



Coloquio Internacional de Estudiantes Geografía y Medio Ambiente

Zonas y Poblaciones vulnerables en el Rímac

Alvarado Huapaya, Ana Isabel (anai.alvarado@pucp.edu.pe)

Onofre Lulo, Julio Jafet (onofre.j@pucp.pe)

Pontificia Universidad Católica del Perú

Facultad de Letras y Ciencias Humanas
Especialidad de Geografía y Medio Ambiente



PUCP

Resumen

El estudio tiene como objetivo presentar una zonificación de áreas con alto grado de vulnerabilidad frente a posibles desastres como inundaciones y terremotos, ello a partir de la evaluación de factores de riesgo como la pendiente del terreno y la cercanía al río Rímac. Los métodos empleados para tal proceso fueron la recolección de datos geospaciales (shapes) de libre disponibilidad, que luego serían usados en los Sistemas de Información Geográfica (ArcMap y Google Earth), y una revisión bibliográfica con la finalidad de establecer los antecedentes al estudio. La metodología del estudio resalta debido a la posibilidad que brinda de realizar análisis de peligros, vulnerabilidad y riesgos, empleando técnicas de superposición de capas, ponderaciones (0 y 1) y álgebra de mapas, solamente con información accesible y de libre disponibilidad. A partir de la zonificación establecida, y la consulta de fuentes adicionales, se pudo determinar, también, el número y porcentaje de familias que viven actualmente en áreas consideradas con alto riesgo y las instituciones públicas ubicadas en estas zonas; además de las ventajas y desventajas que presentan los SIG a la hora de realizar procesos de determinación de zonas de riesgo. Estas técnicas estarían complementando otros tipos de análisis que recogen información a partir de un enfoque cualitativo, aportando a la visión integral de la gestión del riesgo de desastres y la toma de decisiones hacia la prevención y concientización.

Palabras clave: Rímac, zonificación, vulnerabilidad, SIG, datos de libre acceso.

Introducción

La temporada de lluvias del 2017 con el fenómeno del niño costero dejó estragos estimados en 574 millones de dólares solo en la región de Lima (AméricaEconomía 2017). Los huaycos son tan solo una de las múltiples catástrofes a las que Lima como todo el Perú están expuestos. A pesar de ello, son pocas las acciones que se hacen para estudiar a profundidad la vulnerabilidad y por ejecutar acciones de prevención, mitigación y respuesta. En consecuencia, año tras año seguimos observando los escombros dejados tras desastres que, como con el caso del niño costero, sabemos que ocurrirán. Un ejemplo de uno de los distritos más propensos, en Lima, a sufrir mayores estragos por desastres es

el Rímac. Esto no solo por su cercanía al río que lleva el mismo nombre, sino también porque muchos de sus habitantes viven en zonas de altas pendientes, suelos inestables y/o en casas antiguas construidas con materiales poco resistentes ante terremotos. La importancia del estudio del distrito del Rímac y su vulnerabilidad no solo se da porque en él viven cerca de 165 mil personas, sino también por su valor para la historia e identidad peruana.

Los Sistemas de Información Geográficos permiten reunir y analizar información a través de elementos georreferenciados. Gracias a su capacidad de trabajar con múltiples capas de datos de forma conjunta se puede obtener información gráfica y localizada generando una visión global del área de estudio, y en este caso, de las zonas vulnerables. Para el estudio del Rímac este programa ha sido útil para definir las áreas de influencia y afectación ante un desastre.

Esta información es relevante para las autoridades ya que permite mejorar la toma de decisiones con la finalidad de mitigar los posibles daños que pueda ocasionar un desastre y salvar vidas. No obstante, la responsabilidad de la gestión del riesgo de desastres no debería ser únicamente del gobierno o especialistas sino también de los ciudadanos en general. Es por ello, que este estudio sobre la vulnerabilidad del Rímac con ayuda del SIG permite demostrar que con información, que está al alcance de todos, se pueden empezar a desarrollar acciones que ayuden con la prevención y concientización.

Metodología

La metodología empleada para cumplir los objetivos planteados, que es la determinación de manzanas aptas y no aptas para ser habitadas, se basa principalmente en el uso del software ArcMap y todas las herramientas que este ofrece, y Google Earth.

Un primer procedimiento fue hallar la pendiente del distrito del Rímac a través del uso del ArcMap. Para ello, después de extraer el DEM del servidor Earth Explorer se procedió a alinear los píxeles del ráster. Una vez hecho esto, se utilizó la herramienta de “Pendiente” con la finalidad de determinar la topografía de la zona de estudio. Luego, utilizando la herramienta “reclasificar”, se pasó a clasificar estos datos en dos categorías a partir del grado de inclinación del terreno. Así, se le asignó el valor de 1 a aquellas áreas cuya pendiente se encontraba entre 0 y 10°, y 0 a aquellas que estaban por encima de 10°. Cabe resaltar que las zonas con el valor de 1 son aquellas que tienen una susceptibilidad a movimientos

de masa muy baja y baja, mientras que las que tienen asignadas el valor de 0 son aquellas que tienen una susceptibilidad media, alta y muy alta, y que, por lo tanto, son no aptas para la construcción, caso contrario de las que tienen el valor de 1.

En segundo lugar, para analizar la zonificación sísmica se buscó la data del CISMID distribuida por el CENEPRED. Se agregó esta información a ArcMap y se editó aumentando un campo en la tabla de atributos al que se le puso de nombre 'Aptitud'. En este campo, a las zonas con una susceptibilidad 'muy alta', 'alta' y 'media' a movimiento telúricos se designó el valor de '0' en el nuevo campo, lo que indica que son zonas no aptas para ser habitadas (Zona I). Por el contrario, para las áreas con susceptibilidad 'baja' y 'muy baja' se designó el valor de '1' (Zona II). Después de terminar este procedimiento se utilizó la herramienta de 'entidad a ráster', para que así, ambos estén en el mismo formato y sea posible comparar este ráster con el anterior de pendientes.

En tercer lugar, para saber qué zonas son las vulnerables ante un desbordamiento del río se empleó un shapefile de los ríos del Perú extraído del IGN y la herramienta "distancia euclidiana" del ArcMap. Así, con revisiones bibliográficas e informes de casos de desbordamientos anteriores, se determinó que la distancia máxima hasta la cual puede desbordarse el río son 500 metros. Esto permitió determinar dos tipos de espacios: aquellos que están ubicados a una distancia al río de 0 a 500 m, y aquellos que están más allá de los 500m. Después, a través del empleo de la herramienta "reclasificar", se le asignó el valor de 0 a aquella área comprendida entre los 0 a 500 m (zona vulnerable a desbordamientos) y 1 a aquellos espacios que se encuentran fuera del rango de los 500m (zonas no vulnerables ante esta amenaza).

Una vez obtenidos los raster con la clasificación de los factores considerados, pendiente y cercanía al río, así como también el de zonificación sísmica, el paso siguiente es la sobreposición de capas para así determinar las zonas del Rímac que más presentan estos factores. Para tal fin, la herramienta utilizada es la 'calculadora ráster' (instrumento del Spatial Analyst) la cual, basándose en el cruce de valores 0 y 1, "0" para las zonas no aptas y "1" para las zonas aptas, realiza una multiplicación de píxeles. Así, si un píxel del raster de pendientes se multiplica con su par de zonificación sísmica y con el de distancia del río, resultará en "no apta" en caso alguna de estas tiene valor cero (por ejemplo: $1*1*0$). De este proceso se obtiene un nuevo raster con la información de zonas aptas y no aptas, el mismo que luego será convertido a un formato shapefile.

Finalmente, para encontrar la cantidad de población, viviendas, red de agua y desagüe ubicadas en áreas vulnerables, y que, consecuentemente, se encuentran también en estado de vulnerabilidad se utilizó la herramienta "Unión Espacial". Esto permitió unir la información contenida en el shape de zonas aptas y no aptas con el de manzanas (INEI), el mismo que contiene la información de las variables antes mencionadas. De la misma manera, para encontrar el número de instituciones educativas, de comisarías y bomberos ubicados en zonas vulnerables se extrajeron shapes del SIGMED del Ministerio

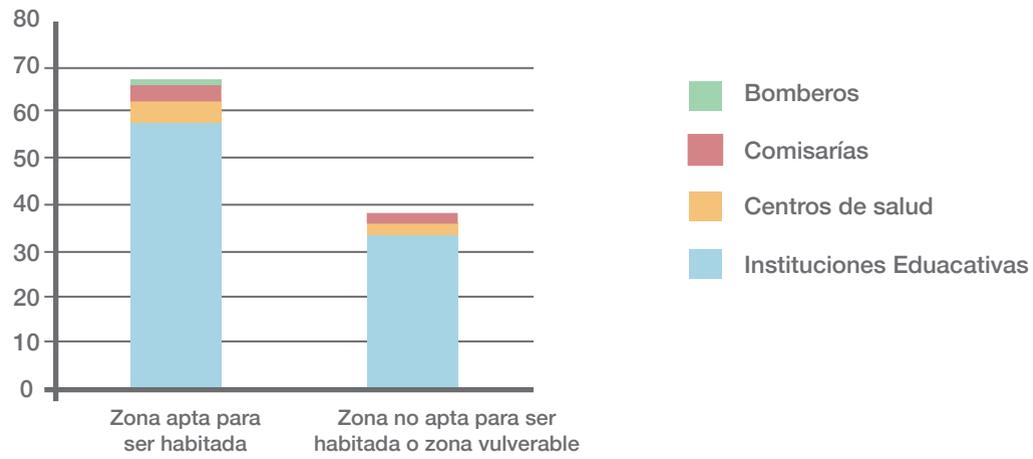
de Educación, para el caso del primero, y del Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID), para el caso de los segundos. Una vez obtenidos los shapes, a partir del uso de la herramienta “Recortar”, se pudo determinar aquellas instituciones que se encuentran dentro de las zonas consideradas “no aptas”, teniendo como entidad de recorte al shape con el mismo nombre generado anteriormente.

Resultado

Tabla 1

| Infraestructuras y Población | | | | | |
|------------------------------|-----------|---------------|--------------|------------------|--------|
| | Zona Apta | Zona Apta (%) | Zona No Apta | Zona No Apta (%) | Total |
| Cantidad de viviendas | 21189 | 50.67 | 20625 | 49.33 | 41814 |
| Población | 78241 | 49.54 | 79706 | 50.46 | 157947 |
| Instituciones educativas | 78 | 50 | 78 | 50 | 156 |
| Kilómetros de red de agua | 7.38 | 14.83 | 193.6 | 96.33 | 200.98 |
| Kilómetros de red de desagüe | 16.16 | 13.10 | 64.9 | 80.06 | 81.06 |
| Centros de salud | 6 | 66.67 | 3 | 33.33 | 9 |
| Comisarías | 3 | 60.00 | 2 | 40.00 | 5 |
| Bomberos | 1 | 100 | 0 | 0 | 1 |

Gráfico N° 1



Mapa N° 1

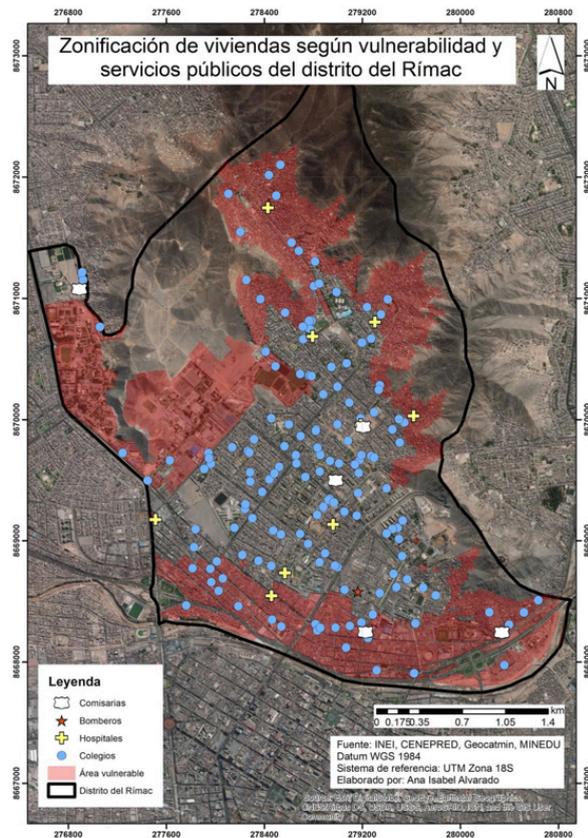
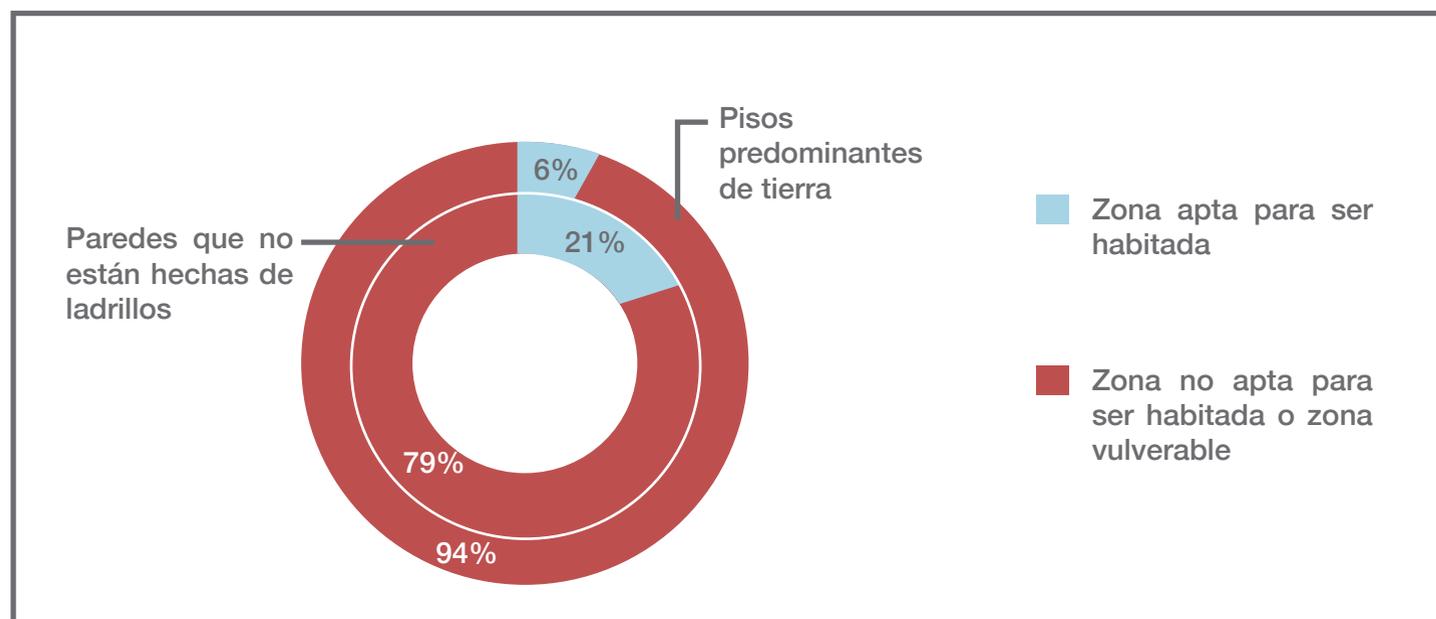


Tabla 2

| | Zona Apta para ser habitada | Zona Apta para ser habitada (%) | Zona no apta para ser habitada o zona vulnerable | Zona no apta para ser habitada o zona vulnerable (%) | Total |
|--|-----------------------------|---------------------------------|--|--|-------|
| N. de viviendas con paredes que no están hechas de ladrillos | 1830 | 20.90 | 6925 | 79.10 | 8755 |
| N. viviendas con pisos predominante de tierra | 139 | 6.21 | 2098 | 93.79 | 2237 |

Gráfico N° 2

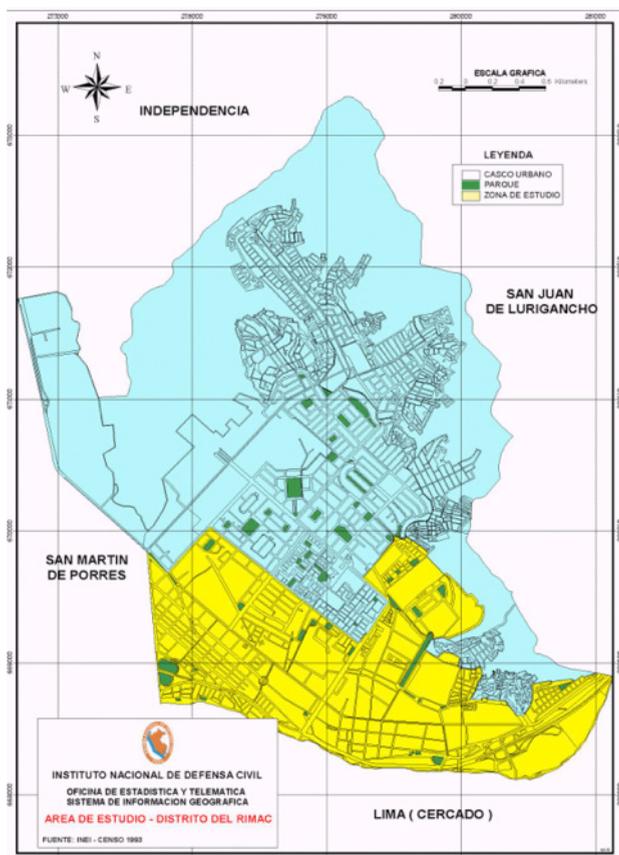
Viviendas Construidas con Materiales Precarios



Discusión

Un estudio realizado por el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) en el 2002 titulado “Estudio de Vulnerabilidad y Determinación de Riesgo en el distrito del Rímac” nos muestra que a través de la aplicación de un censo en el que se identifica, califica y cuantifica las edificaciones en “riesgo de colapso” y la consideración de factores como la antigüedad, falta de mantenimiento, sobreuso, hacinamiento y tugurización, se pueden establecer áreas que presentan un alto grado de vulnerabilidad (INDECI 2002:3). Así, según este estudio, que no toma en cuenta todo el distrito del Rímac, sino solamente la parte más cercana al río Rímac, tal como se muestra en el Mapa 2 tenemos que existen 3226 (48% de la zona estudiada) de edificaciones en situación de alto riesgo de colapso debido a agrietamientos en las paredes así como un alto índice de humedad, mientras que 637 (9%) se encuentran en mediano riesgo de colapso, y finalmente 2925

Mapa N° 1



(43%) se encuentran en situación de bajo riesgo. De la misma manera, en cuanto a la situación de habitabilidad se supo que 6143 edificaciones que están en riesgo de colapso están habitadas y solamente 576 deshabitados. Por su parte, el material de construcción predominante en las edificaciones ubicadas en las zonas con riesgo de colapso se supo que es el adobe con 5166 edificaciones, seguido de la quincha con 1206 y la madera con 242 (INDECI 2002:10).

Por otro lado, en cuanto a los resultados obtenidos con nuestro estudio, podemos notar que, tal como se muestra en la Tabla 1, estos en cierta forma son bastante alarmantes, pues tenemos que casi la mitad de las viviendas (49.33%) y más de la mitad de la población (50.46%) están ubicadas en zonas no aptas o de alta vulnerabilidad. De la misma manera, el análisis del porcentaje de la red de agua y desagüe ubicadas en zonas no aptas y aptas nos muestra que casi la totalidad de la primera (96.33 %) de la primera se encuentra en una zona no apta, mientras que también la gran mayoría de la segunda (80.06%) se ubica también en una zona no apta. Inclusive, podemos notar que las instituciones públicas encargadas de la labor de respuesta ante cualquier desastre están ubicados en zonas de alta vulnerabilidad, pues tenemos que 3 de los 9 centros de salud y 2 de las 5 comisarías existentes en el distrito del Rímac están ubicados en zonas no aptas.

Situación diferente ocurre con las instituciones educativas en las que la mitad de ellas están ubicadas en las zonas no aptas y la otra mitad en las zonas aptas.

En ese sentido, haciendo un análisis de la ubicación de las instituciones públicas que se encuentren en el distrito del Rímac podemos notar, tal como se observa en el Gráfico 1, que casi el 40% de las infraestructuras públicas se ubican en zonas clasificadas como no aptas, es decir, con un alto grado de vulnerabilidad. El hecho de que esta cifra sea tan elevada nos da una idea de la poca importancia que las autoridades encargadas de la planificación territorial le dan al tema de gestión de riesgos, pues prefieren desconocer los factores de vulnerabilidad y construir sin hacer los estudios preliminares correspondientes, lo cual finalmente termina actuando como un incentivo para que las personas también construyan en dichas áreas, agravando de esta manera la vulnerabilidad y el riesgo en la zona.

Otro aspecto que es utilizado frecuentemente en la determinación de zonas con grados de vulnerabilidad es, sin lugar a dudas, el tipo de material empleado en las construcciones de las viviendas. Así, se determinó que existen 8755 viviendas que fueron construidas con materiales diferentes al ladrillo como adobe, madera, quincha, estera, piedra u otros (INEI 2008).

Mientras que son 2237 viviendas las que en el Rímac cuentan con pisos a base de tierra. Más aún de estos totales, el 79% y 93% respectivamente, de estas viviendas se encuentran en zonas vulnerables como se observa en la tabla 2 y el gráfico 2. Esto significa que son cerca de 8 mil viviendas las que probablemente sufrirían graves daños en casos de un desastre y serían probablemente el doble o triple, el número para las personas que se quedarían sin un hogar.

Por su parte, sobre la metodología empleada podemos notar que el uso del ArcMap si bien es cierto facilita bastante el proceso de clasificación de zonas vulnerables, solamente hacen falta los valores de pendiente y distancia euclidiana al río para realizar dicha clasificación, no es del todo completa, pues la consideración de más categorías como las incluidas en el estudio realizado en por el INDECI en el 2002 exige más la realización de estudios de campo que solamente la observación de valores teóricos. Sin embargo, a pesar de esta limitación, el empleo de los SIG sigue siendo una herramienta muy importante para la determinación de áreas con un alto grado de vulnerabilidad y la población ahí presente, pues herramientas como la “Unión espacial” permite determinar, por ejemplo, cuáles son las infraestructuras ubicadas en zonas de peligro sin la necesidad de hacer observaciones de campo, lo cual, sin lugar a dudas, significa una optimización de recursos y tiempo para el investigador o institución encargada del estudio.

Conclusión

En conclusión, este trabajo sirvió para entender cómo a través del uso de los SIG, especialmente el ArcMap, y el empleo de las herramientas que este software ofrece, se puede realizar la clasificación de vulnerabilidad de cualquier área de estudio partiendo solamente desde los datos de pendiente y distancia euclidiana a cuerpos de agua proclives a desbordamientos. Así, lo que se determinó fue que en el distrito del Rímac se pueden observar dos áreas muy diferenciadas, aquella que se ubica en la zona llana y que, por lo tanto, se encuentra en una zona no vulnerable frente a sismos y eventos de crecidas del río Rímac, y aquella cuya topografía presenta un alto grado de pendiente. Por su parte, los resultados obtenidos después de la aplicación de las distintas herramientas de ArcMap, las mismas que fueron explicadas en la sección de metodología, muestran que poco más la mitad de la población que vive en el Rímac se encuentra en estado de vulnerabilidad, lo cual, a su vez, se equipara como el número de viviendas en zonas no aptas o vulnerables que representan el 49.33% del total de viviendas.

Estos alarmantes datos se ven mucho más agudizados si hacemos el análisis de las infraestructuras públicas ubicadas en zonas vulnerables, pues tenemos, por ejemplo, que más del 90% de la red de agua, el 80.06% de la red de desagüe, la mitad de las escuelas y una tercera parte de los centros de salud se ubican dentro de una zona que es considerada como no apta o en estado de vulnerabilidad. En ese sentido, la crítica que se hace es hacia las autoridades encargadas de la planificación territorial y al tema de gestión de riesgos, pues en cuanto las municipalidades y el Estado en general construyan infraestructuras en áreas no aptas las personas tenderán también a asentarse en dichas zonas dadas las facilidades de servicios públicos con los que cuentan.

Por otro lado, también se pudo notar que, si bien es cierto los dos factores que fueron tomados en cuenta para la clasificación de las zonas no aptas y aptas son de los más importantes, también existen otro tipo de factores que determinan la vulnerabilidad o no de una construcción. Así, por ejemplo, tenemos factores tales como la vulnerabilidad estructural, vulnerabilidad no estructural y la vulnerabilidad funcional (Samaniego 2006). Finalmente, en cuanto a la herramienta usada, podemos mencionar que el ArcMap sí se posiciona como una herramienta bastante efectiva a la hora de delimitar la vulnerabilidad en las distintas zonas, aunque en caso se desea realizar un análisis mucho más profundo este se vería complementado de mejor manera con observaciones realizadas en campo.

Bibliografía

América Economía (2017) “Daños causados por El Niño costero superan US\$3.100 millones en Perú”. América Economía. Edición Internacional.

Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED).

Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID). Lima. <http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigrid/>

Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET). Sistema de Información Geológico y Catastral Minero (GEOCATMIN). <http://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/>

Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) (2002). Estudio de Vulnerabilidad y Determinación de Riesgo Distrito Rímac. [Informe técnico], Lima.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) (2008). Perfil sociodemográfico del Perú. Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda.

Ministerio de Educación (MINEDU) Perú. <http://www.minedu.gob.pe/>

Municipalidad Distrital del Rímac. El Rímac, ciudad resiliente a los desastres.

Municipalidad Distrital del Rímac. Historia del Rímac. Consulta: 30 de noviembre de 2017.

Samaniego, L (2006). Estudio de la vulnerabilidad sísmica del distrito del Rímac. Análisis del problema y medidas de mitigación (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil). Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, Lima, Perú.