

Vulnerabilidad de los cantones de la provincia de Cotopaxi: Aproximación socioeconómica mediante componentes principales 2010

Vulnerability of the cantons of the province of Cotopaxi: Socioeconomic approach through major components 2010

TOMALÁ-GONZÁLEZ, Luis†, RODRÍGUEZ-MOREIRA, Dadsania, RAMÍREZ-YAGUAL, Juan y LUCÍN-BORBOR, Jorge

Universidad Estatal Península de Santa Elena

ID 1^{er} Autor: *Luis, Tomalá-González* / ORC ID: 0000-0002-2751-7734

ID 1^{er} Coautor: *Dadsania, Rodríguez-Moreira* / ORC ID: 0000-0003-2273-442X

ID 2^{do} Coautor: *Juan, Ramírez-Yagual* / ORC ID: 0000-0002-2784-9130

ID 3^{er} Coautor: *Jorge, Lucín-Borbor* / ORC ID: 0000-0002-0191-6147

Recibido 9 de Agosto, 2018; Aceptado 30 de Septiembre, 2018

Resumen

Los constantes sucesos naturales en las últimas décadas han desarrollado catástrofes significativas, en especial los movimientos telúricos, pues han afectado en infraestructura y equipamiento por igual a espacios urbanos como los rurales, en especial en Ecuador que el 2016 tuvo un episodio muy crítico por el terremoto acontecido afectando a gran parte de los territorios ubicados en la zona costera. Las carencias de actualizaciones de medidas de prevención tanto logísticas como de indicadores estadísticos provocan que la población esté parcialmente preparada ante este tipo de desastres. El presente trabajo está basado en replicar la metodología propuesta por los autores Olives, Sáenz, Figueroa y Lainez (2017) que mediante componentes principales calcularon aproximaciones cuantitativas para la medición de la vulnerabilidad. Esta investigación forma parte de cinco estudios que surgieron como interés de involucrar metodologías estadísticas multidimensionales para el modelamiento de una de las variables que puede explicar al riesgo natural como antrópico como medida de prevención. Se empleó una base de datos censal del 2010 proporcionada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). El resultado principal del trabajo es una aproximación de un índice que muestra que cantón de la provincia de Cotopaxi posee mayor o menor grado de vulnerabilidad socio-económica, para en estudios posteriores estimar posibles indicadores de riesgo que aporten a la creación de políticas de prevención.

Vulnerabilidad, Componentes Principales, Riesgo

Abstract

The constant natural events in the last decades have developed significant catastrophes, especially earthquakes, as they have affected infrastructure and equipment equally to urban spaces such as rural areas, especially in Ecuador, which had a very critical episode in 2016 due to the earthquake. occurred affecting a large part of the territories located in the coastal zone. The lack of updates of preventive measures, both logistical and statistical indicators, cause the population to be partially prepared for this type of disaster. The present work is based on replicating the methodology proposed by the authors Olives, Sáenz, Figueroa and Lainez (2017) that through principal components calculated quantitative approaches for the measurement of vulnerability. This research is part of five studies that emerged as an interest to involve multidimensional statistical methodologies for the modeling of one of the variables that can explain natural risk as anthropic as a measure of prevention. A census database of 2010 provided by the National Institute of Statistics and Censos (INEC) was used. The main result of the study is an approximation of an index that shows which canton of the province of Cotopaxi has a greater or lesser degree of socio-economic vulnerability, so in later studies estimate possible risk indicators that contribute to the creation of prevention policies.

Vulnerability, Main Components, Risk

Citación: TOMALÁ-GONZÁLEZ, Luis, RODRÍGUEZ-MOREIRA, Dadsania, RAMÍREZ-YAGUAL, Juan y LUCÍN-BORBOR, Jorge. Vulnerabilidad de los cantones de la provincia de Cotopaxi: Aproximación socioeconómica mediante componentes principales 2010. Revista de Investigación y Desarrollo. 2018, 4-13: 1-7

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

El territorio ecuatoriano posee una gran riqueza ictiológica, cultural y de costumbres ancestrales, donde combinadas por las cuatro regiones que la integran crean un entorno propicio para la distracción y práctica de buenas costumbres y turismo para el deleite de propios y extranjeros. Esta historia ha sido en los últimos años afectada por eventos naturales que han logrado interrumpir la evolución del país como un territorio armónico y afectando a sus habitantes pues se incrementa los motivos de generar un riesgo inminente.

El país se encuentra situado en una zona muy compleja con relación a las fuerzas que generan las diferentes placas tectónicas que pertenecen a un conjunto denominado “cinturón de fuego del pacífico”, las cuales generan registros de movimientos telúricos provocados tanto por el deslizamiento de sus placas como la ocasionada por la constante actividad volcánica.

Pero no solo existen registros de actividades sísmicas y volcánicas, sino de deslizamientos de tierra ocasionadas por las abundantes lluvias que pueden azotar a las diferentes regiones del país en épocas de invierno. A esto se le debe sumar también otros problemas de esta época como las inundaciones y los desbordes de los ríos, estos últimos afectan de manera directa los cultivos y por ende a todo el sector agrícola del país.

Pero los problemas no son solo por causas naturales, sino también la actividad depredadora del hombre hace que existan situaciones como tala indiscriminada de bosques húmedos y secos y además la presencia significativa de incendios forestales en las provincias tanto de la costa como de la sierra.

Toda esta actividad natural y antrópica que ocurre en el territorio nacional incita a que se tomen medidas tanto públicas como privadas que aporten a la disminución de la vulnerabilidad de la población ante situaciones de riesgo inminente y al correcto comportamiento preventivo.

El presente estudio de vulnerabilidad socioeconómica en la provincia de Cotopaxi se desarrolla bajo dos ejes: (i) los indicadores que influyen en el incremento de la vulnerabilidad ante desastres (debido a la susceptibilidad intrínseca existente), y (ii) los indicadores que involucran al mejoramiento de la capacidad de respuesta de la población.

El objetivo formulado para la investigación es el de generar un índice que permita la determinación del grado de vulnerabilidad (V) de los territorios de estudio, con el fin de que se tomen a la postre medidas de prevención ante desastres naturales y antrópicas. Este índice considera la Susceptibilidad (S) y Capacidad de Respuesta (CR) para explicar la vulnerabilidad de un sector frente a desastres. Las estimaciones de los componentes que explican la vulnerabilidad son calculadas mediante el uso de técnicas multivariantes como el análisis de componentes principales (ACP).

Formulación del Índice de Vulnerabilidad

Los desastres naturales son una variable exógena que juega un papel clave en las decisiones económicas de cualquier nación en vías de desarrollo. Con base a estudios realizados por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) se muestra que los perjuicios acontecidos durante o después de un fenómeno causa el desastre que son directamente afectados la infraestructura, capital e inventario de los territorios.

Es por ello que la vulnerabilidad será valorada como un valor que se obtiene al estimar las condiciones internas o de estado frente a una amenaza específica; es decir el grado en que un sistema es susceptible e incapaz de sobrellevar efectos desfavorables.

Cabe puntualizar que para realizar y obtener el indicador se usaran dos componentes como son la capacidad de respuesta y la susceptibilidad, su terminología es definida en el glosario de la Guía Metodológica para la evaluación de la vulnerabilidad ante el Cambio Climático:

Capacidad de respuesta: constituye los medios por los cuales la población u organizaciones utilizan habilidades y recursos disponibles para enfrentar consecuencias adversas que puedan conducir a un desastre.

Sensibilidad (susceptibilidad): la capacidad de resistencia (capacidad de respuesta) implica la capacidad de los sujetos y sistemas sociales de reaccionar apropiadamente en un momento de crisis que no ha sido anticipado. La estimación del indicador de vulnerabilidad fue planteada como una función de estas dos variables, tal como se muestra en la ecuación.

$$V = S - CR$$

Donde:

S: Susceptibilidad

CR: Capacidad de recuperación

Dada esta ecuación fueron utilizados aquellos indicadores que representan las capacidades de la población para responder o mantenerse luego de un desastre.

Metodología a desarrollar

La investigación realizada por Olives, Sáenz, Figueroa y Laínez (2017) incorpora nociones referenciadas por Minujin (1999) el cual indica que se deben tener en cuenta elementos básicos en las cuales se desarrolla la vulnerabilidad, pues este autor destaca la complejidad del tema, del manejo de datos y hechos que no dependen del hombre sino de la naturaleza y su volatilidad en cuanto a su comportamiento, además de un entorno de pobreza y limitaciones de la población cuando ya hayan ocurrido las catástrofes. El medio fundamental para canalizar una prevención efectiva es la formulación de políticas sociales, que avaladas por indicadores formales estadísticos crean un entorno propicio para la prevención y gestión inicial del riesgo.

Olives, Sáenz, Figueroa y Laínez (2017) sintetizan los principales componentes y concuerdan con Atkinson (1999) y Barr (2004), en la medida en que los factores sociales pueden explicar la conformación de sistemas de protección, incorporando indicadores de desigualdad, incertidumbre, igualdad generacional, entre otros como elementos que ayudan a explicar y conformar la vulnerabilidad como indicador de medida. Además Ayala, Delgado y Álvarez (2005) sugieren que la inversión pública debe ser fundamental para canalizar todas las actividades de prevención y análisis de estos fenómenos naturales y su grado de afectación en la población.

La metodología a replicar es la propuesta por Olives, Sáenz, Figueroa y Laínez (2017) en la que emplean la metodología de componentes principales para determinar dentro de un rango de datos el mayor número de variables correlacionadas, explicando la variabilidad de un fenómeno con el mayor número de datos (Novales, 2005).

Para el cálculo del Índice de Vulnerabilidad Social (IVS) además de aplicar el Análisis de Componentes Principales, se debe establecer con dichos resultados una suma ponderada de cada una de las variables incluidas para su estimación, por lo que se establece la siguiente expresión:

$$IVS = \sum_{i=1}^N \alpha_i Y_i \quad (1)$$

Para esta expresión, el α_i son las ponderaciones que se obtienen en el Análisis de Componentes Principales, y el valor de Y_i representa cada una de las variables que se en el desarrollo de la metodología de componentes principales.

Para el estudio se incluyeron 19 variables, entre las que constan:

- Diecisiete (17) variables proporcionadas por el Censo de Población y Vivienda (INEC, 2010).
- Una (1) variable proporcionada por la Encuesta de Condiciones de Vida (INEC, 2005). Esta variable es la número 15 en el grupo de *Capacidad Económica* denominada *Incidencia de Pobreza*.
- Una (1) variable proporcionada por las Estadísticas Hospitalarias (INEC, 2010). Esta variable es el número 19 en el grupo de *Salud y Aspectos Biológicos* denominada *% de Partos Atención Salud*.

A continuación, el desglose de las 19 variables que se utilizaron para generar los valores de VULNERABILIDAD:

Educación				
Variable 1	Variable 2	Variable 3	Variable 4	Variable 5
Escolaridad Promedio	Escolaridad Promedio Madres	Tasa De Analfabetismo	% Analfabetismo o Funcional	Inasistencia Escolar

Tabla 1 Variables del censo de población y vivienda agrupada en la categoría de educación

Fuente: Variables incluidas en el Censo de Población y Vivienda (INEC, 2010)

Viviendas y servicios básicos					
Variable 6	Variable 7	Variable 8	Variable 9	Variable 10	Variable 11
% Déficit Abastecimiento Agua	% Déficit Eliminación Aguas Servidas	% Déficit Eliminación Basura	% Déficit Energía Eléctrica	% Viviendas Con Materiales Deficitarios	% Déficit Vías Acceso Viviendas

Tabla 2 Variables del censo de población y vivienda agrupada en la categoría de vivienda y servicios básicos
Fuente: Variables incluidas en el Censo de Población y Vivienda (INEC, 2010)

Capacidad económica			
Variable 12	Variable 13	Variable 14	Variable 15
% PEA Agricultura	% Dependencia Económica	% Jefe Mujeres	% Incidencia Pobreza

Tabla 3 Variables del censo de población y vivienda agrupada en la categoría de capacidad económica
Fuente: Variables incluidas en el Censo de Población y Vivienda (INEC, 2010) y Encuesta de Condiciones de Vida (INEC, 2005)

Salud y aspectos biológicos			
Variable 16	Variable 17	Variable 18	Variable 19
% Discapacitada	% Hogar Con Hacinamiento	Tasa Dependencia Poblacional	% Partos Atención Salud

Tabla 4 Variables del censo de población y vivienda agrupada en la categoría de salud y aspectos biológicos
Fuente: Variables incluidas en el Censo de Población y Vivienda (INEC, 2010) y Estadísticas Hospitalarias (INEC, 2010)

Para la estimación de la vulnerabilidad por medio de la metodología de componentes, se debe calcular la combinación matricial de los coeficientes de cada variable¹ determinada en relación al producto de los porcentajes de varianza explicada en relación a los componentes que resulten significativos. A continuación, su cálculo:

Extracción de factores

El método consiste en determinar las puntuaciones factoriales a través de las puntuaciones de las variables tipificadas a incluir y la matriz de cargas factoriales mediante correlaciones de cada variable original de cada componente. Para este proceso se empleó el programa estadístico IBM SPSS for Windows. Los resultados a continuación:

Varianza total explicada										
Componente	Autovalores iniciales ^a			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación			
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado	
Bruta	1	1644.22	49.29	49.29	1644.22	49.29	49.29	1211.21	39.12	39.12
	2	256.50	14.91	64.2	256.50	14.91	64.2	925.75	28.85	67.97
	3	226.22	6.7511	70.95*	226.22	6.7511	70.95*	642.12	19.90	87.87

Tabla 1 Varianza total de la muestra

Fuente: Datos proporcionados por el programa IBM SPSS for Windows para el desarrollo de la vulnerabilidad

Se distingue en la cuarta columna de porcentaje (%) de varianza acumulada que los tres primeros componentes explican el 70.95% de la varianza total* de la población de cantones, por lo que se concluye que las diecinueve (19) variables se deben agrupar en tres grupos heterogéneos entre ellos pero homogéneos dentro del grupo.

Rotación de factores

La solución que especifica determinar los coeficientes de cada variable con su varianza total se la consigue mediante el proceso de rotación varimax, el cual procede a la rotación ortogonal de los factores y variables que no están correlacionadas, minimizando el número de variables con cargas altas de factores, mejorando la interpretación y exactitud estadística.

Para el cálculo de las puntuaciones factoriales de cada estructura o variable, solo se debe emplear los resultados de la metodología de componentes principales, de no ser así, tan solo las puntuaciones reflejaran estimaciones bajas de coeficientes correlacionadas (Olives, Sáenz, Figueroa y Laínez, 2017). A continuación, los resultados:

Matriz de componentes rotados ^a			
Variables	Componente		
	1	2	3
Escolaridad Promedio	-.454	-.271	-.129
Escolaridad Promedio Madres	-.715	-.277	-.124
Tasa De Analfabetismo	1.460	.533	1.127
% Analfabetismo Funcional	.717	.436	.231
Inasistencia Escolar	.064	.546	.530
% Déficit Abastecimiento Agua	6.581	4.719	14.179
% Déficit Eliminación Aguas Servidas	8.809	6.547	9.387
% Déficit Eliminación Basura	17.442	6.203	4.322
% Déficit Energía Eléctrica	1.142	4.847	5.104
% Viviendas Con Materiales Deficitarios	09.756	-1.886	5.431
% Déficit Vías Acceso Viviendas	7.324	3.654	3.309
% Pea Agricultura	13.347	4.677	1.116

¹ El total de variables que se utilizaron son 19 correspondientes a los cuatro grupos citados en el apartado de datos y metodologías.
ISSN-2444-4987
ECORFAN[®] Todos los derechos reservados

% Dependencia Económica	2.122	.525	3.592
% Jefe Mujeres	.171	-.142	-2.217
Incidencia Pobreza	9.289	8.117	3.195
% Discapacitada	.583	-.075	-.289
% Hogar Con Hacinamiento	1.826	2.431	6.069
Tasa Dependencia Poblacional	5.377	8.382	.974
% Partos Atención Salud	-2.716	-21.946	-5.209
Método de extracción: Análisis de componentes principales. Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.			
a. La rotación ha convergido en 6 iteraciones.			

Tabla 5 Coeficientes de la matriz rotada

Fuente: Datos proporcionados por el programa IBM SPSS for Windows para el desarrollo del índice por el método de componentes principales sobre matriz rotada.

Este procedimiento indica que variables están relacionadas entre sí clasificándolos en grupos que posean igual característica. Para este caso, se sugiere tres categorías de agrupación, a continuación el detalle:

Grupos sugeridos		
1	2	3
Escolaridad Promedio	Incidencia Pobreza	Inasistencia Escolar
Escolaridad Promedio Madres	Tasa Dependencia Poblacional	% Déficit Abastecimiento Agua
Tasa De Analfabetismo	% Partos Atención Salud	% Déficit Energía Eléctrica
% Analfabetismo Funcional		% Dependencia Económica
% Déficit Eliminación Aguas Servidas		% Jefe Mujeres
% Déficit Eliminación Basura		% Hogar Con Hacinamiento
% Viviendas Con Materiales Deficitarios		
% Déficit Vías Acceso Viviendas		
% PEA Agricultura		
% Discapacitada		

Tabla 6 Grupos sugeridos en base a la estimación de la matriz rotada

Fuente: Datos proporcionados por el programa IBM SPSS for Windows para el desarrollo del índice por el método de componentes principales sobre matriz rotada

Estimación del nivel de vulnerabilidad

Para estimar el nivel de vulnerabilidad se debe mostrar, luego de la formulación de la matriz rotada, los coeficientes de los componentes estandarizados. Estos componentes se estiman mediante la formulación de regresiones lineales múltiples entre todas las variables incluidas en el estudio como independientes y el peso de cada factor como dependiente.

En este proceso se obtienen los pesos de cada variable en cada uno de los componentes que se hayan distribuido según la matriz rotada, en este caso, tres componentes. Los coeficientes resultantes se muestran en la siguiente matriz:

Variables	Componente		
	1	2	3
Escolaridad Promedio	-.000	.010	.000
Escolaridad Promedio Madres	-.000	.000	.001
Tasa De Analfabetismo	.011	-.006	.003
% Analfabetismo Funcional	.001	.000	-.000
Inasistencia Escolar	-.001	.000	.001
% Déficit Abastecimiento Agua	-.174	-.174	.738
% Déficit Eliminación Aguas Servidas	.034	.011	.227
% Déficit Eliminación Basura	.532	-.048	-.232
% Déficit Energía Eléctrica	-.099	.065	.126
% Viviendas Con Materiales Deficitarios	.234	-.242	.116
% Déficit Vías Acceso Viviendas	.112	.002	.003
% PEA Agricultura	.409	.023	-.344
% Dependencia Económica	-.008	-.026	.072
% Jefe Mujeres	.026	.010	-.061
Incidenca Pobreza	.128	.120	-.113
% Discapacitada	.003	.001	-.004
% Hogar Con Hacinamiento	-.057	-.016	.132
Tasa Dependencia Poblacional	.041	.134	-.122
% Partos Atención Salud	.338	-.725	.075
Método de extracción: Análisis de componentes principales. Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser. Puntuaciones de componentes.			
a. Los coeficientes están tipificados			

Tabla 7 Matriz de coeficientes de los componentes

Fuente: Datos proporcionados por el programa IBM SPSS for Windows para el desarrollo del índice por el método de componentes principales sobre matriz rotada

Cada uno de los coeficientes determina el grado que contribuye cada variable a cada uno de los componentes estimados. Por ahora, falta un proceso para estimar el índice de vulnerabilidad, por ende cada factor explica la varianza de cada una de las diecinueve variables, y como estas poseen términos matriciales, la condición idónea del índice es la siguiente (Olives, Sáenz, Figueroa, & Laínez, 2017):

$$I = X (A \lambda) \quad (1)$$

Donde A corresponde a la matriz de coeficientes de los componentes factoriales, λ el vector correspondiente a la varianza explicada de cada factor o componente, y X la matriz de datos inicial. A continuación, la extracción de la varianza total explicada por cada factor:

Varianza total explicada		
Componente		Autovalores iniciales ^a
		% de la varianza
Bruta	1	58.489
	2	11.516
	3	6.146

a. Al analizar una matriz de covarianza, los autovalores iniciales son los mismos en la solución bruta y en la reescalada.

Tabla 05 Varianza total de la muestra mediante metodología de componentes

Fuente: Datos proporcionados por el programa IBM SPSS for Windows para el desarrollo de la vulnerabilidad

Esta tabla es la de la varianza explicada con dimensión vectorial 3X1, es decir tres filas y una columna. La matriz de coeficientes de los componentes antes referida posee una dimensión 19X3, es decir diecinueve filas y tres columnas. Para el cálculo de la expresión $(A \lambda)$, se debe multiplicar la matriz de coeficientes y el vector de varianza explicada, la matriz resultante posee una dimensión de 19X1. A continuación los resultados (Olives, Sáenz, Figueroa, & Laínez, 2017):

Escolaridad Promedio	-0.02
Escolaridad Promedio Madres	-0.06
Tasa De Analfabetismo	0.56
% Analfabetismo Funcional	0.06
Inasistencia Escolar	-0.04
% Déficit Abastecimiento Agua	-7.11
% Déficit Eliminación Aguas Servidas	3.21
% Déficit Eliminación Basura	26.12
% Déficit Energía Eléctrica	-2.31
% Viviendas Con Materiales Deficitarios	10.19
% Déficit Vías Acceso Viviendas	6.12
% Pea Agricultura	20.24
% Dependencia Económica	-0.27
% Jefe Mujeres	1.09
Incidencia Pobreza	7.42
% Discapacitada	0.11
% Hogar Con Hacinamiento	-2.23
Tasa Dependencia Poblacional	2.98
% Partos Atención Salud	9.07

Tabla 06 Matriz resultante con dimensión 19X1

Fuente: Datos proporcionados por el programa IBM SPSS for Windows para el desarrollo de la vulnerabilidad

Con esta matriz, se obtuvo el término $(A \lambda)$, para calcular la expresión cinco se multiplica por la matriz de datos original de cada cantón de dimensión 1X19. El resultado será un único valor de dimensión 1X1. Los resultados a continuación:

Provincias	Cantones	Índice de Vulnerabilidad
0502	La Maná	2731.72863
0501	Latacunga	2905.08
0505	Salcedo	3906.47686
0506	Saquisilí	4341.55073
0504	Pujilí	4854.02927
0503	Pangua	5095.57637
0507	Sigchos	5279.21436

Tabla 07 Estimación del índice de vulnerabilidad por cantón²

Fuente: Datos estimados utilizando una hoja de cálculo de Excel para la aplicación de la multiplicación de matrices

Resultados

Para que este índice tome sentido se lo debe estratificar utilizando una tabla de frecuencia utilizando el valor de vulnerabilidad. A continuación los resultados:

Intervalos	Frecuencia	Porcentaje	Ponderación Estadística de los Estratos	Estratos
2731.72-3031.72	2	28.57%	1	Muy Bajo
3631.72-3931.72	1	14.29%	2	Bajo
4231.72-4531.72	1	14.29%	3	Moderado
4831.72-5131.72	2	28.57%	4	Alto
5131.72-5431.72	1	14.29%	5	Muy Alto
Total general	7	100.00%		

Tabla 08 Tabla de frecuencia de la vulnerabilidad estimada por componentes principales para cada cantón y su ponderación por estratos

Fuente: Datos estimados utilizando una hoja de cálculo de Excel para la aplicación de la multiplicación de matrices

Según el modelo de componentes aplicado para la totalidad de los cantones y según la formulación del escalar 1X1, se presenta la información para la provincia de Cotopaxi, a continuación:

Provincias	Cantones	Índice de Vulnerabilidad	de Índice Codificado
0502	La Maná	2731.72863	1
0501	Latacunga	2905.08	1
0505	Salcedo	3906.47686	2
0506	Saquisilí	4341.55073	3
0504	Pujilí	4854.02927	4
0503	Pangua	5095.57637	4
0507	Sigchos	5279.21436	5

Tabla 09 Estimación del índice de vulnerabilidad y su estratificación codificada

Fuente: Datos estimados utilizando una hoja de cálculo de Excel para la estratificación codificada del índice

² Para ejemplo de este índice, se tomará en cuenta la provincia de Cotopaxi.

Agradecimiento

Un agradecimiento a las autoridades de la Universidad Estatal Península de Santa Elena por el apoyo incondicional en pro de la investigación científica

Conclusiones

Se incorporó variables que capturen información tanto para modelar la susceptibilidad como la capacidad de recuperación, variables cuya fuente fue extraída del Censo 2010, de Encuestas de Información Hospitalaria y Condiciones de Vida 2010.

De acuerdo a los resultados, en la provincia de Cotopaxi, los cantones que poseen mayor tendencia a ser más vulnerables ante movimientos telúricos según componentes principales son: Pujilí, Pangua y Sigchos.

Los cantones que poseen valores medios y no tan fuertes de tendencia a ser vulnerables mediante la misma metodología son: La Maná, Latacunga y Salcedo.

Referencias

Atkinson, A. (1999). *The Economic Consequences of Rolling Back the Welfare State*. Cambridge. The MIT Press.

Barr, N. (2004). *The Economics of the Welfare State*. Oxford: Oxford University Press.

INEC. (2010). *Censo de Población y Vivienda*. Quito: Instituto Nacional de Estadísticas y Censo.

Minujin, A. (1999). La gran exclusión. Vulnerabilidad y exclusión en América Latina. *Política, sociedad y cultura en América Latina.*, 407-437.

Novales, A. (2005). *Econometría*. McGrawHill.

OLIVES, Juan Carlos, SÁENZ, Carlos, FIGUEROA, Ivette y LAÍNEZ, Amarilis. *Vulnerabilidad sísmica en los cantones de la provincia del Guayas durante el periodo intercensal 2010: Una aproximación de componentes principales*. Revista de Aplicación Científica y Técnica 2017. 3-7: 74-82.

Ortiz Malavassi, O. (2014). *La estimación de los efectos de los desastres en América Latina, 1972 - 2010*.

Romero Rodriguez, C. (2013). Diagnóstico de vulnerabilidades y capacidades en Nueva Prosperina desde la realidad socioeconómica de la comunidad, ante amenazas de deslizamientos e inundaciones. *Universidad Casa Grande. Facultad de Ecología Humana, Educación y Desarrollo*.