

# **Soluciones basadas en la naturaleza para enfrentar los riesgos hidrometeorológicos y el cambio climático en la Sistema Urbano Lagunar de Coyuca**

Sendy Atzyl Pérez Reyes<sup>1</sup>

Héctor Becerril Miranda<sup>2</sup>

## **Resumen**

Esta investigación consta de elaborar un portafolio de las soluciones basadas en la naturaleza (SbN) del Sistema Urbano Lagunar de Coyuca (SULC), Guerrero. Basándose en el instrumento de gestión del Comité de Cuenca Laguna Coyuca-Laguna Mitla, del estado de Guerrero. Con la finalidad de explorar su viabilidad y su relación con la gestión hídrica, el cambio climático y el riesgo de desastres que enfrentan los habitantes del SULC. La elaboración del portafolio permitirá al Comité de Cuenca contar con una investigación que le sea útil para futuras actividades a desarrollar dentro del SULC.

La metodología que se pretende realizar es basada en la de Hardoy, Gencer y Winograd (2018) consiste en la recolección de datos de segundo orden, trabajo de campo e investigación por encuestas. Con la finalidad de facilitar un portafolio de SbN que encamine al desarrollo resiliente al clima. Utilizando un método colaborativo y enfoque participativo con la interacción de los integrantes interesados del Comité de Cuenca. El desarrollo de la metodología se basa en talleres, entrevistas y evaluaciones del SULC, acerca de las condiciones climáticas y del riesgo de desastres preferentemente, que enfrentan los habitantes y el territorio, y de algún modo las SbN son una alternativa ecológica viable que se puede considerar para su implementación alrededor de la Laguna o de las localidades.

Los impactos y resultados esperados con el proyecto de grado es que el comité de cuenca cuente con una investigación completa acerca de los temas ya mencionados y principalmente aterrizados a una parte de la microcuenca en este caso en el SULC.

**Palabras clave:** Infraestructura verde, resiliencia, gestión hídrica

## **Introducción**

En el presente protocolo es acerca de los riesgos de desastre asociados a los fenómenos hidrometeorológicos, señala las afectaciones que desencadena en el ámbito social, ambiental y económico, que son fundamentales para el desarrollo sostenible, por lo tanto, estar en un alto grado de vulnerabilidad antes estos eventos entorpecen el desarrollo de la comunidad.

El objetivo de este proyecto de grado es elaborar un portafolio de las soluciones basadas en la naturaleza para el Sistema Urbano Lagunar de Coyuca en la microcuenca Coyuca–Mitla, partiendo del instrumento de gestión del Comité de dicha microcuenca, con el fin de identificar las soluciones que reduzcan los riesgos hidrometeorológicos y climáticos.

Para lograr el producto final del proyecto se utilizará el método colaborativo y enfoque participativo con los integrantes del Comité de Cuenca de la laguna Coyuca – laguna Mitla para la

---

<sup>1</sup> Maestranda, Centro de Desarrollo Regional, 13315885@uagro.mx

<sup>2</sup> Doctor, Centro de Desarrollo Regional

transmisión de conocimiento, aprendizaje, colaboración y procesamiento de información. El portafolio de las soluciones basadas en la naturaleza servirá para apoyar la concreción de acciones en el Sistema Urbano Lagunar de Coyuca (SULC) reduciendo el riesgo a desastres y fomentando la adaptación climática.

### **Antecedentes**

México es un país vulnerable a los riesgos naturales por su ubicación geográfica, diversidad del suelo, el relieve, hidrología y clima. El continente americano se posiciona en segundo lugar de afectación por los desastres naturales (Zepeda Gil et al., 2018). México destaca siendo el segundo país en el continente con mayor ocurrencia de eventos naturales en el periodo de 1900 a 2017 con 207 eventos. Para el caso de los fenómenos hidrometeorológicos, las inundaciones son los desastres más costosos para el país, con un reporte aproximado de 38,000 millones de dólares, 11,350 defunciones, y 16 millones de afectados.

Guerrero es uno de los 17 estados con una exposición directa a los ciclones tropicales. La franja costera del estado cuenta con un promedio de 0.7 a 0.34 de probabilidad de huracanes de categoría 3, 4 y 5. Un factor más a la exposición ante los eventos, son las condiciones de las viviendas, Guerrero cuenta con el 50% de su población con viviendas con techo de material no durable y el 30% con paredes de material no durable, debido a que es uno de los 3 estados del país con un índice alto de pobreza (Zepeda et al., 2018).

Existe una intervención más que es derivada de las acciones humanas que altera los procesos de la atmósfera y del ecosistema, la cual se denomina, cambio climático. Este fenómeno es acelerado por la concentración de los gases del efecto invernadero más que nada por la liberación del CO<sub>2</sub>. En base a todas estas alteraciones a la composición natural de la atmósfera han ocurrido eventos físicos con mayor intensidad, frecuencia y magnitud. Cabe resaltar que los desastres no solo son naturales sino con la combinación de social (Narváez et al., 2009).

De acuerdo con Velázquez y Franco (2015) hacen una valoración a 319 municipios vulnerables al cambio climático en México. Coyuca de Benítez es un municipio vulnerable a las variaciones climáticas: reúne una serie de desventajas sociales, principalmente la pobreza, que no le permiten confrontar los impactos que se dan en el territorio. De igual manera es catalogado como de alto grado de vulnerabilidad social. Se expone que para que la vulnerabilidad social se aminórese es necesario contar con estrategias que impulsen el desarrollo sustentable, resiliencia y adaptación efectiva en el territorio.

Analizando el municipio de Coyuca de Benítez que es donde predomina las localidades del SULC, no cuenta con extensos estudios orientados acerca del riesgo hidrometeorológicos o gestión de los recursos hídricos, pero se recopilan artículos que aportan al proyecto de grado o se relacionan con el problema tratado del proyecto.

Un primer trabajo da cuenta de serias complicaciones de contaminación en la laguna de Coyuca, afecta no solo el agua sino también el suelo. En el estudio académico se tomó en cuenta a 12 localidades aledañas a la laguna, y se analizó la situación de contaminación por parte de los residuos sólidos y las descargas de aguas residuales (Velasco Fierro et al., 2015). Los resultados del estudio presentaron altas concentraciones de contaminación en el cuerpo de agua, por ello se pudo notar el incumplimiento con las normas mexicanas en el sentido hídrico y edafológico pues incita la degradación ambiental.

En otro artículo titulado “Emisiones de CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub> en un ecosistema costero tropical: la laguna de Coyuca, Guerrero, México”. (Cortés García et al., 2016), se centra en 5 localidades aledañas a la laguna, es para conocer el comportamiento natural de la laguna de Coyuca ya que es de suma importancia económica y ecológica, de igual manera comparar la situación con otros ecosistemas similares. Los resultados arrojaron que el promedio de los cinco sitios de muestra, de metano (CH<sub>4</sub>) fue de 32.7 mg L<sup>-1</sup> y de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) fue de 48.4 mg L<sup>-1</sup>. Se llegó a la discusión que las repercusiones del cambio atmosférico y climático en el ecosistema acuático de la laguna es un emisor potencial natural de CH<sub>4</sub> y sumideros de exceso de CO<sub>2</sub> que es emitido por las actividades antropogénicas.

Una aportación más es la tesis titulada “Propuesta participativa de acciones de prevención en zonas afectadas por inundaciones fluviales y mar de fondo, en Coyuca de Benítez, Guerrero” (De los Santos Serrano, 2018), señala que en el estado de Guerrero se presentan lluvias de moderadas a fuertes; en los últimos 10 años se han intensificado ocasionando inundaciones. El estudio se llevó a cabo en dos localidades del municipio. Promoviendo las acciones de prevención en la población. Los resultados que se obtuvieron por parte de las dos comunidades fueron alternativas para combatir el problema de inundación: la que sobresalió fue tener una organización social que le permitiera reducir el riesgo, y que los habitantes estén dispuestos a tomar capacitaciones de estructuración de proyectos para prevenir el riesgo.

La mayor aportación al SULC, fue el proyecto de Coyuca Resiliente al Clima (Becerril & De la Parra, 2019). En el artículo adaptación de activos al cambio climático en el SULC, México: hacia la resiliencia climática en ciudades costeras (López Velasco et al., 2018), describe los métodos participativos de las localidades de La Barra y El Bejuco, para identificar las vulnerabilidades y riesgo que enfrenta la población en los climas severos. Sin embargo, afirman que los habitantes tienen sus propios procedimientos para protegerse de los fenómenos hidrometeorológicos. Esta acción participativa enseña a las comunidades que pueden afrontar los cambios climáticos.

Por lo tanto, pese a esos riesgos que enfrenta la costa de Guerrero, en vista de los eventos hidrometeorológicos se debe tratar la gestión de los recursos hídricos así que, de acuerdo con la Ley de Aguas Nacionales se cuenta con consejos de cuenca que están encargados de la gestión de recursos hídricos por cuenca o región hidrológica (Comisión Nacional del Agua, 2018). La Ley señala que son órganos de apoyo, concertación y asesoría para la CONAGUA. De los consejos de cuenca subyace las comisiones de cuenca, atiende los problemas que hay en las subcuencas. Y por última ramificación los auxiliares de las comisiones de cuenca, y encargadas de atender los problemas de las microcuencas son los comités de cuenca.

Con quien se planea se desarrolló el proyecto de grado, es con el Comité de Cuenca Laguna de Coyuca - Laguna de Mitla, instalado el 27 de septiembre del 2007 con la clave 10.B.03, compuesto por 4 municipios del estado de Guerrero: Coyuca de Benítez, Atoyac de Álvarez, Benito de Juárez y Acapulco de Juárez (Comité de Cuenca Laguna de Coyuca - Laguna de Mitla, 2019) la finalidad del comité es la gestión integral del agua de la microcuenca, con el trabajo en conjunto de actividades que se desarrollan por parte del comité.

Ahora bien, actualmente en el 2020, se presenta una dificultad que hace más vulnerable a las zonas de riesgos no solo en el SULC sino a nivel mundial, se trata de la pandemia COVID-19. En el artículo “*El riesgo de desastre en el contexto del COVID-19*”, Rodríguez Esteves (2020) argumenta que el riesgo de desastre no se detendrá ni por la condición sanitaria actual, que grupos

SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA PARA ENFRENTAR LOS RIESGOS  
HIDROMETEREOLÓGICOS Y EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA SISTEMA URBANO LAGUNAR DE COYUCA

vulnerables son más propensos ante los eventos hidrometeorológicos y el riesgo sanitario. Rodríguez apoya su argumento en las estadísticas de propagación del virus hasta abril 21 en las ciudades más relevantes de México. El propósito del autor es exponer que es necesario duplicar los esfuerzos de varios aspectos con el fin de combatir el riesgo sanitario, pero también el riesgo de desastres.

### Marco contextual

La ubicación del proyecto, se encuentran en la Zona Metropolitana de Acapulco (ZMA), conformada por Coyuca de Benítez y Acapulco de Juárez. Este último, es el municipio central de la ZMA, a pesar que tiene una menor superficie (km<sup>2</sup>) que el otro, cuenta con mayor densidad poblacional. CONAPO realizó proyecciones de indicadores sociodemográficos básicos de las ZM, de los años 2020 y 2030. En el 2020, el porcentaje de población de 65 y más es de 79.9% y la relación Hombres-Mujeres 92.7. Para el 2030 los datos son 10.8 y 91.1 respectivamente.

Enfocándose en la ubicación por cuencas hidrológicas, el proyecto se encuentra dentro de la Región Hidrológica Número 19 Costa Grande de Guerrero que está localizada al sureste del país, en la región de la Costa, del estado de Guerrero (Diario Oficial de la Federación, 2017). En esta Región Hidrológica se compone de cuencas, el proyecto se encuentra en la cuenca Río Atoyac y otros, y subcuenca Río Coyuca. El Comité de cuenca -laguna Coyuca – laguna Mitla, abarca dos subcuencas la anteriormente mencionada y laguna Mitla.

Tabla 1

<b>Indicadores empleados en la delimitación de la zona metropolitana por municipio, 2015</b>			
	ZM	Municipios	
	Acapulco	Acapulco de Juárez	Coyuca de Benítez
Población 2015	886 975	810 669	76 306
Municipio Central		SI	NO
Distancia a la ciudad central (km)		0.0	17.9
Población de 15 a 70 años con ocupada residente en el municipio 2015			
Trabaja en el municipio (%)		99.0	87.3
Trabaja en municipios centrales <sup>2</sup> (%)		0.0	11.0
Trabaja en otros municipios (%)		1.0	1.6
Población ocupada de 15 a 70 años en tirada en el municipio 2015			
Reside en el municipio (%)		97.9	96.9
Reside en municipios centrales <sup>2</sup> (%)		0.0	1.0
Reside en otros municipios (%)		2.1	2.2
Población ocupada en actividades agrícolas (%)		96.5	64.1
Superficie (km <sup>2</sup> )	3 538.5	1 727.8	1 810.8
Densidad media urbana 2010 (hab/ha)	98.0	100.2	43.1
Plan de ordenación de zona conurbada o ZM		SI	SI
Programa Nacional de Desarrollo Urbano 2014-2018		SI	SI
Tipo de municipio		Municipio central	Municipio exterior

Fuente: Estimaciones del Grupo Interinstitucional con base en la Encuesta Intercensal 2015, Marco Geoestadístico Nacional 2010, declaratorias y programas de ordenación de zonas conurbadas y zonas metropolitanas.

Referente al marco jurídico de Guerrero, cuenta con Ley Número 845 de Cambio Climático del Estado de Guerrero (2015), sin embargo, no cuenta con su respectivo reglamento. De igual manera no tiene el Programa Estatal de Cambio Climático. Los elementos técnicos para el diseño de políticas de cambio climático, Guerrero tiene su Inventario Estatal de Emisiones de Gases Efecto Invernadero, pero no posee un diagnóstico de vulnerabilidad presente y futura. Coyuca y Acapulco cuentan con su Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 y solo Coyuca tiene Plan de Ordenamiento Ecológico Territorial.

Tabla 2

Localidad	Población 2010	Grado de marginación de la localidad 2010	Ámbito
Acapulco de Juárez	789 971	Bajo	Urbano
Cerrito de oro	784	Alto	Rural
El conchero	1 429	Alto	Rural
Kilómetro Diecisiete	434	Alto	Rural
Bajos del Ejido	6 165	Alto	Urbano
Colonia Brasilia	387	Alto	Rural
El Embarcadero	1 370	Medio	Rural
El Bordonal	676	Alto	Rural
La Gloria	73	Alto	Rural
Rancho el Santo	197	Alto	Rural
Aserradero de Salinas	128	Alto	Rural
El Huamuchito	337	Alto	Rural
Coyuca de Benítez	13 566	Alto	Urbano
Colonia Lázaro Cárdenas	866	Alto	Rural
Las Lomas	1 303	Medio	Rural
El Bejuco	775	Alto	Rural
El Carrizal	591	Alto	Rural
Playa Azul	247	Alto	Rural
La Estación	119	Alto	Rural
La Barra	907	Alto	Rural
Los Mogotes	1 284	Alto	Rural
Colonia Luces en el Mar	1 200	Alto	Rural
San Nicolás de las Playas	253	Medio	Rural

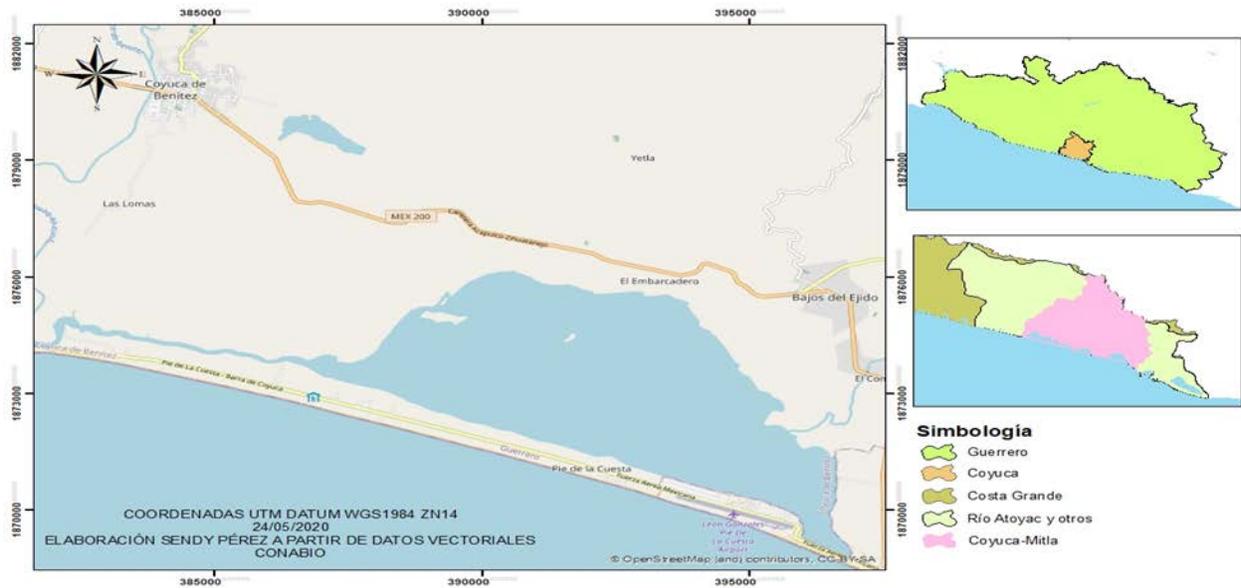
Fuente: INEGI. Catálogo de claves de entidades federativas, municipios y localidades, octubre 2015

El SULC tiene un grado medio de riesgo por ciclones tropicales y alto por inundaciones (CONABIO, 2020), en el contorno de la laguna del 2010-2015 ha presentado grandes cambios en el paisaje de la zona costera asociada a los manglares, incluso las modificaciones abarcan localidades más cercanas a la laguna.

La perspectiva del agua en Guerrero, que, a pesar de ser un estado rico en recursos hídricos, el 27.1% (930,808.3) de personas subsisten sin servicio de agua potable y el 23.3% (798,108.4) se mantienen sin acceso a drenaje. Por parte del gobierno se acordó la creación de la presa hidroeléctrica la Parota en Guerrero, abarca el municipio de Acapulco y el objetivo es reducir el riesgo por inundaciones que padece el estado (Toribio Brito & López Ríos, 2015).

SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA PARA ENFRENTAR LOS RIESGOS  
HIDROMETEREOLÓGICOS Y EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA SISTEMA URBANO LAGUNAR DE COYUCA

Mapa 1. Elaboración propia a partir de datos vectoriales CONABIO  
Sistema Urbano Lagunar de Coyuca de Benítez



Mapa 2. Elaboración propia a partir de datos vectoriales CONAPO



En los aspectos físico de relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica (Tovilla Hernández et al., 2009) del sitio Coyuca–Mitla, abarca cuatro municipios. Predomina el clima cálido subhúmedo con temperaturas media anual mayor a 22°C y con temperatura de los meses fríos a 18°C, precipitación de 0 a 60 mm. El tipo de suelo que se predomina en el sitio Coyuca–Mitla es el feozem (19.82 %). El potencial de hidrógeno en la Laguna Mitla es de 8 y en la laguna de Coyuca 8.8. De acuerdo con CONABIO (2009) los aspectos hidrográficos las cuencas

y subcuencas son: Laguna Mitla (55.50 %), Río Coyuca (40.34 %) y Río Atoyac (3.84 %). Los cuerpos lagunares son: laguna Mitla con mayor extensión es 6,516 ha, siguiente la laguna Coyuca tiene 3,079 ha, después el río Coyuca cuenta con 210 ha, la laguna El Zarzal de 64 ha, de ahí lagunas sin nombre con 44 ha y 30 ha.

Los servicios ambientales que proporcionan los manglares principalmente es que es fuente de alimentación para los organismos y reproducción, es la producción primaria de las lagunas, tiene importancia paisajista por la anidación de aves y otras especies. Los manglares que se encuentran están catalogados como amenazados de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2012 y aun así han sido utilizados para la construcción y combustión. Esto se ha convertido en un problema en la laguna de Coyuca, ya que en los últimos años ha habido un decremento de la franja de manglar. Otros factores que influyen a la pérdida son las modificaciones hidrológicas y fisicoquímicas en las lagunas, y la principal de todo, el crecimiento poblacional. Pues esto atrae más elementos que afectan de manera negativa a los manglares.

### Planteamiento del problema

La escasa gestión de los recursos hídricos por cuencas provoca la ocupación del territorio y el uso de recursos naturales en las cuencas. La CONAGUA es un organismo encargado de la gestión de recursos hídricos, con el objetivo de minimizar los conflictos para evitar su manejo inadecuado y así reducir los impactos ambientales, los riesgos a la población y enfrentar los eventos climáticos extremos (Dourojeanni, 2009).

Referente al cambio climático y el riesgo de desastre están asociados los enfrentamientos globales y eventualmente va afectando la escasez de agua. Los efectos del cambio climático son difíciles de identificar, sin embargo, en los sectores vulnerables es evidente su impacto (García González, et al., 2007). La gestión hídrica se considera una opción de mejora por los efectos del cambio climático, sin embargo, en el proceso ocurren muchos contradictorios por los intereses políticos que implica (Programa Mundial de las Naciones Unidas de Evaluación de los Recursos Hídricos/ONU-Agua, 2018).

Mapa 3. Vulnerabilidad Social por municipio Guerrero



Fuente: Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático, 2015

SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA PARA ENFRENTAR LOS RIESGOS  
HIDROMETEREOLÓGICOS Y EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA SISTEMA URBANO LAGUNAR DE COYUCA

En México las variaciones climáticas, han conducido a disminuciones de precipitación y escurrimientos naturales, puede llegar a causar escasez y presión en los recursos hídricos en algunas regiones, además de lluvias intensas y/o eventos extremos en otras, lo que aumentaría la vulnerabilidad de las cuencas del sureste del país ya que tienen historial de inundaciones (Martínez Austria & Patiño Gómez, 2012).

Estos sucesos tienen una repercusión importante en lo económico, ambiental y social. Se ve reflejado año con año e incluso más intenso, en el impacto económico para la reparación de los daños, y el aumento de mortandad en la población mexicana. Por lo tanto, el gobierno federal ha intervenido en los impactos de los desastres naturales y el bienestar de la población, su principal instrumento de intervención es el Plan DN-III E, además de la aplicación de los recursos que son destinados para la construcción de las afectaciones son, el Fideicomiso para la Prevención de Desastres Naturales (Fipreden) y el Fondo para la Prevención de Desastres (Fopreden) (Constantino & Dávila, 2011).

En el 2016 se registró el mayor monto de pérdidas y daños para los fenómenos hidrometeorológicos fue de \$11,947.9 millones en el país (Secretaría de Gobernación; Sistema Nacional de Protección Civil; Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2016). Guerrero es uno de los tres estados con mayor impacto económico; en el mismo año presentó una pérdida de \$1,871.2 millones; de igual manera se registró un alto costo económico por los impactos de las inundaciones en el 2017 (\$671.7 millones), al mismo tiempo cuenta con un alto número de decesos (Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2019). Así mismo, el cambio climático y sus efectos negativos son más significativos para la población pobre del país, por su mayor exposición a las variabilidades climática presentan un índice alto de vulnerabilidad social. En el Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático (Soares et al., 2015), ubica a Guerrero, donde predomina un índice alto en vulnerabilidad social. En lo que respecta al Comité de Cuenca Laguna Coyuca – Mitla, los índices varían con nivel bajo, medio y alto, pero en el Coyuca de Benítez es de nivel alto.

Mapa 4. Riesgo por lluvias y ciclones Guerrero



Fuente: Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático, 2015

En el riesgo municipal por época de lluvias y ciclones tropicales en México y proyecciones bajo escenarios de cambio climático (Prieto, Maya, Rosario, & Sánchez, 2015); señala los municipios con un índice alto de riesgo en épocas de lluvias en el estado. Por ende, la amenaza estaba presente, aunque depende de las características físicas– geográficas y la factibilidad de que ocurra lluvias extremas.

En cuanto al Comité, los índices varían con nivel moderadamente bajo, moderado y muy alto, pero en el SULC es de nivel muy alto mayormente, lo cual es preocupante debido a que es de los pocos municipios que se encuentran catalogados en ese rango.

En cuanto al Comité, los índices varían con nivel moderadamente bajo, moderado y muy alto, pero en el SULC es de nivel muy alto mayormente, lo cual es preocupante debido a que es de los pocos municipios que se encuentran catalogados en ese rango.

En el SULC, la mayor amenaza por el cambio climático son las inundaciones, huracanes y tormentas tropicales, y es necesario implementar acciones participativas de parte de la localidad para identificar la vulnerabilidad con la que lidian (De la Parra, 2018).

Por parte del Comité de Cuenca Laguna de Coyuca-Laguna de Mitla se realizó la actualización del instrumento de gestión (2019) para elaborar estrategias de acción con los nuevos desafíos que presentaba la cuenca. Durante el proceso de actualización se identificaron cuatro problemas: acceso y uso de agua, tratamiento de aguas residuales, erosión hídrica, y gestión de residuos sólidos.

La aportación del proyecto de grado es dar la alternativa de la implementación de infraestructura verde que ya ha sido propuesta por parte del Comité. En el SULC influye en los cambios hídricos en el territorio debido a las extracciones de aguas arriba con las actividades rurales, que provoca el desequilibrio de los cauces y el arrastre de los sedimentos (Ávila Pérez, 2014). La principal amenaza que se sufre son las inundaciones, los habitantes han realizado medidas adaptativas ante esta situación sin embargo no existe certeza que son acciones puntuales (Becerril & de la Parra, 2019).

## **Justificación**

Es cada vez más importante tener mayor conocimiento acerca las situaciones de riesgo ante los desastres asociados a un fenómeno hidrometeorológico, en este caso en el Sistema Urbano Lagunar de Coyuca. Por ello se debe establecer los elementos para articular y orientar las acciones necesarias para reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático y aumentar la resiliencia en el SULC.

Este proyecto de grado se realiza con el propósito de analizar el instrumento de gestión del Comité de Cuenca Laguna de Coyuca-Laguna de Mitla y que ellos consideren la posibilidad de aplicar las soluciones basadas en la naturaleza que están estipuladas en el documento. De esta manera el Comité tendría una investigación completa acerca del cambio climático, el riesgo de desastre y la gestión de los recursos hídricos, aumentándole la propuesta de las soluciones basadas en la naturaleza. Las aportaciones que brindaría la implementación de las soluciones sería dar un paso más a tener resiliencia en el municipio de Coyuca de Benítez y fomentando la adaptación climática.

## Objetivos

### Objetivo general

Con el propósito de desarrollar resiliencia ante los riesgos y cambio climático, el objetivo del proyecto es: Elaborar portafolio de soluciones basadas en la naturaleza (SbN) para el Sistema Urbano Lagunar de Coyuca en la microcuenca Coyuca–Mitla.

### Objetivos específicos:

- Identificar las SbN del instrumento de gestión del Comité de Cuenca Laguna de Coyuca-Laguna de Mitla.
- Analizar la viabilidad de dichas soluciones en el SULC.
- Integrar portafolio de las SbN para el SULC.

## Marco Conceptual

### Riesgo

El riesgo es una condición que, si no se ve modificado bajo algún tipo de intervención humana o cambiar el entorno natural, puede impactar negativamente y de manera constante en el ámbito social y económico. La combinación de los eventos físicos y la vulnerabilidad, dan origen a los riesgos de desastre. El riesgo de desastre es básicamente caracterizado por la coincidencia, porque los aspectos de tiempo, territorio, eventos físicos peligrosos y el sector socioeconómico están expuestos, y en condiciones vulnerables. El riesgo se va generando a través de procesos sociales (Narváez et al., 2009). La Gestión del Riesgo de Desastre es entendida como “*un proceso social cuyo fin es la previsión, la reducción y el control permanente de los factores de riesgo de desastre en la sociedad, [...] e integrada al desarrollo humano, económico, ambiental y territorial, sostenibles*” (p. 33).

Ulloa (2011) lo define como “*la adecuada preparación y respuesta ante situaciones de desastre, considerando las políticas nacionales, con especial énfasis en aquellas relativas a materia económica, ambiental, de seguridad, defensa nacional y territorial de manera sostenible*” (p. 13). Explica que se busca ayudar a los facilitadores de comunicación social a brindar información a la población referente a la gestión del riesgo de desastre, más que nada a modo de prevenir a los desastres. La amenaza-peligro y vulnerabilidad varían del riesgo pues de estos depende si el riesgo aumenta o disminuye. La vulnerabilidad es el grado de resistencia ante el evento que ocasione el peligro-amenaza.

Allan Lavell (2013) enmarca el desarrollo sostenible en el contexto de gestión del riesgo de desastres y de cambio climático, encaminándose a la adaptación, mediante experiencias sociales que han traído una orientación para la construcción de gestión del riesgo climático por medio de la colaboración de los sectores públicos y privados a través de una práctica transectorial y multinivel. La gestión del riesgo de desastre implica desarrollar herramientas para reducir los componentes que caracteriza la gestión del riesgo (exposición, peligro y vulnerabilidad). Su propósito es reducir o limitar el riesgo que no se convierta en desastre en un futuro el autor lo caracteriza “*por ser colectivo, latente, dinámico y cambiante*” (p. 16) puesto que así el desarrollo es entendible para futuras y presentes decisiones.

### Resiliencia climática

Considerando que para reducir los riesgos de desastre y el cambio climático debe ir de manera simultánea ya que es un proceso de construcción de vulnerabilidad a resiliencia. Los factores que influyen a la resiliencia son: política, cultural, social, medioambiental, humana, económica, física e institucional. La reducción del riesgo de desastre y la adaptación al cambio climático buscan fortalecer las capacidades de la sociedad para construir resiliencia y ser capaces de tener bienestar (Turnbull et al., 2013). Por tanto, *“se refiere a la capacidad de un [...] grupo de población [...], de absorber y recuperarse de las amenazas y/o los efectos del cambio climático y otros choques y tensiones sin comprometer sus perspectivas a largo plazo.”* (p. 9).

El objetivo de la resiliencia es asegurar que los impactos de los eventos peligrosos no provoquen una crisis en la sociedad a largo plazo logrando entorpecer el desarrollo de la comunidad. No contar con alguna capacidad indicaría pérdidas y mayores daños. La resiliencia se analiza desde el punto de vista holístico para darle un enfoque intersectorial e interdisciplinario: *“la resiliencia se trata de adaptarse y aprender a vivir con los cambios y la incertidumbre”* (Plataforma ONG Suizas de RRD, 2016, p. 10).

En cuanto a las SbN forman parte de la gestión del riesgo climático y de desastres, de esta manera contribuyen de una forma más segura y ecológica a aumentar la resiliencia ante los riesgos y la conservación del ecosistema. Teniendo en cuenta el liderazgo y el desarrollo de capacidades de los actores locales para la implementación, sin embargo, esto requiere de una gobernanza cooperativa de todos los sectores. Una vez ocurrido el impacto de los desastres se puede intervenir a través de la gestión de los ecosistemas para impulsar la resiliencia de la zona. Por medio de la naturaleza fomentar la recuperación, rehabilitación y reconstrucción (Ilieva et al., 2018).

### Soluciones basadas en la naturaleza

La implementación de las SbN son alternativas para la restauración de ecosistemas y contribuir a una mejora a los retos sociales, esto incluye el riesgo de desastre y el cambio climático. Para enfrentar esos retos se debe aprovechar los medios de su entorno para minimizar los impactos por desastres, si la comunidad no enfrenta las amenazas naturales con sus recursos, el riesgo es mayor (UICN, 2016). La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) implemento la noción de las soluciones basadas en la naturaleza definiéndola que son *“acciones para proteger, gestionar de forma sostenible, y restaurar los ecosistemas naturales o modificados, que abordan desafíos sociales de manera eficaz y adaptativa, proporcionando simultáneamente bienestar humano y beneficios de la biodiversidad”* (p. 5)

Otra aportación a las SbN está el documento de trabajo *“Adoptando soluciones basadas en la naturaleza para la reducción del riesgo de inundación en América Latina”* (Ilieva et al., 2018) atribuyen que la gestión del riesgo climático y de desastres, contribuyen de una forma más segura y ecológica a aumentar la resiliencia ante los riesgos y la conservación del ecosistema. Las SbN se categorizan como soluciones blandas debido a que no tiene un alto impacto en el ecosistema, y con referencia son estrategias aptas para la reducción de riesgo de desastre, es la opción más viable ante las inundaciones en América Latina.

Las SbN son la mejor opción a desafíos mundiales, por lo tanto, la implementación de estas en el SULC brindará crear un espacio resiliente, al no altera más el territorio, por el cíclico riesgo hidrometeorológico y climático. Considerar la aplicación de las SbN en una zona catalogado de alto riesgo a desastre permite a los habitantes una forma más segura y les brinda bienestar.

### Gestión de recursos hídricos

Las cuencas hidrográficas son consideradas un sistema natural hídrico por la entrada del líquido debido a la morfología de la cuenca, entonces las comunidades aprovechan el sistema para su captación, con el propósito de satisfacer sus necesidades (económicas, sociales y ambientales) para mejorar su calidad de vida, para ello es importante definir y conocer los límites de la cuenca pues depende del territorio la captación del agua y minimizar conflictos entre los interventores (Dourojeanni, 2009). La intervención humana en las cuencas se desglosa en dos grupos: el primero es el encargado de retener el agua en forma natural, la capacidad de la cuenca de almacenar el líquido en la superficie que provoca alteraciones en el medio por el exceso y la ocupación del territorio. En el segundo grupo una vez captada el agua es encargada de regularla, de su almacenaje, transportación por último el tratamiento y drenarla.

Sin embargo, existen factores que han traído consigo diversas modificaciones y alteraciones en los ecosistemas incluyendo el agua, principalmente es el crecimiento poblacional, de ahí derivan más riesgos antrópicos, por lo tanto, la aplicación de las SbN contribuye de manera amigable a la gestión hídrica, apoyando la economía y otorgando beneficios a la sociedad y al ambiente. Las SbN contribuye a la gestión de los recursos hídricos en el ecosistema, pues le proporciona restauración, mitigación y adaptación. Este enfoque natural pretende equilibrar la gestión de los recursos hídricos mediante la contribución que se le otorga a los ecosistemas (Programa Mundial de las Naciones Unidas de Evaluación de los Recursos Hídricos, 2018).

### Metodología

Para la realización del proyecto se planea trabajar con el Comité de Cuenca Laguna de Coyuca - Laguna de Mitla desde un enfoque de participación. Las herramientas para el desarrollo del proyecto principalmente son las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), mediante el método colaborativo.

Cuando se tiene la integración de las Tics con este método emerge un nuevo termino que se le conoce como Aprendizaje Colaborativo Mediado (ACM) (Sotomayor, 2016). Los procesos participativos, propician las herramientas intelectuales y destrezas que permiten interacciones sociales variadas y al utilizarlo de manera efectiva ejecuta actividades en grupo social.

Adecuando la metodología de Hardoy, Gencer y Winograd (2018) con el propósito del proyecto, el portafolio se concentra únicamente en las SbN con el fin de incitar un enfoque resiliente climático en el SULC, afrontando el riesgo de desastre con las capacidades de las localidades y los actores, que brinden soluciones factibles al problema. Se visualiza tres etapas en el proceso participativo para la formación del portafolio.

1. Mapeo de actores: identificar a los actores potenciales para el desarrollo de las entrevistas acerca de las SbN y resaltar las potencialidades y el conocimiento de los actores acerca del riesgo de desastre y el problema que enfrentan las localidades.
2. Talleres: es importante la participación de todos los actores para permitir el flujo de la información, de esta manera explorar la viabilidad de las soluciones, determinar la escala de tiempo y aterrizarlas en las localidades que sean necesarias, para una implementación a futuro.

3. Comunicación: la recolecta de la información de los dos pasos anteriores, para tener claro el qué, para qué, dónde, cuándo, con quiénes, con qué recursos y cómo. Son aspectos claves para la formación del portafolio.

### Impacto y viabilidad del proyecto

Una vez teniendo el producto final del proyecto de grado se evalúa el impacto y viabilidad, como se señala en la siguiente tabla:

Tabla 3 Impacto y viabilidad del proyecto

Producto	Resultado	Impacto
El portafolio de las soluciones basadas en la naturaleza.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La ejecución de las SbN en el SULC.</li> <li>• Investigación viable para el comité de cuenca</li> </ul>	El SULC reducirá su nivel de riesgo hidrometeorológico y climático

Como resultado del proyecto se espera que el Comité de Cuenca Laguna de Coyuca - Laguna de Mitla ejecute las SbN ya que este tipo de soluciones sirven para enfrentar los riesgos que padecen año con año los habitantes, en este caso en el SULC por los fenómenos hidrometeorológicos, minimizando la vulnerabilidad.

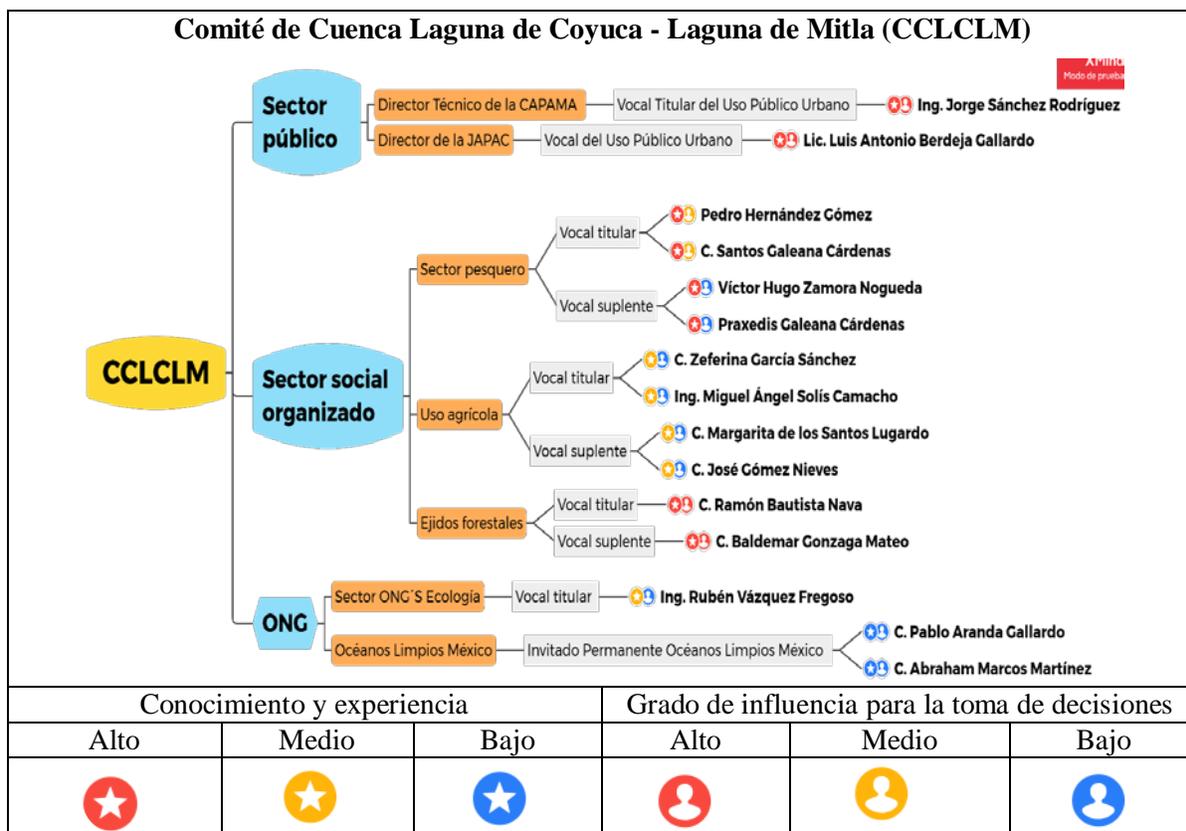
Otro impacto importante es con el resultado del proyecto el comité puede contar con una investigación completa acerca de la gestión hídrica, cambio climático y riesgo de desastre y como las SbN son una alternativa ecológica.

El Comité está compuesto por diferentes sectores e invitados, por lo cual en la siguiente imagen se recopilan los grupos de beneficiarios con el portafolio de las SbN. Analizando el grado de influencia para la toma de decisiones políticas y su nivel de conocimiento y experiencia (alto, medio, bajo).

Para integrar a los sectores interesados a realizar el portafolio de SbN, se expone las ventajas que brindaría tanto en la microcuenca como para sus sectores de trabajo, pues ese tipo de soluciones ya han sido propuestas por parte del mismo comité y solo es dar continuidad a lo ya establecido en los problemas detectados.

Debido a que se involucran diferentes sectores se llegarán a presentar barreras potenciales, la principal es la diferencia de ratos libres para reunir el grupo focal, para esto, se debe dar un comunicado con anticipación para establecer la fecha para la reunión. De igual manera las entrevistas de modo personal solo sería ajustarme a sus horarios para que me puedan atender debido a que se realizarán mediante las Tics o por vía telefónica, igualmente dándole aviso con anticipación para responder.

Ilustración 1 Mapa de actores



### Resultados esperados

A pesar de que aún no se ha finalizado el proyecto cuenta con expectativas altas para el Comité de Cuenca Laguna de Coyuca - Laguna de Mitla, pues no se ha logrado tener la interacción de los temas a desarrollar, y contar con la investigación de manera local permitirá el proceso de construcción para que en el Sistema Urbano Lagunar de Coyuca se siga continuando a construir la resiliencia climática.

### Bibliografía

Ávila Pérez, H., (2014) Insectos acuáticos en la laguna de Coyuca de Benítez, Guerrero y su relación con la calidad de agua. Acapulco: s.n.

Becerril, H. & de la Parra, A. M., (2019) Coyuca Resiliente al Clima: Estrategia de adaptación climática participativa y sensible al género, s.l.: Iniciativa Ciudades Resilientes al Clima.

Becerril, H. & De la Parra, A. M., (2019) Coyuca Resiliente al Clima: Estrategia de adaptación climática participativa y sensible al género, s.l.: FFL, CDKN e IDCR.

Centro Nacional de Prevención de Desastres, (2019) Fenómenos Hidrometeorológicos, México: s.n.

- Comisión Nacional del Agua, 2018. Atlas del Agua en México (2018) Ciudad de México: s.n.
- Comité de Cuenca Laguna de Coyuca - Laguna de Mitla, (2019) Instrumento de gestión. s.l.:s.n.
- CONABIO, (2009) Caracterización del sitio de manglar Coyuca – Mitla, en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). D.F.: Sitio de manglar con relevancia biológica y con necesidad de rehabilitación ecológica.
- CONABIO, (2020) Geoportal del sistema nacional de información sobre biodiversidad. [En línea] Available at: [http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis\\_root/hidro/chidro/cue250kgw](http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/hidro/chidro/cue250kgw)
- Constantino, R. & Dávila, H., (2011) Una aproximación a la vulnerabilidad y la resiliencia ante eventos hidrometeorológicos extremos en México. *Política y cultura*, Issue 36, pp. 15-44.
- De la Parra, A. M., (2018) Coyuca resiliente al clima: adaptación al cambio climático, s.l.: s.n.
- De los Santos Serrano, M. A., (2018) Propuesta participativa de acciones de prevención en zonas afectadas por inundaciones fluviales y mar de fondo, en Coyuca de Benítez, Guerrero. Acapulco (Guerrero): s.n.
- Diario Oficial de la Federación, (2017) Secretaria de Gobernación. [En línea] Available at: [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5496054&fecha=04/09/2017](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5496054&fecha=04/09/2017) [Último acceso: 2020].
- Dourojeanni, A. C., (2009) Los desafíos de la gestión integrada de cuencas y recursos hídricos en América Latina y el Caribe. *Revista Desarrollo Local Sostenible*, 3(8), p. 13.
- García González, M., Carvajal Escobar, Y. & Jiménez Escobar, H., (2007) La gestión integrada de los recursos hídricos como estrategia de adaptación al cambio climático. *Ingeniería y competitividad*, 9(1), pp. 19-29.
- Lavell, A., (2013) La adaptación al cambio climático y la gestión del riesgo: reflexiones e implicancias. Segunda ed. s.l.:Lima: Proyecto Inversión Pública y Adaptación al Cambio Climático-GIZ /Flacso / Minam / Cenepred.
- López Velasco, R., Torres Espino, G. & De la Parra, A. M., (2018) Adaptación de activos al cambio climático en el Sistema Urbano Lagunar de Coyuca, México: hacia la resiliencia climática en ciudades costeras. *Medio Ambiente y Urbanización*, mayo. Issue 88.
- Martínez Austria, P. F. & Patiño Gómez, C., (2012) Efectos del cambio climático en la disponibilidad del agua en México. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 3(1), pp. 5-20.
- Narváez, L., Lavell, A. & Pérez Ortega, G., (2009) La gestión del riesgo de desastres: un enfoque basado en procesos. En: *La construcción del riesgo de desastre*. Primera ed. Lima: s.n., pp. 9-33.
- Plataforma ONG Suizas de RRD, (2016) Reducción del riesgo de desastres, adaptación al cambio climático y resiliencia. s.l.:s.n.
- Programa Mundial de las Naciones Unidas de Evaluación de los Recursos Hídricos/ONU-Agua, (2018) Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2018: Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua, París: UNESCO.

SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA PARA ENFRENTAR LOS RIESGOS  
HIDROMETEREOLÓGICOS Y EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA SISTEMA URBANO LAGUNAR DE COYUCA

- Programa Mundial de las Naciones Unidas de Evaluación de los Recursos Hídricos, (2018) Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2018: Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua, París: UNESCO.
- Rodríguez Esteves, J. M., (2020) El riesgo de desastre en el contexto del COVID-19, s.l.: El colegio de la frontera Norte A.C.
- Secretaría de Gobernación; Sistema Nacional de Protección Civil; Centro Nacional de Prevención de Desastres, (2016) Impacto Socioeconómico de los Desastres en México durante 2016, México: s.n.
- Soares, D., Romero, R. & López, R., (2015) Conceptualización de vulnerabilidad y construcción de un Índice de Vulnerabilidad Social. En: Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático. Primera ed. Jiutepec(Morelos): Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, pp. 11-12.
- Sotomayor, G. E., (2016) Comunidades virtuales de aprendizaje colaborativo para la educación superior. Propósitos y Representaciones, 2(2), pp. 231-303.
- Stein, A. & Moser, C., (2014) Asset planning for climate change adaptation: lessons from Cartagena, Colombia. Environment and Urbanization. Environment & Urbanization, 26(1), pp. 166-183.
- Toribio Brito, G. E. & López Ríos, A., (2015) La perspectiva del agua en Guerrero, limitaciones y retos para el desarrollo. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, Volumen 1, pp. 479-486.
- Turnbull, M., Sterrett, C. L. & Hilleboe, A., (2013) Hacia la Resiliencia: Una Guía para la Reducción del Riesgo de Desastres y Adaptación al Cambio Climático. s.l.: s.n.
- UICN, (2016) Nature-based Solutions to address global societal challenges [Soluciones para hacer frente a los retos sociales globales naturaleza-basados]. Gland: s.n.
- Ulloa, F., (2011) Manual de gestión de riesgos de desastre para comunidades sociales: Una guía práctica para el comunicador social comprometido en informar y formar para salvar vidas. Lima: Organización de las Naciones Unidas para la educación la Ciencias y la Cultura.
- Velasco Fierro, J. G., Torres Espino, G. & González González, J., (2015) Análisis ambiental por contaminación en trece localidades aledañas a la laguna Coyuca de Benítez, Guerrero, Cuernavaca, Morelos: AMECIDER – CRIM, UNAM.
- Velázquez, M. & Franco, A., (2015) Condiciones socioeconómicas y ambientales en los municipios vulnerables al cambio climático. En: La situación demográfica de México 2015. Primera ed. México: s.n., p. 257.
- Zepeda Gil, R., Huerta Pineda, A., Sánchez Correa, M. K. & Sánchez Ramírez, M. C., (2018) La vulnerabilidad de México ante el cambio climático: una revisión del Sistema Nacional de Protección Civil. s.l.:s.n.