



ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

MODELO ESTADÍSTICO PARA ESTIMAR LA POBLACIÓN QUE RECIBE AYUDA HUMANITARIA POR DESASTRES EN EL PERÚ

STATISTICAL MODEL FOR ESTIMATING THE POPULATION THAT RECEIVES HUMANITARIAN AID FOR DISASTER IN PERU

Santiago Salvador Montenegro-Canario¹; Napoleón Ambrocio-Barríos¹ & José Iannacone^{1,2,4}¹Universidad Nacional Federico Villarreal. Escuela Universitaria de Post Grado. Lima, Perú.²Universidad Nacional Federico Villarreal, Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Escuela Profesional de Biología. Laboratorio de Ecología y Biodiversidad Animal. Lima, Perú.³Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Ricardo Palma. Lima, Perú.
mocasa_03@hotmail.com/ joseiannacone@gmail.com

The Biologist (Lima), 13(2), jul-dec: 375-390.

ABSTRACT

This research aims to design a statistical model to estimate the population receiving humanitarian aid to people affected by disasters in Peru, for which has been used ten variables: emergencies occurring in Peru (X_1) injured population (X_2) affected population (X_3) homes destroyed (X_4) homes affected (X_5) hectares of crop losses (X_6) hectares of crops affected (X_7) the probabilities of occurrence of emergencies and disasters (X_8) emergencies such phenomena occurred in Peru (X_9) emergencies and natural regions (X_{10}) The data are 52,327 records from 2003 to 2014 from the National Information System for Response and Rehabilitation (SINPAD), and the National Civil Defense Institute of Peru (INDECI) features on Web Platform, whose record of emergencies and disasters is the responsibility of regional governments throughout Peru through the Emergency Operations Centers (COES). The data used in the design of the models were classified by quarters. To design the model the main hypotheses worked with eight variables, however only three variables best explained the model with the correlation coefficients (R), determination (R^2), Durbin and Watson (D), F test validating the model and the t Student test, checking the validity, consistency and reliability of the parameters within the acceptable range. The multiple linear regression models to estimate the population receiving humanitarian disaster (y) was: $y = 72455.731 + 0.417X_2 + 0.405X_3 - 3292452.345X_8$. Regression models were also designed by type of phenomenon and selected variables were prioritized by Pareto rule, where 80% of the damage was caused by the 20% of phenomena, so by having a record of twenty phenomena, leaving for the design of three models the following phenomena: frost, floods and rain, and fire, taking significant models. For frost the regression model was $y = 5025.805 + 0.614X_1 + 0.811X_2 - 198.3119X_8$. To design the model of Floods and rains was: $y = -0.145 + 0.109X_2 + 0.966X_3 - 0.114X_4 + 0.449X_8$. Finally the design model for fires in Peru was: $y = -49.914 + 0.520X_2 + 0.966X_3 + 24.573,03X_8$. There also was designed three models of multiple linear regressions for the natural regions coast, highlands and jungle. For the coast the model was: $y = 28469.5 + 0.358X_2 + 0.768X_3 - 1.736.203.8X_8$ the highlands model was: $y = 13.803,888 + 0.891X_2 + 0.253X_3$, and the forest model: $y = 909.070 + 0.420X_2 + 0.430X_3$. This statistical tool helps care for the disaster-affected population in Peru.

Keywords: Humanitarian assistance, injured population disaster, models of multiple linear regression, statistical model, Peru.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como propósito diseñar un modelo estadístico para estimar la población que recibe ayuda humanitaria a las poblaciones afectadas por desastres en el Perú, para tal efecto se han utilizado diez variables; emergencias ocurridas en el Perú (X_1), población damnificada (X_2), población afectada (X_3), viviendas destruidas (X_4), viviendas afectadas (X_5), hectáreas de cultivo perdidas (X_6), hectáreas de cultivo afectadas (X_7), las probabilidades de ocurrencia de emergencias y desastres (X_8), emergencias por tipo de fenómenos ocurridas en el Perú (X_9) y emergencias por regiones naturales (X_{10}). Los datos corresponden a 52327 registros del periodo 2003-2014 y provienen del Sistema Nacional de Información para la Respuesta y Rehabilitación (SINPAD) que el Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú (INDECI) dispone y funciona en Plataforma Web, cuyo registro de las emergencias y desastres está a cargo de los gobiernos regionales en todo el territorio peruano a través de los Centros de Operaciones de Emergencias (COES). Los datos utilizados en el diseño de los modelos fueron clasificados por trimestres. Para el diseño del modelo de la hipótesis principal se trabajaron con ocho variables, sin embargo solo tres variables han explicado mejor el modelo, donde los coeficientes de correlación (R), determinación (R^2), Durbin y Watson (D), prueba F que valida el modelo y la Prueba t-Student, que comprueban la validez, consistencia y confiabilidad de los parámetros y están dentro del rango de aceptación. El modelo de regresión lineal múltiple para estimar la población que recibe ayuda humanitaria por desastres (y) fue: $y = 72.455,731 + 0,417X_2 + 0,405X_3 - 3.292.452,345X_8$. También se diseñaron los modelos de regresión por tipo de fenómeno y las variables seleccionadas fueron priorizadas mediante la regla de Pareto, en donde el 80% de los daños fueron causados por el 20% de los fenómenos, ello por contar con un registro de veinte fenómenos, quedando para el diseño de tres modelos los siguientes fenómenos: heladas, inundaciones y lluvias, e incendios, teniendo los modelos significativos. Para las heladas el modelo de regresión fue $y = 5.025,805 + 0,811X_2 + 0,614X_3 - 198.311,9X_8$. Para el diseño del modelo de Inundaciones y lluvias fue: $y = -0,145 + 0,109X_2 + 0,966X_3 - 0,114X_4 + 0,449X_8$. Finalmente para el diseño del modelo por incendios ocurridos en el Perú fue: $y = -49,914 + 0,520X_2 + 0,966X_3 + 24.573,03X_8$. Así mismo se ha diseñado tres modelos de regresión lineal múltiple para las regiones naturales de costa, sierra y selva. Para la costa el modelo fue: $y = 28.469,5 + 0,358X_2 + 0,768X_3 - 1.736.203,8X_8$, para la sierra el modelo fue: $y = 13.803,888 + 0,891X_2 + 0,253X_3$, y para la selva se tiene el modelo: $y = 909,070 + 0,420X_2 + 0,430X_3$. Esta herramienta estadística ayudará a atender a la población afectada por desastres en el Perú.

Palabras clave: Ayuda Humanitaria, modelos de regresión lineal múltiple, modelo estadístico, Perú, Población damnificada por desastres.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se enmarca en tres aspectos básicos de Protección Civil en el Mundo (DIRDN 1998, CN-ONU 2015, DGPCE 2015, UCR 2015). El primero, el Decenio Internacional para la Reducción de los

Desastres Naturales (DIRDN), 1990-1999, cuyo propósito fue resaltar la importancia que representa la reducción de los desastres, recalando el papel esencial que juega la acción humana; el segundo aspecto es el Marco de Acción de Hyogo (MAH), aprobado en la Segunda Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres celebrada en Kobe, Hyogo, Japón, realizada en enero de 2005 para

el periodo 2005-2015, que contempla la implementación de la reducción del riesgo de desastres por parte de los estados miembros de las Naciones Unidas, y el tercer aspecto es el Acuerdo de SENDAI o documento "Acuerdo Marco para la Reducción de Desastres 2015-2030 de Sendai", dicho acuerdo presenta una vigencia de 15 años, y dentro de los objetivos planteados para este periodo contempla la reducción sustancial de la mortalidad mundial, la reducción de personas afectadas, la reducción de los daños a la infraestructura y la interrupción de los servicios básicos en desastres, así como la implementación de sistemas de alerta temprana e información del riesgo de desastres y evaluaciones.

En este contexto en el Perú se promulga la Ley 29964 del Sistema Nacional de la Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD 2011), en donde el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) es responsable de la Gestión Reactiva ante desastres de nivel IV (emergencia o desastre cuya capacidad de respuesta de los gobiernos regionales es rebasada) en donde el INDECI, asume la coordinación de la emergencia y en el nivel V (cuando el desastre es a nivel nacional, en donde el INDECI, conduce la administración de la emergencia).

Diversos investigadores internacionales señalan la importancia de la reducción del riesgo de desastres y la ayuda humanitaria (Acosta 1992, Cardona 2001, Begoña *et al.* 2004, Drury *et al.* 2005, Seaman 2005, Hoyos *et al.* 2006, Middleton *et al.* 1997, Soto 2007, Eisensee & Strömberg 2007, FISCR-MLR 2010, Caunhyea *et al.* 2012, Cornejo de Grunauer 2012, Schultz & Elliot 2012, Oravec *et al.* 2013, Ramírez 2013, CEPAL 2015).

Así, Caunhyea *et al.* (2012) indican que el trabajo de ayuda humanitaria debe estar orientado a alcanzar los objetivos relacionados con la salud y establecidos en la Declaración del Milenio. Cardona (2001), precisa que la

ocurrencia de grandes desastres puede convertirse en una oportunidad de desarrollo para la zona afectada, especialmente cuando la reconstrucción introduce mejoras y formas de reducción del riesgo. CEPAL (2015), indica que existen tres tipos de efectos derivados de un fenómeno natural: directos, indirectos y macroeconómicos. Acosta (1992) precisa que el Manejo de Suministros-SUMA es una herramienta logística para el manejo de suministros humanitarios, desde el momento en que la oferta ha sido efectuada por los donantes, hasta que llegan al área de desastre, se almacenan y distribuyen. Begoña *et al.* (2004) y Soto (2007), indican la utilidad de los modelos matemáticos para la toma de decisiones.

De igual forma, Cornejo de Grunauer (2012), presenta una guía de operación para asistencia mutua frente a desastres de los países miembros de la Comunidad Andina. Drury *et al.* (2005) señalan que el gobierno de los Estados Unidos ha establecido políticas para brindar ayuda económica a los países que son afectados por desastres, y precisan que los modelos de optimización utilizados en la logística de emergencia y operaciones de desastres se pueden realizar antes o después de la ocurrencia de los mismos. Hoyos *et al.* (2006), precisan que la influencia de la ayuda humanitaria en los Estados Unidos hacia países extranjeros se debe básicamente a factores de política exterior y nacionales que no sólo influyen en las asignaciones de asistencia por desastre, sino que son el determinante primordial.

También, Middleton *et al.* (1997), indican que a medida que aumentan los desastres "naturales" en frecuencia y escala, el costo de la asistencia humanitaria también aumenta significativamente. La FISCR-MLR (2010) señala que la ayuda de los desplazados con motivo de catástrofes naturales y de aquellas provocadas por el hombre es la mayor prioridad de las organizaciones nacionales e

internacionales. Ramírez (2013), indica que las catástrofes son un acontecimiento inesperado, inhabitual y extraordinario, y menciona que en las catástrofes, los verdaderos problemas son la asistencia humanitaria.

Finalmente, Seaman (2005) mencionan que la población de fallecidos por desastres tiene una distribución parabólica y por lo tanto después de la ocurrencia de desastres esta población está expuesta a contraer epidemias. Eissensee & Strömberg (2007), indica que los desastres naturales son los mayores problemas que enfrenta la humanidad y que se requiere que los gobiernos deben disponer de ayuda humanitaria para la población desamparada. Montenegro (2013), en el plan logístico del INDECI presenta un modelo de regresión simple en series de tiempo usado por el Instituto Nacional de Defensa Civil en el Perú y que permite estimar la población que recibe ayuda humanitaria afectada por desastres.

Los modelos planteados en el presente estudio tienen por finalidad facilitar el trabajo a los tomadores de decisiones referente a la ayuda humanitaria que el INDECI-Perú contempla en su plan logístico, que a su vez está incluido en el Plan Operativo Institucional (POI). El plan en mención prevé toda la ayuda humanitaria para afrontar situaciones adversas por la ocurrencia de desastres, ya sea por fenómenos de origen natural o inducidos por la acción humana en el Perú.

Por ende, el objetivo general del presente trabajo fue determinar un modelo estadístico para estimar la población que recibe ayuda humanitaria por desastres en el Perú.

MATERIAL Y MÉTODOS

Método y Tipo. Siguió el método científico de tipo hipotético-deductivo, descriptivo

correlacional, estimativo y explicativo. Es una investigación no experimental, cuyo diseño metodológico fue el longitudinal y estimativo. De carácter cuantitativo, porque se cuenta con una serie de datos que comprende los años 2003-2014, y es también de carácter aplicado.

Técnicas para el procesamiento y análisis de datos.

Se usaron los datos de emergencias y desastres conformados por un total de 52 mil 352 registros, los cuales provienen del Sistema de Información Nacional para la Respuesta y Rehabilitación-SINPAD, administrado por el INDECI, y corresponde a información trimestral para el periodo 2003-2014 que comprende 48 registros. El Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú dispone y funciona en Plataforma Web, cuyo registro de las emergencias y desastres está a cargo de los gobiernos regionales en todo el territorio peruano a través de los Centros de Operaciones de Emergencias (COES). El procesamiento y análisis de la información, se efectuó con el programa estadístico informático SPSS, edición IBM® SPSS® Statistics 21, versión en español. Se ha utilizado la técnica del análisis de regresión lineal múltiple, en la cual se ha probado la relación que existe entre la población que recibe ayuda humanitaria como variable dependiente y las variables referentes a daños por emergencias y desastres. Para ver la validez y confiabilidad de los modelos diseñados se ha usado la Prueba estadística de F-Fisher-Snedecor para analizar la validez del Modelo, la Prueba t-Student para ver la validez de los parámetros, el indicador de correlación (R) que indica la asociación de las variables en estudio, el coeficiente de determinación R^2 , que indica el porcentaje de la variable dependiente que ha sido explicada por las variables independientes que conforman el modelo, y finalmente otro indicador importante es la Prueba de Durbin y Watson (D), que nos indica si existe autocorrelación entre las variables que conforman el modelo.

Se empleó la regresión jerárquica, que consiste en analizar las variables del modelo dando prioridad a las variables que a nuestro criterio tienen mayor ponderación o importancia en la explicación de la variable que es objeto de estudio en este caso la población que recibe ayuda humanitaria, para el presente trabajo de investigación se ha ingresado de acuerdo al siguiente orden: (1) Emergencias por desastres; (2) Población damnificada por desastres; (3) Población afectada por desastres; (4) Viviendas destruidas por desastres; (5) Viviendas afectadas por desastres; (6) H de cultivo perdidas por desastres; (7) H de cultivo afectadas por desastres; y (8) Probabilidad de ocurrencia de un desastre.

Variabes: El esquema muestra las variables que se plantean en el presente trabajo de investigación. Siendo: $Y = f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8)$ (Fig. 1)

Variable dependiente

Y_1 : *Población que recibe ayuda humanitaria por desastres en el Perú*: Población atendida por efecto de los desastres; comprende la población damnificada y afectada por efecto de los desastres en el Perú, en la teoría se le debe atender a la población en su totalidad, pero en la práctica solo se llega al 100% de la población damnificada y al 60% de la población afectada, porque mucha de las personas son apoyadas por sus familiares que no han tenido problemas y otros prefieren emigrar a otros lugares donde tienen las facilidades de rehacer sus quehaceres.

Variabes independientes

X_1 : *Emergencia*: Desastres ocurridos en el Perú, 2003-2014; comprende el historial de las emergencias que han ocurrido en el Perú durante el periodo indicado, suman un total de 52 mil 367 eventos.

X_2 : *Población Damnificada*: Población damnificada por desastres en el Perú, 2003-

2014; Referido a la población que ha sufrido daños personales o materiales en su totalidad y temporalmente no cuenta con capacidades socioeconómicas para recuperarse, y recibe ayuda humanitaria por parte de las autoridades del gobierno en su totalidad, es decir en el 100%. Para el caso del presente estudio esta cifra asciende a un millón 472 mil 523 personas, existen casos en donde no se ha podido entregar ayuda a toda la población por falta de stock.

X_3 : *Población Afectada*: Población afectada por desastres en el Perú, 2003-2014; Es la población que ha sufrido daños personales o materiales en forma parcial y recibe ayuda humanitaria por parte de las autoridades del gobierno en una proporción menor a la población damnificada, esta cifra fluctúa entre el 40% al 60%, según los trabajos de campo realizado por personal dedicado a la atención de emergencias y desastres en el Perú, que para el periodo en estudio comprende la suma de 10 millones 182 mil 445 personas.

X_4 : *Viviendas Destruidas*: Viviendas destruidas por desastres en el Perú, 2003-2014; Son las viviendas que fueron destruidas en su totalidad por desastres y ascienden a un total de 198 mil 195 viviendas.

X_5 : *Viviendas Afectadas*: Viviendas afectadas por desastres en el Perú, 2003-2014; Comprende aquellas viviendas que fueron afectadas en forma parcial en su estructura y que para ser habitada requiere ser remodelada y en presente estudio asciende a un total de 800 mil 569 viviendas.

X_6 : *Has. Perdidas*: Has de cultivo perdidas por desastres en el Perú, 2003-2014; Comprende las hectáreas de cultivo de cosecha o sembradas que se ha perdido a consecuencia de las emergencias o por desastres ocurridas en el Perú durante el periodo mencionado, que comprende básicamente las lluvias, inundaciones, huayco o deslizamientos.

X_7 , *Has Afectadas*: Has de cultivo afectadas por desastres en el Perú, 2003-2014. Está referida a las hectáreas de cultivo ya sea sembradas o por cosechar que fueron perdidas parcialmente por efecto de las emergencias y/o por desastres, ocurridos en el Perú durante el periodo indicado y asciende a un millón 87 mil 497 has.

X_8 : *Probabilidad de ocurrencia de desastre*: Probabilidad de ocurrencia de desastres en el Perú, 2003-2014; comprende las probabilidades de ocurrencia de desastres en el Perú, clasificado por trimestres.

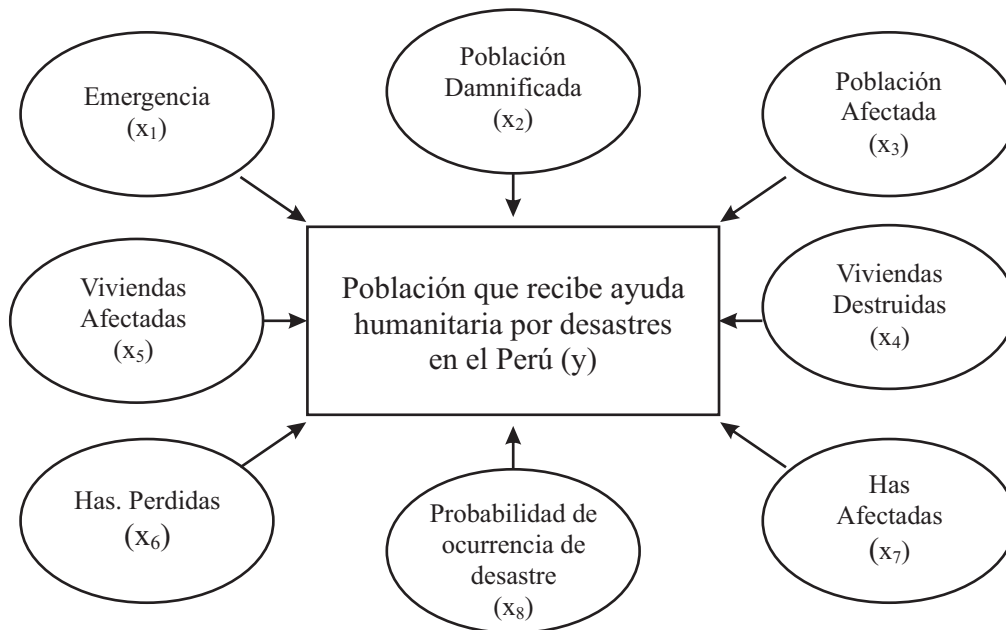


Figura 1. Variables que participan en el modelo mediante la técnica del análisis de regresión lineal múltiple, en la cual se ha estimado la población que recibe ayuda humanitaria por desastres en el Perú (y) como variable dependiente y las variables referentes a daños por emergencias y desastres como variables independientes (X_{1-8}).

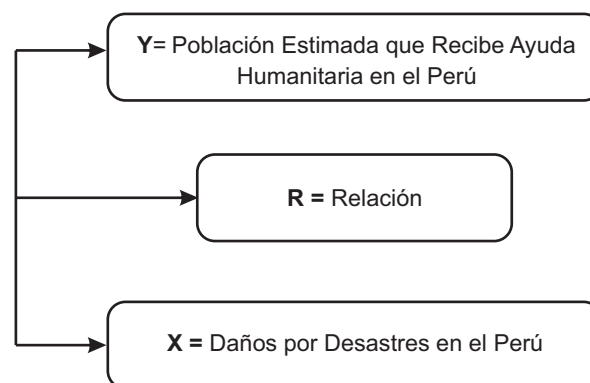


Figura 2. Relación de las Variables de investigación. Teniendo la siguiente relación: O = Observación. x = Daños por desastres y = Población damnificada que recibe ayuda humanitaria. r = Relación de variables.

Operacionalización de variables. En el modelo propuesto se ha considerado la relación siguiente: $y = f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, e_i)$

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8 + e_i$$

y = Población damnificada para otorgar ayuda humanitaria por efecto de los por desastres.
 X_1 = Emergencias y desastres ocurridos en el Perú, 2003-2014.
 X_2 = Población damnificada por desastres en el Perú, 2003-2014.
 X_3 = Población afectada por desastres en el Perú, 2003-2014.
 X_4 = Viviendas destruidas por desastres en el Perú, 2003-2014.
 X_5 = Viviendas afectadas por desastres en el Perú, 2003-2014.
 X_6 = Has de cultivo perdidas por desastres en el Perú, 2003-2014.
 X_7 = Has de cultivo afectadas por desastres en el Perú, 2003-2014.
 X_8 = Probabilidad de ocurrencia de desastre por tipo de fenómeno ocurridos en el Perú, 2003-2014.
 e_i = Error aleatorio.

Modelos por tipo de fenómeno

En este caso se cuenta con ocho variables que comprenden los diversos fenómenos que han

causado desastres en el Perú durante los últimos 12 años, los cuales se ha tenido que priorizar mediante la regla de Pareto. Se contó con una base de datos que contempla una lista de 18 variables que comprende el periodo 2003-2014, estas variables representan los peligros (fenómenos) que han causado emergencias y que a su vez han generado daños personales y materiales a las poblaciones ubicadas en zonas vulnerables en todo el territorio peruano, aspecto que está relacionado con los objetivos propuestos en el presente trabajo, y con la finalidad de priorizar las variables que mayores daños han ocasionado a la población, al medio ambiente y a la infraestructura del estado.

Análisis de los fenómenos versus damnificados por desastres en el Perú. La figura 3 concluye que el 20% de los fenómenos conformado por las inundaciones, sismo, lluvias, incendio y heladas, causa el 80% de la población damnificada y que requiere de ayuda humanitaria.

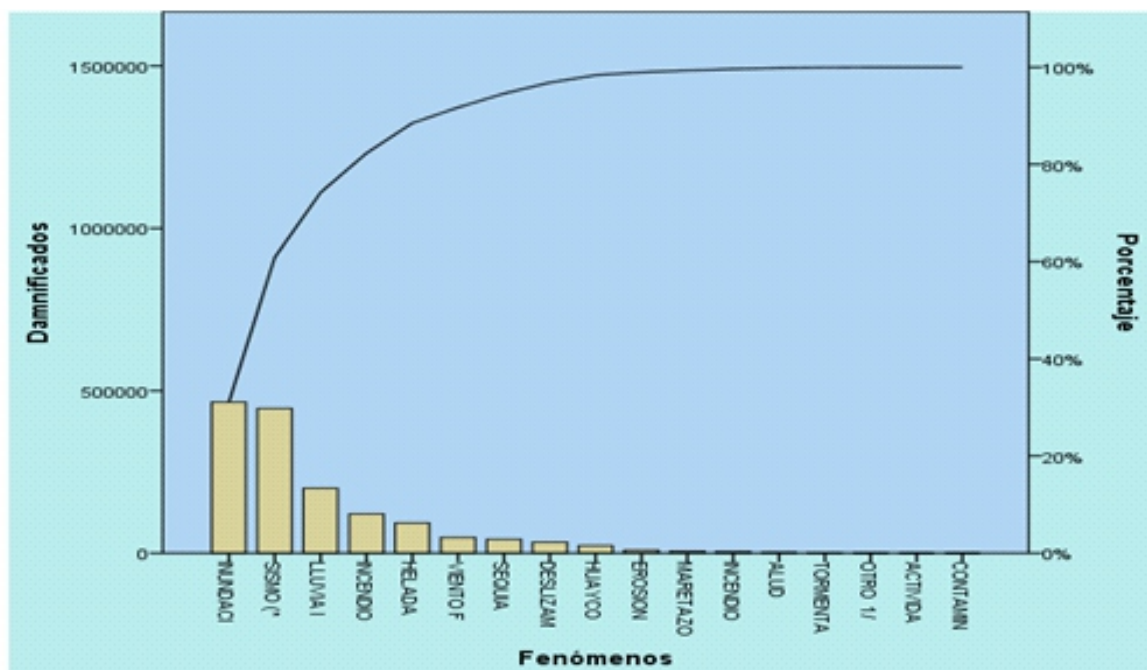


Figura 3. Gráfico de Pareto de damnificados a causa de fenómenos.

Análisis de los fenómenos versus la población afectada por desastres en el Perú. La figura 4 señala que el 20% de los fenómenos

conformado por las inundaciones, heladas y lluvias, causa el 80% de la población afectada y que requiere de ayuda humanitaria.

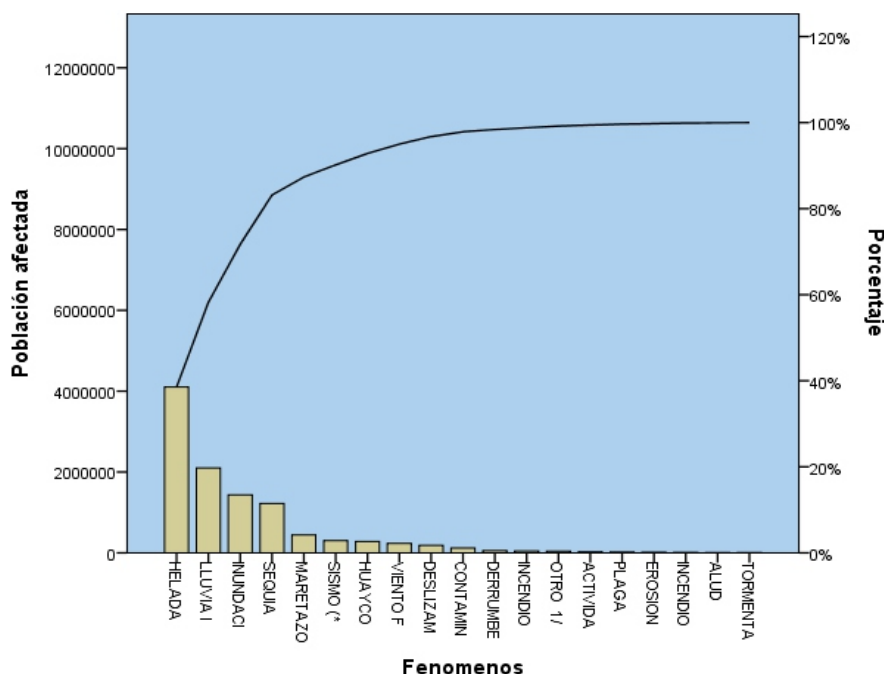


Figura 4. Gráfico de Pareto de la población afectada a causa de fenómenos.

Análisis de los fenómenos versus las viviendas destruidas por desastres en el Perú. La figura 5 muestra que el 20% de los fenómenos conformado por las inundaciones,

sismo, lluvias e incendios, causan el 80% de la población afectada y que requiere de ayuda humanitaria.

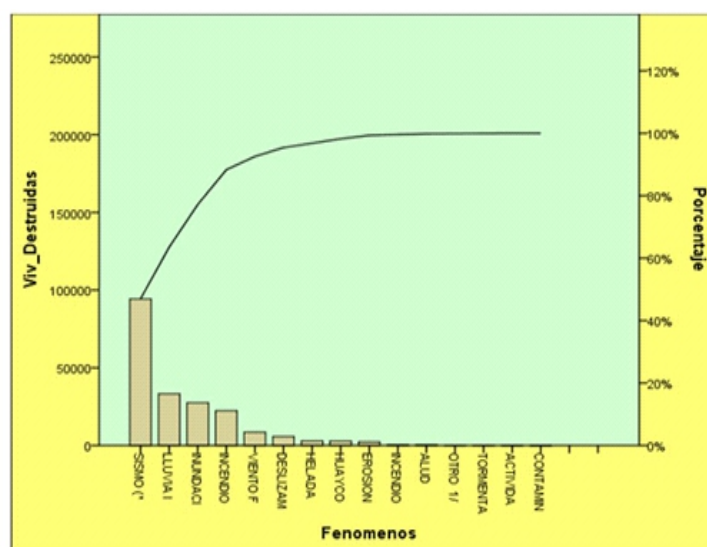


Figura 5. Gráfico de Pareto de viviendas destruidas a causa de fenómenos.

Análisis de los fenómenos versus las viviendas afectadas por desastres en el Perú. La figura 6 indica que el 20% de los fenómenos

conformado por las inundaciones, heladas y lluvias, causan el 80% de la población afectada y que requiere de ayuda humanitaria.

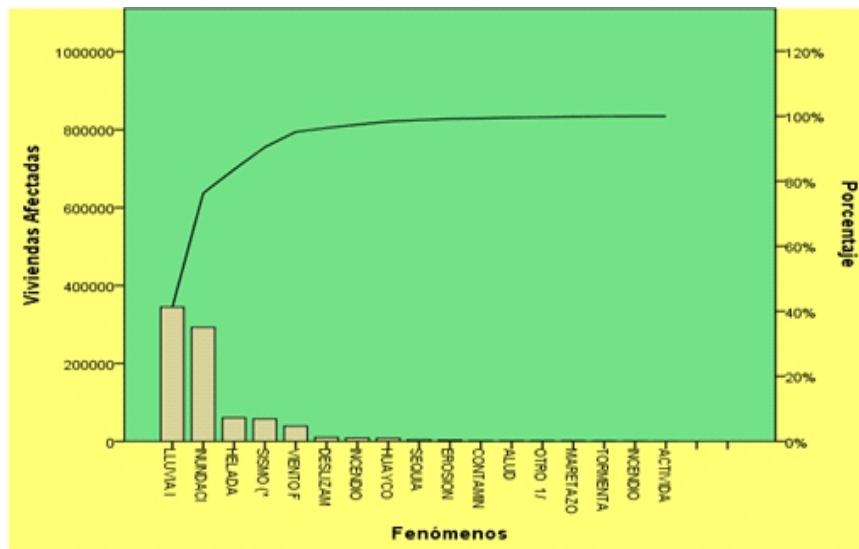


Figura 6. Gráfico de Pareto de viviendas afectadas a causa de fenómenos.

Modelos por tipo de fenómeno: Por lo tanto para estimar la población que recibe ayuda humanitaria por tipo de fenómeno fue el siguiente:

$$y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8 + e_i$$

y= Población damnificada para otorgar ayuda humanitaria por efecto de los desastres. X_i = Daños por fenómenos (peligros= Inundaciones, sismos y Lluvias). X_1 = Desastres ocurridos en el Perú, 2003-2014. X_2 = Población damnificada por desastres en el Perú, 2003-2014. X_3 = Población afectada por desastres en el Perú, 2003-2014. X_4 =

Viviendas destruidas por desastres en el Perú, 2003-2014. X_8 = Probabilidad de ocurrencia de desastre por tipo de fenómeno ocurridos en el Perú, 2003-2014.

Modelos por regiones naturales: Para el diseño de los modelos que estimen la población que reciba ayuda humanitaria por regiones naturales en el Perú, se ha agrupado la información en regiones naturales que comprende la costa, sierra y selva, dicha clasificación obedece a la clasificación por código de ubicación Geográfica (Ubigeo), elaborado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI del Perú, y se indica en la tabla 1.

Tabla 1. Departamentos que integran las tres regiones naturales del Perú.

| COSTA | SIERRA | SELVA |
|-------------|--------------|---------------|
| Callao | Ancash | Amazonas |
| Ica | Apurímac | Huánuco |
| La Libertad | Arequipa | Loreto |
| Lambayeque | Ayacucho | Madre de Dios |
| Lima | Cajamarca | San Martín |
| Moquegua | Pasco | Ucayali |
| Piura | Cusco | |
| Tacna | Junín | |
| Tumbes | Huancavelica | |
| | Pun | |

RESULTADOS

General: La Tabla 2 nos indica que con un nivel de significación del 5% se tiene que la población estimada que recibe ayuda humanitaria tiene un valor inicial de 72 mil 455 habitantes, la cual se incrementa en 0,417 unidades por la variación de la población damnificada por desastres y a su vez se

incrementa en 0,405 unidades por la variación de la población afectada por desastres y disminuye en 3 mill 292 mil 245 por la probabilidad de la ocurrencia de un desastre en el territorio nacional. Por ende, el análisis general muestra que la población que reciba ayuda humanitaria es explicada por las variables población damnificada, población afectada y la probabilidad de ocurrencia (Tabla 2).

Tabla 2. Resumen de los modelos de regresión diseñados para estimar la población damnificada para otorgar ayuda humanitaria por efecto de los por desastres.

| Tipo de modelo | Modelo diseñado | Indicadores | | | | | Decisión |
|------------------------|---|--------------------|----------------|------|-------|-------|----------|
| | | R | R ² | F | T | D | |
| General por fenómenos | $y = 72.455,731 + 0,417X_2 + 0,405X_3 - 3.292.452,345X_8 + e_i$ | 0,931 | 0,868 | 0,00 | 0,00 | 2,064 | Acepta |
| Heladas | $y = 5.025,805 + 0,811X_2 + 0,614X_3 - 198,311,9X_8 + e_i$ | 0,992 | 0,983 | 0,00 | 0,001 | 1,728 | Acepta |
| Inundaciones y lluvias | $y = -0,145 + 0,109X_2 + 0,966X_3 - 0,114X_4 + 0,449X_8 + e_i$ | 0,998 | 0,995 | 0,00 | 0,000 | 1,999 | Acepta |
| Incendios | $y = -49,914 + 0,520X_2 + 0,966X_3 + 24.573,03X_8 + e_i$ | 0,978 | 0,957 | 0,00 | 0,00 | 2,073 | Acepta |
| por regiones naturales | | | | | | | |
| Costa | $y = 28.469,5 + 0,358X_2 + 0,768X_3 - 1736203,8X_8 + e_i$ | 0,985 | 0,97 | 0,00 | 0,000 | 2,038 | Acepta |
| Sierra | $y = 13.803,888 + 0,891X_2 + 0,253X_3 + e_i$ | 0,888 | 0,788 | 0,00 | 0,006 | 1,912 | Acepta |
| Selva | $y = 909,070 + 0,420X_2 + 0,430X_3 + e_i$ | 0,989 ^a | 0,977 | 0,00 | 0,000 | 1,909 | Acepta |

y = Población damnificada para otorgar ayuda humanitaria por efecto de los por desastres. X_2 = Población damnificada por desastres en el Perú. X_3 = Población afectada por desastres en el Perú. X_4 = Viviendas destruidas por desastres en el Perú. X_8 = Probabilidad de ocurrencia de desastre por tipo de fenómeno ocurridos en el Perú. R = Correlación. R² = Coeficiente de determinación. F = F-Fisher-Snedecor. T = Prueba t-Student. D = Durbin-Watson.

Por fenómenos: Después de analizar los tres modelos se concluye que es posible estimar la población que recibe ayuda humanitaria por tipo de fenómeno en el Perú (Heladas, inundaciones-lluvias, e incendios). Para inundaciones y lluvias se ha utilizado la transformación logarítmica, por lo que los resultados del modelo se presentan en forma de porcentaje. Los indicadores para inundaciones y lluvias nos indican que el modelo estadístico es funcional en base a las variables población damnificada, población afectada, vivienda destruida y probabilidad de ocurrencia (Tabla 2). En cambio, para heladas y para incendios nos muestra que la población que recibe ayuda humanitaria solo es explicada por las variables población damnificada, población afectada y la probabilidad de ocurrencia.

Por regiones naturales: Después de analizar los tres modelos de la costa, sierra y selva mediante los parámetros usados en el diseño del modelo, es posible estimar la población que recibe ayuda humanitaria por regiones naturales en el Perú (Tabla 2), es decir la variable en estudio (población estimada para recibir ayuda humanitaria), está explicada perfectamente por dos o tres variables independientes.

DISCUSIÓN

Actualmente no se cuenta con el diseño de un modelo estadístico que permita efectuar estimaciones confiables y consistentes de las poblaciones que reciben ayuda humanitaria por desastres (Wisetjindawat *et al.* 2013, ONU 2014), con lo cual el Perú que sufre continuamente problemas por la ocurrencia de emergencias y desastres requieren hacer las previsiones y contar con un stock de ayuda humanitaria que les permita atender a la población que es afectada por los fenómenos de origen natural o por la acción humana que no tienen fecha ni hora de ocurrencia causando

grandes pérdidas personales y materiales, al no permitir un normal desarrollo de sus actividades. En muchas ocasiones, ante la ocurrencia de emergencias y desastres de gran magnitud, éstos han generado grandes poblaciones desbastadas con necesidad de bienes de ayuda humanitaria (techo, abrigo, herramientas, menaje y alimentos), aspectos que han permitido al Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI, responsable de la conducción de la emergencia en el nivel 5 es decir cuando se produce desastre de repercusión nacional acudir y brindar la asistencia oportuna y adecuada, pero en muchos casos, no se hace la previsión para satisfacer a la totalidad de la población, pues no existe una técnica que nos asegure cubrir con bienes de ayuda humanitaria a las poblaciones afectadas por desastres, esto genera una serie de distorsiones ya que por lo general se declara en emergencia la zona del desastre y permite hacer adquisiciones sin el criterio técnico adecuado y a precios por encima de lo normal, ya que en esos casos el mercado se comporta de acuerdo a la ley de oferta y demanda, este aspecto también ocurre en otros países que sufren los embates de la naturaleza.

El presente modelo estadístico en base al Modelo de Regresión Lineal Múltiple permite cubrir este vacío y se puede utilizar también por tipo de fenómeno para realizar estimaciones confiables y consistentes de la población que debe recibir la ayuda humanitaria afectada por desastres, lo que permite clasificar y priorizar la adquisición de bienes de ayuda humanitaria por tipo de eventos adversos, contando con el diseño de modelos para las heladas, inundaciones y lluvias e incendios, lo permite orientar las adquisidores de bienes de ayuda humanitaria, para el diseño de estos modelo las variables fueron priorizadas mediante la técnica de Pareto, en este caso la ayuda humanitaria proporcionada a la población es la adecuada. También, se pueden realizar estimaciones confiables y consistentes de las poblaciones

que recibe ayuda humanitaria por desastres en la regiones del Perú, al usar los Modelos diseñados para las regiones naturales, para tal efecto se han diseñado modelos para la región costa, sierra y selva, permitiendo tanto a las autoridades del gobierno central y gobiernos regionales elaborar planes operativos que permita prever bienes de ayuda humanitaria acorde a su modo de vida, costumbres, clima y otros aspectos propios de cada poblador que vive en las diferentes regiones del Perú.

Modelos de desastres

Se han presentado modelos que analiza la relación que existe en la población afectada por un desastre de origen natural y algunas variables sociales y psicológicas con el bienestar psicológico. El estudio resalta la importancia de las condiciones sociales sobre los efectos psicológicos de los desastres naturales y la importancia del optimismo para amortiguar dicho efecto (García *et al.* (2014a,b). Si se compara con el modelo propuesto en la presente investigación existen solo dos variables en común que son los desastres de origen natural y la población afectada por desastres, pero el estudio de García *et al.* (2014a) tiene un enfoque diferente. García *et al.* (2014b), presentan un modelo correlacional - transversal de respuestas psicológicas ante un desastre natural, cuyo propósito es identificar procesos psicológicos relacionados con la sintomatología del estrés postraumático y el crecimiento postraumático. Los modelos propuestos en nuestro estudio tienen como propósito estimar poblaciones con fines de ayuda humanitaria (Tabla 2).

Eisensee & Strömberg (2007) presentan un modelo de regresión simple para la ayuda humanitaria del gobierno de EE.UU. a países que sufren emergencias y está en función de los medios de comunicación, y toma como base los datos sobre desastres naturales de la Emergencia de (EM-DAT) proporcionado por el Centro de Investigación sobre la

Epidemiología de los Desastres (CRED), que califica un desastre si al menos uno de estos tres criterios se cumplen: (1) diez o más personas han fallecido y cien o más personas reportaron afectados, heridos, y /o personas sin hogar; (2) si hay declaratoria de estado de emergencia; (3) o se existe un llamado para la asistencia internacional. Mide la gravedad de un desastre por dos variables: el número de fallecidos y el número de afectados, los fallecidos incluye desaparecidos. En contraste, el presente trabajo está orientado a estimar poblaciones que reciban ayuda humanitaria en el Perú en base a las variables emergencias ocurridas en el Perú (X_1), población damnificada (X^2) población afectada (X_3) viviendas destruidas (X_4), viviendas afectadas (X_5), hectáreas de cultivo perdidas (X_6), hectáreas de cultivo afectadas (X_7) y las probabilidades de ocurrencia de emergencias y desastres (X_8).

Malilay *et al.* (1997) presentan un método modificado de muestreo por conglomerados para la evaluación rápida de necesidades después de un desastre. El método tiene variables como evaluación de necesidades = Viviendas destruidas + población total después del desastre. En este caso se concluye que el modelo permite estimar las necesidades ante la ocurrencia de un desastre, que de alguna manera tiene alguna similitud a nuestro modelo que mide la cantidad de población que debe recibir ayuda humanitaria.

Noji (1997) Se ha propuesto un modelo de regresión logística sobre los efectos de los desastres en la Salud Pública y está en función de la vigilancia epidemiológica, salud ambiental (agua, desechos sólidos, aspectos relacionados con la salud pública) y control de enfermedades transmisibles después de la emergencia. El modelo es extremadamente sensible a las respuestas periféricas y los puntos extremos en el espacio de diseño, el modelo se basa en medir los daños de un desastre (Noji 1997). Sin embargo no estima la

población que ha sido afectada por desastres como el propuesto por el presente estudio.

Diamond & Ganeshan (2009), utiliza el modelo de regresión lineal simple para pronosticar poblaciones afectadas por desastres relacionadas con el Clima (lluvias, huaycos e inundaciones) el modelo utiliza la técnica de doble exponencial, sin embargo éste modelo depende en gran parte de la calidad de los datos, la frecuencia de ocurrencia de desastre, los impactos de los desastres sobre las poblaciones y economías, por lo que debido a estas limitaciones, su uso a nivel de país es limitado. Este modelo tiene una semejanza al propuesto en el presente estudio, sin embargo la diferencia consiste en que se utiliza variables de origen tecnológico y el objetivo es estimar poblaciones para otorgar ayuda humanitaria.

Al analizar los diferentes modelos se observa que sus diseños están enfocados mayormente a cubrir la parte psicológica después del impacto del desastre, así como la evaluación rápida de necesidades para la población que ha quedado afectada después del desastre, en contraste a nuestros modelo que usa ocho variables relacionadas.

Variables del modelo

Al contrastar la literatura por variables del modelo, tenemos que el CISDS (2015), señala que la población afectada, es la expresión cuantitativa del número, atributos y características de la población que ha sido afectada por el desastre, y está enfocada a sectores sociales. Para su determinación es necesaria la determinación del área geográfica. Se determina mediante la siguiente expresión: $P_d = P_0 e^{rt}$, siendo: P_d = Población en el día del desastre, P_0 última estimación oficial de la población, r es la tasa anual de crecimiento exponencial del año o periodo que ocurre el desastre y t el tiempo en años entre la fecha inicial de la población usada en el cálculo r y el momento del desastre, cuyo modelo dista del modelo propuesto en el siguiente trabajo de

investigación. ONU (2013) considera damnificadas las personas que hayan tenido: (a) pérdidas, totales o parciales de bienes inmuebles, sean propietarios, arrendatarios u otra condición de tenencia; (b) pérdidas de actividades agropecuarias; o (c) la desaparición, lesión o muerte de miembros del hogar como consecuencia directa de la emergencia o desastre, también para la Persona Afectada; se consideran afectados, aquellas que sufren efectos indirectos o secundarios de la emergencia o desastre, como deficiencias en la prestación de servicios públicos, en el comercio, o en el trabajo, o aislamiento. Para el caso del presente estudio en el Perú se considera persona damnificada a la condición de una persona o familia que ha perdido su vivienda, o sus medios de vida por una emergencia o desastre, que temporalmente no cuenta con capacidades socioeconómicas disponibles para recuperarse. En cambio, la población afectada, es la población que ha sufrido daños personales o materiales en forma parcial, es decir sus medios de vida han sufrido algunos daños y cuenta con capacidades para recuperarse. En relación a las variables viviendas destruidas y afectadas, existe coincidencia en las definiciones. En relación las variables Hectáreas de cultivo perdidas y afectadas, La FAO (2014), señala que la cuarta parte de los daños por desastres naturales en el mundo corresponden a la agricultura y que forman parte de los medios de vida de las personas, para el caso del presente estudio considera todo estos aspectos y otros tales como los pastizales, básico para los pobladores dedicados a la ganadería.

El Instituto Nacional de Defensa Civil podría usar este modelo general de regresión lineal múltiple para realizar estimaciones confiables y consistentes de la población que recibe ayuda humanitaria por desastres en el Perú, para hacer las previsiones de ayuda humanitaria con un alto nivel de confiabilidad. Esta herramienta estadística ayuda a los responsables de elaborar los Planes Logísticos

debido a que se contempla las adquisiciones de los Bienes de Ayuda Humanitaria en previsión para atender a la población afectada por desastres, lo que se contempla en el Plan Operativo Institucional (POI), cuya elaboración es anual.

Las principales conclusiones del presente estudio son: (1) Se ha diseñado un modelo de regresión lineal múltiple para realizar estimaciones confiables y consistentes de la población que recibe ayuda humanitaria por desastres en el Perú, que consta de las variables población damnificada (X_2), población afectada (X_3) y probabilidad de ocurrencia de desastre en el Perú (X_8), teniendo: $Y = 72.455,731 + 0,417X_2 + 0,405X_3 - 3.292.452,345X_8$ (2) Se ha propuesto modelos de regresión lineal múltiple por tipo de fenómeno para realizar estimaciones confiables y consistentes de la población que recibe ayuda humanitaria afectada por desastres, para su diseño, las variables se priorizaron mediante la ley de Pareto en donde el 20% de los fenómenos causan el 80% de daños en el Perú, quedando los modelos para las heladas $Y = 5.025,805 + 0,811X_2 + 0,614X_3 - 198.311,9X_8$, para Lluvias e Inundaciones $Y = -0,145 + 0,109X_2 + 0,966X_3 - 0,114X_4 + 0,449X_8$, y para los Incendios $Y = -49,914 + 0,520X_2 + 0,966X_3 + 24.573,03X_8$, teniendo como coeficientes; la población damnificada (X_2), población afectada (X_3), viviendas destruidas (X_4), y la probabilidad de ocurrencias de desastres (X_8); (3) Se ha diseñado el modelo de regresión lineal múltiple para realizar estimaciones confiables y consistentes de la población afectada para brindar ayuda humanitaria por regiones naturales; costa, sierra y selva teniendo modelos; para la región de la costa $Y = 28.469,5 + 0,358X_2 + 0,768X_3 - 1.736.203,8X_8$, integrado por las variables población damnificada (x_2), población afectada y probabilidad de ocurrencia de desastres, el modelo para la región de la Sierra $Y = 13.803,888 + 0,891X_2 + 0,253X_3$, compuesto por la población damnificada (x_2),

población afectada (x_3) y para la región de la selva $Y = 909,070 + 0,420X_2 + 0,430X_3$, conformado también por la población damnificada (x_2), población afectada (x_3).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, NE. 1992. *Sistema de manejo de suministros humanitarios*. México. SUMA, OPS/OMS.
- Begoña, V.; Ortuno, T.; Tirado, G. & Rodríguez, T. 2004. *Modelos matemáticos de ayuda a la decisión en logística humanitaria*. Universidad Complutense de Madrid. España.
- Cardona, O.D. 2001. *El impacto económico de los desastres: esfuerzos de mediciones existentes*. BID/ICF/LA RED. Santo Domingo. 37 p.
- Caunhyea, A.M.; Niew, X. & Pokharel, S. 2012. Optimization models in emergency logistics: A literature review. *Socio-Economic Planning Sciences*, 46: 4-13.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). 2015. *Desastres y Desarrollo: el Impacto en el 2010*. Disponible en: http://www.cepal.org/desastres/noticias/noticias/2/42102/desastres2010_web.pdf leído el 12 de septiembre del 2015.
- CISDS (Centro de Información sobre Desastres y Salud). 2015. *Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Biblioteca Médica Nacional*. Disponible en <http://cidbimena.desastres.hn/index.php> leído el 25 agosto del 2015.
- CN-ONU (Centro de Noticias ONU). 2015. *Acuerdo de Sendai 2015-2030*. Disponible en:

- <http://www.un.org/spanish/News/story.asp?NewsID=31924#.VkX-cXYveM8> leído el 15 agosto del 2015.
- Cornejo de Grunauer, M. 2012. *Guía de operación para asistencia mutua frente a desastres de los países miembros de la Comunidad Andina*. República del Ecuador. Comunidad Andina. Guayaquil Ecuador. 34 p.
- DGPCE (Dirección General de Protección Civil y Emergencias). 2015. *Marco de Acción de Hyogo 2005-2015*. Disponible en: http://www.proteccioncivil.org/articulos/-/asset_publisher/S3Or/content/marco-de-accion-de-hyogo-2005-015? Leído el 10 de septiembre del 2015.
- Diamond, W. & Ganeshan, S. 2009. Forecasting the numbers of people affected annually by natural disasters up to 2015. Oxfam International report The Right to Survive, April: 3-10.
- DIRDN (Decenio Internacional para la Reducción de Desastres). 1998. *disponible en*: <http://www.snet.gov.sv/noticias/Redesa2002.htm>.
- Drury, A.C.; Olson, R.S. & Van Belle, D.A. 2005. The politics of humanitarian aid: U.S. foreign disaster assistance, 1964–1995. *Journal of Politics*, 67: 454–473.
- Eisensee, T. & Strömberg, D. 2002. *Modelo de ayuda de los EEUU a países afectados por desastres*. Disponible en: <http://qje.oxfordjournals.org/content/122/2/693.full.pdf> leído el 8 de septiembre del 2015.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) 2014. *Pérdidas en la Agricultura*. Disponible en: <http://www.fao.org/news/story/es/item/280688/icode/> leído el 4 de septiembre del 2015.
- FISCR-MLR (La Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja). 2010. *Informe Mundial sobre Desastres 2010 Resumen*. Ginebra – Suiza. 42 p.
- García, F.E.; Reyes, A. & Cova, F. 2014b. Severidad del trauma, optimismo, crecimiento postraumático y bienestar en sobrevivientes de un desastre natural. *Universitas Psychologica*, 13: 575-584.
- García, M.F.E.; Jaramillo, C.; Martínez, A.M. & Valenzuela, I. & Sola, F.C. 2014a. Respuestas psicológicas ante un desastre natural: estrés y crecimiento postraumático. *Liberabit*, Lima, 20: 121-130.
- Hoyos, C. D.; Agudelo, P.A.; Webster, P.J. & Curry, J.A. 2006. Deconvolution of the factors contributing to the increase in global hurricane intensity. *Science*, 312: 94-97.
- Malilay, J.; Henderson, A.; McGeehin, M. & Flanders, W.D. 1997. Estimating health risks from natural hazards using risk assessment and epidemiology, *Risk Analysis*, 17: 353–358.
- Middleton, N.; O'Keefe, P.; O'Keefe, P. & Moyo, S. 1997. *Disaster and Development: Politics of Humanitarian Aid*. Pluto Press. London. 202 p.
- Montenegro, C.S. 2013. *Compendio Estadístico del INDECI, en la preparación, respuesta y la rehabilitación*. INDECI. Lima.
- Noji, E.K. 1997. *The Public Health consequences of disasters*. Oxford University Press, New York, New York. 468 p.
- ONU (Organización de las Naciones Unidas). 2013. *La asistencia humanitaria y de socorro en casos de desastre*. [Monografía en Internet]. Disponible en: <http://www.un.org/es/globalissues/humanitarian/> leído el 15 de Noviembre de 2013.
- ONU (Organización de las Naciones Unidas). 2014. *Análisis de la implementación de la Gestión del Riesgo de Desastres en el Perú*. Misión de Naciones Unidas 2014. Coordinadora Residente del Sistema de

- las Naciones Unidas en el Perú y Representante Residente del PNUD. Lima. 101 p.
- Oravec, G.J.; Artino, A.R. Jr. & Hickey, P.W. 2013. Active-duty physicians' perceptions and satisfaction with humanitarian assistance and disaster relief missions: implications for the field. PLoS ONE, 8: e57814.
- Ramírez, T.P. 2013. *La importancia Logística en los cambios climáticos*. [Monografía en Internet]: Santiago de Chile 2012. Disponible en: <http://logisticaaplicada.bligoo.com/content/view/4/> leído el 8 de Enero de 2013.
- Schultz, J. & Elliot, J.R. 2013. Natural disasters and local demographic change in the United States. *Population and Environment*, 34: 293-312.
- Seaman, J. 2005. *Epidemiology of natural disasters*. Basilea, Suiza.
- SINAGERD. 2011. *Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Ley N° 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD)*. Decreto Supremo N° 048-2011-PCM.
- Soto, Z.J. & Thiell, M. 2007. *La Matemática Aplicada a la Logística*. Logicel, 58: Fundación Universitaria de Popayán. Barcelona – España.
- UCR (Universidad de Costa Rica). 2015. *El Nuevo marco de Acción de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030*. Disponible en: <http://www.preventec.ucr.ac.cr/content/nuevo-marco-de-accion-de-sendai>. leído el 2 de septiembre del 2015.
- Wisetjindawat, W.; Ito, H.; Fujita, M. & Hideshima, E. 2013. Modeling disaster response operations including road network vulnerability. *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 9: 1-19.

Received November 15, 2015.
Accepted December 28, 2015.