



Artículo Original

Vulnerabilidad en sistemas de agua potable y alcantarillado ante inundaciones en el distrito de Trujillo, Perú

Vulnerability in drinking water supply and sewage flooding in Trujillo district, Peru

Georgina S. Rubio-Herrera¹ y Ana M. Guerrero-Padilla²

¹Alumna de la Escuela de Postgrado de la Universidad Nacional de Trujillo (UNT). Trujillo. Perú. ²Facultad de Ciencias Biológicas. UNT.

RESUMEN

Se determinó la vulnerabilidad de los sistemas de agua potable y alcantarillado del Distrito de Trujillo, Perú, mediante una metodología basada en la guía de análisis de vulnerabilidad en sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario de la Organización Panamericana de la Salud. Se identificó y caracterizó la amenaza inundación mediante láminas y el área probabilística inundable en el Distrito de Trujillo. Se evaluó el estado físico y operacional de los componentes del servicio y de la empresa administradora del servicio, SEDALIB, así como, los componentes de infraestructura, cuyo mal funcionamiento debido a efectos considerados ante una inundación pudieron generar situación de emergencia excediendo la capacidad de atención. Se elaboraron mapas de evaluación de la infraestructura del sistema de agua y alcantarillado, así como áreas inundables, se realizó la superposición de mapas de áreas inundables y sectores vulnerables. Finalmente, se demarcó las áreas e infraestructura de los componentes del sistema de agua y alcantarillado expuestas a mayores daños ante la ocurrencia de inundación, brindándose las medidas de mitigación y emergencia ante un eventual desastre, asimismo estimándose los costos por componente del servicio.

Palabras clave: vulnerabilidad, agua potable, alcantarillado, inundaciones

ABSTRACT

The vulnerability of drinking water supply sewer systems in Trujillo district, Peru, by a methodology based on the vulnerability analysis guide of drinking water and sewage sanitation of the Pan American Health Organization was determined. It was evaluated and characterized by flood threat sheets and probabilistic flood area in Trujillo district. The physical and operational status of the service components and service management of SEDALIB, Water Company, will be assessed. Infrastructure components whose malfunction due to effects considered before a flood could generate emergency situations by exceeding attention capacity were evaluated. Results were expressed quantitatively by probability matrices of damages supported by sheets of identification of critical and floodable areas. The water supply and sewage infrastructure and floodable areas were assessed by the elaboration of maps. Maps of floodable areas and vulnerable sectors were superimposed. Finally, the areas and infrastructure of the water supply and sewer systems exposed to greater damage upon occurrence of flooding were demarked. Mitigation and emergency measures for disasters are given. Besides, costs of service components were estimated.

Key words: vulnerability, drinking water supply, sewage, flooding

INTRODUCCIÓN

La vulnerabilidad ante amenazas naturales se entiende como el nivel específico de exposición y fragilidad que sufren los grupos humanos asentados en un lugar ante ciertos eventos peligrosos, en función de un conjunto de factores socioeconómicos, institucionales, psicológicos y culturales¹. Reconociendo la multiplicidad de las variables que definen la vulnerabilidad social y la dificultad para medirlas e integrarlas, se han hecho esfuerzos por construir indicadores, que, sin perder de vista la

especificidad de aquello que se mide, permitan a la vez valoraciones combinadas que evidencien, en mejor medida, el comportamiento complejo de las variables involucradas; es así como el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)² ha propuesto el índice de vulnerabilidad social¹.

En México se han realizado estudios climatológicos de tornados, encontrando que existe una condición interesante debido a que, por un lado, la esfera formal de conocimiento meteorológico (científica y operativa) ha ignorado durante muchos años su experiencia, y por el otro, la ocurrencia de tornados ha sido registrada a través del tiempo como asuntos anecdóticos relacionados con entidades sobrenaturales^{3,4,5,6}. Así mismo, en Buenos Aires (Argentina) se han realizado estudios sobre las precipitaciones como fuente principal de agua y, con los resultados del balance de agua en el suelo (deficiencias y excesos), se analizaron algunos eventos hidrológicos extremos y su distribución espacio-temporal y se relacionaron con fenómenos del Cambio Climático (CC)^{7,8}. En este contexto, los debates acerca del CC se orientan a tratar las cuestiones de mitigación⁹, adaptación^{10,11}, vulnerabilidad¹² o resiliencia^{13,14} de las sociedades a dichos fenómenos, según el objeto de interés y el marco teórico desde el que se construyen los problemas y sus soluciones. Ante ello, la Organización Panamericana de la Salud¹⁵ señala lo siguiente. ... “Todo sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado está expuesto en mayor o menor grado a las emergencias y desastres, por lo tanto, a daños en sus componentes¹⁵.

El Perú es un país en el cual el fenómeno “El Niño” (FEN) ha causado grandes pérdidas de vidas humanas y económicas, por lo que es necesario contar con planes de prevención y mitigación ante las inundaciones, principales peligros¹⁶. El FEN 97-98, por ejemplo, ocasionó grandes inundaciones que devastaron la costa norperuana hasta el departamento de Lambayeque, ocasionando pérdidas de US \$2000 millones^{9,17}.

En la región La Libertad, la cual tiene condiciones geográficas diversas y variada topografía, la convergencia de las cuencas de río Seco y Quebrada de León ubicada al norte del distrito de Laredo, debido a la no existencia de una cultura de prevención ante posibles amenazas de origen natural en la ciudad de Trujillo, fue afectada por el FEN 98 con la destrucción de más de 240 viviendas y deterioro de otras 600^{18,19}. Esto originó que el distrito de Trujillo fuera inundado por el desbordes de la acequia la Mochica y el almacenamiento y ruptura del dique de Mampuesto, propiciando el arenamiento de diferentes tramos de tuberías de alcantarillado^{19,20}.

Se ha identificado que en el distrito de Trujillo existen zonas críticas expuestas a la amenaza de inundación y la afectación del servicio en los sistemas de agua potable y alcantarillado (han superado los 40 años de antigüedad), así mismo los antecedentes de las lluvias ocurridas en el FEN 2008-2009 y en Febrero-Marzo del 2011 generan la necesidad de realizar un diagnóstico del grado de vulnerabilidad de los componentes del sistema y la implementación de medidas de mitigación y emergencia. En tal sentido, se determinó el grado de vulnerabilidad del sistema de agua potable y alcantarillado sanitario del distrito de Trujillo, desde el punto de vista físico operativo y administrativo ante la ocurrencia de inundaciones.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se aplicó la metodología propuesta por la Organización Panamericana de la Salud¹⁵ a través del método matricial por componentes del servicio. Se tomó como línea base la evaluación probabilística de ocurrencia de inundación desarrollada previamente²⁰, con esta información se logró consolidar la identificación de las zonas potencialmente vulnerable del distrito de Trujillo ante una inundación. Se desarrolló un diagnóstico del sistema de agua potable y alcantarillado en cual se ha logrado identificar las zonas críticas de los componentes. Esta información se logró colocar las láminas superpuestas y de esta manera se determinó el riesgo de vulnerabilidad al que están expuestos los componentes del sistema para, finalmente, estimar los costos de mitigación y emergencia en los componentes del sistema.

Se realizó el análisis de vulnerabilidad con respecto a los riesgos hidrológicos tomando en cuenta la sensibilidad del cambio climático que afecta a Trujillo en este último quinquenio, el cuál fue tomado como base para la presente investigación²⁰.

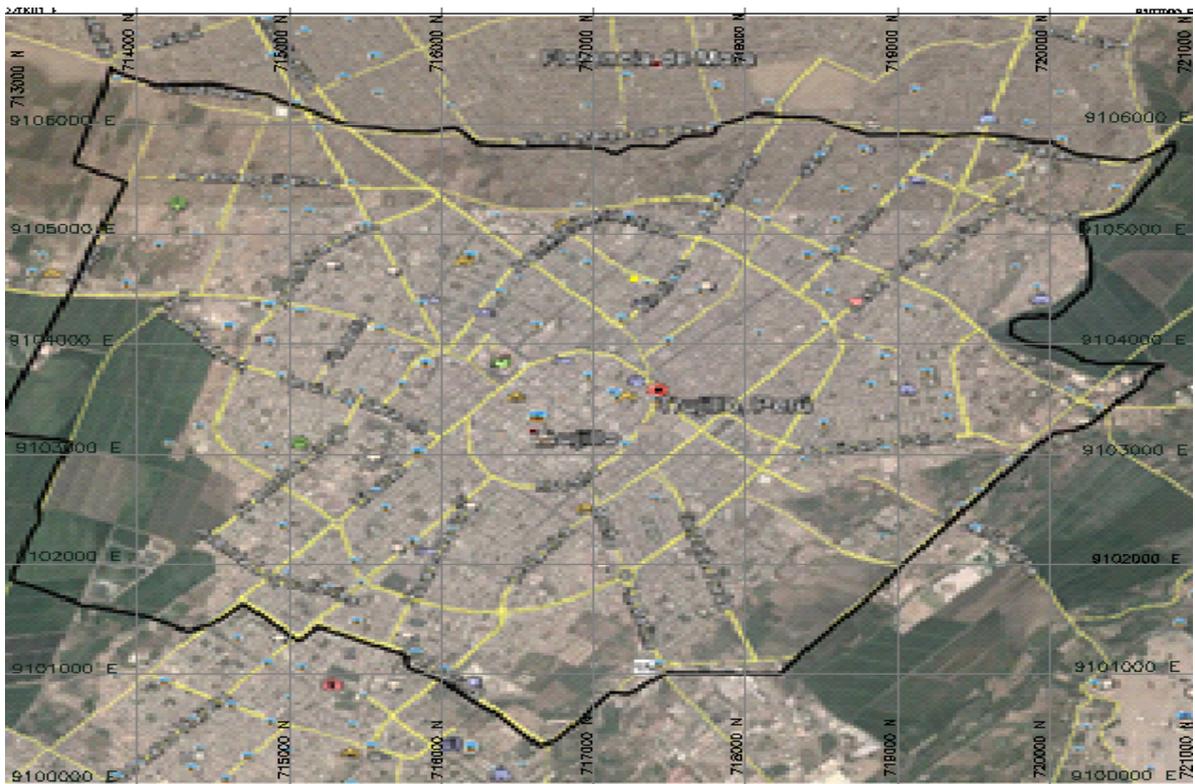


Fig. 1 Ubicación de la zona de estudio que corresponde al distrito de Trujillo, Perú (Fuente: Google Eart-2014)

RESULTADOS

El mapa de riesgos determinó las áreas que al presentarse la emergencia, teniendo prioridad para ser atendidas. Como áreas prioritarias, se establecieron aquellas zonas por donde pasan líneas que conducen o impulsan el agua potable de la mayor cantidad de usuarios (Tabla 1), los componentes del sistema de agua y alcantarillado que se encuentran en las zonas vulnerables y aquellas estructuras cuyos daños perjudican a los sectores y urbanizaciones del Distrito de Trujillo.

De esta manera, se estimó el riesgo de los componentes de agua potable y alcantarillado teniendo en cuenta la cuantificación del el nivel de impacto y los criterios de evaluación en los que se expresan en la cuantificación del nivel de vulnerabilidad para cada uno de los componentes del sistema de agua potable y alcantarillado y basados en probabilidad de ocurrencia de los peligros eminentes de la zona de estudio.

Tabla 1. Zonas críticas del sistema de agua potable y alcantarillado sanitario del distrito de Trujillo, Perú (Fuente: SEDALIB S.A, 2014)

| ZONAS CRITICAS TRUJILLO | Unidad | Cantidad |
|-------------------------------|--------|----------|
| Urbanizacion La Marqueza | ml | 256 |
| Avenida Los Paugiles | ml | 420 |
| Urbanización Monserrate | ml | 3210 |
| Avenida America Sur | ml | 1518 |
| Avenida Federico Villarreal | ml | 1740 |
| Centro Civico | ml | 2430 |
| Urbanización El Bosque | ml | 2480 |
| Urbanización La Noria | ml | 2145 |
| Urbanización Santo Dominguito | ml | 2063 |
| Urbanización Libertad | ml | 1278 |
| Urbanización Los Pinos | ml | 1789 |
| Urb. San Andres V Etapa | ml | 2612 |
| Avenida America Oeste | ml | 1345 |
| Avenida Los Incas | ml | 1245 |
| Avenida Eguren | ml | 1189 |
| Avenida Jesús de Nasareth | ml | 2165 |
| Avenida Mansiche | ml | 185 |
| Avenida Moche | ml | 245 |
| Avenida Ricardo Palma | ml | 150 |
| Urbanización Santa Maria | ml | 2570 |
| Ovalo Mochica | ml | 135 |
| Avenida Santa Cruz | ml | 81 |
| Urbanizacion Covirt | ml | 1535 |



Fig. 2: Simulación de inundación en el casco urbano del distrito Trujillo, Perú.

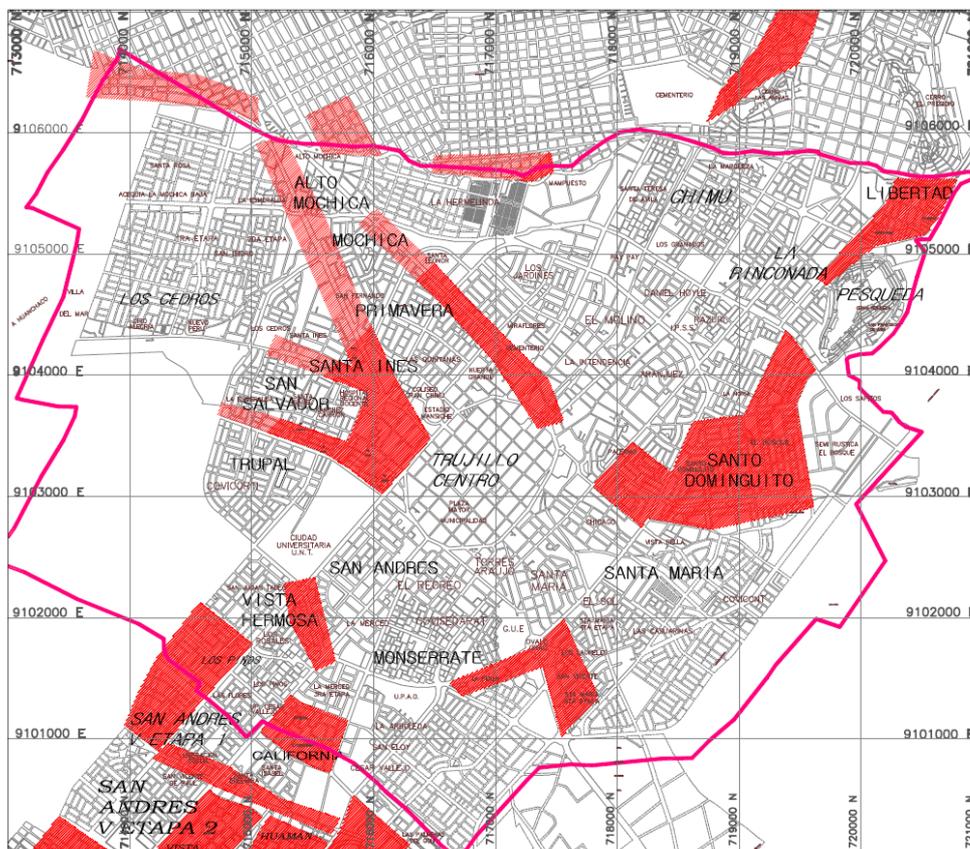


Fig. 3. Zonas críticas de los sistemas de agua y alcantarillado del distrito de Trujillo, Perú.

Tabla 2. Matriz A, aspectos operativos sistema de agua potable del distrito de Trujillo, Perú-2014.

| COMPONENTE | CAPACIDAD COMPONENTE(lps) | REQUERIMIENTO ACTUAL | DEFICIT SUPERAVIT | SISTEMAS REMOTOS DE |
|--------------------------|---------------------------|----------------------|-------------------|---|
| Pozo Subterráneo | 30 | 33 | -3 | Monitoreo y reportes de operatividad e infraestructura area operación y mantenimiento de la administradora del servicio Sistema de información SIGIS-Catastro Técnico utilización de software para detectar las zonas |
| Lineas de Impulsión | 180 | 216 | -36 | |
| Linea de Conducción | 140 | 168 | -28 | |
| Reservorios | 1122 | 1281.33 | -159.33 | |
| Red de Distribución | 283,846 | 290,942 | -7,096 | |
| Conexiones Domiciliarias | 52,784 | 57,535 | -4,751 | |

Tabla 3. Matriz B, aspectos operativos sistema de alcantarillado sanitario distrito de Trujillo,Perú-2014.

| COMPONENTE | COBERTURA % | CAPACIDAD | SISTEMAS REMOTOS DE ALERTA |
|--|-------------|-------------------------------|---|
| Conexiones domiciliarias | 84.93% | 54,412 und | Monitoreo y reportes de operatividad e infraestructura area operación y mantenimiento de la administradora del empresa servicio |
| Colector Principal | 84.93% | 6,550 ml | |
| Interceptores y emisores | 84.93% | 14,630 ml | Sistemas de informacion SIGIS-catastro tecnico utilizacion de software para detectar las zonas criticas a intervenir |
| Estaciones de bombeo | 84.93% | 3 | |
| Lineas de Impulsion y Aguas Servidas | 84.93% | 10,139ml | |
| Redes Colectoras Secundarias | 84.93% | 283,846.36 ml | |
| Buzones de Inspeccion | 84.93% | 6334 und | |
| Tratamiento y Disposcion Final Lagunas Covicorti Lagunas Cortijo | 84.93% | 0.432 m3/seg 0.397 m3/ seg | |

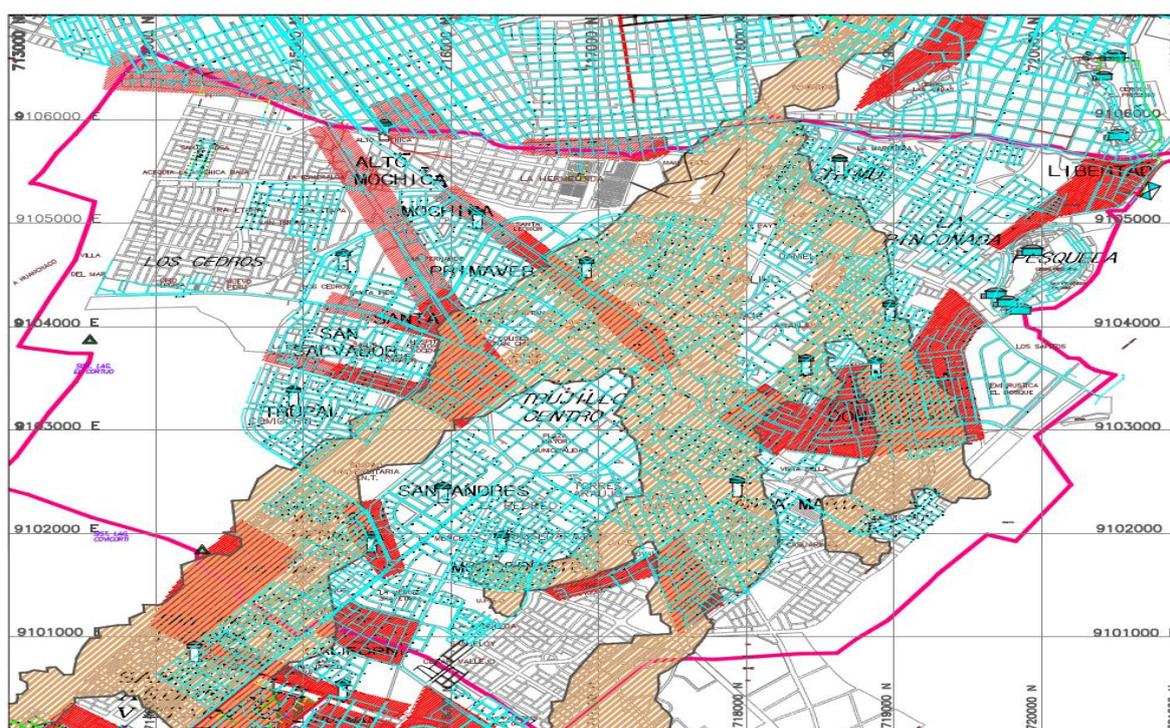


Fig. 4. Simulación de inundación de los sistemas de agua potable del distrito de Trujillo, Perú.

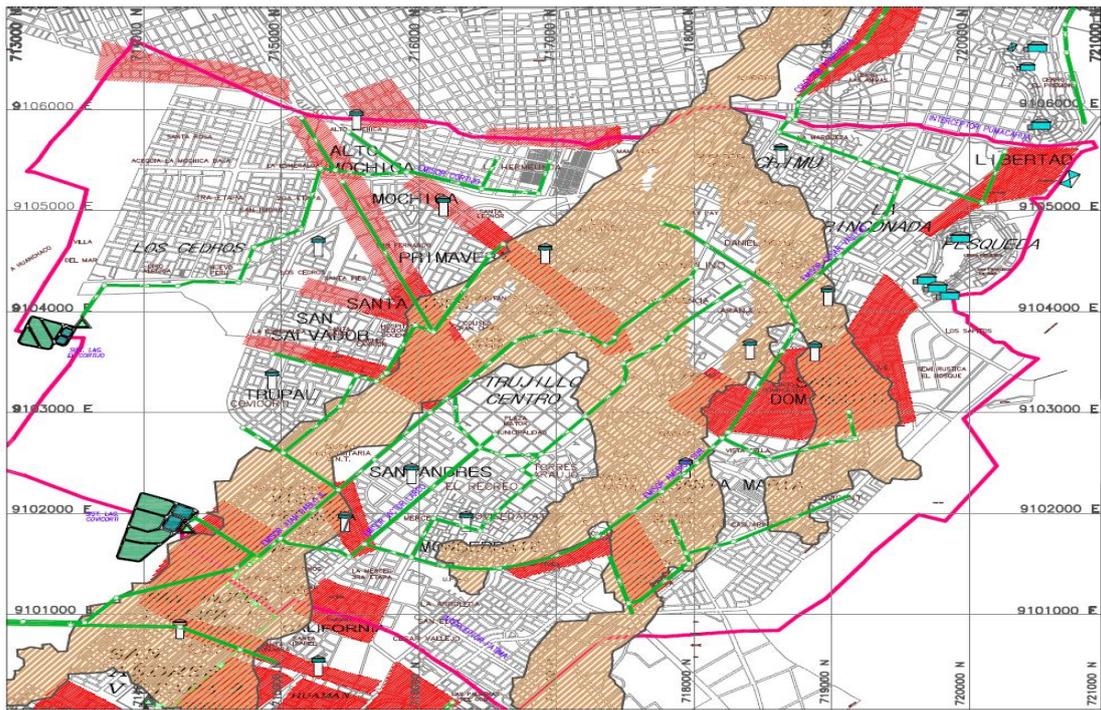


Fig. 5. Simulación de inundación de los sistemas de alcantarillado del distrito de Trujillo, Perú.

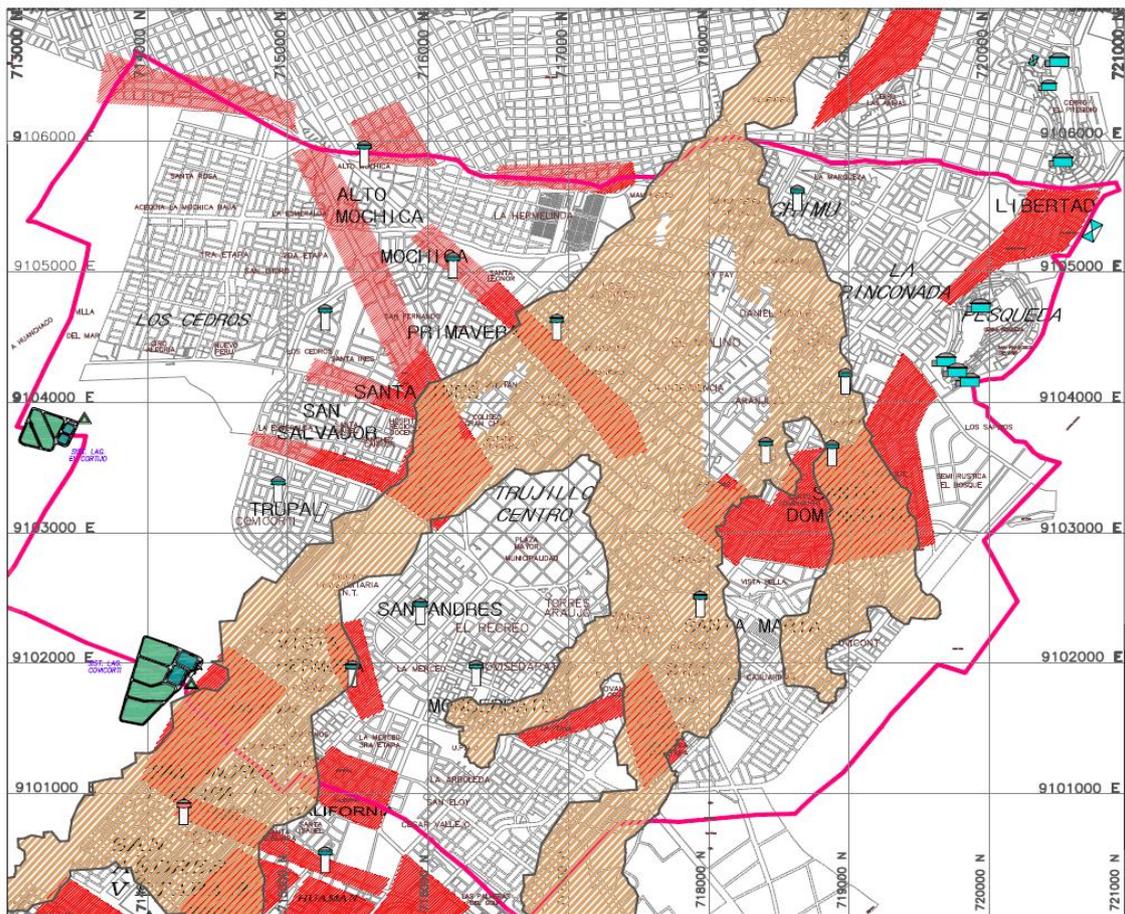


Fig. 6. Simulación de inundación de los sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario en el distrito de Trujillo, Perú.

DISCUSIÓN

Las zonas críticas de vulnerabilidad ante inundaciones, se identificaron en el distrito de Trujillo, los correspondientes tramos de agua potable y alcantarillado que han superado su periodo de vida útil (más de 40 años de antigüedad) y a su vez se encuentran expuestas a un eventual desastre; estas zonas son las ubicadas en el sector La Marquesa; emisor 52” calle Simón Bolívar, Los Paujiles; urbanizaciones Monserrate, El Bosque, La Noria, Santo Domingo, Libertad, Los Pinos, San Andrés, Santa María y Corvit; Avenidas América Oeste, Antenor Orrego, Eguren, Jesús de Nasareth, Mansiche, Ricardo Palma, Ovalo Mochica y Santa Cruz y Covirt.

La investigación realizada por la Organización Panamericana de la Salud “Mitigación de Desastres Naturales en Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario”, plantea respecto de este tema que la evaluación del peligro en la zona o región de estudio es esencial para estimar la vulnerabilidad y los daños posibles de los componentes del sistema en riesgo¹⁴.

En los aspectos operativos del Sistema de Agua Potable, se determinó que las redes secundarias especialmente las del centro de la ciudad se encontraron en mal estado, han cumplido su vida útil de servicio, existen tuberías de fierro fundido que datan del año 1930 (Santa María, La Intendencia, El Molino; Chicago), tuberías tipo magnani y fierro fundido que se instalaron desde 1960 a 1970, tuberías de asbesto cemento que se instalaron desde 1970 a 1985 y tuberías de PVC que se usan a partir del año 1986 hasta la fecha.

En contraste con esta información, la investigación realizada por la Organización Panamericana de la Salud en la ciudad de Lima Limón Costa Rica ante amenazas sísmicas determinó que se verían afectados a 55,000 habitantes, demuestra el déficit se presentó en las fuentes de almacenamiento menores como tanques con una capacidad de almacenamiento de 150 metros cúbicos. Un requerimiento actual de 2147 metros cúbicos con un déficit de 1997 metros cúbicos y redes de distribución con capacidad de 374 L/S, un requerimiento actual de 453 L/S y un déficit de -79 L/S^{14,20}.

Respecto de los aspectos operativos del sistema de alcantarillado se determinó la cobertura del sistema de alcantarillado fue del 84.93%. Los componentes del sistema 54412 conexiones domiciliarias, 6550 ml colector principal, 14630 ml interceptores y emisores, 3 estaciones de bombeo, 10139 ml líneas de impulsión, 283846,36 ml de redes colectoras secundarias y 6334 buzones de inspección, tratamiento y disposición final con capacidad de 0,432 m³/seg y 0,397 m³/seg.

Estudios similares realizados para la ciudad de Lima Limón Costa Rica ante amenazas sísmicas que verían afectados a 55000 habitantes, demuestra que no existen sistemas remotos de alerta al año de la investigación realizada en 1998^{14,21}.

La vulnerabilidad por el lado de los pozos de agua potable estuvo dada por las inundaciones y la seguridad de su infraestructura, tiene que considerarse medidas de protección correspondientes a las casetas, siendo los más vulnerables las baterías Laredo, Pesqueda Arévalo, PIT, La Esperanza, Pozos de la zona sur de Trujillo Metropolitano. Existen sistemas de remotos de alerta como monitoreo y reportes de operatividad de infraestructura área de operación y mantenimiento de la administradora de la empresa de servicio, implementación de sistema de información SIGIS-Catastro Técnico, empleando software para detectar las zonas críticas a intervenir.

Se estiman daños por fallas en la línea de conducción que cruza el río Moche, es la parte más vulnerable y conduce la totalidad de producción de la planta de tratamiento, cuya reparación tardaría varios días. Rotura de matriz y fisuras en tramos de tuberías principales de agua potable.

Investigaciones realizadas en el distrito de Trujillo determinaron episodios de inundación han dado lugar a severos problemas y son frecuentes produciéndose baja precipitación. La erosión costera, producida por el Puerto de Salaverry es uno de las principales preocupaciones de la zona y del país, dado que está afectando de forma severa a la costa en una zona muy extensa. Ante eventos de inundación fluvial, casi la totalidad de entrevistados identifica la ocupación ilegal humana de los antiguos cursos de agua en las Quebradas de San Idelfonso (El Porvenir) y de Río Seco o El León (La Esperanza y Huanchaco) como la mayor problemática ante fenómenos de intensificación del Niño²⁰.

Los reservorios que alimentan los circuitos del distrito de Trujillo, son de gran importancia, que abastecen a la planta de tratamiento, además del sistema de baterías de Laredo, en caso de situaciones de emergencia, en tal caso, se cuenta con una cámara de bombeo. En la red de distribución se estiman daños por atoros, colmatación, en tuberías de diámetros menores o iguales a 75 mm.

Las conexiones domiciliarias presentaron regular estado de operación, sin embargo se estiman daños severos en los sectores ubicados en la cercanía de la cuenca del río Seco, afectando principalmente las redes de agua potable de las tuberías en las redes existentes. El tiempo estimado de rehabilitación sería de 60 días de acuerdo a cada sector de abastecimiento.

En la matriz de aspectos físico y de impacto en el servicio de alcantarillado, las estaciones de bombeo, se encontraron en buen estado de operación, los componentes interceptores, emisores, red colectora, conexiones domiciliarias y buzones de alcantarillado estando en regular estado de operación y en algunos sectores en estado crítico de operación por haber superado su tiempo de servicio más 20 años de vida útil de las tuberías.

El tratamiento y la disposición final de las aguas servidas el distrito de Trujillo evacua sus descargas a las lagunas aireadas de Covicorti y el Cortijo, se encuentran en estado crítico por haber superado tiempo de vida útil de servicio, haber sobrepasado su capacidad, esto producto del crecimiento poblacional, estado operacional e infraestructura actualmente se encuentran en condiciones críticas, por la constante acumulación de lodos activos que generando la constante necesidad de mantenimiento y mejoramiento de la infraestructura en la actualidad se estima 30198,15 m³ de lodos que se requiere ser eliminados para las limpieza de las lagunas Covicorti.

El Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA), define la gestión de Riesgo como la relación entre amenazas y vulnerabilidades con el fin de determinar las consecuencias sociales, económicas y ambientales de un determinado evento sobre el sistema de Agua y Saneamiento²².

Al respecto, el instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA)²², ente regulador de la prestación de los servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, con el apoyo de la Organización Panamericana de la Salud (OPS)¹⁵, La Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) y Departamento para el Desarrollo Internacional (DFID) actualizó en el año 2011 una “Guía técnica para la reducción de la vulnerabilidad en sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario”²³.

Esta actualización se basó en dos temas objetivos fundamentales por un lado incorporaron herramientas sencillas que permitieron identificar y evaluar los niveles de vulnerabilidad de los sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario y proponer medidas de prevención y mitigación con el fin de contribuir a emitir estrategias nacionales de prevención y mitigación ante los desastres en los sistemas de agua potable y saneamiento en Nicaragua^{22,23}.

Se analizó la vulnerabilidad de la EPS administradora del servicio desde punto de vista administrativo, organizacional y capacidad de Respuesta de la empresa administradora del servicio²⁴, se determinó que cuenta con Planes de Mitigación y Administración del Servicio, sin embargo se identificó es necesario cuente con la implementación de programas de capacitación para la operación y mantenimiento de los equipos, así mismo que con manuales operacionales y disponibilidad de los recursos financieros para los mismos^{25,26}.

La estimación del riesgo en el sistema de agua potable y alcantarillado, se determinó con la superposición de temáticos de zonas críticas del sistema de agua potable y alcantarillado en el distrito de Trujillo y el mapa de simulación de inundación del distrito de Trujillo, según los estudios realizados por el Instituto de Hidráulica Ambiental universidad de Cantabria-2012²⁰, en la determinación de los puntos críticos. Definiéndose las zonas de mayor riesgo para el sistema de agua potable y alcantarillado en el distrito de Trujillo son las urbanizaciones de Miraflores, Mochica, Santa Inés, San Salvador, Sánchez Carrión, Santo Domingo, Vista Hermosa y la Merced. La ponderación del Nivel de Riesgo para los componentes del sistema se estimó de 0 a 1 como riesgo potencial, de 1 a 2 como riesgo Moderado, de 2 a 3 como riesgo Alto.

Los pozos subterráneos y reservorios así como línea de impulsión y cámara de bombeo en un nivel moderado con un ponderado de 1,56 en cuanto a las redes de distribución y conexiones domiciliarias en un nivel de riesgo alto con un ponderado de 2,01 y 2,34, respectivamente.

En la determinación del nivel de riesgo en el sistema de alcantarillado sanitario, los componentes de estación de bombeo el riesgo son moderados con ponderado de 1,10 y para los componentes interceptores, emisores, línea de impulsión, red colectora y tratamiento de aguas servidas, en nivel de riesgo alto con un ponderado de 2,31.

Entonces, se concluye que: el grado de vulnerabilidad de los sistemas de agua potable y alcantarillado ante la ocurrencia de inundación en el distrito de Trujillo (Perú) fue alto, a causa de la situación crítica en la que se encontró los componentes de infraestructura y la falta de capacidad de respuesta inmediata ante una posible situación de emergencia, siendo los más afectados la población

ubicada en los sectores de La Marquesa, tramo entre Washington y avenida Federico Villarreal, Emisor 52” Calle Simón Bolívar Los Paujiles, urbanizaciones Monserrate, El Bosque, La Noria, Santo Domingo, Libertad, Los Pinos, San Andrés, Covirt Etapa, Santa María y Corvita; avenidas América Oeste, Antenor Orrego, Eguren, Jesús de Nazareth, Mansiche, Ricardo Palma cuadra 3, Ovalo Mochica y Santa Cruz y que la administradora del servicio, empresa “SEDALIB”, ha tomado medidas preventivas de mitigación y emergencia mediante la actualización del plan de mitigación y emergencia 2013; sin embargo, se ha tenido deficiencias en la actualización de los manuales operativos de infraestructura del servicio, así como, los presupuestos destinados anuales para los gastos de operación y mantenimiento en intervenciones menores de reparación del servicio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Thomas J. Evaluación de la vulnerabilidad social ante amenazas naturales en Manzanillo (Colina). Un aporte de método. *Investigaciones Geográficas*, Bol Inst Geografía, UNAM. México. 2013; 81: 79-93.
2. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). *Strengthening capacities on disaster reduction and recovery, the role of UNDP, DRU-BCPR*. 2002.
3. Macías J. Descubriendo tornados en México. El caso del tornado de Tzintzuntzan, CIESAS, México. 2001.
4. Avendaño M. ¿Cuántos tornados pasan desapercibidos en México? El caso del tornado de Huatlatlahuaca, Puebla, Trópico 2008. Programa científico Resúmenes, Palacio de Convenciones de La Habana, Cuba, 2008. Pp.16-20.
5. Avendaño M. La importancia del conocimiento de los tornados en México. En: Herrera M (ed.), *La importancia de la hidrometeorología en el entorno económico-social*, Comisión Estatal de Aguas, Querétaro, México, 2011. Pp. 63-80.
6. Macías J, Avendaño A. Climatología de tornados en México. *Investigaciones Geográficas*. Bol Inst Geografía, UNAM. México. 2014; 83: 74-87.
7. Riera C, Pereira S. Entre el riesgo climático y las transformaciones productivas: la agricultura bajo riego como forma de adaptación del río Segundo, Córdoba, Argentina. *Investigaciones Geográficas*, Bol Inst Geografía. UNAM. México. 2013; 82: 52-65.
8. Rivera C, Wamsler C. Integrating climate change adaptation, disaster risk reduction and urban planning: A review of Nicaraguan policies and regulations. *International J Disaster Risk Reduct*. 2014; 7: 78-90.
9. Klein R, Huq S, Denton F, Downing TE, Richels RG, et al. Inter-relationships between adaptation and mitigation. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II. IPCC. 2007.
10. Smit B, Pilifosova O. Adaptation to climate change in the context of sustainable development and equity”, in *Climate Change 2001*. Chapter 18: impacts, adaptation and vulnerability. USA: Cambridge University Press. 2001.
11. Smit B, Wandel J. Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. *Global Environm Change*. 2006; 16: 282-292.
12. O’Brien K, Eriksen S, Nygaard LP, Schjolden A. Why different interpretations of vulnerability matter in climate change discourses. *Climate Policy*. 2007; 7: 73-88.
13. Barton J. Adaptación al cambio climático en la planificación de ciudades-regiones. *Rev Geografía Norte Grande* 2009; 45: 5-30
14. Gallopín G. Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico, CEPAL. 2003.
15. Organización Panamericana de la Salud (OPS). *Mitigación de Desastres Naturales en Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario*, Programa de Preparativos para Situaciones de Emergencia y Coordinación del Socorro en Caso de Desastre, OPS/OMS. Washington, D.C., U.S.A. 1998; 13: 21-102.
16. Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI). *Plan Nacional de Contingencia para el fenómeno “El Niño” 2002-2003*. 55 p. Disponible en: www.indeci.gob.pe/planes-proy-prg/p-operativos/P-contingencia/2008/01-planes-cont-nac/01.pdf. Fecha y hora de búsqueda: 08/05/2015 – 7:35 p.m.
17. Kuroiwa J. *Reducción de Desastres “Viviendo en Armonía con la Naturaleza”*. Lima. Perú: IGC Ed. 2000.
18. Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI). “Mapa de Peligros por inundación en la quebrada de Río Seco”, 2004. 297p. Disponible en: http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_La_Libertad/trujillo/trujillo_mp.pdf. 17/06/2012.
19. Robles F. *Mapa de peligro y vulnerabilidad del balneario de Huanchaco*. Tesis Br. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo. Perú. 2007.
20. Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria-España. *Evaluación Probabilística de la Peligrosidad y la Vulnerabilidad frente a Desastres Naturales Basados en Proyecciones de Cambio Climático Aplicado al Área Metropolitana de Trujillo*, Perú. 2012; pp.22-30.

21. Roset F, Enríquez G, Aguirre E. El componente del riesgo en el Ordenamiento Ecológico del Territorio: el caso del Ordenamiento Ecológico Regional y Marino del Golfo de México y Mar Caribe. Bol Inst Geografía, UNAM. México. 2013; 80: 7-20.
22. Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA). Guía técnica para la reducción de la vulnerabilidad en Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario; Nicaragua. 2011; 14: 20-104.
23. Albala-Bertrand J. Natural disaster situations and growth: A Macroeconomic Model for Sudden Disaster Impacts. World Development. Great Britain. 1993; 21(9): 1417-1434.
24. Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI). “Plan de Prevención ante desastres plan de usos de suelo y medidas de mitigación de Camaná, Perú, 2003. (10): 20-179.
25. Scarpati O, Capriolo A. Sequías e inundaciones en la provincia de Buenos Aires (Argentina) y su distribución espacio-temporal. Investigaciones Geográficas. Bol Inst Geografía. UNAM. México. 2014; 83: 74-87.
26. Holt-Giménez E. Measuring farmers’ agroecological resistance after Hurricane Mith in Nicaragua: a case study in participatory, sustainable land management impact monitoring. Agriculture, Ecosystems and Environment. 2002; 93: 87-105.

Correspondencia:
Ana Marlene Guerrero Padilla, mguerrero@unitru.edu.pe