Centro de Investigación en Alimentación

y Desarrollo, A.C.

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y DIAGNÓSTICO DE LA CAPACIDAD INSTITUCIONAL DE RESPUESTA FRENTE A EVENTOS DE PRECIPITACIÓN EXTREMA EN LA ZONA COSTERA DE SINALOA

Por:

ABRIL MONTIJO GALINDO

TESIS APROBADA POR LA

COORDINACIÓN MAZATLAN
EN ACUICULTURA Y MANEJO AMBIENTAL

Como requisito parcial para obtener el grado de

DOCTORA EN CIENCIAS

Mazatlán, Sinaloa Noviembre de 2018

APROBACIÓN

Los miembros del comité designado para la revisión de la tesis de Abril Montijo Galindo, la han encontrado satisfactoria y recomiendan que sea aceptada como requisito parcial para obtener el grado de Doctorado en Ciencias.

Dr. Arturo Ruiz Luna
Director de tesis

Dr. Miguel Betancourt Lozano
Asesor

Dr. José Benigno Valdez Torres
Asesor

Dr. Rafael Hernández Guzmán
Asesor

Dra. Patricia Romero Lankao
Asesora

DECLARACIÓN INSTITUCIONAL

La información generada en esta tesis es propiedad intelectual del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD). Se permiten y agradecen las citas breves del material contenido en esta tesis sin permiso especial del autor, siempre y cuando se dé crédito correspondiente. Para la reproducción parcial o total de la tesis con fines académicos, se deberá contar con la autorización escrita del Director General del CIAD.

La publicación en comunicaciones científicas o de divulgación popular de los datos contenidos en esta tesis requiere la autorización escrita, del manuscrito en cuestión, del director o directora de tesis. En estos casos siempre se deberá dar los créditos al CIAD.

Dr. Pablo Wong González
Director General

Contenido

APROBACIÓN 3
DECLARACIÓN INSTITUCIONAL 5
LISTA DE FIGURAS 9
LISTA DE TABLAS 11
RESUMEN 13
ABSTRACT 15
1. INTRODUCCIÓN 17
Hipótesis 27
Objetivos 28
Objetivo general 28
Objetivos específicos 28
Estructura de la Tesis 30
2. EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD EN LA ZONA COSTERA DEL PACÍFICO DE MÉXICO, ANTE EVENTOS DE PRECIPITACIÓN EXTREMA 33
3. EL ROL DE LA CAPACIDAD INSTITUCIONAL COMO MEDIDA DE ADAPTACIÓN FRENTE A EVENTOS DE PRECIPITACIÓN EXTREMA EN EL NOROESTE DE MÉXICO 59
4. DIAGNÓSTICO DE LA CAPACIDAD INSTITUCIONAL DE RESPUESTA FRENTE A EVENTOS DE PRECIPITACIÓN EXTREMA EN SINALOA 101
5. DISCUSIÓN GENERAL 152
6. CONCLUSIONES GENERALES 168

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Marco conceptual de la vulnerabilidad urbana frente al clima global y cambio ambiental. Se presentan las distintas dimensiones de la vulnerabilidad tales como la exposición, la sensibilidad, los impactos y la capacidad adaptativa. Estas se encuentran influenciadas por factores a escala global, regional y local los cuales van a tener un impacto sobre las distintas dimensiones de la vulnerabilidad (Fuente Romero-Lankao y Qin, 2011). 21

Figure 2. Geographic location of the study area in northwest Mexico 37

Figure 3. Radar plot with total score of standardized indicators by municipality. Indicators sorted in clockwise order. 1) Public investment in urbanization and environment; 2) Gini Coefficient; 3) Per capita Municipal budget; 4) Human Development Index (HDI); 5) Households with access to basic services; 6) Population density; 7) Population with income of two minimum wage; 8) Occupational rate; 9) Population with healthcare access; 10) Average altitude above sea level <30 m; 11) Wetlands and forests; 12) Soil type; 13) Population living in coastal areas; 14) Coastline erosion severity; 15) EPE the last 10 years. 47

Figure 4. Vulnerability maps of coastal municipalities of Sinaloa. Darker color indicating higher values of vulnerability. 49

Figure 5. Lineal relationship between Integral vulnerability index (IVI) and Economic conditions and Geographic exposure criteria. 50

Figure 6. Principal Component Analysis plot shows the first three municipalities with the most critical value on each criterion. 51

Figura 7. Área de estudio para diagnóstico de la capacidad institucional de respuesta frente a eventos de precipitación extrema. Fuente: elaboración propia. 65

Figura 8. Red de actores involucrados en la respuesta a EPE en Guasave, Sinaloa. Cada sector está representado por un color distinto. Gobierno: morado, Sociedad civil: naranja, Privado: verde y Academia: rosa. El nivel del actor está representado por la forma del nodo. Federal: cuadrada, Estatal: triangular, Local/Municipal: circular. El tamaño del nodo indica el grado nodal de cada actor (tanto de entrada como de salida). Los nombres de algunos actores que fueron abreviados se presentan a continuación: API: Administración Portuaria Integral, CFE: Comisión Federal de Electricidad, IMPLAN: Instituto Municipal de Planeación JUMAPAG: Junta Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Guasave, ONG: Organización No Gubernamental, PEMEX: Petróleos Mexicanos, PC Estatal: Protección Civil Estatal, SEDENA: Secretaría de la Defensa Nacional, SEPYC: Secretaría de Educación Pública y Cultura, SEMAR: Secretaría de Marina, SMN: Servicio Meteorológico Nacional. 117

Figura 9. Nivel de los actores identificados en la respuesta a EPE en Guasave..... 118

Figura 10. Red de actores involucrados en la respuesta a EPE en Navolato, Sinaloa. Cada sector está representado por un color distinto. Gobierno: morado, Sociedad civil: naranja y Privado: verde. El nivel del actor está representado por la forma del nodo. Federal: cuadrada, Estatal: triangular, Local/Municipal: circular. El tamaño del nodo indica el grado nodal de

cada actor (tanto de entrada como de salida). Los nombres de algunos actores que fueron abreviados se presentan a continuación: CFE: Comisión Federal de Electricidad, DIF: Desarrollo Integral Familiar, ONG: Organización No Gubernamental, SEDENA: Secretaría de la Defensa Nacional, SEMAR: Secretaría de Marina, SMN: Servicio Meteorológico Nacional. 120
Figura 11. Nivel de los actores identificados en la respuesta a EPE en Navolato 121
Figura 12. Red de actores involucrados en la respuesta a EPE en Mazatlán, Sinaloa. Cada sector está representado por un color distinto. Gobierno: morado, Sociedad civil: naranja, Privado: verde y Academia: rosa. El nivel del actor está representado por la forma del nodo. Federal: cuadrada, Estatal: triangular, Local/Municipal: circular. El tamaño del nodo indica el grado nodal de cada actor (tanto de entrada como de salida). Los nombres de algunos actores que fueron abreviados se presentan a continuación: API: Administración Portuaria Integral, CENAPRED: Centro Nacional de Prevención de Desastres, CFE: Comisión Federal de Electricidad, IMPLAN: Instituto Municipal de Planeación, ONG: Organización No Gubernamental, PC Estatal: Protección Civil Estatal, SECTUR: Secretaría de Turismo, SEDATU: Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, SEDENA: Secretaría de la Defensa Nacional, SEDESOL: Secretaría de Desarrollo Social, SEGOB: Secretaría de Gobernación, SEMAR: Secretaría de Marina, SEPYC: Secretaría de Educación Pública y Cultura, SMN: Servicio Meteorológico Nacional. 123
Figura 13. Nivel de los actores identificados en la respuesta a EPE en Mazatlán 124
Figura 14. Red de actores involucrados en la respuesta a EPE en Escuinapa, Sinaloa. Cada sector está representado por un color distinto. Gobierno: morado, Sociedad civil: naranja y Privado: verde. El nivel del actor está representado por la forma del nodo. Federal: cuadrada, Estatal: triangular, Local/Municipal: circular. El tamaño del nodo indica el grado nodal de cada actor (tanto de entrada como de salida). Los nombres de algunos actores que fueron abreviados se presentan a continuación: CFE: Comisión Federal de Electricidad, CONANP: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, DIF: Desarrollo Integral de la Familia, FONATUR: Fondo Nacional de Fomento al Turismo, FONDEN: Fondo Nacional de Desastres Naturales, ONG: Organización No Gubernamental, PC Estatal: Protección Civil Estatal, SEDENA: Secretaría de la Defensa Nacional, SEDESOL: Secretaría de Desarrollo Social, SEMAR: Secretaría de Marina, SEPYC: Secretaría de Educación Pública y Cultura, SCT: Secretaría de Comunicaciones y Transporte. 127
Figura 15. Nivel de los actores identificados en la respuesta a EPE en Escuinapa 128
Figura 16. Tipos de desastre emitidos en declaratorias de emergencia y/o desastre durante los últimos 16 años. a) Estado de Sinaloa (n = 248); b) Municipios costeros de Sinaloa (n = 146). Fuente: Dirección General de Gestión de Riesgos (DGGR-FONDEN). 134
Figura 17. Declaratorias emitidas por la presencia de ciclones tropicales, inundaciones o lluvias en los municipios costeros de Sinaloa y el gasto federal autorizado al fideicomiso FONDEN para el estado de Sinaloa. (Fuentes: DGGR y SHCP). 136
Figura 18. Declaratorias FONDEN emitidas entre 2001-2016 por municipio en Sinaloa, relacionadas con algún fenómeno asociado a EPE. 137

LISTA DE TABLAS

Table 1. Coastal municipalities in Sinaloa (north to south). INEGI 2015. Inter-censal survey 2015. 38
Table 2. Socioeconomic and environmental criteria, with indicators positively or negatively related to vulnerability to extreme precipitation events and source of the data. 43
Tabla 3. Pair-wise comparison matrices for criteria 43
Tabla 4. Pair-wise comparison matrices for indicators..... 44
Table 5. Weighting of criteria and indicators 44
Tabla 6. Standardized and weighted (between parentheses) values of indicators by municipality. 46
Table 7. Vulnerability values estimated comprehensively (IVI) and for different socio-economic and environmental criteria. Highest values in dark grey, lowest in light grey..... 48
Tabla 9. Componentes de la capacidad institucional de respuesta ante impactos climáticos77
Tabla 10. Marco legal en torno a la respuesta a eventos de precipitación extrema en el noroeste de México 83
Tabla 11. Información de la red y medidas de centralidad para los sitios de estudio. S=Grado de salida, E=Grado de entrada. Actores: PC, Protección Civil. CP, Capitanía de Puerto. ST, Sector Turismo. ES, Escuela. AY, Ayuntamiento. JU, JUMAPAG. SN, Síndico. CR, Cruz Roja. SM, SEMAR. SD, SEDENA. CB, Cuerpo de Bomberos. SP, Sector Pesquero. CO, Comunidad..... 115
Tabla 12. Agencias y organizaciones entrevistados con representación de actores clave en el municipio de Guasave, Sinaloa. 116
Tabla 13. Agencias y organizaciones con representación de actores clave en el municipio de Navolato, Sinaloa..... 119
Tabla 14. Agencias y organizaciones con representación de actores clave en el municipio de Mazatlán, Sinaloa. 122
Tabla 15. Agencias y organizaciones con representación de actores clave en el municipio de Escuinapa, Sinaloa..... 125
Tabla 16. Presupuesto de egresos de la Federación asignado a los instrumentos financieros para la gestión de riesgos FONDEN y FOPREDEN, desde su creación hasta el año en curso (Fuente: SHCP). Cifras en millones de pesos. El presupuesto asignado para el este año está asociado a la reconstrucción por los sismos de septiembre 2017, siendo la proporción FONDEN-FOPREDEN para este año 70 veces mayor*. 133

RESUMEN

Con el cambio climático, la frecuencia e intensidad de eventos extremos como tormentas, huracanes e inundaciones va en aumento. Ante esas circunstancias, las comunidades de la zona costera son las más expuestas a dichas amenazas, incrementando su vulnerabilidad a los desastres, concentrándose el riesgo en las áreas más densamente pobladas. Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue evaluar de forma integral el nivel de vulnerabilidad de los municpios costeros de Sinaloa ante la presencia de eventos de precipitación extrema (EPE) y su capacidad institucional de respuesta (CIR). Para esto se estimó un índice integral de vulnerabilidad (IIV) a nivel municipal, con base en criterios e indicadores socio-económicos y ambientales donde se incluyeron criterios asociados con la capacidad de respuesta (Condiciones económicas, Desarrollo social y Estándar de vida) y con la severidad (Exposición geográfica e Intensificadores de riesgo). La selección de los indicadores que integraron los distintos criterios se realizó con base en la opinión de expertos, aplicando el Método Delphi, ponderando los resultados mediante un Proceso Jerárquico Analítico (AHP). Los valores de los indicadores se normalizaron con el método de máximos y mínimos y se generaron mapas de riesgo a nivel municipal, por criterio y de manera integral. La evaluación de la CIR se realizó a través del análisis de tres elementos: 1) nivel de coordinación y cooperación entre actores mediante un análisis de redes sociales (ARS), 2) eficacia del marco legal e, 3) identificación de los mecanismos de participación ciudadana en la toma de decisiones. Se partió de una serie de entrevistas semi-estructuradas, con actores clave de cada estudio de caso, en localidades ligadas a actividades turísticas y pesqueras, en los municipios de Guasave, Navolato, Mazatlán y Escuinapa. De acuerdo con los indicadores estandarizados, Guasave (10.38) y Escuinapa (9.05), mostraron los valores más altos de vulnerabilidad, mientras que Culiacán (5.18) y San Ignacio (5.44) los más bajos. Los criterios de Exposición geográfica (0.427) y Condiciones económicas (0.336) fueron los que mostraron una mayor influencia sobre la vulnerabilidad. A partir del ARS se encontró que la configuración de la red tiene un actor central: Protección civil, y que dicha configuración es congruente con la normatividad. La legislación en torno al tema de cambio climático y gestión de desastres es escasa, no identificandose mecanismos de participación ciudadana. Podemos concluir que no existe una regionalización evidente de la vulnerabilidad a nivel estatal, y que los valores más críticos de vulnerabilidad se encuentran relacionados con la severidad, definidos principalmente por el nivel de exposición de la población. Por otra parte, la respuesta primaria ante un EPE ocurre por parte de actores del sector gubernamental que actúan a nivel local.

ABSTRACT

Frecuency and intensity of extreme events, such as storms, hurricanes and floods are increasing with climate change. Communities of the coastal zone are the most exposed, increasing their vulnerability to disasters, concentrating the risk in densely populated areas. Therefore, the aim of this research was an integrated evaluation of the vulnerability of coastal municipalities of Sinaloa to extreme precipitation events (EPE), and institutional response capacity (IRC). The integral vulnerability index (IVI) was estimated at the municipal level, based on socio-economic and environmental indicators. Indicators of response capacity (Economic conditions, Social development and Living standars) and severity (Geographic exposure, and Risk intesifiers) were included. The selection of the indicators was done based on the opinion of experts, applying the Delphi Method, weighting the results through a Hierarchical Analytical Process (AHP). Values of the indicators were normalized and integrated with the maximum-minimum method, producing risk maps at municipal level. The evaluation of IRC included three elements, 1) level of coordination and cooperation between actors using a social network analysis (SNA), 2) effectiveness of the legal framework and, 3) mechanisms of citizen participation in decision makings. The analysis was based on a series of semi-structured interviews, with key actors in localities linked to tourism and fishing activities, in the municipalities of Guasave, Navolato, Mazatlán and Escuinapa. The evaluation indicates that based on the standardized indicators, Guasave (10.38) and Escuinapa (9.05) are the most vulnerable municipalities, while Culiacán (5.18) and San Ignacio (5.44) are the least vulnerable. Indicators of Geographic exposure (0.427) and Economic conditions (0.336) showed the greatest influence. SNA showed an actor playing a central role: Civil defense, and this is according to normativity configuration. Climate change and disaster management are scarcely contemplated in the state and local legal framework, and mechanisms for citizen participation were not identified. Therefore, it is concluded that is no regionalization of vulnerability at the state level, and that the most critical values are related to severity, defined by level of exposure of the population. In addition, the primary response to EPE correspond to actors of the governmental sector acting at the local level.

Capítulo I

1. INTRODUCCIÓN

Existe evidencia de que el clima en todo el mundo está cambiando a un ritmo y con una intensidad sin precedentes en la historia humana reciente (IPCC, 2007). Lo anterior trae como consecuencia que las tendencias relacionadas con eventos hidrometeorológicos extremos (tormentas, huracanes, inundaciones y abundantes precipitaciones) se presenten con mayor frecuencia e intensidad, con un registro de este aumento para las últimas tres décadas a nivel global (CEPAL, 2011).

En varias regiones del planeta se ha observado una marcada tendencia al aumento en el número de eventos de precipitación extrema, en algunos casos sin llegar a registrarse un aumento en la precipitación total (Groisman et al., 2005). El Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2014), señala que una de las regiones donde se espera un aumento de las precipitaciones extremas es la mayor parte de Norteamérica, incluyendo México.

De acuerdo con dichas tendencias, el país estará enfrentando una mayor incidencia de eventos de precipitación extrema (EPE), con serios impactos ambientales, económicos y sociales, dado que con estos fenómenos se asocian inundaciones, erosión, daños a infraestructura y viviendas, problemas de salud y pérdidas en la agricultura (Krutzman y Scanlon, 2007). Los mayores riesgos están asociados con episodios breves de lluvia intensa o por la persistencia de precipitación durante varios días consecutivos, que puede traer como consecuencia la saturación de humedad en suelos (Beguería et al., 2008).

Dentro de las regiones para las que se pronostica aumento en la presencia de EPE, las comunidades de la zona costera son las más expuestas y vulnerables a las consecuencias de estos fenómenos, concentrándose gran parte del riesgo en las áreas más densamente

pobladas. La zona costera ocupa alrededor del 20% de la superficie terrestres, albergando más del 45% de la población mundial y el 75% de las aglomeraciones urbanas más grandes (Luisetti et al., 2010). Se estima que para el 2030, la mitad de la población mundial vivirá en la zona costera (Adger et al., 2005). Cifras más recienten señalan que más de 3,000 millones de personas viven a menos de 100 km de la costa (Hobday et al. 2016).

La elevada densidad poblacional en asentamientos humanos costeros se atribuye a que la zona costera posee ecosistemas que proporcionan importantes beneficios y servicios que sostienen la economía local, la cual se basa principalmente en actividades del sector primario, como la agricultura, la pesca, la acuacultura, el turismo, entre otras. Este sector se verá afectado por los efectos previstos por el cambio climático, poniendo en riesgo la seguridad económica y por ende, del bienestar social de estas comunidades (Putten et al. 2016).

Parte del impacto sobre la población dependerá de la intensidad y frecuencia, pero también de la forma en que ésta esté preparada para enfrentarlos. La falta de previsión y de capacidad de respuesta genera vulnerabilidad, la cual está íntimamente ligada a las características socioeconómicas de las comunidades, reflejando su nivel de desarrollo y de bienestar (Ibarrarán et al., 2014; Campos et al., 2013). Los efectos del cambio climático en la intensidad de EPE se han visto dramáticamente reflejados en países como EUA, con el paso del huracán Katrina en 2005, en Baja California Sur, México, como consecuencia del ciclón Odile, en 2014 y más recientemente 2018, con la pérdida de cientos de vidas humanas, más de un millón de desplazados y cuantiosas pérdidas materiales por lluvias intensas e inundaciones en el estado costero de Kerala, al sur de la India. De manera local, las lluvias extremas asociadas a la depresión 19-E

(https://www.jornada.com.mx/ultimas/2018/09/24/depresion-tropical-19e-causo-danos-atipicos-en-sinaloa-estado-mayor-2717.html) causaron daños en varios municipios del estado, siendo los más afectados los municipios de Ahome y Culiacán. Un mes después, el huracán Willa con categoría 3 (23 de octubre 2018) dejó estragos en los municipios de Escuinapa y El Rosario al sur del estado, afectando también algunos municipios del norte de Nayarit (https://www.noroeste.com.mx/publicaciones/view/nayarit-esta-inundado-e-incomunicado-por-huracan-willa-1145800).

La vulnerabilidad, entendida como la propensión o predisposición a ser afectado negativamente (IPCC, 2007), está compuesta de varias dimensiones tales como el peligro, la exposición, la sensibilidad, los impactos y la capacidad adaptativa (Romero-Lankao y Hua Qin, 2011) las cuales son reguladas por una serie de factores a escala global, regional y local que pueden tener un impacto positivo o negativo sobre estas dimensiones (Figura 1).

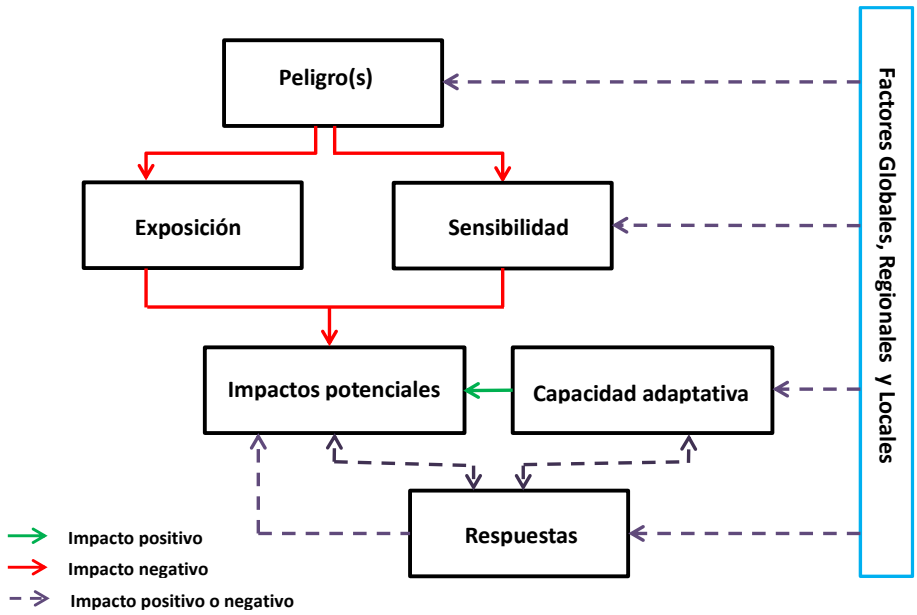

Figura 1. Marco conceptual de la vulnerabilidad urbana frente al clima global y cambio ambiental. Se presentan las distintas dimensiones de la vulnerabilidad tales como la exposición, la sensibilidad, los impactos y la capacidad adaptativa. Estas se encuentran influenciadas por factores a escala global, regional y local los cuales van a tener un impacto sobre las distintas dimensiones de la vulnerabilidad (Fuente Romero-Lankao y Qin, 2011).

El nivel de vulnerabilidad depende de diversos factores ambientales y sociales, como la ubicación geográfica y los arreglos institucionales locales, cuyas características permitirán a las comunidades, una menor o mayor capacidad para enfrentar y adaptarse a la presencia de fenómenos extremos. Teniendo esto en cuenta, la evaluación de la vulnerabilidad costera se convierte en una investigación fundamental a nivel nacional y regional, especialmente cuando se considera inminente la posibilidad del aumento en la presencia de eventos meteorológicos extremos (Ghoussein et al., 2018).

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC, 1992; https://unfccc.int/sites/default/files/resource/docs/1992/a/spa/l14s.pdf), destaca la importancia de contar con evaluaciones de poblaciones en riesgo como medida para la

construcción de capacidades que ayuden a generar una mayor conciencia social sobre el cambio climático y sus impactos. Asimismo, promover el diálogo para fortalecer la toma de decisiones informadas y crear liderazgos que respondan rápidamente a situaciones complejas. Independientemente del método elegido para evaluar la vulnerabilidad, este análisis resulta uno de los pasos imprescindibles para identificar las zonas focales o "hot spots" dentro de las áreas de interés, permitiendo a los tomadores de decisiones orientar los recursos, que en la mayoría de los casos son limitados, para la mitigación de peligros, responder a los desastres e incrementar la adaptación ante el cambio climático (Wilhelmi y Morss, 2013). Las evaluaciones de vulnerabilidad, por lo tanto, sirven como herramienta para diseñar soluciones de adaptación viables para las comunidades (Smit y Wandel, 2006).

Resulta imprescindible implementar medidas de adaptación que permitan hacer frente a los embates locales del cambio climático, y en particular, dado que las circunstancias locales difieren entre regiones, territorios y lugares, las medidas de adaptación deben ser específicas para cada país, estado y localidad, pues los impactos climáticos son particulares en cada nivel (Romero-Lankao, 2012).

Una de las medidas de adaptación local más importante es la Capacidad Institucional (CI), definida como la disponibilidad de recursos financieros y humanos, así como del conjunto de instrumentos de políticas públicas y otros elementos procedentes de organizaciones no gubernamentales (organizaciones ciudadanas, ONG), que están disponibles para propósitos de mitigación y adaptación frente a los efectos del cambio climático (Tompkins y Adger, 2005).

Los temas relativos a la inseguridad derivada de eventos asociados con la variabilidad climática, permiten abordar el tema de vulnerabilidad en la zona costera desde distintos enfoques (Lins-de-Barros, 2017; Roy y Blaschke, 2015; Wang et al., 2014; Nicholls et al., 2008; Boruff et al., 2005), sin embargo la mayoría de estos enfoques están orientados a la vulnerabilidad frente al incremento en el nivel del mar (Onat et al., 2018; Ghoussein et al., 2018; Khouakhi et al., 2013; Hinkel y Klein, 2010), siendo escasos los trabajos que consideran la vulnerabilidad para otros aspectos relacionados con la variabilidad climática, incluyendo EPE.

Con ese marco de referencia, el presente estudio tuvo los siguientes objetivos, (1) evaluar la vulnerabilidad en la zona costera de Sinaloa, donde se observan distintos niveles de exposición a los EPE y sus efectos, reconociendo que la exposición y la vulnerabilidad son dinámicas y varían espacial y temporalmente, dependiendo de factores geográficos, ambientales y socioeconómicos, (2) analizar la capacidad de respuesta institucional para determinar su efectividad, con el fin de contar con elementos que contribuyan a su fortalecimiento, a partir de la evaluación de tres de sus cuatro componentes clave: (i) nivel de coordinación y cooperación entre los actores (determinación de redes), (ii) eficacia del marco legal y (iii) mecanismos para la participación ciudadana en la toma de decisiones (Romero-Lankao et al., 2013), (3) desarrollar un protocolo metodológico específico para evaluar los temas antes mencionados a nivel estatal, a fin de proporcionar los elementos necesarios para fortalecer sus capacidades locales y contribuir a la toma de decisiones.

Por sus características y la disponibilidad de información, el estudio se realizó empleando dos escalas geográficas. El análisis de la vulnerabilidad se llevó a cabo con el municipio como unidad geográfica básica. Aunque el análisis de la capacidad institucional se realizó

considerando distintas escalas espaciales (nacional y estatal), la información de mayor detalle se obtuvo a escala local-municipal, siendo este el ámbito geográfico de interés.

Considerando los métodos, escalas y la información actualmente disponible en diversos portales de agencias nacionales e internacionales, se espera que los resultados del presente estudio y el modelo de análisis que de él se derivan, puedan ser de utilidad para su aplicación a nivel nacional, teniendo la posibilidad de ajustarse a diversas condiciones y necesidades locales y regionales.

Referencias

Adger, W. N., Hughes, P. T., Folke, C., Carpenter, R. S., Rockström, J., 2005. Social-Ecological Resilience to Coastal Disasters. Science 309, 1036-1039.

Beguería, S., Vicente-Serrano, S.M., López-Moreno, J.I., 2008. Distribución Espacial y Estacional de los Eventos de Precipitación en la Rioja: Intensidad, Magnitud y Duración. Zubía Monográfico. 20 169-186.

Boruff, B. J., Emrich, C., Cutter, S.L., 2005. Erosion hazard vulnerability of US coastal counties. J. Coastal. Res. 21(5), 932-942.

Campos, R.M., Herrador, D., Manuel, V.C., McCall, M., 2013. Experiencias locales de adaptación al cambio climático en dos comunidades rurales de México y El Salvador. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles No. 61, 329-352.

CEPAL, 2011. La economía del cambio climático en Centroamérica. Reporte técnico 2011 Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile, 419 pp.

CMNUCC, 1992. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Naciones Unidas.https://unfccc.int/sites/default/files/resource/docs/1992/a/spa/l14s.pdf

Ghoussein, Y., Mhawej, M., Jaffal, A., Fadel, A., El Hourany, R., Faour, G., 2018. Vulnerability assessment of the South-Lebanese coast: A GIS-based approach. Ocean. Coast. Manage. 158, 55-63.

Groisman, Y.P., Knight, W. R., Easterling, R. D., Karl, R. T., Hegerl, C. G., Razuvaev, N. V., 2005. Trends in Intense Precipitation in the Climate Record. J. Climate 18, 1326-1350.

Hinkel, J., Klein, R.J.T., 2010. Integrating knowledge to assess coastal vulnerability to sea-level rise: The development of the DIVA tool. Global Environ. Chang. 19, 384-395.

Hobday, A. J., Cochrane, K., Downey-Breedt, N., Howard, J., Aswani, S., Byfield, V., …, Fulton, E. A., 2016. Planning adaptation to climate change in fast-warming marine regions with seafood-dependent coastal communities. Rev. Fish Biol. Fisher, 26 (2), 249-264.

Ibarrarán, M.E., Reyes, M., Altamirano, A., 2013. Adaptación al cambio climático como elemento de combate a la pobreza. Región y Sociedad, vol. XXVI, núm. 61, septiembre-diciembre, 5-50.

IPCC, 2007. Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubermental de Expertos sobre el Cambio Climático. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 págs.

IPCC, 2014. Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad – Resumen para responsables de políticas. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, Suiza, 34 págs.

Khouakhi, A., Snoussi, M., Niazi, S., Raji, O., 2013. Vulnerability assessment of Al Hoceima bay (Moroccan Mediterranean coast): a coastal management tool to reduce potential impacts of sea-level rise and storm surges. J. Coastal Res. Special Issue No. 65, 968-973.

Kurtzman, D., Scanlon, R. B., 2007. El Niño-Southern Oscillation and Pacific Decadal Oscillation impacts on precipitation in the southern and central United States: Evaluation of spatial distribution and predictions. Water Resour. Res. Vol. 43 1-12.

Lins-de-Barros, F. M., 2017. Integrated coastal vulnerability assessment: A methodology for coastal cities management integrating socioeconomic, physical and environmental dimensions – Case study of Região dos Lagos, Rio de Janeiro, Brazil. Ocean. Coast. Manage. 149, 1-11.

Luisetti, Tiziana; Turner, R. Kerry; Hadley, David; Morse-Jones, Sian. 2010. Coastal and marine ecosystem services valuation for policy and management, CSERGE working paper EDM, No. 10-04

Nicholls, R. J., Hanson, S., Herweijer, C., Patmore, N., Hallegatte, S., Corfee-Morlot, Château, J., Muir-Wood, R. 2008. Exposure Estimates. OECD Environment Working Papers, No. 1, OECD Publishing, Paris.

Onat, Y., Francis, P.O., Kim, K., 2018. Vulnerability assessment and adaptation to sea level rise in high-wave enivornments: A case study on O'ahu, Hawai'i. Ocean. Coast. Manage. 157, 147-159.

Putten, V.I., Cvitanovic, C., Fulton, A. E., 2016. A changing marine sector in Australian coastal communities: An analysis of inter and intra sectoral industry connections and employment. Ocean. Coast. Manage. 131, 1-12.

Romero-Lankao, P., Qin, H., 2011. Conceptualizing urban vulnerability to global climate and environmental change. Curr. Opin. Env Sust. 3:142-149

Romero-Lankao, P., Qin, H., Dickinson, K., 2012. Urban vulnerability to temperatura-related hazards: A meta-analysis and meta-knowledge approach. Global Environ. Chang. 22, 670-683.

Romero-Lankao, P., N., Brutto, M., Chang, J., Hardoy, R., D'Almeida M. R., Krellenberg, K., 2013. V. Desarrollar capacidad de respuesta urbana a la variabilidad y el cambio climático. En: R. Sánchez Rodríguez (ed.). Respuestas Urbanas al cambio climático en América Latina. Documento de Proyecto. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago de Chile, 119-133 pp.

Roy, C.D., Blaschke, T., 2015. Spatial vulnerability assessment of floods in the coastal regions of Bangladesh. Geomat. Nat. Haz. Risk. Vol. 6, No. 1, 21-44.

Smit, B., Wandel, J., 2006. Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. Global Environ. Chang. 16, 282–292.

Tompkins, L. E., Adger, W. N., 2005. Defining response capacity to enhance climate change policy. Environ. Sci. Policy 8, 562-571.

Wang, G., Hongbing, Y. Liu, H. Wang y X. Wang. 2014. A comprehensive risk analysis of coastal zones in China. Estuar. Coast. Shelf S. 140, 22-31.

Wilhelmi, V. O., Morss, E. R., 2013. Integrated analysis of societal vulnerability in an extreme precipitation event: A Fort Collins case study. Environ. Sci. Policy 26, 49-62.

Hipótesis

La vulnerabilidad de la zona costera de Sinaloa, determinada por la presencia de eventos de precipitación extrema (EPE), depende de diferencias ambientales y socioeconómicas locales, es independiente de la capacidad institucional y se rige por el mismo marco jurídico administrativo a nivel estatal.

Objetivos

En el contexto del cambio climático, dentro del cual se predice el aumento en la frecuencia e intensidad de eventos de precipitación extrema (EPE), el objetivo general y particulares de esta investigación fueron:

Objetivo general

Evaluar de forma integral el nivel de vulnerabilidad de comunidades costeras de Sinaloa ante la presencia de EPE y realizar un diagnóstico de su capacidad institucional como medida de adaptación local, proporcionando elementos técnicos para su fortalecimiento en Sinaloa.

Objetivos específicos

I. Categorizar la vulnerabilidad de los municipios costeros de Sinaloa ante la presencia de EPE, por medio de indicadores socio-económicos y ambientales y procesos geoespaciales.

II. Determinar la estructura de las redes sociales en estudios de caso locales, identificando a los actores clave y estableciendo el nivel de coordinación y cooperación entre estos.

III. Analizar el acervo documental que define el marco legal en los tres niveles de gobierno, en torno a la prevención y gestión en caso de desastres provocados por EPE.

IV. Identificar los mecanismos específicos de utilidad para la toma de decisiones que promueva la participación ciudadana y su conversión en estrategias de acción en materia de prevención de desastres.

Estructura de la Tesis

La presente tesis está integrada por seis capítulos, que incluyen la Introducción general, tres artículos científicos derivados de la investigación, mismos que se presentan con el formato original solicitado por la revista elegida para ser sometidos. Un capítulo de Discusión general y un capítulo de Conclusiones generales. A continuación, se describe de forma concisa los capítulos que integran el presente documento.

El Capítulo I presenta de forma general la relevancia del tema de investigación, la problemática por resolver, la hipótesis a probar y los objetivos del estudio.

El Capítulo II refiere un análisis de vulnerabilidad de la zona costera de Sinaloa ante eventos de precipitación extrema, llevado a cabo a través de un sistema jerárquico que integra criterios e indicadores ambientales y socioeconómicos. Como resultado de este análisis es posible visualizar de forma espacial por criterio y de forma integral, los niveles de vulnerabilidad a nivel municipal. De este análisis se derivó un artículo científico ya sometido y en proceso de evaluación a la revista Ocean and Coastal Management (Elsevier).

El Capítulo III corresponde a una revisión sistemática de la capacidad institucional de respuesta ante la presencia de eventos de precipitación extrema, comparando distintos enfoques, identificando los elementos en común. Se incluyó un análisis de la situación actual en el noroeste de México considerando a los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Nayarit y Sinaloa. Esta revisión se publicó en la revista Región y Sociedad del Colegio de Sonora (Índice de Revistas Mexicanas de Investigación

Científica y Tecnológica del Conacyt). Se encuentra publicada en formato electrónico y su versión impresa está programada para el cuatrimestre Septiembre-Diciembre de 2018.

El Capítulo IV contiene el diagnóstico de la capacidad institucional de respuesta en el estado de Sinaloa, ante la presencia de eventos de precipitación extrema, basada en el análisis de las redes de actores clave, el marco jurídico y los mecanismos de participación ciudadana. Se presenta un estudio de caso que considera cuatro municipios costeros. Los resultados derivados del análisis se presentan en extenso, encontrándose en preparación la síntesis del mismo para someter a publicación en revista indizada.

El Capítulo V busca la integración de las secciones anteriores a través de la discusión general de los resultados derivados del trabajo de investigación.

Finalmente, en el Capítulo VI se presentan las conclusiones generales del estudio

Capítulo II

2. EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD EN LA ZONA COSTERA DEL PACÍFICO DE MÉXICO, ANTE EVENTOS DE PRECIPITACIÓN EXTREMA

Capítulo sometido (05 de Junio de 2018). Versión original en inglés

Montijo-Galindo, A. and A. Ruiz-Luna. Vulnerability assessment to extreme precipitation events on Mexico's Pacific Coast. *Ocean and Coastal Management* (Elsevier).

Vulnerability assessment to extreme precipitation events on Mexico's pacific coast

Abstract

Given the increase in extreme precipitation events (ERE) due to climate change, coastal communities are among the most exposed, increasing their vulnerability to disasters, particularly in densely populated areas. Regarding this, a model based on socio-economic and environmental criteria and indicators, selected by academic experts, is used to evaluate and categorize vulnerability to ERE at municipal level in one of the Mexican coastal states, with a large coastline (650 km) and among the most exposed, considering its geographic position. Coastal vulnerability was evaluated, based on a system of standardized indicators, included in five criteria, which are associated with response capacity (Economic conditions, Social development, and Living standards) and severity (Geographic exposure and Risk intensifiers). Selection of fifteen indicators was done based on an expert judgement (Delphi method) and further weighting through a hierarchical analytical process (AHP). Values were normalized and vulnerability maps were output by criteria, but also integrating them. Results shows that municipalities of Guasave (10.38) to the north, and Escuinapa (9.05) to the south, are the most vulnerable. By contrast, Culiacán (5.18) and San Ignacio (5.45), with different socio-economic conditions, are the least vulnerable. Critical values are related more with severity than with response capacity, being defined by the level of population exposed.

Keywords: coastal zone, exposure, extreme precipitation events, severity, vulnerability.

1. Introduction

Evidence from different disciplines studying global change, particularly climate change derived from human activities, suggest that occurrence of extreme meteorological events could increase, leading to more vulnerable cities (Easterling et al., 2000). Based on global data time series, with an amplitude of at least 50 years, confidence on the increasing occurrence of intense precipitation events is growing, mainly for mid-latitudes in the northern hemisphere (Seneviratne et al., 2012). These situations promote conditions and processes that increase the vulnerability, i.e. the susceptibility of a system to be impacted by a threat (Füssel, 2007). It is a dynamic concept but can be analyzed through several elements such as hazards or threats, exposure, sensitivity and adaptive capacity (Romero-Lankao and Qin, 2011).

With the above considerations, coastal zones are among the most vulnerable, due their exposition to different extreme events, escalating the potential damage and loses, as population density, economic development, and infrastructure increase (UNEP, 2005). Among the meteorological events that more frequently induce to disasters there, are extreme precipitation events (EPE), also referred in the literature as extreme or torrential rains.

Due the climatic diversity and variability at worldwide level, EPE tend to be analyzed in a regional context, and defined considering relative or absolute thresholds, such as percentiles of the runoff volume distribution, minimum volume of precipitation, return period, or a combination of those. Additionally, the EPE related risks consider

episodes of intense rain, but also the effect of persistent rains during hours or days, which may increase soil infiltration, leading to erosion and landslides, or soil moisture conditions saturation causing floods.

Therefore, for the purposes of this publication, EPE are considered to be rain events that due their intensity or persistence, produce volumes above the 90th percentile (P90) of their distribution, which potentially can modify notably the physical characteristics of a region (Karl and Knight, 1998; Peralta-Hernández et al., 2009).

To evaluate vulnerability to EPE and other hazards, diverse approaches including different environmental and socio-economic indicators, have been used (Torresan et al., 2008; Deressa et al., 2008; Müller et al., 2011; Monterroso et al., 2014a; Roy and Blaschke, 2015; González-Baheza and Arizpe, 2017). In Mexico, different efforts have been made to determine vulnerability to the impacts of climate change (Monterroso et al., 2014b), but generally they have been achieved at national and, recently, at state level with State Climate Change Programs (PECC by their Spanish acronym).

Results are diverse, frequently masking particularities observed at a local-regional scale, and sometimes ineffective to develop management strategies because of the simplification. Regarding this, it is considered that the most appropriated level of spatial analysis is at local scale, in this case at the municipal level, since it is assumed optimal to apply adaptation policies (Naess et al., 2005; Monterroso and Conde, 2015).

Here, we use a comprehensive assessment approach to evaluate vulnerability to EPE at municipality and local scale in Sinaloa state, the second entity with the highest incidence of tropical storms and hurricanes in the Mexican Pacific. The aim is to

categorize vulnerability of the coastal municipalities of Sinaloa in the face of EPE. The research included an analysis of socio-economic and environmental indicators and the application of geospatial analysis, to provide useful elements to generate protection strategies and adaptation measures in Sinaloa and at the same time, to generate a methodological framework applicable to other latitudes.

2. Methods

2.1 Study area

Sinaloa state is located in northwest Mexico between 22.47° and 27.04° north latitude and -109.45 and -105.72° west longitude, facing the Gulf of California, with a territory around 53,400 km^2, representing 2.9% of the country's total extent.

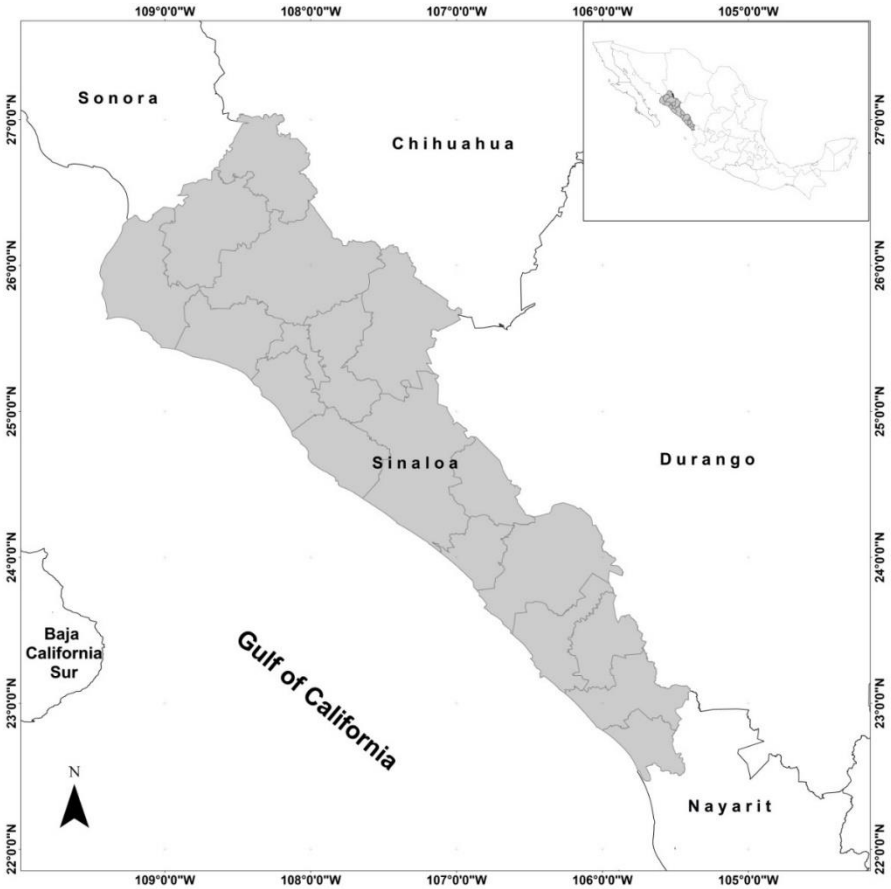

Figure 2. Geographic location of the study area in northwest Mexico

The state is divided in eighteen municipalities, ten of them with coastal front, running along approximately 650 km of coastline. Most of the Sinaloa's population (around 85%) is living there, particularly in the heads of Culiacan, Mazatlán and Ahome municipalities (Table 1). The main economic activity is agriculture, intensively developed in the floodplain, but also, there are more than 300 fishing communities with 44,000 fishers, contributing with 4% of the state Gross Domestic Product (GDP) (PECCSIN, 2016). Also, aquaculture (mainly shrimp culture) and tourism are important for the state economy, maintaining an economically active population above 250,000 respectively (PECCSIN, 2016).

Table 1. Coastal municipalities in Sinaloa (north to south). INEGI 2015. Inter-censal survey 2015.

Municipality	Population	Relative Population (%)	Municipal extent (km^2)	Coastline (km)
Ahome	449,215	15.1	4,004	133
Guasave	295,353	10.0	2,936	72
Angostura	47,207	1.6	1,902	59
Navolato	154,352	5.2	2,329	44
Culiacán	905,265	30.5	6,306	90
Elota	53,856	1.8	1,650	40
San Ignacio	21,442	0.7	5,071	48
Mazatlán	502,547	16.9	2,534	70
Rosario	53,773	1.8	2,642	40
Escuinapa	59,436	2.0	1,554	53
TOTAL	2, 542,446	85.6	30, 927	647

2.2 Criteria and indicators

The analysis is based in the methodological approach proposed by UNEP/Earthprint (2005), modified to include a hierarchical system of environmental and socioeconomic

standardized indicators, grouped in five criteria which define the response capacity and severity of the impact, being the ultimate goal, the comprehensive assessment of vulnerability (Wang et al., 2014).

The criteria associated with response capacity includes economic conditions (EC), social development (SD) and living standards (LS), whose indicators are respectively related to economic structure and the capacity to prevent and manage impacts, the social conditions that can transform a natural hazard to social disaster, and indicators linked to the assets that populations have and can help to confront disasters.

In addition, the severity of the impact is determined or modified by diverse environmental aspects that are considered in the geographic exposure (GE) criterion, including indicators that represent variables that can reduce or increase the impacts caused by extreme events. The last criterion called risk intensifiers (RI) includes indicators that correspond to conditions that exacerbate the negative impacts associated with EPE.

A preliminary list of indicators was prepared based on specialized literature and the availability of official data at a municipality scale, both, at national (INEGI, CONEVAL, CONAGUA-SMN, SEDECO, CIAD, CONAPO and CONABIO) and international (PNUD) scope. The list was depurated, and 25 indicators were selected and included in a survey designed and uploaded to the Zoho Survey online platform (https://www.zoho.com/survey/), using a ranking format to assign values of importance, with 1 as the most important and 5 the least important.

The survey was sent to experts on diverse scientific and social disciplines, following the Delphi method (Okoli and Pawlowski, 2004), to select the most adequate indicators by criteria based on their experience. Experts were chosen from the Thematic Network on Disasters Associated with Hydrometeorologic and Climatic Phenomena (RedesCLIM –

CONACYT, Mexico), the Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) and the Research Applications Laboratory from the National Center for Atmospheric Research (NCAR). The process concluded after two rounds, the first one for the selection of indicators by criterion, and the second to evaluate consensus, validate the selection and classify the indicators and criteria according to their importance, using the Analytic Hierarchy Process (AHP), a multi-criteria technique that uses a hierarchical structure to represent a problem, and then develops priorities for alternatives based on the judgments of the experts (Saaty, 1977).

To define the reliability level of the judgment given by the experts in pairwise comparisons, the consistency ratio (CR) was estimated. CR is a measure of judgement inconsistency, defined by the relation CR=CI/RIn, where CI is the consistency index of the matrix with the obtained judgements and RIn, the random index, is a judgement matrix produced randomly. In agreement with the method, if CR values are higher than 0.1, it is necessary to search for the inconsistencies, to modify the judgments in the pairwise comparisons matrix (Ramanathan, 2001).

After the survey, the order of importance for each indicator was assigned, but it was not possible to order them hierarchically, using the AHP scale to assign values and to complete criteria and indicators pairwise comparison matrices. The pairwise comparison matrices were completed using the same value in all cases, based in the order of importance for each indicator. It was assumed that the indicator in the first place is more important than that in the second place, and this is slightly more important than that in the third place. Considering this, we assigned a value of 3, 5 and 3 respectively to complete the pairwise comparison matrix. After the weight assignment, the CR was calculated using the AHP and Expert Choice software (https://expertchoice.com/).

With the final selection, values per indicator were downloaded from the corresponding sources or directly estimated from vector and raster data, as it happened with the average elevation for the coastal area, lower than 30 m.a.s.l., derived from digital elevation models (INEGI, 2013). Wetlands and forest land covers together with soil types were obtained from the CONABIO geoweb (http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/). In addition, the edaphological groups were reclassified into Hydrologic Soil Groups (HSG), based on their infiltration rates according to the runoff curve number method (NRCS-CN; USDA, 1986), to separate the C and D groups, representing high runoff potential, for each of the coastal municipalities.

The population in the coastal zone was estimated as the number of people living in localities at or below 30 m.a.s.l., while coastline erosion severity was qualitatively assessed by comparing different points, separated every five km along the municipality coastline, in two Google Earth images recorded with time differences of at least ten years. The erosion was classified as, 1) Minor (less than 25% of the total points with erosion); 2) Moderate (between 25 and 50% of the total points with erosion); 3) Major (between 50 y 75% of the total points with erosion) and 4) Severe (between 75 and 100% of the total points with erosion) (Burroughs and Shaffer, 1997).

Finally, the number of EPE in the period 2005 - 2015, was determined analyzing precipitation records in 30 meteorological coastal stations from the National Meteorological Service (SMN) and from the Research Center for Food and Development A.C. (CIAD). One inch (25.4 mm) precipitation was considered the threshold for humidity soil saturation (USDA, 1986). The number of EPE was estimated as the number of events above P90.

All data were standardized to 0 – 1 range values, with the minimum (min)-maximum (max) normalization method (Milligan and Cooper, 1988), including positive (eq. 1) and negative (eq. 2) relationships, as defined by Wang et al. (2014).

For positive indices:

$$y_{ij} = [x_{ij} - \min(x_{ij})] / [\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})] \qquad \text{(eq. 1)}$$

For negative indices:

$$y_{ij} = [\max(x_{ij}) - x_{ij}] / [\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})] \qquad \text{(eq. 2)}$$

where, $\max(x_{ij})$ and $\min(x_{ij})$ are the maximum and minimum original data, x_{ij} the individual observed data and y_{ij} the expected value, respectively. Results by component for the five criteria were plotted in a radar graph by municipality.

Later, the y_{ij} values were added by criteria and calculated the Integral Vulnerability Index (IVI) as proposed by Wang et al. (2014) to evaluate the integral vulnerability index (IVI):

$$\text{IVI} = (\text{EC}*p + \text{SD}*p + \text{LS}*p) * (\text{GE}*p + \text{RI}*p) \qquad (3)$$

where EC, SD, LS, GE, and RI represent vulnerability expressed by criterion, while *p* is the associated weight. The first part of the model is related with response capacity and the second with severity. To spatially visualize the final results and to detect possible distribution patterns, they were integrated into a geographic information system (GIS) using ArcGIS 10.1, symbolizing values in a color ramp to distinguish and compare vulnerability levels by municipality.

Finally, to assess the importance of the selected criteria, a Pearson's correlation analysis was carried out with the criteria and the IVI resultant values, together with a

Principal Component Analysis (PCA) to synthesize the information and look for trends in the distribution of vulnerability by municipality.

3. Results

From the 25 originally proposed indicators, a final selection of 15 socio-economic and environmental indicators was done, with 3 indicators by criterion (Table 2).

Table 2. Socioeconomic and environmental criteria, with indicators positively or negatively related to vulnerability to extreme precipitation events and source of the data.

Criteria	Indicator	Relation	Source*
Economic conditions (EC)	Public investment in urbanization and environment (%)	(-)	INEGI
	Gini Coefficient	(-)	CONEVAL
	Per capita Municipal budget ($)	(-)	SEDEC
Social development (SD)	Human Development Index (HDI)	(-)	PNUD
	Households with access to basic services (%)	(-)	INEGI
	Population density (people per km^2)	(+)	INEGI
Living standards (LS)	Population with income of two minimum wages (%)	(+)	CONAPO
	Occupational rate (%)	(-)	INEGI
	Population with healthcare access (%)	(-)	INEGI
Geographic exposure (GE)	Average altitude above sea level <30 m (%)	(+)	INEGI
	Wetlands and forests (%)	(-)	CONABIO
	Soil type (%)	(+)	INEGI
Risk intensifiers (RI)	Population living in coastal areas (%)	(+)	INEGI
	Coastline erosion severity (%)	(+)	Google Earth
	EPE occurrence in the last 10 years (#)	(+)	CNA/CIAD

* INEGI (Instituto Nacional de Geografía y Estadística); CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social); SEDEC (Secretaria de Desarrollo Económico); PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo); CONAPO (Consejo Nacional de Población); CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad); CNA/CIAD (Comisión Nacional del Agua/Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.)

The hierarchical analysis derived from the judgement of the 54 experts consulted, produced the pairwise comparison matrices for criteria and indicators, as shown in tables 3 and 4.

Tabla 3. Pair-wise comparison matrices for criteria

	EG	CE	DS	EV	IR
EG	1	1	5	7	9

CE	1	1	3	5	7
DS	1/5	1/3	1	3	5
EV	1/7	1/5	1/3	1	3
IR	1/9	1/7	1/5	1/3	1

Tabla 4. Pair-wise comparison matrices for indicators

	Indicator 1	Indicator 2	Indicator 3
Indicator 1	1	3	5
Indicator 2	1/3	1	3
Indicator 3	1/5	1/3	1

We use the above outputs in the Expert Choice software to weight the criteria and indicators. The consistency ratio (CR) obtained in both cases was 0.04, making consistent the opinion of experts. In all the cases, the sum of scores in the five vulnerability criteria and their respective groups of indicators was 1 (Table 5).

Table 5. Weighting of criteria and indicators

Criteria	Weight	Indicators	Weight
Economic conditions (EC)	0.336	Public investment in urbanization and environment	0.637
		Gini Coefficient	0.258
		Per capita Municipal budget	0.105
Social development (SD)	0.136	Human Development Index (HDI)	0.637
		Households with access to basic services	0.258
		Population density	0.105
Living standards (LS)	0.066	Population with income of two minimum wage	0.637
		Occupational rate	0.258
		Population with healthcare access	0.105
Geographic exposure (GE)	0.427	Average altitude above sea level <30 m	0.637
		Wetlands and forests	0.258
		Soil type	0.105
Risk intensifiers (RI)	0.035	Population living in coastal areas	0.637
		Coastline erosion severity	0.258
		Number of EPE the last 10 years	0.105

Assignment of information to the indicators and standardization

Standardized and weighed data were obtained by municipality (table 6), with standardized data values fluctuating in the 0-1 range, as imposed by the method, with the higher values associated to high levels of vulnerability. Average values obtained for the indicators, position Guasave and Escuinapa municipalities as the most vulnerable, with values above 0.6, while Population living in the coastal areas, Wetlands and forest cover and Population with healthcare access, were the indicators with the highest values, also above 0.6 in average.

Weighed data ranged between 0 and 0.64, again with Guasave as the most vulnerable municipality, followed by Escuinapa and El Rosario, with mean average values equal or above 0.2, confirming Population living in the coastal areas as the indicator producing the highest value (0.43), together with Population income (0.37).

Disregarding the extremes, distribution of the indicators values allows a better comprehension on the sources of vulnerability by municipality, allowing at the same time to evaluate the importance of the different criteria applied in the assessment (Figure 3).

It is possible to observe that, with few exceptions, Guasave and Escuinapa have high values (> 0.2) in most of the vulnerability indicators, while Culiacan and San Ignacio are susceptible only to few vulnerability drivers, which in addition correspond mainly to Criteria with low weights.

Tabla 6. Standardized and weighted (between parentheses) values of indicators by municipality.

Indicator	Ahome	Guasave	Angostura	Navolato	Culiacan	Elota	San Ignacio	Mazatlán	El Rosario	Escuinapa
Public investment in urbanization and environment	**0.61** (0.39)	**1.00** (0.64)	**0.07** (0.04)	**0.00** (0.00)	**0.32** (0.21)	**0.16** (0.10)	**0.57** (0.36)	**0.37** (0.24)	**0.57** (0.36)	**0.58** (0.37)
Gini Coefficient	**0.16** (0.04)	**0.36** (0.09)	**0.47** (0.12)	**1.00** (0.26)	**0.00** (0.00)	**0.71** (0.18)	**0.80** (0.21)	**0.27** (0.07)	**0.27** (0.07)	**0.49** (0.13)
Per capita Municipal budget	**0.92** (0.10)	**1.00** (0.11)	**0.76** (0.08)	**0.89** (0.09)	**0.36** (0.04)	**0.53** (0.06)	**0.00** (0.00)	**0.21** (0.02)	**0.32** (0.03)	**0.73** (0.08)
Human Development Index (HDI)	**0.03** (0.02)	**0.32** (0.21)	**0.11** (0.07)	**0.56** (0.36)	**0.00** (0.00)	**1.00** (0.64)	**0.69** (0.44)	**0.01** (0.01)	**0.96** (0.61)	**0.53** (0.34)
Households with access to basic services	**0.08** (0.02)	**0.46** (0.12)	**0.15** (0.04)	**0.29** (0.07)	**0.01** (0.00)	**0.65** (0.17)	**0.35** (0.09)	**0.00** (0.00)	**0.85** (0.22)	**1.00** (0.26)
Population density	**0.59** (0.06)	**0.55** (0.06)	**0.11** (0.01)	**0.32** (0.03)	**0.78** (0.08)	**0.13** (0.01)	**0.00** (0.00)	**1.00** (0.11)	**0.09** (0.01)	**0.18** (0.02)
Population with income of two minimum wage	**0.51** (0.32)	**0.86** (0.55)	**0.44** (0.28)	**0.44** (0.28)	**0.00** (0.00)	**0.76** (0.49)	**1.00** (0.64)	**0.37** (0.23)	**0.81** (0.51)	**0.68** (0.43)
Occupational rate	**0.31** (0.08)	**0.64** (0.16)	**1.00** (0.26)	**0.38** (0.10)	**0.03** (0.01)	**0.30** (0.08)	**0.58** (0.15)	**0.00** (0.00)	**0.42** (0.11)	**0.39** (0.10)
Population with healthcare access	**0.69** (0.07)	**0.88** (0.09)	**0.00** (0.00)	**0.63** (0.07)	**1.00** (0.11)	**0.75** (0.08)	**0.23** (0.02)	**0.91** (0.01)	**0.54** (0.06)	**0.56** (0.06)
Average altitude above sea level <30 m	**0.85** (0.54)	**1.00** (0.64)	**0.72** (0.46)	**0.95** (0.60)	**0.27** (0.17)	**0.19** (0.12)	**0.00** (0.00)	**0.23** (0.15	**0.17** (0.11)	**0.44** (0.28)
Wetlands and forests	**0.48** (0.13)	**0.35** (0.09)	**0.00** (0.00)	**0.11** (0.03)	**0.71** (0.18)	**0.94** (0.24)	**1.00** (0.26)	**0.96** (0.25)	**0.92** (0.24)	**0.79** (0.20)
Soil type	**0.37** (0.04)	**0.87** (0.09)	**0.73** (0.08)	**0.93** (0.10)	**1.00** (0.11)	**0.15** (0.02)	**0.00** (0.00)	**0.59** (0.06)	**0.70** (0.07)	**0.34** (0.04)
Population living in coastal areas	**0.98** (0.62)	**0.94** (0.60)	**0.85** (0.54)	**1.00** (0.64)	**0.00** (0.00)	**0.19** (0.12)	**0.24** (0.15)	**0.98** (0.62)	**0.64** (0.41)	**1.00** (0.64)
Coastline erosion severity	**0.67** (0.17)	**1.00** (0.26)	**0.33** (0.09)	**0.67** (0.17)	**0.67** (0.17)	**0.33** (0.09)	**0.00** (0.00)	**1.00** (0.26)	**0.67** (0.17)	**0.33** (0.09)
EPE the last 10 years	**0.18** (0.02)	**0.16** (0.02)	**0.03** (0.00)	**0.10** (0.01)	**0.10** (0.00)	**0.08** (0.01)	**0.00** (0.00)	**0.32** (0.03)	**0.32** (0.03)	**1.00** (0.11)
Total score of the standardized indicators	**7.43**	**10.39**	**5.77**	**8.27**	**5.25**	**6.87**	**5.46**	**7.22**	**8.25**	**9.04**

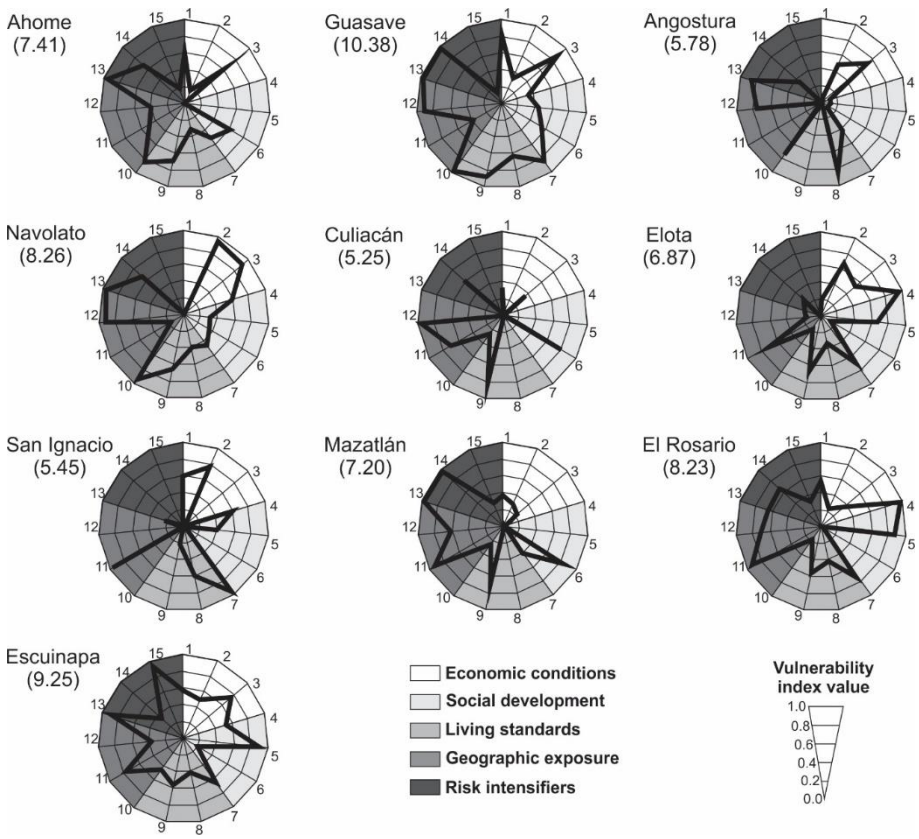

Figure 3. Radar plot with total score of standardized indicators by municipality. Indicators sorted in clockwise order. 1) Public investment in urbanization and environment; 2) Gini Coefficient; 3) Per capita Municipal budget; 4) Human Development Index (HDI); 5) Households with access to basic services; 6) Population density; 7) Population with income of two minimum wage; 8) Occupational rate; 9) Population with healthcare access; 10) Average altitude above sea level <30 m; 11) Wetlands and forests; 12) Soil type; 13) Population living in coastal areas; 14) Coastline erosion severity; 15) EPE the last 10 years.

Spatial patterns of a comprehensive/integral vulnerability index

Values of vulnerability indices by criteria and integrated (IVI) were estimated based on previous results obtained for the indicators. Present findings reveal that the Risk intensifier criterion consistently produced the highest values compared with other criteria (Table 7), but its contribution to the comprehensive vulnerability is reduced, considering that the expert judgement weighted this criterion as the lowest. The LS, GE, EC and SD criteria follow in order of importance to the RI criterion. Regarding the IVI value, which was

assessed with the associated weight, the Guasave municipality appears as the most vulnerable, while Culiacan had the lowest IVI value.

Table 7. Vulnerability values estimated comprehensively (IVI) and for different socio-economic and environmental criteria. Highest values in dark grey, lowest in light grey.

Municipality	Economic conditions	Social development	Living standards	Geographic exposure	Risk intensifiers	IVI
Ahome	0.527	0.101	0.475	0.702	0.815	0.073
Guasave	0.834	0.382	0.803	0.818	0.874	0.146
Angostura	0.242	0.123	0.539	0.537	0.629	0.034
Navolato	0.351	0.467	0.441	0.731	0.819	0.072
Culiacán	0.244	0.085	0.113	0.457	0.175	0.020
Elota	0.339	0.818	0.642	0.378	0.217	0.045
San Ignacio	0.567	0.527	0.811	0.258	0.150	0.036
Mazatlán	0.327	0.113	0.328	0.455	0.913	0.033
El Rosario	0.464	0.838	0.677	0.421	0.612	0.063
Escuinapa	0.573	0.617	0.593	0.520	0.827	0.079

A detailed analysis of values obtained by indicator and criteria after weighing them, allowed to detect that Population living in coastal areas, included in the RI criterion, Population with income of two minimum wage, from the LS criterion, and Average altitude above sea level <30 m, related to GE, output the highest values (>0.3). Two of the above indicators are associated with Severity, while only Population with income of two minimum wage is with the Response Capacity. As expected, also Public investment in urbanization and environment, associated with EC, and the Human Development Index for the SD criterion contribute to increase vulnerability, while the presence of EPE in the last ten years, was the indicator with the lowest value (0.2), meaningfully contributing to increase vulnerability only in Escuinapa municipality.

To visualize geographically the levels of vulnerability associated to each of the criteria and their integration, the GIS output maps are displayed in figure 4.

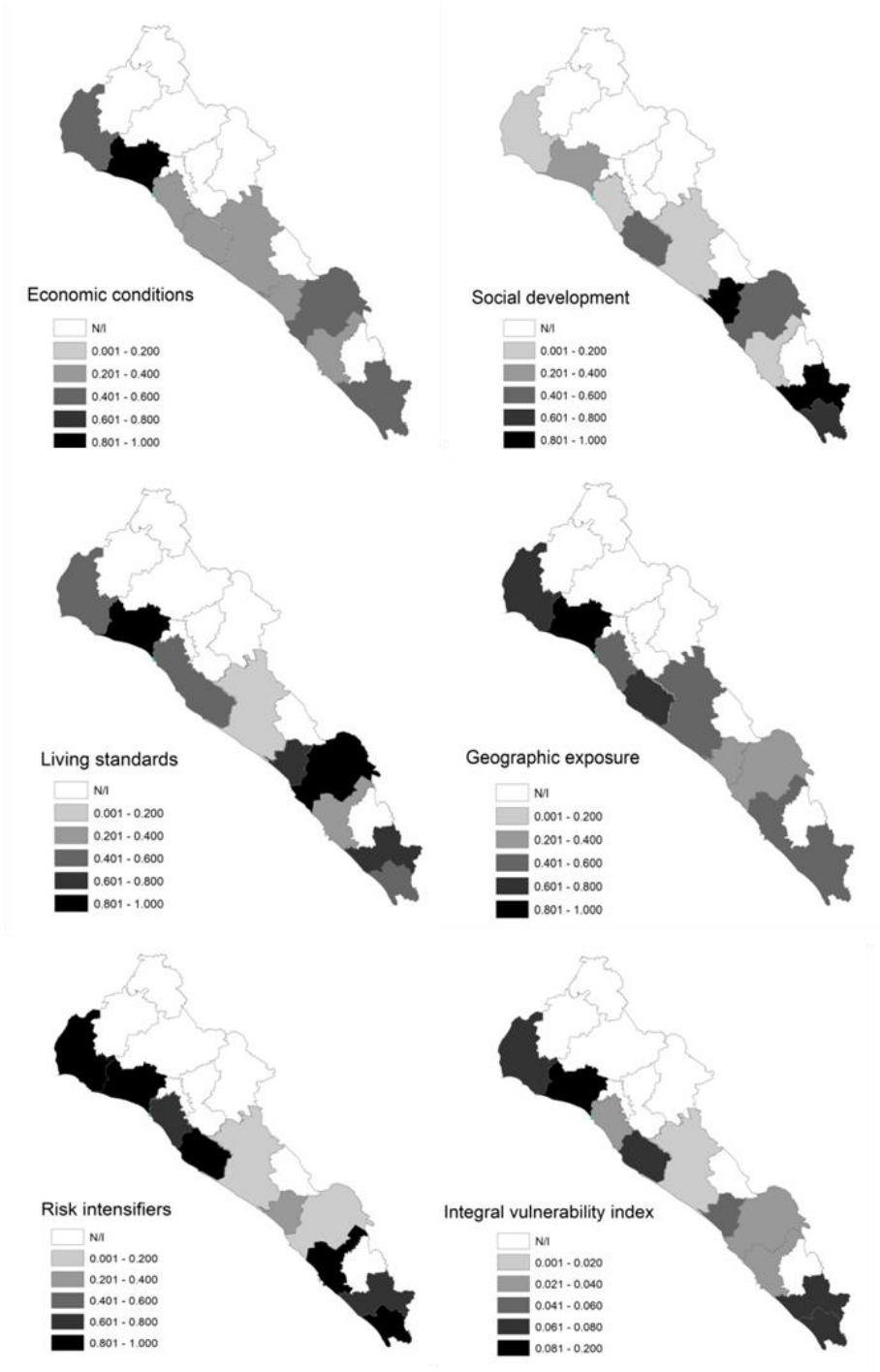

Figure 4. Vulnerability maps of coastal municipalities of Sinaloa. Darker color indicating higher values of vulnerability.

Correlation analysis between IVI and Response capacity criteria output values of the Pearson correlation between 0.2 and 0.85, but only for EC and GE results were statistically significant (Figure 5).

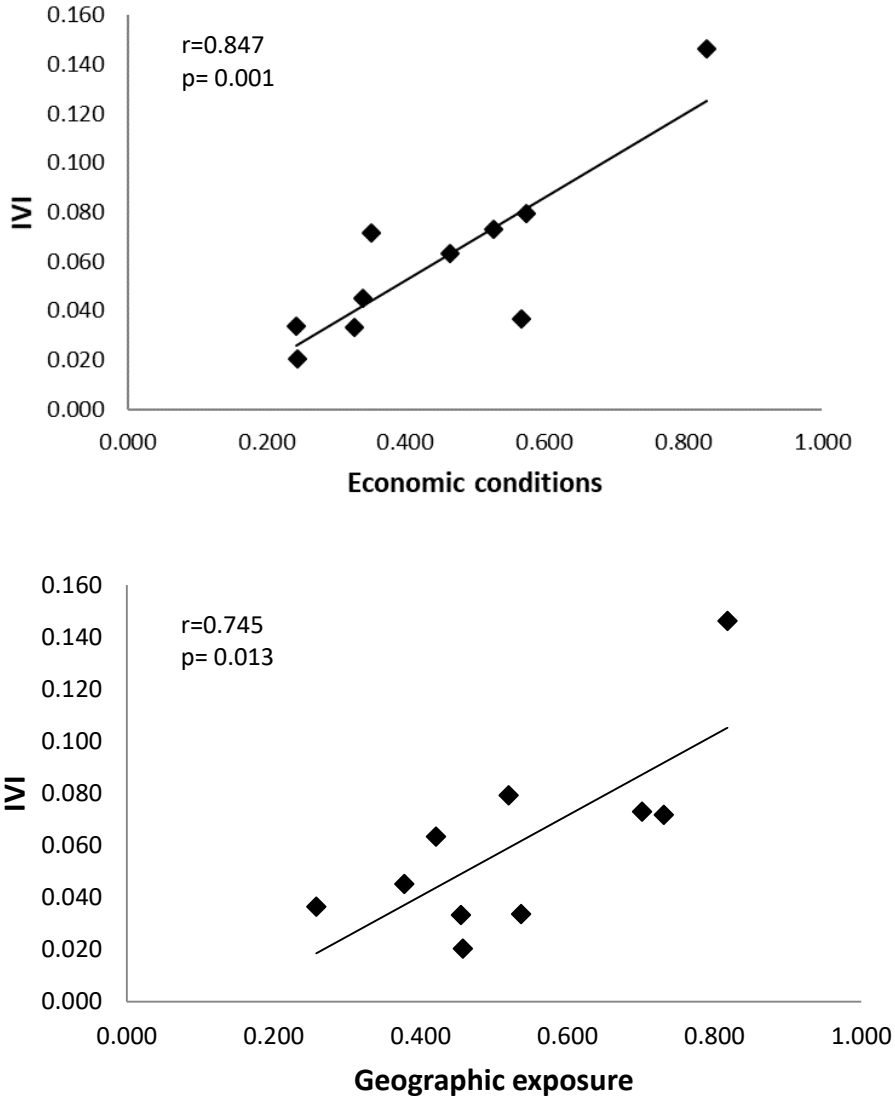

Figure 5. Lineal relationship between Integral vulnerability index (IVI) and Economic conditions and Geographic exposure criteria.

Regarding the PCA, the two first components explain most of the accumulated variation (83.7%). Figure 6 shows that the distribution of municipalities on the PCA plot is defined

by conditions presents in each municipality. The difference between municipalities of Guasave and Culiacan is determined mainly by EC (PC1), being Guasave who have the most critical conditions. Municipalities of San Ignacio and Elota have critical conditions of SD and LS but at the same time are the municipalities with low conditions of GE (PC2). Culiacán and Mazatlán are municipalities with better conditions of DS and EV, but have critical values of EG and IR. This situation is related mainly with problems of the Population living in coastal areas and Coastline erosion severity in the case of Mazatlán.

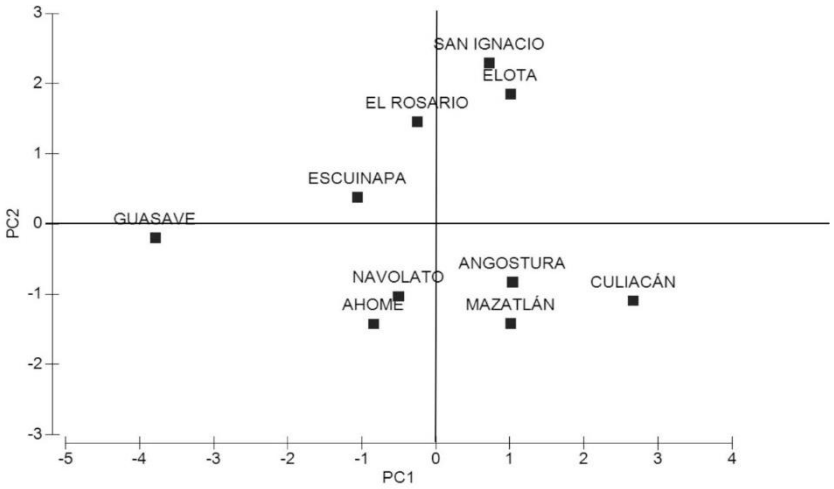

Figure 6. Principal Component Analysis plot shows the first three municipalities with the most critical value on each criterion.

Discussion

In the context of the climate change, where the increase of ERE and their negative effects is highly probable, the risks associated are also escalating, particularly in coastal areas, where two thirds of the recorded disasters are connected with extreme weather events (Adger et al., 2005). Considering this, coastal vulnerability has become a matter of international concern, and several assessment methods have been discussed, but currently the analysis encompass environmental and socio-economic factors, examined by separate

or jointly (IPCC CZMS, 1991; UNEP, 2005; Mani Murali et al., 2013; Lins-de-Barros, 2017). However, most of the evaluations have been achieved at nation scope, limited in some cases to state level or even at regional range (Adelekan, 2011; Monterroso and Conde, 2015; González-Baheza and Arizpe, 2017; Ghoussein et al., 2018), mostly focused in sea rise-level or flooding issues. Here, we selected the municipality level regarding that many countries, including Mexico, use this administrative division as the minimal entity with autonomous jurisdiction, acknowledged by the national and state laws. It is also the lowest administrative level at which statistical information is continually updated. Thus, information provided at this level can directly help to decision makers to build capacities for vulnerability reduction and resilience bolstering.

However, a multivariate, multiscale system like this involves different indicators, requiring more information and sources, which is not a straightforward issue (Bijlsma et al., 1999). Because of this, we were careful with the indicators selection, based first in a documental analysis, but essentially in the further expert's judgement that highlighted the importance of some integrated indicators as the Human development index (HDI) and the Gini coefficient, but in general paying attention to socioeconomic indicators, similar to the results obtained by Brooks et al. (2005) for the sub-Saharan Africa.

On the other hand, selecting Sinaloa state as case study allowed a good working model, representing the case of Mexico and other countries with similar conditions. Regarding the GDP, Sinaloa is ranked 16th among 32 states, with 2.3%; it also occupies the 17th place by land extent (3%), and represents 6% of the total Mexican coastline (11,000 km), while just above 50% of its municipal division is occupied by coastal municipalities, all of them regulated by the same Federal and state legal framework.

Despite that the legal context is similar for all the municipalities, differences in environmental and socio-economic conditions conferred different vulnerability levels, contributing present analysis to adopt management strategies to fortify the weakest links, when it is possible, to cope with impacts of ERE allowing a better coastal communities adaptation.

Present results show that, with few exceptions, all the municipalities are highly vulnerable considering a specific criteria and indicators, but there was not an evident regionalization or association with geographic profiles. Only the central region, where the state capital (Culiacan) is located, consistently displayed low vulnerability levels.

It has been argued that entities with the best socio-economic conditions are the less vulnerable (Ibarrarán et al., 2014), but the integrated assessment situated in similar position municipalities with contrasting social development and living standard conditions. The spatial analysis also situates the southernmost municipalities (El Rosario and Escuinapa), as the less developed entities, while Ahome and Guasave, to the north are among the most exposed to risks, bringing as consequence that those municipalities were ranked in the highest positions regarding the IVI assessment.

Different development conditions are observed along the coastline of Sinaloa. This situation is mainly related with the economic activities in the region: agriculture, aquaculture, fishing and tourism. For example, Mazatlán is the second most populated municipality, its economy is based on tourism and has a lot of infrastructure on coastal zones. Although its economy is good, its degree of exposure is high, therefore in case of a disaster caused by ERE, it is susceptible to suffer greater losses versus another less developed municipality, for example San Ignacio, or Elota. However, its capacity to cope or recover after disaster is better taking into consideration their level of development. The

worst scenario occurs when a low level of development and high level of exposure (geographic and population) converge in the same municipality. Is in this case when is necessary the strengthen of their adaptive capacity.

The assessment of vulnerability to climate risks, in this case to ERE, becomes a fundamental research considering that this is the base for adapting to coastal climate change and contributes to construct an integrated coastal management (USAID, 2009; Tobey et al., 2010). This kind of evaluations has a potential use in planning and disaster management too, regarding that in many countries, as it also happens in Mexico, the general strategy is to invest in reactive instead of proactive policies (Mirza 2003; Naess et al., 2005). Thus, in agreement with the OCDE (2013), from 2005 to 2011, Mexico invested around 40 times more budget for reconstruction purposes, than that allocated for prevention. Studies such as the present can be used as a baseline to estimate the degree to which the coastal populations are vulnerable to natural disasters. This information allows the design of prevention strategies and programs, to reinforce the local capacities to confront this kind of events, taking in consideration the environmental and socioeconomic aspects that can be managed and develop better adaptive strategies. Moreover, the spatial analysis, output as maps, facilitate the identification of the most vulnerable areas, giving further elements to local governments for better coastal management and conservation. Finally, results derived from the proposed model, are also very valuable for both, short and long term coastal planning for the regional stakeholders mainly involved in developmental activities along the coastal fringe.

Conclusion

We conclude that coastal municipalities in Sinaloa are exposed to different extreme events

related to climate change (sea level rise, extreme hurricanes, floods), threatening the local populations, their assets and economic activities. Particularly, municipalities are vulnerable to ERE, but at different levels and from different environmental and socio-economic views, that can be assessed and integrated with methods such as the used here. Regarding present results, we conclude that the applied method is replicable and useful for similar assessments in other locations with similar information availability.

References

Adelekan, O. I., 2011. Vulnerability assessment of an urban flood in Nigeria: Abeokuta flood 2007. Nat. Hazards, 56:215-231 DOI 10.1007/s11069-010-9564-z

Adger, W. N., T. P. Hughes, C. Folke, S. R. Carpenter, J. Rockström., 2005. Social-Ecological Resilience to Coastal Disasters. Science. 309 1036-1039.

Bijlsma, L., C.N. Ehler, R.J.T. Klein, S.M. Kulshrestha, R.F. McLean, N. Mimura, R.J. Nicholls, L.A. Nurse, H. Pérez Nieto, E.Z. Stakhiv, R.K. Turner, R.A. Warrick., 1995. Coastal Zones and Small Islands, in: Watson, T. R., Marufu C. Z., Moss, R.H. (Eds.), Climate Change 1995: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 289-324.

Brooks, N., Adger, W. N., Kelly, P. M., 2005. The determinants of vulnerability and adaptive capacity at the national level and the implications for adaptation. Glob. Environ. Change, 15(2), 151-163.

Burroughs, L. B., W. A. Shaffer., 1997. East Coast extratropical storm surge and beach erosion guidance. NWS Tech. Procedures Bull. 436, National Oceanic and Atmospheric Administration. 24 pp.

Deressa, T., R. M. Hassan, C. Ringler., 2008. Measuring Ethiopian Farmers' Vulnerability to Climate Change Across Regional States. International Food Policy Research Institute. Discussion Paper 00806.

Easterling, D.R., J.L. Evans, P. Ya. Groisman, T.R. Karl, K.E. Kunkel, P. Ambenje., 2000. Observed Variability and Trends in Extreme Climate Events: A Brief Review. B. Am. Meteorol. Soc. Vol. 81, No. 3, 417-425.

Füssel, Hans-Martin., 2007. Vulnerability: A generally applicable conceptual framework for climate change research. Glob. Environ. Change 17 155-167.

Ghoussein, Y., M. Mhawej, A. Jaffal, A. Fadel, R. El Hourany, G. Faour., 2018. Vulnerability assessment of the South-Lebanese coast: A GIS-based approach. Ocean. Coast. Manage. 158, 56-63.

González-Baheza, A., O. Arizpe., 2017. Vulnerability assessment for supporting sustainable coastal city development: a case study of La Paz, Mexico. Clim. Dev. http://dx.doi.org/10.1080/17565529.2017.1291406

Ibarrarán, M. E., M. Reyes, A. Altamirano., 2014. Adaptación al cambio climático como elemento de combate a la pobreza. Región y Sociedad XXVI No. 61 5-50.

INEGI, 2013. Continúo de elevaciones mexicano 3.0 http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/datosrelieve/continental/continuoelevaciones.aspx

IPCC CZMS, 1991: Common Methodology for Assessing Vulnerability to Sea-Level Rise. Report of the Coastal Zone Management Subgroup, IPCC Response Strategies Working Group, Ministry of Transport, Public Works and Water Management, The Hague, The Netherlands.

Karl, T. R., R. W. Knight., 1998. Secular trends of precipitation amount, frequency, and intensity in the United States. Bull. Amer. Meteor. Soc., 79, 231–241.

Lins-de-Barros, F. M., 2017. Integrated coastal vulnerability assessment: A methodology for coastal cities management integrating socioeconomic, physical and environmental dimensions – Case study of Região dos Lagos, Rio de Janeiro, Brazil. Ocean. Coast. Manage. 149, 1-11.

Mani Murali R., Ankita M., Amrita S., Vethamony P., 2013. Coastal vulnerability assessment of Puducherry coast, India, using the analytical hierarchical process. Nat. Haz. Earth Sys. Sci. 13: 3291–3311. doi:10.5194/nhess-13-3291-2013

Milligan G.W., Cooper M.C., 1988. A study of standardization of variables in cluster analysis. J. Classif. 5:181-204. doi:10.1007/BF01897163

Mirza, M. M. Q., 2003. Climate change and extreme weather events: can developing countries adapt? Clim. Policy 3 233-248. doi:10.3763/cpol.2003.0330

Monterroso, A., C. Conde, C. Gay, D. Gómez, J. López., 2014a. Two methods to assess vulnerability to climate change in the Mexican agricultural sector. Mitig. Adapt. Strateg. Glob. Change 19:445-461.

Monterroso, A., Fernández, E. A., Trejo, V. R. I., Conde, A. A. C., Escandón, C. J., Villers, R. L., y Gay, G. C. 2014. Vulnerabilidad y adaptación a los efectos del cambio climático en México, first ed. Centro de Ciencias de la Atmósfera. Programa de Investigación en Cambio Climático. Universidad Nacional Autónoma de México.

Monterroso, A., C. Conde., 2015. Exposure to climate and climate change in Mexico. Geomatics Nat. Hazards Risk. 6 (4), 272-288.

Müller, A., J. Reiter, U. Weiland., 2011. Assessment of urban vulnerability towards floods using an indicator-based approach – a case study for Santiago de Chile. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 11, 2107-2123 doi:10.5194/nhess-11-2107-2011 doi:10.5194/nhess-11-2107-2011

OCDE. 2013. Estudio de la OCDE sobre el Sistema Nacional de Protección Civil en México, OECD Publishing. http://dx.doi.org/10.1787/9789264200210-es

Naess, L.O., G. Bang, S. Eriksen, J. Vevatne., 2005. Institutional adaptation to climate change: flood responses at the municipal level in Norway. Glob. Environ. Change 15, 125-138.

Okoli, C., S.D. Pawlowski. 2004. The Delphi Method as a Research Tool: An Example, Design Considerations and Applications. Inform. Manage. 42 (1), 15-29

Peralta-Hernández, A.R., R.C. Balling, Jr., L.R. Barba-Martínez., 2009. Comparative analysis of indices of extreme rainfall events: variations and trends from southern Mexico. Atmósfera 22 (2), 219-228.

PECCSIN. 2016. Plan Estatal de Cambio Climático de Sinaloa. 188 pp.

Ramanathan, R., 2001. A note on the use of the analytical hierarchy process for environmental impact assessment. Journal of Envirnonmental Management. 63, 27-35.

Romero-Lankao, P., Hua Qin., 2011. Conceptualizing urban vulnerability to global climate and environmental change. Curr. Opin. Environ. Sustain. 3:142-149.

Roy, C.D. and T. Blaschke., 2015. Spatial vulnerability assessment of floods in the coastal regions of Bangladesh. Geomatics Nat. Hazards Risk 6 (1), 21-44.

Saaty, T. L., 1977. A scaling method for priorities in hierarchical structures. J. Math. Psychol. 15, 234-281.

Seneviratne, S.I., N. Nicholls, D. Easterling, C.M. Goodess, S. Kanae, J. Kossin, Y. Luo, J. Marengo, K. McInnes, M. Rahimi, M. Reichstein, A. Sorteberg, C. Vera, X. Zhang., 2012. Changes in climate extremes and their impacts on the natural physical environment, in: Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (Eds.), Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, pp. 109-230.

Tobey, J., Rubinoff, P., Robadue, J. D., Ricci, G., Volk, R., Furlow, J., Anderson, G., 2010. Practicing Coastal Adaptation to Climate Change: Lessons from Integrated Coastal Management. Coast. Manage. 38:317-335.

Torresan, S., Critto, A., Dalla Valle, M., Harvey, N., Marcomini, A., 2008. Assessing coastal vulnerability to climate change: comparing segmentation at global and regional scales. Sustain. Sci. 3:45-65.

U.S. Department of Agriculture. 1986. Urban Hydrology for Small Watersheds. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. Conservation Engineering Division. Technical Release 55, second ed. USA. 164 pp.

UNEP/Earthprint., 2005. Assessing coastal vulnerability: developing a global index for measuring risk. http://www.unep.org/.

U.S. Agency for International Development (USAID). 2009. Adapting to Coastal Climate Change: A Guidebook for Development Planners. http://www.usaid.gov/our_work/environment/climate/policies_prog/vulnerability.html

Wang, G., Y. Liu, H. Wang, X. Wang., 2014. A comprehensive risk analysis of coastal zones in China. Estuar. Coast. Shelf S. 140: 22-31.

3. EL ROL DE LA CAPACIDAD INSTITUCIONAL COMO MEDIDA DE ADAPTACIÓN FRENTE A EVENTOS DE PRECIPITACIÓN EXTREMA EN EL NOROESTE DE MÉXICO

Capítulo publicado:

Montijo GA y A Ruiz-Luna. 2018. El rol de la capacidad institucional como medida de adaptación frente a eventos de precipitación extrema en el noroeste de México. Región y Sociedad. Revista de El Colegio de Sonora. Año XXX, 73: en línea https://regionysociedad.colson.edu.mx:8086/index.php/rys/article/view/985/1293.

Resumen

El cambio climático incrementa la probabilidad de ocurrencia de eventos de precipitación extrema, por lo que se analizó el papel de respuesta que tiene la capacidad institucional para confrontar los efectos negativos de dichos eventos en el noroeste de México. Se revisaron estudios de caso para identificar los factores que más influyen en la construcción de la capacidad institucional, y discutir los elementos comunes utilizados para evaluarla, así como la importancia de realizar estudios locales. Se concluye que las capacidades institucionales están enmarcadas en un mismo esquema regulatorio, a pesar de las diferencias regionales en términos de desarrollo y exposición, que reflejan las políticas públicas que rigen a escala nacional o estatal, poco consideradas por otros órdenes de gobierno, y donde es evidente la ausencia de ordenamientos territoriales que ayuden a su fortalecimiento.

Palabras clave: cambio climático; precipitación extrema; políticas públicas; capacidad institucional; adaptación; variabilidad climática.

Abstract

Climate change increases the probability of occurrence of extreme precipitation events (EPE), and regarding this, the role of the institutional capacity (IC) of response to face the negative effects of EPE was analyzed, particularly in northwest Mexico. Diverse case studies were reviewed to identify the most influential factors in IC building, discussing the most common elements to assess it, as well as the importance of studies at the local level. We concluded that CI differences are uncommon at regional scope, applying the same administrative framework, even when socioeconomic development and exposure

levels show differences at regional level, which reflects the public policies at national or state level, rarely seen at the lowest government levels, lacking of territorial land use planning required to strengthen the CI.

Key words: climate change; extreme precipitation; public politics; institutional capacity, adaptation; climatic variability.

Introducción

El clima mundial está cambiando aceleradamente, esto provoca el aumento de la frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos más de lo previsto por varios modelos (Allan y Soden 2008; O'Gorman 2015,). Estos cambios influirán en la frecuencia de inundaciones, sequías, ondas de calor y tormentas (Wilhelmi y Morss 2013, 49).

De acuerdo con pronósticos del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), la probabilidad de que aumente la frecuencia de precipitaciones intensas en el siglo XXI es alta (>66 por ciento), y es posible que suceda así en el volumen total de éstas en latitudes elevadas y regiones tropicales, con repercusión en las latitudes medias durante el invierno (IPCC 2012, 147). Desde 1950, son más numerosas las zonas donde las precipitaciones intensas se han incrementado, que aquéllas donde han disminuido (IPCC 2013, 53). Esta tendencia es consistente en América del Norte, con algunas variaciones estacionales o regionales (Hartmann et al. 2013, 162; Gershunov et al. 2013, 134).

Para México se advierte que en el norte y en la Sierra Madre Occidental serán más los días por año con precipitaciones fuertes, mientras que se prevé una reducción en el centro

y sur. La contribución de precipitaciones extremas (que superan el umbral del percentil 95, P95) a la total anual, se ha incrementado en la Sierra Madre Occidental, donde se presentan eventos de tipo monzón durante el verano (Kunkel et al. 2008, 49), que también repercuten en el noroeste. Además, los ciclones tropicales que ocurren entre mayo y noviembre, y que aportan entre 30 y 50 por ciento de la precipitación total en algunas regiones del noroeste, muestran tendencia a incrementarse en número e intensidad, asociados con el aumento de la temperatura superficial del mar (Rhein et al. 2013, 257). Lo anterior supone que se enfrentará una mayor incidencia de eventos de precipitación extrema (EPE) en esta zona.

Los eventos extremos son determinantes de la vulnerabilidad, ya que sus efectos se asocian con impactos ambientales y socioeconómicos que pueden convertirse en desastres, derivados de inundaciones, deslizamientos y problemas de salud, entre otros. Dichos efectos dependerán de las características del medio ambiente y las condiciones sociales de las regiones donde ocurren (Few 2003, 44; Wilhelmi y Morss 2013, 49). Entre otras, las comunidades costeras son las más expuestas y vulnerables a desastres, y gran parte del riesgo se concentra en las áreas densamente pobladas (González-Baheza y Arizpe 2017, 1).

La vulnerabilidad y la exposición son procesos dinámicos, que varían espacial y temporalmente y que dependen de factores institucionales y de gobernanza, entre otros (Cardona et al. 2012, 67). A pesar de que hay marcos para definir y evaluar la vulnerabilidad, existen elementos en común, como la susceptibilidad o sensibilidad, relacionadas con la predisposición de la sociedad o de un sistema de sufrir daño, así como la falta de capacidad para hacerle frente y adaptarse, vinculada con las limitaciones en el

acceso y movilización de los recursos que les permitan a las comunidades anticipar, adaptarse y responder al impacto (Cardona et al. 2012, 72).

Ante los retos que implica el cambio climático (CC) y sus efectos negativos, el papel que juegan las instituciones, sus competencias y disposiciones es determinante en la creación de medidas de adaptación (Tompkins y Adger 2004, 2; Naess et al. 2005, 125; Dodman y Satterthwaite 2008, 69; Berman et al. 2012, 87). Existen avances al respecto, y por ello se están creando las capacidades para contrarrestar dichos efectos, pero en relación con los EPE son escasas las referencias y su perspectiva es predominantemente urbana (Wilhelmi y Morss 2013, 50).

En este artículo se analizan diversos enfoques sobre el tema de los EPE y el desarrollo de capacidad institucional (CI), para identificar los elementos comunes a escala global y, con base en esto, revisar la estructura actual, fortalezas y debilidades en materia de CI para responder a los EPE y sus efectos, en el marco geográfico de la zona costera del noroeste de México. Aunque hay avances, son escasas las referencias que incluyen el análisis de la relación entre la CI, la respuesta a los EPE y la vulnerabilidad.

Muchos enfoques para evaluar la vulnerabilidad se basan en un diagnóstico de la capacidad como línea base, para comprender qué tan vulnerables son las personas frente a un peligro específico. Por ello, la vulnerabilidad es, entre otras cosas, el resultado de la falta de capacidades, por lo que al incrementarlas es posible reducirla (Cardona et al. 2012, 72). A partir de lo anterior, se establece que el fortalecimiento de la CI de respuesta frente a los EPE contribuye a la reducción de la vulnerabilidad, de ahí la importancia de este análisis.

Esquema metodológico

Este estudio contempla dos etapas, una revisión de la literatura sobre el concepto de los EPE y los criterios para identificarlos a escala global, y un análisis de las repercusiones sociales y económicas generadas por este tipo de fenómenos. La segunda incluye una revisión sistemática de trabajos que abordan el tema de la CI desde enfoques distintos, todos relacionados con la respuesta ante desastres. Se identificaron los componentes que, de acuerdo con varios autores, integran la CI a fin de ubicar los elementos en común. Después, entre los enfoques se seleccionó el que se consideró mejor estructurado y dentro del cual es posible enmarcar al resto.

De manera complementaria se diagnosticó el estado actual de la CI de respuesta frente a EPE, en las entidades costeras del noroeste de México como estudio de caso: Baja California (BC), Baja California Sur (BCS), Sonora (SON), Sinaloa (SIN) y Nayarit (NAY) (véase Figura 7). Luego se realizó un análisis descriptivo de los elementos que integran la CI para cada estado, a partir de una revisión de literatura y del marco normativo federal, estatal y municipal, en torno al tema de gestión de desastres hidrometeorológicos, para identificar los mecanismos de respuesta frente a los EPE.

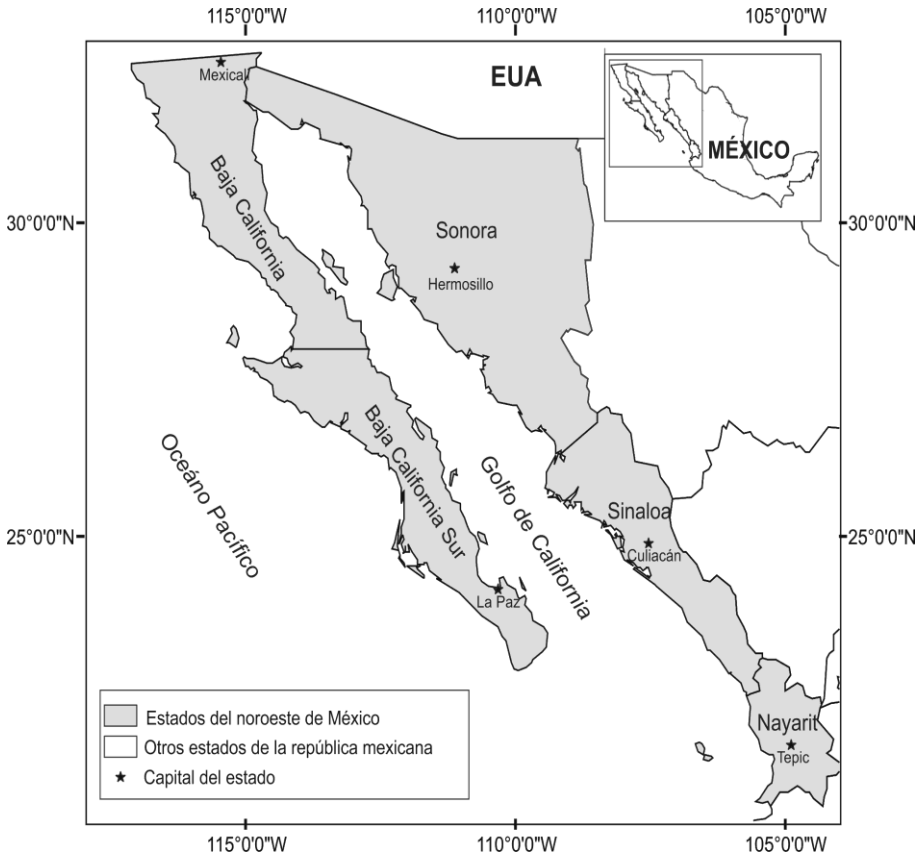

Figura 7. Área de estudio para diagnóstico de la capacidad institucional de respuesta frente a eventos de precipitación extrema. Fuente: elaboración propia.

Conceptualización de eventos de precipitación extrema

Los EPE, también referidos en la literatura como lluvias extremas o torrenciales, carecen de una definición universal dada la diversidad climática global y su variabilidad espacio-temporal, por lo que para determinar cuándo se convierte en un evento extremo, se considera la precipitación diaria en el contexto regional (Magaña et al. 2003, 251; Bharti et al. 2016, 3950). Así, los EPE se definen en función de umbrales relativos, como los percentiles en la distribución de intensidad de la lluvia; a través de la aplicación de umbrales absolutos, como un volumen mínimo de precipitación, o en función del periodo de retorno e inclusive por la combinación de diversos criterios.

En el caso de umbrales relativos, con frecuencia se consideran valores por encima del percentil 90 (P90) de la distribución de valores de precipitación diaria. Así, Estados Unidos define valores ≥ P90, en tanto que la India, los determina con ≥ P97.5, con registros temporales de 85 años o más (Karl y Knight 1998, 231; Roy y Balling 2004, 463). De manera similar, este tipo de umbrales iguales o superiores al P90 se proponen a escala infra y supranacional, y se sugieren para el sur de México, las islas Hawái y varios países de América del Sur (Peralta-Hernández et al. 2009, 222; Chu et al. 2009, 503; Grimm y Tedeschi 2009, 1590). Para el centro-este de Cerdeña, Italia, el noroeste de los Himalayas y las ciudades costeras de El Cairo, Lagos y Ciudad del Cabo, en África, el umbral mínimo es de P95 de la precipitación diaria (Bodini y Cossu 2010, 64; Bharti et al. 2016, 3959; Abiodun et al. 2016, 1). Groisman et al. (2005, 1326); Alexander et al. (2006, 5) y Sillman y Roeckner (2008, 87) parten del P95, e inclusive del P99, para definir los EPE a escala global.

Para el segundo enfoque, que considera umbrales absolutos, en Estados Unidos se han definido valores estándar como 50.8 mm (2 pulgadas) por día de lluvia, mientras que en China se eleva a 100 mm (Seneviratne et al. 2012, 141). Para la India se establecieron valores de referencia mínimos de 64.5, 124.5 y 244.5 mm de lluvia para definir precipitación intensa, muy intensa y extremadamente intensa (Guhathakurta et al. 2011, 360). En el caso de México existen diversos estudios locales o regionales, pero no hay resultados nacionales. En el poniente de la Ciudad de México, las lluvias superiores a 30 mm en 24 horas se consideran como eventos extremos, mientras que para el oriente de la urbe esto corresponde a las de >15 mm en el mismo lapso (Magaña et al. 2003, 251). Para la región sur-sureste del país, las lluvias intensas son las que rebasan los 80 mm (Zitácuaro

et al. 2011, 28). Estos umbrales resultan de utilidad en los ámbitos local o regional, pero no son aplicables en el global, debido a la variación climática, e inclusive la pertinencia de los métodos de estimación.

Los EPE se pueden definir con base en la combinación de varios criterios, como el valor del percentil, con valores máximos de precipitación en un periodo específico (por lo general 24 horas), o el número de días con precipitación superior a un umbral establecido (Groisman et al. 2005, 1328; Alexander et al. 2006, 5; Peralta-Hernández et al. 2009, 222; Chu et al. 2009, 502).

Independientemente de su definición, los riesgos relacionados con los EPE se deben considerar en función de episodios originados por lluvias intensas, junto con el efecto de otras persistentes durante horas o días consecutivos, que puedan incrementar la infiltración de agua en el suelo, provocar procesos de erosión y deslave, o bien la saturación de humedad y causar inundaciones (Beguería et al. 2008, 170).

Por lo anterior, y dada la ausencia de un concepto universal, aquí se considera como definición más adecuada para EPE a los eventos de lluvia distribuidos por arriba del P90, que por su intensidad o persistencia tengan el potencial para modificar drásticamente las características físicas de una región.

Impactos asociados con la presencia de eventos de precipitación extrema

La lluvia es benéfica, con acoplamiento de procesos ecológicos, aunque la presencia de EPE puede ser negativa y generar inundaciones, deslaves, erosión y daños a cultivos, entre otros, que deriven en crisis sociales y económicas. Esto dependerá de la intensidad,

magnitud y duración de dichos eventos, las condiciones de humedad del suelo y las características físicas de las cuencas de drenaje (tamaño, topografía, estructuras de control), por lo que es necesario contar con la capacidad social para anticiparse y evitar los efectos perjudiciales causados por un evento extremo, lo cual requiere de activos, oportunidades, redes sociales y las instituciones locales y externas para manejar los impactos y recuperarse de ellos (Cardona et al. 2012, 74).

Desde esa perspectiva, los EPE se han estudiado considerando los daños ocasionados en varias regiones del mundo, como Chile (Garreaud y Rutllant 1996, 251), España (Martínez-Casasnovas et al. 2002, 128; González-Hidalgo et al. 2005, 51), Estados Unidos (Wilhelmi y Morss 2013, 49) y Europa central (Ulbrich et al. 2003, 371). La conclusión es que la intensidad y el efecto de estos fenómenos se han exacerbado en los últimos años, y causa perjuicios a la sociedad y pérdidas económicas por daños en infraestructura y áreas agrícolas, además de las vidas humanas.

En México, entre 1980 y 1999 se registró un promedio de 140 muertes por año y pérdidas económicas por más de 4 000 millones de dólares (200 millones por año), a causa de diversos eventos hidrometeorológicos. Estas cifras se incrementaron a cerca de 180 muertes y poco más de 1 800 millones de dólares por año de 1999 a 2012 (Bitrán 2001, 10; Centro Nacional para la Prevención de Desastres, CENAPRED 2014, 19). En este segundo periodo, de los estados costeros del noroeste, Nayarit destacó por ser el menos dañado, en tanto que la población de Baja California Sur fue la más perjudicada, y Sonora registró la mayor mortandad asociada con estos eventos. Debido a las tasas de crecimiento elevadas de la zona costera en esta región, la población expuesta ha aumentado, y se magnifican los efectos, por la insuficiencia de medidas preventivas y de mitigación.

Para contrarrestar este tipo de impactos se ha considerado implementar tanto medidas estructurales, como la construcción de obras de ingeniería para protección o mitigación frente a inundaciones y deslizamientos, y edificar y reforzar bardas y muros de contención, así como otras de ordenamiento, que incluyen mecanismos participativos y suministros de información para prevenir el riesgo frente a los EPE (Aragón-Durand 2014, 40). Entre estos mecanismos, se considera que el ordenamiento territorial es el más efectivo para reducir el riesgo provocado por dichos eventos, al promover la planeación y gestión del territorio, y proponer patrones sustentables de ocupación y aprovechamiento de éste, de acuerdo con su aptitud natural. Esto incluye las áreas susceptibles de inundación, así como zonas de riesgo donde se debe evitar la construcción de viviendas o destinarlas a otros usos que pongan en riesgo vidas o bienes. Sin embargo, Ruiz et al. (2015, 152) consideran que, en México, ante la ausencia de ordenamientos territoriales, los atlas de riesgo sustituyen dichos instrumentos de gestión, y vinculan la prevención de desastres con la planeación urbana.

Es importante contar con estos instrumentos de gestión ya que, si bien los modelos climáticos aplicados en diversas regiones del país predicen una reducción en el volumen total de precipitación, también pronostican un incremento en el número de los EPE (Conde et al. 2016, 28). Por ello, también es relevante incluir el cálculo de la probabilidad de ocurrencia regional de los EPE, ya que sus posibles alcances y efectos se deben incorporar en el diseño y planificación de obra civil o infraestructura (Beguería 2002, 83); sin desatender el fortalecimiento y coordinación de los sistemas de alerta temprana y protección civil, para reducir el número de víctimas y daños materiales.

En ese sentido, Arriaga-Ramírez y Cavazos (2010) indican tendencias positivas en términos de los valores de precipitación extrema (>P95) en el noroeste de México, con una alta variabilidad asociada con la presencia del fenómeno del Niño-Oscilación del Sur, así como de la Oscilación Decadal del Pacífico. De manera similar y con base en una serie de tiempo de 1961 al año 2000, Llanes et al. (2016) coinciden en predecir tendencias positivas para valores de precipitación superiores al P95, aunque éstas no son tan evidentes en la planicie costera. Dichos autores establecen valores de los EPE en la franja costera de Sonora y Sinaloa, tanto para eventos asociados y no asociados con tormentas tropicales, de 54.3 mm y 50.2 mm día^{-1}, para P95, y de 87.5 y 85.3 mm día^{-1}, para P99.

En términos generales, las mayores precipitaciones estarían asociadas con la presencia del Monzón de Norteamérica o Monzón Mexicano, que genera lluvias torrenciales breves, de manera discontinua a partir de junio y hasta octubre, potenciadas por la presencia de sistemas de tormentas tropicales y huracanes que producen daños de intensidad diversa.

Pese a los costos que generan los EPE, en el mundo se ha estudiado poco el análisis de la respuesta institucional, con excepción del de la CI frente a inundaciones (Chan 1997, 206; Nikitina et al. 2005, 5; Naess et al. 2005, 125; Lebel et al. 2006, 377). Se percibe una tendencia general en la que prevalece la inversión económica asociada con las medidas posteriores al desastre, sobre los apoyos para poner en marcha medidas preventivas contra los efectos del cambio del clima.

Algo similar ocurre en México donde, pese a que la normatividad asociada con la vulnerabilidad y los riesgos relacionados con EPE contempla aspectos preventivos y reactivos, es evidente un mayor sesgo hacia la reacción ante dichos eventos. Esta

afirmación se deriva del análisis de los fondos invertidos en programas como el Fondo para la Prevención de Desastres Naturales (FOPREDEN) y el Fondo de Desastres Naturales (FONDEN). Así, entre 2005 y 2011, en el FOPREDEN se invirtieron 1 874 millones de pesos, mientras que el FONDEN recibió 69 628 millones, una cantidad 40 veces mayor de recursos para la reconstrucción, contra lo asignado para propósitos de prevención por año (Programa Especial de Cambio Climático, PECC 2014, 24).

Como en el resto del país, la ausencia generalizada de ordenamientos territoriales en el noroeste de México, en asociación con el crecimiento poblacional desordenado y los posibles efectos del cambio climático, ha propiciado la ocurrencia de desastres, como los observados de manera reiterada en Tijuana, BC (Rodríguez 2007, 84), y que también se ha manifestado en otros estados de esta región en la temporada de ciclones. En 2013, el huracán *Manuel* impactó las costas de SON y SIN, y generó pérdidas económicas por más de 3 mil millones de pesos sólo en SIN. En 2014, BCS fue azotado por el huracán *Odile*, en donde el monto total de daños y pérdidas estimado ascendió a más de 24 mil millones de pesos (CENAPRED 2016, 18).

Cabe señalar que generalmente se analiza la magnitud y efectos de los eventos meteorológicos, pero rara vez el papel de la CI, como medida de adaptación a los impactos derivados de EPE. En ese sentido, Ruiz et al. (2015, 146) proponen una revisión del papel que representan los atlas de riesgos, que en la práctica sustituyen a los ordenamientos territoriales, o al menos intentan vincular la prevención de desastres con la planeación urbana. Sin embargo, estos instrumentos representativos de la CI pueden resultar inoperantes dado su origen reactivo, por su integración limitada con las políticas de

gestión y desarrollo, la complejidad jurídica y administrativa a diversas escalas y los intereses políticos y comerciales que definen los usos del territorio.

Por lo anterior, es recomendable mejorar los instrumentos de medición, análisis y pronóstico de ocurrencia de EPE ante la inminencia del cambio climático, e incorporarlos, junto con las lecciones aprendidas de experiencias previas y traducidas en ventanas de oportunidad, en los planes de gestión para fortalecer la CI (Birkmann et al. 2010, Amundsen et al. 2010, 276) y mejorar la capacidad de adaptación frente al CC.

La capacidad institucional y sus componentes

Es necesario acotar el concepto de capacidad institucional, entenderlo como la habilidad de las organizaciones de gobierno y las no gubernamentales para absorber responsabilidades, operar de manera más eficiente y fortalecer la rendición de cuentas (Rosas-Huerta 2008, 123). Como sucede con los EPE, no existe un acuerdo universal para conceptualizar la CI, sin embargo, sí hay elementos de coincidencia, entre los que destaca la habilidad para enfrentar y resolver problemas a los que se enfrenta la comunidad.

En este esquema, las instituciones son el elemento central en la construcción y desarrollo de la CI, por lo que es necesario contextualizarlas. El Programa Internacional de las Dimensiones Humanas del Cambio Ambiental Global, las define como sistemas de reglas, procedimientos de toma de decisiones y programas que dan lugar a prácticas sociales, asignan funciones a los participantes y guían las interacciones entre los actores relevantes (McEvoy et al. 2008, 53). Por su parte, Berman et al. (2012, 87) las definen como las normas legales formales y las normas sociales informales, que rigen el comportamiento y las interacciones entre los individuos y las organizaciones.

Así, se interpreta que las instituciones no son organizaciones discretas, sino el conjunto de reglas, procesos o prácticas que prescriben los roles de comportamiento para los actores, definen su actividad y determinan los resultados previstos (Willems y Baumert 2003, 11). Todas las instituciones, sean públicas, civiles o privadas son relevantes para la adaptación local (Berman et al. 2012, 94).

La CI requiere de la participación, cooperación y coordinación integral de actores que pertenecen a entidades públicas del ámbito local, regional y nacional, así como del sector privado, la sociedad civil y organismos internacionales (Adger et al. 2005, 79). Por esta complejidad y la carencia de una definición, son escasos los trabajos orientados a evaluar a las instituciones y establecer si cuentan con capacidad para diseñar y aplicar políticas para la resolución de problemas públicos, y determinar su capacidad de movilización y adaptación para afrontarlos (Rosas-Huerta 2008, 120).

Hay revisiones recientes sobre la CI en asociación con el CC, con enfoques que incluyen propuestas para generar acciones de mitigación y para la evaluación de capacidades, sobre todo en zonas urbanas (Willems y Baumert 2003, 8; Dodman y Satterthwaite 2008, 67; Rosas-Huerta et al. 2012, 168; Romero-Lankao et al. 2013a, 786). También se ha estudiado la CI con enfoques más específicos, para evaluar el manejo y gestión del agua (Ivey et al. 2004, 36; McEvoy et al. 2008, 49) o bien en respuesta a fenómenos como tsunamis (Birkmann et al. 2010, 639) e inundaciones urbanas (Chan 1997, 208; Naess et al. 2005, 125; Lebel et al. 2006, 377; Amundsen et al. 2010, 278; Aragón-Durand 2014, 12). En este caso, más relacionado con los EPE, se ha probado una relación directa entre los peligros por inundaciones y la efectividad de atributos institucionales, como

legislación, estructuras organizativas, actitudes y subcultura, así como las políticas y los instrumentos requeridos para enfrentar el problema.

Es pertinente desarrollar un entendimiento sobre lo que representa la CI y su funcionalidad, por lo que la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos propuso un análisis cualitativo para su evaluación, que plantea identificar los cinco elementos que la integran (Willems y Baumert 2003, 11): el individuo, la organización, la capacidad para formar redes, el marco regulatorio y las normas sociales.

De manera similar, la Red Asia-Pacífico para la Investigación del Cambio Global se centra en la dimensión institucional de la reducción del riesgo de inundaciones en los países de Asia, con base en el fortalecimiento de cuatro tipos de capacidad (Nikitina et al. 2005, 15) para: a) deliberar y negociar; b) movilizar y coordinar recursos para acciones de prevención y respuesta; c) utilizar con habilidad los recursos para llevar a cabo acciones potenciales y d) evaluar. En conjunto, estas capacidades permiten el diseño, la implementación, la evaluación y la retroalimentación requeridos para fortalecer la efectividad de respuesta ante los EPE y los fenómenos hidrometeorológicos o de otra índole.

En el contexto regional de América Latina, Aragón-Durand (2014, 52) analizó la respuesta frente a las inundaciones, y estableció criterios para evaluar la gestión del riesgo local considerando aspectos de gobernabilidad urbana, capacidad institucional, marco legal, un enfoque holístico de problemas ambientales urbanos, el involucramiento de la sociedad civil y los recursos financieros y personal del gobierno.

Es importante evaluar la CI local, ya que la regional o nacional puede enmascarar o atenuar deficiencias. Naess et al. (2005, 129) analizaron la CI en dos municipios de Noruega, y establecieron la necesidad de fortalecer las instituciones locales, aunque es difícil pues se encuentran supeditadas a políticas nacionales, lo cual reduce el margen de actuación local reforzando su dependencia del gobierno central.

También se concluye que los intereses económicos locales podrían mermar la capacidad de actuar de manera independiente del ámbito nacional, y ejecutar una política distinta. Destaca la importancia del aprendizaje social, principalmente el generado a partir de la vivencia de experiencias negativas, que en épocas recientes ha alterado la estructura institucional y las percepciones sobre las mejores soluciones para la gestión de inundaciones. Este aprendizaje fortalece la capacidad de la sociedad para hacer frente a un evento nuevo y, al mismo tiempo, favorece su capacidad adaptativa para responder a EPE. La habilidad local para adaptarse al CC tiene potencial de cambiar a través de lecciones aprendidas de una emergencia, que se pueden incorporar a la estructura institucional, por lo que es necesaria su difusión.

En el ámbito urbano latinoamericano, Romero-Lankao et al. (2013a, 794) destacan componentes clave que fortalecen la CI de respuesta. Entre ellos, las estructuras administrativas y redes institucionales, el marco jurídico, los medios para producir y distribuir información científica y los mecanismos de participación ciudadana. En conjunto, estos factores permiten fortalecer las relaciones y la cooperación y coordinación entre actores, delimitan las responsabilidades, mejoran la asignación de recursos, el poder de gestión y los mecanismos de planificación de los organismos gubernamentales, en tanto

que facilitan la negociación entre actores, la articulación de políticas y contribuyen a empoderar al ciudadano común.

Con un enfoque local, Rosas-Huerta et al. (2012, 187) establecieron una ruta metodológica para el análisis de la CI en relación con el cambio climático en la Ciudad de México. Estos autores encuentran una serie de factores similares a los mencionados, que primero requieren el reconocimiento del CC como un problema público prioritario. Además, se debe considerar el recurso humano que dedica atención al problema, la cooperación y coordinación entre organizaciones, así como la autoridad que se les confiere para gestionar las acciones, los recursos económicos asignados y la integración del sector social en la gestión del cambio climático.

En la Tabla 8 se presentan los componentes principales de la CI, abordados por varios autores, y aplicados en contextos relacionados con el CC, que se pueden usar para mitigar los daños causados por EPE.

Tabla 8. Componentes de la capacidad institucional de respuesta ante impactos climáticos

Chan (1997)	**Willems y Baumert (2003)**	**Nikitina et al. (2005); Lebel et al. (2006)**	**Naess et al. (2005)**	**Rosas-Huerta et al. (2008)**	**Romero-Lankao et al. (2013)**
Estructuras organizativas	Individuo: recursos humanos, habilidades y desempeño del personal	Capacidad para deliberar y negociar	La estructura institucional y las relaciones	Reconocimiento del CC como un problema público	Estructuras administrativas y redes institucionales
Legislación	Organización: capacidad de gestión, disponibilidad de recursos humanos y financieros	Capacidad para movilizar y coordinar los recursos	Las estructuras locales de poder y el efecto sobre el resultado de políticas	Recursos humanos	Marco jurídico
Actitudes y subcultura	Institucional: capacidad de establecer redes entre sectores	Capacidad para implementar las acciones	El papel del aprendizaje social en la facilitación de la formación de políticas y la adaptación al clima	Cooperación y coordinación entre las organizaciones	Disponibilidad y uso de información para la toma de decisiones
Políticas e instrumentos para la eficiencia económica, la equidad, protección del ambiente y la consulta pública	Institucional: marco regulatorio	Capacidad para evaluación		Capacidad de gestión	Mecanismos de participación
	Institucional: normas sociales, valores y prácticas, sentido de responsabilidad y compromiso de todos los actores			Recursos económicos para atender el problema	
				Participación social	

Fuente: elaboración propia.

De lo anterior, fue posible identificar varios elementos en común, que se detallan a continuación tomando como referencia los componentes de la CI definidos por Romero-Lankao et al. (2013a, 800). En primer término, todos los enfoques hacen énfasis en la conformación de redes, porque consideran que el CC y sus consecuencias tienen componentes de carácter trasversal. Por ello, es necesaria la conformación de redes interinstitucionales que aseguren la participación y el involucramiento de actores de todos los sectores. Asimismo, Tompkins y Adger (2004, 9) señalan que la extensión y consolidación de las redes sociales, en una escala local, nacional, regional o internacional pueden contribuir a incrementar la resiliencia de los ecosistemas.

Un segundo componente que se refleja en los enfoques es la existencia de un marco jurídico, lo cual indica que existe el reconocimiento público del problema, del que se puede derivar la normatividad necesaria para solventarlo, al mismo tiempo que se cuenta con recursos humanos y económicos para enfrentarlo. Cabe mencionar que esta legislación está diseñada a escala nacional e inclusive para cumplir compromisos internacionales, sin embargo, en muchas ocasiones no se cuenta con leyes y normas que regulen la respuesta local.

Otros enfoques no consideran el componente que se refiere a la disponibilidad de información y su uso para la toma de decisiones, a pesar del papel de éste a la hora de definir medidas de adaptación ante los impactos climáticos (Mukheibir y Ziervogel 2007, 146). Es importante contar con información local para la toma de decisiones y la implementación de las medidas correspondientes; por ejemplo, conocer la probabilidad de ocurrencia de un EPE, el cálculo de periodos de retorno y la ubicación de las áreas más susceptibles de recibir el impacto, entre otros.

Hay un elemento común que tiene que ver con los mecanismos de participación ciudadana; Chan (1997, 217) menciona la importancia de la consulta pública, en tanto que Willems y Baumert (2003, 14) incluyen a la sociedad civil como parte de los actores involucrados que deberán asumir compromisos. De manera similar, para Aragón-Durand (2014, 53) la CI y la gestión de riesgos tienen varios elementos en común, con los que es posible empoderar a los grupos más vulnerables a través de los mecanismos de participación, y fortalecer la CI. Por su parte, Patterson et al. (2010, 130) encuentran que la comunidad juega un importante papel antes, durante y después de un desastre, y la identifica como un actor autónomo, con intereses, recursos y capacidades propios.

Para el noroeste de México, la información es escasa sobre cualquier tema asociado con la CI en general; y prácticamente nula con respecto a la presencia de EPE. Por ello, una vez seleccionado el marco analítico desarrollado por Romero-Lankao et al. (2013a, 788), se presenta una revisión de la CI para los estados costeros del noroeste de México (BC, BCS, SON, SIN y NAY). Esta región se seleccionó porque dichas entidades son altamente vulnerables a la presencia de EPE, debido a su ubicación geográfica, además de que ya han sufrido los embates de dichos fenómenos y registrado pérdidas económicas cuantiosas.

Capacidad institucional y eventos de precipitación extrema en el noroeste de México

De acuerdo con los datos del último censo del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI 2015), la población de los cinco estados del noroeste de México era de poco más de 11 millones de habitantes. En la franja costera de esta región el crecimiento poblacional es considerable, la proyección para 2030 es que superará los 13 millones de

habitantes (Azuz y Rivera 2007, 204); además, dicho crecimiento va aunado a un desarrollo económico que ejerce una gran presión sobre el medio ambiente, a fin de satisfacer las necesidades de la población exacerbando la vulnerabilidad y aumentando el riesgo ante desastres. De acuerdo con el INEGI (2015), entre 40 y 100 por ciento de la población de BC, BCS, SON, SIN y NAY se encuentra asentada en 37 municipios costeros, con NAY (40 por ciento) y BCS (100 por ciento) en los extremos.

A pesar de que esta región comparte procesos de urbanización, con reformas estatales, políticas urbanas y ambientales y de gestión de desastres, existen diferencias que generan combinaciones de amenazas climáticas, condiciones sociales y determinantes ambientales, que se articulan de manera específica en el ámbito local. Por ello, aunque existan políticas nacionales o estatales destinadas al fortalecimiento de capacidades, los resultados son diversos cuando se consideran comunidades específicas.

Redes y estructuras administrativas

En México existe una descentralización de la respuesta frente a los desastres, sobre el municipio recae la responsabilidad primaria de otorgar los servicios de protección civil, y así se convierte en la primera entidad responsable en términos de estructura gubernamental de prevención, gestión y mitigación de riesgos ante los peligros (Ruiz et al. 2015, 148). Sólo si la situación de emergencia supera su capacidad de respuesta, se debe acudir a instancias estatales y federales, con capacidad para actuar de acuerdo con programas establecidos según la contingencia.

La operación de esta red vertical está definida en el Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROAC), que es la instancia organizacional para la atención de los desastres en

México; depende directamente de la Secretaría de Gobernación (SEGOB) y está integrado por la Presidencia de la República, un gabinete de protección civil, la Dirección General de Protección Civil y las unidades de protección civil en los estados y municipios (Rodríguez 2004, 84).

El manual de organización y operación del Sistema Nacional de Protección Civil incluye una descripción de las actividades por realizar para la prevención, auxilio y recuperación ante un desastre, y precisa el papel que tiene cada orden de gobierno en materia de protección civil. Con respecto a los EPE, dentro del subprograma de prevención relativos a fenómenos hidrometorológicos, se establece la participación de los actores involucrados en respuesta a los efectos causados por este tipo de eventos; están identificadas al menos 26 instancias gubernamentales federales implicadas (SEGOB 2006).

En el ámbito local, el Consejo de Protección Civil es encabezado por el presidente municipal y cuenta con la participación de representantes de los sectores público, privado y social. Una vez que se notifica a las autoridades de este consejo de alguna posible contingencia, se instala en sesión permanente hasta que haya pasado el peligro.

Con base en un análisis para identificar la participación de los actores involucrados en torno a la respuesta frente a desastres desde el enfoque de las redes sociales en Sonora (Silva 2013) y en Sinaloa (Montijo-Galindo y Ruiz-Luna s/f), es posible establecer que en las dos entidades el actor central a la hora de coordinar la respuesta frente a EPE es protección civil, y la responsabilidad primero recae en el sistema municipal en coordinación con el estatal. En ambos casos, además se entrevistó a los actores gubernamentales y a los habitantes de localidades costeras, que han sufrido los embates

de un EPE, lo que permitió tener un panorama de las dos caras del manejo de desastres. La mayor parte de los entrevistados en las comunidades identifican a protección civil como un actor central en la respuesta frente a EPE.

Entre mayor sea la alineación política entre los diferentes órdenes de gobierno, aumentarían las posibilidades de coordinación, de apoyo y de trasferencia de recursos (Romero-Lankao et al. 2013b, 127) y mejorará la respuesta. La alternancia es cada vez más frecuente en México; la mayoría de los estados costeros del noroeste están gobernados por el Partido Revolucionario Institucional, aunque la oposición mantiene representación en BC y BCS; en este último se observa mayor alineamiento político con el gobierno estatal, con todos los municipios administrados por el mismo partido, en este sentido NAY es el menos alineado.

Marco jurídico

Un marco jurídico nacional apropiado suele favorecer el desarrollo de políticas de adaptación al CC a escala local, y se constituye en el soporte sobre el que cada ciudad puede implementar estrategias particulares de mitigación y adaptación y, en ese sentido México y Brasil son líderes en América Latina (Romero-Lankao et al. 2013b, 129).

En México, la Ley General de Cambio Climático, se publicó en 2012 (*Diario Oficial de la Federación* 2012) y poco después, se estableció la Estrategia Nacional de Cambio Climático y se actualizó el PECC (2014-2018). Si bien esta legislación no resulta específica para dar respuesta a EPE, sí contempla la presencia de fenómenos meteorológicos extremos y al mismo tiempo establece que es atribución de la federación

y de los municipios el fortalecimiento de capacidades institucionales y la legislación en torno a la gestión de desastres.

Si se considera que la respuesta inmediata se encuentra en manos del municipio, es importante revisar la política local que regula esto. Como se mencionó antes, los atlas de riesgos están reconocidos de manera oficial dentro del marco legal, como instrumentos de ordenamiento territorial y de prevención de desastres, en particular en los gobiernos locales, en el contexto de una descentralización parcial del esquema de protección civil en el país (Ruiz et al. 2015, 148). Con escasas excepciones, como es el caso de SON, hoy se cuenta con este instrumento en casi todos los municipios costeros del noroeste de México[1], en tanto que los ordenamientos municipales aún son muy limitados. Con respecto a la legislación estatal, en la región hay programas estatales de cambio climático y está la Ley de Protección Civil, aunque solo BC cuenta con Ley de Cambio Climático publicada. Algunos municipios de BC y NAY tienen un reglamento de protección civil propio y existen algunos planes que se activan durante alguna época del año, como el de la temporada invernal y el de la temporada de lluvias y ciclones tropicales (Tabla 9).

No sólo la legislación climática incide en la capacidad institucional, ya que la de otras áreas de política puede contribuir a responder y adaptarse a EPE, por ejemplo, políticas de ordenamiento y la legislación ambiental.

Tabla 9. Marco legal en torno a la respuesta a eventos de precipitación extrema en el noroeste de México

Estado	Documento	Año	Fuente
BC	Ley de Protección Civil del Estado de Baja California	1998	http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/swbcalen

[1] http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/app/CoberturaMunicipal/

			dario_ElementoSeccion/341/LEY_DE_PC_BAJA_CALIFORNIA_1_.pdf
	Reglamento de la Ley de Protección Civil del Estado de Baja California	2003	http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/swbcalendario_ElementoSeccion/342/REG_A_LA_LEY_DE_PROTECCION_CIVIL_BC.pdf
	Ley de Prevención, Mitigación y Adaptación del Cambio Climático para el Estado de Baja California	2012	www.congresobc.gob.mx/contenido/legislacionestatal/Parlamentarias/TomosPDF/Leyes/TOMO_VII/Leycamclim-2_27MAR2015.pdf
	Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Baja California	2012	biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/CD001769.pdf
	Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Baja California Cuantificación Ambiental y Socioeconómica de las Políticas de Mitigación de GEI	2015	https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/164846/PEACC-BC_Reporte_final_El_Colef_Agosto_2015.pdf
Tijuana	Atlas de riesgos naturales para el municipio de Tijuana	2000	www.implantijuana.org/informaci%C3%B3n/planes-y-programas/atlas-de-riesgos-naturales/
Mexicali	Reglamento Municipal de Protección Civil Mexicali	2004	http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/swbcalendario_ElementoSeccion/739/REGLAMENTO_MUNICIPAL_DE_PROTECCION_CIVIL.pdf
Mexicali	Atlas de riesgos naturales y químicos	2010	http://www.anr.gob.mx/PDFMunicipales/HABITAT/vr_ATLAS_mexicali.pdf
Tijuana	Reglamento de Protección Civil del Municipio de Tijuana	2010	http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/swbcalendario_ElementoSeccion/344/REGMUNDEPCDETIJUANA.pdf
Ensenada	Atlas de riesgos naturales del municipio de Ensenada	2011	http://www.anr.gob.mx/PDFMunicipales/2011/vr_02001_AR_ENSENADA.pdf
Playas de Rosarito	Atlas de riesgos naturales del municipio de Playas de Rosarito	2014	http://www.anr.gob.mx/PDFMunicipales/02005_Playas_de_Rosarito.pdf
BCS	Ley de Protección Civil para el Estado de Baja California Sur	2005	http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/swbcalendario_ElementoSeccion/131/BCS.pdf
	Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de Baja California Sur 2005	2011	https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/164896/2005_bcs_Inventario.pdf
	Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático para Baja California Sur	2012	https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/164897/2012_bcs_peacc.pdf

Mulegé	Atlas de riesgos y peligros naturales del municipio de Mulegé, Baja California Sur	2011	http://www.anr.gob.mx/PDFMunicipales/2011/vr_03002_AR_MULEGE.pdf
Comondú	Atlas de riesgos naturales de Comondú, Baja California Sur	2011	http://www.anr.gob.mx/PDFMunicipales/2011/vr_03001_AR_COMONDU.pdf
La Paz	Atlas de riesgos y peligros naturales del municipio de La Paz, BCS	2012	http://www.anr.gob.mx/PDFMunicipales/2012/03003_LA_PAZ.pdf
Los Cabos	Atlas de riesgos naturales del municipio de Los Cabos, Baja California Sur	2013	http://www.anr.gob.mx/PDFMunicipales/2013/03008_LOS_CABOS.pdf
SON	Ley de Protección Civil para el Estado de Sonora	2005	http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/swbcalendario_ElementoSeccion/227/SON.pdf
	Programa Estatal de Protección Civil 2010-2015	2010	http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/swbcalendario_ElementoSeccion/230/PROGRAMA_ESTATAL_DE_PROTECCION_CIVIL.pdf
	Emisiones de gases de efecto invernadero en Sonora y proyecciones de casos de referencia 1990-2020	2010	https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/164941/2010_son_inventario_gei.pdf
	Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Sonora	2011	https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/164942/2011_son_peacc.pdf
Puerto Peñasco	Atlas de riesgos naturales de Puerto Peñasco, Sonora	2011	http://www.anr.gob.mx/PDFMunicipales/2011/vr_26048_AR_PTO_PENASCO.pdf
Guaymas	Atlas de riesgos naturales del municipio de Guaymas	2011	http://www.anr.gob.mx/PDFMunicipales/2011/vr_26029_AR_Guaymas.pdf
Empalme	Atlas de riesgos naturales del municipio de Empalme	2011	http://www.anr.gob.mx/PDFMunicipales/2011/vr_26025_AR_Empalme.pdf
Etchojoa	Atlas de riesgos (o peligros) naturales del municipio de Etchojoa	2011	http://www.anr.gob.mx/PDFMunicipales/2011/vr_26026_AR_ETCHOJOA.pdf
Huatabampo	Atlas de riesgos naturales del municipio de Huatabampo, Sonora	2011	http://www.anr.gob.mx/PDFMunicipales/2011/vr_26033_AR_HUATABAMPO.pdf
Hermosillo	Atlas de riesgos del municipio de Hermosillo	2013	http://www.anr.gob.mx/PDFMunicipales/2013/26030_AR_HERMOSILLO.pdf
SIN	Inventario estatal de emisiones de gases de efecto invernadero Sinaloa 2012	2012	https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/164940/2012_sin_inventario_gei.pdf
	Ley de Protección Civil para el Estado de Sinaloa	2013	http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/swbcalendario_ElementoSeccion/206/SIN.pdf

	Programa Estatal de Cambio Climático de Sinaloa	2016	http://inapisinaloa.gob.mx/peccsin/
Ahome	Atlas de riesgos naturales de la ciudad de Los Mochis	2011	http://www.anr.gob.mx/PDFMunicipales/2011/vr_25001_AR_AHOME.pdf
Navolato	Atlas de riesgos naturales del municipio de Navolato	2011	http://www.anr.gob.mx/PDFMunicipales/2011/vr_25018_AR_NOVOLATO.pdf
Mazatlán	Atlas de riesgos naturales para el municipio de Mazatlán, Sinaloa	2011	http://www.anr.gob.mx/PDFMunicipales/2011/vr_25012_AR_MAZATLAN.pdf
El Rosario	Atlas de riesgos del municipio de Rosario, Sinaloa	2011	http://www.anr.gob.mx/PDFMunicipales/2011/vr_25014_AR_ROSARIO.pdf
Escuinapa	Atlas de riesgos para el municipio de Escuinapa	2011	http://www.anr.gob.mx/PDFMunicipales/2011/vr_25009_AR_ESCUINAPA.pdf
Angostura	Atlas de riesgos naturales municipio de Angostura, Sinaloa	2012	http://www.anr.gob.mx/PDFMunicipales/2012/25002_ANGOSTURA.pdf
Guasave	Atlas de riesgos naturales del municipio de Guasave, Sinaloa	2014	http://www.anr.gob.mx/PDFMunicipales/25011_GUASAVE.pdf
Elota	Atlas de riesgos naturales del municipio de Elota, Sinaloa	2014	http://www.anr.gob.mx/PDFMunicipales/25008_ELOTA.pdf
San Ignacio	Atlas de riesgos San Ignacio, Sinaloa	2014	http://www.anr.gob.mx/PDFMunicipales/25016_San_Ignacio_Sinaloa.pdf
Culiacán	Atlas de riesgos y catálogo de datos geográficos para representar en el municipio de Culiacán, Sinaloa	2015	http://www.anr.gob.mx/PDFMunicipales/2015/25006_AR_CULIACAN.pdf
NAY	Ley de Protección Civil para el Estado de Nayarit	2003	http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/swbcalendario_ElementoSeccion/133/LEY_DE_PROTECCION_CIVIL_PARA_EL_ESTADO_DE_NAYARIT.pdf
	Programa de Acción ante el Cambio Climático de Nayarit	2012	https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/164935/2012_nay_pacc.pdf
Compostela	Reglamento de Protección Civil de Compostela	2007	http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/swbcalendario_ElementoSeccion/137/REGLAMENTO_DE_PROTECCION_CIVIL_DE_COMPOSTELA.pdf
Bahía de Banderas	Reglamento de Protección Civil de Bahía Banderas	2009	http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/swbcalendario_ElementoSeccion/135/REGLAMENTO_DE_PROTECCION_CIVIL_DE_BAHIA_DE_BANDERAS.pdf
Santiago Ixcuintla	Atlas de riesgos y peligros naturales del municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit	2012	http://www.anr.gob.mx/PDFMunicipales/2012/18015_Santiago_Ixcuintla.pdf

Bahía de Banderas	Atlas de riesgos naturales del municipio de Bahía de Banderas, Nayarit	2012	http://www.anr.gob.mx/PDFMunicipales/2012/18020_BAHIA_BANDERAS.pdf
Compostela	Atlas de riesgos y peligros naturales del municipio de Compostela, Nayarit	2012	http://www.anr.gob.mx/PDFMunicipales/2012/18004_Compostela.pdf
San Blas	Atlas de riesgos del municipio de San Blas, Nayarit	2013	http://www.anr.gob.mx/PDFMunicipales/2013/18012_AR_SAN_BLAS.pdf

Producción y uso de información científica

Aunque en la mayoría de los casos la información se trasfiere del ámbito nacional al estatal y local, las universidades y centros académicos locales son generadores de conocimientos y experiencias en los que se apoyan los gobiernos municipales y estatales (Romero-Lankao et al. 2013b, 130); por ejemplo el Sistema Nacional de Protección Civil lo hace en el CENAPRED, el cual realiza actividades de investigación, capacitación y difusión acerca de fenómenos que pueden originar situaciones de desastres, para coadyuvar a una mejor preparación de la población para enfrentarlos. En 2012, la Subdirección de Riesgos Hidrometeorológicos del CENAPRED publicó el informe Mapas de índices de riesgo a escala municipal por fenómenos hidrometeorológicos, en donde se presentan mapas específicos por fenómeno para cada municipio, e incluye un índice de vulnerabilidad social. En BC, BCS y SIN se identifican municipios con un riesgo alto y muy alto por la presencia de ciclones tropicales. A partir de la publicación de la Ley General de Cambio Climático (2012), el Instituto Nacional de Ecología se trasformó en el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, cuya misión es generar e integrar conocimiento técnico y científico para la mitigación y adaptación al CC. Esta institución trabaja en varios proyectos, en coordinación con diversos actores del sector gubernamental, académico y sociedad civil, en algunos casos se incluye a organismos internacionales.

El Servicio Meteorológico Nacional, dependiente de la Comisión Nacional del Agua, cuenta con una red de estaciones climatológicas en todo el país donde hay registros de temperatura y precipitación de largo plazo. Esta información sirve de base para observar tendencias en el tiempo, y hacer pronósticos que permitan generar escenarios posibles sobre el clima futuro, incluyen, por ejemplo, el cálculo de los periodos de retorno de EPE.

El noroeste de México se caracteriza por contar con centros de investigación importantes y universidades generadoras de información a escala local. Destaca también la presencia de organizaciones de la sociedad civil del área ambiental, las cuales en algunos casos trabajan y colaboran de manera conjunta con universidades y centros de investigación, así como con algunos sectores de la población. En ninguno de los estados del noroeste hay un centro especializado en el tema del CC, como ocurre en la Ciudad de México en donde existe el Centro Virtual de Cambio Climático.

Al considerar lo anterior, es posible concluir que se cuenta con información generada a escala local-regional, la cual se debe trasferir y utilizar para tomar decisiones más acertadas, sobre todo en cuestiones de planeación y ordenamiento, aspectos que son las causas principales de desastres asociados a EPE.

Participación ciudadana

Quizá la participación ciudadana sea el punto más crítico por evaluar en el análisis de la CI, ya que es necesario conocer la percepción de la ciudadanía sobre su inclusión en la toma de decisiones, sin embargo, es posible señalar algunos aspectos sobre la importancia de este componente.

Por participación ciudadana se entiende la intervención civil en asuntos de carácter público, actividad contemplada en la legislación sobre aspectos climáticos y de protección civil. Así, el gobierno está obligado a tomar en cuenta la forma en que los actores sociales participan en el tema, por lo que es necesario que la sociedad se encuentre informada y cuente con pautas de actuación para el desarrollo de estrategias (Córdova y Romo 2015).

Todos los estados del noroeste de México cuentan con su Ley de Protección Civil, que contiene un articulado específico que garantiza la participación ciudadana para acceder a una sociedad más segura y mejor protegida. Con respecto al cambio climático, aunque sólo BC tiene la Ley de Prevención, Mitigación y Adaptación del Cambio Climático (véase Figura 3), en el resto de los estados hay programas o planes de acción ante el cambio climático, donde se considera la participación de la sociedad en materia de prevención, adaptación y mitigación.

Dichas iniciativas sientan las bases legales para que las instituciones públicas colaboren con la sociedad civil, el gobierno tiene el compromiso de establecer canales de difusión de iniciativas, y ofrecer alternativas para ampliar la participación ciudadana, a través de encuestas, entrevistas, talleres, grupos focales y consejos consultivos, entre otros, que fomenten el acceso al conocimiento y permitan opinar y manifestarse libremente (Córdova y Romo 2015, 138).

En ese sentido, se reitera que en la región existe presencia notable de varias organizaciones de la sociedad civil que se involucran en procesos de toma de decisión, lo cual es indicio de una participación de la sociedad en temas concernientes al medio ambiente. Algunas de las organizaciones que trabajan en el noroeste son el Centro Mexicano de Derecho Ambiental, A. C., Pronatura Noroeste A. C., el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A. C., el Fondo Mundial para la Naturaleza, la Fundación Carlos Slim A. C., y Fondo Noroeste A. C., entre otras, que apoyan iniciativas para la sustentabilidad y protección del ambiente, y cuentan con proyectos en varias entidades de la región.

El involucramiento de los ciudadanos en programas o proyectos implementados por el gobierno local puede contribuir a darles continuidad, a pesar de los cambios de administración en el gobierno (Romero-Lankao 2013b, 131). Asimismo, tener un comité ciudadano durante la elaboración de instrumentos como planes de desarrollo urbano, ordenamientos territoriales o atlas de riesgos, entre otros, da mayor certeza de que lo que ahí quede plasmado forma parte de la realidad y va a contribuir a solventar la problemática local. Sin embargo, a pesar de que la elaboración de estos documentos contempla reuniones consultivas, puede ocurrir que no sea el ciudadano común y corriente el que se involucre y participe, sino ciertos grupos locales de algún sector en específico con intereses político-económicos y que aprovechen estos espacios para obtener ciertos beneficios (Naess et al. 2005, 129). De hecho, es una situación común, como lo señalan Romero-Lankao et al. (2013b, 132), que en algunas ciudades los mecanismos previstos para la interacción con las comunidades tienden a ser tecnocráticos, autoritarios y paternalistas, ya que se suele pensar que la información y las estrategias de gestión sólo son adecuadas si fueron redactadas por técnicos o especialistas.

La gobernanza, entendida como la capacidad de decisión e influencia que los actores no gubernamentales han adquirido en el procesamiento de los asuntos públicos en la definición de las políticas públicas, promueve la participación ciudadana como su elemento fundamental (Córdova y Romo 2015, 131). La gobernanza presenta similitudes con la CI, ya que es necesario que exista un marco legal en el cual se establezca la participación ciudadana, así como información disponible que permita una mejor toma de decisiones, ambos son elementos que integran la CI.

Conclusiones

En términos generales, es posible establecer que el desarrollo de la CI a distintas escalas de gobierno es una condición necesaria para confrontar los efectos derivados de EPE y otros peligros ambientales, tanto en condiciones normales como las que se prevén ante el riesgo inminente del cambio climático. En ese sentido, se puede concluir que las condiciones identificadas de la CI frente a EPE son las mismas en el noroeste de México. Esta situación se deriva de que hay un solo marco jurídico que rige a escala nacional, y dispone de los mismos instrumentos que regulan la capacidad para dar respuesta a eventos que pueden llegar a causar desastre. También es posible identificar que se cuenta con las mismas redes de actores clave, involucrados para dar respuesta a EPE.

Pese a ello, es indispensable fortalecer la CI en esta región donde el desarrollo promovido en la franja costera ha tenido gran repercusión, al modificar coberturas naturales y procesos que generan cambios en la dinámica natural de la zona. Esta condición puede exacerbar los riesgos de desastre, dado que el propio proceso de crecimiento regional está aumentando la exposición, en particular de los asentamientos costeros, y origina áreas nuevas de riesgo. En el caso de los EPE, la mayoría de los riesgos se desprenden de una planeación deficiente del crecimiento y la ausencia generalizada de planes de ordenamiento. Aun cuando existan instrumentos de gestión, si no se les considera durante la toma de decisiones, dejan de cumplir con su objetivo y pierden toda efectividad.

Para un diagnóstico más específico de la CI de respuesta frente a EPE, el cual permita identificar las fortalezas y las debilidades locales, sería pertinente realizar un análisis cuyos estudios de caso sean localidades del noroeste. Esto permitiría obtener mayor

información acerca de cada componente de la CI en la práctica, pero sobre todo conocer los mecanismos de participación existentes y su funcionalidad.

A pesar de los pronósticos derivados de modelos de predicción ante diversos escenarios de cambio debido a los efectos del CC, los que coinciden en anunciar reducción de lluvias en la región, la presencia de EPE es y seguirá siendo una situación meteorológica recurrente, por lo que es importante implementar medidas proactivas y no sólo de reacción posteriores al desastre, como ha sido la constante hasta ahora. Por ello es recomendable incorporar programas de monitoreo y evaluaciones de vulnerabilidad y riesgo, que permitan establecer una línea base a partir de la cual se puedan generar los mecanismos necesarios para poner en marcha medidas de adaptación con base en un diagnóstico local, como factor clave para garantizar la pertinencia de ellas y su cumplimiento. Es importante impulsar la generación de medidas no estructurales, como políticas de planeación urbana, reglas de operación, mecanismos de participación pública e información a la población, que fortalezcan la CI para responder a los retos climáticos, ya que son benéficos a largo plazo, el costo económico es menor y sus beneficios tienen mayor alcance social.

Referencias

Abiodun, J. Babatunde, Jimmy Adegoke y Abayomi Abatan. 2016. Potential impacts of climate change on extreme rainfall events over three coastal cities in Africa. *Geophysical Research Abstracts* 18. European Geosciences Union 2016-12373.

Adger, W. Neil, Nigel W. Arnell y Emma L. Tompkins. 2005. Successful adaptation to climate change across scales. *Global Environmental Change* 15: 77-86.

Alexander, L. V., X. Zhang, T. C. Peterson, J. Caesar, B. Gleason, A. M. G. Klein Tank, M. Haylock, D. Collins, B. Trewin, F. Rahimzadeh, A. Tagipour, K. Rupa Kumar, J. Revadekar, G. Griffiths, L. Vincent, D. B. Stephenson, J. Burn, E. Aguilar, M. Brunet, M. Taylor, M. New, P. Zhai, M. Rusticucci, y J. L. Vazquez-Aguirre. 2006. Global

observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. *Journal of Geophysical Researc*h 111, D05109.

Allan, P. Richard y Brian J. Soden. 2008. Atmospheric warming and the amplification of precipitation events. *Sciencexpress* 321: 1481-1484.

Amundsen, Helene, Frode Berglund y Hege Westskog. 2010. Overcoming barriers to climate change adaptation a question of multilevel governance? *Environment and Planning C: Government and Policy* 28: 276-289.

Aragón-Durand, Fernando. 2014. *Inundaciones en zonas urbanas de cuencas en América Latina*. Lima: Soluciones Prácticas.

Arriaga Ramírez, S., y T. Cavazos. 2010. Regional trends of daily precipitation indices in northwest Mexico and southwest United States. *Journal of Geophysical Research* 115, D14111.

Azuz Adeath, Isaac y Evelia Rivera Arriaga. 2007. Estimación del crecimiento poblacional para los estados costeros de México. *Papeles de Población* 13 (51): 187-211.

Beguería Portugués, Santiago. 2002. Revisión de métodos paramétricos para la estimación de la probabilidad de ocurrencia de eventos extremos en climatología e hidrología: el uso de series de excedencias y su comparación con las series de máximos anuales. En *La información climática como herramienta de gestión ambiental*, editado por J. M. Cuadrat, S. M. Vicente y M. A. Saz, 83-92. Zaragoza: Universidad de Zaragoza.

Beguería Portugués, Santiago, Sergio M. Vicente-Serrano y J. Ignacio López-Moreno. 2008. Distribución especial y estacional de los eventos de precipitación en La Rioja: intensidad, magnitud y duración. *Zubía* 20: 169-186.

Berman, Rachel, Claire Quinn y Jouni Paavola. 2012. The role of institutions in the transformation of coping capacity to sustainable adaptive capacity. *Environmental Development* 2: 86-100.

Bharti, Vidhi, Charu Singh, Janneke Ettema y T. A. R. Turkington. 2016. Spatiotemporal characteristics of extreme rainfall events over the northwest Himalaya using satellite data. *International Journal of Climatology* 36: 3949-3962.

Birkmann, J., P. Buckle, J. Jaeger, M. Pelling, N. Setiadi, M. Garschagen, N. Fernando y J. Kropp. 2010. Extreme events and disasters: a window of opportunity for change? Analysis of organizational, institutional and political changes, formal and informal responses after mega-disasters. *Natural Hazards* 55: 637-655.

Bitrán Bitrán, Daniel. 2001. *Características del impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en México en el periodo 1980-1999.* México: CENAPRED.

Bodini, A. y Q. A. Cossu. 2010. Vulnerability assessment of central-east Sardinia (Italy) to extreme rainfall events. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 10: 61-72.

Cardona, O. D., M. K. van Aalst, J. Birkmann, M. Fordham, G. McGregor, R. Perez, R. S. Pulwarty, E. L. F. Schipper y B. T. Sinh. 2012. Determinants of risk: exposure and vulnerability. En *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation*, editado por C. B. Field, V. Barros, T. F. Stocker, D. Qin, D. J. Dokken, K. L. Ebi, M. D. Mastrandrea, K. J. Mach, G. K. Plattner, S. K. Allen, M. Tignor y P.M. Midgley, 65-108. Cambridge y Nueva York: A special report of working groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): Cambridge University Press.

CENAPRED. 2016. *Impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la república mexicana en 2014.* México: Dirección de Análisis y Gestión de Riesgos, Subdirección de Estudios Económicos y Sociales.

CENAPRED. 2014. *Características e impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la república mexicana en el año 2012.* México: Dirección de Análisis y Gestión de Riesgos, Dirección de Investigación.

Chan Weng, Ngai. 1997. Institutional arrangements for flood hazard management in Malaysia: an evaluation using the criteria approach. *Disasters* 21 (3): 206-222.

Chu, Pao-Shin, Xin Zhao, Ying Ruan y Melodie Grubbs. 2009. Extreme rainfall events in the Hawaiian islands. *Journal of Applied Meteorology and Climatology* 48: 502-516.

Conde Álvarez, A. C., G. Enríquez Hernández, N. Esquivel Esquivel, J. López Blanco, F. López Díaz, R. Montes Rojas, Y. Nava Assad y K. Ruiz Bedolla. 2016. Variabilidad climática y escenarios de cambio climático. Herramientas para los estudios de impactos potenciales y vulnerabilidad actual y futura. Ejemplos para México, Centroamérica y El Caribe. En *Variabilidad y cambio climático. Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe*, coordinado por Ana Cecilia Conde Álvarez y Jorge López Blanco, 25-72. Ciudad de México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.

Córdova Bojórquez, Gustavo y María de Lourdes Romo Aguilar. 2015. Gobernanza climática: actores sociales en la mitigación y adaptación en el estado de Coahuila, México. *Nóesis* 24 (número especial): 129-146.

Diario Oficial de la Federación. 2012. Ley General de Cambio Climático. 6 de junio.

Dodman, David y David Satterthwaite. 2008. Institutional capacity, climate change adaptation and the urban poor. *IDS Bulletin Institute Develompent Studies* 39 (4): 67-74.

Few, Roger. 2003. Flooding, vulnerability and coping strategies: local responses to a global threat. *Progress in Development Studies* 3 (1): 43-58.

Garreaud, René y José Rutllant. 1996. Análisis meteorológico de los aluviones de Antofagasta y Santiago de Chile en el periodo 1991-1993. *Atmósfera* 9: 251-271.

Gershunov, A., B. Rajagopalan, J. Overpeck, K. Guirguis, D. Cayan, M. Hughes, M. Dettinger, C. Castro, R. E. Schwartz, M. Anderson, A. J. Ray, J. Barsugli, T. Cavazos y M. Alexander. 2013. Future climate: projected extremes. En *Assessment of climate change in the southwest United States: a report prepared for the National Climate Assessment*, editado por G. Garfin, A. Jardine, R. Merideth, M. Black y S. LeRoy, 126–147. Washington: Island Press.

González-Baheza, Arturo y Oscar Arizpe. 2017. Vulnerability assessment for supporting sustainable coastal city development: a case study of La Paz, Mexico. *Climate and Development* http://dx.doi.org/10.1080/17565529.2017.1291406

González-Hidalgo, J. C., M. de Luis Arrillaga y J. L. Peña Monné. 2005. Los eventos extremos de precipitación, la variabilidad del clima y la erosión del suelo. Reflexiones ante el cambio del clima en los sistemas mediterráneos. *Revista C & G* 19 (1-2): 49-62.

Grimm, M. Alice y Renata G. Tedeschi. 2009. ENSO and extreme rainfall events in South America. *Journal of Climate* 22: 1589-1609.

Groisman Ya, Pavel, Richard W. Knight, David R. Easterling, Thomas R. Karl, Gabriele C. Hegerl y Vyacheslav N. Razuvaev. 2005. Trends in intense precipitation in the climate record. *Journal of Climate* 18 (9): 1326-1350.

Guhathakurta, P., O. P. Sreejith y P. A. Menon. 2011. Impact of climate change on extreme rainfall events and flood risk in India. *Journal of Earth System Science* 120 (3): 359-373.

Hartmann, D. L., A. M. G. Klein Tank, M. Rusticucci, L. V. Alexander, S. Brönnimann, Y. Charabi, F. J. Dentener, E. J. Dlugokencky, D. R. Easterling, A. Kaplan, B. J. Soden, P.W. Thorne, M. Wild y P. M. Zhai. 2013. Observations: atmosphere and surface. En *Climate change 2013: the physical science basis. Contribution of working group I to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, editado por Stocker, T. F., D. Qin, G. K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P. M. Midgley, 159-254. Cambridge y Nueva York: Cambridge University Press.

INEGI. 2015. Encuesta intercensal 2015. http://www.beta.inegi.org.mx/app/indicadores/

IPCC. 2013. Summary for policymakers. En *Climate change 2013: the physical science basis. Contribution of working group I to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, editado por T. F. Stocker, D. Qin, G. K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P. M. Midgley, 3-29. Cambridge y Nueva York: Cambridge University Press.

IPCC. 2012. Summary for policymakers. En *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation*, editado por C. B. Field, V. Barros, T. F. Stocker, D. Qin, D. J. Dokken, K. L. Ebi, M. D. Mastrandrea, K. J. Mach, G. K. Plattner, S. K. Allen, M. Tignor y P. M. Midgley, 3-21. Cambridge y Nueva York: Cambridge University Press.

Ivey, L. Janet, John Smithers, Rob C. De Loë y Reid D. Kreutzwiser. 2004. Community capacity for adaptation to climate-induced water shortages: linking institutional complexity and local actors. *Environmental Management* 33 (1): 36-47.

Karl, R. Thomas y Richard W. Knight. 1998. Secular trends of precipitation amount, frequency, and intensity in the United States. *Bulletin of the American Meteorological Society* 79: 231–241.

Kunkel, K. E., P. D. Bromirski, H. E. Brooks, T. Cavazos, A. V. Douglas, D. R. Easterling, K. A. Emanuel, P. Y. Groisman, G. J. Holland, T. R. Knutson, J. P. Kossin, P. D. Komar, D. H. Levinson y R. L. Smit. 2008. Observed changes in weather and climate extremes. En *Weather and climate extremes in a changing climate. Regions of focus: North America, Hawaii, Caribbean, and U. S. Pacific Islands*, editado por T. R. Karl, G. A. Meehl, C. D. Miller, S. J. Hassol, A. M. Waple y W. L. Murray, 35-80. Washington: A report by the U.S. Climate Change Science Program and the Subcommittee on Global Change Research.

Lebel, Louis, Elena Nikitina, Vladimir Kotov y Jesse Manuta. 2006. Assessing institutionalized capacities and practices to reduce the risks of flood disaster. En *Measuring vulnerability to natural hazards: towards disaster resilient societies*, editado por Jörn Birkmann, 375-395. Nueva York: United Nations University Press.

Llanes C. O., M. Norzagaray C., P. Muñoz S., R. Ruiz G., H. A. González O. y M. N. Herrera M. 2016. Estimating trends and return periods of daily extreme precipitation associated with tropical cyclones in the core North American monsoon. *Polish Journal of Environmental Studies* 25 (6): 2283-2292.

Magaña, Víctor, Joel Pérez y Matías Méndez. 2003. Diagnosis and prognosis of extreme precipitation events in the Mexico City basin. *Geofísica Internacional* 42 (2): 247-259.

Martínez-Casasnovas, J. A., M. C. Ramos y M. Ribes-Dasi. 2002. Soil erosion caused by extreme rainfall events: mapping and quantification in agricultural plots from very detailed digital elevation models. *Geoderma* 105: 125-140.

McEvoy, D., F. Cots, K. Lonsdale, J. David Tabara y S. Werners. 2008. The role of institutional capacity in enabling climate change adaptation: the case of Guadiana river basin. En *Transborder environmental and natural resource management*, editado por Wil de Jong, 49-59. Kyoto: CIAS Discussion paper No. 4.

Montijo-Galindo, Abril y Arturo Ruiz Luna. s/f. Strengthening of social networks to confront extreme rainfall events in Sinaloa, Mexico. Documento inédito.

Mukheibir, Pierre y G. Ziervogel. 2007. Developing a municipal adaptation plan (MAP) for climate change: the city of Cape Town. *Environment & Urbanization* 19 (1): 143-158.

Naess, Lars Otto, Guri Bang, Siri Eriksen y Jonas Vevatne. 2005. Institutional adaptation to climate change: flood responses at the municipal level in Norway. *Global Environmental Change* 15: 125-138.

Nikitina, Elena, Vladimir Kotov, Louis Lebel, Bach Tan Sinh y Etsuko Tsunozaki. 2005. Institutional capacity in natural disaster risk reduction: a comparative analysis of institutions, national policies, and cooperative responses to floods in Asia. Final report for Asia-Pacific Network for Global Change Research.

O'Gorman, A. Paul. 2015. Precipitation extremes under climate change. *Current Climate Change Reports* 1 (2): 49-59.

Patterson, Olivia, Frederick Weil y Kavita Patel. 2010. The role of community in disaster response: conceptual models. *Population Research and Policy Review* 29: 127-141.

PECC. 2014. Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018. *Diario Oficial de la Federación* 28/04/2014.

Peralta-Hernández, A. R., R. C. Balling, Jr. y L. R. Barba-Martínez. 2009. Comparative analysis of indices of extreme rainfall events: variations and trends from southern México. *Atmósfera* 22 (2): 219-228.

Rodríguez, E. J. M. 2007. La conformación de los "desastres naturales". Construcción social del riesgo y variabilidad climática en Tijuana, B. C. *Frontera Norte* 19 (37): 83-112.

Rodríguez, E. J. M. 2004. Los desastres de origen natural en México: el papel del FONDEN. *Estudios Sociales* XII (23): 74-96.

Romero-Lankao, Patricia, Sara Hughes, Angélica Rosas-Huerta, Roxana Bórquez y Daniel M. Gnatz. 2013a. Institutional capacity for climate change responses: an examination of construction and pathways in Mexico City and Santiago. *Environment and Planning C: Government and Policy* 31:785-805.

Romero-Lankao, Patricia, Natalia Brutto, Manyu Chang, Jorgelina Hardoy, Rafael D'Almeida Martins y Kerstin Krellenberg. 2013b. Desarrollar capacidades de respuesta urbana a la variabilidad y el cambio climático. En *Respuestas urbanas al cambio climático*, editado por Roberto Sánchez Rodríguez, 119-136. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe-Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global.

Rosas-Huerta, Angélica. 2008. Una ruta metodológica para evaluar la capacidad institucional. *Política y Cultura* 30: 119-134.

Rosas Huerta, Angélica, Jesús Sánchez Robles y Martha M. Chávez Cortés. 2012. La técnica Delphi y el análisis de la capacidad institucional de gobiernos locales que atienden el cambio climático. *Política y Cultura* 38:165-194.

Rhein, M., S. R. Rintoul, S. Aoki, E. Campos, D. Chambers, R. A. Feely, S. Gulev, G. C. Johnson, S. A. Josey, A. Kostianoy, C. Mauritzen, D. Roemmich, L. D. Talley y F. Wang. 2013. Observations: ocean. En *Climate change 2013: the physical science basis,* editado por T. F. Stocker, D. Qin, G.,K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P. M. Midgley, 255-315. Cambridge y Nueva York: Contribution of working group I to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge University Press.

Roy, Sen Shouraseni y Robert C. Balling Jr. 2004. Trends in extreme daily precipitation indices in India. International *Journal of Climatology* 24: 457-466.

Ruiz, R. N., J. M. Casado Izquierdo y M. T. Sánchez Salazar. 2015. Los atlas de riesgo municipales en México como instrumentos de ordenamiento territorial. *Investigaciones Geográficas* 88: 146-162.

SEGOB. 2006. Manual de organización y operación del Sistema Nacional de Protección Civil. *Diario Oficial de la Federación.* 23 de octubre. México: Secretaría de Gobernación.

Seneviratne, S. I., N. Nicholls, D. Easterling, C. M. Goodess, S. Kanae, J. Kossin, Y. Luo, J. Marengo, K. McInnes, M. Rahimi, M. Reichstein, A. Sorteberg, C. Vera y X. Zhang. 2012. Changes in climate extremes and their impacts on the natural physical environment. En *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation,* editado por C. B. Field, V. Barros, T. F. Stocker, D. Qin, D. J. Dokken, K. L. Ebi, M. D. Mastrandrea, K. J. Mach, G., K. Plattner, S. K. Allen, M. Tignor y P. M. Midgley, 109-230. Cambridge y Nueva York: A special report of working groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press.

Sillmann, J. y E. Roeckner. 2008. Indices for extreme events in projections of anthropogenic climate change. *Climatic Change* 86: 83-104.

Silva Gutiérrez, Luis M. 2013. La protección civil y su gestión desde el enfoque de redes sociales. Análisis del Sistema de Alerta Temprana por Ciclones Tropicales ante el impacto de *Jimena* en Guaymas, Sonora. En *Modelos para el análisis de políticas públicas*, coordinado por Nicolás Pineda Pablos, 145-173. Hermosillo: El Colegio de Sonora.

Tompkins, L. Emma y W. Neil Adger. 2004. Does adaptive management of natural resources resilience to climate change? *Ecology and Society* 9 (2): 10.

Ulbrich, Uwe, Tim Brücher, Andreas H. Fink, Gregor C. Leckebusch, Andreas Krüger y Joaquim G. Pinto. 2003. The central European floods of August 2002: part 1- rainfall periods and flood develompent. *Weather* 58: 371-377.

Wilhelmi, V. O. y R. E. Morss. 2013. Integrated analysis of societal vulnerability in an extreme precipitation event: a Fort Collins case study. *Environmental Science & Policy* 26: 49-62.

Willems, S. y K. Baumert. 2003. Institutional capacity and climate actions. París: Organization for Economic Cooperation and Development, International Energy Agency.

Zitácuaro C. A., J. M. Méndez Pérez y V. Magaña Rueda. 2011. Diagnóstico de las tendencias actuales de fenómenos meteorológicos extremos y proyección de su actividad al clima futuro cercano 2030 y clima futuro lejano 2080. Informe final Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Instituto Nacional de Ecología.

4. DIAGNÓSTICO DE LA CAPACIDAD INSTITUCIONAL DE RESPUESTA FRENTE A EVENTOS DE PRECIPITACIÓN EXTREMA EN SINALOA

Documento en revisión y en preparación para su traducción y edición en idioma inglés:

Montijo GA y A Ruiz-Luna. 2018. Diagnóstico de la capacidad institucional de respuesta frente a eventos de precipitación extrema en Sinaloa

"No existe lo que se conoce como 'desastres naturales'. Las amenazas naturales – inundaciones, terremotos, deslizamientos y tormentas – se convierten en desastres como resultado de la vulnerabilidad y la exposición humana y de la sociedad, las cuales se pueden abordar mediante políticas y acciones decisivas y la participación activa de las partes interesadas locales"

Declaración de Chengdu para la Acción, agosto de 2011

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la variabilidad climática ha dado lugar a una mayor incidencia de desastres alrededor del mundo, siendo los países en desarrollo los más afectados (Orencio y Fujii, 2013), aunque eventos poco frecuentes como el huracán Katrina en 2005, también han afectado a países desarrollados como EUA. De igual manera, se considera que las comunidades de la zona costera son las más expuestas y vulnerables a las consecuencias de fenómenos asociados con dicha inestabilidad, concentrándose gran parte del riesgo en las áreas más densamente pobladas.

La magnitud del impacto sobre la población dependerá de la intensidad y, en ocasiones, de la frecuencia de ocurrencia de los eventos meteorológicos, tal como ha sucedido recientemente al sur de la India donde, de acuerdo con reportes noticiarios locales[2], la cantidad de lluvia acumulada en 20 días ha sido la mayor (770 mm) en aproximadamente 90 años. De manera local, la depresión tropical 19-E recientemente ocasionó intensas lluvias en varios de los municipios de Sinaloa, siendo los más afectados los municipios de

[2] https://timesofindia.indiatimes.com/india/in-just-20-days-kerala-gets-highest-aug-rains-in-87-yrs/articleshow/65480279.cms

Ahome[3] y Culiacán[4], con 359.5 mm y 370 mm de precipitación[5], respectivamente, en donde en un solo día se recibió casi el 50% de la precipitación media anual para el estado (790mm). Los efectos negativos del evento también dependerán de la forma en que la sociedad esté preparada para hacerles frente, es decir de su capacidad adaptativa, lo cual definirá su nivel de vulnerabilidad o de resiliencia.

En ese sentido, la vulnerabilidad de una sociedad está determinada por su exposición a diversos eventos, en este caso climáticos, pero además por su capacidad de respuesta y por las capacidades institucionales y sociales con las que cuente para enfrentar el fenómeno (PECC, 2014). Por otra parte, la resiliencia se refiere a su capacidad para absorber el impacto derivado de las perturbaciones, así como para retornar al estado previo al impacto.

De acuerdo con los datos presentados en el Reporte Ciudades del Mundo 2016 por ONU-Hábitat (2016), el 54% de la población actual reside en áreas urbanas y se espera que esta cifra aumente al 66% para el 2030. Algunos de los principales retos de las áreas urbanas derivados del incremento de la población, incluyen el aumento de barrios marginales y asentamientos informales, la provisión de servicios urbanos y los retos relacionados con el cambio climático (CC).

Para enfrentar estos retos deben promoverse ciudades sustentables, resilientes e inclusivas, que requieren de un sistema de gobernanza multinivel, con liderazgos fuertes y efectivos, que involucren a distintos sectores (gubernamental, sociedad civil, privado, académico,

[3] https://impresa.noroeste.com.mx/dwd/pdf/20180921/CUL_LOC_006_20180921.pdf
[4] https://impresa.noroeste.com.mx/dwd/pdf/20180921/CUL_LOC_001_20180921.pdf
[5] https://impresa.noroeste.com.mx/dwd/pdf/20180921/CUL_LOC_002_20180921.pdf

entre otros). Asimismo, es esencial la planificación de usos de suelo, legitimada con la participación ciudadana, además de requerirse de financiamiento que pueda utilizarse de manera eficaz para fomentar las respuestas frente al CC.

La planificación de las ciudades permite reducir riesgos, así como la adecuada proyección de infraestructura, vivienda y servicios asociados, lo que minimiza la vulnerabilidad (Barton, 2009), la cual no se distribuye de manera equivalente en toda la localidad. Se asume que los grupos sociales con menores ingresos y con infraestructura y servicios básicos insuficientes son más vulnerables, ya que suelen establecerse en áreas de mayor riesgo; e.g. a orillas de los cauces de los arroyos, áreas propensas a deslizamientos y derrumbes, zonas inundables.

El CC, como un problema de política pública, exige la acción colectiva de las instituciones del Estado, organizaciones de la sociedad civil y del sector privado (Rosas Huerta et al., 2012; Aragon Durand, 2014). Sin embargo, muchas de las políticas desarrolladas no han sido formuladas de manera específica para responder de manera directa al CC, más bien integrándose a políticas diseñadas para atender el impacto que este cambio tendrá sobre los sectores económicos y productivos, susceptibles a sus impactos negativos (Romero Lankao et al., 2013).

También es determinante el nivel de aplicación de estas políticas, que en ocasiones se originan a partir de acuerdos internacionales, como es el caso del Protocolo de Kioto y el Acuerdo de Paris dentro de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, (https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf). Por lo anterior, algunos autores consideran la escala municipal como la unidad básica de análisis (Naess et al.

2005; Posey, 2009), aunque otros como Tompkins y Adger (2004), señalan que es más eficaz promover acciones locales, a nivel de ciudad.

En este sentido, se recomienda la construcción de la capacidad de las instituciones como la política más adecuada para asegurar la adaptación al CC, particularmente en áreas urbanas. Esto puede tomar forma financiera, técnica, logística y apoyo legal para facilitar las acciones estratégicas frente al CC (Dodman y Satterthwaite, 2008).

Siguiendo ese enfoque, es indispensable la evaluación de las capacidades como punto de partida para su fortalecimiento, por lo que en el presente estudio se analizó la capacidad institucional (CI) de respuesta ante un fenómeno meteorológico en particular, en este caso, los eventos de precipitación extrema (EPE) en el estado de Sinaloa. Este análisis se suma a otros relacionados con los efectos de los EPE y la vulnerabilidad de la zona costera en este estado mexicano (Montijo y Ruiz, 2018; Montijo y Ruiz, sometido) partiendo en el presente caso de la identificación de las redes de actores clave, el análisis del marco legal en torno a la respuesta y la identificación de los mecanismos de participación existentes.

METODOLOGÍA

Selección de estudios de caso

El estado de Sinaloa cuenta con 18 municipios, de los cuales diez son costeros, con diversidad en su fisiografía, así como en la extensión del frente de costa que presentan al golfo de California. A partir de estos últimos, cuatro municipios fueron seleccionados como representativos de la entidad incluyendo, de norte a sur, a los municipios de

Guasave, Navolato, Mazatlán y Escuinapa (previamente estudiado con un enfoque similar por Ruiz-Luna et al., sometido). La principal información socioeconómica de estos municipios se presenta en el Capítulo 2 de este trabajo.

Componentes de la Capacidad Institucional

Con base en la revisión presentada en el capítulo III sobre distintos enfoques utilizados para evaluar la capacidad institucional y siguiendo en parte la metodología propuesta por Romero-Lankao et al. (2013) y las recomendaciones de Adger et al. (2005), se considera a las redes de actores clave de la localidad, a la estructura del marco legal que rige las acciones de prevención, respuesta y recuperación ante la presencia de EPE, así como a los distintos mecanismos de participación, como los componentes clave que condicionan la fortaleza de la capacidad institucional de respuesta (CIR).

Los componentes clave del CIR antes citados se definen como:

i) Las estructuras administrativas y redes institucionales; es decir, el tipo de relaciones y el nivel de cooperación y coordinación entre actores: individuos, empresas privadas, sociedad civil, organismos públicos locales, regionales, nacionales e internacionales (Romero-Lankao et al., 2013).

ii) El marco jurídico que delimita y limita las responsabilidades, los recursos, el poder de gestión y los mecanismos de planificación de los organismos gubernamentales (Measham et al., 2013).

iii) Los mecanismos de participación, que incluyen instrumentos como la planificación participativa, las consultas públicas, las audiencias públicas y los comités de trabajo que facilitan la negociación entre actores y la articulación

de políticas consensuadas, al mismo tiempo que contribuye a empoderar al ciudadano común (Romero-Lankao et al., 2013).

Cada uno de los componentes anteriores fue evaluado en los sitios seleccionados como estudio de caso con base en los siguientes elementos:

Actores clave y análisis de redes sociales.

Los actores clave incluyen a los agentes y actores que pueden ejercer su poder o liderazgo para influir sobre un proceso particular, ya sea a favor o en contra, e influenciar a aquellos otros actores para quienes el proceso es importante. Se requiere identificarlos para ponderar su conocimiento sobre el tema, sus intereses, posiciones, alianzas e importancia en relación con el problema (Almada, 2008).

Se definen por sus funciones y atribuciones relacionadas con los objetivos del proyecto; disponen de capacidades, habilidades, poder, conocimiento, infraestructura y recursos para proponer, atender y solventar problemas, así como capacidad de gestión y negociación (CONAGUA, 2007). A partir de estos atributos se define el tipo y solidez de las relaciones entre grupos relevantes, permitiendo la detección de vacíos en políticas públicas, se promueve el aprendizaje entre partes complementarias y es esencial para la identificación y difusión de conocimiento relevante (Corfee-Morlot et al., 2009).

De lo anterior se deriva que el análisis de redes sociales (ARS) sea un método formal, utilizado para medir los comportamientos sociales de los individuos en un determinado entorno, lo que implica interrelaciones y contactos entre personas que comparten algún tipo de interés (Del Fresno et al., 2014).

Con estas consideraciones, la primera fase del análisis de CIR consistió en la identificación de actores clave en las localidades evaluadas, para generar información de los mismos mediante la aplicación de una entrevista semiestructurada. Los primeros actores en ser identificados fueron individuos que ocupan cargos relevantes en el sector gubernamental y a partir del contacto con ellos, se identificaron otros actores relevantes del sector privado y de la sociedad civil por medio del método conocido como bola de nieve (Goodman, 1961). Por medio de este método de muestreo en cadena, cada individuo previamente entrevistado recomienda a uno o más actores, sin que pueda precisarse *a priori* el tamaño de muestra.

En función del tipo de participación de los actores, asociados con agencias gubernamentales, sector privado, sociedad civil (comunidad y organizaciones no gubernamentales) y academia, se modificó ligeramente el contenido de las entrevistas a realizar (Anexo 1). Adicionalmente, se categorizaron por nivel Local, Municipal, Estatal, Federal, e Internacional, para su posterior análisis y representación.

La construcción de redes y sus diagramas correspondientes permitieron determinar la dirección y calidad de los vínculos entre los actores o entidades, así como para detectar posibles situaciones de independencia. Para ello se utilizó el programa de libre acceso Gephi 0.9.0-beta, para análisis de redes (Bastian et al., 2009). Este programa permite estimar diversas métricas con las que se determina la dirección y robustez de los vínculos, así como la preponderancia de algunos de los actores.

La representación de la red permite ubicar a los individuos en forma agrupada o individual y determinar sus posibles relaciones a través de la representación de flujos de información.

Las redes pueden tener muchos o pocos actores y una o más clases de relaciones entre pares de actores, dependiendo de la dirección del flujo, la red puede ser dirigida (unidireccional) o no dirigida (bidireccional). A la representación gráfica de la red se le llama grafo (Velázquez y Aguilar, 2005) y éste contiene los siguientes elementos básicos:

Actores o nodos. Personas o grupos de personas que se encuentran en torno a un asunto en común. La suma de todos los nodos representa el tamaño de la red (Velázquez y Aguilar, 2005).

Vínculo o *link*. Son los lazos que existen entre dos o más nodos. Los vínculos o relaciones se representan con líneas (Velázquez y Aguilar, 2005).

Flujo. Indica la dirección del vínculo, es decir, de que actor parte y a que actor llega. Se representa por una flecha que indica el sentido de la relación: unidireccional, cuando la relación se da en un solo sentido, o bidireccional, cuando la relación es mutua presentándose en ambos sentidos (Velázquez y Aguilar, 2005).

Algunos indicadores que describen el comportamiento global de la red son:

Densidad. Refleja las relaciones que existen del total de las posibles, lo que nos muestra la alta o baja conectividad de la red. Sus valores se definen en un rango de 0 a 1, que representan redes muy dispersas hasta redes más densas (Martinez et al., 2003).

Grado de Centralización. Condición en la que un actor ejerce un papel claramente central al estar altamente conectado con todos los nodos, que necesitan pasar por el nodo central para conectarse con otros (Velázquez y Aguilar, 2005). Valores altos (cercanos al 100%) indican que existen actores mucho más centrales que otros,

mientras que valores bajos indican ausencia de actores claramente centrales. En el caso de las redes dirigidas se diferencia entre el grado de centralización de salida (S) y el de entrada (E).

Grado promedio. Representa la cantidad promedio de conexiones a través de la red (Cherven, 2013).

Longitud media de trayectoria. Los grados de distancia mínima que existen entre un nodo y otro (Cherven, 2013).

Diámetro de la red. Los grados de separación entre los nodos más distantes de la red (Cherven, 2013).

Estos dos últimos indicadores dan idea sobre la cercanía o lejanía entre los nodos en una red. Por otra parte, las medidas de centralidad que describen el comportamiento de cada nodo en la red son:

Grado de centralidad. Corresponde al número de actores conectados de manera directa con un actor determinado. Para grafos dirigidos se divide en grado de entrada y grado de salida, dependiendo la dirección del flujo. El grado de salida (S) es la suma de las relaciones que los actores dicen tener con el resto (conexiones), mientras que el grado de entrada (E) es la suma de las relaciones referidas (nominaciones) hacia un actor por otros (Velázquez y Aguilar, 2005; Del Fresno et al., 2014).

Grado de cercanía. Hace referencia a lo cerca que está un actor del resto de los actores que están en el conjunto de individuos. Por tanto, mide la capacidad que tiene un nodo de alcanzar al resto de los nodos de una red. Un actor con un grado de cercanía

elevado es central porque puede contactar rápidamente con el resto. La cercanía de un actor se mide en función de sus distancias geodésicas (caminos más cortos). Por lo tanto, entre más cerca este el actor del resto, su valor será mayor (Del Fresno et al., 2014).

Grado de intermediación. El grado de conexiones que pasan por un actor para permitir que el actor alcance a otro. Es decir, la interacción entre dos actores no adyacentes podría depender de otro actor en la red que está en la trayectoria entre ellos. El grado de intermediación cuenta las veces que un nodo aparece en los caminos más cortos entre otros nodos (Del Fresno et al., 2014). A estos actores se les llama actores puente.

Asimismo, a partir de la información de las entrevistas se estableció cómo percibe cada uno de los sectores su relación directa con los distintos actores involucrados en la respuesta, definiéndola como Fuerte, Débil o Ninguna.

Estructura del Marco Legal

Con el objetivo de analizar el estado actual de la legislación en torno al tema de gestión de desastres hidrometeorológicos y al fortalecimiento de la CIR frente a EPE, se llevó a cabo una revisión sistemática cualitativa del marco jurídico (Beltrán, 2005). Se incluyeron leyes, reglamentos, disposiciones y/o acuerdos a nivel Federal, Estatal y Municipal, identificándose los principales instrumentos que juegan un papel determinante antes, durante y después de un evento.

Una vez seleccionados estos documentos, se empleó como criterio de búsqueda los términos “fenómeno hidrometeorológico”, “lluvias extremas”, “precipitación”,

“inundaciones” y “desastre”. Se revisaron los documentos detalladamente para identificar su importancia en el proceso de respuesta frente a EPE y en qué etapa de la misma se aplican, si esta aplicación es de carácter preventivo o reactivo, así como su ámbito de aplicación. Posterior a la revisión de los documentos, se definió el Marco Normativo y el Marco Operativo que establecen los protocolos de acción en el proceso de respuesta.

El proceso de documentación del marco legal vigente permitió identificar las políticas gubernamentales orientadas a mejorar la capacidad de respuesta y de prevención para la disminución del riesgo asociado con EPE en todos los niveles. Adicionalmente, el análisis facilitó determinar posibles deficiencias y fortalezas presentes en materia de planificación del uso de suelo y la gestión de desastres, lo que particularmente para Sinaloa, contribuirá a generar un mejor esquema de coordinación y actuación ante el cambio climático y los riesgos que de éste se derivan.

Finalmente, el resultado del análisis del marco jurídico permitió llevar a cabo una comparación entre lo que señala la legislación con la información correspondiente identificada en las entrevistas y a partir del ARS.

Mecanismos de participación ciudadana

La participación de las autoridades locales con organizaciones no gubernamentales y la comunidad facilita la autorganización y la construcción de capacidades para contender con riesgos derivados de EPE. Con las consideraciones anteriores, el análisis de la información sobre la participación pública se enfocó en los mecanismos de acción por medio de los cuales las autoridades generan compromisos entre las partes interesadas y las necesidades y conflictos (Romero-Lankao et al., 2013).

Para este propósito, los datos se obtuvieron a partir de cuestionarios semiestructurados en entrevistas con actores locales del sector sociedad civil (ONG y Comunidad). Una sección de la entrevista estaba orientada a preguntar sobre la participación de estos actores en algún consejo, foro, taller o espacio en donde se discutiera el tema de la presencia de eventos de lluvia intensa, tormentas tropicales o huracanes (Anexo 1). Se preguntó directamente si tenían participación o si eran convocados por las instancias gubernamentales para la elaboración de programas o planes.

Con base en los resultados de las entrevistas, se identificó los mecanismos de participación existentes y adicionalmente se estableció su pertinencia y potencial eficacia, además de los procedimientos para su aplicación. Asimismo, se hizo una serie de recomendaciones para fortalecer los mecanismos de participación.

RESULTADOS

Análisis de Redes Sociales

Se concluyeron 69 entrevistas en las cuatro localidades, con un máximo de 22 entrevistados en Escuinapa y un mínimo de 13 en Navolato, teniendo como promedio 17 entrevistas por municipio. Con base en la clasificación de los actores por sector, el sector gobierno se aprecia como el mejor representado con 71.2% de los actores. En orden decreciente, el resto de los actores estuvo representado por el sector sociedad civil con 18.7%, mientras que el 8.7% correspondió al sector privado y el 1.4% al sector academia. Con respecto al nivel de los actores, el 52.5% son locales, el 37.4% son federales, el 9.4% son estatales y solo el 0.7% internacionales.

A partir del ARS se estableció la presencia de 139 actores, posteriormente identificados como nodos, con un número máximo de 42 nodos en el municipio de Mazatlán y mínimo de 26 en Navolato, teniendo 35 nodos en promedio. Todos los grafos son dirigidos y la mayor cantidad de relaciones entre nodos se registró en el municipio de Escuinapa, donde se estableció un total de 120 vínculos, mientras que en el municipio de Navolato se registró la menor cantidad, con 67 vínculos. Estos resultados no necesariamente representan la totalidad de la red de actores involucrados en la respuesta a EPE, pero son una representación visual de la red de trabajo que los participantes reportaron.

La red con la mayor densidad corresponde a la generada para el municipio de Escuinapa, con 12% del total de las relaciones posibles, siendo además la de mayor conectividad, seguido por el municipio de Navolato con el 10% y los municipios de Guasave y Mazatlán con el 6% cada uno. El municipio de Navolato presenta el mayor grado de centralización de salida (47.5%), mientras que el municipio de Escuinapa presentó el de mayor grado de entrada (27.5%), pero en ninguno de los casos se observó la presencia de algún actor que de manera contundente tenga un papel dominante sobre el resto.

El municipio de Escuinapa registró el promedio más elevado de conexiones por nodo con un valor cercano a 8, mientras que el resto de los municipios tuvo un promedio de entre 4 y 5 conexiones. En todos los casos, la longitud media de trayectoria fue cercana a 2, mientras que el diámetro de la red observado es de 3 para los municipios de Guasave y Navolato y de 4 para los municipios de Mazatlán y Escuinapa. Esto significa que cualquier nodo suele estar al menos a dos nodos de otro, y que la distancia máxima de separación entre cualquier par de nodos es de 3 y 4 nodos respectivamente (Tabla 10).

Posteriormente, se presenta la estructura de relaciones a nivel municipal, derivada del ARS entre actores, siguiendo la distribución geográfica de norte a sur.

Tabla 10. Información de la red y medidas de centralidad para los sitios de estudio. S=Grado de salida, E=Grado de entrada. Actores: PC, Protección Civil. CP, Capitanía de Puerto. ST, Sector Turismo. ES, Escuela. AY, Ayuntamiento. JU, JUMAPAG. SN, Síndico. CR, Cruz Roja. SM, SEMAR. SD, SEDENA. CB, Cuerpo de Bomberos. SP, Sector Pesquero. CO, Comunidad.

Indicadores		Guasave	Navolato	Mazatlán	Escuinapa
Nodos		39	26	42	32
Vínculos		84	67	91	120
Densidad		0.06	0.10	0.06	0.12
Grado de centralización	**S**	34.7%	47.5%	37.9%	34.1%
	E	21.2%	14.2%	22.6%	27.5%
Grado promedio		4.31	5.15	4.39	7.56
Longitud media de trayectoria		1.75	1.55	2.09	1.88
Diámetro de la red		3	3	4	4
Grado de Centralidad	**S**	PC(15)	PC(14)	PC(17)	PC(14)
	E	PC(10)	PC(6)	PC(11)	PC(12)
	S	CP(12)	ST(14	CP(11)	ES(14)
	E	AY (7)	AY(19)	AY(10)	AY(9)
	S	JU(11)	SN(11)	CR(10)	CP(11)
	E	SM (5)	SM(6)	SD(7)	CP (8)
Grado de Cercanía		PC(0.86)	PC(0.94)	PC(0.64)	ES(0.63)
		CP(0.65)	ST(0.68)	CP(0.58)	CB(0.60)
		JU(0.65)	SP(0.63)	CR(0.55)	ST(0.60)
Grado de Intermediación		PC(116.9)	PC(49.3)	PC(230.1)	PC(87.9)
		CB(21.1)	CR(8.5)	CP(51.4)	ES(35.0)
		CP(13.0)	CP(6.8)	CR(50.8)	CO(32.7)

Guasave

En una etapa previa al presente análisis (Capítulo 2), este municipio se destacó como el más vulnerable ante los efectos de EPE. Un total de 18 entrevistas con actores clave fueron realizadas en dos localidades de este municipio, Guasave que representa la cabecera municipal y Las Glorias, una localidad dedicada al turismo de playa, separadas una de otra por una distancia aproximada de 30 km.

Las dependencias y organizaciones a las que pertenecían los actores clave que fueron entrevistados por sector se presentan en la tabla 11. Por el número de actores que fueron entrevistados, la representación por sectores fue equivalente entre el sector gobierno (45%) y sociedad civil (44%), mientras que el 11% restante correspondió al sector academia.

Tabla 11. Agencias y organizaciones entrevistados con representación de actores clave en el municipio de Guasave, Sinaloa.

Gobierno	Sociedad Civil	Academia
Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN)	Cruz Roja	Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR– IPN)
Protección Civil (PC)	Bomberos	
Dirección de Ecología	Federación de Pescadores	
Capitanía de Puerto	Cooperativas Pesqueras	
Síndico municipal de Las Glorias		
Desarrollo Urbano Río Sinaloa		
Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)		
Junta Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Guasave (JUMAPAG)		

A partir de las entrevistas realizadas con los actores clave, se identificó además a 21 actores adicionales, completando así un total de 39 actores (nodos) involucrados en la respuesta a EPE, con los cuales se generó un total de 84 vínculos. Dentro del ARS, el sector mejor representado fue el gobierno con el 71.8% de los actores, seguido del sector sociedad civil con el 18%, el sector privado con el 7.7 % y por último el sector academia con apenas el 2.5% (Figura 8).

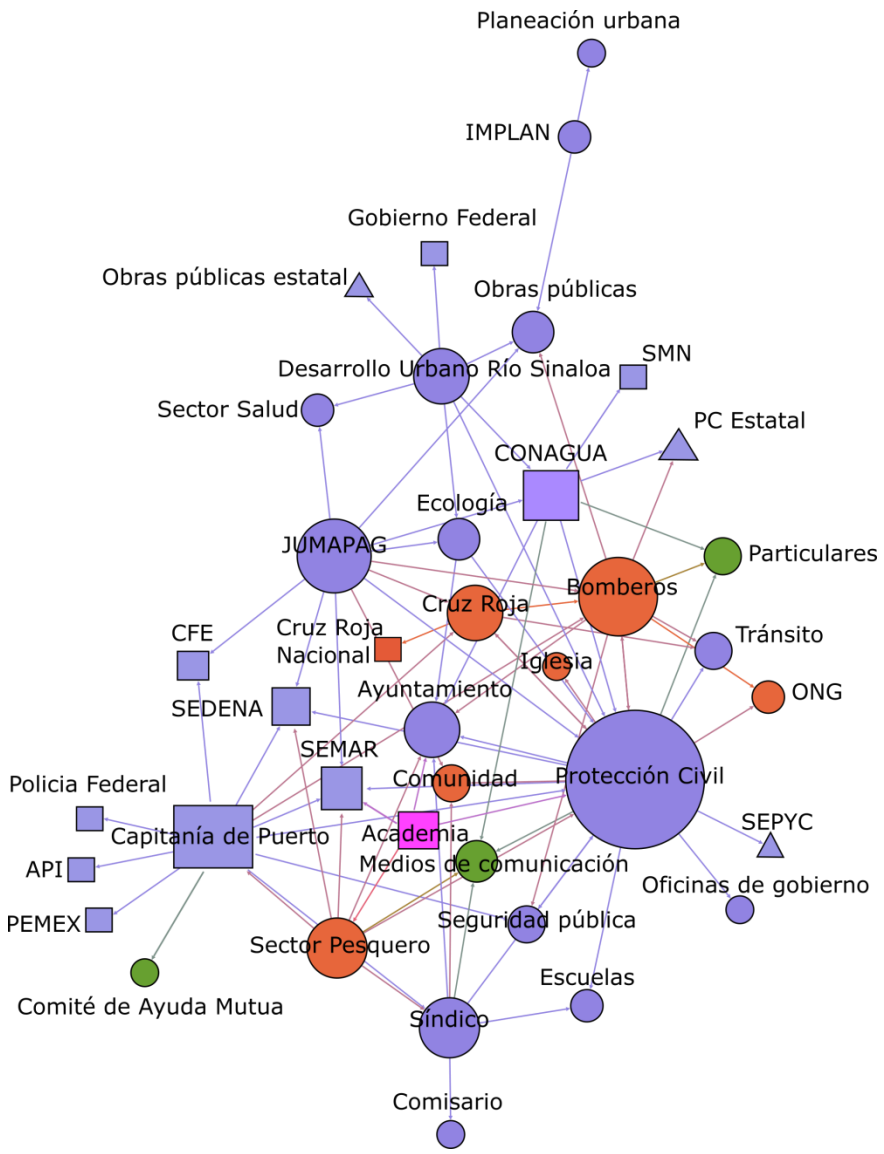

Figura 8. Red de actores involucrados en la respuesta a EPE en Guasave, Sinaloa. Cada sector está representado por un color distinto. Gobierno: morado, Sociedad civil: naranja, Privado: verde y Academia: rosa. El nivel del actor está representado por la forma del nodo. Federal: cuadrada, Estatal: triangular, Local/Municipal: circular. El tamaño del nodo indica el grado nodal de cada actor (tanto de entrada como de salida). Los nombres de algunos actores que fueron abreviados se presentan a continuación: API: Administración Portuaria Integral, CFE: Comisión Federal de Electricidad, IMPLAN: Instituto Municipal de Planeación JUMAPAG: Junta Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Guasave, ONG: Organización No Gubernamental, PEMEX: Petróleos Mexicanos, PC Estatal: Protección Civil Estatal, SEDENA: Secretaría de la Defensa Nacional, SEPYC: Secretaría de Educación Pública y Cultura, SEMAR: Secretaría de Marina, SMN: Servicio Meteorológico Nacional.

El análisis de las medidas de centralidad indica que los actores con más vínculos de salida en esta red son Protección Civil (15), Capitanía de Puerto (12) y la JUMAPAG (11), mientras que los actores con más vínculos de entrada son Protección civil (10), Ayuntamiento (7) y Secretaría de Marina (5). Los actores con el mayor grado de cercanía son Protección civil, Capitanía de Puerto y JUMAPAG, coincidiendo con los actores con el mayor grado de salida. Por último, los actores con el mayor grado de intermediación son Protección civil, Bomberos y Capitanía de Puerto (Figura 8).

Con relación al nivel de los actores identificados, más de la mitad de los involucrados son actores a nivel Local/Municipal (Figura 9).

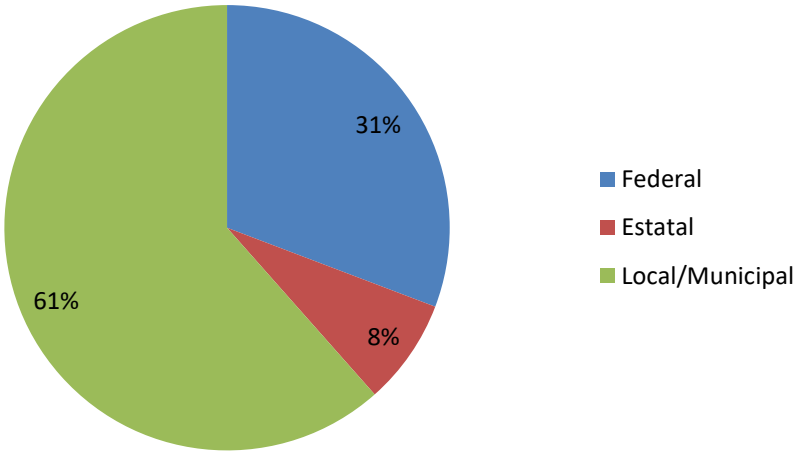

Figura 9. Nivel de los actores identificados en la respuesta a EPE en Guasave

Sobre la percepción que tienen los distintos sectores de su relación con otros actores, se observa que, en términos generales, existe una fuerte vinculación del sector gobierno con otros actores de su mismo sector y con actores de la sociedad civil, sobre todo con la

comunidad. Así mismo, el sector sociedad civil manifestó que su relación directa con las autoridades es fuerte.

Navolato

Este municipio, ubicado en el centro de la costa sinaloense, se categorizó con un nivel de vulnerabilidad medio con relación a los posibles impactos de EPE. Como en el caso anterior, se entrevistó a actores clave tanto de la cabecera municipal, que lleva el mismo nombre del municipio, como de la localidad de Altata, caracterizada por su vocación turística y pesquera.

Para este municipio se entrevistó a un total de 13 actores clave cuyas dependencias y organizaciones se presentan en la tabla 12. Por el número de actores que fueron entrevistados, el sector mejor representado fue el de la sociedad civil (38%), seguido del sector privado (31%) y por último el sector gobierno (25%).

Tabla 12. Agencias y organizaciones con representación de actores clave en el municipio de Navolato, Sinaloa.

Gobierno	Sociedad Civil	Privado
Capitanía de Puerto	Cruz Roja	Cooperativas de servicios turísticos
Síndico Municipal	Bomberos	
Protección Civil	Pentatlón Deportivo	
	Cooperativas pesqueras	

A partir de las entrevistas realizadas con los actores clave se identificaron 13 actores adicionales, completando así un total de 26 actores (nodos) involucrados en la respuesta a EPE, entre los cuales se generó un total de 67 vínculos. Dentro del ARS, el sector mejor representado fue el gobierno con el 65.4%, seguido del sector sociedad civil con el 23.1% y el sector privado con el 11.5% (Figura 10).

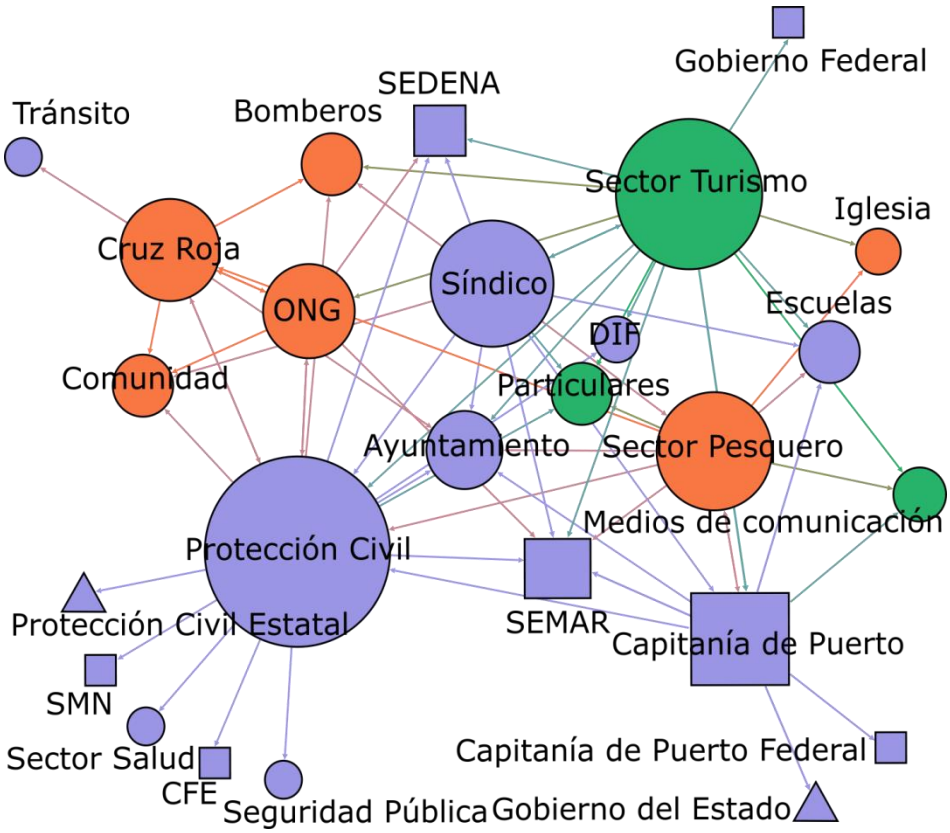

Figura 10. Red de actores involucrados en la respuesta a EPE en Navolato, Sinaloa. Cada sector está representado por un color distinto. Gobierno: morado, Sociedad civil: naranja y Privado: verde. El nivel del actor está representado por la forma del nodo. Federal: cuadrada, Estatal: triangular, Local/Municipal: circular. El tamaño del nodo indica el grado nodal de cada actor (tanto de entrada como de salida). Los nombres de algunos actores que fueron abreviados se presentan a continuación: CFE: Comisión Federal de Electricidad, DIF: Desarrollo Integral Familiar, ONG: Organización No Gubernamental, SEDENA: Secretaría de la Defensa Nacional, SEMAR: Secretaría de Marina, SMN: Servicio Meteorológico Nacional.

El análisis de las medidas de centralidad nos indica que los actores con más vínculos de salida en esta red son Protección civil (14), Sector Turismo (14) y el Síndico (11), mientras que los actores con más vínculos de entrada son Protección civil (6), Ayuntamiento (6) y la Secretaría de Marina (6). Los actores con el mayor grado de cercanía son Protección civil, Sector turismo y Sector pesquero. Por último, los actores con mayor grado de intermediación son Protección civil, Cruz roja y Capitanía de Puerto (Figura 10).

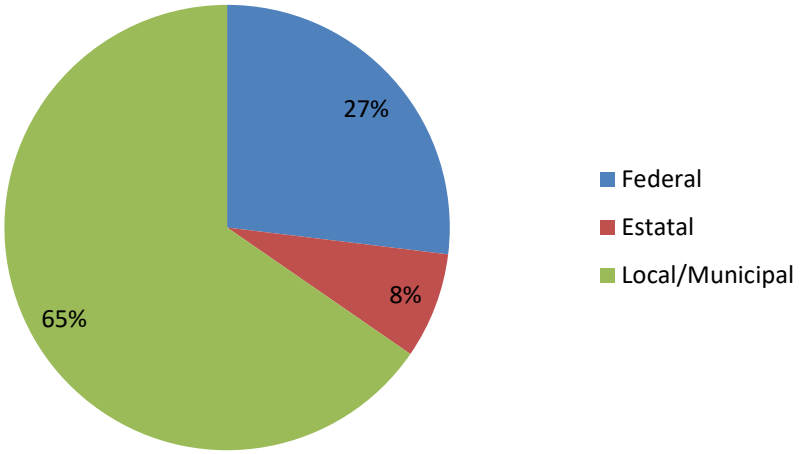

Figura 11. Nivel de los actores identificados en la respuesta a EPE en Navolato

Con relación al nivel de los actores identificados, dos terceras partes de los involucrados son actores a nivel Local/Municipal (Figura 11). Sobre la percepción que tienen los distintos sectores de su relación con otros actores, existe una fuerte vinculación entre los actores del gobierno con el resto de los actores de su mismo sector y con actores de la sociedad civil, sobre todo con la comunidad. El sector sociedad civil manifestó tener una relación fuerte con los actores del gobierno y del sector privado.

Mazatlán

A diferencia de los otros municipios, la investigación se realizó por completo en la ciudad de Mazatlán, que es cabecera del municipio del mismo nombre y donde se asienta más del 80% de la población. Este municipio se localiza en la parte sur del estado y de acuerdo al estudio previo sobre vulnerabilidad ante EPE, se le califica con un nivel de vulnerabilidad bajo.

En esta localidad se identificó de manera inicial a 16 actores clave cuyas dependencias y organizaciones a las que pertenecen se presentan en la tabla 13. Por el número de actores que fueron entrevistados, el sector mejor representado fue el de gobierno (44%), seguido de los sectores sociedad civil y privado (25% cada uno) y por último el sector academia (6%).

Tabla 13. Agencias y organizaciones con representación de actores clave en el municipio de Mazatlán, Sinaloa.

Gobierno	Sociedad Civil	Privado	Academia
Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN)	Comisión Nacional de Emergencias	Asociación de Hoteles	Instituto de Ciencias del Mar y Limnología ICMYL-UNAM
Servicio Meteorológico Nacional (SMN)	Cruz Roja	Colegio de Ingenieros	
Protección Civil (PC)	Bomberos	Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción	
Capitanía de Puerto	Cooperativa pesquera	Actividades turísticas	
Administración Portuaria Integral (API)			
Comisión Federal de Electricidad (CFE)			
Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA)			

Una vez analizada la información vertida en las entrevistas, se identificaron 26 actores adicionales, aumentando finalmente a 42 actores (nodos) involucrados en la respuesta a EPE con los cuales se generó un total de 91 vínculos. Dentro del ARS, el sector mayormente representado fue el gobierno con 73.8%, seguido del sector sociedad civil

con el 16.7%, el sector privado con el 7.1% y por último el sector academia con el 2.38% (Figura 12).

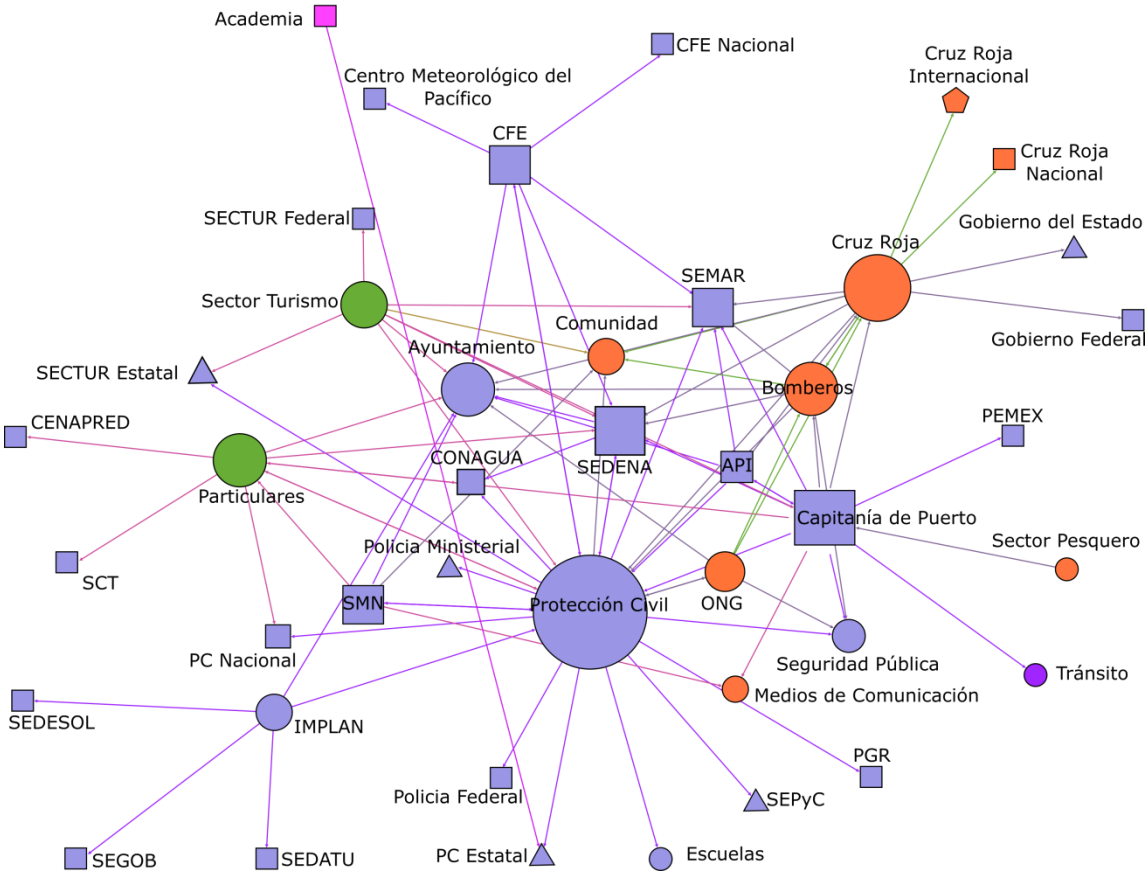

Figura 12. Red de actores involucrados en la respuesta a EPE en Mazatlán, Sinaloa. Cada sector está representado por un color distinto. Gobierno: morado, Sociedad civil: naranja, Privado: verde y Academia: rosa. El nivel del actor está representado por la forma del nodo. Federal: cuadrada, Estatal: triangular, Local/Municipal: circular. El tamaño del nodo indica el grado nodal de cada actor (tanto de entrada como de salida). Los nombres de algunos actores que fueron abreviados se presentan a continuación: API: Administración Portuaria Integral, CENAPRED: Centro Nacional de Prevención de Desastres, CFE: Comisión Federal de Electricidad, IMPLAN: Instituto Municipal de Planeación, ONG: Organización No Gubernamental, PC Estatal: Protección Civil Estatal, SECTUR: Secretaría de Turismo, SEDATU: Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, SEDENA: Secretaría de la Defensa Nacional, SEDESOL: Secretaría de Desarrollo Social, SEGOB: Secretaría de Gobernación, SEMAR: Secretaría de Marina, SEPYC: Secretaría de Educación Pública y Cultura, SMN: Servicio Meteorológico Nacional.

El análisis de las medidas de centralidad nos indica que los actores con más vínculos de salida en esta red son Protección Civil (17), Capitanía de Puerto (11) y Cruz Roja (10), mientras que los actores con más vínculos de entrada son Protección Civil (11), Ayuntamiento (10) y la SEDENA (7). Los actores con mayor grado de cercanía y con mayor grado de intermediación son Protección Civil, Capitanía de Puerto y Cruz Roja, coincidiendo en ambos casos con los actores con el mayor grado de salida (Figura 12).

Con relación al nivel de los actores identificados, poco más de la mitad de los involucrados son actores a nivel Federal. Sobresale en este sitio la presencia de un actor a nivel internacional (Figura 13)

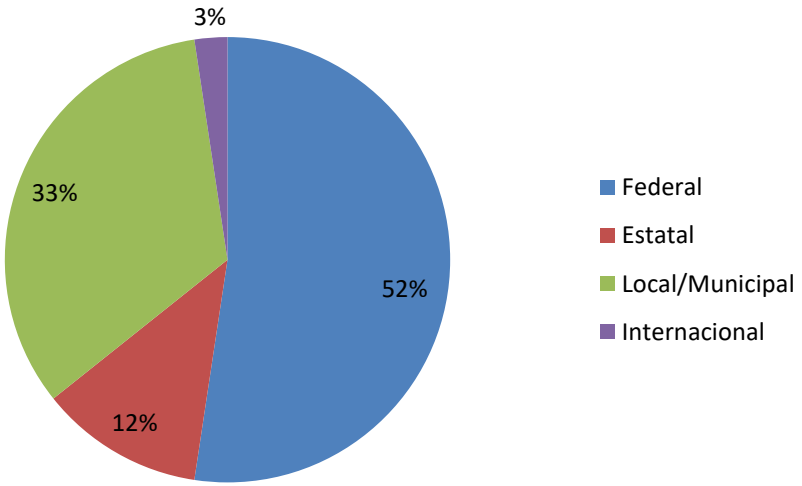

Figura 13. Nivel de los actores identificados en la respuesta a EPE en Mazatlán

Los resultados acerca de la percepción de relaciones directas entre actores permiten determinar que, aquellos ubicados en agencias gubernamentales, señalan tener una relación fuerte con protección civil, así como con la comunidad y con las fuerzas armadas.

Por su parte, los pertenecientes a la comunidad, representados principalmente por personas relacionadas con actividades pesqueras y turísticas, mencionan tener una relación fuerte con las autoridades gubernamentales, mientras que ésta es débil con organizaciones de la sociedad civil, tales como cruz roja y bomberos. Finalmente, los actores involucrados en ONG manifestaron tener una relación fuerte con órganos de gobierno y aceptan una relación débil con la comunidad, aunque señalan su intención de fortalecerla.

Escuinapa

Este municipio se ubica en el extremo sur del estado, colindando con el estado de Nayarit. Por sus características socioeconómicas y geográficas fue caracterizado como uno de los municipios más vulnerables ante la presencia de EPE. Se realizó un total de 22 entrevistas a actores clave localizados en la ciudad de Escuinapa que funciona como cabecera municipal, y en la localidad costera de Teacapán.

Las dependencias y organizaciones a las que pertenecían los actores clave que fueron entrevistados por sector se presentan en la tabla 14. Por el número de actores que fueron entrevistados, el sector mayormente representado fue el de la sociedad civil (64%), seguido por el gobierno (27%) y por último el sector privado (9%).

Tabla 14. Agencias y organizaciones con representación de actores clave en el municipio de Escuinapa, Sinaloa.

Gobierno	Sociedad Civil	Privado
Síndico municipal	Cruz Roja	Prestadores de servicios turísticos
Capitanía de Puerto	Bomberos	

Instituto de Capacitación para el trabajo del estado de Sinaloa (ICATSIN)	Maestros
Seguridad Pública	Presidenta del comité de salud
Protección Civil	Servidora seglar Comerciantes Cooperativas pesqueras

A partir de las entrevistas realizadas con los actores clave se identificó además a 10 actores adicionales, completando así un total de 32 actores (nodos) con algún nivel de involucramiento ante la posibilidad de ocurrencia de EPE, entre los cuales se generó un total de 120 vínculos. En el ARS, el sector mejor representando fue el Gubernamental con el 71.9%, seguido del sector Sociedad civil con el 18.7% y por último el sector Privado con el 9.4% (Figura 14).

El análisis de las medidas de centralidad nos indica que los actores con más vínculos de salida en esta red son Protección Civil (14), Escuelas (14) y Capitanía de Puerto (11), mientras que los actores con más vínculos de entrada son Protección Civil (12), Ayuntamiento (9) y Capitanía de Puerto (8). Los actores con el mayor grado de cercanía son Escuelas, Bomberos y Sector turismo. Por último, los actores con el mayor grado de intermediación son Protección civil, Escuelas y la Comunidad (Figura 14).

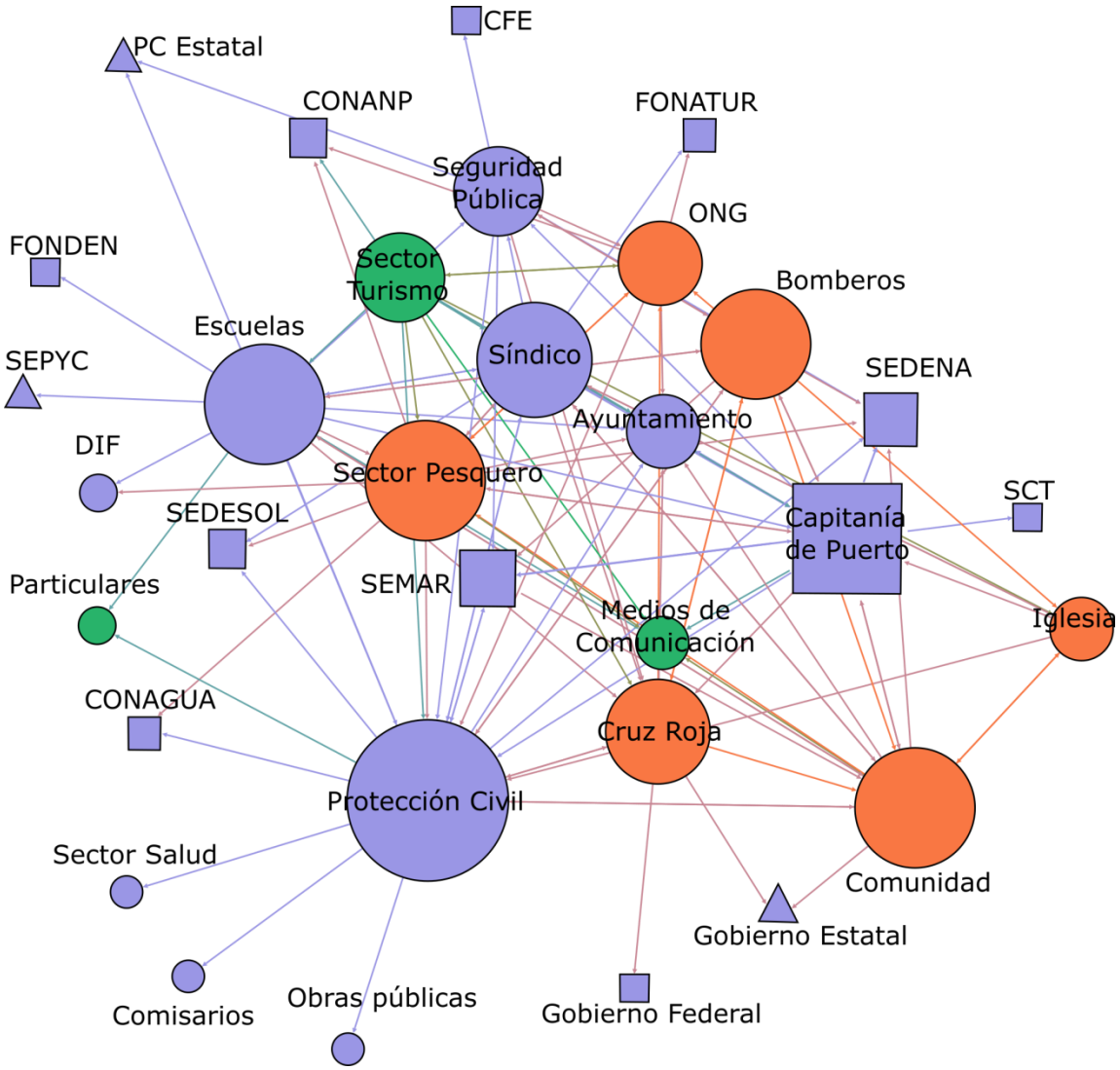

Figura 14. Red de actores involucrados en la respuesta a EPE en Escuinapa, Sinaloa. Cada sector está representado por un color distinto. Gobierno: morado, Sociedad civil: naranja y Privado: verde. El nivel del actor está representado por la forma del nodo. Federal: cuadrada, Estatal: triangular, Local/Municipal: circular. El tamaño del nodo indica el grado nodal de cada actor (tanto de entrada como de salida). Los nombres de algunos actores que fueron abreviados se presentan a continuación: CFE: Comisión Federal de Electricidad, CONANP: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, DIF: Desarrollo Integral de la Familia, FONATUR: Fondo Nacional de Fomento al Turismo, FONDEN: Fondo Nacional de Desastres Naturales, ONG: Organización No Gubernamental, PC Estatal: Protección Civil Estatal, SEDENA: Secretaría de la Defensa Nacional, SEDESOL: Secretaría de Desarrollo Social, SEMAR: Secretaría de Marina, SEPYC: Secretaría de Educación Pública y Cultura, SCT: Secretaría de Comunicaciones y Transporte.

Con relación al nivel de los actores identificados, dos terceras partes de los involucrados son actores a nivel Local/Municipal (Figura 15).

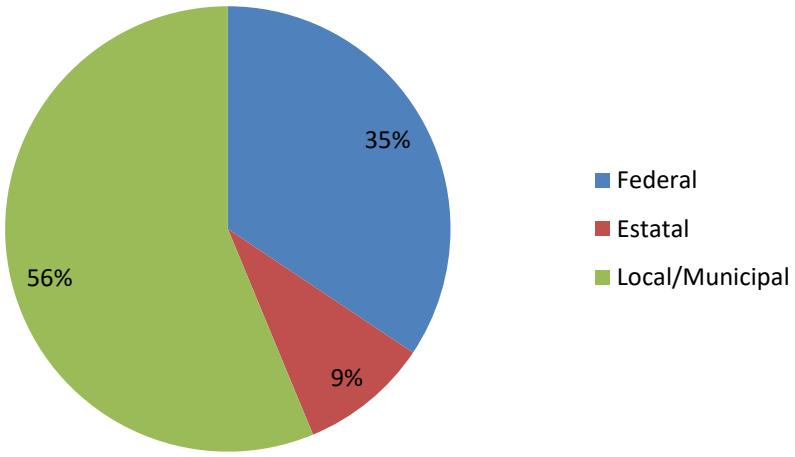

Figura 15. Nivel de los actores identificados en la respuesta a EPE en Escuinapa

Los resultados acerca de la percepción de relaciones directas entre actores, permiten determinar que aquellos ubicados en agencias gubernamentales señalan tener una relación fuerte con protección civil, con la comunidad, con el cuerpo de bomberos y cruz roja. Por su parte los pertenecientes a la comunidad mencionan tener una relación fuerte con las autoridades gubernamentales. Finalmente, los actores involucrados en ONG, manifestaron tener una relación fuerte tanto con la comunidad, así como con órganos de gobierno.

ANÁLISIS DEL MARCO LEGAL

Esta sección presenta la recopilación y revisión general de las políticas y otros instrumentos legales/oficiales que forman parte de las capacidades institucionales de respuesta relacionadas con EPE, específicamente a los temas de prevención y gestión del

riesgo de desastres. Las categorías de las políticas analizadas fueron prevención, respuesta, recuperación y cambio climático. La clasificación de los documentos se realizó a nivel Federal, Estatal y Municipal.

Se identificaron en total 23 documentos en los tres niveles (Anexo 2). A nivel federal se examinaron 10 documentos entre Leyes (2), Programas (2), Reglamentos (1), Manuales (1), Planes (1), Atlas (1), Estrategias (1) y Mecanismos de respuesta (1). A nivel estatal se analizó la Ley de Protección Civil y su respectivo Reglamento, el Atlas de Riesgo y el Programa Estatal de Cambio Climático. A nivel municipal se revisaron Atlas de Riesgo (4), Reglamentos de Protección Civil (4) y un Perfil de Resiliencia para la ciudad de Mazatlán.

Marco Normativo

Uno de los principales resultados a destacar es que es posible definir un marco normativo en torno a la gestión y prevención de desastres, que se fundamenta en la Ley General de Protección Civil (LGPC) (promulgada en el 2000, actualizada en 2012) y su reglamento (2014). En esta ley se establece el esquema de distribución de competencias entre los tres órdenes de gobierno (federal, estatal y municipal). Tiene como objetivo establecer las bases para coordinar los tres órdenes de gobierno en términos de protección civil, involucrando al sector privado y social. Este marco jurídico nacional favorece el desarrollo de políticas específicas, sobre las cuales se pueden desarrollar estrategias particulares a nivel local (Romero-Lankao et al., 2013).

Partiendo de esta estructura, el Artículo 21 de la LGPC determina que la autoridad municipal es la primera instancia de actuación con atribuciones de vigilancia y aplicación

de medidas de seguridad durante una situación de emergencia. Cuando ésta supere la capacidad de respuesta del municipio, se podrá acudir a los siguientes niveles de gobierno. La situación de emergencia deberá hacerse del conocimiento de la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA) y la Secretaría de Marina (SEMAR) para que se implementen el Plan de Auxilio a la Población Civil y el Plan General de Auxilio a la Población Civil, respectivamente.

Como parte del mismo marco normativo, corresponde al Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), institución técnica-científica de Protección Civil, crear, gestionar y promover políticas en materia de prevención de desastres y reducción de riesgos a través de la investigación, el monitoreo, la capacitación y la difusión. Además, esta institución tiene como misión la formación educativa y la difusión de una cultura de protección civil, siendo otra de sus atribuciones la integración y actualización del Atlas Nacional de Riesgos, así como los correspondientes a las entidades federativas, municipios y delegaciones.

También relevante a nivel nacional, se establecen los mecanismos de operación de los instrumentos financieros para la gestión de riesgo, denominados Fondo de Desastres Naturales (FONDEN) y Fondo para la Prevención de Desastres Naturales (FOPREDEN) y los protocolos para acceder a ellos ante declaratorias de emergencia y/o desastre natural.

A nivel estatal, es facultad de cada entidad la elaboración y declaración de su correspondiente Ley Estatal de Protección Civil. En ese sentido, Sinaloa promulgó la Ley de Protección Civil para el Estado de Sinaloa en 2013, con la más reciente actualización en 2017. Cuenta además con su correspondiente Reglamento donde se establecen los

mecanismos de acción ante la presencia de un fenómeno perturbador, ya sea de origen natural o humano. Cuenta también con su Atlas de Riesgos, donde describe y regionaliza el riesgo ante distintos agentes de perturbación, incluyendo los de origen hidrometeorológico.

A nivel municipal, 11 de los 18 municipios de Sinaloa cuentan con su Atlas de Riesgo incluidos entre ellos los costeros. Sin embargo, pese a que existe una Guía para la elaboración de Atlas publicada por CENAPRED, se puede observar que no existe homogeneidad entre los documentos correspondientes. Existen diferencias en contenidos y en la manera de presentar la información, así como en la calidad de los mapas de cada documento A pesar de ello, algunos autores señalan que existe interoperabilidad entre el Atlas Nacional y el Atlas de Riesgo Municipal (Ruiz et al 2015; Cavazos, 2015). En el caso de los municipios considerados para el presente estudio, además del Atlas se cuenta con un Reglamento Municipal de Protección Civil donde se establecen los protocolos de acción y se definen responsabilidades frente a un fenómeno perturbador.

Marco Operativo

Como en el caso del marco normativo, a nivel nacional existe el Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC), eje central en la gestión de desastres. Se integra con un Consejo Nacional, un Coordinador General, la Dirección General de Protección Civil, el FONDEN, el FOPREDEN y el CENAPRED. También están integrados los sistemas estatales de Protección Civil y sus unidades estatales, así como los sistemas municipales de protección civil y sus unidades municipales.

En términos generales, la estructura operativa queda integrada con los elementos anteriores. Sin embargo, el Artículo 16 de la LGPC contempla la inclusión de grupos voluntarios, vecinales y organizaciones de la sociedad civil, los cuerpos de bomberos, así como de representantes de los sectores privado y social, los medios de comunicación y los centros de investigación, educación y desarrollo tecnológico. Lamentablemente, el diagnóstico sobre el SINAPROC llevado a cabo por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2013), señala que los vínculos de este sistema con los sectores privado y social son débiles. Al mismo tiempo identifican un enfoque predominantemente reactivo en los tres órdenes de gobierno en México con muy poca atención a la prevención de desastres.

Mecanismos financieros para la gestión de riesgos

De los dos instrumentos financieros señalados anteriormente, el FONDEN surge a finales de la década de 1990, destinándose inicialmente los recursos a la realización de actividades de rehabilitación y reconstrucción. Sin embargo, al reconocer la importancia del manejo proactivo del riesgo, cuatro años más tarde se crea el FOPREDEN como instrumento complementario, destinado específicamente a actividades preventivas.

Cabe mencionarse que además del retraso en la aparición de este instrumento, con relación al FONDEN, es evidente que, en la atención a desastres de origen diverso, las políticas en México se han caracterizado por su carácter reactivo más que preventivo, reflejándose este contraste en la asignación anual que se hace del presupuesto de la Federación, para destinarse a ambos fondos (Tabla 15).

Se puede ver que con excepción de lo que ocurrió en el periodo del 2008 al 2010, el presupuesto del FONDEN rebasa por mucho el presupuesto asignado al FOPREDEN, llegando a ser hasta 30 veces mayor el presupuesto asignado al fondo de reconstrucción que al de prevención, tal como ocurrió en los años 2011 y 2017.

Tabla 15. Presupuesto de egresos de la Federación asignado a los instrumentos financieros para la gestión de riesgos FONDEN y FOPREDEN, desde su creación hasta el año en curso (Fuente: SHCP). Cifras en millones de pesos. El presupuesto asignado para el este año está asociado a la reconstrucción por los sismos de septiembre 2017, siendo la proporción FONDEN-FOPREDEN para este año 70 veces mayor*.

Publicación	Fecha de asignación	FONDEN	FOPREDEN
DOF 28-12-1999	2000	4,839	-
DOF 31-12-2000	2001	4,870	-
DOF 01-01-2002	2002	578	-
DOF 30-12-2002	2003	350	-
DOF 31-12-2003	2004	250	100
DOF 20-12-2004	2005	500	423
DOF 28-12-2005	2006	1,000	126
DOF 28-12-2006	2007	135	97
DOF 13-12-2007	2008	150	300
DOF 28-11-2008	2009	150	300
DOF 07-12-2009	2010	150	300
DOF 07-12-2010	2011	10,000	300
DOF 12-12-2011	2012	5,296	311
DOF 27-12-2012	2013	5,508	323
DOF 03-12-2013	2014	6,245	335
DOF 03-12-2014	2015	6,008	347
DOF 27-11-2015	2016	8,036	359
DOF 30-11-2016	2017	6,036	179
DOF 29-11-2017	2018*	24,644	351
	Total	**84,745**	**4,150**

Para el caso particular de Sinaloa, el número de declaratorias de emergencia y/o desastre emitidas entre los años 2001 al 2016, se elevó a 248, correspondiendo el 100% a fenómenos hidrometorológicos. La mayor proporción de declaratorias estuvo relacionada de igual manera con la presencia de lluvias severas y la presencia de huracanes, con 69

declaratorias emitidas en cada caso. Con relación a las declaratorias emitidas para los municipios costeros, se observa una situación similar con 146 eventos registrados, de los cuales 51 declaratorias relacionadas con lluvias y 47 con la presencia de algún ciclón tropical (Figura 16).

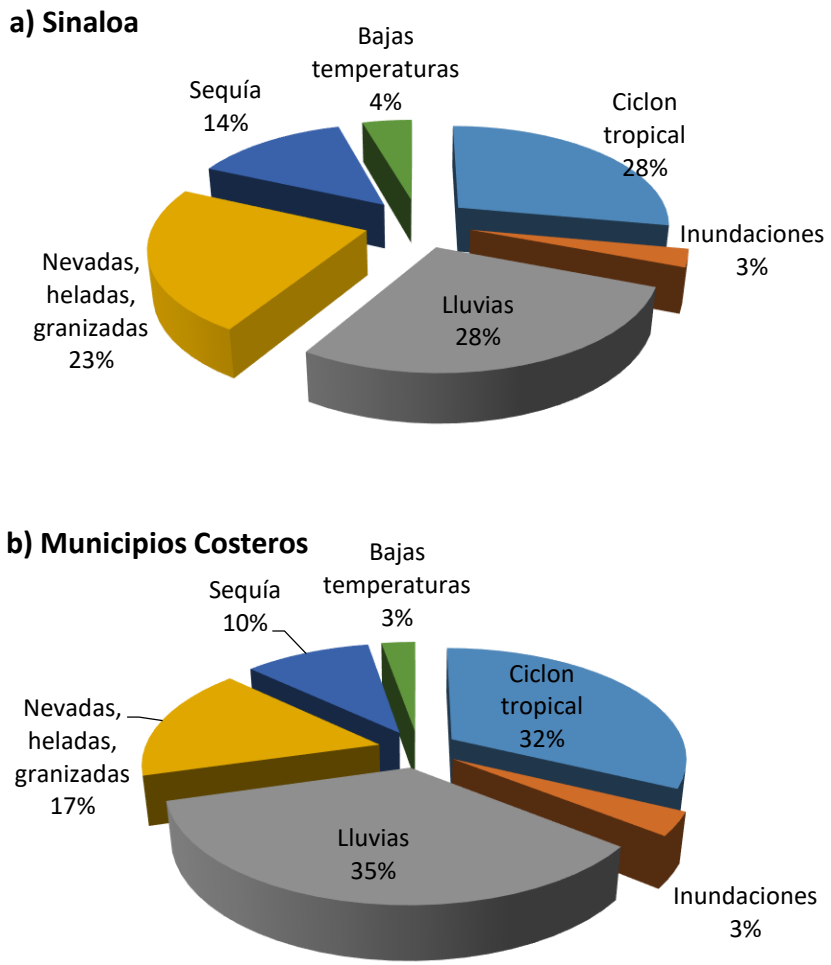

Figura 16. Tipos de desastre emitidos en declaratorias de emergencia y/o desastre durante los últimos 16 años. a) Estado de Sinaloa (n = 248); b) Municipios costeros de Sinaloa (n = 146). Fuente: Dirección General de Gestión de Riesgos (DGGR-FONDEN).

Para el mismo periodo, con base en el análisis del número de declaratorias relacionadas con ciclones tropicales, inundaciones y lluvias en los municipios costeros de Sinaloa y el

gasto federal autorizado al FONDEN, se determinó que los años de mayor gasto coincidieron con los años en los que se emitió el mayor número de declaratorias para este tipo de eventos. Para el año 2006, el 50% de las declaratorias están relacionadas con la presencia de ciclones tropicales, inundaciones y/o lluvias, destacando la presencia del Huracán Lane, con categoría 3 y de la depresión tropical Paul. En ese mismo año se emitieron declaraciones de emergencia y desastres en todos los municipios costeros de Sinaloa.

El año 2013 ha sido hasta la fecha el de mayor gasto del FONDEN asignado al estado, con un ejercicio de más de 850 millones de pesos, cerca del 15% del total nacional (Figura 17). Para ese año el 40% de las declaratorias estuvieron relacionadas con ciclones tropicales, inundaciones o lluvias, destacando la presencia del huracán Manuel y la tormenta tropical Sonia. Se emitieron declaraciones de emergencia o desastre para 8 de los 10 municipios costeros. Con esto se puede ver el alto costo económico que tienen los EPE en el estado de Sinaloa.

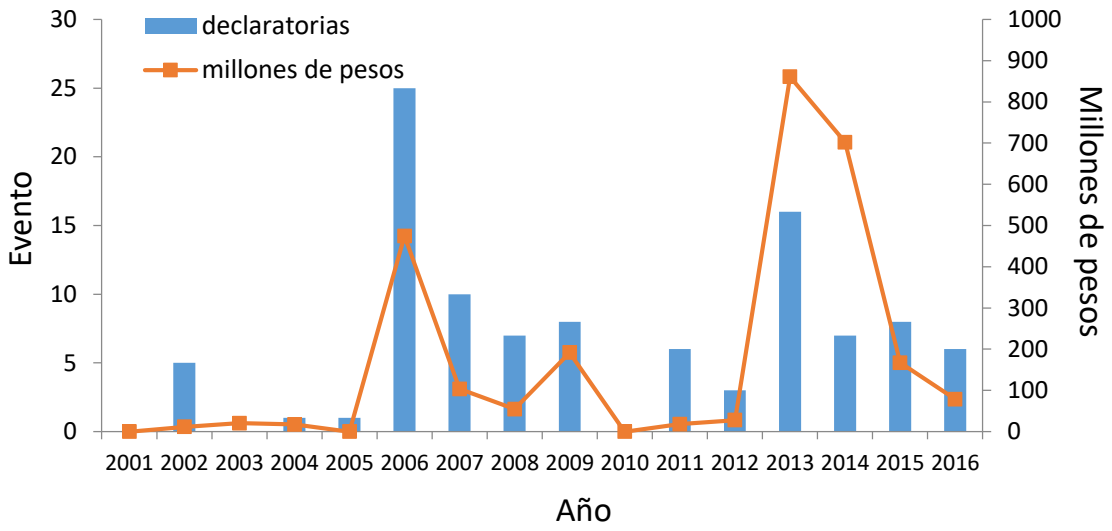

Figura 17. Declaratorias emitidas por la presencia de ciclones tropicales, inundaciones o lluvias en los municipios costeros de Sinaloa y el gasto federal autorizado al fideicomiso FONDEN para el estado de Sinaloa. (Fuentes: DGGR y SHCP).

Los municipios en los que se presentó el mayor número de declaratorias de emergencia y/o desastre relacionadas con la presencia de eventos hidrometeorológicos durante el periodo de análisis, fueron Guasave y El Rosario con 13 eventos cada uno, mientras que el municipio con el menor número de declaratorias fue Elota con 6 en el mismo periodo (Figura 18). Esto coincide con los resultados del análisis de vulnerabilidad del presente estudio (Capitulo 2), en donde Guasave fue el municipio que obtuvo el valor más alto del índice integral de vulnerabilidad (IVI, por sus siglas en ingles), presentando valores críticos en algunos indicadores socioeconómicos y de exposición.

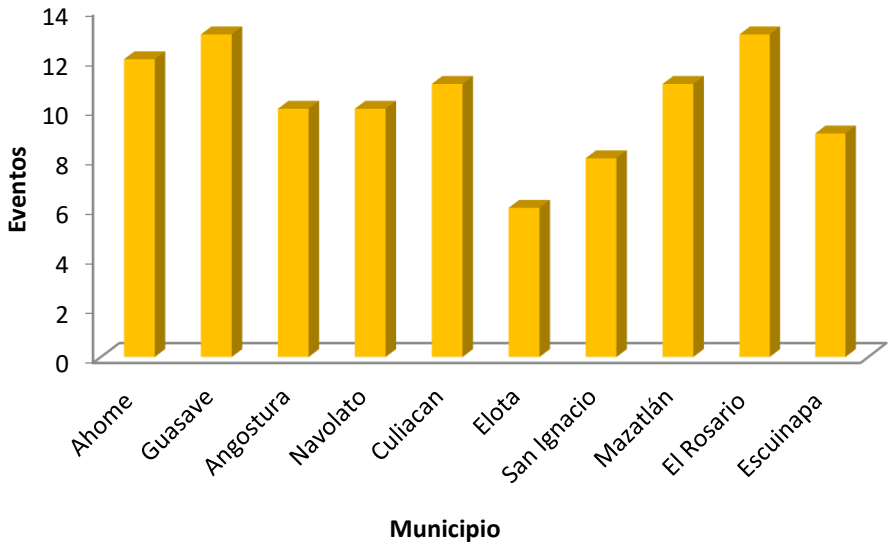

Figura 18. Declaratorias FONDEN emitidas entre 2001-2016 por municipio en Sinaloa, relacionadas con algún fenómeno asociado a EPE.

MECANISMOS DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA

A partir de las encuestas realizadas con los sectores que representan a la Sociedad Civil (ONG y Comunidad), se determinó si estos grupos participan en la elaboración de programas o planes de manera espontánea, o si es a través de convocatoria por las instancias gubernamentales.

De los resultados se infiere que existe algún nivel de participación en torno al tema de EPE en particular, pero también sobre otros aspectos relacionados y no con la gestión de los desastres, que se consideran como distintos niveles de participación ciudadana. Se presentan a continuación los resultados por sitio de estudio.

Guasave

En esta localidad, el personal que colabora con el Cuerpo de Bomberos señaló que a nivel local forma parte del Comité Local de Emergencias cuyo coordinador es el Presidente

Municipal, por lo que hay participación directa con Protección Civil Estatal. También se menciona participación a nivel federal, dado que se ha colaborado con las autoridades federales en la elaboración del Atlas de Riegos para la ciudad de Guasave. Sin embargo, se manifiesta frustración por considerar que no se tomaron en cuenta las observaciones realizadas al documento y que aparentemente se siguen patrones generales definidos centralmente, sin tomar en cuenta el conocimiento local, lo que conduce a errores y a ciertas omisiones importantes como el señalamiento de rutas de evacuación para la ciudadanía.

Por otra parte, desde el sector pesquero se señala que previo a la llegada de lluvias intensas, se les convoca por el ayuntamiento para apoyar a las autoridades en la divulgación de la amenaza generada por el mal tiempo, aunque no se revelaron los mecanismos de difusión y actualización de la información. Adicionalmente, algunos de los miembros de esta comunidad participan en brigadas comunitarias de Protección Civil y que en algunos casos han recibido capacitación del Programa de Fomento a la Productividad Pesquera y Acuícola (PROPESCA), que, si bien está enfocado en aspectos de productividad, suele incluir aspectos de protección ciudadana.

Finalmente, otros actores de la comunidad insertos en el sector académico señalaron su participación en el Consejo Municipal de Guasave y en el de Ahome, sobre conservación y protección de la zona costera, así como en otros programas de corte federal como es el caso del programa de Playa Limpia. Por otra parte, señalan su participación con la Secretaría de Marina en proyectos de investigación en la zona costera, así como de otros derivados de la actividad académica y convocatorias abiertas.

Navolato

En este caso, la mayor parte de los actores activos de la sociedad civil están relacionados con el sector Pesquero, una de las principales actividades económicas y de mayor tradición en la zona costera, la cual algunos combinan con actividades turísticas. Su participación más importante es a través de reuniones con Capitanía de Puerto, instancia a través de la cual se recibe capacitación constante, más relacionada con maniobras en el mar, manejo de embarcaciones y acciones de rescate. De manera similar, los actores relacionados con actividades turísticas mencionan que reciben cursos, pero no sobre eventos extremos, ni de evacuación, sino principalmente de sobrevivencia en el mar.

Mazatlán

Dado su carácter urbano, con el turismo y la pesca como actividades económicas principales y una amplia oferta educativa, en Mazatlán existe un número importante de actores clave que colaboran con distintas ONG de servicios, que señalan su participación en reuniones informativas con Protección Civil, en reuniones de Cabildo cada temporada de huracanes, en la conformación del Comité Municipal de Protección Civil y en reuniones preventivas o de seguimiento.

Los actores entrevistados del sector privado señalaron que no han participado en este tipo de reuniones y que para algunas emergencias se organizan de manera interna, como refieren los representantes del sector hotelero. En otro ámbito, la representación del Colegio de Ingenieros enfatizó sobre su escasa o nula participación, pero también su disposición de apoyar al gobierno y a Protección Civil, siempre y cuando su opinión sea solicitada por parte de las autoridades. Como parte de su colaboración profesional

mencionaron la posibilidad de generar opiniones técnicas en valoración o dictámenes de riesgo, así como otras acciones tales como el establecimiento de un centro de acopio. Otros representantes locales de la Cámara de Construcción señalaron que a nivel nacional colaboran con Protección Civil con la creación de manuales y creando padrones con las empresas que están en las localidades y pueden apoyar, por ejemplo, con maquinaria.

Por otra parte, actores relacionados con actividades pesqueras y turísticas indicaron su participación en reuniones con Capitanía de Puerto al inicio de la temporada de huracanes, a las que asiste Protección Civil, personal del Ejército y de la Marina, así como prestadores de servicios públicos, donde se les dan recomendaciones para evacuación y protección en caso de emergencias.

Finalmente, el representante del sector académico que participó en las entrevistas colabora activamente en el Consejo Estatal de Protección Civil, a partir de su experiencia en la dirección de este organismo a nivel local, pero también queda de manifiesto que este sector participa en actividades de docencia e investigación, generando y divulgando información que permite la comprensión de los fenómenos y posibles medidas de prevención y respuesta.

Escuinapa

Los actores clave que formaron parte de este proceso reconocieron que desconocen la existencia de información relacionada con la respuesta a desastres y que su participación en foros o talleres relacionados con el tema es prácticamente nula.

La participación comunitaria se reduce a reuniones programadas por los comités escolares de padres de familia, que rara vez se concentran en problemas como los que son objeto

del presente estudio y que en la mayoría de los casos genera reacciones posteriores a la presencia de un EPE, para organizar tareas de limpieza, reparaciones u obras de mejoras que se derivan como consecuencia del mal tiempo. Otro de los actores comunitarios señaló su participación en foros a nivel estatal, propiciados por la Secretaria de Desarrollo Social, como parte de algunos programas de asistencia social, que no necesariamente tienen relación con los efectos de EPE. En ese mismo esquema, otros actores con algún cargo público mencionaron su participación en otro tipo de programas, como el de Escuela Segura, o en colaboración directa con la coordinación de Protección Civil.

Esta localidad es la única donde se detectó la existencia de eventos de capacitación técnica por parte de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y de ONG ambientales como SUMAR, que además de considerar aspectos relacionados con la pesca, y prestación de servicios turísticos, también incluye otros como los relativos a servicios ambientales y conservación de flora y fauna. Queda de manifiesto a partir de las entrevistas que parte de la labor generada por las ONG del sector ambiental busca incidir en políticas públicas, particularmente en la creación de capacidades para el manejo efectivo de las áreas naturales protegidas.

DISCUSIÓN

Diversos autores han señalado la importancia que tiene el capital social, incluidas las redes sociales, en torno a la gestión de desastres, no solo en la respuesta durante el desastre, sino también en la recuperación post desastre (Fussell, 2006; Sadri et al., 2017a; Sadri et al., 2017b; Masud-All-Kamal y Hassan, 2018). Las redes sociales son componentes clave para

la construcción de ciudades resilientes (Tompkins y Adger, 2004; Albright y Crow, 2015). Por esta razón, en el presente trabajo se utilizó un enfoque de ARS para definir cómo la estructura de las redes sociales afecta la capacidad de las localidades para manejar la respuesta ante EPE antes, durante y después de un desastre.

Comparando los resultados del ARS entre los cuatro sitios seleccionados, se observa que la densidad de la red en todos los sitios es baja, siendo la red más densa la de Escuinapa, lo que podría explicarse por un mayor número de entrevistas realizadas en este sitio. La densidad de la red está en función del número total de los actores identificados durante el análisis y las relaciones potenciales que se podrían generar. Todas las redes mostraron baja conectividad, con varios actores conectados solamente con un actor, principalmente en los casos Navolato-Altata y Mazatlán. Según Bodin et al. (2006), la densidad tiene distintos efectos sobre el comportamiento de la red. Una alta densidad de la red puede contribuir al fortalecimiento de la confianza entre los actores, y por lo tanto, incrementar el control dentro de la misma. Al mismo tiempo, una alta densidad de la red beneficia la difusión de la información a través de una mayor accesibilidad entre actores. Sin embargo, densidades altas pueden tener efectos negativos sobre la diversidad de la red, ya que promueven la homogenización de experiencias y conocimientos entre actores, lo que podría limitar la respuesta.

La red con el mayor grado de centralización correspondió a Navolato-Altata, mostrando el mayor número de actores en las posiciones centrales, los cuales pertenecen principalmente al sector gubernamental, lo que indica un comportamiento tipo estrella en la red, con la presencia de pocos actores con la mayoría de los vínculos (Farr et al., 2018).

Al tratarse en todos los casos de redes dirigidas, se diferenció entre el grado de salida y de entrada de cada actor para definir a los actores centrales. En el caso de los primeros se hace referencia a aquellos que podemos considerar como los actores más influyentes por su conexión directa con otros actores, es decir presentan un alto grado de sociabilidad. En el caso de los segundos, los identificamos como aquellos más importantes y de soporte en la red al recibir muchos enlaces por parte de otros actores.

En todos los casos, Protección Civil obtuvo los valores más altos tanto de salida como de entrada por lo que es considerado como el actor más sociable y más popular. Otro actor que sobresale por su alto grado de sociabilidad es Capitanía de Puerto, mientras que Ayuntamiento y SEMAR sobresalen por su popularidad entre otros actores.

Con relación al grado de cercanía, Protección Civil y Capitanía de Puerto son actores que ocupan un papel principal en todas las localidades con excepción de Navolato-Altata, única red donde los actores del Sector Turismo y Pesquero ocupan una posición de cercanía importante. Esto último puede atribuirse al hecho de que esta localidad fue el sitio donde esos sectores son los más relevantes para la economía local. Con respecto al grado de intermediación, en todos los casos los principales actores son Protección Civil, Capitanía de Puerto y Cruz Roja, con excepción de Guasave-Las Glorias, donde se incluyó a los Bomberos. En ambos casos se trata de organismos de la sociedad civil, conformados principalmente por actores voluntarios. (Silva, 2013; Ochoa et al., 2016a).

La importancia de actores con un alto grado de cercanía e intermediación consiste en que, en redes con una baja densidad como es el caso de este estudio, estos actores pueden

apoyar la transmisión de información al interior de la red debido a su posición y su capacidad para acceder a otros actores en la red (Farr et al., 2018).

Así pues, considerando todos los agentes presentes en la red, las clasificaciones obtenidas sobre la centralidad y el nivel de cercanía e intermediación obtenidas con el ARS global, se pone de manifiesto el predominio de las administraciones y organismos públicos en todas las localidades, siendo en todos los casos la respuesta frente a EPE centralizada por el gobierno y teniendo como actor principal a Protección Civil coordinando la acción colectiva.

En todos los casos, las relaciones establecidas entre los miembros de las redes son formales, centralizadas, es decir, existe una jerarquía, multilaterales, en su mayoría operativas y de confianza en el papel desempeñado por los organismos públicos, en términos de organización y respuesta.

Aunque en la legislación se señala la participación ciudadana como un derecho de la ciudadanía, no se ha llegado a consolidar un sistema de participación ciudadana abierta que vincule a estos actores con las políticas públicas (Córdova y Romo, 2016). En el diagnóstico realizado para el municipio de Mazatlán para el Perfil de Resiliencia Urbana (SEDATU, 2017), se señala que es necesario incentivar la participación de la sociedad civil y la academia para la protección civil y la gestión de riesgos de desastres, ya que este municipio no cuenta con acuerdos de colaboración con estos sectores, situación que podemos extrapolar al resto de los municipios analizados en este trabajo. Solamente en uno de los casos se reportó la participación del sector académico con el sector gubernamental en torno a la gestión de desastres a nivel Estatal. El papel que desempeña

la academia como generadora y dispersora de conocimiento y una aliada estratégica en la toma de decisiones de los funcionarios ya ha sido reportado por otros autores como exitoso (Ochoa et al., 2016a; Ochoa et al., 2016b)

Si bien todos los municipios cuentan con un Atlas de Riesgo, ningún participante de la sociedad civil manifiesta haber tenido participación alguna durante la elaboración del documento. Con excepción de una sola persona entrevistada, en ninguna de las localidades se obtuvo respuesta positiva sobre si conocen de la existencia del documento, a pesar de la importancia de estos instrumentos en términos de ordenamiento y planeación territorial. (Ruiz et al., 2015). Entre las implicaciones de esto, en primer lugar, sería el desconocimiento por parte de un grupo importante de usuarios de la existencia de este documento que tiene implicaciones en la gestión de riesgo de desastre. En segundo lugar, las acciones para la adaptación necesitan tener un fuerte sustento de participación social de las comunidades a fin de garantizar su permanencia (Ochoa et al., 2016a).

Personal de la Cruz Roja y Bomberos mencionó haber participado en reuniones de Protección Civil, ante el pronóstico de llegada de un meteoro, como parte del Comité Municipal de Emergencias. Dado que estas comunidades son pesqueras y/o turísticas, la participación de estos sectores puede ocurrir en reuniones periódicas con autoridades en cursos y talleres relacionados principalmente con aspectos de su actividad productiva.

Sobresale un modelo para la toma de decisiones vertical y altamente racional, el cual contrasta con la gobernanza, la cual se caracteriza por políticas transversales e intersectoriales, alta participación de todos los sectores de la población y permiten la interacción constante entre la ciudadanía, grupos de interés y el gobierno (Córdova y

Romo, 2015). La falta de estos mecanismos de participación es indicación de un tipo de gobierno vertical “top down”, donde las decisiones son tomadas sin un consenso ciudadano (Ford y King, 2013). Aunque la participación pública contribuye a mejorar la calidad de la decisión final, esta no siempre es bien recibida por las instituciones y los ciudadanos no siempre están interesados en participar (Romero-Lankao et al., 2013).

CONCLUSIONES

Dado que los sitios presentan una misma estructura a nivel estatal, todos muestran cierta similitud, independientemente del número de entrevistas realizadas y de los actores entrevistados. En todos los casos la configuración de la red tiene un actor clave que es la Coordinación Municipal de Protección Civil, y los actores centrales, cercanos e intermediarios son los mismos, variando el orden en el que se encuentran. Los actores de organizaciones no gubernamentales como Bomberos y Cruz Roja tienen también un papel importante a la hora de dar respuesta y brindar apoyo durante estos eventos, ambas son organizaciones que se integran principalmente por personal que presta sus servicios de manera voluntaria.

La participación predominante es de actores del sector gubernamental, lo cual resulta congruente con la normatividad. Sin embargo, esto se contrapone con el principio de gobernanza el cual fomenta una toma de decisiones incluyente con las diferentes partes interesadas y actores clave. Teniendo en cuenta que a nivel nacional existe el mismo marco jurídico regulando la respuesta en torno a la gestión de desastres, podemos inferir

que esta situación es la misma que se presenta en todo el país. La falta de participación ciudadana limita el fortalecimiento de la CI.

A partir del nivel de los actores, es posible establecer que la respuesta primaria está en manos de actores locales. También es posible identificar actores de nivel estatal y federal que tienen un papel potencial; es decir, su participación está en función de la magnitud del evento cuando la capacidad de los actores a nivel local se vea rebasada a la hora de actuar, tal como se encuentra establecido en la legislación.

Existe un marco normativo y operativo en torno al tema de gestión de desastres que define con claridad los protocolos de acción ante una contingencia que pueda causar desastre, el cual incluye a los eventos de tipo Hidrometeorológico.

En términos generales, la participación de la Sociedad Civil en torno al manejo de desastres es escasa, no se identificaron mecanismos formales de participación ciudadana (e.g. talleres participativos, consultas públicas, foros) en ninguno de los sitios. Podemos considerar que la participación que existe en la mayoría de los casos obedece a fines informativos y en algunos casos con fines de colaboración, sin embargo, no se incide en la toma de decisiones.

Referencias

Adger, W. N., T. P. Hughes, C. Folke, S. R. Carpenter y J. Rockstrom (2005) Social-Ecological Resilience to Coastal Disasters. Science Vol. 309.

Albright, E. A., Crow, D. A. 2015. Learning processes, public and stakeholder engagement: analyzing responses to Colorado's extreme flood events of 2013. Urban Climate, 14, 79-93.

Almada Navarro, M. E., 2008. El análisis de actores. Metodología para el análisis contextual en Bibliotecología y Estudios de la Información. XXVI Coloquio de

Investigación en Biobliotecología y sobre la Información. Universidad Nacional Autónoma de México.

Aragon-Durand, F., 2014. Inundaciones urbanas de cuencas en América Latina. Soluciones prácticas. Primera edición. Lima. 112 pp.

Barton, R. J. 2009. Adaptación al cambio climático en la planificación de ciudades-regiones. Revista de Geografía Norte Grande, 43: 5-30.

Bastian, M., Heymann, S. y M. Jacomy. 2009. Gephi: An Open Source Software for Exploring and Manipulating Networks. Association for the Advancement of Artificial Intelligence. https://gephi.org/

Beltrán, O. 2005. Revisiones sistemáticas de la literatura. Rev. Colombiana de Gastroenterología, 20 (1) 60-69.

Bodin, Ö., Crona, B., Ernstson, H., 2006. Social networks in natural resource management: what is there to learn from a structural perspective? Ecol Soc., 11(2).

Cavazos, T. (Ed.), 2015. Conviviendo con la Naturaleza: El problema de los desastres asociados a fenómenos hidrometeorológicos y climáticos en México. REDESClim, México, Ediciones ILCSA, 143 pp.

Cherven, K. 2013. Network Graph Analysis and Visualization with Gephi. Packt Publishing Ltd. 116 pag.

CONAGUA, 2007. Guía Identificación de Actores Clave. Serie planeación hidráulica en México, Componente: Planeación Local, Proyectos Emblemáticos. Comisión Nacional del Agua: México.

Córdova, B. G., Romo, A. M. L., 2015. Gobernanza climática: Actores sociales en la mitigación y adaptación en el estado de Coahuila, México. Nóesis, Volumen 24, 129-146.

Corfee-Morlot, J., L. Kamal-Chaooui, M.G. Donovan, I. Cochran, A. Robert y P.J. Teasdale. 2009. Cities, Climate Change and Mulitilevel Governance. OECD Environmental Working Papers No. 14, OECD publishing.

Del Fresno, M., Marqués, P. y Sánchez, D. 2014. Conectados por redes sociales: Introducción al Análisis de Redes Sociales y casos prácticos. Barcelona: Editorial UOC. 352 pp.

Dodman, David y David Satterthwaite. 2008. Institutional Capacity, Climate Change Adaptation and the Urban Poor. IDS Bulletin Institute Develompent Studies 39 (4): 67-74.

Farr, C. M., Reed, S. E., Pejchar, L., 2018. Social Network Analysis Identifies Key Participants in Conservation Development. Environ. Manage. 61(5), 732-740.

Ford, D. J., King, D., 2013. A framework for examining adaptation readiness. Mitig Adapt Strateg Glob Change. DOI 10.1007/s11027-013-9505-8.

Fussell, E., 2006. Leaving New Orleans: social stratification, networks and hurricane evacuation. Social Science Research Council http://understandingkatrina.ssrc.org/Fussell/

Goodman, A. L. 1961. Snowball Sampling. Annals of Math. Stat. Vol. 32, No. 1, pp. 148-170.

HABITAT-ONU. 2016. Urbanización y Desarrollo. Futuros Emergentes. Reporte Ciudades del Mundo, 2016. HABITAT-ONU Por un mejor futuro urbano. Recuperado el Agosto de 2018. http://nua.unhabitat.org/uploads/Reportedelasciudades2016.pdf

Martinez, A., Dimitriadis, Y., Rubia-Avi, B., Gomez-Sanchez, E., De La Fuente, P., 2003. Combining qualitative evaluation and social network analysis for the study of classroom social interactions. Computers and Education, 41, 353-368.

Masud-All-Kamal, M., Hassan, S. M., 2018. The link between social capital and disaster recovery: evidence from coastal communities in Bangladesh. Natural Hazards, 93(3), 1547-1564.

Measham, G. T., Preston, L. B., Smith, F. T., Brooke, C., Gorddard, R., Whitycombe, G. y C. Morrison. 2013. Adapting to climate change through local municipal planning: barriers and challenges. Mitigation and Adaptation Strategies Global Change 16:889-909.

Montijo-Galindo, A., Ruiz-Luna, A., 2018. El rol de la capacidad institucional como medida de adaptación frente a eventos de precipitación extrema en el noroeste de México. Región y Sociedad, 73: 1-39.

Montijo-Galindo, A. Ruiz-Luna, A., s/f. Vulnerability assessment to extreme precipitation events on Mexico's pacific coast. Sometido a Ocean and Coastal Management (05/06/18).

Naess Otto, Lars, Guri Bang, Siri Eriksen y Jonas Vevatne. 2005. Institutional adaptation to climate change: Flood responses at the municipal level in Norway. Global Environmental Change 15: 125-138.

Ochoa-Martínez, A. C., Travieso-Bello, A.C., Welsh-Rodríguez, C.M., Conde-Álvarez, C., Yáñez-Garrido, G., 2016a. Gestión de riesgos por eventos extremos de precipitación: el caso de los funcionarios municipales del estado de Veracruz. Teoría y Praxis, 94-114.

Ochoa-Martínez, A.C., Conde-Alvarez, A.C., Welsh-Rodríguez, C.M., Yañez-Garrido, G., Morales-Martínez, M.A., 2016b. Percepción de vulnerabilidad en los actores clave para Veracruz de Ignacio de la Llave ante el cambio y variabilidad climáticos:

una aproximación. Realidad, datos y espacio. Revista Internacional de Estadística y Geografía, Vol. 7, Núm. 2. 4-13.

Orencio, M. P. y M. Fujii. 2013. A localized disaster-resilience index to assess coastal communities based on an analytic hierarchy process (AHP). International Journal of Disaster Risk Reduction 3: 62-75.

PECC, 2014. Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018. Diario Oficial de la Federación

Posey, J. 2009. The determinants of vulnerability and adaptive capacity at the municipal level: Evidence from floodplain management programs in the United States. Global Environmental Change 19(4): 482-493.

Romero-Lankao, Patricia, Natalia Brutto, Manyu Chang, Jorgelina Hardoy, Rafael D'Almeida Martins y Kerstin Krellenberg. 2013. V. Desarrollar capacidades de respuesta urbana a la variabilidad y el cambio climático. En: Respuestas urbanas al cambio climático, editado por Roberto Sánchez Rodríguez, 119-136. Santiago de Chile: CEPAL-IAI.

Rosas Huerta, A., Sánchez Robles, J., Chávez Cortés, M. M., 2012. La técnica Delphi y el análisis de la capacidad institucional de gobiernos locales que atienden el cambio climático. Política y Cultura 38:165-194.

Ruiz-Luna, A., Martínez-Peralta, C., Eichler, P., Teixeira, R. L., Acosta-Morel, M., Hernández-Guzmán, R., Iwama, Y. A. A socio-environmental framework for the vulnerability assessment and evaluation of institutional capacities in response to extreme rainfall events. Sometido a Environmental Hazards: Human and Policy Dimensions (23/05/18).

Ruiz, R. N., Casado, I. J. M., Sánchez, S. M. T., 2015. Los Atlas de Riesgo municipales en México como instrumentos de ordenamiento territorial. Investigaciones Geográficas, Boletín núm. 88, 146-162.

Sadri, M. A., Ukkusuri, S. V., Asce, A. M., Gladwin, H., 2017a. The Role of Social Networks and Information Sources on Hurricane Evacuation Decision Making. Nat. Hazards Rev. 18(3)

Sadri, M.A., Ukkusuri, S. V., Lee, S., Clawson, R., Aldrich, D., Nelson, S. M., Seipel, J. Kelly, D., 2017b. The role of social capital, personal networks, and emergency responders in post-disaster recovery and resilience: a study of rural communities in Indiana. Natural Hazards, 90(3), 1377-1406.

Secretaria de Desarrollo Territorial y Urbano (SEDATU), 2017. Perfil de Resiliencia Urbana Mazatlán, Sinaloa.

Silva Gutiérrez, Luis M. 2013. La protección civil y su gestión desde el enfoque de redes sociales. Análisis del Sistema de Alerta Temprana por Ciclones Tropicales ante el impacto de *Jimena* en Guaymas, Sonora. En Modelos para el análisis de políticas

públicas, coordinado por Nicolás Pineda Pablos, 145-173. Hermosillo: El Colegio de Sonora.

Tompkins, L. Emma y W. Neil Adger. 2004. Does Adaptive Management of Natural Resources Resilience to Climate Change? Ecology and Society 9 (2): 10.

Velázquez, A. A. y N. Aguilar. 2005. Manual introductorio al Análisis de Redes Sociales.

Zarazúa, J. A., Gómez-Carreto, T., Aguilera-Ceja, N. A., Moncayo-Estrada, R., Sánchez-González, A. 2014. Identificación de actores clave. Una perspectiva desde las redes sociales en un proyecto emblemático. Naturaleza y Desarrollo, Vol. 12, Núm. 1, 2-15.

5. DISCUSIÓN GENERAL

Tal como se planteaba en la hipótesis relacionada con este estudio, a partir de los resultados obtenidos se verifica que el nivel de vulnerabilidad en la zona costera de Sinaloa, originada por la presencia de eventos de precipitación extrema, se encuentra determinada por distintas características ambientales y socioeconómicas, que contribuyen de manera diferencial para aumentar o reducir esta vulnerabilidad. Resultados similares se han observado en diversos estudios que evalúan la vulnerabilidad con una visión multidimensional (UNEP, 2005; Vittal y Radhakrishnan, 2007; Wang et al., 2014), que no necesariamente incluye la ponderación de los indicadores a evaluar, tal como se hizo en el presente estudio. Adicionalmente, a pesar de que a nivel federal y estatal existe consistencia en cuanto a la normatividad que rige las acciones preventivas y de reacción ante la presencia de eventos de naturaleza extrema, la organización a nivel municipal y local, son fundamentales para la reducción de la vulnerabilidad.

Conforme a lo establecido metodológicamente, con la conclusión de la primera fase de esta investigación, consistente en la evaluación de la vulnerabilidad a nivel municipal, se determinó que no existe una aparente relación geográfica con los niveles de vulnerabilidad, dado que los municipios de Guasave y Escuinapa, localizados en extremos opuestos del estado, registraron los niveles más altos de vulnerabilidad, mientras que Culiacán, en el centro del estado, presentó el nivel más bajo, en función de los indicadores evaluados. Los niveles más altos se asocian principalmente con los indicadores que definen la Severidad, en donde se incluyen indicadores de tipo ambiental y de exposición.

Esta tendencia geográfica se mantiene cuando analizamos las declaratorias de emergencia y/o desastre emitidas por lluvias, ciclones e inundaciones durante el periodo 2001-2016, en donde también se registró un mayor numero de eventos al norte y al sur del estado,

siendo en este caso Guasave y El Rosario los municipios con el mayor numero de declaratorias. El número de EPE en los últimos 10 años (2005-2015) también arrojó resultados similares, con una tendencia a una mayor cantidad de registros en los municipios del norte y los del sur, siendo mucho más evidente la presencia de EPE en los 3 municipios del sur del estado, sobretodo en Escuinapa. Sin embargo, sería interesante actualizar estos datos con los registros de precipitación diaria de los últimos casi 3 años para ver si la tendencia se mantiene, o inclusive ampliar la serie de tiempo analizando un periodo similar al del análisis de declaratorias y hacer nuevamente la comparación.

La vulnerabilidad ante el cambio climático en Sinaloa ha sido evaluada por otros autores, con algunas coincidencias, como es el caso de Delgadillo (1996), quien clasifica a los municipios de Culiacán, Mazatlán, Guasave y Ahome como zonas de alto riesgo a los fenómenos hidrometeorológicos, lo cual es asociado con el número de habitantes y su alta densidad de población. Otros autores como Beraud et al. (2014) y Palafox et al. (2014), analizan la vulnerabilidad en Sinaloa, sin embargo, lo han hecho en forma local y específicamente en zonas urbanas. Por su parte, Monterroso et al. (2014) realizaron un análisis de vulnerabilidad a nivel nacional, en el cual toman en consideración factores de precipitación, temperaturas y fenómenos hidrometerorológicos. Señalan que el estado no presenta valores extremos de vulnerabilidad al cambio climático, sin embargo, mencionan que existe una alta exposición a las lluvias torrenciales en la zona sur, clasificando a los municipios costeros de El Rosario y Escuinapa dentro de los más vulnerables.

Considerando el cambio climático en su conjunto, el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF, por sus siglas en ingles) y la fundación Carlos Slim (2014) identificaron a Ahome como el municipio más vulnerable de Sinaloa, seguido por Navolato, Guasave y El

Rosario, es decir, principalmente la zona norte del estado y de manera secundaria, parte del sur. Otro análisis a nivel estatal (Plan Estatal de Cambio Climático de Sinaloa, PECCSIN), presenta similitudes, pero también discrepancias en cuanto a la asignación de los máximos y mínimos niveles estimados de vulnerabilidad, atribuyendo un nivel muy alto para la costa de Escuinapa, en tanto que se considera baja en la costa de los municipios de Culiacán, Navolato y Ahome y como los menos vulnerables, a Guasave y Angostura. (INAPI/SEDESHU, 2016)

Para entender las diferencias, además de los distintos enfoques utilizados en cada estudio, debe considerarse la escala espacial utilizada en cada análisis. La escala espacial aplicada en el presente estudio (municipal), ha sido señalada como una de las más adecuadas para evaluar la vulnerabilidad, tomando en consideración que el municipio es la unidad básica de planeación administrativa y económica y es la escala en la cual, las políticas de adaptación pueden ser implementadas (Posey, 2009; Monterroso y Conde, 2015), si bien otra de las escalas aplicadas en diversos estudios integran al nivel de Área Geoestadística Básica (AGEB) de INEGI, que da mayor detalle de las posibles afectaciones o efectos, pero que carece de una estructura administrativa real y solo es aplicable en áreas urbanas.

Otra de las posibles causas de estas diferencias se asocia a los indicadores utilizados en cada análisis. Si bien todos los trabajos cumplen con la característica de seleccionar indicadores que representen la multidimensionalidad de la vulnerabilidad, la inclusión de un menor o mayor número y el uso de distintos indicadores puede generar diferencias en los resultados del análisis. Por esta razón, el presente estudio incluyó inicialmente un mayor número que el reportado, pero fue puesto a consideración de expertos en los distintos temas, quienes seleccionaron los que consideraron más adecuados. Sin embargo,

se recomienda que se explore la posibilidad de incrementar el número de indicadores y determinar el posible efecto de la inclusión de un mayor número en la evaluación de la vulnerabilidad.

Respecto a lo anterior, cabe mencionarse que una estrategia empleada en el presente fue la de ponderar a los mismos, siguiendo un esquema similar al de Wang et al. (2014), asignando pesos tanto a los criterios como a los indicadores, con lo cual se balancea la importancia de cada uno de los elementos a evaluar. La aplicación de una serie de encuestas en dos rondas permitió obtener dicho valor de ponderación que permitiera asignar el nivel de importancia que cada criterio e indicador tienen para la estimación de la vulnerabilidad.

En el presente caso, el diseño de la encuesta no permitió comparar la importancia de cada indicador con respecto a los demás para obtener un valor individual, tal como lo presentan Roy y Blaschke (2015), y en su lugar se asignaron pesos a los criterios e indicadores en función de su importancia para los expertos, siendo este valor igual en cada juego de criterio – indicadores. Así, la ponderación se hizo tomando en cuenta la posición del primer criterio e indicadores, de acuerdo con el nivel de importancia asignado por el panel de expertos, con respecto al segundo puesto, y del segundo puesto con respecto al tercero, considerando que cada criterio estuvo integrado por tres indicadores.

En ese sentido, se recomienda que futuros estudios que incluyan indicadores, incorporen en el proceso de selección, el diseño metodológico a partir del cual sea posible una asignación más objetiva y directa del peso para cada indicador, aplicando la escala de Saaty (1977).

La selección final y ponderación de indicadores se basó en un consenso entre un grupo interdisciplinario de expertos en temas de vulnerabilidad, cambio climático, gestión de riesgos, desastres, manejo de zona costera, entre otros. Sin embargo, se considera una omisión que debe subsanarse en futuros trabajos de la naturaleza del presente, la inclusión de autoridades locales (Protección civil, planeación, obras públicas, seguridad pública), quienes son las primeras en actuar ante la posible llegada de un evento de precipitación extrema y toman las decisiones necesarias para situaciones de contingencia. Se considera que su participación contribuiría a identificar otro tipo de indicadores con base en el conocimiento y experiencia adquiridos. La inclusión de los *stakeholders* en este tipo de trabajos ha sido reportada como un factor determinante para que la adaptación tome lugar (Ford y King, 2013).

Con las consideraciones anteriores es claro que los mecanismos de selección de los indicadores, así como de su ponderación para fines de valoración de la vulnerabilidad, deberán mejorarse, sin embargo, se considera que los resultados obtenidos son representativos de una realidad actual, por lo que también deben preverse mecanismos de actualización de datos y su posible incorporación a estudios de la naturaleza del presente.

Una prueba de esta necesidad de mantener actualizada la información de base, así como la incorporación de nuevos elementos, se presentó una vez concluido el presente estudio, según el cual el municipio de Culiacán, localizado al centro del estado y donde se ubica la sede de los poderes estatales, es el de menor vulnerabilidad ante la presencia de EPE.

Con fecha del 19 de septiembre de 2018, se formó de manera inusual en el golfo de California, una depresión tropical, posteriormente transformada a tormenta tropical (e19),

lo que según algunos medios fue calificado por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) como el primer ciclón tropical formado en esta región (https://www.debate.com.mx/mexico/depresion-tropical-19-e-golfo-california-lluvias-sinaloa-sonora-bcs-20180919-0127.html). En esa fecha y durante el día siguiente hubo precipitaciones intensas sobre los cuatro estados que rodean al golfo de California, alcanzando el estado de Chihuahua, impactando al menos a 26 Municipios y declarándose como zona de desastre a 11 de los 18 municipios de Sinaloa, debido a los efectos de las lluvias intensas y a distintos eventos de inundación registrados principalmente en zona urbana (http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5539281&fecha=27/09/2018). Entre los municipios más afectados se encuentran Culiacán y Ahome, que de acuerdo a los resultados del presente estudio tienen una vulnerabilidad de baja a media, ante EPE, lo que en principio pareciera ser contradictorio.

Al respecto cabe mencionarse que, aunque la evaluación realizada en este trabajo tiene como unidad espacial el nivel municipal, como ya se explicaba anteriormente, el estudio se acotó a la región baja de la zona costera. De acuerdo con distintos autores, la franja costera no tiene una delimitación fija, incluyéndose en algunos casos la región comprendida hasta los 100 kilómetros a partir de la línea de costa (UNEP, 2005; Adger et al., 2005). Si bien, para propósitos específicos, la zona costera puede delimitarse de manera relativamente arbitraria, considerando para su delimitación la altura sobre el nivel del mar, la distancia desde la costa o inclusive factores de índole administrativo como lo propone SEMARNAT (2006) para definir los municipios costeros de México.

En este trabajo, la zona de estudio comprende exclusivamente áreas por debajo de los 30 msnm y fue a partir de esa delimitación que se generaron algunos de los indicadores

relacionados con exposición, incluyendo la población asentada en dicha franja, lo que trajo como consecuencia que ciudades con altos niveles de población (exposición) como Culiacán y Los Mochis, no se incluyeran en la evaluación.

De todos los municipios costeros de Sinaloa, el de Culiacán fue el que registró el menor porcentaje de habitantes, alcanzando apenas el 12%. Otro punto a considerar es que Culiacán registró los valores más altos en los indicadores del criterio Condiciones económicas (CE), uno de los criterios con mayor peso dentro de este estudio y que en buena medida es un indicador de la resiliencia de la localidad ante posibles desastres.

Evidentemente, la situación de desastre pone de manifiesto deficiencias y vacíos que deberán ser considerados en futuros trabajos, no solo para evaluar la vulnerabilidad, si no para monitorear también las consecuencias de los desastres y recoger las lecciones aprendidas de la población y autoridades, tanto en materia de prevención como de atención posterior.

Finalmente, la reflexión sobre esta situación reciente de desastre pone de manifiesto que deberá fortalecerse la idea que este tipo de evaluaciones genera, pues el indicar a Culiacán como el municipio de menor vulnerabilidad, no lo exenta del riesgo, particularmente ante la evidencia del cambio climático y con ello, la enorme variabilidad asociada, que reduce la capacidad de predicción de fenómenos tales como los que se han presentado en fechas recientes, como fue el caso de la formación simultánea de tres huracanes en el Atlántico (Florence, Isaac y Helene; 10 septiembre 2018), la duración intensidad y trayectoria del huracán Michael (Octubre 2018), que inclusive alcanzó costas europeas y por supuesto, la tormenta tropical e19, formada en el golfo de California, sitio para el cual no se cuenta

con registro previo de origen de estos fenómenos. Recientemente el huracán Willa que alcanzó una categoría de 5 en la escala Saffir-Simpson, azotó las comunidades costeras del sur de Sinaloa, y el norte de Nayarit, causando estragos y cuantiosas pérdidas económicas (23 de octubre 2018).

Con base en lo anterior, se reconoce y se reitera la necesidad de ir incorporando en la conciencia ciudadana, la inevitabilidad de la presencia de precipitaciones y otros fenómenos hidrometeorológicos extremos, así como de sus efectos negativos. Sin embargo, también es imprescindible que las experiencias negativas se asimilen y retroalimenten tanto a ciudadanos como a autoridades con el fin de incorporar nuevos elementos de análisis en el proceso de reducción de vulnerabilidad e incremento de la resiliencia, particularmente importante en sociedades rurales y/o dependientes de recursos que son sensibles a cambios en el clima (Adger et al, 2003), como la mayoría de estudios de caso aquí analizados.

Es de suma importancia la integración de estudios a diversas escalas, pues del análisis de las entrevistas realizadas a nivel local dentro de este estudio, se identifica que la problemática generada por los EPE no es ajena para la mayoría de los actores clave e inclusive reconocen la importancia de algunas acciones de carácter ciudadano (e.g. limpieza previa al inicio de la temporada de lluvias). Sin embargo no hay una conexión directa con otros niveles de organización que permitan identificar los riesgos asociados con la cercanía a cuerpos de agua naturales o artificiales (e.g. ríos, arroyos, presas), la presencia de obras de infraestructura hidráulica como drenes y canales y otro tipo de infraestructura hidráulica, así como acciones específicas como el monitoreo del nivel de las presas, mantenimiento del sistema pluvial de la ciudad y en general, gestiones

tendientes a incrementar la resiliencia urbana a los efectos de inundaciones (Liao, 2012). Adicionalmente, no siempre es accesible información sobre posibles acciones que se estén realizando a nivel de cuenca y que puedan contribuir a reducir o incrementar el efecto de las inundaciones.

En lo correspondiente a la identificación y el análisis de la participación de los actores clave, el método de análisis de redes sociales resultó una herramienta muy útil para determinar el papel que cada uno de los actores juega dentro de la respuesta a un EPE (Tompkins et al., 2002; Bodin et al., 2006; Duberstein, 2009; y Farr et al., 2018). Nos permitió identificar si la red es centralizada o si esta fragmentada, es decir, si existen subgrupos dentro de la red que estén aisaldos del resto de los actores, lo cual podría llegar a dificultar la respuesta. Identificar a los actores puente o intermediarios, que facilitan la comunicación y la difusión de la información al interior de la red. Clasificar a los actores en sectores y niveles, permite ver la coordinación interinstitucional y los recursos con los que se cuenta. A pesar de las diferencias en el número de entrevistas en cada localidad, y del número de actores identificados, la estructura básica en todas las redes se mantiene, destacando la presencia de la mayoría de los mismos actores en todos los casos.

Como se identificó durante el análisis de la capacidad institucional, el actor central en la respuesta ante este tipo de eventos es Protección Civil, hecho que concuerda con lo identificado durante el análisis del marco legal. Tomando en consideración el nivel de los actores, es posible identificar que la respuesta primaria está en manos de actores locales. También es posible identificar actores de nivel estatal y federal que tienen un papel potencial; es decir, su participación está en función de la magnitud del evento en el caso de que la capacidad de los actores a nivel local se vea rebasada a la hora de actuar, tal

como se encuentra establecido en la legislación. Dicha configuración es congruente con la normatividad la cual promueve una cooperación vertical y jerárquica. Esta jerarquización se corrobora con lo señalado en la legislación, por lo que podría extrapolarse a todos los municipios costeros de Sinaloa y posiblemente presentándose como un esquema generalizado a nivel nacional (Silva 2013; Ochoa-Martínez et al., 2016a).

Con excepción del Programa Estatal de Cambio Climatico de Sinalao (PECCSIN), publicado en 2016, el cual contiene una serie de medidas de mitigación y de adaptación, el marco legal en el estado de Sinaloa en términos de mitigación y adaptación al cambio climático es nulo. Existe una Iniciativa de Ley de Cambio Climático para el Estado propuesta en el 2014, y en el 2015 se creo el Consejo Estatal de Cambio Climático en Sinaloa (http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Estatal/Sinaloa/wo105990.pdf).

Como lo señalan distintos actores, no solo la legislación climática incide en la capacidad institucional, un marco jurídico apropiado para la gestión de desastres también puede ofrecer oportunidades de adaptación al cambio climático a nivel local (Aragón-Durand, 2008; Hernández et al., 2012; Romero-Lankao et al., 2013, Barton y Irarrázaval, 2016). Por lo que para el análisis de CI frente a EPE llevado a cabo en este trabajo, se revisó el marco legal en torno a la gestión de desastres. Cabe mencionar que ninguno de los Atlas de riesgos consultados considera la vulnerabilidad al cambio climático, ni presenta medidas de mitigación y/o adaptación, por lo que se recomienda su actualización considernado los escenarios de cambio climático, teniendo en cuenta que tienen un papel importante en la planeación urbana, además de su papel en los procesos reactivos de gestión de riesgo de desastre (Ruiz et al., 2015).

Considerando futuros escenarios, donde se prevé un aumento en el número de eventos hidrometeorológicos extremos, la evaluación de la vulnerabilidad costera y sus posibles causas se convierte en una investigación fundamental a nivel nacional y regional, como una de las principales estrategias para ir garantizando un proceso de adaptación ante los posibles cambios, proporcionando elementos que permitan la mejor toma posible de decisiones en términos de gestión costera (Aragón-Durand, 2008; Welsh et al., 2012; Ochoa-Martínez et al., 2016a; Ochoa Martínez et al., 2016b).

Sin embargo, como dejaron de manifiesto los pasados hechos, durante la presencia de un evento de precipitación atípico, tal y como ocurrió en este caso, las capacidades de Protección Civil se ven rebasadas dadas la magnitud del evento. Esto evidencia la importancia de los mecanismos de participación ciudadana y la formación de comunidades de conocimiento desde lo local -con científicos y tomadores de decisiones a través de una 'construcción mutua' (Barton y Irarrázaval, 2016). Es indispensable que las autoridades mantengan estrecho contacto con la ciudadanía, a fin de fortalecer la capacidad de respuesta de las instituciones públicas y de la propia sociedad y, sobre todo, consolidar una cultura de prevención, responsable y comprometida.

Bibliografía

Adger, W. N., Huq, S., Brown, K., Conway, D., Hulme, M., 2003. Adaptation to climate change in the developing world. Progress in Development Studies, 3(3), 179–195.

Adger, W. N., T. P. Hughes, C. Folke, S. R. Carpenter y J. Rockstrom (2005) Social-Ecological Resilience to Coastal Disasters. Science Vol. 309.

Aragón-Durand, F., 2008. Estrategias de Protección Civil y Gestión de Riesgo Hidrometeorológico ante el Cambio Climático. Instituto Nacional de Ecología Coordinación del Programa de Cambio Climático. No de contrato INE/ADA-033/2008. 97 pp.

Barton, R. J., Irarrázaval, F., 2016. Adaptación al cambio climático y gestión de riesgos naturales: buscando síntesis en la planificación urbana. Revista de Geografía de Norte Grande, 63:87-110.

Beraud, L. J. L., Covantes, R. C., Beraud M. P. I., 2014. Mazatlán: crecimiento urbano basado en condiciones de riesgo. En: L.M. Flores Campaña, R. E. Morán Angulo y C. Karam Quiñones (eds.). Sinaloa ante el cambio climático global. Pandora Impresores, Guadalajara, 125-143.

Bodin, Ö., Crona, B., Ernstson, H., 2006. Social networks in natural resource management: what is there to learn from a structural perspective? Ecol Soc., 11(2).

Delgadillo, M. J., 1996. Desastres Naturales Aspectos sociales para su prevención y tratamiento en México. Instituto de Investigaciones Económicas. UNAM. Primera edición. México. 292 pp.

Duberstein, N. J., 2009. The shape of the commons: social networks and the conservation of small-scale fisheries in the northern Gulf of California, Mexico. Tesis de doctorado. Universidad de Arizona. 222 pp.

Farr, C. M., Reed, S. E., Pejchar, L., 2018. Social Network Analysis Identifies Key Participants in Conservation Development. Environ. Manage. 61(5), 732-740.

Ford, D. J., King, D., 2013. A framework for examining adaptation readiness. Mitig Adapt Strateg Glob Change DOI 10.1007/s11027-013-9505-8

Hernández-Aguilar, M. L., Castillo-Villanueva, L., 2012. Capacidad institucional ante la reducción del riesgo de desastre en Quintana Roo: Marco de Acción de Hyogo. Quivera, vol. 14, núm. 2, 23-48.

PECCSIN. 2016. Plan Estatal de Cambio Climático de Sinaloa. INAPI/SEDESHU 188 pp.

Liao, K. H., 2012. A Theory on Urban Resilience to Floods—A Basis for Alternative Planning Practices. Ecology and Society, 17(4). Retrieved from http://www.jstor.org/stable/26269244

Monterroso, R. A., Fernández, E. A., Trejo, V. R., Conde, A. C., Escandón, C. J., Villers, R. L., Gay, G. C., 2014. Vulnerabilidad y adaptación a los efectos del cambio climático en México. Centro de Ciencias de la Atmósfera. Programa de Investigación en Cambio Climático. UNAM. 644 pp.

Monterroso, A., C. Conde., 2015. Exposure to climate and climate change in Mexico. Geomatics Nat. Hazards Risk. 6 (4), 272-288.

.

Palafox, A. G., Herrera, B. J., Ladrón de Guevara, T., M., Peinado, G. H., Peinado, G. L., Campos, G. J., 2014. Mazatlán: crecimiento urbano basado en condiciones de riesgo. En: L.M. Flores Campaña, R. E. Morán Angulo y C. Karam Quiñones (eds.). Sinaloa ante el cambio climático global. Pandora Impresores, Guadalajara, 145-165.

Ruiz, R. N., Casado, I. J. M., Sánchez, S. M. T., 2015. Los Atlas de Riesgo municipales en México como instrumentos de ordenamiento territorial. Investigaciones Geográficas, Boletín núm. 88, 146-162.

Saaty, T.L., 1977. A scaling method for priorities in hierarchical structures. Journal of Mathematical Psychology, Vol.15, No. 3, pp. 234-281.

Silva Gutiérrez, Luis M. 2013. La protección civil y su gestión desde el enfoque de redes sociales. Análisis del Sistema de Alerta Temprana por Ciclones Tropicales ante el impacto de *Jimena* en Guaymas, Sonora. En Modelos para el análisis de políticas públicas, coordinado por Nicolás Pineda Pablos, 145-173. Hermosillo: El Colegio de Sonora.

Ochoa-Martínez, A. C., Travieso-Bello, A.C., Welsh-Rodríguez, C.M., Conde-Álvarez, C., Yáñez-Garrido, G., 2016a. Gestión de riesgos por eventos extremos de precipitación: el caso de los funcionarios municipales del estado de Veracruz. Teoría y Praxis, 94-114.

Ochoa-Martínez, A.C., Conde-Álvarez, A.C., Welsh-Rodríguez, C.M., Yáñez-Garrido, G., Morales-Martínez, M.A., 2016b. Percepción de vulnerabilidad en los actores clave para Veracruz de Ignacio de la Llave ante el cambio y variabilidad climáticos: una aproximación. Realidad, datos y espacio. Revista Internacional de Estadística y Geografía, Vol. 7, Núm. 2. 4-13.

Posey, J. 2009. The determinants of vulnerability and adaptive capacity at the municipal level: Evidence from floodplain management programs in the United States. Global Environmental Change 19(4): 482-493.

Romero-Lankao, Patricia, Natalia Brutto, Manyu Chang, Jorgelina Hardoy, Rafael D'Almeida Martins y Kerstin Krellenberg. 2013. V. Desarrollar capacidades de respuesta urbana a la variabilidad y el cambio climático. En: Respuestas urbanas al cambio climático, editado por Roberto Sánchez Rodríguez, 119-136. Santiago de Chile: CEPAL-IAI.

Roy, D. C., Blaschke, T., 2015. Spatial vulnerability assessment of floods in the coastal regions of Bangladesh. Geomatics, Natural Hazards and Risk, 6(1), 21-44.

Ruiz, R. N., Casado, I. J. M., Sánchez, S. M. T., 2015. Los Atlas de Riesgo municipales en México como instrumentos de ordenamiento territorial. Investigaciones Geográficas, Boletín núm. 88, 146-162.

SEMARNAT, 2006. Política ambiental nacional para el desarrollo sustentable de océanos y costas de México. Estrategias para su conservación y uso sustentable. 90 pp.

Tompkins, E., Adger, W. N., Brown, K., 2002. Institutional networks for inclusive coastal management in Trinidad and Tobago. Environment and Planning A, 34(6), 1095-1111.

UNEP/Earthprint., 2005. Assessing coastal vulnerability: developing a global index for measuring risk. http://www.unep.org/.

Vittal Hegde, A., Radhakrishnan Reju, V., 2007. Development of coastal vulnerability index for Mangalore Coast, India. Journal of Coastal Research: 23(5), 1106 – 1111

Wang, G., Hongbing, Y. Liu, H. Wang y X. Wang. 2014. A comprehensive risk analysis of coastal zones in China. Estuar. Coast. Shelf S. 140, 22-31.

Welsh Rodriguez, C. M., Ochoa Martínez, C. A., Travieso Bello, A. C., 2012. La percepción de los eventos extremos en Veracruz-México. 989-997.

WWF, 2014, Fundación Carlos Slim y Conselva, Costas y Comunidades, A. C., 2014. Informe Final. Evaluación de la vulnerabilidad al Cambio Climático en Sinaloa y recomendaciones de medidas de adaptación temprana para el Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático. 169 pp.

6. CONCLUSIONES GENERALES

- A pesar de que el espacio costero sinaloense sigue un gradiente latitudinal y con una orientación sureste a noroeste que pudiera generar condiciones para gradientes ambientales, estos no se asocian con las condiciones de vulnerabilidad identificadas a nivel estatal al no existir una clara regionalización, ubicándose los municipios más vulnerables ante EPE, en los extremos del estado.
- A pesar de lo anterior, los resultados muestran que los valores más críticos de vulnerabilidad a nivel municipal se encuentran más relacionados con criterios asociados a la severidad del impacto, destacando los relativos a Exposición geográfica, más que los asociados con la capacidad de respuesta.
- Las distintas escalas espaciales incluidas en este estudio permiten valorar de manera integral las fortalezas y debilidades existentes a nivel estatal, pero particularmente para el nivel municipal, elegido como unidad geográfica de estudio, por lo que resulta una herramienta útil para la toma de decisiones y en gestión costera en general
- Con base en los resultados de este trabajo, se concluye que a pesar de contarse con un marco legal aplicable a nivel estatal y sus respectivas divisiones administrativas, la vulnerabilidad está definida por la interacción de condiciones ambientales y socioeconómicas presentes a nivel local, por lo que un análisis con enfoque integral permite identificar los indicadores críticos e incidir en ellos, implementando acciones orientadas hacia la adaptación.

Anexo 1 Entrevistas

FORMULARIO DE DATOS GENERALES

Fecha:	N° audio:	Hora:
Lugar:		
Entrevistador(es):		Inicio:
Observador:		Final:

GRUPO DE ACTOR (Indicar a que grupo pertenece el entrevistado):

1. COMUNIDAD	2. AUTORIDADES GUBERNAMENTALES	3. ONG

1. Nombre:_____

2. Edad:_____

3. Sexo: (a) Femenino (b) Masculino

4. ¿Es Usted originario/a de este lugar:

(a) Si

(b) No Lugar de nacimiento:_____Tiempo que reside en el lugar:_____

5. ¿Se dedica al sector pesquero o al turismo como actividad principal?

(a) Pesquero (b) Turismo (c) Otro _____

6. Nivel de estudios. Marcar con una (X)

a) Sin estudios
b) Primaria completa
c) Primaria incompleta
d) Programa alfabetización
e) Secundaria incompleta
f) Secundaria completa
g) Licenciatura – carrera profesional
h) Otro:_____

AGENCIAS GUBERNAMENTALES

1. ¿Qué tipo de decisiones toma su institución con respecto a las condiciones climáticas?
2. ¿Qué papel tiene la institución en relación a la presencia de un evento de lluvia intensa?
   En otras palabras: ¿Cuáles son sus funciones dentro de su institución? ¿Está enterado de los cambios que acontecen con el clima?, ¿Usted se ha percatado o ha percibido cambios en el clima?, ¿Cómo? ¿Cuáles recursos humanos y materiales están disponibles para atender un evento de lluvia intensa? ¿Existen acciones de coordinación con otras autoridades y organizaciones? ¿Con cuáles?
3. ¿Existe una división de competencias o responsabilidades de intervención de las autoridades?
4. ¿Su institución participa en la elaboración de planes de acción participativa en respuesta a casos de lluvia intensa, tormenta o huracán?
5. ¿Existen planes de uso de suelo (plan de ordenamiento municipal, plan de desarrollo urbano) que incorporé estrategias de adaptación a lluvia intensa, tormenta o huracanes?

INFORMACION PARA LA CONSTRUCCION DE REDES

¿Considera que la relación directa de su institución con la comunidad es?

FUERTE DEBIL NINGUNA

¿Considera que la relación directa de su institución con ONG es?

FUERTE DEBIL NINGUNA

¿Considera que la relación directa de su institución con DC (Protección Civil) es?

FUERTE DEBIL NINGUNA

¿Considera que la relación directa de su institución con las fuerzas armadas es?

FUERTE DEBIL NINGUNA

¿Considera que la relación directa de su institución con bomberos es?

FUERTE DEBIL NINGUNA

¿Considera que la relación directa de su institución con Cruz Roja es?

FUERTE DEBIL NINGUNA

ONG (Asociaciones civiles: Cruz Roja, Bomberos, etc.)

1. ¿Qué tipo de servicio presta su institución a la comunidad en caso de tormentas?

2. ¿Su organización ha estado involucrada en algún tipo de acción durante eventos de lluvia intensa? ¿cómo?

3. ¿Ha observado cambios en el clima? ¿Cuáles?

a) ¿Cuáles son las medidas que realiza su organización cuando se recibe alerta de lluvia intensa, tormenta tropical, o huracán? ¿Obedece las recomendaciones de Protección Civil? ¿Opina que lo que hacen las autoridades es eficiente?

4. ¿Su organización ha trabajado en colaboración con otras instituciones públicas o privadas? En caso afirmativo, ¿con cuáles organizaciones? ¿cuál ha sido el propósito de la colaboración?

5. ¿Usted o su organización han participado en algún foro en donde se ha discutido el tema de la presencia de eventos de lluvia intensa, tormentas tropicales, huracanes? En caso afirmativo, ¿qué tipo de foro? ¿cuál es el nombre del foro?

INFORMACION PARA LA COSTRUCCION DE REDES

¿Cómo considera su relación de su institución con la comunidad?

FUERTE DEBIL NINGUNA

¿Cómo considera que es la relación de su institución con los órganos de gobierno, responsables de atender a la población en momentos de desastres por lluvias intensas? (los tres niveles)

FUERTE DEBIL NINGUNA

COMUNIDAD

1. ¿Ha sido afectado por algún evento de lluvia y viento o tormenta fuerte? ¿Cuándo y de qué manera fue afectado?
2. ¿Ha observado cambios en el clima? ¿Cuáles?
3. ¿De qué manera se entera que va a llover intensamente o se aproxima una tormenta? ¿De quién recibe las primeras informaciones? Gobierno, ONG, Protección Civil, la iglesia, etc.
4. ¿Conoce la existencia de algún plan de emergencia (plan de acción, evacuación, señalamientos, etc.) en caso de evento de lluvia intensa en la localidad? ¿Sabe dónde están ubicados los refugios o albergues cercanos?
5. ¿Qué acciones realiza cuando le dan una alerta de lluvia intensa, tormenta tropical, o huracán?

a. ¿Ud. obedece las recomendaciones de Protección Civil?
b. Si afirmativo, ¿opina que lo que hacen las autoridades es eficiente?

6. ¿Usted ha participado (o está participando) en algún consejo, foro o espacio donde se discutan los problemas relacionados con la respuesta a un evento de lluvia intensa?
7. ¿Ha tomado algunas medidas para evitar o prevenir daños que hubieran sido causados por la presencia de lluvias intensas en años anteriores? Mencione algunos ejemplos.
8. ¿Ha recibido apoyo (productos de emergencia como: colchones, agua, enlatados, etc.) para afrontar un evento de lluvia intensa o fuerte?
9. ¿Sabe si la comunidad ha tomado algún tipo de medida para adaptarse en el futuro contra daños causados por lluvias intensas?

INFORMACION PARA LA COSTRUCCION DE REDES

¿Cómo considera su relación con personas dedicadas a actividades turísticas?

FUERTE DEBIL NINGUNA

¿Cómo considera su relación con las autoridades gubernamentales?

FUERTE DEBIL NINGUNA

¿Mantiene colaboración con personal que labora en ONG?

FUERTE DEBIL NINGUNA

Anexo 2. Marco jurídico

Legislación a nivel Nacional, Estatal y Municipal que forma la estructura del marco legal sobre prevención y gestión de desastres por EPE en el estado de Sinaloa.

Nacional			
Ley General de Protección Civil Publicada por primera vez en el año 2000 Actualizada en 2012	DOF 06/06/2012	Artículo 2	XXIII. Fenómeno Hidro-meteorológico: Agente perturbador que se genera por la acción de los agentes atmosféricos, tales como: ciclones tropicales, lluvias extremas, inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres; tormentas de nieve, granizo, polvo y electricidad; heladas; sequías; ondas cálidas y gélidas; y tornados.
		Artículo 3	Los tres niveles de gobierno tratarán en todo momento que los programas e instrumentos de organización y funcionamiento de las instituciones de protección civil se sustenten en un enfoque de gestión integral del riesgo.
		Artículo 7	III. FONDEN y FOPREDEN: Instrumentos Financieros de Gestión de Riesgos
		Artículo 8	Sector privado y social deben coadyuvar para que las acciones de protección civil se realicen en forma coordinada y eficaz
		Artículo 14	Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC)
		Artículo 16	El SINAPROC se encuentra integrado por todas las dependencias y entidades de la administración pública federal, por los sistemas de protección civil de las entidades federativas, sus municipios y las delegaciones; por los grupos voluntarios, vecinales y organizaciones de la sociedad civil, los cuerpos de bomberos, así como por los representantes de los sectores privado y social, los medios de comunicación y los centros de investigación, educación y desarrollo tecnológico.

		Artículo 19	La coordinación ejecutiva del Sistema Nacional debe: XI. Emitir y publicar las declaratorias de emergencia y de desastre natural; XXII. Supervisar a través del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), que se realice y se mantenga actualizado el atlas nacional de riesgos, así como los correspondientes a las entidades federativas, municipios y delegaciones.
		Artículo 23	Funciones del CENAPRED
		Artículo 26	Consejo Nacional de Protección Civil
		Artículo 32	Del Comité Nacional de Emergencias
		Artículo 59	La declaratoria de emergencia es el acto mediante el cual la secretaría reconoce que uno o varios municipios o delegaciones de una o más entidades federativas se encuentran ante la inminencia, alta probabilidad o presencia de una situación anormal generada por un agente natural perturbador y por ello se requiere prestar auxilio inmediato a la población cuya seguridad e integridad está en riesgo.
Manual de Organización y Operación del Sistema Nacional de Protección Civil	DOF 23/10/2006		Establece la organización del SINAPROC. Define los términos bajo los que operan el FONDEN y el FOPREDEN. Identifica que son 23 instituciones las involucradas en atender un desastre causado por un fenómeno hidrometeorológico, en donde se incluye a los ciclones tropicales e inundaciones pluviales. Presenta una clasificación de las mismas para cada uno de los subprogramas: Prevención, Auxilio y Recuperación.
Reglamento de la Ley General de Protección Civil	DOF 13/05/2014	Artículo 50	El Comité Nacional promoverá, planeará y mantendrá la coordinación conjunta, entre los diferentes niveles de gobierno de todos los miembros del Sistema

			Nacional involucrados en la respuesta de la Emergencia o Desastre.
		Artículo 70	Programas especiales de PC II. Temporada de lluvias y huracanes
Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018	DOF 20/05/2013		Documento de trabajo que rige la programación y presupuesto de toda la Administración Pública Federal. Como parte de las 5 Metas Nacionales, establece entre sus objetivos una serie de estrategias y líneas de acción orientadas a la atención de desastres naturales y la gestión de emergencias.
Programa Nacional de Protección Civil 2014-2018	DOF 30/04/2014		Se presentan una serie de estrategias y líneas de acción en materia de Gestión Integral de Riesgos para que en su conjunto fortalezcan y mejoren las acciones del Sistema Nacional de Protección Civil.
Atlas Nacional de Riesgo	2001		Presenta un análisis a escala municipal de los distintos peligros a los que se encuentran expuestos todos los municipios del país, incluyendo el peligro a inundaciones, ciclones tropicales y susceptibilidad de laderas entre otros. También presenta la vulnerabilidad ante el cambio climático y el grado de resiliencia para cada municipio.
Ley General de Cambio Climático	DOF 06/06/2012		Artículo 30. Considera entre las acciones para la adaptación: I. Elaboración y publicación de los atlas de riesgo que consideren los escenarios de vulnerabilidad actual y futura ante el CC, atendiendo de manera preferencial a la población más vulnerable y a las zonas de mayor riesgo, así como a las islas, zonas costeras y deltas de ríos. IV. Establecer planes de protección y contingencia ambientales en zonas de alta vulnerabilidad, áreas naturales protegidas y corredores biológicos ante eventos meteorológicos extremos.

			VII. Formar recursos humanos especializados ante fenómenos meteorológicos extremos. XII. Sistemas de alerta temprana sobre pronósticos de temporadas con precipitaciones anormales
Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10-20-40	DOF 03/06/2013		Instrumento rector de la política nacional en el mediano y largo plazo para enfrentar el CC. Describe los ejes estratégicos y líneas de acción a seguir con base en la información disponible del entorno presente y futuro, para así orientar las políticas de los tres órdenes de gobierno, al mismo tiempo que fomentar la corresponsabilidad con los diversos sectores de la sociedad. Plantea una visión a 10, 20 y 40 años en siete diferentes rubros que Identifica como uno de los pilares para la construcción de una política de adaptación al CC el fortalecimiento de las capacidades institucionales.
Programa Sistema de alerta temprana	2000 Actualización 2003		Objetivo: Ser un mecanismo de alerta y coordinación que de manera consensuada genere una respuesta organizada del SINAPROC a la amenaza que constituye un ciclón tropical, mitigando los efectos de este agente perturbador.
Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018 (PECC) .	DOF 28/04/2014		Instrumento para orientar la política pública en materia de CC en el corto plazo Objetivos: 1. Reducir la vulnerabilidad de la población y sectores productivos e incrementar su resiliencia y la resistencia de la infraestructura estratégica 2. Conservar, restaurar y manejar sustentablemente los ecosistemas garantizando sus servicios ambientales para la adaptación y mitigación al cambio climático.

			Presenta un diagnóstico de vulnerabilidad frente a precipitación considerando el impacto económico por ciclones tropicales y lluvias a nivel municipal para todo el país.

ESTATAL			
Ley Estatal de Protección Civil	DOF 25/01/2013		Se definen los Sistemas Estatal y Municipal de Protección Civil, así como las atribuciones de los ayuntamientos en situaciones de riesgo, emergencia, siniestro o desastre que pudieran presentarse.
Reglamento de la Ley de Protección Civil del Estado de Sinaloa	16/08/2013		Regular las disposiciones de la Ley de Protección Civil para el Estado de Sinaloa.
Atlas Estatal de Riesgo del Estado de Sinaloa	2012		Identifica como fenómenos perturbadores de origen hidrometorológicos la presencia de Ciclones tropicales, Inundaciones y el Riesgo de Inundaciones fluviales, con sus respectivos mapas de riesgo.
Programa Estatal de Cambio Climático del Estado de Sinaloa (PECCSIN)	2016		Instrumento que busca establecer un marco político e institucional en materia de cambio climático. Presenta un diagnóstico de la vulnerabilidad de distintos sectores ante los pronósticos climáticos tomando en consideración los cambios en los patrones de precipitación.

MUNICIPAL			
Atlas de Riesgo	2011 2014 2012 2011 2015 2014 2014 2011 2011 2011	Ahome Guasave Angostura Navolato Culiacán Elota San Ignacio Mazatlán El Rosario Escuinapa	Los 10 municipios costeros cuentan con su Atlas Nacional de Riesgos. Los Atlas de Riesgo identifican como un peligro para todos los municipios costeros la presencia de EPE, identificándolos como lluvias intensas, extremas o torrenciales sean de origen estacional o ciclónico y las consecuencias que de ellas se derivan como erosión, arrastre de sedimentos o inundaciones pluviales.

Reglamento de Protección Civil del Municipio de Guasave	27/02/2004 Decreto No. 9		
Reglamento Interno de la Administración Pública del Municipio de Navolato, Sinaloa	16/02/2001 Decreto No. 58		
Reglamento de Protección Civil del Municipio de Mazatlán, Sinaloa	09/12/2002 Decreto No. 14		Artículo 8. Establece las estructuras que integran el Sistema Municipal de Protección Civil.
Reglamento Interior de la Administración Pública del Municipal de Escuinapa	24/07/2002 Decreto No. 5		
Perfil de Resiliencia Urbana de Mazatlán, Sinaloa	2017		El objetivo de este programa es conocer las variables sociales, económicas, urbanas y físicas que incidan en la capacidad de Mazatlán para resistir, asimilar, adaptarse y recuperarse de manera eficiente y ágil ante los efectos de una amenaza.