ingreso diciembre 2007. La población objetivo son los jefes de hogar entre 20 y 60 años a nivel nacional, los resultados no se encuentran ponderados. Elaboración propia.

## D Resultados estimaciones mínimos cuadrados ordinarios 2013

número	Variable	Categorías	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
1	Edad	Edad	0.009***	0.014***	0.015***
2	Sexo	Hombre			
		Mujer	-0.071*	-0.083***	0.031*
3	Auto identificación	Indígena			
		Afroecuatoriano	0.484***	0.254***	0.100***
		Mestizo	0.703***	0.393***	0.194***
		Blanco	0.964***	0.549***	0.312***
		Otro	0.408**	0.333***	0.128***
4	Región natural	Sierra			
		Costa	-0.249***	-0.110***	-0.056***
		Amazonía	-0.029***	-0.012***	0.078**
5	Nivel de instrucción*	Centro de alfabetización			
		Educación Básica		0.163**	0.093
		Educación Media		0.534***	0.357***
		Educación Superior		1.108***	0.747***
6	Sector económico**	Sector primario			
		Sector secundario		0.314***	0.204***
		Sector terciario		0.417***	0.285***
7	Categoría de ocupación	Asalariado			
		Patrono o cuenta propia			-0.302***
		Trabajador no remunerado			-0.218**
		Casa			
8	Tipo de vivienda	Departamento			0.198***
		Cuarto de arriendo			0.158***
		Mediagua			-0.096***
		Rancho, covacha			-0.135***
		Choza			-0.310***
		Otro			-0.561***
9	Equipamiento del hogar	Tiene televisión a color			
		No tiene televisión a color			-0.025
10	Equipamiento del hogar	Tiene refrigerador			
		No tiene refrigerador			-0.125***
11	Equipamiento del hogar	Tiene lavadora			
		No tiene lavadora			-0.194***
12	Equipamiento del hogar	Tiene vehículo			
		No tiene vehículo			-0.358***
Constante			4.106***	3.504***	4.378***
Tamaño de muestra			16,417	14,090	14,090

Nota: \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

**Tabla 10.** Coeficientes de mínimos cuadrados ordinarios para las tres especificaciones del ingreso diciembre 2013. La población objetivo son los jefes de hogar entre 20 y 60 años a nivel nacional, los resultados no se encuentran ponderados. Elaboración propia.

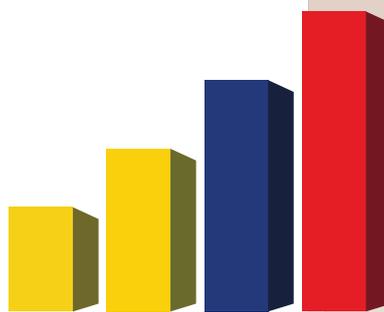
# Analítica

Normas para la presentación de trabajos

Norms for submission of papers

Código de ética

Code of ethics



[www.ecuadorencifras.gob.ec](http://www.ecuadorencifras.gob.ec)



# Normas para la presentación de trabajos

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

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

## Originalidad

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

## Presentación

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

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

## Requerimientos técnicos

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

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

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

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

Para figuras  
`\label{DP_fig:001}`

Para ecuaciones  
`\label{DP_eq:001}`

Para definiciones  
`\label{DP_def:001}`

Para teoremas  
`\label{DP_teo:001}`

etc.

## Estructura y formato

La estructura del documento será de la siguiente forma:

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

Tabla 1. Estructura del documento a ser evaluado.

### Formato del documento

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

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

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

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

lo cual es informativo. No diga

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

lo cual es indicativo.

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

**Clasificación.** Se debe incluir el sistema de clasificación del Journal of Economic Literature, JEL o 2000 Mathematics Subject Classification, MSC2000.

**Referencias.** La sección de referencias debe incluir todas las publicaciones citadas en el texto. No se debe incluir reportes no publicados u otro tipo de información que no es posible verificar. Las tesis deben citarse únicamente cuando están disponibles para consulta en una biblioteca física o virtual. En el texto las referencias deben ir en orden alfabético y deben seguir el sistema “inicial del nombre apellido”. Las referencias de portales electrónicos deben seguir un esquema similar al de las publicaciones, pero adicionalmente se deberá incluir la fecha de consulta. A continuación se muestra un ejemplo:

### Referencias

- [1] M. AGUAYO AND E. LORE, *Cómo hacer una Regresión Logística binaria paso a paso II análisis multivariante*, Fundación Andalucía Beturia para la Investigación en Salud, Dot. No 0702013, (2007).
- [2] C. GAMERO, *Satisfacción laboral y tipo de contrato en España*, *Investigative Radiology* 34, 10 (1999), pp. 636–642.
- [3] LEY NO. 100, *Código de la niñez y adolescencia*. Registro Oficial 737, Enero, (2003).
- [4] SCIENTIFIC INSTRUMENT SERVICES, INC., *MASS Spectral Library*. En línea: <http://www.sisweb.com/software/ms/nist.htm>, Consulta: 10 de abril del 2010., (2006).

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

### Procedimiento editorial

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

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

1. El editor enviará al autor principal las observaciones realizadas por los evaluadores para que éste realice las correcciones y cambios necesarios. El tiempo asignado para esto no será mayor a un mes.
2. Cuando el trabajo corregido es regresado al editor, éste hará la copia-edición y empezará el proceso de formato. Después de que el trabajo ha sido formateado para la publicación, una prueba de impresión (“page proofs”) será enviada al autor para corregir posibles errores. En este punto, no será posible hacer cambios en el documento, sino solamente corregir errores de

edición o formato. El autor debe retornar la prueba de impresión al editor con sus observaciones, si las hubiere, máximo en una semana después de haberla recibido.

3. Finalmente, el documento corregido será archivado hasta que la revista empiece su proceso de impresión. Cuando esto ocurra, se enviará una copia impresa y una digital de la revista al autor.

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

## Comentarios finales

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

La revista Analítica publica dos volúmenes por año.

# Norms for submission of papers

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

## Originality

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

## Format

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

All the documentation must be emailed to the Editor of Analítica Journal to: [analitika@inec.gob.ec](mailto:analitika@inec.gob.ec) / [analitika@analitika.ec](mailto:analitika@analitika.ec).

## Technical Requirements

In order to be submitted for review, a paper must fill the following technical requirements:

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

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

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

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

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

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

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

etc.

## Structure and Style

The structure of the paper must be as follows:

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

Tabla 2. Paper structure for evaluation.

### Style of the document

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

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

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

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

is informative.

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

is indicative and should be avoided.

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

**Classification.** The paper must include the classification system from Journal of Economic Literature, **JEL** or 2000 Mathematics Subject Classification, **MSC2000**.

**References.** This section must include all the publications quoted in the text; it should not include unpublished articles or any other unverifiable information. Thesis

should only be quoted if they are available in a physical or digital library. References must be in alphabetical order by last names. References to websites must follow a scheme similar to publications, including the access date. For example:

### Referencias

- [1] M. AGUAYO AND E. LORE, *Cómo hacer una Regresión Logística binaria paso a paso II análisis multivariante*, Fundación Andalucía Beturia para la Investigación en Salud, Dot. No 0702013, (2007).
- [2] C. GAMERO, *Satisfacción laboral y tipo de contrato en España*, *Investigative Radiology* 34, 10 (1999), pp. 636–642.
- [3] LEY NO. 100, *Código de la niñez y adolescencia*. Registro Oficial 737, Enero, (2003).
- [4] SCIENTIFIC INSTRUMENT SERVICES, INC., *MASS Spectral Library*. En línea: <http://www.sisweb.com/software/ms/nist.htm>, Consulta: 10 de abril del 2010., (2006).

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

### Editorial procedures

Once the paper has been received by the Editor, it undergoes two qualifying processes. The first is performed by an internal editorial board which will determine the pertinence and solvency of the scientific content of the paper. The second one consists of a blind review made by local and foreign experts.

If the draft is accepted for publishing, it shall go through the following stages:

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

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

## Final Comments

The publication of the journal depends on the cooperation of authors, evaluators, printing shop and Editor; in this way, collaboration and respect of deadlines are fundamental. Analítica Journal is published twice a year.

Analítica Journal is published twice a year.

# Código de ética

Es fundamental contar con el aval del Committee on Publication Ethics (COPE) lo que nos ha permitido mejorar las prácticas de ética de las publicaciones que se ha promovido en diferentes ámbitos de la investigación [4, 2], tanto para editores [3], autores [5] y lectores [1].

## Editores

Responsabilidades generales de los editores:

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

Responsabilidades de los editores con los lectores:

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

Responsabilidades de los editores con los autores:

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

- Editores nuevos no deben revocar las decisiones de publicar documentos presentados por el editor anterior, salvo excepciones (cuando va en contra de la imagen institucional y/o de la revista).

Responsabilidades con los revisores:

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

Proceso de revisión por pares:

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

## Autores

Responsabilidades generales de los autores:

- Estructurar el artículo cumpliendo el método científico, conforme reglas gramaticales y las normas de publicación de trabajo<sup>1</sup>.
- Presentar suficientes referencias de fuentes públicas.

Responsabilidades de los autores con los lectores:

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

Responsabilidades de los autores con los editores:

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

## Lectores

Responsabilidades generales de los lectores:

- Referenciar la bibliografía del artículo usado<sup>2</sup>.
- Participar en el desarrollo y progreso de la revista, enviando sugerencias de los artículos publicados<sup>3</sup>.

Responsabilidades de los lectores con los editores<sup>4</sup>:

- Hacer pública discrepancias a través de cartas al editor.

<sup>1</sup>Normas de presentación de trabajos, Análitika, Revista de Análisis Estadístico

<sup>2</sup>A1. AUTOR1 y A2. AUTOR2, *Título del artículo*. Análitika, Vol N<sup>o</sup>, ISSN: 1390-6208, (año). páginas.

<sup>3</sup><sup>4</sup> El lector debe estar debidamente identificado.

- Señalar errores especificando el artículo y el autor.

Responsabilidades de los lectores con los autores<sup>5</sup>:

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

\*Puede encontrar más recursos en COPE (Committee on Publication Ethics - Comité de ética de Publicación) [1].

## Referencias

- [1] COMMITTEE ON PUBLICATION ETHICS, *Resources: Code of conduct*, COPE, <http://publicationethics.org/resources/code-conduct>, (2011).
- [2] INTERNATIONAL COMMITTEE OF MEDICAL JOURNAL EDITORS, *Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals: writing and editing for biomedical publication*, ICMJE, [www.icmje.org/urm\\_full.pdf](http://www.icmje.org/urm_full.pdf), (2010).
- [3] KLEINERT, S. Y WAGER, E., *Responsible research publication: international standards for editors*, 2nd World Conference on Research Integrity, World Scientific Publishing, (2010).
- [4] SCOTT-LICHTER, D. Y EDITORIAL POLICY COMMITTEE, *Cse's white paper on promoting integrity in scientific journal publications*, Wheat Ridge, [www.councilscienceeditors.org/files/public/entire\\_whitepaper.pdf](http://www.councilscienceeditors.org/files/public/entire_whitepaper.pdf), (2012).
- [5] WAGER, E. Y KLEINERT, S., *Responsible research publication: international standards for authors*, 2nd World Conference on Research Integrity, World Scientific Publishing, (2010).

# Code of Ethics

It is essential to have the endorsement of the Committee on Publication Ethics (COPE) which has allowed us to improve ethical practices of publications that has been conducted in different research fields [4, 2], such for editors [3], authors [5] and readers [1].

## Editors

General responsibilities of Editors:

Improve continuously the Journal. Ensure the quality of the articles published. Take care for the integrity of their academic experience. Publish corrections, clarifications, retractions and apologies if it is necessary. Protect the intellectual property and copyright. Maintain the editorial independence.

Responsibilities of Editors face to Readers:

Provide a product that considers international standards used by the most prestigious scientific journals. Ensure that the published material was submitted for review and approval.

Responsibilities of Editors face to Authors:

Be agree on the quality of material published. Accept or reject an article for publication, based on their importance, originality, clarity, and relevance for the Journal. Inform about the review process of their papers by their pairs. Be ready to justify the processes of review, a report should be provided by request for the author. Keep updated the publishing norms of papers. Accomplish the decision of acceptance or rejection of an article for publication. New editors should not overturn decisions about publishing documents submitted by the previous editor, with exceptions (when they are going against the institutional and/or the journal image).

Responsibilities of Editors face to Reviewers

Publish and maintain the norms for reviewing the papers. Maintain constant communication with the reviewers.

Pair review process:

Ensure that material submitted for reviewing is confidential during the period of revision.

## Authors

General responsibilities of the Authors:

Define the article structure which should fill: the scientific method, grammatical rules and norm for publishing the papers. Submit sufficient references from public sources.

Responsibilities of Authors face to Readers:

Assume the public responsibility for the contents. Provide to interested readers copies of data, procedure manual or experimental material.

Responsibilities of Authors face to Editors:

Support the content of the article (data, methodology, conclusions). Maintain constant communication with the editor in chief in order to improve corrections and revisions.

## Readers

General responsibilities of Readers:

Make references of the bibliography used in the article. Participate in the development and progress of the Journal, in this way, it is souhaitable that they send suggestions about the published articles.

Responsibilities of Readers face to Editors:

Make public their discrepancies through letters to the editor. Point out errors specifying the article and the author.

Responsibilities of Readers face to Authors:

Have a critical attitude to the published content, in this way they should point out errors. Send their opinion, critics or discussion directly to the address of the author / authors.

\*It is possible to find more resources in COPE (Committee on Publication Ethics - Comité de Ética de Publicación) Committee on Publication Ethics (2011).

## Referencias

- [1] COMMITTEE ON PUBLICATION ETHICS, *Resources: Code of conduct*, COPE, <http://publicationethics.org/resources/code-conduct>, (2011).
- [2] INTERNATIONAL COMMITTEE OF MEDICAL JOURNAL EDITORS, *Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals: writing and editing for biomedical publication*, ICMJE, [www.icmje.org/urm\\_full.pdf](http://www.icmje.org/urm_full.pdf), (2010).
- [3] KLEINERT, S. Y WAGER, E., *Responsible research publication: international standards for editors*, 2nd World Conference on Research Integrity, World Scientific Publishing, (2010).
- [4] SCOTT-LICHTER, D. Y EDITORIAL POLICY COMMITTEE, *Cse's white paper on promoting integrity in scientific journal publications*, Wheat Ridge, [www.councilscienceeditors.org/files/public/entire\\_whitepaper.pdf](http://www.councilscienceeditors.org/files/public/entire_whitepaper.pdf), (2012).

- 
- [5] WAGER, E. Y KLEINERT, S., *Responsible research publication: international standards for authors*, 2nd World Conference on Research Integrity, World Scientific Publishing, (2010).



# Analítica

volumen

Revista de Análisis Estadístico  
Journal of Statistical Analysis

# 8

ISSN 1390-6208  
e-ISSN 1390-7867  
Número 2 - 2014  
julio - diciembre

## Administración Central

Quito  
Juan Larrea N15-36 y José Riofrío  
Teléfonos: (593) 22544 326 - 22544 561  
Fax: (593) 22509 836 Casilla postal: 135C  
correo-e: [analitika@analitika.ec](mailto:analitika@analitika.ec)  
[inec@inec.gob.ec](mailto:inec@inec.gob.ec)  
[www.analitika.ec](http://www.analitika.ec)



instituto nacional de estadística y censos