



GOBIERNO DE  
MÉXICO



**Convocatoria 2019-01 para la elaboración de propuestas de proyectos de investigación e incidencia en el conocimiento y la gestión en cuencas del ciclo socio-natural del agua para el bien común y la justicia ambiental**

**I. ESTRUCTURA QUE DEBERÁN TENER LAS PROPUESTAS DE PROYECTOS NACIONALES DE INVESTIGACIÓN E INCIDENCIA PRESENTADOS COMO INFORMES TÉCNICOS**

**Informe Técnico Final**

**(Plataforma CONACYT)**

Fondo: **M0037 FORDECYT**

Proyecto: **000000000305079**

Etapas: 001 PREPROPOSTA

Título: **ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE INUNDACIONES Y SEQUÍAS EN LA CUENCA GRIJALVA-USUMACINTA Y EVALUACIÓN DE SUS POTENCIALES IMPACTOS HIDROLÓGICOS Y SOCIO-AMBIENTALES.**

ID Usuario: Martín José Montero Martínez (Responsable Técnico)

Formato: Formato para entrega de Informes Técnico y Financiero de proyectos semilla

**Informe Técnico elaborado por:**

Dr. Martín José Montero Martínez, Dra. Mercedes Andrade Velázquez, Dra. Denise Freitas Soares de Moraes, Dr. Roel Simuta Champo, Dr. Adalberto Galindo Alcántara, Dr. Juan Gabriel García Maldonado, Dr. Ojilve Ramón Medrano Pérez, Dra. Magdalena Lagunas Vázquez, Dra. María de los Ángeles Pérez Villar, Dr. Miguel Ángel Palomeque de la Cruz, Dr. Julio Sergio Santana Sepúlveda, Dr. Héctor Alonso Ballinas González, Dr. Martín Dagoberto Mundo Molina, Dr. José Antonio Salinas Prieto, M.C. Víctor Kevin Contreras Tereza, Dr. Rodrigo Roblero Hidalgo, M.C. Pedro Rivera Ruiz, M.I. José Alberto Báez Durán, Dr. Francisco Magaña Hernández, Dr. Rabindranath Romero López, Dra. Annie Paulin, Dr. Demetrio Salvador Fernández Reynoso, Dr. Arturo Carrillo Reyes, Dr. Oscar Frausto Martínez, M.C. Liliana García Sánchez, M.C. Axel Falcón Rojas, Dr. Rubén Antelmo Morales Pérez, Dra. Silvia del Carmen Ruiz Acosta, Dr. Rodimiro Ramos Reyes, Dr. Miguel Alberto Magaña Alejandro, Dr. Gilberto Pozo Montuy, Ecol. Carlos Martín Jiménez Arano, Biol. Sandra Manuela Suarez García.



**Sección: PN\_SEC32 SECCIÓN I**

**Pregunta 01 (10000 caracteres)**

Describa brevemente y proporcione evidencia sobre el proceso de construcción colectiva de los diagnósticos y dinámicas de incidencia que llevaron a cabo para la definición del problema nacional que se busca resolver, el cual se presenta en la propuesta en extenso. Es particularmente importante evidenciar la forma en que se han incorporado y participado la o las organizaciones de base comunitaria en dicho proceso.

**Caracteres: 8507 (sin espacios)**

El proyecto 305079 se enfoca en proporcionar información útil para la mejora y adecuación de acciones ante las problemáticas de inundaciones y sequías en la Cuenca Grijalva-Usumacinta (CGU), la cual es albergada principalmente por los estados de Tabasco y Chiapas, zona donde los impactos por inundaciones han sido significativos, particularmente por combinación de fenómenos meteorológicos y climáticos. Ejemplos de inundaciones recientes en la CGU fueron registradas en 1995, 1999, 2007, 2008 y 2010, en los cuales la zona ha mostrado una alta vulnerabilidad a tales eventos (Arreguín et al. 2014). No obstante, en 2020 la zona ha sido particularmente afectada nuevamente por inundaciones en durante el mes de octubre. Notamos que estos eventos son recurrentes en esta zona, además de indicar que 2020 fue el año donde se suscitó la pandemia por COVID-19, lo cual limitó muchas acciones entorno a la interacción dinámica con comunidades y poblaciones en la zona. Es por ello que se usó de medios electrónicos disponibles, así como plataformas para poder tomar en cuenta la perspectiva de diferentes sectores sociales y la población en su conjunto, la cual sufre de limitaciones de comunicación y por tanto de su participación mediante este tipo de medios. Como parte de las acciones del proyecto 305079, se llevó la tarea de contar con la opinión y perspectiva de actores clave en torno a la problemática principal del proyecto y por ello se estableció un cuestionario en línea con un número de 14 preguntas clave para sumar su perspectiva en el desarrollo de la propuesta a largo plazo.

Además de esto, el proyecto semilla actual planteo originalmente la realización de un Taller a mitad del proyecto en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez con el fin de interactuar con los actores clave (usuarios y tomadores de decisión en la región de estudio) y establecer un vínculo que permita que los productos generados por el proyecto sean útiles para los usuarios finales en la región y poder determinar los aspectos clave de la problemática nacional que se busca resolver, que en nuestro caso, está relacionado con la disminución de los impactos socioambientales de las inundaciones y sequías en una región determinada.

Desafortunadamente, debido a las causas conocidas por todos de la contingencia sanitaria por la COVID-19, no fue posible realizar el Taller de forma presencial, pero nos dimos a la tarea de organizar un Taller virtual en el mes de marzo del presente, invitando a diferentes actores clave, académicos y comunitarios de nuestra región de estudio (cuenca Grijalva-Usumacinta). Se tuvo una asistencia total de 28 personas invitadas entre los que se cuentan al Coordinador General del Servicio Meteorológico Nacional, el Titular del Instituto de Protección Civil del Estado de Tabasco, el Subdirector de Riesgos por Fenómenos Hidrometeorológicos y la Subdirectora de Riesgos por Inundación del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), representantes del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en Tabasco, del Organismo de Cuenca Frontera

Sur, de la Dirección Local de Conagua en Tabasco, de la Conservación Biodiversidad Usumacinta, de la Secretaría de Bienestar Sustentabilidad y Cambio Climático, un miembro del ejido/becario Sembrando Vida, del Colectivo GE y KA Asociados, algunos profesionales independientes y residentes de Villahermosa, y académicos de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, del Instituto Tecnológico Superior de Centla, de la Universidad Intercultural del Estado de Tabasco, del Instituto Superior de Villa la Venta y de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Además, se tuvo la participación de 14 miembros del “staff técnico” que fueron investigadores de este proyecto que apoyamos en la organización y logística del evento.

El objetivo del Taller consistió en compartir con actores locales la propuesta de proyecto a concursar en el PRONAI, para su desarrollo durante cinco años (acortado posteriormente a 3 años dos meses), así como conocer su perspectiva sobre la problemática de gestión de riesgos. Los objetivos específicos de dicho Taller fueron:

- Presentar la propuesta de proyecto “Análisis y proyección de inundaciones y sequías en la cuenca Grijalva-Usumacinta y evaluación de sus potenciales impactos hidrológicos y socio-ambientales”, lo cual participará en la convocatoria PRONAI 2021.
- Diagnosticar las percepciones sociales regionales sobre los problemas de inundaciones y sequías recurrentes en la cuenca y sus propuestas para contrarrestar dicha problemática.
- Conocer la perspectiva local acerca de la gestión de riesgos de desastres en la cuenca, así como propuestas para mejorar el actuar institucional en la materia.

La propuesta metodológica del evento estuvo centrada en la elaboración de un árbol de problemas y otro de soluciones u objetivos, dado que estas herramientas contribuyen a ordenar nuestro conocimiento de la problemática que queremos abordar, tratando de entender qué es lo que está ocurriendo (problema principal), por qué está ocurriendo (causas) y que es lo que esto está ocasionando (los efectos o consecuencias), lo que nos permite ver alternativas concretas en la planificación.

Las actividades relevantes de dicho Taller se describen a continuación:

1. Presentación rápida de participantes, tanto colaboradores directos del proyecto que participan en el taller como los asistentes invitados (ver Anexos; tablas A1-A3, y Tabla 1 del Informe del Taller).
2. Presentación por invitación de parte del Coordinador del Servicio Meteorológico Nacional, Dr. Jorge Zavala Hidalgo, con enfoque principal sobre las características meteorológicas de las inundaciones sucedidas en el sureste de México durante verano-otoño de 2020.
3. Presentación por invitación de parte del Director General de Protección Civil en el Estado de Tabasco, Lic. Jorge Mier y Terán Suárez, sobre las zonas afectadas en Tabasco por las inundaciones en 2020, así como las acciones que se realizan como parte de la atención ante los daños, además de efectos por sequía en el estado.
4. Presentación de la propuesta de proyecto PRONAI “Análisis y proyección de inundaciones y sequías en la cuenca Grijalva-Usumacinta y evaluación de sus potenciales impactos hidrológicos y socio-ambientales” por parte del Responsable Técnico del proyecto 305079, donde también se incorpora la fusión con el proyecto 306497.

5. División en tres mesas de trabajo, donde se conformó tanto a actores gubernamentales, de la academia como de la comunidad, para que cada mesa trabaje uno de los temas de interés por parte del proyecto general 305079: mesa 1) inundaciones en la cuenca Grijalva-Usumacinta; 2) sequías en la cuenca Grijalva- Usumacinta y 3) gestión de riesgos en la cuenca Grijalva- Usumacinta.

6. Cada mesa identifica las causas del problema central o crítico detectado. Estas causas se colocaron en un diagrama en forma de raíces. Cuantas más raíces tiene el árbol, mayor será la posibilidad de generar respuestas para resolver el problema central planteado.

7. Identificar las consecuencias del problema central. Estas consecuencias se vertieron en un diagrama en forma de ramas, arriba del problema central.

8. Profundizar en las causas y consecuencias, dado que, resolver el problema central será mucho más fácil en la medida en que se determine sus causas y efectos en cadena. Es decir, si ya se determinó una causa, ¿es posible que esta causa sea ocasionada por algo más a su vez? Así se puede ir preguntando a fin de profundizar tanto como sea posible, tanto en las causas como en las consecuencias.

9. Una vez analizadas todas las posibles causas y consecuencias del problema central, regresar al problema central y ponerlo en positivo, a fin de empezar a construir el árbol de objetivos.

10. El problema central se transformará en el objetivo central. Las raíces/causas se transforman en medios y las ramas/consecuencias se transforman en fines.

11. Analizar los medio y fines, generando combinaciones, a fin de generar alternativas viables de solución a la problemática. Posibles criterios para establecer las alternativas: correspondencia al problema; temporalidad (urgencias, desarrollos progresivos); restricción de recursos; restricción de capacidad; optimización de la situación actual.

12. Redefinición de alcances y establecimiento de posibles sinergias.

13. Al termino del ejercicio en cada una de las mesas de trabajo, se exponen los resultados en la sesión plenaria del Taller por parte de algunos de los participantes de cada mesa con el tema correspondiente.

14. Se da inicio a la sesión de preguntas y comentarios en torno a las problemáticas presentadas, el proyecto y el Taller por parte de los asistentes. Donde se sugiere resaltar la participación de comunidades afectadas, así como tomar en cuenta el enfoque de género e incorporar el análisis de especies y ecosistemas afectados principalmente por inundaciones y sequía en la región.

15. Se da respuesta por los Responsables Técnicos de ambos proyectos (305079 y 306497), indicando que el enfoque de género esta tomado en cuenta en los planes de trabajo del proyecto 305079, así como la participación de actores de comunidades se ha limitado por restricciones de acceso a servicio de internet y medios de comunicación en zonas rurales, no obstante el proyecto 306497 ha generado algunos ejercicios con comunidades de manera presencial debido a la ventaja de sus participantes situados en zonas cercanas a ellas. Por último, también se hace la invitación a los asistentes del taller para continuar en colaboración con el proyecto y aquellos que estén interesados en sumarse en la investigación, particularmente para el análisis de especies se pretende continuar la colaboración en la propuesta a largo plazo.

El informe completo del Taller, que contiene además un análisis posterior por parte de los miembros de este proyecto de la retroalimentación recibida de los actores clave y comunitarios invitados, se adjunta como Anexo a éste informe técnico final ya que además es uno de los entregables del proyecto semilla.

### **Pregunta 02 (10000 caracteres)**

Relate el proceso que siguieron para determinar, en colaboración con los actores participantes, el objetivo general de incidencia, el objetivo general de investigación y la meta general de investigación-incidencia.

### **Caracteres: 14095 (sin espacios)**

Como se explicó en el punto anterior, la colaboración con los actores participantes fue a través del Taller virtual organizado en el mes de marzo del presente y para lo cual se planteó utilizar la técnica de árbol de problemas para ayudarnos a definir el objetivo general de incidencia, el objetivo general de investigación y la meta general de investigación de investigación-incidencia descrita en la propuesta de proyecto en extenso que es el entregable principal de este proyecto y que va como uno de los adjuntos del presente informe. Dicha técnica se describe a continuación:

- Árbol de problemas

El árbol de problemas es una técnica que se emplea para identificar una situación negativa (problema central), la cual se intenta solucionar analizando relaciones de tipo causa-efecto. Para ello, se debe formular el problema central de modo tal que permita diferentes alternativas de solución, en lugar de una solución única.

Luego de haber sido definido el problema central, se exponen tanto las causas que lo generan como los efectos negativos producidos, y se interrelacionan los tres componentes de una manera gráfica.

La técnica adecuada para relacionar las causas y los efectos, una vez definido el problema central, es la lluvia de ideas. Esta técnica consiste en hacer un listado de todas las posibles causas y efectos del problema que surjan, luego de haber realizado un diagnóstico sobre la situación que se quiere resolver.

- ¿Cómo se elabora el árbol de problemas?

A. Se define el problema central (TRONCO).

B. Las causas esenciales y directas del problema se ubican debajo del problema definido (RAÍCES). Las causas son las condiciones que determinan o influyen en la aparición del problema. Es importante verificar la relación directa que existe entre ellas y el problema.

C. Los efectos o manifestaciones se ubican sobre el problema central (COPA O FRUTOS). Se refieren a las consecuencias e impacto producidas por el problema.

D. Se examinan las relaciones de causa y efecto, y se verifica la lógica y la integridad del esquema completo.

Como ya se mencionó en el punto anterior, se organizaron tres mesas de trabajo diferentes para atacar las diferentes problemáticas relacionadas a i) inundaciones; ii) sequías y iii) deficiencias en la gestión de riesgos en la cuenca Grijalva-Usumacinta a través de la técnica de árboles de problemas y soluciones descrita anteriormente. La finalidad de los siguientes árboles es sintetizar y agrupar la información en niveles primarios y secundarios de las causas-efectos en el árbol de problemas y de objetivo-medios en el árbol de soluciones. La agrupación se llevó a cabo entre los expertos de diferentes disciplinas que permiten consensuar los resultados obtenidos y verterlos en los esquemas de árboles organizados y finales para apoyar la construcción de la problemática a resolver con los conocimientos de los diferentes actores locales y nacionales que influyen y son afectados por los eventos de estudio. Así también, estos resultados fueron tomados para establecer las vías metodológicas para atender y resolver el problema desde el punto de vista científico y de investigación para trasladarlo a estrategia de incidencia y colaboración con los actores de los diferentes sectores para formular un sujeto social.

Los resultados y análisis de dichas mesas de trabajo (reportados en uno de los anexos del presente informe técnico) se analizaron posteriormente a mayor profundidad por los integrantes de este proyecto generando análisis como el descrito a continuación.

En las tres mesas se observaron la identificación de los fenómenos climáticos como principales factores de influencia y secundariamente los efectos de gestión, esto nos permite identificar que los actores participantes reconocen la importancia de los fenómenos meteorológicos, y en algunos casos los climáticos a los que se expone la Cuenca Grijalva-Usumacinta (Montero-Martínez et al. 2018; Andrade-Velázquez & Medrano-Pérez, 2020) y que se presentan indistintamente (Andrade-Velázquez & Medrano-Pérez, 2021) .

Desde el punto de vista hidrológico, se consideran de gran importancia los resultados del taller, en donde las principales causas de los problemas planteados (50 %) en las tres mesas: deforestación, suelos impermeables, zonas inundables, variabilidad precipitación, eventos recurrentes/extremos, falta de precipitación, variabilidad climática, desertificación, oscilaciones a largo plazo, alteraciones patrones climáticos y disminución frentes fríos y que están altamente relacionados con los efectos: daños materiales (afectaciones a la infraestructura, sistemas agropecuarios y daños a bienes muebles e inmuebles) y erosión hídrica (generación de sedimentos), impactos en los sistemas hídricos y falta de información base para planeación y gestión de riesgo, tienen gran relevancia para el análisis de las variables hidrológicas. Sin duda la deforestación y el cambio de uso de suelo asociado a este fenómeno juega un rol muy importante en la problemática (causas y efecto) antes descrita, de acuerdo con la FAO (2009), como cubierta de cuenca, los bosques protegidos o sujetos a una buena ordenación son lo mejor para el ciclo hidrológico, contra la erosión y para la calidad del agua, la cual bien podría ser el producto más útil e importante del bosque. En el trabajo de M. Gustafsson et al., (2019) expresan que los árboles y los bosques desempeñan un papel importante en los ciclos hidrológicos, éstos favorecen la liberación de agua a la atmósfera, influyen en la humedad del suelo, mejoran la infiltración del mismo y la recarga de agua subterránea. Los cambios en el uso de la tierra vinculados a los bosques, como la deforestación, la reforestación y la forestación pueden afectar los puntos de abastecimiento de agua cercanos y distantes: por ejemplo, una disminución de la evapotranspiración después de la deforestación de un área puede reducir las precipitaciones en las zonas ubicadas en la dirección del viento.

Además, en las mesas se identificaron los obstáculos o problemas asociados a la intervención humana, como es el ordenamiento territorial y actividades productivas, la respuesta de la población y la gestión e implementación de acciones ante el riesgo por eventos meteorológicos que producen desastre y son reconocidos como inundaciones y sequías. Para este último, los actores participantes evidencian que sus efectos son menores comparando con los de inundaciones.

Los integrantes del grupo de trabajo de la Mesa de Gestión de Riesgos determinaron que uno de los elementos centrales en la prevención de desastres e inundaciones es el contar con el marco jurídico adecuado y actualizado de Gestión Territorial. De esta manera destacaron la necesidad de contar con al menos dos de sus instrumentos centrales: el Atlas de Riesgos Municipal y el Ordenamiento Ecológico Territorial. Ambas herramientas resultan indispensables en la gestión del uso del suelos urbano y rural de los municipios. Según su opinión contar con ellas no solo sería un elemento central en el combate a los frecuentes desastres, sino que además potenciaría el desarrollo social y económico de las comunidades al orientar las actividades económicas según la vocación natural del suelo.

En las reflexiones sobre la gestión de riesgos, el tema de la vulnerabilidad social ocupa un lugar de destaque, por constituirse, evidentemente, en una causa primordial para la concreción de los desastres. Ello se refleja en las preocupaciones vertidas por la mesa de trabajo de “Inundaciones”, cuyo árbol de problemas enumera dos causas relativas a la vulnerabilidad: ocupación de cauces y asentamientos irregulares. La mesa de trabajo de “Sequías” también asume al crecimiento urbano como una de las causas de los desastres, reafirmando que, aunado a las condiciones meteorológicas y climáticas, está el factor social-institucional como potenciador de los riesgos. Por su parte, la mesa de trabajo de “Deficiencias en políticas preventivas de gestión de riesgos” refuerza la idea de la vulnerabilidad como factor de riesgo, ahora institucional, al ubicar severas fallas en la instrumentación de políticas de gestión de riesgos, entre ellas la falta de capacidades del capital humano a nivel local, carencia de herramientas de planeación municipal y de visión de largo plazo para enfrentar los riesgos.

Ello da cabida a la reflexión de que los desastres no son “naturales”, sino consecuencia de la combinación entre las amenazas naturales y la carencia de planeación territorial y de políticas de prevención de riesgos, en un escenario de múltiples desigualdades, que genera vulnerabilidad de grupos sociales en situaciones de desventaja socioeconómica, quienes realizan la apropiación territorial en zonas inadecuadas, por no contar con opciones alternas para vivir, como es el caso de las inundaciones. Esta vulnerabilidad diferencial, en donde la desigualdad social vuelve más susceptible de sufrir daños en caso de amenazas a algunos sectores de la población ubica a los desastres como un problema no resuelto del desarrollo, por ello la necesidad de trabajar desde un enfoque sistémico, en donde se pone atención a la amenaza climática en sí, pero también y principalmente, a la fragilidad de los elementos expuestos a la amenaza (infraestructura, actividades productivas, grado de organización social, sistemas de alerta, desarrollo político institucional, etc.), argumentando que tanto la magnitud de los daños sufridos en los desastres como la capacidad de resistencia del grupo social afectado están relacionados con el grado de vulnerabilidad del grupo social y de las instituciones encargadas de la temática de los riesgos. En virtud de ello, es imprescindible generar insumos para el fortalecimiento institucional y políticas para reducir las desigualdades sociales, con la implementación de programas y acciones orientados a la

rehabilitación del medio natural y social, desde una óptica en la cual la reducción de la vulnerabilidad es el eje fundamental de un proceso de desarrollo con sostenibilidad socioambiental.

Es importante considerar estos resultados para la formulación del proyecto, y el abordaje metodológico.

Debido a la dispersión poblacional que presenta la región, donde casi el 60% de la población se encuentra asentada en localidades de menos de mil habitantes, por lo que predomina la población rural en la cuenca, se debe de contemplar la inclusión de habitantes rurales en los talleres y demás actividades de incidencia del proyecto. Otro aspecto importante es que los habitantes de origen indígena son predominantes en toda la cuenca, e incluyen miembros de los grupos tojolabal, tzeltal, chol y maya lacandón en México, predomina la población que pertenece a un pueblo originario en la región por lo que los talleres y demás actividades de incidencia deben de tener incluida la perspectiva intercultural.

Debido a que al menos el 50% de las personas que habitan la CU pertenecen al género femenino, en el taller solo el 25% de participantes eran mujeres, se recomienda ampliamente la perspectiva de género para la implementación de talleres subsecuentes y demás actividades de incidencia del proyecto; así como la formulación del proyecto, y el abordaje metodológico. En otro punto, es necesaria la profesionalización de las Unidades Municipales de Protección Civil lo que mejoraría en gran medida la respuesta en caso de emergencia y la planeación para el diseño de protocolos de atención con fundamentos técnicos dispuestos al servicio de la ciudadanía. En este mismo rubro apuntaron a la necesidad de asegurar la situación laboral de los empleados ya que al ser periodos administrativos cortos existe una alta rotación y con ello pérdida de capacidad y experiencia.

El cambio climático y un aumento de los fenómenos climáticos extremos están alterando los ciclos del agua y amenazan la estabilidad de los flujos de dicho recurso. La FAO (2009) además considera que el cambio climático producirá un impacto considerable en la hidrología y los recursos hídricos, lo cual puede manifestarse en un mayor número de catástrofes, como inundaciones, sequía y deslaves, en todos los cuales puede influir la cubierta forestal. Las situaciones que afectan a los grupos más vulnerables de la sociedad exigen una atención particular. Restablecer los ecosistemas forestales dañados o degradados puede ayudar a que los bosques “amortigüen” los efectos del cambio climático. Dado lo anterior, se considera que es necesario conocer y estimar en qué magnitud los cambios de uso de suelo provocados por la deforestación y urbanización de zonas naturales de inundaciones, la variabilidad climática, falta de precipitación, desertificación, alteraciones de los patrones de clima, disminución de los frentes fríos han impactado o modificado las variables del ciclo hidrológico (escurrimiento, evapotranspiración y recarga potencial), tasas de erosión hídrica, caudales de escurrimiento, velocidades de flujo y superficies de inundaciones en las cuencas de estudio de la Región Hidrológica Grijalva Usumacinta.

El Estado de Tabasco se ha caracterizado por el impacto ambiental que ha tenido el desarrollo en sus sistemas naturales. El deterioro ambiental del estado de Tabasco, se debe en gran medida a la introducción de planes de desarrollo centrados en aspectos económicos que dejan de lado el costo ambiental del desarrollo (Tudela et al., 1989). En los últimos sesenta años, el estado ha transitado de una economía basada en la explotación ganadera extensiva y la agricultura de plantaciones a una economía sustentada en las aportaciones que la industria petrolera (Morales Jiménez, 1990). Esta transición más las recurrentes crisis económicas han provocado en el ámbito rural una pérdida casi

total de los recursos forestales, así como un crecimiento anárquico en los principales centros de población (Camara Cabrales et al., 2011; Galindo Alcántara et al., 2009; Miguel Ángel Palomeque de la Cruz, Adalberto Galindo Alcántara, Alberto J. Sánchez, & Miguel Jorge Escalona Maurice, 2017).

El Estado de Tabasco se ha caracterizado por el impacto ambiental que ha tenido el desarrollo en sus sistemas naturales. El deterioro ambiental del estado de Tabasco, se debe en gran medida a la introducción de planes de desarrollo centrados en aspectos económicos que dejan de lado el costo ambiental del desarrollo (Tudela et al., 1989). En los últimos sesenta años, el estado ha transitado de una economía basada en la explotación ganadera extensiva y la agricultura de plantaciones a una economía sustentada en las aportaciones que la industria petrolera (Morales Jiménez, 1990). Esta transición más las recurrentes crisis económicas han provocado en el ámbito rural una pérdida casi total de los recursos forestales, así como un crecimiento anárquico en los principales centros de población (Cámara Cabrales et al., 2011; Galindo Alcántara et al., 2009; Miguel Ángel Palomeque de la Cruz, Adalberto Galindo Alcántara, Alberto J. Sánchez, & Miguel Jorge Escalona Maurice, 2017).

Otro elemento más consecuencia del desarrollo es la construcción de miles de kilómetros de caminos, vías férreas, drenes, canales y bordos que han modificado de forma importante la geografía local y en consecuencia el comportamiento hidráulico de los principales cuerpos de agua causando desecación, así como fuertes inundaciones (Galindo Alcántara, Gama-Campillo, Ruiz Acosta, Chiapi, & Morales Hernández, 2005; Galindo Alcántara et al., 2009)

Se concluyó que es de gran importancia elaborar y promover un esquema de administración del uso del suelo en función de los aspectos técnicos y científicos de los programas de ordenamiento y los atlas de riesgos con mecanismos de evaluación y retroalimentación.

Por lo que este Taller, nos ha permitido sentar las bases para el arranque de este posible proyecto y encaminar la ruta de su desarrollo en las diferentes disciplinas del conocimiento que participan en esta primer fase, así como identificar los principales sectores involucrados en el interés de aportar y fortalecer en la construcción de la solución y demás actores importantes que presentan día a día los efectos del Clima y demás fenómenos ambientales y sociales para su habitabilidad, conservación, sustentabilidad y prolongación del medio para esta y siguientes generaciones que están y se establezcan en la región. Así también fueron tomados estos resultados para establecer las vías metodológicas para atender y resolver el problema desde el punto de vista científico y de investigación para trasladarlo a estrategia de incidencia y colaboración con los actores de los diferentes sectores para formular un sujeto social.

### **Pregunta 03 (10000 caracteres)**

Describa cuáles fueron los campos científicos especializados y la lógica de constitución inter y transdisciplinar del equipo que participará en el proyecto en extenso.

### **Caracteres: 9771 (sin espacios)**

Desde su origen en el protocolo del proyecto semilla, se había pensado en una estrategia multidisciplinaria para atacar la presente problemática de este proyecto en extenso. En dicho protocolo se explicaba ya que la cuenca requiere de un estudio multidisciplinario que conduzca a la

comprensión de la dinámica de la cuenca y su vinculación con el clima. El proyecto en extenso se enfocará en estudiar los potenciales impactos hidrológicos y socio-ambientales de la CGU debidos a eventos extremos (inundaciones y sequías) con el fin de proponer soluciones que reduzcan la vulnerabilidad de la sociedad ante este tipo de eventos en el futuro inmediato.

Recordando que el objetivo general de investigación es evaluar los impactos hidrológicos y socio-ambientales debido a inundaciones y sequías a partir de información histórica de datos climáticos, hidrológicos, ambientales y percepciones de actores sociales locales para construir índices de resiliencia comunitaria ante desastres hidrometeorológicos y un sistema técnico-científico para coadyuvar en la gestión preventiva del riesgo y bajo cambio climático. Y el objetivo general de incidencia que es implementar una estrategia de incidencia con base al intercambio de experiencias humanas, tanto la información generada desde la investigación científica; como la información acumulada por el conocimiento local real que ayude a minimizar los riesgos por inundaciones y sequías en ciertas localidades de la cuenca Grijalva-Usumacinta con base a investigación técnica-científica y los efectos que se pudieran tener bajo los escenarios de cambio climático tanto en inundaciones, sequías y degradación de los suelos en las microcuencas de incidencia Valle de Jovel (San Cristóbal de las Casas), Bajo Grijalva (Villahermosa y Oxolotán) y Bajo Usumacinta (Río San Pedro), ubicadas en la Región Hidrológica Grijalva-Usumacinta para una adecuada estrategia de gestión preventiva del riesgo. Ambos objetivos requieren la necesidad de un grupo multidisciplinario de trabajo para poder cumplir con los mismos.

De ésta forma de los nueve investigadores que formamos inicialmente el proyecto semilla 305079, se formaron al final cinco grupos de trabajo que nosotros denominamos “Módulos”, o también definidos “Estrategias” o “Líneas de Acción”, y además se designaron “coordinadores” de módulo para poder eficientar la organización y la toma de decisiones en las reuniones de trabajo. Los módulos constituidos fueron: i) Clima, ii) Hidrología, iii) Social, iv) Calidad del Agua y v) Ordenamiento Territorial. Los integrantes y sus respectivas instituciones en cada Módulo son:

Dr. Martín José Montero Martínez (IMTA), Responsable Técnico del Proyecto 305079 y participante en el Módulo Clima.

i) Módulo Clima.

Dra. Mercedes Andrade Velázquez (Centro de Cambio Global y la Sustentabilidad, CCGS) (Coordinadora del Módulo Clima y Coordinadora de Logística del Proyecto).

Dr. Julio Sergio Santana Sepúlveda (IMTA).

Dr. Ojilve Ramón Medrano Pérez (CCGS).

Dr. José Antonio Salinas Prieto (IMTA).

M.C. Víctor Kevin Contreras Tereza (IMTA).

ii) Módulo Hidrología.

Dr. Roel Simuta Champo (IMTA) (Coordinador del Módulo Hidrología).

Dr. Héctor Alonso Ballinas González (IMTA).

Dr. Martín Dagoberto Mundo Molina (Universidad Autónoma de Chiapas, UNACH).

Dr. Rodrigo Roblero Hidalgo (IMTA).

M.C. Pedro Rivera Ruiz (IMTA).

M.I. José Alberto Báez Durán (IMTA).

Dr. Francisco Magaña Hernández (Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, UJAT)  
Dr. Rabindranarth Romero López (Universidad Veracruzana, UV).  
Dra. Annie Paulin (École de Technologie Supérieure, ETS/Canadá).  
Dr. Demetrio Salvador Fernández Reynoso (Colegio de Postgraduados, COLPOS).  
Dr. Arturo Carrillo Reyes (Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, UNICACH).

iii) Módulo Social.

Dra. Denise Freitas Soares de Moraes (IMTA) (Coordinadora del Módulo Social).  
Dra. Magdalena Lagunas Vázquez (CCGS).  
Dra. María de los Ángeles Pérez Villar (Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, UJAT).  
Dr. Oscar Frausto Martínez (Universidad de Quintana Roo, UQRoo).

iv) Módulo Calidad del Agua.

Dr. Juan Gabriel García Maldonado (IMTA) (Coordinador del Módulo Calidad del Agua).  
M.C. Liliana García Sánchez (IMTA).  
M.C. Axel Falcón Rojas (IMTA).  
Dr. Rubén Antelmo Morales Pérez (IMTA).

v) Módulo Ordenamiento Territorial → FUSIÓN CON PROYECTO 306497.

Dr. Miguel Ángel Palomeque de la Cruz (UJAT) (Responsable Técnico del Proyecto 306497).  
Dr. Adalberto Galindo Alcántara (UJAT) (Coordinador del Mód. Ordenamiento Territorial).  
Dra. Silvia del Carmen Ruíz Acosta (Instituto Tecnológico de la Zona Olmeca, ITZO).  
Dr. Rodimiro Ramos Reyes (El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)-Villahermosa).  
Dr. Miguel Alberto Magaña Alejandro (UJAT).  
Dr. Gilberto Pozo Montuy (Conservación de la Biodiversidad del Usumacinta A.C., COBIUS).  
Ecol. Carlos Martín Jiménez Arano (Universidad Intercultural del Estado de Tabasco, UIET).  
Biol. Sandra Manuela Suarez García (Instituto Tecnológico Superior de Centla, ITSCentla).

Los objetivos específicos de cada uno de estos cinco módulos están integrados en el Anexo del Plan de Trabajo (ver "305079\_PlanTrabajo.pdf"). Los métodos de investigación a utilizar integrados de todos los módulos por Etapa son:

ETAPA 1.

- Recopilación de la base de datos climáticas, de diferentes fuentes, para las estaciones de la CGU.
- Descarga de la página web de CMIP6 de simulaciones realizadas con modelos del sistema terrestre (ESMs) para la región del sureste mexicano y consulta a fuentes secundarias de información.
- Metodología para índices de las oscilaciones climáticas.
- Caracterización y diagnóstico de los suelos en cuatro microcuencas de la CGU.
- Recopilación y revisión bibliográfica de fuentes primarias, secundarias y terciarias sobre modelación hidrológica y efectos del cambio climático sobre la CGU.
- Recopilación y análisis de información de las cuencas urbanas: Valle de Jovel, en Chiapas y Villahermosa, en Tabasco.

- Integrar un inventario de servicios y sitios turístico de la CGU.
- Selección de los sitios de monitoreo en los sitios piloto de la CGU para calidad del agua.
- Organización grupal.

#### ETAPA 2.

- Análisis de calidad de datos y homogenización de bases de datos climáticas y cálculo de índices climáticos.
- Evaluación de modelos del sistema terrestre (ESMs) para la región del sureste mexicano.
- Regionalización dinámica con el modelo WRF para un período base y dos períodos futuros.
- Diagnóstico climático de eventos extremos y su relación de moduladores climáticos ENSO, PDO, AMO.
- Caracterización edafológica de las tres cuencas piloto.
- Construcción de los modelos y balance hidrológico de Valle de Jovel y Villahermosa para el escenario cero.
- Estimación espaciotemporal de zonas de inundación de la cuenca urbana del Valle de Jovel, en Chiapas.
- Estimación de caudales y evaluación de la calidad del agua de los sitios de monitoreo seleccionados en los tres sitios piloto.
- Analizar las percepciones sociales, y resiliencia comunitaria ante desastres hidrometeorológicos, desde un enfoque de género, en torno a los efectos de eventos extremos en municipios de las partes alta y baja de la cuenca, así como las estrategias que han seguido estas poblaciones para adaptar sus patrones socioeconómicos a las nuevas condiciones ambientales.

#### ETAPA 3.

- Análisis de desempeño de simulaciones regionales con WRF.
- Análisis del comportamiento espaciotemporal de las inundaciones y sequías en la CGU.
- Extrapolación de la relación de moduladores climáticos y eventos extremos bajo escenarios de cambio climático para proyecciones futuras.
- Generar las bases de datos y cartografía para el modelo SWAT de las tres microcuencas de estudio.
- Balance hidrológico para Jovel y Villahermosa para diferentes escenarios de cambio climático, con datos de las últimas proyecciones climáticas del CMIP6.
- Estimación espaciotemporal de zonas de inundación de la cuenca urbana de Villahermosa, Tabasco.
- Modelar la erosión hídrica, el balance de agua de suelos y la recarga con el modelo SWAT en las cuencas Valle de Jovel, San Pedro y Villahermosa.
- Modelación del territorio (ordenamiento territorial).

- Gestión de apoyos, capacitación técnica, promoción turística y posicionamiento del proyecto.
- Determinar los índices de resiliencia comunitaria ante desastres hidrometeorológicos de una microcuenca de montaña (Jovel) y de planicie (Tenosique).
- Estrategia de sensibilización y fortalecimiento de capacidades locales, tomando en cuenta capacidades y necesidades diferenciadas de hombres y mujeres, orientada a fortalecer la resiliencia y capacidad adaptativa a nivel local, frente a eventos extremos.

#### ETAPA 4.

- Regionalización dinámica con el modelo RegCM para un período base y dos períodos futuros y análisis de desempeño.
- Elaboración de indicadores para la medición de probabilidad y/o fiabilidad de ocurrencia de las proyecciones futuras de eventos extremos.
- Modelación de la erosión hídrica, el balance de agua y la recarga con el modelo SWAT en las tres zonas piloto.
- Estimación de los impactos potenciales del cambio climático en el suministro de agua potable en San Cristóbal de las Casas y Villahermosa.
- Determinar los efectos del cambio climático en el escurrimiento, impactos potenciales en el suministro de agua a potable y estimación de zonas de inundación en Valle de Jovel y Villahermosa.
- Diseñar lineamientos y gestionar políticas públicas climáticas que tomen en cuenta especificidades territoriales y de género, que estén orientados a combatir desigualdades, incrementar la resiliencia comunitaria, e impulsar su aplicación a nivel local, municipal y regional.
- Desarrollo e implementación del plan de acción relacionado a la incidencia.

La estrategia de investigación e incidencia y la forma de realizar el trabajo transdisciplinario entre éstos cinco módulos del proyecto se esquematiza en el punto 5.2 de la propuesta en extenso y en el Anexo 305079\_mapas. Para que funcione coordinadamente ésta interacción entre módulos es indispensable la creación de “grupos de enlace” cuya función será la de intercambiar datos y métodos para que la información fluya entre los diferentes grupos de trabajo y se cubran las necesidades para cumplir con los objetivos del proyecto-

En el transcurso del proyecto se ha considerado la siguiente propuesta de transdisciplina que se desprende del planteamiento teórico de Max-Neef (2016) sobre transdisciplina fuerte (TF). La TF nos expone el uso de acciones transdisciplinarias en cuatro niveles de integración (incluyendo disciplina, multidisciplinaria, pluridisciplinaria, interdisciplinaria para llegar a la transdisciplina).

La acción transdisciplinaria es integrativa, coordinada y con propósitos comunes, nos permite el tránsito desde un nivel empírico hacia un nivel dirigido o pragmático, continuamos hacia el nivel normativo y terminamos en el nivel de valores. Cualquier relación vertical múltiple incluyendo los cuatro niveles definen una acción transdisciplinaria (Max-Neef, 2016). En nuestro proyecto, la transdisciplina nos permitirá la integración de marcos teórico-metodológicos transdisciplinarios. Una comprensión transdisciplinaria del ciclo socio natural de la CGU. Identificar de forma transdisciplinaria

impactos hidrológicos y socio-ambientales de la CGU debido a eventos climáticos extremos; así como hacer propuesta de soluciones transdisciplinarias para contrarrestar la vulnerabilidad socioambiental ante eventos climáticos extremos en el futuro.

#### **Pregunta 04 (10000 caracteres)**

Refiera cómo se delimitó la ubicación del espacio de incidencia de los lugares donde se desarrollarán las experiencias piloto.

#### **Caracteres: 2059 (sin espacios)**

A continuación, se mencionan los criterios considerados en el presente proyecto para desarrollar las experiencias piloto:

Organizacionales: i) presencia de Organizaciones No Gubernamentales (ONGs) que tienen la capacidad de fungir como enlace entre la academia y los actores locales; ii) interés de grupos organizados en participar en solución de problemática.

Meteorológicos: i) presencia e impacto de fenómenos extremos tales como sequías e inundaciones; ii) suficiente cantidad de datos de estaciones climáticas cercanas para realizar estudios de clima robustos.

Hidrológicos: i) tomar en cuenta que la problemática a resolver es potencialmente muy diferente si se trata de la parte alta, media o baja de la cuenca, de tal modo que es importante seleccionar una mezcla de los sitios piloto tomando en cuenta este punto.

Socioculturales: i) territorios con presencia de población indígena y no indígena; ii) elevado nivel de pobreza y vulnerabilidad.

Territoriales: i) representatividad de territorios rurales y urbanos; ii) fácil accesibilidad del grupo de trabajo.

Políticos: apertura de presidencia municipal para generar sinergia con proyecto.

También es importante buscar condiciones de articulación del pensamiento y quehacer académico con la práctica del sujeto social.

Es importante seleccionar zonas con distintas problemáticas y por lo tanto diferentes estrategias y soluciones. Escenarios contrastantes, pues el ensayo en escenarios contrastantes ayuda a permitir la replicabilidad de la propuesta.

También es deseable que, a partir de los criterios mencionados anteriormente, hacer una pre-selección de posibles zonas e intentar contactar a presidente municipal, ONGs, etc. (retomando los criterios) para sondear si realmente hay interés por el proyecto y, en caso de no notarse el interés, buscar otras alternativas.

En el caso particular del presente proyecto probablemente lo que más influyó en decidir los tres sitios piloto fue el que hubiera cierta experiencia de trabajo de los diferentes grupos que están participando en el proyecto, así como la diferencia en designar la parte alta y baja de cada cuenca.

Las microcuencas pilotos en donde se realizará la incidencia son: Valle de Jovel que se ubica en la región Altos de Chiapas (San Cristóbal de las Casas), Bajo Grijalva (Villahermosa y Oxolotán) y Bajo Usumacinta (río San Pedro) en la zona norte de la Región Hidrológica Grijalva-Usumacinta.

#### **Pregunta 05 (10000 caracteres)**

Refiera por qué consideran que dicha experiencia tiene el potencial de desempeñarse como una experiencia piloto con relevancia nacional y cuál fue el proceso, así como los criterios, que llevaron a definir la metodología de una estrategia de participación colectiva para la diseminación hacia otras zonas.

#### **Caracteres: 3038 (sin espacios)**

Definitivamente las experiencias de los sitios pilotos escogidos para la propuesta en extenso mencionados en el punto anterior, tienen el potencial de ser replicables a nivel nacional y dentro de otras zonas de la misma cuenca de estudio.

La razón de esto es que los mismos eventos climáticos extremos (sequías e inundaciones) se pueden encontrar en mayor o menor medida en otras regiones del país o de la zona con impactos mayores o menores dependiendo de la vulnerabilidad de las diferentes zonas. Este tipo de problemáticas no es particular de la Cuenca Grijalva-Usumacinta sino que se presenta con frecuencia en otros lugares a nivel nacional.

También consideramos importante que esa replicabilidad a otros puntos del país tome en cuenta los criterios de selección mencionados en el punto anterior.

El hecho de haber escogido tres sitios piloto con diferencias en la parte alta o baja de la cuenca y para dos cuencas muy diferentes entre sí (la del Grijalva y la del Usumacinta) donde el nivel de interacción humana con esas dos cuencas es muy diferente. Por un lado, una muy alterada desde el punto de vista antropogénico, como es la cuenca del Grijalva donde se lleva a cabo un control hidrológico muy fuerte para asegurar el control de producción de energía eléctrica que es la más alta en todo el país. Y, por otro lado, la cuenca del Usumacinta que por su ubicación en México solo nos toca la parte baja de la misma y en donde hay relativamente poca interacción humana en este afluente. Las problemáticas a resolver son muy diferentes la una de la otra y por ello la replicabilidad a otras zonas del país es factible.

La experiencia actual demuestra que ya durante la primera fase se llevó a cabo el taller donde se dio a conocer a actores locales el proyecto y se obtuvo su retroalimentación. Para continuar con la comunicación del proyecto se planea llevar a cabo, al menos una vez en cada etapa, talleres de retroalimentación con los actores clave que fungirán como sujeto social. Se mantendrá informada a la población por medio de las diferentes plataformas de redes sociales y por medio de seminarios. Se buscarán espacios en medios de comunicación para dar a conocer los resultados de cada etapa, así como su publicación en una página web.

La difusión de la experiencia generada en el proyecto se diseminará de diversas formas, y será dirigida hacia los diferentes sectores que integran la sociedad mexicana en general

a. Academia

Seminarios y publicaciones

Material de difusión por plataformas RS

Talleres y cuestionarios virtuales

Seminarios y cabildes

Talleres virtuales y cabildes

b. Sociedad en general, organizaciones de base y OSC, etc.

Seminarios y publicaciones.

Material de difusión por plataformas digitales.

Talleres y cuestionarios virtuales.

Seminarios y cabildes.

Talleres virtuales y cabildes.

c. Gobierno federal, estatal, municipal, y otras modalidades de gobierno local y autogobierno.

Entidades federales tales como:

Instancias de gobiernos estatales, al menos las inmersas con la región sur-sureste de México.

Los gobiernos municipales.

Promover un coloquio nacional con presencia de entidades de gobierno, otras modalidades de gobierno, academia, sociedad civil en general.

Seminarios y publicaciones.

Material de difusión por plataformas RS.

Talleres y cuestionarios virtuales.

Seminarios y cabildes.

Talleres virtuales y cabildes.

d. Otras modalidades de gobierno local y autogobierno.

Ejidos, terrenos comunales, pueblos originarios entre otros.

Seminarios y publicaciones.

Material de difusión por plataformas digitales.

Talleres y cuestionarios virtuales.

### **Pregunta 06 (10000 caracteres)**

Mencione aspectos relevantes sobre obstáculos y retos que, más allá de la pandemia, enfrentaron durante la construcción del proyecto en colaboración con los distintos actores involucrados, especialmente con los actores sociales.

### **Caracteres: 2952 (sin espacios)**

En el caso del presente proyecto, la pandemia sin duda, represento un cambio de estrategia sustancial. Ello debido a que nosotros planeamos inicialmente la realización de al menos un taller presencial en el cual llevaríamos a cabo la interacción directa con los actores clave y comunitarios afectados por estos eventos climáticos extremos en algunas de las zonas de estudio. Sin embargo, la pandemia nos imposibilitó completamente de esta alternativa dado que el grupo núcleo de este proyecto se encuentra en el IMTA en el Estado de Morelos, y ante la imposibilidad de viajar, hubo que buscar la alternativa de hacer el Taller de forma virtual.

La realización de un Taller de forma virtual que cumpliera con los objetivos que nos habíamos planteado originalmente fue todo un reto y se resaltan los siguientes puntos:

- i) Fue necesario hacer una invitación con objetivos y alcances suficientemente convincentes para poder lograr que los invitados y sus instituciones correspondientes se convencieran de participar en el mismo. Aun así, se logró asegurar la participación y asistencia de instituciones como el Servicio Meteorológico Nacional, el Instituto de Protección Civil del Estado de Tabasco, del Centro Nacional de Prevención de Desastres, del Programa Nacional de las Naciones Unidas, del Organismo de Cuenca Frontera Sur, y de otras descritas ya en el punto 1 de éste informe.
- ii) Para lograr la asistencia al Taller de los comunitarios invitados y algunos académicos de la región, fue imprescindible el contacto de algunos de los miembros del proyecto que radican en la zona de estudio, así como la intervención de los contactos del proyecto en fusión 306497, dado que el grupo núcleo de investigadores de ese proyecto radica en la región de estudio y en su caso ellos sí tuvieron la posibilidad de realizar algunos talleres presenciales.
- iii) Otro obstáculo importante fue el de cómo llevar a cabo la dinámica del taller, que en nuestro caso fue la de árboles de problemas y soluciones descrita con anterioridad, bajo el concepto de modalidad virtual. Para ello, fue necesario hacer un par de “simulacros” previos entre los mismos integrantes del proyecto y algunos invitados externos. Los simulacros nos dieron la oportunidad de corregir los errores de logística, metodológicos y de herramientas utilizadas para llevarlo a cabo. Para llevar a cabo la metodología en sí, fue de gran ayuda el aprender a utilizar la herramienta Jamboard de Google Meet. Esta herramienta permite visualizar un pizarrón virtual en el cual se pueden ir colocando leyendas con las ideas producidas por los asistentes de la mesa. Para llevar a cabo la logística de manera adecuada, el “staff” técnico se compuso de un facilitador, un

operador de Jamboard, un cronometrista, un relator de la dinámica de la mesa y un grabador del video correspondiente.

- iv) Otro de los retos particulares de éste proyecto es el de tener suficientes cartas compromiso de instituciones ajenas al proyecto, lo cual considero que es debido a la poca interacción directa que hemos tenido con los grupos. Sin embargo, el proyecto en fusión 306497 ha tenido mayor éxito en este sentido y esta asociación ayudará en mucho a resolver esta problemática en el futuro inmediato.

Los integrantes de éste proyecto pensamos que los obstáculos y retos mencionados aquí pueden ser llevados a buen término una vez que baje significativamente los efectos de la pandemia y se puedan volver a realizar reuniones presenciales con los actores clave y comunitarios afectados.

### **Pregunta 07 (10000 caracteres)**

Refiera el proceso social e histórico del trabajo que el grupo de investigación ha realizado con los actores sociales, para desplegar dinámicas de incidencia dirigidas a resolver los problemas regionales.

En este caso la experiencia del grupo de trabajo proviene principalmente del trabajo en comunidades que ha realizado el equipo social, coordinado por la Dra. Denise Soares del IMTA, y de un proyecto reciente donde participamos varios de los colaboradores del proyecto actual.

Esos antecedentes inmediatos se basan en un proyecto financiado por CONACYT-SEMARNAT de 2016-2018 y llevado a cabo por investigadores del IMTA (que participan aquí), la U.A. de Chapingo y la UACJ. El proyecto se intituló "Impactos socioambientales del cambio climático registrados en la cuenca del Río Conchos y del Río Usumacinta de acuerdo a criterios del IPCC". En la página web del proyecto (<http://gradiente.imta.mx/>) se puede ver la descripción general, resultados y productos obtenidos.

El proyecto fue evaluado por CONACYT con calificaciones sobresalientes debido a que se superaron los alcances y productos comprometidos inicialmente, habiéndose obtenido al final: 5 artículos publicados en revistas indizadas, 9 artículos de divulgación (de los cuales siete fueron capítulos de libro), 2 libros (uno para cada cuenca de estudio), 1 software registrado con derechos de autor y 5 estudiantes graduados a nivel licenciatura.

Se considera que la aportación más valiosa del proyecto fue que se pudo conectar la parte científica con la sociedad, ya que como parte de las actividades de difusión se llevaron a cabo talleres y reuniones de análisis y reflexión, cuyo objetivo fue sensibilizar a la población acerca de los impactos de los fenómenos hidroclimáticos en su dinámica productiva y económica, así como las alternativas productivas, económicas y socioculturales que existen para reducir su vulnerabilidad y para establecer acciones de adaptación frente al cambio climático. Los manuales y folletos de difusión impresos y presentaciones en formato PPT generadas ex profeso, fueron los materiales con los que se trabajó en los talleres y reuniones.

En esta estrategia se definieron tres grandes actividades de difusión:

- 1) Reuniones con funcionarios de las dependencias gubernamentales involucradas (de los tres órdenes de gobierno) y con representantes de las asociaciones sociales y productivas de las cuencas;
- 2) Distribución de los archivos digitales de los polípticos y manuales en algunas de las instituciones gubernamentales, universidad y de la sociedad civil, con el fin de que éstas se encarguen de reproducir y distribuir más ejemplares impresos y/o subirlos a sus redes sociales y
- 3) Talleres con estudiantes y miembros de asociaciones productivas (agricultores).

En la etapa final del proyecto, se invitó a miembros del proyecto al Congreso del estado de Chiapas, para presentar los resultados del proyecto. En dicha reunión se hizo la presentación del libro derivado del proyecto que tiene como título “La Cuenca del Río Usumacinta desde la Perspectiva del Cambio Climático”, obra coordinada por Denise Soares y Antonino Garcia (2017).

Ahora bien, la presente propuesta tiene como objetivo evaluar los impactos hidrológicos y socio-ambientales debido a inundaciones y sequías a partir de información histórica, percepciones de actores sociales locales y proyecciones bajo cambio climático. A partir de ello, el grupo de trabajo actual tiene los conocimientos para analizar el perfil de resiliencia de territorios específicos de la cuenca (microcuenca de montaña y de planicie) y construir índices de resiliencia comunitaria ante desastres hidrometeorológicos, con la finalidad de determinar alternativas de fortalecimiento de capacidades orientadas al incremento de la resiliencia y reducción de vulnerabilidad. Los marcos desde los cuales se desarrollarán la propuesta son:

- Los desastres como construcciones sociales y no naturales
- Distintas manifestaciones de la vulnerabilidad
- Fortalecimiento de la resiliencia social e institucional
- Participación local en procesos de toma de decisiones.
- Complementariedad entre conocimiento científico y empírico.

En coordinación con actores sociales e institucionales locales, generar una nueva lógica en el diseño e instrumentación de políticas públicas para la cuenca, que tome en cuenta la especificidad de los territorios y sus grupos sociales, así como el combate a las desigualdades, contribuyendo a una gobernanza efectiva y a la reducción de la vulnerabilidad y desastres.

El proyecto está planteado para incidir desde dos perspectivas: 1) la incidencia política, en donde se impulsará la formulación y puesta en práctica de políticas públicas locales y regionales, orientadas a promover mayor resiliencia de las comunidades y municipios frente a sequías e inundaciones; y 2) la incidencia social, con el fortalecimiento de capacidades y promoción de la organización comunitaria en torno a los riesgos de desastres, con el fin de establecer colaboraciones entre los distintos grupos de interés en la cuenca y dar seguimiento a las propuestas y acciones desarrolladas por el proyecto, así como gestionar alternativas complementarias para reducir la vulnerabilidad frente a riesgos. Los métodos a utilizar son:

Etapa 2.

Analizar las percepciones sociales, y resiliencia comunitaria ante desastres hidrometeorológicos, desde un enfoque de género, en torno a los efectos de eventos extremos en municipios de las partes alta y baja de la cuenca, así como las estrategias que han seguido estas poblaciones para adaptar sus patrones socioeconómicos a las nuevas condiciones ambientales.

Etapa 3.

Estrategia de sensibilización y fortalecimiento de capacidades locales, tomando en cuenta capacidades y necesidades diferenciadas de hombres y mujeres, orientada a fortalecer la resiliencia y capacidad adaptativa a nivel local, frente a eventos extremos.

Etapa 4.

Diseñar lineamientos y gestionar políticas públicas climáticas que tomen en cuenta especificidades territoriales y de género, que estén orientados a combatir desigualdades, incrementar la resiliencia comunitaria, e impulsar su aplicación a nivel local, municipal y regional.

En el transcurso del proyecto esperamos llevar a cabo talleres presenciales con una frecuencia de al menos una vez al año en cada sitio. El objetivo principal será el informar sobre el desarrollo del proyecto, tener retroalimentación y ofrecer un acompañamiento en el desarrollo e implementación de una estrategia de incidencia que contribuya a disminuir la vulnerabilidad de las comunidades ante la ocurrencia de los fenómenos climáticos extremos objeto de este estudio.

#### **Pregunta 08 (10000 caracteres)**

Refiera los criterios adoptados para la identificación de los obstáculos a remover sobre el problema planteado.

**Caracteres: 4492 (sin espacios)**

A continuación, se mencionan y analizan los cinco tipos de obstáculos relacionados al presente proyecto:

i) Obstáculos normativos, para poder remover o modificar éste tipo de obstáculos, se necesita entender y comprender las leyes, reglamentos, políticas y normas vigentes, para saber dónde exactamente se encuentran los obstáculos para el bien común y, por lo tanto, plantear una estrategia de incidencia adecuada para poder afrontarlos.

ii) Obstáculos representados por actores públicos y privados, los intereses de este tipo actores muchas veces entran en conflicto con intereses del bien común. Lo anterior, se puede visualizar por ejemplo en las concesiones destinadas de antemano a grandes empresas consumidoras del vital líquido, y que obviamente impactan en las necesidades de la sociedad en general.

iii) Obstáculos inherentes a los modelos tecnológicos de uso y manejo del agua vigentes, los cuales cuando no son tomados en cuenta en las estrategias implementadas, se suele cometer errores en la gestión o construcción de infraestructura. Ejemplos de esto son el omitir las proyecciones de cambio climático en cuanto a la potencial disponibilidad del recurso hídrico o bien proyecciones

actualizadas de cambio de uso de suelo, las cuales traen como consecuencia evaluaciones imprecisas o incompletas del problema.

iv) Obstáculos representados por los paradigmas de pensamiento dominantes, los cuales impiden la implementación de nuevas ideas o soluciones al problema en cuestión. Un ejemplo de ello sería la modificación a políticas de gestión del recurso hídrico en cuanto a la operación de las presas de la región, los cuales son difíciles de cambiar debido a los hábitos operacionales en cuanto a maximizar la producción de energía.

v) Obstáculos generados por factores psicogenéticos en los actores transformadores (y posiblemente en los miembros del colectivo de investigación-incidencia) que puedan generar desgastes emocionales no esperados o no deseados durante el difícil proceso de construir la solución perseguida. Ejemplo de esto es el asunto de la pandemia que azoto al mundo en el 2021 y continúa sus efectos en el 2021.

Además de lo anteriormente señalado, vale la pena exponer además lo siguiente en relación a los escenarios de incertidumbre del presente proyecto.

1) Ciertamente uno de los aspectos de mayor incertidumbre en la actualidad, para todos los proyectos, es el factor de la pandemia de la COVID-19. Esto sin duda ha traído grandes cambios en el desarrollo de los proyectos desde ésta primera fase. En nuestro caso particular, el proyecto tenía contemplado la realización de un taller presencial con la presencia de actores clave (académicos y tomadores de decisión gubernamentales) y comunitarios en la zona de Villahermosa. Sin embargo, ésta importante tarea tuvo que ser modificada y al final tuvimos que optar por un taller de forma virtual que dentro de las ventajas que tuvo es que pudimos invitar a participar a personas de otras comunidades fuera de Villahermosa como fueron de Tuxtla Gutiérrez y regiones en varios sitios de Tabasco. Sin embargo, el escenario de incertidumbre de la COVID-19 va más allá de evitar la cercanía física social en estos momentos. Como sabemos, la pandemia también ha generado estragos importantes en el nivel socioeconómico de las comunidades, haciéndolas más vulnerables en general ante la presencia de nuevos fenómenos climáticos extremos en los años por venir.

2) México pasa por un cambio político y económico desde 2018, y que actualmente tiene fuerte impacto en diferentes sectores, como es el científico, es por ello que los estudios desarrollados bajo diferentes proyectos de interés nacional tienen la visión de fortalecer y proveer de soluciones alternativas para la resolución de problemas crónicos en el tema del agua. No obstante, este cambio ha llevado a ajustar y adecuar la visión previa sobre la investigación y resolución de problemas en la sociedad que involucra a gran número de sectores, los cuales están sujetos a las directrices políticas y económicas a nivel local, nacional, regional e internacional. Dado que este cambio lleva tiempo en desarrollarse, la incertidumbre de concretar los estudios de investigación se sujeta a la estabilidad social que se derive en los sitios pilotos y las facultades que tengan las instituciones locales, estatales y federales para coadyuvar en la resolución de los problemas. Y sí este cambio puede retroalimentar y consolidar la investigación que se desea desarrollar, ya que además este cambio pudiera ser detenido abruptamente o tardar demasiado para dar fluidez en los avances que se logren generar. No obstante, la investigación que se desarrolle en el proyecto proveerá de resultados acordes a los ajustes finales de su propuesta y que pudieran extenderse como había sido al inicio de su concepción, a otras áreas nacionales y regionales más allá de la geografía. Los mecanismos que otorgue la ciencia en su conjunto para lograr que el proyecto se desarrolle satisfactoriamente serán indispensables

tanto en recurso financiero como recursos humanos que permitan coadyuvar en la solución que se construya, así como fortalecer y generar el conocimiento actualizado y novedoso en acompañamiento de la proactividad de todos los participantes e interés de la sociedad involucrada.

### **Pregunta 09 (10000 caracteres)**

Refiera los criterios metodológicos para identificar las condiciones y cambios necesarios para que los actores involucrados en el proyecto, cumplan con la meta general de investigación e incidencia del proyecto.

### **Caracteres: 2486 (sin espacios)**

Los métodos que se emplearán para el cumplimiento de metas de incidencia se basan en las herramientas de incidencia (Programa de Intervención Directa – Save the Children 2013). Las Metas de Incidencia se trabajarán desde la primera etapa con los actores clave identificados durante la fase de elaboración de la propuesta larga del proyecto, así como los que se integren durante el desarrollo del proyecto a largo plazo (ver sección 3.2.3).

#### **ETAPA 1:**

Método cualitativo (entrevistas y talleres) y cuantitativo (encuestas) y estrategias de comunicación.

- a) Reuniones de diálogo, seminarios, conferencias y debates, donde se haga pública la estrategia de incidencia para generar acuerdos y argumentos favorables.
- b) Solicitudes de acceso a la información pública.
- c) Comunicación pública con representantes públicos y privados para la respuesta y soluciones a los obstáculos posibles en el proceso de incidencia.

#### **ETAPA 2:**

Método cualitativo (entrevistas y talleres) y cuantitativo (encuestas) con perspectiva de género.

- a) Reuniones de diálogo, seminarios, conferencias y debates, donde se haga pública la estrategia de incidencia para generar acuerdos y argumentos favorables.
- b) Solicitudes de acceso a la información pública.
- c) Comunicación pública con representantes públicos y privados para la respuesta y soluciones a los obstáculos posibles en el proceso de incidencia.

#### **ETAPA 3:**

Metodología cualitativa: talleres participativos. Y estrategias de comunicación.

- d) Análisis político, es el seguimiento, recopilación, selección, organización e interpretación de los fenómenos políticos mediante la información en medios, discursos, boletines y reportes oficiales.
- e) Análisis de coyuntura, identificación de momento favorables o no en la esfera pública para planear las acciones de incidencia.

f) Mapeo de actores y análisis de poder, identificación de los actores en el proceso de la problemática y solución y su papel que desempeñan, los intereses y recursos que ejercen con diferentes actores.

g) Cabildeo. Los diferentes actores del Sujeto Social son intermediarios ante legisladores y tomadores de decisión.

#### ETAPA 4:

Metodología cualitativa: talleres participativos. Y estrategias de comunicación.

a) Reuniones de diálogo, seminarios, conferencias y debates, donde se haga pública la estrategia de incidencia para generar acuerdos y argumentos favorables.

c) Comunicación pública con representantes públicos y privados para la respuesta y soluciones a los obstáculos posibles en el proceso de incidencia.

g) Cabildeo. Los diferentes actores del Sujeto Social son intermediarios ante legisladores y tomadores de decisión.

h) Premios y reconocimientos, generar incentivos para la participación de los diferentes actores clave del Sujeto Social.

Las herramientas anteriores (a-h) se ejercerán durante el desarrollo con diferente grado de intervención, dependiendo de la Meta de Incidencia en proceso.

**Sección: PN\_SEC33 SECCIÓN II**

**Pregunta 01 (10000 caracteres)**

Indique si la propuesta de PRONAI es producto de una fusión entre proyectos de fondo semilla. En caso de que así sea, señale los títulos de los proyectos que se fusionan y adjunte la o las cartas de consentimiento referidas en los Lineamientos.

**Caracteres: 1041 (sin espacios)**

La presente propuesta titulada “ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE INUNDACIONES Y SEQUÍAS EN LA CUENCA GRIJALVA-USUMACINTA Y EVALUACIÓN DE SUS POTENCIALES IMPACTOS HIDROLÓGICOS Y SOCIO-AMBIENTALES PARA UNA ESTRATEGIA DE INCIDENCIA” es producto de la fusión de los proyectos M0037-2019-1-305079 “ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE INUNDACIONES Y SEQUÍAS EN LA CUENCA GRIJALVA-USUMACINTA Y EVALUACIÓN DE SUS POTENCIALES IMPACTOS HIDROLÓGICOS Y SOCIO-AMBIENTALES” (responsable técnico es el Dr. Martín José Montero Martínez del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua); y del proyecto M0037-2019-1-306497 “MODELO INTEGRAL DE RESTAURACIÓN Y CONSERVACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS PARA LA CUENCA BAJA DEL RÍO USUMACINTA” (responsable técnico es el Dr. Miguel Ángel Palomeque de la Cruz de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco). Esta fusión se dio debido a la compatibilidad y complementariedad de objetivos entre ambos proyectos analizando que el proyecto conjunto sería una propuesta más robusta. La fusión se comenzó a gestionar a finales de noviembre de 2020.

La carta de fusión se adjunta como Anexo al presente informe bajo el nombre “305079\_fusion.pdf”, debidamente firmada por los integrantes originales de ambos proyectos.

**Pregunta 02 (10000 caracteres)**

Expresé su opinión general respecto a las actividades realizadas durante los meses de desarrollo del proyecto semilla.

**Caracteres: 8314 (sin espacios)**

Como responsable técnico del proyecto, considero que ha sido quizás el proyecto que ha sido de mayor reto para llevarlo a cabo principalmente porque debido a su alcance y complejidad ha requerido que se involucre un número considerablemente mayor a los nueve originales que iniciamos el proyecto semilla. Al final del proyecto el número de participantes se incrementó a 33 investigadores, organizados en cinco módulos de trabajo: clima (6 investigadores), hidrología (11 investigadores), social (4 investigadores), calidad del agua (4 investigadores) y ordenamiento territorial (8 investigadores).

La mayor complejidad radica en organizar los equipos de trabajo. De forma casi natural se fueron escogiendo a los diferentes “coordinadores” de módulo en el sentido que eran personas con las que yo había trabajado anteriormente y eran de mi entera confianza, o bien que en las reuniones preliminares del proyecto mostraron mayor interés e iniciativa en el desarrollo del mismo. De esta forma se propuso a la Dra. Mercedes Andrade Velázquez del CCGS a que coordinara el Módulo Clima y fue la persona que apoyo muchísimo en la logística de las actividades del proyecto, ya que en total

tuvimos unas 30 reuniones virtuales solo para la organización del proyecto, sin duda un trabajo extenuante pero que era requerido. El Dr. Roel Simuta Champo del IMTA aceptó la responsabilidad de coordinar el Módulo de Hidrología, el grupo de trabajo más grande del proyecto con once investigadores y de varias universidades (incluyendo una en Canadá). Estos primeros dos módulos tuvieron sus propias reuniones internas, pero también se llevaron a cabo tres reuniones entre-módulos Clima e Hidrología dado que los insumos y flujo de información que son requeridos de un grupo a otro eran necesarios de resolver. De igual forma se hace notar que cuatro investigadores de éstos módulos: Dr. José Antonio Salinas (IMTA) y Dr. Martín José Montero (IMTA) del Módulo Clima, y el Dr. Rabindranarth Romero (UV) y la Dra. Annie Paulin (ETS/Canadá) del Módulo Clima, forman parte de un proyecto, liderado por el Dr. Salinas, que recibió en este abril de éste año un “CORDEX Flagship Pilot Study (FPS) Endorsement”. El “Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment” (CORDEX) es un marco del “World Climate Research Programme” (WCRP) para evaluar el desempeño de la modelación climática regional a través de una serie de experimentos destinados a producir proyecciones climáticas regionales (<https://cordex.org/>). Los FPS de CORDEX están respaldados con la intención de abordar adecuadamente los desafíos científicos locales y regionales específicos. El FPS debe centrarse en regiones específicas de escala subcontinental, a fin de permitir una serie de capacidades para abordar cuestiones científicas clave motivadas por varios temas:

- Ejecutar y evaluar RCM en una amplia gama de resoluciones, hasta los permisos de convección, y evaluar su valor agregado en comparación con el uso de GCM;
- Promover el diseño experimental en paralelo y las evaluaciones de técnicas de reducción de escala tanto estadísticas como dinámicas a escalas más típicas de las aplicaciones de IVAA;
- Diseñar experimentos dirigidos a investigar procesos y circulaciones regionales específicos;
- Investigar la importancia de los forzamientos a escala regional (aerosoles, cambio de uso de la tierra, vegetación, etc.);
- Compilar y utilizar conjuntos de datos de observación de múltiples variables de alta calidad y alta resolución (tanto espacial como temporal) para la validación de modelos y el análisis de procesos;
- Coordinar con actividades específicas en otros proyectos del WCRP, más notablemente los proyectos hidroclimáticos regionales GEWEX;
- Diseñar proyectos de extremo a extremo, desde el clima hasta el usuario final, que demuestren el valor procesable de las proyecciones reducidas del cambio climático;
- Incrementar el potencial de financiamiento enfocándose en temas específicos de interés para una región determinada.

Los FPS deberían ser impulsados por las comunidades CORDEX regionales, aunque compartiendo protocolos comunes para permitir un intercambio más fácil de conocimientos. Idealmente, algunos resultados de los FPS deberían ser transferibles a otras regiones y también pueden mejorarse con otros proyectos que trabajen de acuerdo con las directrices de FPS y con los mismos objetivos.

El proyecto “Dynamical downscaling experiments and hydrological modeling for Canada and Mexico” con el investigador principal José Antonio Salinas Prieto, después de una revisión externa y por parte del Equipo Asesor Científico de CORDEX, se consideró que cumplía con los Criterios de FPS y está

aprobado como estudio piloto insignia de CORDEX. Además, es importante mencionar que CORDEX respalda científicamente este tipo de propuestas FRP con la finalidad de que consigan posteriormente financiamiento en oportunidades como éstas que brinda CONACYT para que logren sus objetivos particulares. CORDEX como tal no brinda financiamiento directo alguno a los FPS.

Se espera que este proyecto tenga una duración de cinco años con fecha de inicio el 12 de abril de 2021 y las instituciones participantes son; Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), Departamento de Ingeniería de la Construcción, École de Technologie Supérieure (Universidad de Quebec), Consorcio Ouranos de Climatología Regional y Adaptación al Cambio Climático, Canadá y Universidad Veracruzana.

Este gran logro es importante para el presente proyecto en extenso debido a que la metodología a ocupar en parte de los productos climáticos e hidrológicos provendrán de la aplicación de la metodología evaluada y respaldada por CORDEX aplicándolo a la zona de la cuenca Grijalva-Usumacinta. La carta de respaldo por parte de CORDEX al proyecto anteriormente mencionado se adjunta a los Anexos del presente informe como “305079\_AvalCordex.pdf”.

Se puede encontrar más información sobre los proyectos FPS en <https://cordex.org/experiment-guidelines/flagship-pilot-studies/>, y sobre los FPS respaldados en <https://cordex.org/experiment-guidelines/flagship-pilot-studies/endorsed-cordex-flagship-pilote-studies/>.

En cuanto al Módulo Social, es un grupo destacados investigadores e investigadoras de instituciones como el CCGS, la UJAT y la U. de Quintana Roo. El módulo es coordinado por la Dra. Denise Soares del IMTA, con quien ya hemos realizado otros proyectos anteriormente, incluyendo el anteriormente mencionado “Impactos socioambientales del cambio climático en las cuencas de los ríos Conchos y Usumacinta”. El Módulo Social fue particularmente participativo en el diseño y metodología implementada para el Taller mencionado en la Pregunta 01 de la Sección I de éste informe. Además, como sabemos la participación del Módulo Social ha sido clave para la construcción de los objetivos y actividades con toda la parte de incidencia del presente proyecto. Entre sus investigadores también participa el Dr. Óscar Frausto Martínez quien es el actual representante de la Red de Desastres Asociados a Fenómenos Hidrometeorológicos y Climáticos (REDESClim), una red de colaboración entre investigadores formada originalmente con apoyo del CONACYT desde 2011.

El Módulo de Calidad del Agua fue formado a consideración de los comentarios de los evaluadores del proyecto semilla, y considerando que en el IMTA hay toda una coordinación dedicada a esa área, se hizo la invitación al Dr. Juan Gabriel García Maldonado para que coordine ese grupo de trabajo formado por cuatro investigadores del IMTA. Este módulo es de particular importancia debido a toda la problemática socioambiental relacionada con la calidad del agua una vez que se presentan los eventos extremos de inundación y sequía en alguna región determinada.

Finalmente, el Módulo de Ordenamiento Territorial se forma a raíz de la Fusión de los proyectos semilla 305079 y 306497. Como ya se mencionó anteriormente al poco tiempo de haber comenzado los proyectos en el mes de noviembre de 2020, se comenzaron a dar las primeras pláticas para considerar la fusión entre ambos proyectos tomando en cuenta principalmente dos aspectos: i) la similitud en las zonas de estudio, ya que el proyecto 305079 tiene planeado estudiar la cuenca Grijalva-Usumacinta y el proyecto 306497 la parte baja del Usumacinta y ii) la complementariedad

en las áreas de trabajo dado que el proyecto 305079 no tenía contemplado estudiar el ordenamiento territorial de una forma tan específica como lo plantea el proyecto 306497. De tal forma que finalmente se concluyó que ambos proyectos son afines y que definitivamente lograrían una propuesta en extenso más robusta si ambos proyectos se fusionaban en una sola propuesta titulada: “Análisis y Proyección de Inundaciones y Sequías en la Cuenca Grijalva-Usumacinta y Evaluación de sus Potenciales Impactos Hidrológicos y Socio-Ambientales para una Estrategia de Incidencia”. Dado que ambos proyectos necesitaban continuar con sus propios desarrollos y entregables comprometidos ante CONACYT, se designó al Dr. Adalberto Galindo como el Coordinador del Módulo Ordenamiento Territorial permitiéndole al Dr. Miguel Ángel Palomeque continuar con su función de responsable técnico del proyecto 306497.

En cuanto al Taller realizado, éste ya fue descrito ampliamente en la Pregunta 01 de la Sección I y el entregable relacionado al estado del arte será descrito en la Pregunta 05 de la Sección II de éste informe.

Cabe mencionar también que, una vez formados los grupos de trabajo, se hicieron reuniones colectivas generales (con todos los integrantes del proyecto), con coordinadores (o representantes) de módulos y logísticas del proyecto, para la toma de decisiones y desarrollo del proyecto de tal manera que las decisiones fueran consensuadas.

### **Pregunta 03 (10000 caracteres)**

Señale qué objetivos planteados para el periodo del proyecto semilla fueron cumplidos.

#### **Caracteres: 1320 (sin espacios)**

Los objetivos específicos del proyecto semilla fueron:

- Revisión exhaustiva de los proyectos pasados y vigentes relacionados a la presente temática en la CGU con el fin de detectar que tipo de estrategias implementadas han sido exitosas (y por lo tanto continuar impulsándolas) y cuáles no. Objetivo cumplido satisfactoriamente y reportado en los Anexos “305079\_EstadoArte.pdf” y “305079\_EstadoArte\_Proyectos”, y

- Reuniones periódicas (presenciales y por vía remota) con todos los colaboradores de la pre-propuesta con el fin de establecer claramente las actividades y productos que se comprometerán por área (Módulo) de trabajo y se cumplan con los objetivos multidisciplinarios del proyecto. Objetivo cumplido satisfactoriamente y con evidencia reportada bajo los Anexos “305079\_actas.pdf”, “305079\_actas2.pdf”.

- Taller a mitad del proyecto en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez con el fin de interactuar con los actores clave (usuarios y tomadores de decisión en la región de estudio) y establecer un vínculo que permita que los productos generados por el proyecto sean útiles para los usuarios finales en la región. Este tipo de servicios se conocen como servicios climáticos y ambientales, en los cuales es clave la participación del usuario para obtener un mayor beneficio de los productos generados por la parte científica/técnica. Objetivo cumplido satisfactoriamente con la particularidad mencionada de que, en lugar de un Taller presencial, debido a la contingencia sanitaria, se llevó a cabo un Taller virtual reportado en el Anexo “305079\_Taller.pdf”.

**Pregunta 04 (10000 caracteres)**

De ser el caso, señale qué objetivos planteados para estos meses de proyecto semilla no fueron cumplidos, justificando las causas.

**Caracteres: 203 (sin espacios)**

Como se mencionó en la pregunta anterior, todos los objetivos del presente proyecto semilla fueron cumplidos con la particularidad mencionada de que el Taller presencial se cambió por uno virtual debido a la contingencia sanitaria actual.

**Pregunta 05 (10000 caracteres)**

Describa brevemente los entregables generados durante estos meses de proyecto semilla.

**Caracteres: 1323 (sin espacios)**

Los productos comprometidos-esperados del presente proyecto semilla son:

- Informe técnico final donde se describa con detalle la metodología de trabajo y los resultados relevantes del taller con los actores clave de la región de estudio.
- Propuesta de proyecto completa para cinco etapas a desarrollarse en el período 2020-2024.

El Informe Técnico Final es el documento actual que se ha subido a la plataforma de CONACYT, y además se sube como el Anexo "305079\_InformeTecnicoFinal.pdf" para mejor visualización de los revisores. Dentro de los componentes de este Informe Técnico están los Anexos "305079\_EstadoArte.pdf" y "305079\_EstadoArte\_Proyectos.pdf" que describe la revisión de artículos y proyectos relacionados con la problemática del impacto de inundaciones y sequías en la cuenca del Grijalva-Usumacinta, y el Anexo "305079\_Taller.pdf" donde se presenta el Informe del Taller virtual descrito ampliamente en las primeras preguntas del presente informe.

En cuanto a la propuesta de proyecto en extenso para cinco etapas, ésta se ha reducido a cuatro etapas, con un total de 3 años y dos meses debido a la solicitud del propio CONACYT en la reunión virtual del pasado 16 de abril del presente entre representantes del CONACYT, del programa PRONACES AGUA y los responsables técnicos de los 47 proyectos semilla aprobados. La propuesta de proyecto en extenso se presenta como el Anexo "305079\_proyecto.pdf" y varios anexos de acuerdo a lo recomendado por el documento "2 Índice de documentos anexos al informe.pdf" de CONACYT.



GOBIERNO DE  
MÉXICO



CONACYT  
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



**Convocatoria 2019-01 para la elaboración de propuestas de proyectos de investigación e incidencia en el conocimiento y la gestión en cuencas del ciclo socio-natural del agua para el bien común y la justicia ambiental**

**I. ESTRUCTURA QUE DEBERÁN TENER LAS PROPUESTAS DE PROYECTOS NACIONALES DE INVESTIGACIÓN E INCIDENCIA PRESENTADOS COMO INFORMES TÉCNICOS**

**Propuesta en Extenso elaborada por:**

Dr. Martín José Montero Martínez, Dra. Mercedes Andrade Velázquez, Dra. Denise Freitas Soares de Moraes, Dr. Roel Simuta Champo, Dr. Adalberto Galindo Alcántara, Dr. Juan Gabriel García Maldonado, Dr. Ojilve Ramón Medrano Pérez, Dra. Magdalena Lagunas Vázquez, Dra. María de los Ángeles Pérez Villar, Dr. Miguel Ángel Palomeque de la Cruz, Dr. Julio Sergio Santana Sepúlveda, Dr. Héctor Alonso Ballinas González, Dr. Martín Dagoberto Mundo Molina, Dr. José Antonio Salinas Prieto, M.C. Víctor Kevin Contreras Tereza, Dr. Rodrigo Roblero Hidalgo, M.C. Pedro Rivera Ruiz, M.I. José Alberto Báez Durán, Dr. Francisco Magaña Hernández, Dr. Rabindranarth Romero López, Dra. Annie Paulin, Dr. Demetrio Salvador Fernández Reynoso, Dr. Arturo Carrillo Reyes, Dr. Oscar Frausto Martínez, M.C. Liliana García Sánchez, M.C. Axel Falcón Rojas, Dr. Rubén Antelmo Morales Pérez, Dra. Silvia del Carmen Ruíz Acosta, Dr. Rodimiro Ramos Reyes, Dr. Miguel Alberto Magaña Alejandro, Dr. Gilberto Pozo Montuy, Ecol. Carlos Martín Jiménez Arano, Biol. Sandra Manuela Suarez García.



## 1. Presentación

### 1.1. Título de la propuesta.

Análisis y Proyección de Inundaciones y Sequías en la Cuenca Grijalva-Usumacinta y Evaluación de sus Potenciales Impactos Hidrológicos y Socio-Ambientales para una Estrategia de Incidencia.

### 1.2. Presentación del colectivo de investigación-incidencia y breve historia de su formación (debe incluir las entidades académicas, las organizaciones de base popular y comunitaria, las organizaciones de la sociedad civil, las dependencias de gobierno y las empresas privadas participantes). Se debe hacer explícito si el proyecto es una fusión de dos o más propuestas que recibieron fondos semilla. (Máximo 600 palabras)

#### 599 palabras

Nueve investigadores fuimos los que inicialmente sometimos la propuesta semilla 305079 que fue aprobada para financiamiento por Conacyt:

NOMBRE	INSTITUCIÓN	FUNCIÓN
Dr. Martín José Montero Martínez	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)	Responsable Técnico del Proyecto 305079
Dra. Mercedes Andrade Velázquez	Centro de Cambio Global y la Sustentabilidad (CCGS)	Coordinadora del Módulo/Estrategia Clima y Coordinadora de Logística
Dra. Denise Freitas Soares de Moraes	IMTA	Coordinadora del Módulo/Estrategia Social
Dr. Roel Simuta Champo	IMTA	Coordinador del Módulo/Estrategia Hidrología
Dr. Julio Sergio Santana Sepúlveda	IMTA	Módulo/Estrategia Clima
Dr. Héctor Alonso Ballinas González	IMTA	Módulo/Estrategia Hidrología
Dr. Martín Dagoberto Mundo Molina	Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH)	Módulo/Estrategia Hidrología
Dra. Rebeca González Villela	IMTA	Decidió no continuar
Dr. Alfonso Guillermo Banderas Tarabay	IMTA	Decidió no continuar

Posteriormente se integraron otros 17 investigadores al proyecto:

NOMBRE	INSTITUCIÓN	FUNCIÓN
Dr. Juan Gabriel García Maldonado	IMTA	Coordinador del Módulo/Estrategia Calidad del Agua
Dr. Ojilve Ramón Medrano Pérez	CCGS	Módulo/Estrategia Clima
Dr. José Antonio Salinas Prieto	IMTA	Módulo/Estrategia Clima
M.C. Víctor Kevin Contreras Tereza	IMTA	Módulo/Estrategia Clima
Dr. Rodrigo Roblero Hidalgo	IMTA	Módulo /Estrategia Hidrología
M.C. Pedro Rivera Ruiz	IMTA	Módulo/Estrategia Hidrología
M.I. José Alberto Báez Durán	IMTA	Módulo/Estrategia Hidrología
Dr. Francisco Magaña Hernández	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco	Módulo/Estrategia Hidrología

	(UJAT)	
Dr. Rabindranarth Romero López	Universidad Veracruzana (UV)	Módulo/Estrategia Hidrología
Dra. Annie Paulin	École de Technologie Supérieure (ETS/Canadá)	Módulo/Estrategia Hidrología
Dr. Demetrio Salvador Fernández Reynoso	Colegio de Postgraduados (COLPOS)	Módulo/Estrategia Hidrología
Dr. Arturo Carrillo Reyes	Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH)	Módulo/Estrategia Hidrología
Dra. Magdalena Lagunas Vázquez	CCGS	Módulo/Estrategia Social
Dra. María de los Ángeles Pérez Villar	UJAT	Módulo/Estrategia Social
Dr. Oscar Frausto Martínez	Universidad de Quintana Roo (UQRoo)	Módulo/Estrategia Social
M.C. Liliana García Sánchez	IMTA	Módulo/Estrategia Calidad del Agua
M.C. Axel Falcón Rojas	IMTA	Módulo/Estrategia Calidad del Agua
Dr. Rubén Antelmo Morales Pérez	IMTA	Módulo/Estrategia Calidad del Agua

Dados los intereses comunes con el proyecto 306497 “Modelo integral de restauración y conservación de servicios ecosistémicos para la cuenca baja del río Usumacinta” **SE DETERMINÓ FUSIONAR AMBOS PROYECTOS (305079 Y 306497) EN LA PRESENTE PROPUESTA.** Los cuales ahora forman el Módulo de Ordenamiento Territorial:

NOMBRE	INSTITUCIÓN	FUNCIÓN
Dr. Miguel Ángel Palomeque de la Cruz	UJAT	Responsable Técnico Proyecto 306497
Dr. Adalberto Galindo Alcántara	UJAT	Coordinador del Módulo/Estrategia Ordenamiento Territorial
Dra. Silvia del Carmen Ruíz Acosta	Instituto Tecnológico de la Zona Olmeca (ITZO)	Módulo/Estrategia Ordenamiento Territorial
Dr. Rodimiro Ramos Reyes	El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)-Villahermosa	Módulo/Estrategia Ordenamiento Territorial
Dr. Miguel Alberto Magaña Alejandro	UJAT	Módulo/Estrategia Ordenamiento Territorial
Dr. Gilberto Pozo Montuy	Conservación de la Biodiversidad del Usumacinta A.C. (COBIUS)	Módulo/Estrategia Ordenamiento Territorial
Ecol. Carlos Martín Jiménez Arano	Universidad Intercultural del Estado de Tabasco (UIET)	Módulo/Estrategia Ordenamiento Territorial
Biol. Sandra Manuela Suarez García	Instituto Tecnológico Superior de Centla (ITSCentla)	Módulo/Estrategia Ordenamiento Territorial

Se recibió el apoyo por escrito de una organización comunitaria de reducción de riesgos y desastres llamada “Kan Jata” del poblado Oxolotán, Tacotalpa, Tabasco, con más de 10 años de trabajo. El papel de esta organización es dar apoyo, vigilancia y monitorio de los desastres o situaciones de emergencia que pudieran suscitarse en el poblado.

También se recibió el apoyo por escrito del Comité de Cuenca del Valle de Jovel y “Ciudadanos por la acción territorial en la Cuenca del Valle de Jovel A.C. Éste comité busca incidir en políticas públicas orientadas hacia la adaptación con un enfoque territorial y de participación ciudadana.

En cuanto a organizaciones gubernamentales tenemos el apoyo por escrito del Instituto de Protección Civil del Estado de Tabasco cuyo titular es el Lic. Jorge Mier y Terán Suárez, y de la Dirección Local de Conagua en Tabasco.

## 2. **Resumen** que deberá incluir:

### 2.1. Descripción clara del problema y su relación con la escala nacional. (Máximo 300 palabras)

#### **296 palabras**

Los efectos debidos a la variabilidad natural del clima o por influencia de actividades antropogénicas se presentan de manera diferenciada. Ejemplos de ello son las inundaciones en la Cuenca Grijalva-Usumacinta (CGU) que fueron registradas en 1995, 1999, 2007, 2008 y 2010 (Arreguín et al., 2014) y más recientemente en el 2020, en los cuales la zona ha mostrado una alta vulnerabilidad a tales eventos.

Uno de los sectores más afectados es el hídrico debido a que se ha agravado la crisis del agua, incluso en aquellos lugares donde el recurso es abundante en forma natural (Landa et al., 2011), pues no se trata solamente de cantidad, sino de calidad, y de las posibilidades de entregar agua a la población o a los sectores económicos que la requieren. La biodiversidad de la CGU es una de las más ricas del mundo. La Selva Lacandona es reconocida por tener la mayor diversidad en el trópico, mientras que la Reserva de la Biósfera de Montes Azules, que representa el 0.16% del territorio de la República Mexicana (De la Maza y Carabias, 2011).

Las actuales tendencias de cambio de uso del suelo, sobreexplotación de recursos silvestres, alteraciones por el sector energético, contaminación, crecimiento y dispersión poblacional, expansión de la frontera agropecuaria y la falta de gobernanza conducirán a la degradación social, económica y política del área.

Por todo lo anterior, la cuenca requiere de un estudio multidisciplinario que conduzca a la comprensión de la dinámica de la cuenca y su vinculación con el clima. El presente proyecto se enfocará en estudiar los potenciales impactos hidrológicos y socio-ambientales de la CGU debidos a eventos extremos (inundaciones y sequías) con el fin de proponer una estrategia que reduzca la vulnerabilidad de la sociedad ante este tipo de eventos en el futuro inmediato.

### 2.2. Objetivo general de incidencia. (Máximo 150 palabras)

#### **112 palabras**

Implementar una estrategia de incidencia con base al intercambio de experiencias humanas, tanto la información generada desde la investigación científica; como la información acumulada por el conocimiento local real que ayude a minimizar los riesgos por inundaciones y sequías en ciertas localidades de la cuenca Grijalva-Usumacinta con base a investigación técnica-científica y los efectos que se pudieran tener bajo los escenarios de cambio climático tanto en inundaciones, sequías y degradación de los suelos en las microcuencas de incidencia Valle de Jovel (San Cristóbal de las Casas), Bajo Grijalva (Villahermosa y Oxolotán) y Bajo Usumacinta (Río San Pedro), ubicadas en la Región Hidrológica Grijalva-Usumacinta para un adecuada estrategia de gestión preventiva del riesgo.

### 2.3. Objetivo general de investigación. (Máximo 150 palabras)

#### **52 palabras**

Evaluar los impactos hidrológicos y socio-ambientales debido a inundaciones y sequías a partir de información histórica de datos climáticos, hidrológicos, ambientales y percepciones de actores sociales locales para construir índices de resiliencia comunitaria ante desastres hidrometeorológicos y un sistema técnico-científico para coadyuvar en la gestión preventiva del riesgo y bajo cambio climático.

### 2.4. Meta general de incidencia. (Máximo 100 palabras)

#### **86 palabras**

Establecer colaboraciones entre los actores involucrados en el proyecto para la continuidad y mejora constante de las posibles soluciones desarrolladas y encontradas para incidir en la formulación de políticas públicas locales y regionales, orientadas a promover mayor resiliencia de las comunidades y municipios frente a sequías e inundaciones, que tome en cuenta la especificidad de los territorios y sus grupos sociales, así como el combate a las desigualdades,

contribuyendo a una gobernanza efectiva y a la reducción de la vulnerabilidad y desastres asociados a fenómenos hidrometeorológicos.

2.5. Meta general de investigación. (Máximo 100 palabras)

**52 palabras**

Generar conocimiento nuevo y robusto sobre la problemática socioambiental en la Cuenca Grijalva-Usumacinta derivada por inundaciones y sequías, así como contribuir al conocimiento pre-existente y local social y público para las mejoras en información y gestión preventiva del riesgo mediante un estudio interdisciplinario y transdisciplinario de áreas climáticas, hidrológicas, ambientales y sociales.

2.6. Ubicación geográfica de la o las cuencas que forman el área de intervención. (Máximo

50 palabras)

**43 palabras**

El área de la frontera sur de México comprende cuencas abarcando un área total de ~168,349 km<sup>2</sup> (cuencas Usumacinta, Grijalva, Candelaria, Hondo, Suchiate y Coatán), las cuales se extienden a través de México, Guatemala y Belice. (Andrade-Velázquez, M. & Medrano-Pérez, O. R. 2020).

2.7. Ubicación geográfica de las experiencias piloto. (Máximo 50 palabras)

**47 palabras**

Las microcuencas pilotos en donde se realizará la incidencia son: Valle de Jovel que se ubica en la región Altos de Chiapas (San Cristóbal de las Casas), Bajo Grijalva (Villahermosa y Oxolotán) y Bajo Usumacinta (río San Pedro) en la zona norte de la Región Hidrológica Grijalva-Usumacinta.

2.8. Estrategia de disseminación activa. (Máximo 100 palabras)

**100 palabras**

Durante la primera fase se llevó a cabo el taller donde se dio a conocer a actores locales el proyecto y se obtuvo su retroalimentación. Para continuar con la comunicación del proyecto se planea llevar a cabo, al menos una vez en cada etapa, talleres de retroalimentación con los actores clave que fungirán como sujeto social. Se mantendrá informada a la población por medio de las diferentes plataformas de redes sociales y por medio de seminarios. Se buscarán espacios en medios de comunicación para dar a conocer los resultados de cada etapa, así como su publicación en una página web.

2.9. Reflexiones generales. (Máximo 100 palabras)

**\* 97 palabras**

La idea general de la presente propuesta es ejecutar un proyecto que contribuya en reducir la vulnerabilidad de la sociedad ante la presencia inminente de fenómenos hidrometeorológicos y climáticos extremos como son las inundaciones y sequías. Para lograr esto proponemos este proyecto de investigación-incidencia donde será muy importante el que los avances técnicos logrados vayan comunicándose y haciendo partícipes a las comunidades piloto propuestas. Los talleres generales y por módulo/estrategia con la sociedad jugarán un papel preponderante en este sentido. Se busca que el proyecto contribuya a reducir la problemática mencionada que recurrentemente afecta a ésta zona.

### 3. Propuesta en extenso

3.1. Presentación del problema nacional a resolver, la cual deberá contar con lo siguiente:

3.1.1. Descripción clara del problema nacional, considerando sus procesos causales. Debe ser elaborado en colaboración directa y verificable con las organizaciones de base popular y comunitaria participantes. (Máximo 750 palabras)

**743 palabras**

Para éste punto en particular se creó la actividad de realizar un Taller, que originalmente se planteó realizar de forma presencial, pero debido a la pandemia, se realizó de manera virtual con actores clave y comunitarios de la región de estudio. Dos de los tres objetivos específicos del Taller fueron: i) diagnosticar las percepciones sociales regionales sobre los problemas de inundaciones y sequías recurrentes en la cuenca y sus propuestas para contrarrestar dicha

problemática; y ii) conocer la perspectiva local acerca de la gestión de riesgos de desastres en la cuenca, así como propuestas para mejorar el actuar institucional en la materia. En el Taller se organizaron tres mesas de trabajo para atender la problemática de inundaciones, sequías y gestión preventiva de riesgos a través de la metodología de árboles de problemas y soluciones. Las principales causas de los problemas planteados fueron la variabilidad climática (en particular la precipitación), deforestación, suelos impermeables, zonas inundables, eventos recurrentes extremos, falta de precipitación, desertificación, oscilaciones a largo plazo, alteraciones patrones climáticos y disminución de frentes fríos y que están altamente relacionados con los efectos: daños materiales (afectaciones a la infraestructura, sistemas agropecuarios y daños a bienes muebles e inmuebles) y erosión hídrica (generación de sedimentos), impactos en los sistemas hídricos y falta de información base para planeación y gestión de riesgo, tienen gran relevancia para el análisis de las variables hidrológicas.

Además, en las mesas se identificaron los obstáculos o problemas asociados a la intervención humana, como es el ordenamiento territorial y actividades productivas, la respuesta de la población y la gestión e implementación de acciones ante el riesgo por eventos meteorológicos que producen desastre y son reconocidos como inundaciones y sequías.

Los integrantes del grupo de trabajo de la Mesa de Gestión de Riesgos determinaron que uno de los elementos centrales en la prevención de desastres e inundaciones es el contar con el marco jurídico adecuado y actualizado de Gestión Territorial. De esta manera destacaron la necesidad de contar con al menos dos de sus instrumentos centrales: el Atlas de Riesgos Municipal y el Ordenamiento Ecológico Territorial. Ambas herramientas resultan indispensables en la gestión del uso del suelo urbano y rural de los municipios. Según su opinión contar con ellas no solo sería un elemento central en el combate a los frecuentes desastres, sino que además potenciaría el desarrollo social y económico de las comunidades al orientar las actividades económicas según la vocación natural del suelo. En las reflexiones sobre la gestión de riesgos, el tema de la vulnerabilidad social ocupa un lugar de destaque, por constituirse, evidentemente, en una causa primordial para la concreción de los desastres. Ello se refleja en las preocupaciones vertidas por la mesa de trabajo de “Inundaciones”, cuyo árbol de problemas enumera dos causas relativas a la vulnerabilidad: ocupación de cauces y asentamientos irregulares. La mesa de trabajo de “Sequías” también asume al crecimiento urbano como una de las causas de los desastres, reafirmando que, aunado a las condiciones meteorológicas y climáticas, está el factor social-institucional como potenciador de los riesgos. Por su parte, la mesa de trabajo de “Deficiencias en políticas preventivas de gestión de riesgos” refuerza la idea de la vulnerabilidad como factor de riesgo, ahora institucional, al ubicar severas fallas en la instrumentación de políticas de gestión de riesgos, entre ellas la falta de capacidades del capital humano a nivel local, carencia de herramientas de planeación municipal y de visión de largo plazo para enfrentar los riesgos.

Ello da cabida a la reflexión de que los desastres no son “naturales”, sino consecuencia de la combinación entre las amenazas naturales y la carencia de planeación territorial y de políticas de prevención de riesgos, en un escenario de múltiples desigualdades, que genera vulnerabilidad de grupos sociales en situaciones de desventaja socioeconómica, quienes realizan la apropiación territorial en zonas inadecuadas, por no contar con opciones alternas para vivir, como es el caso de las inundaciones. En virtud de ello, es imprescindible generar insumos para el fortalecimiento institucional y políticas para reducir las desigualdades sociales, con la implementación de programas y acciones orientados a la rehabilitación del medio natural y social, desde una óptica en la cual la reducción de la vulnerabilidad es el eje fundamental de un proceso de desarrollo con sostenibilidad socioambiental.

Ésta retroalimentación de actores clave y comunitarios ha sido tomada en cuenta a la hora de generar una estrategia adecuada de investigación-incidencia para éste proyecto, además del cuestionario en línea respondido por actores clave (ver sección 5.12).

### 3.1.2. Reconstrucción histórica del problema, describiendo su complejidad ambiental, social, económica, política y cultural. (Máximo 500 palabras)

#### 498 palabras

Históricamente se considera que desde México colonial hasta nuestros días el desarrollo regional del país ha sido desigual y el sur-sureste ha sobrellevado una herencia sociocultural de explotación hacendaria predominantemente agrícola con peones y esclavos indígenas (Bassols, 1992). La región sur-sureste del país cuenta con la mayor concentración de población rural, a pesar de actividades económicas en los sectores manufactureros y de servicios (INEGI, 2016). Es la región del país con la más alta población indígena y con el mayor índice de marginación (CONAPO, 2016; CONEVAL, 2010). En México el racismo es estructural, transversaliza las

relaciones sociales, políticas y económicas (Moreno, 2016), por lo que es importante que sea considerado en el análisis del desarrollo regional del país. En la cuenca del Usumacinta casi el 60% de la población está en localidades de menos de mil habitantes, predomina la población rural en la cuenca (De Ita, 2018). Los habitantes de origen indígena son predominantes e incluyen miembros de los grupos tojolabal, tzeltal, chol y maya lacandón en México, predomina la población que pertenece a un pueblo originario (De Ita, 2018). En los años 60s, la región del Usumacinta estaba prácticamente despoblada con aprovechamientos forestales (Isaac-Márquez, et al., 2005). Durante la década de los sesenta con el establecimiento del Plana Balancán – Tenosique se impulsó el establecimiento de los primeros núcleos de población con actividades antrópicas y procesos de deforestación de la selva (Isaac-Márquez, et al., 2005; García-Morales et al., 2014; García y Soares, 2017). Ante la crisis de la ganadería al inicio del nuevo siglo, grandes áreas de pastizal fueron abandonadas. Sin embargo, el impulso de otras actividades económicas ha favorecido de nuevo la transformación en cultivos o pastizales (Camara Cabrales et al., 2011). Estas actividades contribuyen en el cambio climático por la liberación de gases de efecto invernadero debido a la tala de la vegetación e incendios forestales, la deforestación contribuye al deterioro de los socioecosistemas (Sugden, 2018) y en el ciclo natural del agua, las cuencas en estudio (de la Región Hidrológica Grijalva Usumacinta: bajo Grijalva, bajo Usumacinta y Valle de Jovel) debido a los cambios de uso de suelo, urbanización, variabilidad climática y otras problemáticas surgidas del taller realizado con actores claves señala la importancia del estudio del ciclo hidrológico, erosión hídrica, inundaciones, así como el suministro de agua a poblaciones y zonas agrícolas de temporal. La problemática por inundaciones y sequías es señalada también por actores mediante un cuestionario. El Cambio Climático influye en el aumento de la frecuencia y magnitud de los fenómenos extremos, que originan las sequías y las inundaciones (UNESCO-UN-Water, 2020; United Nations, 2021). Méndez-González et al. (2011) reportan la influencia del ENSO y la AMO en los eventos de precipitación, mientras que Méndez & Magaña (2010) reportan el dipolo húmedo-seco en el país debido a las oscilaciones AMO y PDO. Además, los efectos en la disponibilidad y la distribución de los recursos hídricos, y los impactos del cambio climático se presentarán en la calidad del agua (UNESCO-UN-Water, 2020; Kundzewicz et al., 2007).

### 3.1.3. Análisis de los cinco tipos de obstáculos a la solución planteada, que son parte del problema. (Máximo 750 palabras) 323 palabras

A continuación, analizamos los cinco tipos de obstáculos relacionados al presente proyecto:

- i) Obstáculos normativos, para poder remover o modificar éste tipo de obstáculos, se necesita entender y comprender las leyes, reglamentos, políticas y normas vigentes, para saber dónde exactamente se encuentran los obstáculos para el bien común y, por lo tanto, plantear una estrategia de incidencia adecuada para poder afrontarlos.
- ii) Obstáculos representados por actores públicos y privados, los intereses de este tipo actores muchas veces entran en conflicto con intereses del bien común. Lo anterior, se puede visualizar por ejemplo en las concesiones destinadas de antemano a grandes empresas consumidoras del vital líquido, y que obviamente impactan en las necesidades de la sociedad en general.
- iii) Obstáculos inherentes a los modelos tecnológicos de uso y manejo del agua vigentes, los cuales cuando no son tomados en cuenta en las estrategias implementadas, se suele cometer errores en la gestión o construcción de infraestructura. Ejemplos de esto son el omitir las proyecciones de cambio climático en cuanto a la potencial disponibilidad del recurso hídrico o bien proyecciones actualizadas de cambio de uso de suelo, las cuales traen como consecuencia evaluaciones imprecisas o incompletas del problema.
- iv) Obstáculos representados por los paradigmas de pensamiento dominantes, los cuales impiden la implementación de nuevas ideas o soluciones al problema en cuestión. Un ejemplo de ello sería la modificación a políticas de gestión del recurso hídrico en cuanto a la operación de las presas de la región, los cuales son difíciles de cambiar debido a los hábitos operacionales en cuanto a maximizar la producción de energía.
- v) Obstáculos generados por factores psicogenéticos en los actores transformadores (y posiblemente en los miembros del colectivo de investigación-incidencia) que puedan generar desgastes emocionales no esperados o no deseados durante el difícil proceso de construir la solución perseguida. Ejemplo de esto es el asunto de la pandemia que azotó al mundo en el 2021 y continúa sus efectos en el 2021.

### 3.2. Objetivos y metas.

#### 3.2.1. Objetivo general de incidencia. Descripción de la solución concreta al problema.

(Máximo 150 palabras)

##### 112 palabras

Implementar una estrategia de incidencia con base al intercambio de experiencias humanas, tanto la información generada desde la investigación científica; como la información acumulada por el conocimiento local real que ayude a minimizar los riesgos por inundaciones y sequías en ciertas localidades de la cuenca Grijalva-Usumacinta con base a investigación técnica-científica y los efectos que se pudieran tener bajo los escenarios de cambio climático tanto en inundaciones, sequías y degradación de los suelos en las microcuencas de incidencia Valle de Jovel (San Cristóbal de las Casas), Bajo Grijalva (Villahermosa y Oxolotán) y Bajo Usumacinta (Río San Pedro), ubicadas en la Región Hidrológica Grijalva-Usumacinta para un adecuada estrategia de gestión preventiva del riesgo.

#### 3.2.2. Meta general de incidencia del proyecto. (Máximo 100 palabras)

##### 86 palabras

Establecer colaboraciones entre los actores involucrados en el proyecto para la continuidad y mejora constante de las posibles soluciones desarrolladas y encontradas para incidir en la formulación de políticas públicas locales y regionales, orientadas a promover mayor resiliencia de las comunidades y municipios frente a sequías e inundaciones, que tome en cuenta la especificidad de los territorios y sus grupos sociales, así como el combate a las desigualdades, contribuyendo a una gobernanza efectiva y a la reducción de la vulnerabilidad y desastres asociados a fenómenos hidrometeorológicos.

#### 3.2.3. Metas específicas de incidencia, por etapas y considerando la solución propuesta y los resultados previstos de la(s) experiencia(s) piloto. (Máximo 500 palabras)

##### 498 palabras

Las metas de incidencia se formulan a partir de la Metodología propuesta en la “Guía para la incidencia en Política a favor de los Derechos de los Niños y las Niñas en México” por el Programa de Intervención Directa *Save the Children*. Por el proceso de la incidencia buscamos permear en los diferentes sectores de la sociedad para la formulación y construcción del Sujeto Social, logrando así contar con un interlocutor heterogéneo y local con alcance nacional para implementar y mejorar las medidas preventivas y de atención ante los desastres asociados a fenómenos hidrometeorológicos extremos en la CGU atemporales.

Se listan las metas de incidencia por etapa para las experiencias piloto que se llevarán en 3 sitios en la CGU (anexos 5.3):

MInc1. Promoción del proyecto con enfoque del problema y su difusión pública en la CGU.

AInc1.1. Establecer puentes de diálogo y retroalimentación del problema y su diagnóstico con los actores clave y población en CGU.

MInc2. Generar información en colaboración actores clave y comunitarios afectados sobre el planteamiento del tema de incidencia política en la CGU.

AInc2.1. Organizar talleres virtuales y/o presenciales con actores clave y comunitarios afectados sobre el planteamiento del tema de incidencia política en la CGU.

AInc2.2. Difusión y comunicación con las comunidades afectadas y actores clave para la construcción sólida de la problemática CGU ante los eventos de inundaciones y sequías.

MInc3. Generar información sobre el análisis de contexto político y construcción del mensaje evidencial de la problemática y las vías de atención con los actores clave.

AInc3.1. Organizar talleres virtuales y/o presenciales con actores clave y comunitarios afectados sobre el análisis de política y poder y desarrollo del mensaje en la CGU.

AInc3.2. Mapear a las instituciones y actores clave hacia quienes queremos concentrar nuestra actividad de incidencia política. Mediante un análisis de espacios de decisiones, canales de influencia, e identificación actores ponderantes en CGU.

AInc3.3. Contactar y dialogar con tomadores de decisiones en la CGU sobre la problemática de inundaciones y sequías.

AInc3.4. Publicación documentos y comunicación con las comunidades de los sitios piloto y actores en el contexto político para construcción del mensaje evidencial y las vías de atención en la CGU.

MInc4. Fortalecer, reportar y establecer el plan de acción de incidencia con actores clave y comunidades afectadas en la CGU.

AInc4.1. Difusión de los avances del proyecto y fortalecer el plan de acción de incidencia en la CGU.

AInc4.2. Fortalecer el diálogo con los actores clave y comunidades en CGU interesados e involucrados ante la problemática de inundaciones y sequías.

AInc.4.3. Establecer una estrategia y mecanismos con los actores clave y tomadores de decisión para la valoración y aprobación de las recomendaciones en política pública y social para mejores soluciones del problema.

AInc. 4.4. Presentar el Sujeto Social conjuntado en el proyecto para fortalecer las acciones de incidencia y su continua actualización de las soluciones del problema.

AInc 4.5. Presentar el informe final sobre los resultados del proyecto y la pertinencia del plan de acción de incidencia.

### 3.2.4. Objetivo general de investigación. (Máximo 150 palabras)

#### **52 palabras**

Evaluar los impactos hidrológicos y socio-ambientales debido a inundaciones y sequías a partir de información histórica de datos climáticos, hidrológicos, ambientales y percepciones de actores sociales locales para construir índices de resiliencia comunitaria ante desastres hidrometeorológicos y un sistema técnico-científico para coadyuvar en la gestión preventiva del riesgo y bajo cambio climático.

### 3.2.5. Meta general de investigación. (Máximo 100 palabras)

#### **52 palabras**

Generar conocimiento nuevo y robusto sobre la problemática socioambiental en la Cuenca Grijalva-Usumacinta derivada por inundaciones y sequías, así como contribuir al conocimiento pre-existente y local social y público para las mejoras en información y gestión preventiva del riesgo mediante un estudio interdisciplinario y transdisciplinario de áreas climáticas, hidrológicas, ambientales y sociales.

### 3.2.6. Objetivos específicos de investigación, con variables e indicadores medibles, por etapas y considerando el diagnóstico del problema planteado, la solución propuesta y los resultados previstos de la(s) experiencia(s) piloto. (Máximo 500 palabras)

#### **341 palabras**

El Objetivo General se comprende de 4 objetivos específicos de investigación correspondiendo a las etapas de ejecución del proyecto (anexo 5.1). Los objetivos específicos de investigación engloban los 1) objetivos interdisciplinarios en torno a la problemática recurrente en la CGU ante 2) inundaciones y 3) sequías, influenciada por el 4) Cambio Climático con impactos en 5) recursos naturales, particularmente el 5) hídrico y las 6) diferencias 7) vulnerabilidades sociales (variables 1-7), con los indicadores medibles por etapa: I) planteamiento y desarrollo de metodologías; II) generación de conocimiento básico, novedoso y actualizado, y su difusión en diferentes escalas y medios; III) Fortalecimiento de Capacidades locales, e internas de participantes y IV) Formación de Recursos Humanos.

Estos objetivos de investigación se vinculan con las metas de incidencia (anexo 5.1) que permite plantear acciones y estrategias específicas y generales de atención ante la problemática asociada a fenómenos hidrometeorológicos como es la sequía o inundaciones en la CGU. Uno de los retos a los que la investigación se enfrentará es proporcionar un estudio global de la CGU, debido a su extensión territorial, es por ello que se han identificado 3 sitios pilotos representativos de la zona, cubriendo de la Cuenca Alta y Baja del Grijalva y la Cuenca Baja del Usumacinta, comprendidas en lo nacional, donde las vulnerabilidades son contrastadas de tal manera que los objetivos de investigación sean cubiertos preponderantemente a nivel local, estatal y nacional. La metodología de investigación robusta versada en análisis reconocidos y adecuados con propositivos estudios (ver Anexo 305079\_PlanTrabajo), se podrá extrapolar a otros sitios pilotos en la misma zona y/o en otras zonas del país. Por lo que los objetivos específicos de investigación contienen en su metodología las características dinámicas sociales, ambientales y físicas de la CGU como medio natural y medio antropogénico, es decir un sistema integral y socioambiental cuya continua interacción pueda ser punto de partida para la propuesta de acciones y una estrategia preventiva de atención a riesgos asociados a las inundaciones y sequías formulada con iniciativas científicas nacionales y generación de conocimiento innovador y nacional.

3.2.7. Metas específicas de investigación, con variables e indicadores medibles, por etapas y considerando el diagnóstico del problema planteado, la solución propuesta y los resultados previstos de la(s) experiencia(s) piloto. **(Máximo 100 palabras)**

**99 palabras**

Las metas de investigación se plantean de los Objetivos Específicos de Investigación, que engloban los: 1) objetivos interdisciplinarios en torno a la problemática recurrente en la CGU ante 2) inundaciones y 3) sequías, influenciada por el 4) Cambio Climático con impactos en 5) recursos naturales, particularmente el 5) hídrico y las 6) diferencias 7) vulnerabilidades sociales (variables 1-7), con los indicadores medibles: I) planteamiento y desarrollo de metodologías; II) generación de conocimiento básico, novedoso y actualizado, y su difusión en diferentes escalas y medios; III) Fortalecimiento de Capacidades locales, e internas de participantes y IV) Formación de Recursos Humanos.

3.2.8. Matriz de correspondencia entre objetivo general de incidencia, las metas (general y específicas) de incidencia, los objetivos (general y específicos de investigación) y las metas (general y específicas) de investigación. **(Máximo 300 palabras)**

**289 palabras**

El objetivo general de investigación (3.2.4) y el objetivo general de incidencia (3.2.1) convergen en la matriz de correspondencia entre los objetivos y metas de investigación con las metas de incidencia se presenta en el anexo 5.2, que se cobijan en la estrategia de propagación (3.3.6) e incidencia (3.3.1) para la caracterización y resolución de la problemática en la CGU ante eventos hidrometeorológicos que originan inundaciones y sequías enfocados en un análisis particular de 3 sitios pilotos y con colaboración de los actores locales y comunidades involucradas y afectadas por dicha problemática. Las metas de investigación tienen correspondencia uno a uno con las metas de incidencia, dado que se concretarán recíprocamente, de manera horizontal y transversal, así como a lo largo del desarrollo de todas las etapas del proyecto, tomando en cuenta los escenarios posibles (3.2.9) a los cuales se está y contemplan presentes para la ejecución de las actividades del proyecto y que infieren en las actividades de los participantes en el proyecto y los que conforman el Sujeto Social, donde este último es una figura relevante y estratégica para lograr concretar las metas de incidencia, las cuales están vinculadas no sólo con las metas sino también con los objetivos de investigación de tal manera que los resultados en investigación por etapas se trasladen al desarrollo de metas y sus actividades de incidencia con la finalidad de construir un tejido entre investigación e incidencia, que se consolide y robustezcan ambas prácticas. La importancia de la participación de las comunidades desde diferentes perspectivas y con criterios de inclusión, diversidad y de género permitirán definir y evaluar las acciones y estrategias a desarrollar para la resolución del problema con enfoque diferenciado, local, nacional y extrapolarse a nivel regional e internacional.

3.2.9. Escenarios de incertidumbre. **(Máximo 500 palabras)**

**500 palabras**

Durante el desarrollo de la presente propuesta se detectaron dos escenarios plausibles de mantenerse posteriormente y su posible ejecución en un plazo largo.

1) Ciertamente uno de los aspectos de mayor incertidumbre en la actualidad, para todos los proyectos, es el factor de la pandemia de la COVID-19. Esto sin duda ha traído grandes cambios en el desarrollo de los proyectos desde ésta primera fase. En nuestro caso particular, el proyecto tenía contemplado la realización de un taller presencial con la presencia de actores clave (académicos y tomadores de decisión gubernamentales) y comunitarios en la zona de Villahermosa. Sin embargo, ésta importante tarea tuvo que ser modificada y al final tuvimos que optar por un taller de forma virtual que dentro de las ventajas que tuvo es que pudimos invitar a participar a personas de otras comunidades fuera de Villahermosa como fueron de Tuxtla Gutiérrez y regiones en varios sitios de Tabasco. Sin embargo, el escenario de incertidumbre de la COVID-19 va más allá de evitar la cercanía física social en estos momentos. Como sabemos, la pandemia también ha generado estragos importantes en el nivel socioeconómico de las comunidades, haciéndolas más vulnerables en general ante la presencia de nuevos fenómenos climáticos extremos en los años por venir.

2) México pasa por un cambio político y económico desde 2018, y que actualmente tiene fuerte impacto en diferentes sectores, como es el científico, es por ello que los estudios desarrollados bajo diferentes proyectos de interés nacional tienen la visión de fortalecer y proveer de soluciones alternativas para la resolución de problemas crónicos en el tema del agua. No obstante, este cambio ha llevado a ajustar y adecuar la visión previa sobre la investigación y resolución de problemas en la sociedad que involucra a gran número de sectores, los cuales están sujetos a las directrices políticas y económicas a nivel local, nacional, regional e internacional. Dado que este cambio lleva tiempo en desarrollarse, la incertidumbre de concretar los estudios de investigación se sujeta a la estabilidad social que se derive en los sitios pilotos y las facultades que tengan las instituciones locales, estatales y federales para coadyuvar en la resolución de los problemas. Y sí este cambio puede retroalimentar y consolidar la investigación que se desea desarrollar, ya que además este cambio pudiera ser detenido abruptamente o tardar demasiado para dar fluidez en los avances que se logren generar. No obstante, la investigación que se desarrolle en el proyecto proveerá de resultados acordes a los ajustes finales de su propuesta y que pudieran extenderse como había sido al inicio de su concepción, a otras áreas nacionales y regionales más allá de la geografía. Los mecanismos que otorgue la ciencia en su conjunto para lograr que el proyecto se desarrolle satisfactoriamente serán indispensables tanto en recurso financiero como recursos humanos que permitan coadyuvar en la solución que se construya, así como fortalecer y generar el conocimiento actualizado y novedoso en acompañamiento de la proactividad de todos los participantes e interés de la sociedad involucrada.

### 3.3. Métodos para el cumplimiento de objetivos y metas.

#### 3.3.1. Métodos de incidencia, por etapas. (Máximo 750 palabras)

##### **416 palabras**

Los métodos que se emplearán para el cumplimiento de metas de incidencia se basan en las herramientas de incidencia (Programa de Intervención Directa – Save the Children 2013). Las Metas de Incidencia se trabajarán desde la primera etapa con los actores clave identificados durante la fase de elaboración de la propuesta larga del proyecto, así como los que se integren durante el desarrollo del proyecto a largo plazo (ver sección 3.2.3).

##### ETAPA 1:

Método cualitativo (entrevistas y talleres) y cuantitativo (encuestas) y estrategias de comunicación.

- a) Reuniones de diálogo, seminarios, conferencias y debates, donde se haga pública la estrategia de incidencia para generar acuerdos y argumentos favorables.
- b) Solicitudes de acceso a la información pública.
- c) Comunicación pública con representantes públicos y privados para la respuesta y soluciones a los obstáculos posibles en el proceso de incidencia.

##### ETAPA 2:

Método cualitativo (entrevistas y talleres) y cuantitativo (encuestas) con perspectiva de género.

- a) Reuniones de diálogo, seminarios, conferencias y debates, donde se haga pública la estrategia de incidencia para generar acuerdos y argumentos favorables.

- b) Solicitudes de acceso a la información pública.
- c) Comunicación pública con representantes públicos y privados para la respuesta y soluciones a los obstáculos posibles en el proceso de incidencia.

#### ETAPA 3:

Metodología cualitativa: talleres participativos. Y estrategias de comunicación.

- d) Análisis político, es el seguimiento, recopilación, selección, organización e interpretación de los fenómenos políticos mediante la información en medios, discursos, boletines y reportes oficiales.
- e) Análisis de coyuntura, identificación de momento favorables o no en la esfera pública para planear las acciones de incidencia.
- f) Mapeo de actores y análisis de poder, identificación de los actores en el proceso de la problemática y solución y su papel que desempeñan, los intereses y recursos que ejercen con diferentes actores.
- g) Cabildeo. Los diferentes actores del Sujeto Social son intermediarios ante legisladores y tomadores de decisión.

#### ETAPA 4:

Metodología cualitativa: talleres participativos. Y estrategias de comunicación.

- a) Reuniones de diálogo, seminarios, conferencias y debates, donde se haga pública la estrategia de incidencia para generar acuerdos y argumentos favorables.
- c) Comunicación pública con representantes públicos y privados para la respuesta y soluciones a los obstáculos posibles en el proceso de incidencia.
- g) Cabildeo. Los diferentes actores del Sujeto Social son intermediarios ante legisladores y tomadores de decisión.
- h) Premios y reconocimientos, generar incentivos para la participación de los diferentes actores clave del Sujeto Social.

Las herramientas anteriores (a-h) se ejercerán durante el desarrollo con diferente grado de intervención, dependiendo de la Meta de Incidencia en proceso.

### 3.3.2. Métodos de investigación, por etapas. (Máximo 750 palabras)

#### 706 palabras

Los métodos de investigación por etapa, se describen a continuación:

#### ETAPA 1

- Recopilación de la base de datos climáticas, de diferentes fuentes, para las estaciones de la CGU.
- Descarga de la página web de CMIP6 de simulaciones realizadas con modelos del sistema terrestre (ESMs) para la región del sureste mexicano y consulta a fuentes secundarias de información.
- Metodología para índices de las oscilaciones climáticas.
- Caracterización y diagnóstico de los suelos en cuatro microcuencas de la CGU.
- Recopilación y revisión bibliográfica de fuentes primarias, secundarias y terciarias sobre modelación hidrológica y efectos del cambio climático sobre la CGU.
- Recopilación y análisis de información de las cuencas urbanas: Valle de Jovel, en Chiapas y Villahermosa, en Tabasco.
- Integrar un inventario de servicios y sitios turístico de la CGU.
- Selección de los sitios de monitoreo en los sitios piloto de la CGU para calidad del agua.
- Organización grupal.

#### ETAPA 2

- Análisis de calidad de datos y homogenización de bases de datos climáticas y cálculo de índices climáticos.
- Evaluación de modelos del sistema terrestre (ESMs) para la región del sureste mexicano.
- Regionalización dinámica con el modelo WRF para un período base y dos períodos futuros.
- Diagnóstico climático de eventos extremos y su relación de moduladores climáticos ENSO, PDO, AMO.
- Caracterización edafológica de las tres cuencas piloto.

- Construcción de los modelos y balance hidrológico de Valle de Jovel y Villahermosa para el escenario cero.
- Estimación espaciotemporal de zonas de inundación de la cuenca urbana del Valle de Jovel, en Chiapas.
- Estimación de caudales y evaluación de la calidad del agua de los sitios de monitoreo seleccionados en los tres sitios piloto.
- Analizar las percepciones sociales, y resiliencia comunitaria ante desastres hidrometeorológicos, desde un enfoque de género, en torno a los efectos de eventos extremos en municipios de las partes alta y baja de la cuenca, así como las estrategias que han seguido estas poblaciones para adaptar sus patrones socioeconómicos a las nuevas condiciones ambientales.

#### ETAPA 3

- Análisis de desempeño de simulaciones regionales con WRF.
- Análisis del comportamiento espaciotemporal de las inundaciones y sequías en la CGU.
- Extrapolación de la relación de moduladores climáticos y eventos extremos bajo escenarios de cambio climático para proyecciones futuras.
- Generar las bases de datos y cartografía para el modelo SWAT de las tres microcuencas de estudio.
- Balance hidrológico para Jovel y Villahermosa para diferentes escenarios de cambio climático, con datos de las últimas proyecciones climáticas del CMIP6.
- Estimación espaciotemporal de zonas de inundación de la cuenca urbana de Villahermosa, Tabasco.
- Modelar la erosión hídrica, el balance de agua de suelos y la recarga con el modelo SWAT en las cuencas Valle de Jovel, San Pedro y Villahermosa.
- Modelación del territorio (ordenamiento territorial).
- Gestión de apoyos, capacitación técnica, promoción turística y posicionamiento del proyecto.
- Determinar los índices de resiliencia comunitaria ante desastres hidrometeorológicos de una microcuenca de montaña (Jovel) y de planicie (Tenosique).
- Estrategia de sensibilización y fortalecimiento de capacidades locales, tomando en cuenta capacidades y necesidades diferenciadas de hombres y mujeres, orientada a fortalecer la resiliencia y capacidad adaptativa a nivel local, frente a eventos extremos.

#### ETAPA 4

- Regionalización dinámica con el modelo RegCM para un período base y dos períodos futuros y análisis de desempeño.
- Elaboración de indicadores para la medición de probabilidad y/o fiabilidad de ocurrencia de las proyecciones futuras de eventos extremos.
- Modelación de la erosión hídrica, el balance de agua y la recarga bajo escenarios de cambio climático con el modelo SWAT en las tres zonas piloto.
- Estimación de los impactos potenciales del cambio climático en el suministro de agua potable en San Cristóbal de las Casas y Villahermosa.
- Determinar los efectos del cambio climático en el escurrimiento, impactos potenciales en el suministro de agua a potable y estimación de zonas de inundación en Valle de Jovel y Villahermosa.
- Diseñar lineamientos y gestionar políticas públicas climáticas que tomen en cuenta especificidades territoriales y de género, que estén orientados a combatir desigualdades, incrementar la resiliencia comunitaria, e impulsar su aplicación a nivel local, municipal y regional.
- Desarrollo e implementación del plan de acción relacionado a la incidencia.

### 3.3.3. Métodos de inclusión e integración entre saberes y prácticas, por etapas. (Máximo 500 palabras)

#### 494 palabras

La propuesta tiene como objetivo evaluar los impactos hidrológicos y socio-ambientales debido a inundaciones y sequías a partir de información histórica, percepciones de actores sociales locales y proyecciones bajo cambio climático. A partir de ello analizar el perfil de resiliencia de territorios específicos de la cuenca (microcuenca de montaña y de planicie) y construir índices

de resiliencia comunitaria ante desastres hidrometeorológicos, con la finalidad de determinar alternativas de fortalecimiento de capacidades orientadas al incremento de la resiliencia y reducción de vulnerabilidad. Los marcos desde los cuales se desarrollarán la propuesta son:

- Los desastres como construcciones sociales y no naturales
- Distintas manifestaciones de la vulnerabilidad
- Fortalecimiento de la resiliencia social e institucional
- Participación local en procesos de toma de decisiones.
- Complementariedad entre conocimiento científico y empírico.

En coordinación con actores sociales e institucionales locales, generar una nueva lógica en el diseño e instrumentación de políticas públicas para la cuenca, que tome en cuenta la especificidad de los territorios y sus grupos sociales, así como el combate a las desigualdades, contribuyendo a una gobernanza efectiva y a la reducción de la vulnerabilidad y desastres.

El proyecto está planteado para incidir desde dos perspectivas: 1) la incidencia política, en donde se impulsará la formulación y puesta en práctica de políticas públicas locales y regionales, orientadas a promover mayor resiliencia de las comunidades y municipios frente a sequías e inundaciones; y 2) la incidencia social, con el fortalecimiento de capacidades y promoción de la organización comunitaria en torno a los riesgos de desastres, con el fin de establecer colaboraciones entre los distintos grupos de interés en la cuenca y dar seguimiento a las propuestas y acciones desarrolladas por el proyecto, así como gestionar alternativas complementarias para reducir la vulnerabilidad frente a riesgos. Los métodos a utilizar son:

Etapa 2.

Analizar las percepciones sociales, y resiliencia comunitaria ante desastres hidrometeorológicos, desde un enfoque de género, en torno a los efectos de eventos extremos en municipios de las partes alta y baja de la cuenca, así como las estrategias que han seguido estas poblaciones para adaptar sus patrones socioeconómicos a las nuevas condiciones ambientales.

Etapa 3.

Estrategia de sensibilización y fortalecimiento de capacidades locales, tomando en cuenta capacidades y necesidades diferenciadas de hombres y mujeres, orientada a fortalecer la resiliencia y capacidad adaptativa a nivel local, frente a eventos extremos.

Etapa 4.

Diseñar lineamientos y gestionar políticas públicas climáticas que tomen en cuenta especificidades territoriales y de género, que estén orientados a combatir desigualdades, incrementar la resiliencia comunitaria, e impulsar su aplicación a nivel local, municipal y regional.

En el transcurso del proyecto esperamos llevar a cabo talleres presenciales con una frecuencia de al menos una vez al año en cada sitio. El objetivo principal será el informar sobre el desarrollo del proyecto, tener retroalimentación y ofrecer un acompañamiento en el desarrollo e implementación de una estrategia de incidencia que contribuya a disminuir la vulnerabilidad de las comunidades ante la ocurrencia de los fenómenos climáticos extremos objeto de este estudio.

### 3.3.4. Estrategias, acciones y actividades, por etapas. (Máximo 750 palabras)

#### 520 palabras

Las metas de investigación se plantean de los Objetivos Específicos de Investigación (5.1 y 5.3), que engloban los 1) objetivos interdisciplinarios en torno a la problemática recurrente en la CGU ante 2) inundaciones y 3) sequías, influenciada por el 4) Cambio Climático con impactos en 5) recursos naturales, particularmente el 5) hídrico y las 6) diferencias 7) vulnerabilidades sociales (variables 1-7), con los indicadores medibles por etapa: I) planteamiento y desarrollo de metodologías; II) generación de conocimiento básico, novedoso y actualizado, y su difusión en diferentes escalas y medios; III) Fortalecimiento de Capacidades locales, e internas de participantes y IV) Formación de Recursos Humanos.

Las estrategias a seguir para el desarrollo del proyecto se establecieron mediante los diversos factores entorno a las causas e impactos por inundaciones y sequías, están son: a) Estrategia Climática (EC), b) Estrategia Social (ES), c) Estrategia Hidrológica (EH), d) Estrategia

Ordenamiento (EO) y e) Estrategia de Calidad del Agua (ECA). Las acciones y actividades derivadas de estas estrategias se conjuntan en las actividades de investigación (5.3), las cuales se listan abajo por etapa, y son detalladas en el plan general de trabajo anexo.

**ETAPA 1:**

AInv1.1. Recopilar datos históricos (literatura científica y otros) que ayuden a la caracterización de las condiciones socioambientales que impactan en la problemática de inundaciones y sequías en la CGU.

AInv1.2. Sintetizar la información recopilada para el planteamiento de las condiciones de investigación.

**ETAPA 2:**

AInv2.1. Generar bases de datos relacionadas con el diagnóstico actual de las condiciones socioambientales que impactan a la problemática de las sequías e inundaciones.

AInv2.2. Analizar y sintetizar información relacionadas a las condiciones socioambientales que impactan a la problemática de las sequías e inundaciones.

AInv2.3. Desarrollar trabajos de tesis a nivel licenciatura y posgrado relacionados al diagnóstico actual.

AInv2.4. Generar reporte y publicaciones de los avances y productos de divulgación sobre la caracterización de las condiciones socioambientales que impactan en la problemática de inundaciones y sequías en la CGU.

**ETAPA 3:**

AInv3.1. Generar bases de datos relacionadas con la proyección de las condiciones socioambientales futuras relacionadas con las sequías e inundaciones.

AInv3.2. Analizar y sintetizar información relacionada a la proyección de condiciones socioambientales futuras relacionadas a las sequías e inundaciones.

AInv3.3. Desarrollar trabajos de tesis a nivel licenciatura y posgrado relacionados a la proyección de condiciones socioambientales futuras.

AInv3.4. Generar índices socio-ambientales de vulnerabilidad en las comunidades de los sitios pilotos.

AInv3.5. Publicar trabajos científicos relacionados a toda la temática completa (investigación e incidencia) de este proyecto.

AInv3.6. Generar reporte y publicaciones de los avances y productos de divulgación.

**ETAPA 4:**

AInv4.1. Continuar con el desarrollo de trabajos técnicos de integración en los tres sitios pilotos seleccionados para el proyecto.

AInv4.2. Integración y análisis de la información recopilada en las tres etapas anteriores para definir la estrategia de incidencia con actores clave y comunidades afectadas en la CGU.

AInv4.3. Desarrollar trabajos de tesis a nivel licenciatura y posgrado relacionados a los temas relevantes del proyecto.

AInv4.4. Publicar trabajos científicos relacionados a toda la temática completa (investigación e incidencia) de este proyecto.

AInv4.5. Redactar el informe final de todo el desarrollo de las cuatro etapas del proyecto.

**3.3.5. Correspondencia entre actividades y metas de incidencia e investigación. (Máximo 300 palabras)  
279 palabras**

Las actividades de investigación (3.2.7, anexo 5.3) se desarrollarán cronológicamente en las etapas y se vinculan con las actividades de incidencia (3.2.3, anexo 5.3) que se llevarán a cabo de manera colectiva en las diferentes etapas del desarrollo del proyecto con base a la estrategia de incidencia, los diagramas en la sección de anexos muestran la vinculación entre las metas de investigación y las metas de incidencia.

La correspondencia es uno a uno, no obstante, se pretenden que, a lo largo del desarrollo del proyecto, las actividades de investigación sean realizadas con retroalimentación de los actores clave y generar información dialogada y evaluada con estos actores, con particular relevancia de las comunidades en los sitios pilotos. Las metas de incidencia se generan a partir de la estrategia de incidencia y propagación de incidencia (ver 3.3.6, anexo 5.2), cuyas actividades van desde la difusión del

proyecto, diálogos con los actores clave, retroalimentación a los resultados de manera virtual y presencial, además de presentación de los resultados de cada etapa en foros y/o reuniones científicas, locales, nacionales e internacionales, así como ante los principales participantes de los diferentes sectores de la población (actores clave) involucrados y afectados para plantear, establecer y dar continuidad de la estrategia de incidencia a corto, mediano y largo plazo. Para este último término se propondrá un siguiente proyecto con extensión temporal, financiera y espacial de los resultados para evaluar, monitorear y homologar los resultados obtenidos con la participación del Sujeto Social identificado a partir de los actores clave interesados y comprometidos en fortalecer el desarrollo del proyecto sus resultados, acciones y estrategia de soluciones ante la problemática de eventos hidrometeorológicos que producen inundaciones y sequías (ver anexo 5.5).

### 3.3.6. Lineamientos de la estrategia de propagación nacional (diseminación activa) de lo aprendido, en particular durante las experiencias piloto. (Máximo 600 palabras)

#### **281 palabras**

Durante la primera fase se llevó a cabo el taller donde se dio a conocer a actores locales el proyecto y se obtuvo su retroalimentación. Para continuar con la comunicación del proyecto se planea llevar a cabo, al menos una vez en cada etapa, talleres de retroalimentación con los actores clave que fungirán como sujeto social. Se mantendrá informada a la población por medio de las diferentes plataformas de redes sociales y por medio de seminarios. Se buscarán espacios en medios de comunicación para dar a conocer los resultados de cada etapa, así como su publicación en una página web.

La difusión de la experiencia generada en el proyecto se diseminará de diversas formas, y será dirigida hacia los diferentes sectores que integran la sociedad mexicana en general

#### a. Academia

Seminarios y publicaciones  
Material de difusión por plataformas RS  
Talleres y cuestionarios virtuales  
Seminarios y cabildos  
Talleres virtuales y cabildos

#### b. Sociedad en general, organizaciones de base y OSC, etcétera

Seminarios y publicaciones  
Material de difusión por plataformas digitales  
Talleres y cuestionarios virtuales  
Seminarios y cabildos  
Talleres virtuales y cabildos

#### c. Gobierno federal, estatal, municipal, y otras modalidades de gobierno local y autogobierno

Entidades federales tales como  
Instancias de gobiernos estatales, al menos las inmersas con la región sur-sureste de México  
Los gobiernos municipales

Promover un coloquio nacional con presencia de entidades de gobierno, otras modalidades de gobierno, academia, sociedad civil en general

Seminarios y publicaciones  
Material de difusión por plataformas RS  
Talleres y cuestionarios virtuales  
Seminarios y cabildos  
Talleres virtuales y cabildos

#### d. Otras modalidades de gobierno local y autogobierno

Ejidos, terrenos comunales, pueblos originarios entre otros.

Seminarios y publicaciones  
Material de difusión por plataformas digitales  
Talleres y cuestionarios virtuales

3.3.7. Cálculo de las aportaciones esperadas en especie y en trabajo no remunerado de los distintos miembros del colectivo. (Máximo 400 palabras)

**57 palabras**

En la siguiente tabla se realiza un cálculo aproximado de las aportaciones en especie de las instituciones que participan en el presente proyecto.

Módulo/Estrategia	# Investig.	Horas/Semana promedio	Horas Totales/Semana
Clima	6	10	60
Hidrología	11	10	110
Ordenamiento Territorial	8	10	80
Calidad del Agua	4	10	40
Social	4	10	40
<b>TOTALES</b>	<b>33</b>	<b>10</b>	<b>330</b>

#### 4. Desempeño del colectivo de investigación-incidencia

4.1. Propuesta de mecanismos internos al colectivo de trabajo para la reflexión, recuperación y el desarrollo de sus prácticas y la mejora progresiva en coordinación.

(Máximo 500 palabras)

**103 palabras**

- Reuniones periódicas entre los grupos de trabajo para retroalimentación interna.
- Sistematización de los avances, con la revisión de objetivos cumplidos y pendientes, estableciendo sus porqués.
- Evaluación por pares de los avances de la investigación mediante publicaciones y establecimiento de sugerencias de mejora
- Establecimiento de mecanismos sistemáticos de evaluación comunitaria sobre los avances en los compromisos del proyecto.
- Evaluación y retroalimentación de los resultados del proyecto con actores clave en cada etapa.
- Establecimiento de análisis FODA al término de cada etapa del proyecto.
- Mecanismos de reconocimiento de la contribución de participantes y actores clave.
- Mecanismos de actualización y capacitación de participantes y actores clave.

4.2. Criterios e indicadores de evaluación del desempeño del equipo *ex ante*, *ex dure* y *ex post*. (Máximo 400 palabras)

**199 palabras**

Indicadores de desempeño:

i) *ex ante*.

- identificación del problema a resolver
- conformación de grupos de trabajo relacionados directamente con el problema
- comunicación interna y participación activa de los integrantes del grupo y grupos de trabajo.
- difusión de actividades.
- identificación de actores clave relacionados con el problema.

ii) *ex dure*.

- identificación y planteamiento del problema a resolver
- conformación y articulación de grupos de trabajo relacionados directamente con el problema
- comunicación interna y participación activa de los integrantes del grupo y grupos de trabajo
- ejecución de metas y objetivos.
- difusión de actividades y resultados.
- identificación, diálogo, compromiso y vinculación con los actores clave relacionados con el problema.
- fortalecimiento y formación de recursos y conocimiento local y nacional.

iii) *ex post*.

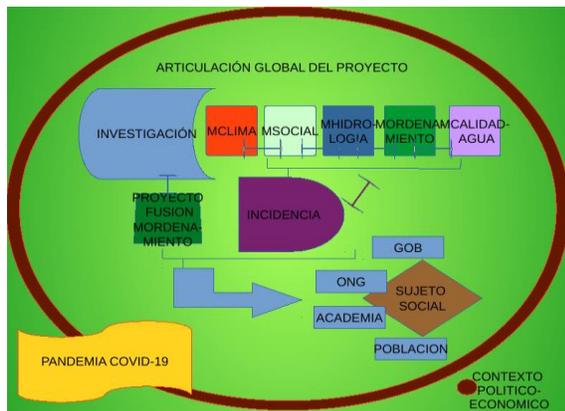
- resoluciones adecuadas del problema a resolver
- fortalecimiento de grupos de trabajo relacionados directamente con el problema
- comunicación interna y participación activa de los integrantes del grupo y grupos de trabajo
- conclusión de metas y objetivos.
- difusión de actividades y resultados.
- diálogo, compromiso y vinculación con los actores clave relacionados con el problema.
- fortalecimiento y formación de recursos y conocimiento local y nacional.

## 5. Anexos (Ver archivo 2. Índice de documentos anexos del Informe técnico)

### 5.1. Matriz de correspondencia entre objetivos y metas

Objetivos de Investigación	Metas de Investigación	Metas de Incidencia
O1. Planteamiento de las condiciones de investigación para el estudio socioambiental de los impactos en la problemática de inundaciones y sequías en la CGU.	MInv1. Recopilación de información científica sobre la caracterización de las condiciones socioambientales que impactan en la problemática de inundaciones y sequías en la CGU.	MInc1. Promoción del proyecto con enfoque del problema y su difusión pública en la CGU.
O2. Diagnosticar las condiciones socioambientales actuales que impactan en la problemática de inundaciones y sequías en la CGU.	MInv2. Generar información técnica, científica y de divulgación, sobre las condiciones socioambientales actuales que están presentes en la problemática de inundaciones y sequías en la CGU.	MInc2. Generar información en colaboración actores clave y comunitarios afectados sobre el planteamiento del tema de incidencia política en la CGU.
O3. Proyectar las condiciones socioambientales futuras que podrían impactar en la problemática de inundaciones y sequías en la CGU.	MInv3. Generar información científica y de divulgación sobre la proyección de las condiciones socioambientales que definen la problemática asociada a inundaciones y sequías en la CGU.	MInc3. Generar información sobre el análisis de contexto político y construcción del mensaje evidencial de la problemática y las vías de atención con los actores clave.
O4. Generar y articular información para la elaboración de la estrategia de incidencia ante eventos extremos.	MInv4. Conjuntar, articular e integrar la información técnica, de investigación y divulgación generada.	MInc4. Desarrollar, reportar y establecer el plan de acción de incidencia con actores clave y comunidades afectadas en la CGU.

### 5.2. Mapa(s) de la estrategia de investigación, de escenarios y metas, en el área de incidencia. En los casos en que esta no sea prevista a escala nacional.



5.3 Cuadro de correspondencia entre actividades y metas de incidencia e investigación.

Metas de Investigación	Actividades de Investigación	Metas de Incidencia	Actividades de Incidencia
MInv1. Recopilación de información científica sobre la caracterización de las condiciones socioambientales que impactan en la problemática de inundaciones y sequías en la CGU.	<p>AInv1.1. Recopilar datos históricos (literatura científica y otros) que ayuden a la caracterización de las condiciones socioambientales que impactan en la problemática de inundaciones y sequías en la CGU.</p> <p>AInv1.2. Sintetizar la información recopilada para el planteamiento de las condiciones de investigación.</p>	MInc1. Promoción del proyecto con enfoque del problema y su difusión pública en la CGU.	AInc1.1. Establecer puentes de diálogo y retroalimentación del problema y su diagnóstico con los actores clave y población en CGU.
MInv2. Generar información técnica, científica y de divulgación, sobre las condiciones socioambientales actuales que están presentes en la problemática de inundaciones y sequías	AInv2.1. Generar bases de datos relacionadas con el diagnóstico actual de las condiciones socioambientales que impactan a la problemática de las sequías e inundaciones.	MInc2. Generar información en colaboración actores clave y comunitarios afectados sobre el planteamiento del tema de incidencia política en la CGU.	<p>AInc2.1. Organizar talleres virtuales y/o presenciales con actores clave y comunitarios afectados sobre el planteamiento del tema de incidencia política en la CGU.</p> <p>AInc2.2. Difusión y</p>

<p>en la CGU.</p>	<p>AInv2.2 Analizar y sintetizar información relacionadas a las condiciones socioambientales que impactan a la problemática de las sequías e inundaciones.</p> <p>AInv2.3. Desarrollar trabajos de tesis a nivel licenciatura y posgrado relacionados al diagnóstico actual.</p> <p>AInv2.4. Generar reporte y publicaciones de los avances y productos de divulgación sobre la caracterización de las condiciones socioambientales que impactan en la problemática de inundaciones y sequías en la CGU.</p>		<p>comunicación con las comunidades afectadas y actores clave para la construcción sólida de la problemática CGU ante los eventos de inundaciones y sequías .</p>
<p>MInv3. Generar información científica y de divulgación sobre la proyección de las condiciones socioambientales que definen la problemática asociada a inundaciones y sequías en la CGU.</p>	<p>AInv3.1. Generar bases de datos relacionadas con la proyección de las condiciones socioambientales futuras relacionadas con las sequías e inundaciones.</p> <p>AInv3.2 Analizar y sintetizar información relacionada a la proyección de condiciones socioambientales futuras relacionadas a las sequías e inundaciones.</p> <p>AInv3.3. Desarrollar trabajos de tesis a nivel licenciatura y</p>	<p>MInc3. Generar información sobre el análisis de contexto político y construcción del mensaje evidencial de la problemática y las vías de atención con los actores clave.</p>	<p>AInc3.1. Organizar talleres virtuales y/o presenciales con actores clave y comunitarios afectados sobre el análisis de política y poder y desarrollo del mensaje en la CGU.</p> <p>AInc3.2. Mapear a las instituciones y actores clave hacia quienes queremos concentrar nuestra actividad de incidencia política. Mediante un análisis de espacios de decisiones, canales de influencia, e identificación actores ponderantes en CGU.</p>

	<p>posgrado relacionados a la proyección de condiciones socioambientales futuras.</p> <p>AInv3.4. Generar índices socio-ambientales de vulnerabilidad en las comunidades de los sitios pilotos.</p> <p>AInv3.5 Publicar trabajos científicos relacionados a toda la temática completa (investigación e incidencia) de este proyecto.</p> <p>AInv3.6 Generar reporte y publicaciones de los avances y productos de divulgación.</p>		<p>AInc3.3. Contactar y dialogar con tomadores de decisiones en la CGU sobre la problemática de inundaciones y sequías.</p> <p>AInc3.4. Publicación documentos y comunicación con las comunidades de los sitios piloto y actores en el contexto político para construcción del mensaje evidencial y las vías de atención en la CGU.</p>
<p>MInv4. Conjuntar, articular e integrar la información técnica, de investigación y divulgación generada.</p>	<p>AInv4.1. Continuar con el desarrollo de trabajos técnicos de integración en los tres sitios pilotos seleccionados para el proyecto.</p> <p>AInv4.2. Integración y análisis de la información recopilada en las tres etapas anteriores para definir la estrategia de incidencia con actores clave y comunidades afectadas en la CGU.</p> <p>AInv4.3. Desarrollar trabajos de tesis a nivel licenciatura y posgrado relacionados a los temas relevantes del proyecto.</p> <p>AInv4.4. Publicar</p>	<p>MInc4. Fortalecer, reportar y establecer el plan de acción de incidencia con actores clave y comunidades afectadas en la CGU.</p>	<p>AInc4.1. Difusión de los avances del proyecto y fortalecer el plan de acción de incidencia en la CGU.</p> <p>AInc4.2. Fortalecer el diálogo con los actores clave y comunidades en CGU interesados e involucrados ante la problemática de inundaciones y sequías.</p> <p>AInc.4.3. Establecer una estrategia y mecanismos con los actores clave y tomadores de decisión para la valoración y aprobación de las recomendaciones en política pública y social para mejores</p>

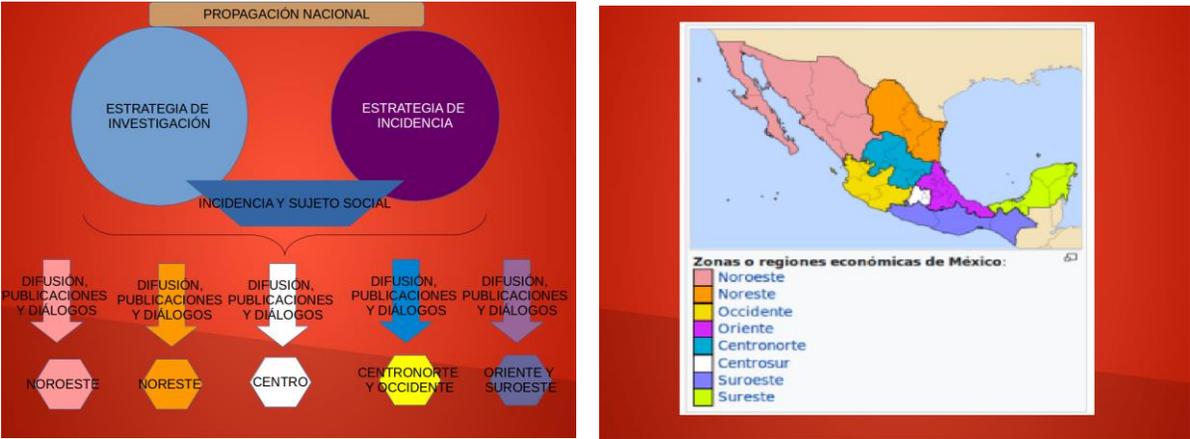
	<p>trabajos científicos relacionados a toda la temática completa (investigación e incidencia) de este proyecto.</p> <p>AInv4.5. Redactar el informe final de todo el desarrollo de las cuatro etapas del proyecto.</p>		<p>soluciones del problema.</p> <p>AInc. 4.4. Presentar el Sujeto Social conjuntado en el proyecto para fortalecer las acciones de incidencia y su continua actualización de las soluciones del problema.</p> <p>Ainc 4.5. Presentar el informe final sobre los resultados del proyecto y la pertinencia del plan de acción de incidencia.</p>
--	--	--	--

5.4. Calendario de ejecución de la propuesta en formato Excel. Descripción de las actividades del proyecto por cada una de las etapas en que se dividen las actividades de la investigación e incidencia, presentadas en un calendario de ejecución que indique responsables y costos.

Se adjunta documento en formato Excel, Anexo “305079\_calendario.xlsx”.

5.5. Representación gráfica de la estrategia de propagación.

Ver sección 5.2 para la estrategia de investigación, de escenarios y metas, en el área de incidencia. En los casos en que esta no sea prevista a escala nacional.



5.6. Financiamiento solicitado en formato Excel. Presupuesto total requerido para el desarrollo del proyecto y su justificación, infraestructura disponible y requerida, así como posibles fondos complementarios.

Se adjunta documento en formato Excel con justificaciones, Anexo “305079\_financiamiento.xlsx”.

5.7. Bibliografía de referencia, en formato APA 7ª edición.

Se adjunta el Anexo “305079\_bibliografia.pdf”.

Se adjunta documento aparte con revisión del Estado del Arte y sus referencias (Anexo “305079\_EstadoArte.pdf”).

5.8. Carta de compromiso de colaboración por grupo de académicos participantes.

Se adjunta el Anexo “305079\_carta academicos.pdf”

5.9. Cartas de compromiso de colaboración de cada una de las organizaciones de base comunitaria, sociales y civiles con el proyecto.

Se adjunta el Anexo “305079\_carta organizaciones.pdf”

5.10. Acta(s) de la(s) reunión(es) o sesión(es) de trabajo con firmadas autógrafas o escaneadas de los participantes del colectivo de investigación e incidencia, y otra evidencia de soporte que se considere importante (vídeos, grabaciones de audio, fotografías, notas periodísticas, etc.), en la(s) que se definió el problema de relevancia nacional y sus posibles soluciones.

Se adjuntan los Anexos “305079\_actas.pdf” y “305079\_actas2.pdf”

5.11. En caso de que aplique, carta declaratoria de fusión de dos o más PRONAIIs, firmada por los integrantes de los colectivos originales, y acompañada de los deslindes correspondientes por parte de quienes deciden no continuar en el nuevo proyecto.

Se adjunta el Anexo “305079\_fusion.pdf”

5.12. Otra información de soporte. Información que, por la naturaleza de la solicitud, se considera relevante o que complementa la información anterior.

Se tomaron en cuenta las recomendaciones hechas por los evaluadores del proyecto semilla 305079 que fue aprobado y a continuación se enlistan:

-Se requiere mayor participación del sector social y que éste sea parte del proyecto en su conjunto. Es necesario integrar a las comunidades a la investigación, no solo como depositarios o beneficiados, sino elaborar con ellos la metodología de investigación para poder llevar a cabo la incidencia. Sobre todo, porque para disminuir o eliminar la vulnerabilidad se requiere la participación de la comunidad en la búsqueda de una solución.

R= Se buscó la colaboración con actores clave de diferentes sectores entre ellos, las comunidades, contamos con respuesta de ellas, sin embargo, debido a la pandemia por COVID-19 y las limitaciones en comunicación su participación fue menor, no obstante, en el desarrollo de la propuesta se involucra la participación de todos los actores, y particularmente reforzar el diálogo e interacción con comunidades.

-El planteamiento metodológico es adecuado y acorde con los objetivos; sin embargo, se requiere que pueda ser considerado para todo el país.

R= El planteamiento de la metodología a desarrollar en el proyecto a largo plazo permite extrapolar los estudios a diferentes regiones del país, de tal manera que se pueda encontrar soluciones comunes y mejoras en las acciones preventivas y de gestión de riesgo ante la

problemática por inundaciones y sequías asociados a fenómenos hidrometeorológicos y climáticos.

-Se considera la dimensión de género, pero se sugiere analizar la visión de las mujeres en el estudio de la vulnerabilidad.

R= esto es tomado en cuenta en la metodología para el desarrollo de la investigación social y vinculada con las estrategias de la propuesta del proyecto a largo plazo.

-En el proyecto se aprecia el trabajo que se ha llevado a cabo con las comunidades; sin embargo, no explicitan las organizaciones sociales que participarán en la solución de este. Asimismo, se sugiere generar vínculos con actores comprometidos del sector privado.

R= Las comunidades identificadas para establecer la colaboración son principalmente las que se ubican en los sitios pilotos, tenemos dos comunidades ya comprometidas a participar directa o indirectamente en el desarrollo del proyecto, ver anexos de cartas. Por otro lado, se contó con la participación en el desarrollo del Taller que sirvió para la elaboración de la propuesta a representantes del Programa para el Desarrollo de las Naciones Unidas (PNUD) y de asociaciones como Sembrando Vida, del Colectivo GE y KA Asociados, algunos profesionales independientes y residentes de Villahermosa.

-Se considera importante aclarar si se cuentan con fondos complementarios.

R= Por ahora no, no obstante, esperamos continuar la búsqueda en las siguientes etapas del proyecto en caso de ser seleccionados positivamente.

-El enfoque del grupo es transdisciplinario, pero se recomienda incorporar a un experto en calidad del agua y fenómenos hidrometeorológicos.

R= En el grupo de trabajo del módulo o estrategia Climática, se ha incluido a expertos en hidrometeorología como es el caso del Dr. José Antonino Salinas, además de contar ya con la participación directa del Dr. Martín Montero, quienes además colaboran en un proyecto internacional sobre estudios regionales meteorológicos y climáticos y de generación de escenarios de Cambio Climático, ver sección abajo AVAL CORDEX. En este proyecto también existe la participación de colaboradores del área de Hidrología que también refuerzan el presente proyecto en su módulo o estrategia hidrológica. No obstante, se han sumado otro grupo de expertos en calidad del agua que colaboraran en este proyecto mediante el módulo con mismo nombre.

Lo anterior se suma al enfoque transdisciplinario en la propuesta, es por ello que se plantea como base a los grupos de trabajo denominados “Módulos” o bien “Estrategias” que darán rumbo a los resultados de cada área o componente que conforman y determinan su influencia en la solución de la problemática de manera integral. Se llevaron a cabo también acciones con actores clave para su participación en el desarrollo de la propuesta a largo plazo y esto se presenta en los documentos:

- 1) Cuestionario del TALLER. (Anexos 305079\_Cuestionario.pdf, 305079\_Cuestionario2.pdf, y 305079\_Cuestionario3.pdf ).
- 2) INFORME DEL TALLER. (Anexo 305079\_Taller.pdf ).
- 3) CARTOGRAFÍA (Anexo 305079\_Cartografia.pdf).

Se generó la cartografía que sirvió para la visualización e identificación de los sitios pilotos donde desarrollar las principales estrategias o líneas de acción del proyecto.

- 4) ESTADO DEL ARTE y PROYECTOS RELACIONADOS (Anexos 305079\_EstadoArte.pdf y 305079\_EstadoArte\_Proyectos.pdf)

Por otro lado, se anexa una revisión del estado del arte y sus referencias, al igual de proyectos relacionados con la zona y estudio de la presente propuesta en el documento.

#### 5) AVAL CORDEX (Anexo 305079\_AvalCordex.pdf)

Se hace notar que cuatro investigadores de éstos módulos: el Dr. José Antonio Salinas (IMTA), el Dr. Martín José Montero (IMTA) del Módulo Clima, el Dr. Rabindranath Romero (UV) y la Dra. Annie Paulin (ETS/Canadá) del Módulo Clima, forman parte de un proyecto, liderado por el Dr. Salinas, que recibió en este abril de éste año un “CORDEX Flagship Pilot Study (FPS) Endorsement”. El “Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment” (CORDEX) es un marco del “World Climate Research Programme” (WCRP) para evaluar el desempeño de la modelación climática regional a través de una serie de experimentos destinados a producir proyecciones climáticas regionales (<https://cordex.org/>). Los FPS de CORDEX están respaldados con la intención de abordar adecuadamente los desafíos científicos locales y regionales específicos. El FPS debe centrarse en regiones específicas de escala subcontinental, a fin de permitir una serie de capacidades para abordar cuestiones científicas clave motivadas por varios temas:

- Ejecutar y evaluar RCM en una amplia gama de resoluciones, hasta los permisos de convección, y evaluar su valor agregado en comparación con el uso de GCM;
- Promover el diseño experimental en paralelo y las evaluaciones de técnicas de reducción de escala tanto estadísticas como dinámicas a escalas más típicas de las aplicaciones de IVAA;
- Diseñar experimentos dirigidos a investigar procesos y circulaciones regionales específicos;
- Investigar la importancia de los forzamientos a escala regional (aerosoles, cambio de uso de la tierra, vegetación, etc.);
- Compilar y utilizar conjuntos de datos de observación de múltiples variables de alta calidad y alta resolución (tanto espacial como temporal) para la validación de modelos y el análisis de procesos;
- Coordinar con actividades específicas en otros proyectos del WCRP, más notablemente los proyectos hidroclimáticos regionales GEWEX;
- Diseñar proyectos de extremo a extremo, desde el clima hasta el usuario final, que demuestren el valor procesable de las proyecciones reducidas del cambio climático;
- Incrementar el potencial de financiamiento enfocándose en temas específicos de interés para una región determinada.

Los FPS deberían ser impulsados por las comunidades CORDEX regionales, aunque compartiendo protocolos comunes para permitir un intercambio más fácil de conocimientos. Idealmente, algunos resultados de los FPS deberían ser transferibles a otras regiones y también pueden mejorarse con otros proyectos que trabajen de acuerdo con las directrices de FPS y con los mismos objetivos.

El proyecto “Dynamical downscaling experiments and hydrological modeling for Canada and Mexico” con el investigador principal José Antonio Salinas Prieto, después de una revisión externa y por parte del Equipo Asesor Científico de CORDEX, se consideró que cumplía con los Criterios de FPS y está aprobado como estudio piloto insignia de CORDEX. Además, es importante mencionar que CORDEX respalda científicamente este tipo de propuestas FRP con la finalidad de que consigan posteriormente financiamiento en oportunidades como éstas que brinda CONACYT para que logren sus objetivos particulares. CORDEX como tal no brinda financiamiento directo alguno a los FPS.

Se espera que este proyecto tenga una duración de cinco años con fecha de inicio el 12 de abril de 2021 y las instituciones participantes son; Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), Departamento de Ingeniería de la Construcción, École de Technologie Supérieure (Universidad de Quebec), Consorcio Ouranos de Climatología Regional y Adaptación al Cambio Climático, Canadá y Universidad Veracruzana.

Este gran logro es importante para el presente proyecto en extenso debido a que la metodología a ocupar en parte de los productos climáticos e hidrológicos provendrán de la aplicación de la metodología evaluada y respaldada por CORDEX aplicándolo a la zona de la cuenca Grijalva-Usumacinta. La carta de respaldo por parte de CORDEX al proyecto anteriormente mencionado se adjunta a los Anexos del presente informe como 5) “305079\_AvalCordex.pdf”.

Se puede encontrar más información sobre los proyectos FPS en <https://cordex.org/experiment-guidelines/flagship-pilot-studies/>, y sobre los FPS respaldados en <https://cordex.org/experiment-guidelines/flagship-pilot-studies/endorsed-cordex-flagship-pilote-studies/>.

Finalmente, se adjuntan las ligas de eventos donde se ha hecho difusión del proyecto a nivel local y estatal:

1.- Mesa Redonda "Día Mundial del Clima" 2021.

[https://www.facebook.com/1430680230485017/videos/478686906513896/?so=channel\\_tab&rv=all\\_videos\\_card](https://www.facebook.com/1430680230485017/videos/478686906513896/?so=channel_tab&rv=all_videos_card)

<https://www.youtube.com/ccgstv>

2.- Visión Física del Cambio Climático en la Primer Semana de Divulgación del CCGS 2021.

[https://www.facebook.com/1430680230485017/videos/447183856520722/?so=channel\\_tab&rv=all\\_videos\\_card](https://www.facebook.com/1430680230485017/videos/447183856520722/?so=channel_tab&rv=all_videos_card)

<https://www.youtube.com/ccgstv>

3.- Cápsula informativa CCGS.

<https://fb.watch/40J8kilZLu/>

Proyecto:

**ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE INUNDACIONES Y SEQUÍAS EN LA CUENCA  
GRIJALVA-USUMACINTA Y EVALUACIÓN DE SUS POTENCIALES IMPACTOS  
HIDROLÓGICOS Y SOCIOAMBIENTALES**

Responsable Técnico: Dr. Martín Montero (IMTA)

En fusión con el Proyecto:

**MODELO INTEGRAL DE RESTAURACIÓN Y CONSERVACIÓN DE  
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS PARA LA CUENCA BAJA DEL RÍO  
USUMACINTA**

Responsable Técnico: Dr. Miguel Ángel Palomeque (UJAT)

Y colaboradores de al menos 10 instituciones (IMTA, CCGS, UJAT UNACH, UNICACH,  
ECOSUR, COLPOS, U.Q. Roo, UV y ETS.)

Llevaron a cabo el TALLER:

**PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES PARA UNA GESTIÓN EFECTIVA DE  
RIESGOS EN LA CUENCA GRIJALVA-USUMACINTA**

Jueves 11 de marzo a las 11:00 h.

Liga de acceso a la reunión general (desde las 10:50 h):

<https://meet.google.com/yfc-uguv-hqv>

REPORTE ELABORADO POR: Dr. Martín J. Montero-Martínez, Dra. Mercedes Andrade-Velázquez, Dra. Denisse Freitas Soares de Moraes, Dr. Roel Simuta-Champo, Dr. Adalberto Galindo-Alcántara, Dr. Juan Gabriel García-Maldonado, Dra. Magdalena Lagunas-Vásquez.

## **REUNIÓN TALLER VIRTUAL SOBRE RIESGOS DE DESASTRES EN LA CUENCA GRIJALVA-USUMACINTA**

Debido a la situación de pandemia y la imposibilidad de realizar un taller presencial, se ha trabajado desde la modalidad virtual. El taller tuvo como objetivo lo siguiente:

**Objetivo:** Compartir con actores locales la propuesta de proyecto a concursar en el PRONAI, para su desarrollo durante cinco años, denominada “Análisis y proyección de inundaciones y sequías en la cuenca Grijalva-Usumacinta y evaluación de sus potenciales impactos hidrológicos y socio-ambientales”; así como conocer su perspectiva sobre la problemática de gestión de riesgos.

### **Objetivos específicos:**

- Presentar la propuesta de proyecto “Análisis y proyección de inundaciones y sequías en la cuenca Grijalva-Usumacinta y evaluación de sus potenciales impactos hidrológicos y socio-ambientales”, lo cual participará en la convocatoria PRONAI 2021.
- Diagnosticar las percepciones sociales regionales sobre los problemas de inundaciones y sequías recurrentes en la cuenca y sus propuestas para contrarrestar dicha problemática.
- Conocer la perspectiva local acerca de la gestión de riesgos de desastres en la cuenca, así como propuestas para mejorar el actuar institucional en la materia.

La propuesta metodológica del evento estuvo centrada en la elaboración de un árbol de problemas y otro de soluciones u objetivos, dado que estas herramientas contribuyen a ordenar nuestro conocimiento de la problemática que queremos abordar, logrando de un vistazo entender qué es lo que está ocurriendo (problema principal), por qué está ocurriendo (causas) y que es lo que esto está ocasionando (los efectos o consecuencias), lo que nos permite ver alternativas concretas en la planificación. Las figuras abajo representan, de manera gráfica, la propuesta del uso de la herramienta:

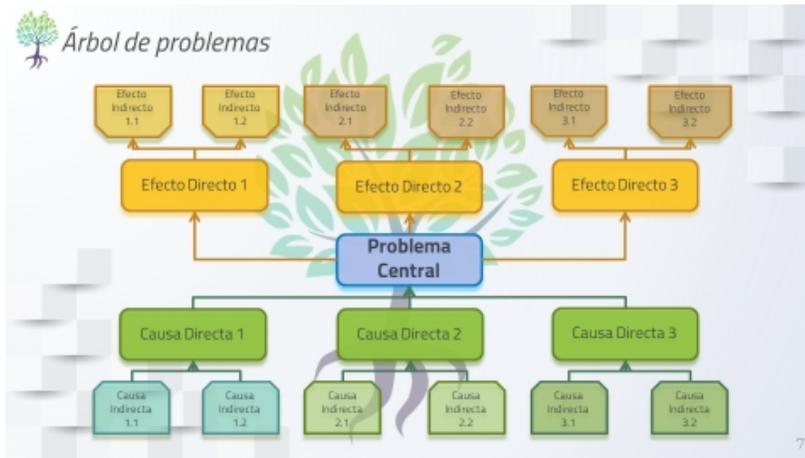


Figura 1: Árbol de problemas

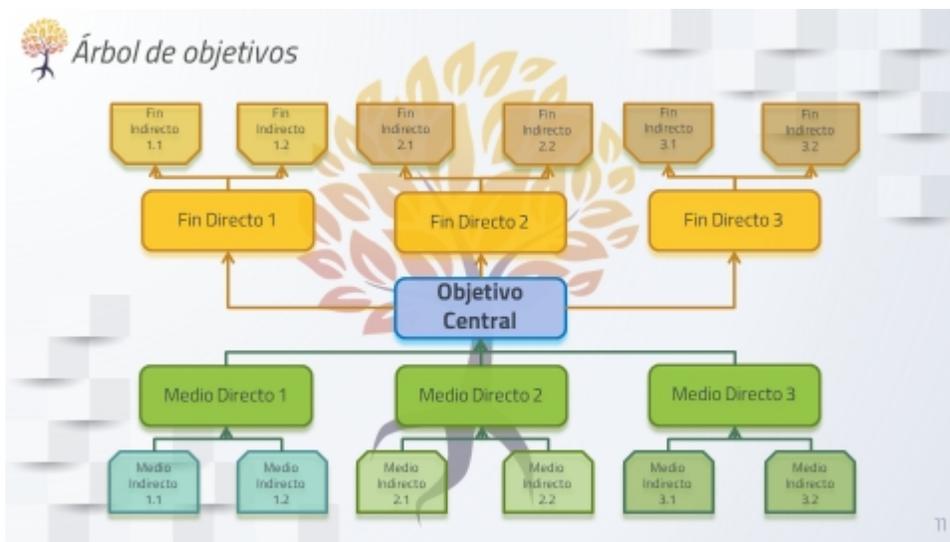


Figura 2: Árbol de soluciones

El taller estuvo planeado por su desarrollo durante dos horas y media mediante el programa mostrado abajo.

### PROGRAMA DE TRABAJO

HORA	TEMA	TIEMPO
10:50 - 11:00	Ingreso de participantes	10 min.
11:00 - 11:20	Bienvenida y presentación de participantes	20 min.
11:20 - 11:28	Palabras del Dr. Jorge Zavala Hidalgo, Coordinador General del Servicio Meteorológico Nacional, sobre la problemática de inundaciones y sequías desde la perspectiva del SMN.	8 min.
11:28 - 11:36	Palabras del Lic. Jorge Mier y Terán Suárez, Titular del Instituto de Protección Civil del Estado de Tabasco, sobre la problemática de inundaciones y sequías desde la perspectiva de protección civil.	8 min
11:36 - 11:45	Presentación del proyecto: "Análisis y proyección de inundaciones y sequías en la cuenca Grijalva-Usumacinta y evaluación de sus potenciales impactos hidrológicos y socioambientales" por parte del Dr. Martín Montero, responsable técnico.	9 min
11:45 - 11:50	Breve explicación de la dinámica general de trabajo en las mesas por la Dra. Mercedes Andrade (CCGS), coordinadora de logística y del módulo clima del proyecto.	5 min.
11:50 - 12:30	Dinámica de árbol de problemas y soluciones en tres Mesas de Trabajo: 1) Inundaciones; 2) Sequías y 3) Gestión Preventiva de Riesgos.	40 min.
12:30 - 13:00	Presentación de resultados de las tres Mesas de Trabajo en plenaria (10 min. por mesa).	30 min.
13:00 - 13:20	Comentarios en plenaria sobre la propuesta de proyecto y resultados obtenidos en el Taller. (Moderadora: Dra. Andrade)	20 min.
13:20 - 13:30	Pasos a seguir en relación al futuro del proyecto y la problemática abordada. (Dr. Palomeque y Dr. Montero)	10 min.
13:30	Clausura del Taller.	5 min.

Las actividades fueron distribuidas de la siguiente manera:

1. Presentación rápida de participantes, tanto colaboradores directos del proyecto que participan en el taller como los asistentes invitados (ver ANEXOS ; tablas A1-A3, y Tabla 1).
2. Presentación invitada por parte del Coordinador del Servicio Meteorológico Nacional con enfoque principal sobre las características meteorológicas de las inundaciones sucedidas en el sureste de México durante verano-otoño de 2020.
3. Presentación invitada por parte del Director General de Protección Civil en el Estado de Tabasco sobre las zonas afectadas en Tabasco por las inundaciones en 2020, así como las acciones que se realizan como parte de la atención ante los daños, además de efectos por sequía en el estado.
4. Presentación de la propuesta de proyecto PRONAI “Análisis y proyección de inundaciones y sequías en la cuenca Grijalva-Usumacinta y evaluación de sus potenciales impactos hidrológicos y socio-ambientales” por parte del Responsable Técnico del proyecto 305079, donde también se fusiona con el proyecto 306497.
5. División en tres mesas de trabajo, donde se conformó tanto a actores gubernamentales, de la academia como de la comunidad, para que cada mesa trabaje uno de los temas de interés por parte del proyecto general 305079: mesa 1) inundaciones en la cuenca Grijalva-Usumacinta; 2) sequías en la cuenca Grijalva-Usumacinta y 3) gestión de riesgos en la cuenca Grijalva- Usumacinta.
6. Cada mesa identifica las causas del problema central o crítico detectado. Estas causas se colocaron en un diagrama en forma de raíces (figuras 1 y 2). Cuantas más raíces tiene el árbol, mayor será la posibilidad de generar respuestas para resolver el problema central planteado.
7. Identificar las consecuencias del problema central. Estas consecuencias se virtieron en un diagrama en forma de ramas, arriba del problema central.
8. Profundizar en las causas y consecuencias, dado que, resolver el problema central será mucho más fácil en la medida en que se determine sus causas y efectos en cadena. Es decir, si ya se determinó una causa, ¿es posible que esta causa sea ocasionada por algo más a su vez? Así se puede ir preguntando a fin de profundizar tanto como sea posible, tanto en las causas como en las consecuencias.
9. Una vez analizadas todas las posibles causas y consecuencias del problema central, regresar al problema central y ponerlo en positivo, a fin de empezar a construir el árbol de objetivos.
10. El problema central se transformará en el objetivo central. Las raíces/causas se transforman en medios y las ramas/consecuencias se transforman en fines.
11. Analizar los medio y fines, generando combinaciones, a fin de generar alternativas viables de solución a la problemática. Posibles criterios para establecer las alternativas: Correspondencia al problema; Temporalidad (Urgencias, Desarrollos

progresivos); Restricción de recursos; Restricción de capacidad; Optimización de la situación actual.

12. Redefinición de alcances y establecimiento de posibles sinergias.
13. Al termino del ejercicio en cada una de las mesas de trabajo, se exponen los resultados en la sesión plenaria del Taller por parte de algunos de los participantes de cada mesa con el tema correspondiente.
14. Se da inicio a la sesión de preguntas y comentarios en torno a las problemáticas presentadas, el proyecto y el Taller por parte de los asistentes. Donde se sugiere resaltar la participación de comunidades afectadas, así como tomar en cuenta el enfoque de género e incorporar el análisis de especies y ecosistemas afectados principalmente por inundaciones y sequía en la región.
15. Se da respuesta por los Responsables Técnicos de ambos proyectos (305079 y 306497), indicando que el enfoque de género esta tomado en cuenta en los planes de trabajo del proyecto 305079, así como la participación de actores de comunidades se ha limitado por restricciones de acceso a servicio de internet y medios de comunicación en zonas rurales, no obstante el proyecto 306497 ha generado algunos ejercicios con comunidades de manera presencial debido a la ventaja de sus participantes situados en zonas cercanas a ellas. Por último, también se hace la invitación a los asistentes del taller para continuar en colaboración con el proyecto y aquellos que estén interesados en sumarse en la investigación, particularmente para el análisis de especies se pretende continuar la colaboración en la propuesta a largo plazo.
16. Por último, se dio paso al cierre del Taller, agradeciendo a todos su participación.

## **Resultados del taller**

### **Presentación de participantes**

La coordinación del taller estuvo a cargo del Dr. Martín Montero y la Dra. Mercedes Andrade, quienes son el responsable técnico del proyecto 305079 y participante en la propuesta, experta en clima, respectivamente. Estuvieron presentes 28 personas enunciadas a continuación, quienes se presentaron brindando los siguientes datos: nombre y adscripción institucional/movimiento social.

**Tabla 1: Asistentes invitados en el taller virtual**

No.	NOMBRE	ORGANIZACIÓN
1	Dr. Jorge Zavala Hidalgo.	Coordinador General del Servicio Meteorológico Nacional (SMN).
2	Lic. Jorge Mier y Terán Suárez.	Titular del Instituto de Protección Civil del Estado de Tabasco

3	Ing. Luis Antonio Cabrera	Subdirector Técnico en la Dirección Local CONAGUA (Tabasco)
4	Dr. Arturo Valdés-Manzanilla	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT)
5	Ing. Gabriel Gomez Esteban	Residente de Villahermosa, Tabasco.
6	Dr. Gilberto Pozo Montuy	Conservación Biodiversidad Usumacinta
7	Ing. Marco Antonio Zarate	Instituto Tecnológico Superior de Cental (ITSC)
8	Dr. Martín Jiménez Espinosa	Subdirector de Riesgos por Fenómenos Hidrometeorológicos. CENAPRED
9	Biól. Plácido Pérez Vicente.	Secretaría de Bienestar Sustentabilidad y Cambio Climático.
10	Mtro. Jonathan de Jesús Sauz Sánchez	Profesional Independiente
11	Ing. Fabiola Hernández Jiménez	Residente del Estado de Tabasco.
12	L.C.A. Shekel Montserrat González López	Organismo de Cuenca Frontera Sur (OCFS)
13	Ecol. Carlos Jiménez Arano	Universidad Intercultural del Estado de Tabasco (UIET)
14	Ing. Mayra Genezareth Contreras Pérez	Instituto Tecnológico Superior de Cental (ITSC)
15	Est. Hermely Guadalupe Castellanos	Conservación Biodiversidad Usumacinta
16	Maestro Ramón Contreras Cruz	Universidad Intercultural del Estado de Tabasco (UIET)
17	Felipe H. Ventura.	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
18	Dra. Silvia Guadalupe Ramos Hernández	Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH)
19	Dra. Guadalupe Matías Ramírez.	Subdirectora de Riesgos por Inundación, CENAPRED

20	Biol. Sandra Manuela Suárez García	Instituto Tecnológico Superior de Cental (ITSC)
21	Honosferio Damián Mendoza.	Miembro del ejido/becario Sembrando Vida
22	Ingeniero Geofísico Adolfo Pérez Estrada	UJAT
23	Mtro. Fernando May Esquivel	Conservación Biodiversidad Usumacinta
24	Ing. Gustavo Valencia Valencia.	Colectivo GE y KA asociados
25	M. C. Héctor J. Mejía Vera.	Instituto Superior de Villa la Venta.
26	Isaac Cházaro	Protección Civil.
27	Ecol. Jaime Carrillo Contreras	UIET
28	Ingeniero Geofísico Manuel Salud Antonio Pérez	UJAT

### **Presentación del proyecto PRONAII cuenca Grijalva Usumacinta**

El Dr. Martin Montero presentó el proyecto, abordando los siguientes aspectos:

- Objetivos de investigación del proyecto 305079 en fusión con el proyecto 306497.
- Conformación de las mesas de trabajo en el proyecto.
- Particularidad en esta propuesta, con la incorporación del tema de incidencia.
- Conformación del Sujeto Social.
- Alcances y resultados esperados de esta fase del proyecto.

### **Retroalimentación sobre el proyecto, por parte de sujetos sociales locales**

Se ha retroalimentado el proyecto con observaciones sobre resaltar la participación de comunidades afectadas, así como tomar en cuenta el enfoque de género e incorporar el análisis de especies afectadas de ecosistemas por inundaciones y principalmente sequía en la región. Así como interés en la estrategia de incidencia para llevar a cabo durante el desarrollo del proyecto a largo plazo.

## Resultados de la Mesa de Trabajo 1: Inundaciones

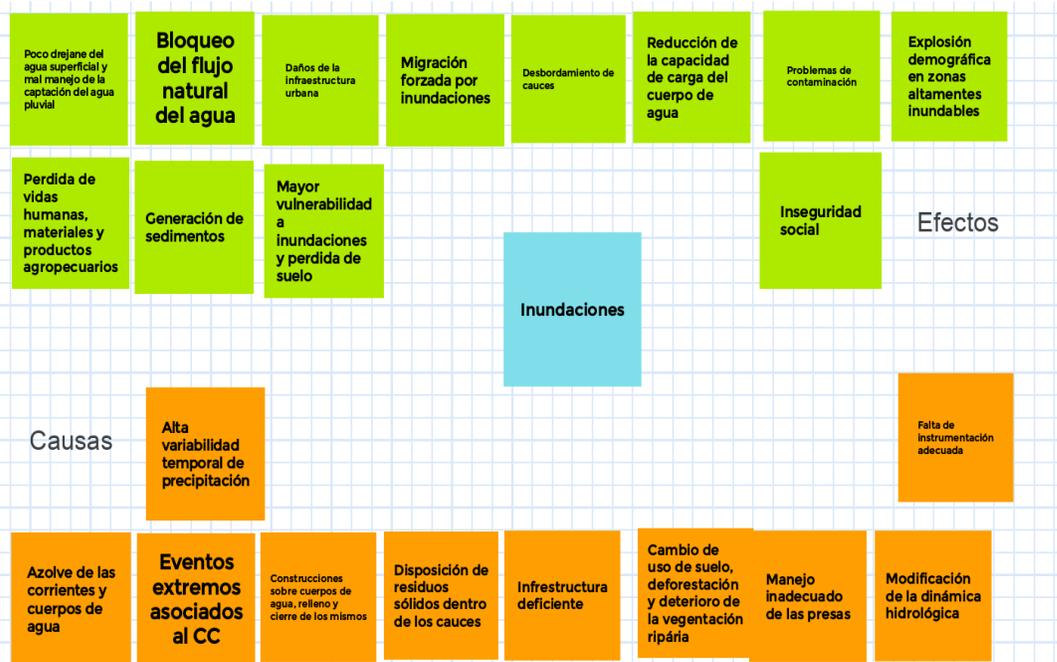


Figura 3. Árbol de problemas obtenido en el Taller en relación a inundaciones.

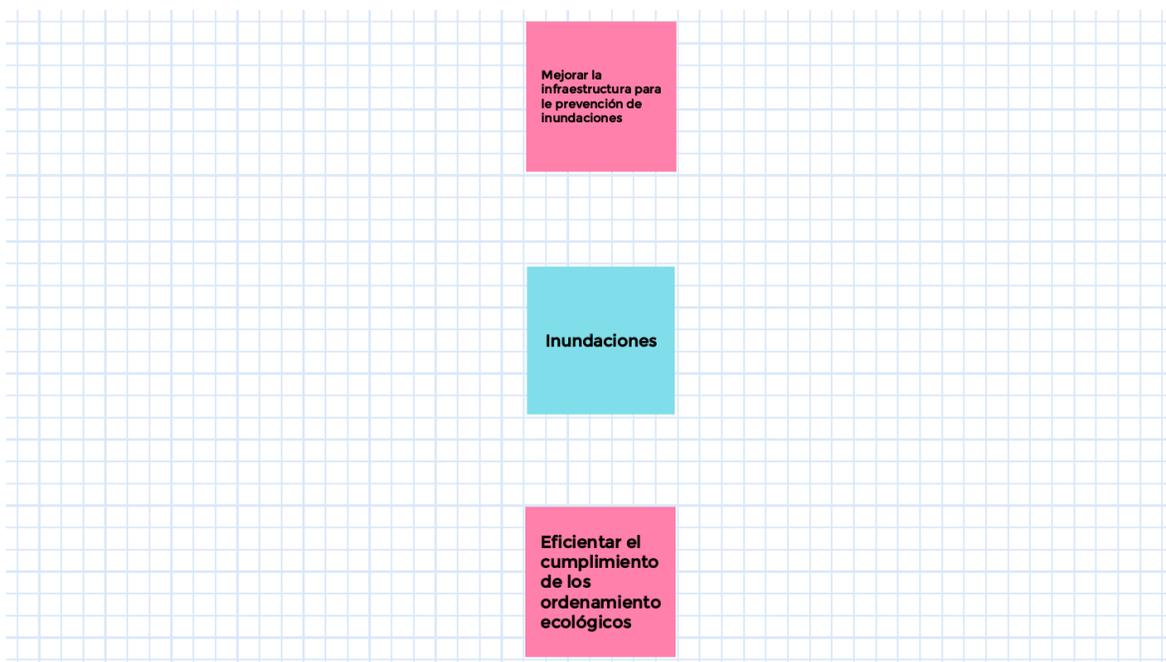


Figura 4. Árbol de soluciones obtenido en el Taller en relación a inundaciones.

## Resultados de la Mesa de Trabajo 2: Sequías



Figura 5. Árbol de problemas obtenido en el Taller en relación a sequías.

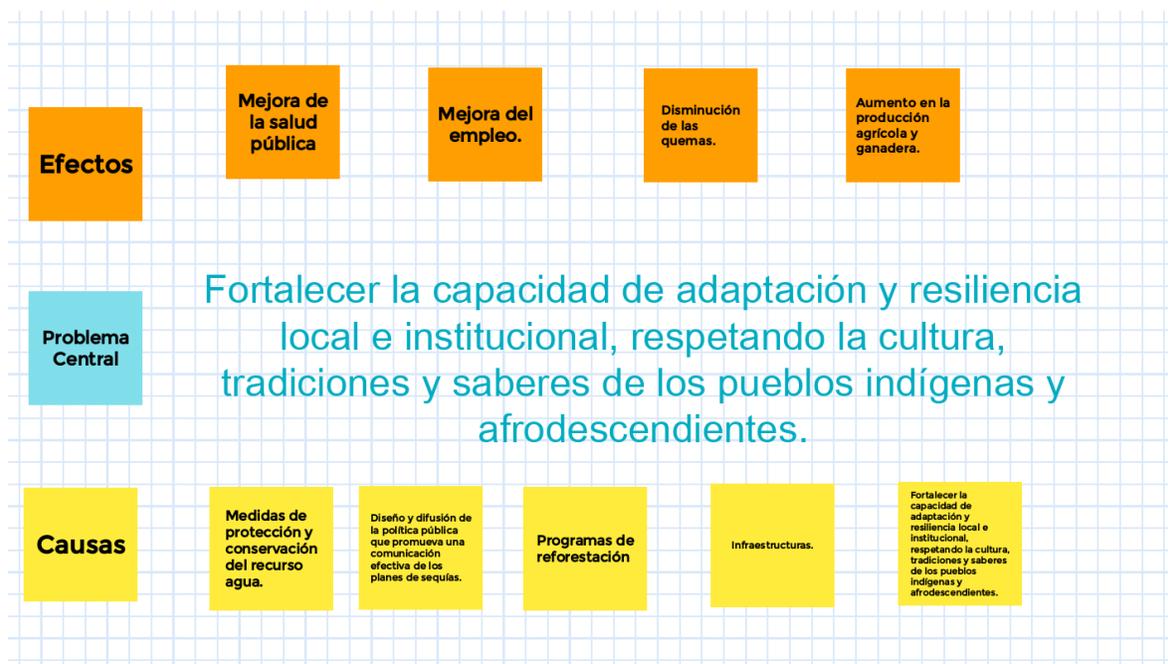


Figura 6. Árbol de soluciones obtenido en el Taller en relación a sequías.

### Resultados de la Mesa de Trabajo 3: Gestión preventiva de riesgos.



Figura 7. Árbol de problemas obtenido en el Taller en relación a riesgos.



Figura 8. Árbol de soluciones obtenido en el Taller en relación a riesgos.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL TALLER

Los resultados globales obtenidos por parte de las 28 personas participantes como invitados en el taller permitieron identificar 18 problemas efectos, dos de ellos se repiten por dos mesas (Tabla 1). Dichos problemas se agruparon por temática de esta manera se contemplan 4 temáticas generales: 1) social /bienestar/salud, 2) económico/productivo, 3) ambiental/natural, y 4) gestión/política (Figura 9).

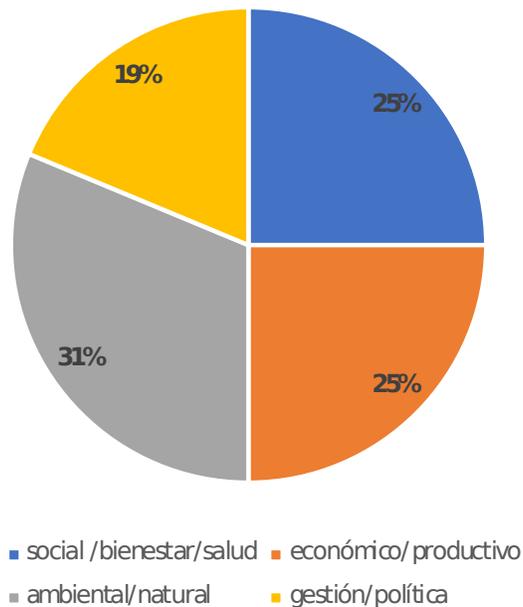


Figura 9. Porcentaje de los Problemas/Efectos por Temáticas.

Para los problemas identificados en el árbol como efectos, las soluciones planteadas por las tres mesas más de la mitad de soluciones se centran en la temática de gestión y política (68 %), sigue por porcentaje la temática social /bienestar/salud, con propuestas como mejora en la salud pública y mejora en la disponibilidad de empleo. Las temáticas de económico/productivo, y ambiental/natural tienen cada una tan solo una propuesta de solución (Figura 10).

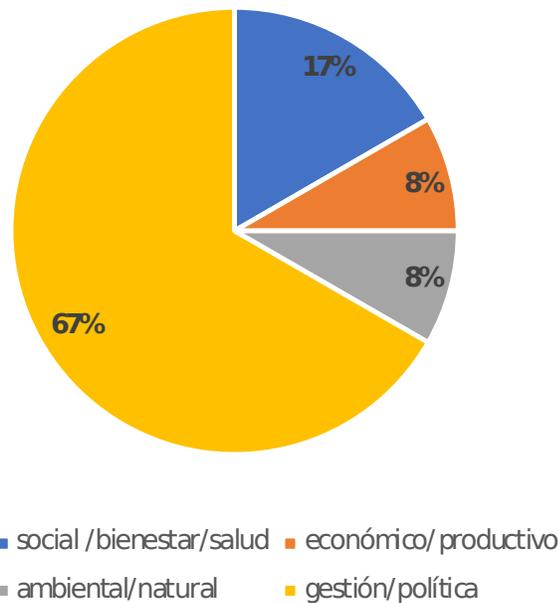


Figura 10. Porcentaje de los Problemas/Efectos/Soluciones por temática

Los resultados obtenidos con el árbol de problemas/causas, de forma global incluyo 21 problemas; 10 de la mesa de inundaciones, 8 la mesa de sequías, y 3 la mesa de gestión preventiva de riesgos. Más del 50 % de dichos problemas se plantean desde la temática: ambiental/natural, entre ellos se incluyen: deforestación, suelos impermeables, zonas inundables, variabilidad precipitación, eventos recurrentes/extremos, falta de precipitación, variabilidad climática, desertificación, oscilaciones a largo plazo (AMO, PDO) alteraciones patrones climáticos; disminución frentes fríos; dentro de estos problemas más de la mitad se vincula de manera directa e indirecta con el clima; cómo se puede apreciar en la figura las temáticas social /bienestar/salud, y económico/productivo están muy poco representadas.

No obstante, es notable que se haya identificado en las tres mesas y para los dos tipos de árboles la componente del Clima como uno de los factores importantes en el desarrollo del problema, así como la importancia en la solución, para esta última se considera la

generación del conocimiento a nivel local y fortalecimiento de capacidades. Además de establecer y consolidar mecanismos de vinculación entre la academia y los diferentes sectores de la población para generar el cambio adecuado como parte de la innovación que se requiere para las soluciones del problema. Con todo esto, la comprensión de los fenómenos meteorológicos y climáticos permitirá avanzar y mejorar soluciones anteriores, incluyen contribuir a las medidas tanto de mitigación como de adaptación ante el fenómeno de Cambio Climático.

### **ÁRBOLES DE PROBLEMAS Y SOLUCIONES ORGANIZADOS POR LOS GRUPOS DE ESPECIALISTAS DE LAS MESAS DE TRABAJO COMO PRODUCTOS FINALES DEL TALLER.**

Los siguientes árboles fueron trabajados por los miembros de coordinación de las mesas a partir de los resultados obtenidos en el Taller. La finalidad de los siguientes árboles es sintetizar y agrupar la información en niveles primarios y secundarios de las causas-efectos en el árbol de problemas y de objetivo-medios en el árbol de soluciones. La agrupación se llevó a cabo entre los expertos de diferentes disciplinas que permiten consensuar los resultados obtenidos y vertirlos en los esquemas de árboles organizados y finales para apoyar la construcción de la problemática a resolver con los conocimientos de los diferentes actores locales y nacionales que influyen y son afectados por los eventos de estudio. Así también, estos resultados fueron tomados para establecer las vías metodológicas para atender y resolver el problema desde el punto de vista científico y de investigación para trasladarlo a estrategia de incidencia y colaboración con los actores de los diferentes sectores para formular un sujeto social.

## MESA DE TRABAJO 1- INUNDACIONES

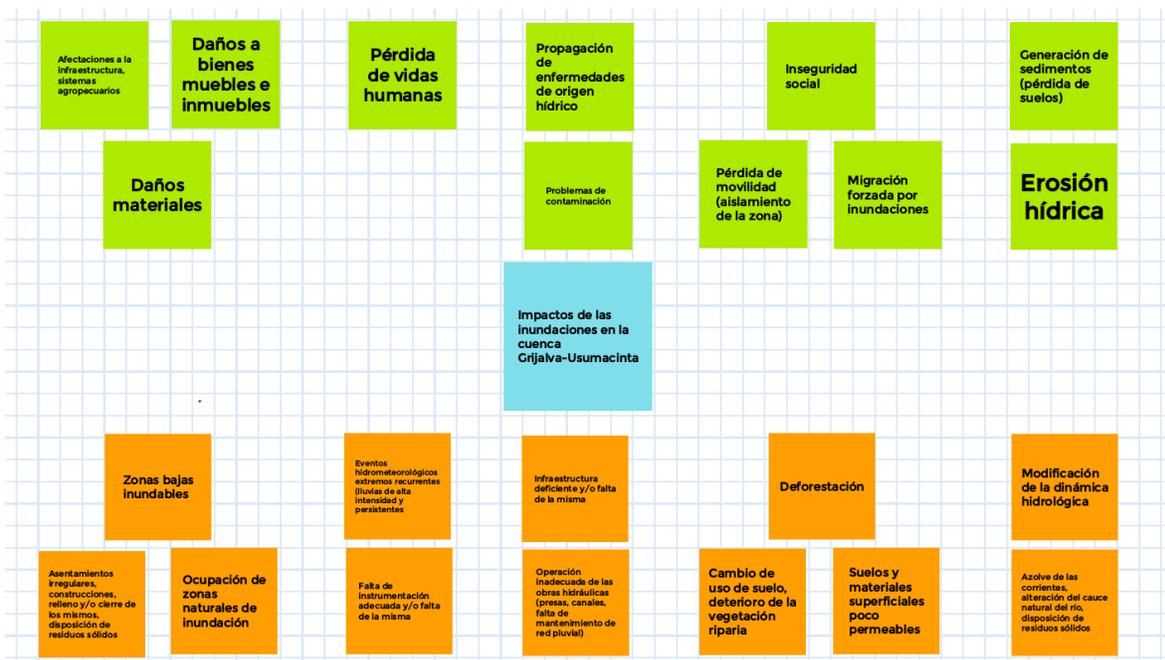


Figura 11. Árbol de problemas organizado en relación a inundaciones.

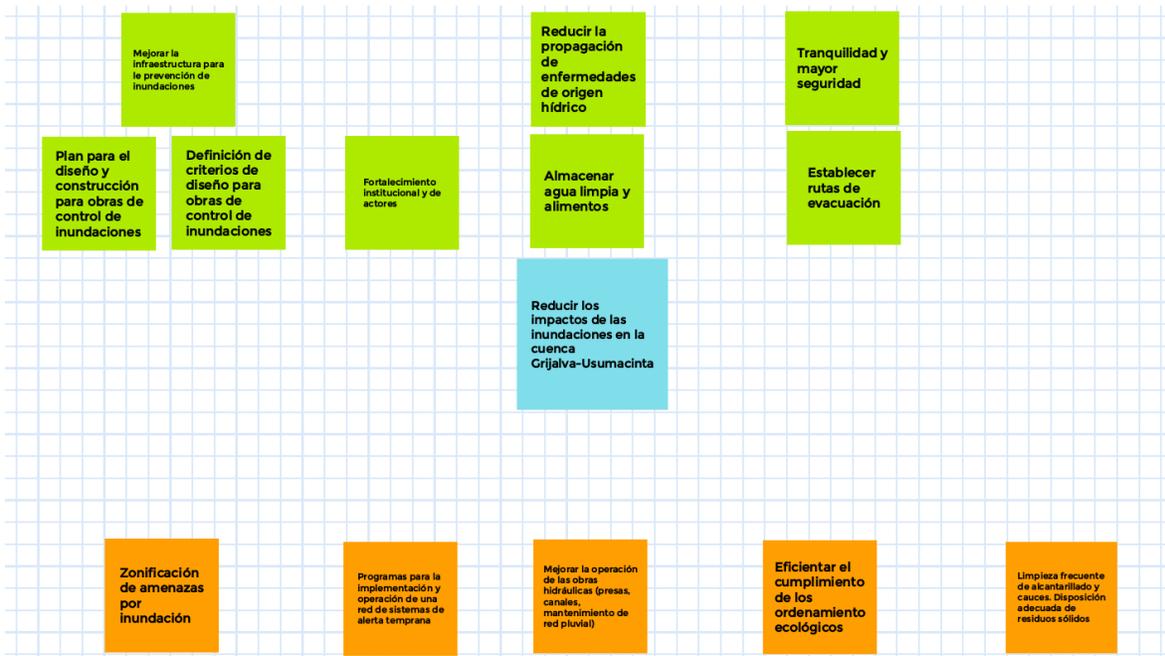


Figura 12. Árbol de soluciones organizado en relación a inundaciones.

## MESA DE TRABAJO 2- SEQUÍAS

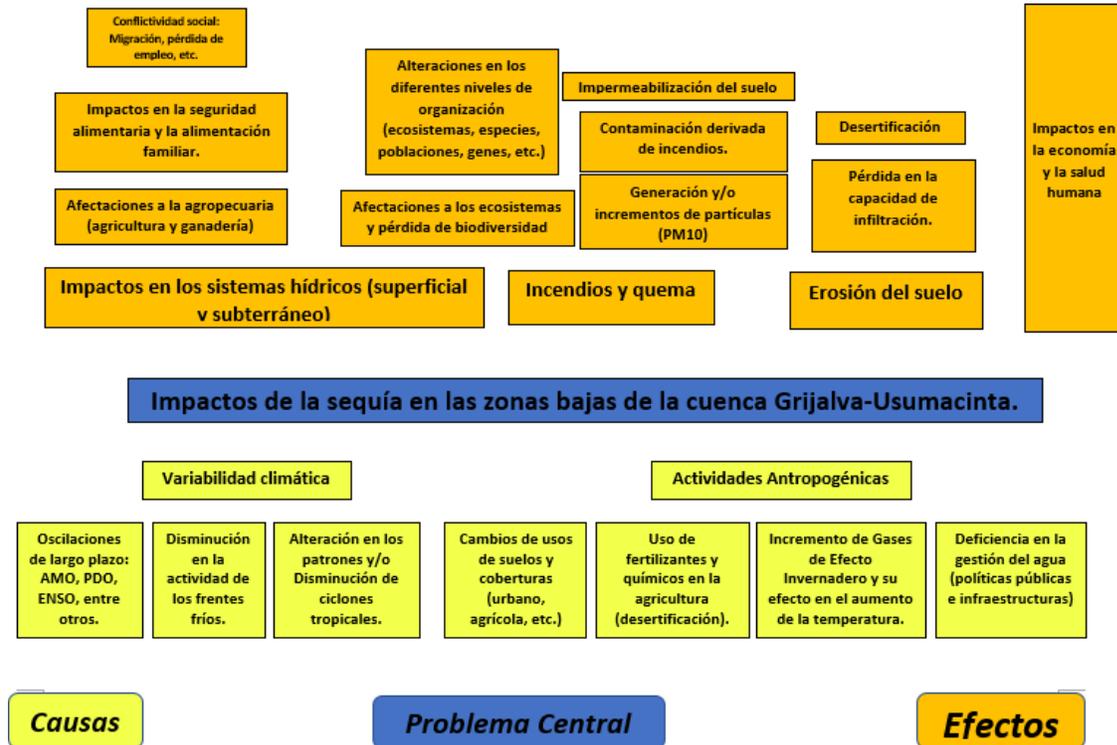


Figura 13. Árbol de problemas organizado en relación a sequías.

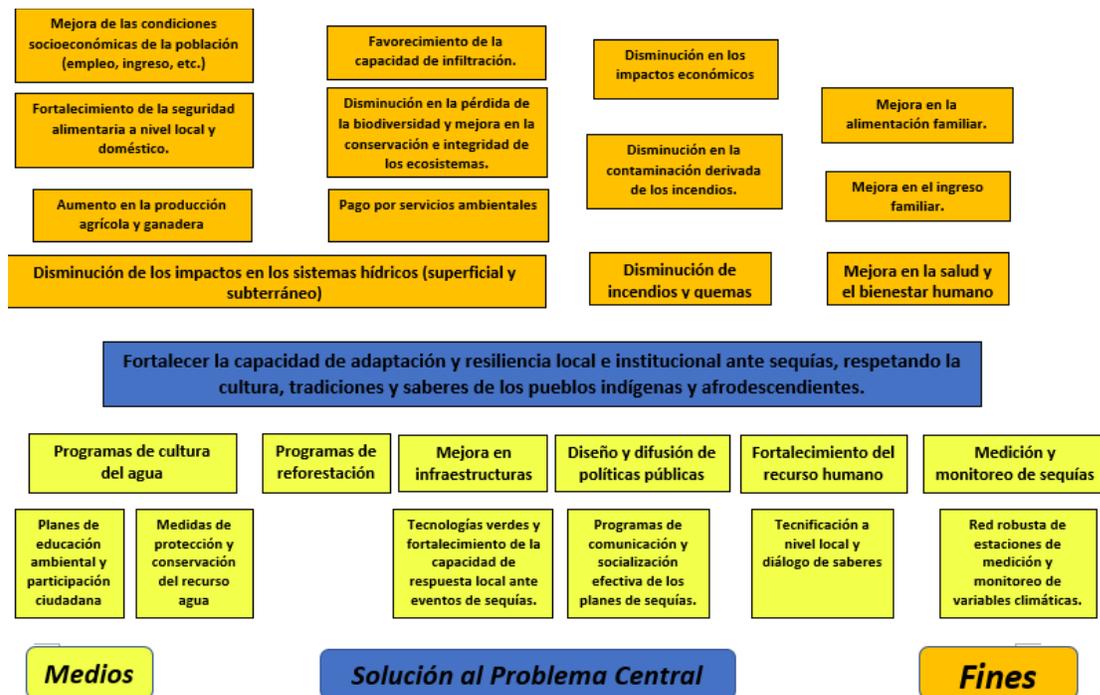


Figura 14. Árbol de soluciones organizado en relación a sequías.

## MESA DE TRABAJO 3- GESTIÓN DE RIESGO

### Efectos



### Causas

### Deficiencias en la Gestión del Riesgo



Figura 15. Árbol de problemas organizado en relación a riesgos (igual al original).



Figura 16. Árbol de soluciones organizado en relación a riesgos.

## REFLEXIONES Y CONCLUSIONES

En las tres mesas se observaron la identificación de los fenómenos climáticos como principales factores de influencia y secundariamente los efectos de gestión, esto nos permite identificar que los actores participantes reconocen la importancia de los fenómenos meteorológicos, y en algunos casos los climáticos a los que se expone la Cuenca Grijalva-Usumacinta (Montero-Martínez et al. 2018; Andrade-Velázquez & Medrano-Pérez, 2020) y que se presentan indistintamente (Andrade-Velázquez & Medrano-Pérez, 2021) .

Desde el punto de vista hidrológico, se consideran de gran importancia los resultados del taller, en donde las principales causas de los problemas planteados (50 %) en las tres mesas: deforestación, suelos impermeables, zonas inundables, variabilidad precipitación, eventos recurrentes/extremos, falta de precipitación, variabilidad climática, desertificación, oscilaciones a largo plazo, alteraciones patrones climáticos y disminución frentes fríos y que están altamente relacionados con los efectos: daños materiales (afectaciones a la infraestructura, sistemas agropecuarios y daños a bienes muebles e inmuebles) y erosión hídrica (generación de sedimentos), impactos en los sistemas hídricos y falta de información base para planeación y gestión de riesgo, tienen gran relevancia para el análisis de las variables hidrológicas. Sin duda la deforestación y el cambio de uso de suelo asociado a este fenómeno juega un rol muy importante en la problemática (causas y efecto) antes descrita, de acuerdo con la FAO (2009), como cubierta de cuenca, los bosques protegidos o sujetos a una buena ordenación son lo mejor para el ciclo hidrológico, contra la erosión y para la calidad del agua, la cual bien podría ser el producto más útil e importante del bosque. En el trabajo de M. Gustafsson et al., (2019) expresan que los árboles y los bosques desempeñan un papel importante en los ciclos hidrológicos, éstos favorecen la liberación de agua a la atmósfera, influyen en la humedad del suelo, mejoran la infiltración del mismo y la recarga de agua subterránea. Los cambios en el uso de la tierra vinculados a los bosques, como la deforestación, la reforestación y la forestación pueden afectar los puntos de abastecimiento de agua cercanos y distantes: por ejemplo, una disminución de la evapotranspiración después de la deforestación de un área puede reducir las precipitaciones en las zonas ubicadas en la dirección del viento.

Además en las mesas se identifica los obstáculos o problemas asociados a la intervención humana, como es el ordenamiento territorial y actividades productivas, la respuesta de la población y la gestión e implementación de acciones ante el riesgo por eventos meteorológicos que producen desastre y son reconocidos como inundaciones y sequías. Para este último, los actores participantes evidencian que sus efectos son menores comparando con los de inundaciones.

Los integrantes del grupo de trabajo de la Mesa de Gestión de Riesgos determinaron que uno de los elementos centrales en la prevención de desastres e inundaciones es el contar con el marco jurídico adecuado y actualizado de Gestión Territorial. De esta manera destacaron la necesidad de contar con al menos dos de sus instrumentos centrales: el Atlas de Riesgos Municipal y el Ordenamiento Ecológico Territorial. Ambas herramientas resultan indispensables en la gestión del uso del suelos urbano y rural de los municipios. Según su opinión contar con ellas no solo sería un elemento central en el combate a los frecuentes desastres, sino que además potenciaría el desarrollo social y económico de las comunidades al orientar las actividades económicas según la vocación natural del suelo.

En las reflexiones sobre la gestión de riesgos, el tema de la vulnerabilidad social ocupa un lugar de destaque, por constituirse, evidentemente, en una causa primordial para la concreción de los desastres. Ello se refleja en las preocupaciones vertidas por la mesa de trabajo de “Inundaciones”, cuyo árbol de problemas enumera dos causas relativas a la vulnerabilidad: ocupación de cauces y asentamientos irregulares. La mesa de trabajo de “Sequías” también asume al crecimiento urbano como una de las causas de los desastres, reafirmando que, aunado a las condiciones meteorológicas y climáticas, está el factor social-institucional como potenciador de los riesgos. Por su parte, la mesa de trabajo de “Deficiencias en políticas preventivas de gestión de riesgos” refuerza la idea de la vulnerabilidad como factor de riesgo, ahora institucional, al ubicar severas fallas en la instrumentación de políticas de gestión de riesgos, entre ellas la falta de capacidades del capital humano a nivel local, carencia de herramientas de planeación municipal y de visión de largo plazo para enfrentar los riesgos.

Ello da cabida a la reflexión de que los desastres no son “naturales”, sino consecuencia de la combinación entre las amenazas naturales y la carencia de planeación territorial y de políticas de prevención de riesgos, en un escenario de múltiples desigualdades, que genera vulnerabilidad de grupos sociales en situaciones de desventaja socioeconómica, quienes realizan la apropiación territorial en zonas inadecuadas, por no contar con opciones alternas para vivir, como es el caso de las inundaciones. Esta vulnerabilidad diferencial, en donde la desigualdad social vuelve más susceptible de sufrir daños en caso de amenazas a algunos sectores de la población ubica a los desastres como un problema no resuelto del desarrollo, por ello la necesidad de trabajar desde un enfoque sistémico, en donde se pone atención a la amenaza climática en sí, pero también y principalmente, a la fragilidad de los elementos expuestos a la amenaza (infraestructura, actividades productivas, grado de organización social, sistemas de alerta, desarrollo político institucional, etc.), argumentando que tanto la magnitud de los daños sufridos en los desastres como la capacidad de resistencia del grupo social afectado están relacionados con el grado de vulnerabilidad del grupo social y de las instituciones encargadas de la temática de los riesgos. En virtud de ello, es imprescindible generar insumos para el fortalecimiento institucional y políticas para reducir las desigualdades sociales, con la implementación de programas y acciones orientados a la rehabilitación del medio natural y social, desde una óptica en la cual la reducción de la vulnerabilidad es el eje fundamental de un proceso de desarrollo con sostenibilidad socioambiental.

Es importante considerar estos resultados para la formulación del proyecto, y el abordaje metodológico.

Debido a la dispersión poblacional que presenta la región, donde casi el 60% de la población se encuentra asentada en localidades de menos de mil habitantes, por lo que predomina la población rural en la cuenca, se debe de contemplar la inclusión de habitantes rurales en los talleres y demás actividades de incidencia del proyecto. Otro aspecto importante es que los habitantes de origen indígena son predominantes en toda la cuenca, e incluyen miembros de los grupos tojolabal, tzeltal, chol y maya lacandón en México, predomina la población que pertenece a un pueblo originario en la región por lo que los

talleres y demás actividades de incidencia deben de tener incluida la perspectiva intercultural.

Debido a que al menos el 50 % de las personas que habitan la CU pertenecen al género femenino, en el taller solo el 25 % de participantes eran mujeres, se recomienda ampliamente la perspectiva de género para la implementación de talleres subsecuentes y demás actividades de incidencia del proyecto; así como la formulación del proyecto, y el abordaje metodológico. En otro punto, es necesaria la profesionalización de las Unidades Municipales de Protección Civil lo que mejoraría en gran medida la respuesta en caso de emergencia y la planeación para el diseño de protocolos de atención con fundamentos técnicos dispuestos al servicio de la ciudadanía. En este mismo rubro apuntaron a la necesidad de asegurar la situación laboral de los empleados ya que al ser periodos administrativos cortos existe una alta rotación y con ello pérdida de capacidad y experiencia.

El cambio climático y un aumento de los fenómenos climáticos extremos están alterando los ciclos del agua y amenazan la estabilidad de los flujos de dicho recurso. La FAO (2009) además considera que el cambio climático producirá un impacto considerable en la hidrología y los recursos hídricos, lo cual puede manifestarse en un mayor número de catástrofes, como inundaciones, sequía y deslaves, en todos los cuales puede influir la cubierta forestal. Las situaciones que afectan a los grupos más vulnerables de la sociedad exigen una atención particular. Restablecer los ecosistemas forestales dañados o degradados puede ayudar a que los bosques “amortigüen” los efectos del cambio climático. Dado lo anterior, se considera que es necesario conocer y estimar en qué magnitud los cambios de uso de suelo provocados por la deforestación y urbanización de zonas naturales de inundaciones, la variabilidad climática, falta de precipitación, desertificación, alteraciones de los patrones de clima, disminución de los frentes fríos han impactado o modificado las variables del ciclo hidrológico (escurrimiento, evapotranspiración y recarga potencial), tasas de erosión hídrica, caudales de escurrimiento, velocidades de flujo y superficies de inundaciones en las cuencas de estudio de la Región Hidrológica Grijalva Usumacinta.

El Estado de Tabasco se ha caracterizado por el impacto ambiental que ha tenido el desarrollo en sus sistemas naturales. El deterioro ambiental del estado de Tabasco, se debe en gran medida a la introducción de planes de desarrollo centrados en aspectos económicos que dejan de lado el costo ambiental del desarrollo (Tudela et al., 1989). En los últimos sesenta años, el estado ha transitado de una economía basada en la explotación ganadera extensiva y la agricultura de plantaciones a una economía sustentada en las aportaciones que la industria petrolera (Morales Jimenez, 1990). Esta transición más las recurrentes crisis económicas han provocado en el ámbito rural una pérdida casi total de los recursos forestales, así como un crecimiento anárquico en los principales centros de población (Camara Cabrales et al., 2011; Galindo Alcantara et al., 2009; Miguel Ángel Palomeque de la Cruz, Adalberto Galindo Alcántara, Alberto J. Sánchez, & Miguel Jorge Escalona Maurice, 2017).

Otro elemento más consecuencia del desarrollo es la construcción de miles de kilómetros de caminos, vías férreas, drenes, canales y bordos que han modificado de forma importante la geografía local y en consecuencia el comportamiento hidráulico de los principales cuerpos de agua causando desecación, así como fuertes inundaciones (Galindo Alcantara, Gama-Campillo, Ruiz Acosta, Chiapi, & Morales Hernández, 2005; Galindo Alcantara et al., 2009)

Se concluyó que es de gran importancia elaborar y promover un esquema de administración del uso del suelo en función de los aspectos técnicos y científicos de los programas de ordenamiento y los atlas de riesgos con mecanismos de evaluación y retroalimentación.

Por lo que este Taller, nos ha permitido sentar las bases para el arranque de este posible proyecto y encaminar la ruta de su desarrollo en las diferentes disciplinas del conocimiento que participan en esta primer fase, así como identificar los principales sectores involucrados en el interés de aportar y fortalecer en la construcción de la solución y demás actores importantes que presentan día a día los efectos del Clima y demás fenómenos ambientales y sociales para su habitabilidad, conservación, sustentabilidad y prolongación del medio para esta y siguientes generaciones que están y se establezcan en la región. Así también fueron tomados estos resultados para establecer las vías metodológicas para

atender y resolver el problema desde el punto de vista científico y de investigación para trasladarlo a estrategia de incidencia y colaboración con los actores de los diferentes sectores para formular un sujeto social.

## REFERENCIAS:

Andrade-Velázquez, M., Medrano-Pérez, O. R. (2020). Precipitation patterns in Usumacinta and Grijalva basins (southern Mexico) under a changing climate. *Revista Bio Ciencias* 7, e905. <http://revistabiociencias.uan.edu.mx/index.php/BIOCIENCIAS/article/view/905/pdf>

Andrade-Velázquez, M., & Medrano-Pérez, R. (2021). Historical precipitation patterns in the South-Southeast region of Mexico and future projections. *Earth Sciences Research Journal*, 25(1), 69-84. DOI: <https://doi.org/10.15446/esrj.v25n1.87255>

Camara Cabrales, L. del C., Hernandez Trejo, H., Castillo Acosta, O., Galindo Alcantara, A., Morales Hernandez, A., Zequeira Larios, C., ... Guadarrama, A. (2011). Estudio Regional Forestal de la UMAFOR de los Ríos. Retrieved from [http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/9/3641Estudio\\_Regional\\_Forestal\\_2709.pdf](http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/9/3641Estudio_Regional_Forestal_2709.pdf)

Galindo Alcantara, A., Gama-Campillo, L. M., Ruiz Acosta, S. del C., Chiapi, C., & Morales Hernández, A. (2005). Atlas Cartográfico del Ordenamiento Ecológico del Estado de Tabasco (1st ed.; Gobierno del Estado de Tabasco, ed.). Villahermosa, Tabasco: Gobierno del Estado de Tabasco.

Galindo Alcantara, A., Ruiz Acosta, S. del C., Morales Hernandez, A., Gomez Cordero, C. M., Aguilar Aguilar, M., Salcedo Meza, M. A., ... Rodriguez Cordova, M. (2009). Atlas De Riesgo del Municipio de Centro 2009 (1er ed.; A. de C. SEDESOL, ed.). Retrieved from <https://www.slideshare.net/ayuntamientodecentro/atlas-de-riesgo-del-municipio-de-centro-tabasco>

Gustafsson M., I. Creed, J. Dalton, T. Gartner, N. Matthews, J. Reed, L. Samuelson, E. Springgay y A. Tengberg, (2019). Deficiencias en materia de ciencia, políticas y prácticas en el nexos bosque-agua. *Unasylva*, FAO. 251, Vol. 70, pág. 39-49.

FAO (2009). *Los bosques y el agua*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y el Agua, Roma, Italia.

Miguel Ángel Palomeque de la Cruz, Adalberto Galindo Alcántara, Alberto J. Sánchez, & Miguel Jorge Escalona Maurice. (2017). Pérdida de humedales y vegetación por urbanización en la cuenca del río Grijalva, México. *Investigaciones Geográficas*, 68, 151–172. <https://doi.org/10.14198/INGEO2017.68.09>

Montero-Martínez, M. J., Santana-Sepúlveda, J. S., Pérez-Ortiz, N. I., Pita-Díaz, Ó., and Castillo-Liñan, S. (2018). Comparing climate change indices between a northern (arid) and a southern (humid) basin in Mexico during the last decades, *Adv. Sci. Res.*, 15, 231-237. <https://doi.org/10.5194/asr-15-231-2018>

Morales Jimenez, C. (1990). La ganaderización de Tabasco. Reflejo de la ineficiencia e irresponsabilidad empresarial en el aprovechamiento y manejo del trópico húmedo mexicano. *Revista de Difusión Científica Tecnológica y Humanística*, 1(2), 37–42. Retrieved from <http://bibliotecasibe.ecosur.mx/sibe/book/000028507>

Tudela, F., García, R. V., Proyecto Integrado del Golfo., Colegio de México. Centro de Estudios Demográficos y de Desarrollo Urbano., International Federation of Institutes for Advanced Study., Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I.P.N., & United Nations Research Institute for Social Development. (1989). *La Modernización forzada del trópico : el caso de Tabasco*. Retrieved from [http://www.unrisd.org/unrisd/website/document.nsf/\(httpPublications\)/984F34D20E81262280256B670065DB66?OpenDocument](http://www.unrisd.org/unrisd/website/document.nsf/(httpPublications)/984F34D20E81262280256B670065DB66?OpenDocument)

## ANEXOS

### CUADRO DE PARTICIPANTES EN LOGÍSTICA EN MESAS DE TRABAJO

Coordinadora de Logística de Taller: Mercedes Andrade.

Responsabilidad: Se encargarán de supervisar algún problema que se pueda presentar en las mesas de trabajo. También supervisarán que haya correspondencia en los tiempos de discusión en las mesas y en las sesiones plenarias.

#### MESA DE TRABAJO 1: INUNDACIONES

<https://meet.google.com/iat-dudb-tkj>

**Tabla A1. Colaboradores de los proyectos 305079 y 306497 en la mesa de inundaciones.**

FUNCIÓN	RESPONSABILIDAD	RESPONSABLE
FACILITADOR	Dar la bienvenida a la mesa; explicar la dinámica del ejercicio y las reglas del juego; dar seguimiento al desarrollo de la mesa, encauzando la discusión, en caso de dispersarse; explicar que deben escoger un relator, quién presentará los resultados de la mesa en plenaria; se el secretario apunta algo que está en el chat, leer lo que está y preguntar si están de acuerdo. La idea es tener un esquema consensado.	Roel Simuta
CRONOMETRISTA	Dar la palabra a las personas que lo soliciten; revisar los tiempos que cada quién tiene la palabra y pasar a la siguiente persona.	Silvia Ruíz
SECRETARIO	Redactar en la aplicación Jamboard los aportes de las personas, teniendo el cuidado de revisar todo el tiempo el chat, pues se invita a que las personas escriban en el chat sus propuestas si lo requieren.	Juan Gabriel García
LIGA DE MESA DE TRABAJO Y GRABACIÓN	Se encargará de hacer la liga Google Meet de su mesa previo al Taller y dar acceso a los participantes. También se encargará de realizar la grabación de la mesa correspondiente usando la herramienta OBS Studio.	José Antonio Salinas

NOTAS DE LA SESIÓN: Miguel Ángel Palomeque

## MESA DE TRABAJO 2: SEQUÍAS

<https://meet.google.com/ikq-zrtr-dcm>

**Tabla A2. Colaboradores de los proyectos 305079 y 306497 en la mesa de sequías.**

FUNCIÓN	RESPONSABILIDAD	RESPONSABLE
FACILITADOR	Dar la bienvenida a la mesa; explicar la dinámica del ejercicio y las reglas del juego; dar seguimiento al desarrollo de la mesa, encauzando la discusión, en caso de dispersarse; explicar que deben escoger un relator, quién presentará los resultados de la mesa en plenaria	Martín Montero
CRONOMETRISTA	Dar la palabra a las personas que lo soliciten; revisar los tiempos que cada quién tiene la palabra y pasar a la siguiente persona.	Kevin Contreras
SECRETARIO	Redactar en la aplicación Jamboard los aportes de las personas, teniendo el cuidado de revisar todo el tiempo el chat, pues se invita a que las personas escriban en el chat sus propuestas si lo requieren.	Ojilve Medrano
LIGA DE MESA DE TRABAJO Y GRABACIÓN	Se encargará de hacer la liga Google Meet de su mesa previo al Taller y dar acceso a los participantes. También se encargará de realizar la grabación de la mesa correspondiente usando la herramienta OBS Studio u otro.	Rodrigo Roblero

NOTAS DE LA SESIÓN: Rodimiro Ramos

## MESA DE TRABAJO 3: GESTIÓN DE RIESGOS

<https://meet.google.com/mva-pmhk-nkf>

**Tabla A3. Colaboradores de los proyectos 305079 y 306497 en la mesa de gestión de riesgos.**

FUNCIÓN	RESPONSABILIDAD	RESPONSABLE
FACILITADOR	Dar la bienvenida a la mesa; explicar la dinámica del ejercicio y las reglas del juego; dar seguimiento al desarrollo de la mesa, encauzando la discusión, en caso de dispersarse; explicar que deben escoger un relator, quién presentará los resultados de la mesa en plenaria	Óscar Frausto
CRONOMETRISTA	Dar la palabra a las personas que lo soliciten; revisar los tiempos que cada quién tiene la palabra y pasar a la siguiente persona.	Alfonso Banderas
SECRETARIO	Redactar en la aplicación Jamboard los aportes de las personas, teniendo el cuidado de revisar todo el tiempo el chat, pues se invita a que las personas escriban en el chat sus propuestas si lo requieren.	Adalberto Galindo
LIGA DE MESA DE TRABAJO Y GRABACIÓN	Se encargará de hacer la liga Google Meet de su mesa previo al Taller y dar acceso a los participantes. También se encargará de realizar la grabación de la mesa correspondiente usando la herramienta OBS Studio.	Rebeca González

**ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE INUNDACIONES Y SEQUÍAS EN LA CUENCA  
GRIJALVA-USUMACINTA Y EVALUACIÓN DE SUS POTENCIALES IMPACTOS  
HIDROLÓGICOS Y SOCIOAMBIENTALES**  
RESPONSABLE TÉCNICO DR. MARTÍN MONTERO (IMTA)  
PROYECTO 305079 EN FUSIÓN CON 306497

**ESTADO DEL ARTE**

**I. CONTEXTO HISTÓRICO Y SOCIAL DE LA ZONA DE ESTUDIO (ESTRATEGIA SOCIAL)**

El desarrollo socioeconómico de la región sur-sureste de México desde la perspectiva sociohistórica se puede considerar como un hecho histórico (Bassols, 1992). Históricamente se considera que partir del México colonial hasta nuestros días el desarrollo regional del país ha sido desigual y el sur-sureste ha sobrellevado una herencia sociocultural que involucro durante cientos de años una explotación hacendaria predominantemente agrícola con peones y esclavos indígenas (Bassols, 1992). En México el racismo es estructural, transversaliza las relaciones sociales, políticas y económicas de todos los sectores de la población (Moreno, 2016), por lo que es importante que sea considerado como un componente importante en el análisis del desarrollo regional que presenta el país.

La región sur-sureste es la región del país con la mayor concentración de población rural, a pesar de que sus principales actividades económicas se aglutinen en los sectores manufactureros y de servicios (INEGI, ). Es la región del país con la más alta población indígena (CITA). Las entidades que comprenden la región son los estados con mayor índice de marginación y los que presentan un mayor rezago social respecto al resto de México (CONAPO, 2016; CONEVAL, 2010). Es importante que se observe que esta situación ha sido constante desde que se empiezan a realizar este tipo de mediciones en el país. En otras palabras la situación no ha cambiado a través del tiempo, por lo que se puede hablar de una marginación y un rezago social sistemático e institucionalizado.

**DIVERSIDAD SOCIO CULTURAL EN EL SUR-SURESTE**

La región sur-sureste es la región del país con la más alta población indígena. Las entidades que comprenden la región son los estados con mayor índice de marginación y los que presentan un mayor rezago social respecto al resto de México. La población del sur-sureste que pertenece a pueblos originarios es aproximadamente de 5 892 520 (CDI, 2010), repartida en más de 50 pueblos diferentes, las entidades con mayor población originaria son Oaxaca seguida por Chiapas con más de un millón y medio de personas, representando entre estas dos entidades más del 50 % de la población total originaria del sur-sureste del país. En la región sur-sureste la población se encuentra dispersa en zonas rurales, 48 % de los habitantes de la región vive en localidades menores a 2,500 habitantes, mientras que a nivel nacional sólo 28 %. El 52 % de la población de Chiapas y el 51 % de Oaxaca habita en zonas rurales (DOF, 2014).

En la cuenca del Usumacinta la dispersión poblacional es enorme; casi el 60% de la población se encuentra asentada en localidades de menos de mil habitantes, predomina la población rural en la

**ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE INUNDACIONES Y SEQUÍAS EN LA CUENCA  
GRIJALVA-USUMACINTA Y EVALUACIÓN DE SUS POTENCIALES IMPACTOS  
HIDROLÓGICOS Y SOCIOAMBIENTALES**  
RESPONSABLE TÉCNICO DR. MARTÍN MONTERO (IMTA)  
PROYECTO 305079 EN FUSIÓN CON 306497

cuenca (De Ita, 2018). Los habitantes de origen indígena son predominantes en toda la cuenca, e incluyen miembros de los grupos tojolabal, tzeltal, chol y maya lacandón en México, predomina la población que pertenece a un pueblo originario (De Ita, 2018). Buena parte de la cuenca del Usumacinta fue poblada apenas en las últimas décadas por distintos procesos (Elías et al., 1997)

la Selva Lacandona tanto para el país como para el mundo. Su indiscutible riqueza biológica está acompañada también por una gran presencia cultural, ya que es actualmente hogar de caribes o caribes conocidos como lacandones, tzeltales, ch'oles, tzotziles, mayas, chuj, tojolabales, jakalte- kos, mames (De Ita, 2018).

### PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONÓMICAS

En el ámbito nacional, la región tiene importantes aportaciones al PIB particularmente en el valor de dos actividades: la petrolera (que se integra en la actividad minera) y el turismo. El 84 % del PIB de la minería que incluye la producción petrolera, proviene de la región, mientras que del total nacional del PIB de turismo, 54 % corresponde al Sur-Sureste (DOF, 2014).

La región tiene una baja participación en el PIB nacional, en promedio en las últimas dos décadas 18 % (INEGI, ). Las actividades preponderantes en la región se concentran en el sector secundario y terciario. Es importante reconocer que el PIB nos indica qué es lo que se produce en una economía y por tanto es un indicador útil para medir su desempeño de largo plazo, porque nos permite notar tendencias (Márquez, 2010).

## II. CONTEXTO CLIMÁTICO Y ESTRATEGIA CLIMÁTICA

El cambio climático es considerado la mayor amenaza del siglo XXI (Andrade-Velázquez & Medrano-Pérez, 2021), y se manifiesta, entre otras cosas, en el aumento de la frecuencia y magnitud de los fenómenos extremos, como las sequías y las inundaciones (UNESCO-UN-Water, 2020; United Nations, 2021). A todo ello, si bien se tienen evidencias sobre el impacto del cambio climático en la disponibilidad y la distribución de los recursos hídricos, la incertidumbre sigue estando presente a escala local y de cuenca, y en variables como la precipitación y la temperatura (UNESCO-UN-Water, 2020). La precipitación en el sur-sureste del país durante verano se ve influenciada por ciclones tropicales, ondas del este y la Zona de Interconvergencia Intertropical, mientras que en invierno los frentes fríos son los principales sistemas que producen estos eventos (Andrade-Velázquez, 2017). Asimismo, los moduladores regionales del clima son los fenómenos del El Niño-Oscilación del Sur (ENSO), la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO) y la Oscilación Multidecadal del Atlántico (AMO) (Álvarez-Olguin & Escalante-Sandoval, 2016). Además, estos fenómenos tienen efectos a escala global (Meng et al., 2019). Méndez-González et al. (2011) reportan la influencia del ENSO y la AMO para México, mientras que Méndez & Magaña (2010) reportan el dipolo húmedo-seco que se observa en el país debido a la combinación de las oscilaciones AMO y PDO. Ambos estudios muestran que durante la fase caliente del ENSO y PDO se observan periodos secos en el sureste de México, y en la fase fría

**ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE INUNDACIONES Y SEQUÍAS EN LA CUENCA  
GRIJALVA-USUMACINTA Y EVALUACIÓN DE SUS POTENCIALES IMPACTOS  
HIDROLÓGICOS Y SOCIOAMBIENTALES**  
RESPONSABLE TÉCNICO DR. MARTÍN MONTERO (IMTA)  
PROYECTO 305079 EN FUSIÓN CON 306497

el fenómeno es inverso, es decir periodos húmedos.

## ESTUDIOS DE CLIMA

Desafortunadamente para México, como en muchas partes del mundo, hay una escasez en cuanto a la cantidad y calidad de datos climáticos, lo que se traduce en pocos estudios relacionados a cambios en los extremos climáticos de la región correspondiente (Redmond y Abatzoglou, 2014). Por supuesto, la región de la cuenca Grijalva-Usumacinta no es la excepción.

De hecho, solamente se reportan dos estudios que han atendido la problemática del análisis y calidad de datos en esa región, y estudios sobre tendencias y cálculo de índices climáticos (Aguilar et al., 2005; Montero-Martínez et al., 2018). Aguilar et al. (2005) proporcionó el primer análisis de los cambios en los extremos de temperatura y precipitación para América Central y el norte de América del Sur, incluyendo la cuenca Grijalva-Usumacinta (CGU). Si bien concluyen que toda la región se está calentando, para la CGU encontraron tendencias tanto positivas como negativas para los días y noches cálidos y los días y noches fríos, aunque prevaleció la señal de calentamiento. Para varios índices de precipitación, también encontraron una mezcla de tendencias positivas y negativas para ésta región. Por otro lado, Montero-Martínez et al. (2018) corroboran la señal clara de calentamiento en la cuenca baja del Usumacinta (no reportan la parte del Grijalva) adicional al incremento del rango diurno de temperatura reportado por otros estudios en otras cuencas de México (Mateos et al., 2016). El estudio también apoya la existencia de un supuesto vaivén de precipitación que menciona que cuando la parte norte de México es más seca, el sureste es más húmedo y viceversa, que fue primeramente mencionado por Méndez y Magaña (2010).

## ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

Se utilizará como información primaria, las simulaciones numéricas atmosféricas globales del experimento CMIP6, ello tanto para el período histórico como el futuro (Eyring et al., 2016), estas simulaciones se realizaron con las versiones actualizadas de 21 modelos del sistema terrestre (ESMs, por sus siglas en inglés), forzados con los escenarios de cambio climáticos más recientes, basados en una combinación que utiliza las Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSPs, por sus siglas en inglés, O'Neill et al., 2015) y los forzantes radiativos asociados a los niveles de concentración especificados en los llamados Rutas de Concentración Representativas (RCPs, por sus siglas en inglés, Moss et al., 2010).

Se realizarán simulaciones numéricas con las versiones más recientes de dos modelos regionales (WRF y RegCM), para WRF se utilizará la versión 4.2.2 (Skamarock et al., 2019), para RegCM, será la versión 4.7 (Coppola, 2020), las cuales contienen núcleos dinámicos que ya incorporan la aproximación no hidrostática, mejorando la representación de la precipitación respecto a las versiones anteriores.

Los datos a utilizarse para evaluar el desempeño de los modelos serán ERA5 (Hersbach, et al., 2019),

**ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE INUNDACIONES Y SEQUÍAS EN LA CUENCA  
GRIJALVA-USUMACINTA Y EVALUACIÓN DE SUS POTENCIALES IMPACTOS  
HIDROLÓGICOS Y SOCIOAMBIENTALES**  
RESPONSABLE TÉCNICO DR. MARTÍN MONTERO (IMTA)  
PROYECTO 305079 EN FUSIÓN CON 306497

los cuales incluyen las mejores condiciones de asimilación de datos, brindando con ello la mejor calidad de la información para la evaluación del desempeño de los modelos numéricos tanto globales como regionales.

Se utilizarán las mejores prácticas reportadas para la evaluación de los ESMs, esta evaluación se basará en las metodologías utilizadas en EsmValTool (Righi et. al, 2020), vanguardia en metodologías de evaluación de modelos numéricos.

### **III. CONTEXTO HIDROLÓGICO Y ESTRATEGIA HIDROLÓGICA**

Los impactos que se tienen sobre las cuencas en estudio debido a los cambios de uso de suelo, urbanización, variabilidad climática y otras problemáticas surgidas del taller realizado con actores claves es necesario realizar el cálculo o estimación de los efectos que se tienen sobre las variables del ciclo hidrológico (láminas de precipitación, escurrimiento, evapotranspiración y recarga potencial), erosión hídrica, inundaciones, así como el suministro de agua a poblaciones y zonas agrícolas de temporal, se plantea realizar simulaciones (al menos de los últimos 20 años y de escenarios de cambio climático) por medio de los modelos de balance de agua de suelo (González-Ramírez y Perés-Sierra, 2019, Santiago Lastra et al., 2016, Dripps y Bradbury, 2010; Carrera-Hernández y Gaskin, 2008; Dripps y Bradbury, 2007), modelos hidrológicos distribuidos (Fortin et al. 1995; Fortin et al., 2001) combinado con balance de agua vertical en tres capas (Ibarra et al, 2017; Fortinet et al., 1990), así como obtener las tasas de erosión hídrica actual de las cuencas en estudio, para lo cual se aplicará la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo Adaptada a las condiciones de México (Figueroa, et al., 1991) y el modelo SWAT (Arnold et al., 1991; Neitsch, et al., 2010) con el que se estimará la producción de sedimentos, todo lo anterior para tres cuencas de la Región Hidrológica Grijalva Usumacinta: bajo Grijalva, bajo Usumacinta y Valle de Jovel; se determinarán además los mapas de peligro por inundaciones (Nkwunonwo et al., 2020; Silva Cervantes et al., 2020; Kourgialas y Karatzas, 2017; Alcocer-Yamanaka et al., 2016; Hammond et al., 2015; Ordaz et al., 2013; Dinh et al., 2012; Salas Salinas et al., 2011; Díez-Herrero et al., 2009) mediante simulación hidráulica en dos ciudades importantes: San Cristóbal de las Casas, Chiapas (cuenca del Valle de Jovel) y Villahermosa, Tabasco (cuenca del bajo Grijalva), las cuales históricamente han presentado problemas de inundaciones (Arreguín-Cortés et al., 2014; CONAGUA, 2014, González, et al. 2012 Montoya et al, 2008;; Zhou, 2007; Mayorga, 2007; García, 2005; ECOSUR, 2005 y Espíritu, 1998).

Para poder realizar el diseño de los diferentes modelos arriba descritos, además de los datos de las variables climáticas (precipitación, temperatura ambiente, anomalías de cambio climático), es necesario contar con la siguiente información: topografía, catastro del drenaje pluvial y fluvial, hidrometría, los tipos de suelos, el uso actual del suelo y vegetación, por lo que es necesario realizar trabajo de campo de topografía, análisis de imágenes de satélite (para definir la dinámica del cambio de usos de suelo) y para la clasificación de tipos de suelos realizar trabajos de campo para describir los perfiles de suelo, así como tomar muestras de suelo de cada horizonte y en laboratorio se realizarán los análisis físico químicos siguientes: textura con separación de arenas, densidad aparente, densidad real, curva de retención de humedad, humedad a capacidad de campo (CC), humedad a punto de marchitez

**ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE INUNDACIONES Y SEQUÍAS EN LA CUENCA  
GRIJALVA-USUMACINTA Y EVALUACIÓN DE SUS POTENCIALES IMPACTOS  
HIDROLÓGICOS Y SOCIOAMBIENTALES**  
RESPONSABLE TÉCNICO DR. MARTÍN MONTERO (IMTA)  
PROYECTO 305079 EN FUSIÓN CON 306497

permanente (PMP), % de materia orgánica, pH y conductividad hidráulica.

1. La Cuenca Grijalva Usumacinta ha presentado deterioro debido a problemas de deforestación, empobrecimiento florístico de los bosques, aumento intensivo de superficies de cultivo de temporal, así como de las superficies de urbanización o bien han pasado a pastizales por su abandono (Santiago Lastra et al., 2016, Kiolp y Galica, 2011).

2. La superficie de una parte de la cuenca Grijalva-Usumacinta tienen un uso agrícola, pecuario o forestal, sin embargo, la cuenca sigue albergando importantes áreas de vegetación natural como selvas, bosques de pino y encino, popales, tulares y manglares, que requieren de un especial cuidado a la hora de planear el aprovechamiento de los recursos naturales (Sánchez-Hernández et. al 2013). Dado lo anterior, es importante realizar trabajos que permitan evaluar el cómo el deterioro de estas condiciones afectan al comportamiento de las variables hidrológicas, tasas de erosión hídrica, disponibilidad y el aumento de inundaciones recurrentes, que ayuden de forma importante en los planes de desarrollo y gestión de la cuenca.

3. En la zona de estudio se han registrado problemas de inundaciones, en la cuenca del Valle de Jovel (en San Cristóbal de las Casas Chiapas) por ejemplo, se tiene evidencia de inundaciones debidos a la falta de capacidad del drenaje pluvial (túnel existente para drenar el agua de la cuenca endorreica) y su condición geohidrológica (Montoya et al, 2008; González, et al. 2012; Zhou, 2007; Mayorga, 2007; García, 2005; Espíritu, 1998 y ECOSUR, 2005), la cuenca que comprende la ciudad de Villa Hermosa que se ubica en la planicie tabasqueña ha padecido de grandes inundaciones históricas; en esta convergen el río Usumacinta y Grijalva: dos de los ríos más caudalosos del territorio mexicana (Arreguín-Cortés et al., 2014; CONAGUA, 2014)

#### **IV. CONTEXTO AMBIENTAL Y ESTRATEGIA DE ORNAMIENTO DEL TERRITORIO**

En los años 60s, la región del Usumacinta estaba prácticamente despoblada con aprovechamientos forestales que no indujeron en la conformación de asentamientos humanos, conservándose básicamente como reserva territorial (Isaac-Márquez, et al., 2005). Durante la década de los sesenta con el establecimiento del Plana Balancán – Tenosique se impulsó el establecimiento de los primeros núcleos de población con actividades antrópicas y procesos de deforestación de la selva en la región del Usumacinta (Isaac-Márquez, et al., 2005; Zavala y Castillo 2007; García-Morales et al., 2014; García y Soares, 2017).

El impulso a la ganaderización del territorio tabasqueño durante la década de los setenta financió la transformación de miles de hectáreas de selvas alta y mediana para convertirlas en pastizales y destinarlas a la producción bovina (Morales Jimenez, 1990). Con la consolidación de la ganadería extensiva tradicional se arrasó con poco más del 95% de la selva alta perennifolia con el consecuente impacto ambiental (Isaac-Márquez, et al., 2005; Zavala y Castillo 2007; García-Morales et al., 2014).

Ante la crisis de la ganadería al inicio del nuevo siglo, grandes áreas de pastizal fueron abandonadas, recuperando paulatinamente sus características naturales. Sin embargo, el impulso de otras actividades

**ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE INUNDACIONES Y SEQUÍAS EN LA CUENCA  
GRIJALVA-USUMACINTA Y EVALUACIÓN DE SUS POTENCIALES IMPACTOS  
HIDROLÓGICOS Y SOCIOAMBIENTALES**  
RESPONSABLE TÉCNICO DR. MARTÍN MONTERO (IMTA)  
PROYECTO 305079 EN FUSIÓN CON 306497

económicas ha favorecido de nueva cuenta su transformación en cultivos o pastizales (Camara Cabrales et al., 2011). Estas actividades han influido en el cambio climático por la liberación de gases de efecto invernadero debido a la tala inmoderada de la vegetación secundaria, incendios forestales inducidos y no inducidos, uso de plaguicidas en las tierras que antes eran selvas y que en la actualidad ha perdido su fertilidad para cultivos, sin dejar a un lado a los agroecosistemas de palma de aceite, teca, eucalipto y otras especies comerciales que atentan contra la resiliencia de los ecosistemas originales de la cuenca (García y Soares, 2017).

La deforestación de la cuenca baja del Usumacinta está alterando el funcionamiento de los ecosistemas terrestres y disminuye la producción primaria que contribuye al cambio climático y el deterioro de los socioecosistemas (Sugden, 2018; Gallardo-Cruz et al., 2019). Los efectos más sobresalientes son la fragmentación del hábitat, y la disminución de servicios ecosistémicos en donde sobresalen; la modificación del ciclo del agua, alteraciones en el suelo, y la disminución de la producción de alimentos, la alteración de los servicios ecosistémicos y cambios en las dinámicas poblacionales (Patarkalashvili, 2019; Pimentel et al., 1997; Rosa et al., 2016; Gallardo-Cruz et al., 2019).

#### EL ORDENAMIENTO ECOLOGICO DE LA CUENCA BAJA DEL USUMACINTA

La degradación de la cobertura vegetal tiene consecuencias sobre los ecosistemas y principalmente sobre el ciclo hidrológico (Poveda y Mesas, 1991). El efecto de la deforestación es reducir los caudales medios y aumentarlos caudales extremos con los consecuentes efectos en inundaciones y sequías más fuertes y más frecuentes (Poveda y Mesas, 1991). El cambio de uso de suelo produce importantes transformaciones, como por ejemplo el aumento de la escorrentía superficial, especialmente cuando se producen fuertes precipitaciones de tormenta lo que ocasiona desbordes, inundaciones, erosión, difusión de contaminantes, entre otros efectos (Goudie, 1990; Weng, 2001).

Ante esto es primordial elaborar un modelo de ordenamiento ecológico de la cuenca baja del Usumacinta que zonifique las áreas aptas para la restauración de la selva, suelo y otros tipos de vegetación, para la implementación de proyectos de restauración ambiental que proteja a las comunidades humanas y no humanas frente a los desastres de inundación comunes en México (como en las históricas inundaciones del 2007, 2010 y 2020 en las cuencas del Grijalva-Usumacinta) y mejorar su capacidad de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental establece en su capítulo quinto al Ordenamiento como un instrumento de planeación ambiental necesario para conciliar los diversos intereses en el territorio (Camara de Diputados del H Congreso de la Unión, 1988). Por su parte la Ley General de Asentamientos Humanos establece que las autoridades administrativas del gobierno local, estatal y federal deben desarrollar instrumentos como el ordenamiento territorial, los planes de desarrollo urbano y los atlas de riesgos para proteger a los asentamientos humanos, regular su crecimiento y potenciar las actividades económicas del territorio (Camara de Diputados del H Congreso de la Unión, 2016)

**ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE INUNDACIONES Y SEQUÍAS EN LA CUENCA  
GRIJALVA-USUMACINTA Y EVALUACIÓN DE SUS POTENCIALES IMPACTOS  
HIDROLÓGICOS Y SOCIOAMBIENTALES**  
RESPONSABLE TÉCNICO DR. MARTÍN MONTERO (IMTA)  
PROYECTO 305079 EN FUSIÓN CON 306497

Así, el ordenamiento ecológico territorial es un programa que incide directamente en el territorio al conciliar los intereses y conflictos que se dan entre diferentes sectores de la sociedad. Todo esto con el único fin de promover el consenso social en la definición de los usos del territorio que permita dar certidumbre a la inversión, así como a la preservación del medio ambiente y a la conservación de los recursos naturales (SEMARNAT, 2006).

## **V. CONTEXTO DE SERVICIOS DEL RECURSO HÍDRICO Y ESTRATEGIA DE CALIDAD DEL AGUA**

La Conferencia de las Partes de 2007 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, en Bali, y el último Informe del IPCC (2007) confirmaron el consenso entre los científicos y los responsables políticos de que ahora se está produciendo un cambio climático global inducido por el hombre. Sin embargo, hay menos certeza sobre la magnitud de los cambios de temperatura futuros y cómo estos impulsarán la precipitación, la evaporación y la hidrología a escalas regionales. No obstante, los escenarios de modelos climáticos proporcionan la mejor información disponible para evaluar los impactos futuros del cambio climático en la calidad del agua y la ecología de los cuerpos de agua superficiales (Kundzewicz *et al.*, 2007; Bates *et al.*, 2008).

El capítulo de agua dulce del Cuarto Informe de Evaluación del IPCC (Kundzewicz *et al.*, 2007) no consideró los impactos del cambio climático en la calidad del agua con gran detalle, a pesar que este tema está atrayendo una atención creciente. Por ejemplo, el Proyecto Euro-limpacs de la UE ([www.eurolimpacs.ucl.ac.uk](http://www.eurolimpacs.ucl.ac.uk)) es un proyecto de investigación de 20 millones de euros de socios múltiples que investigan los impactos en ríos, lagos y humedales en toda Europa (Battarbee *et al.*, 2008). Se está llevando a cabo una amplia gama de experimentos de laboratorio y de campo, análisis de datos y modelos basados en procesos para evaluar los impactos potenciales del cambio climático. Jones y Page (2001) plantean algunas preguntas interesantes e importantes como son:

- ¿Cómo afectará el cambio climático a los caudales de los ríos y, por tanto, a la descarga de contaminantes difusos o la dilución de efluentes puntuales?
- ¿De qué manera los eventos de lluvias intensas podrían afectar las cargas de nutrientes y sedimentos en los sistemas de drenaje urbano, ríos, lagos y estuarios?
- ¿Cómo podría el aumento de las temperaturas combinado con los cambios en la calidad del agua afectar a los ecosistemas de agua dulce?
- ¿Cómo podrían verse afectados el balance de carbono y la recuperación de la acidificación en las cuencas de captación de tierras altas?

De acuerdo con lo anterior, se revisaran los impactos potenciales sobre los ríos Grijalva y Usumacinta, en términos del estado de nutrientes, movilización de sustancias tóxicas y potencial de acidificación. Finalmente, se consideran las consecuencias indirectas para la calidad del agua de políticas más amplias de cambio climático que afectan la gestión de la tierra y el agua o la reducción de emisiones.

**ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE INUNDACIONES Y SEQUÍAS EN LA CUENCA  
GRIJALVA-USUMACINTA Y EVALUACIÓN DE SUS POTENCIALES IMPACTOS  
HIDROLÓGICOS Y SOCIOAMBIENTALES**  
RESPONSABLE TÉCNICO DR. MARTÍN MONTERO (IMTA)  
PROYECTO 305079 EN FUSIÓN CON 306497

## ESTUDIOS DE CALIDAD DEL AGUA

Los impactos de las inundaciones y de las sequías tanto en los caudales como en la calidad del agua se evaluarán utilizando datos de tres sitios piloto de la cuenca Grijalva-Usumacinta. Estos sitios serán: Villahermosa y Tenosique, Tabasco y San Cristóbal de las Casas, Chiapas. Se ubicarán dos estaciones de monitoreo tanto del caudal como de la calidad del agua en cada uno de los sitios seleccionados. Las mediciones serán realizadas tomando en consideración los periodos de secas y de lluvias de cada año durante la duración del proyecto. A partir del monitoreo regular realizado con una frecuencia trimestral, con la que se pretende utilizar como condiciones de referencia los datos tanto de caudal como de calidad del agua de aproximadamente un mes y medio antes y después de las inundaciones. Se realizarán mediciones de calidad del agua *in situ* (temperatura del agua, potencial hidrogeno, conductividad eléctrica, salinidad, contenido de oxígeno disuelto) y se tomarán muestras simples para realizar análisis de laboratorio (demanda bioquímica y química de oxígeno, amonio, sulfatos, grasas y aceites, materia flotante, metales (hierro, manganeso, arsénico, cadmio, cobre, plomo y zinc), sólidos en suspensión y disueltos, sólidos sedimentables, compuestos orgánicos específicos y parámetros microbiológicos, incluyendo coliformes fecales y conformes totales (DOF 1994c, DOF 1996)) en ambas épocas del año. Para evaluar el impacto de las inundaciones y de las sequías, se compararán los datos tanto de caudal como de calidad del agua utilizando información de la literatura y con datos disponibles de años anteriores al proyecto. Se evaluarán los cambios observados en las características físicas y químicas del agua y el conocimiento sobre los procesos de erosión y sedimentación. Para conocer la calidad del agua se aplicarán los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua (DOF 1989) y Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996 (DOF 1996). Se evaluarán las diferencias y fluctuaciones entre los parámetros físicoquímicos muestreados en ambas épocas del año (secas y lluvias), para lo cual se efectuará un análisis de varianza de una vía, previo análisis de normalidad y homocedasticidad. Las variables que no cumplan con dichos supuestos, sus valores se transformaron a  $\text{Log}(x + 1)$ . Para los análisis se utilizará un límite de confianza del 95 % y significancia  $\alpha = 0.05$ .

**ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE INUNDACIONES Y SEQUÍAS EN LA CUENCA  
GRIJALVA-USUMACINTA Y EVALUACIÓN DE SUS POTENCIALES IMPACTOS  
HIDROLÓGICOS Y SOCIOAMBIENTALES**  
RESPONSABLE TÉCNICO DR. MARTÍN MONTERO (IMTA)  
PROYECTO 305079 EN FUSIÓN CON 306497

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Aguilar, E., Peterson, T. C., Ramírez Obando, P., ..., y Mayorga, R. (2005). Changes in precipitation and temperature extremes in Central America and northern South America, 1961–2003, *J. Geophys. Res.-Atmos.*, 110, D23107, <https://doi.org/10.1029/2005JD006119>.

Alcocer-Yamanaka, V. H., Rodríguez-Varela, J. M., Bourguett- Ortiz, V. J., Llaguno-Guilberto, O. J., y Albornoz-Góngora, P. M. (2016). Metodología para la generación de mapas de riesgo por inundación en zonas urbanas. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 7(5), 33-55.

Álvarez-Olguin, G. & Escalante-Sandoval, C. (2016). Modes of Variability of Annual and Seasonal Rainfall in Mexico. *Journal of the American Water Resources Association (JAWRA)*, 1-14. doi: 10.1111/1752-1688.12488

Andrade-Velázquez, M. (2017). Visión climática de la precipitación en la cuenca del Río Usumacinta. En Denise Soares y Antonino García García (Coord.), *La cuenca del Río Usumacinta desde la perspectiva del cambio climático* (pp. 57-75). Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA): México. Disponible en: <<https://www.gob.mx/imta/documentos/la-cuenca-del-rio-usumacinta-desde-la-perspectiva-del-cambio-climatico>>. Fecha de acceso: 05 ago. 2019.

Andrade-Velázquez, M., & Medrano-Pérez, R. (2021). Historical precipitation patterns in the South-Southeast region of Mexico and future projections. *Earth Sciences Research Journal*, 25(1), 69-84. DOI: <https://doi.org/10.15446/esrj.v25n1.87255>

Anexo Técnico Metodológico. CONEVAL, 2007. URL: [https://www.coneval.org.mx/rw/resource/coneval/med\\_pobreza/1024.pdf](https://www.coneval.org.mx/rw/resource/coneval/med_pobreza/1024.pdf)

Arnold, J.G., Neitsch, S.L., and Williams, J.R. ((1991). *Soil and Water Assessment Tool User's Manual*. Version 99.2. Blackland Research Center, Texas Agricultural Experimental Station. Temple, TX.

Arreguín-Cortés, F.I., Rubio-Gutiérrez, H., Domínguez-Mora, R. y De Luna-Cruz, F. (2014). Análisis de las inundaciones en la planicie tabasqueña en el periodo 1995-2010. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 3(mayo-junio), 5-32.

BM, 2017. Banco Mundial. Las mayores economías del mundo en 2017 vía Banco Mundial URL: <https://imco.org.mx/temas/las-mayores-economias-del-mundo-en-2017-via-banco-mundial/>

Bassols Batalla, Á. 1992. México: formación de regiones económicas.

**ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE INUNDACIONES Y SEQUÍAS EN LA CUENCA  
GRIJALVA-USUMACINTA Y EVALUACIÓN DE SUS POTENCIALES IMPACTOS  
HIDROLÓGICOS Y SOCIOAMBIENTALES**  
RESPONSABLE TÉCNICO DR. MARTÍN MONTERO (IMTA)  
PROYECTO 305079 EN FUSIÓN CON 306497

CDI, 2010) Atlas de Pueblos Indígenas de México. URL: [http://atlas.cdi.gob.mx/?page\\_id=2842](http://atlas.cdi.gob.mx/?page_id=2842))

Bates, B. C., Kundzewicz, Z. W., Wu, S. & Palutikof, J. P. (eds). (2008). *Climate Change and Water*. Technical Paper VI of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva, Switzerland.

Battarbee, R. W., Kernan, M., Livingstone, D., Nickus, U., Verdonschot, P., Hering, D., Moss, B., Wright, R., Evans, C., Grimalt, J., Johnson, R., Maltby, E., Linstead, L. & Skeffington, R. (2008). Freshwater ecosystem responses to climate change: the Euro-limpacs project. In: *The Water Framework Directive—Ecological and Chemical Status Monitoring*. (ed. by P. Quevauviller, U. Borchers, C. Thompson & T. Simonart), 313–354. John Wiley & Sons Ltd, Chichester, UK.

Camara Cabrales, L. del C. et al. (2011) Estudio Regional Forestal de la UMAFOR de los Ríos. Villahermosa, Tabasco. Available at: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/9/3641EstudioRegionalForestal2709.pdf> (Accessed: 17 October 2020).

Camara de Diputados del H Congreso de la Unión (1988) ‘Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEGPA)’, Diario Oficial de la Federación, 10/01/1988, pp. 1–268. Available at: <http://www.diputados.gob.mx>.

Camara de Diputados del H Congreso de la Unión (2016) ‘Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano’, Diario Oficial de la Federación, 01/12/2020, pp. 1–52. Available at: [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGAHOTDU\\_011220.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGAHOTDU_011220.pdf).

Carrera-Hernández J.J. y S.J. Gaskin (2008). Spatio-temporal analysis of potential aquifer recharge: Application to the Basin of Mexico. *Journal of Hydrology* 353, 228– 246. doi:10.1016/j.jhydrol.2008.02.012.

CONAGUA. (2014). Estudio para el proyecto hidrológico para proteger a la población de inundaciones y aprovechar mejor el agua (PROHTAB). Comisión Nacional del Agua. <https://www.gob.mx/conagua/documentos/estudio-para-el-proyecto-hidrologico-para-proteger-a-la-poblacion-de-inundaciones-y-aprovechar-mejor-el-agua-prohtab-38848>

CONAGUA (2014). Programa de medidas preventivas y de mitigación de la sequía en el Consejo de Cuenca de los ríos Grijalva y Usumacinta. Organismo de Cuenca Frontera Sur, Comisión Nacional del Agua.

CONANP (2019). FICHA TECNICA. Pantanos de Centla <https://simec.conanp.gob.mx/ficha.php?anp=145>

CONAPO (2016). CONAPO 2018. Base de datos abierta en línea URL:

**ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE INUNDACIONES Y SEQUÍAS EN LA CUENCA  
GRIJALVA-USUMACINTA Y EVALUACIÓN DE SUS POTENCIALES IMPACTOS  
HIDROLÓGICOS Y SOCIOAMBIENTALES**  
RESPONSABLE TÉCNICO DR. MARTÍN MONTERO (IMTA)  
PROYECTO 305079 EN FUSIÓN CON 306497

[http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Datos\\_Abiertos\\_del\\_Indice\\_de\\_Marginacion](http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Datos_Abiertos_del_Indice_de_Marginacion)

CONEVAL, 2010a. Metodologías para la medición multidimensional de la pobreza. URL: [https://www.coneval.org.mx/Informes/Coordinacion/INFORMES\\_Y\\_PUBLICACIONES\\_PDF/Metodologia\\_Multidimensional\\_web.pdf](https://www.coneval.org.mx/Informes/Coordinacion/INFORMES_Y_PUBLICACIONES_PDF/Metodologia_Multidimensional_web.pdf)

CONEVAL, 2010b. ÍNDICE DE REZAGO SOCIAL 2010 A NIVEL MUNICIPAL Y POR LOCALIDAD  
URL: <https://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/%C3%8Dndice-de-Rezago-social-2010.aspx>

Coppola, E., Stocchi, P., Pichelli, E., Torres Alavez, J. A., Glazer, R., Giuliani, G., Di Sante, F., Nogherotto, R., and Giorgi, F.: Non-Hydrostatic RegCM4 (RegCM4-NH). (2021). Model description and case studies over multiple domains, Geosci. Model Dev. Discuss. [preprint], <https://doi.org/10.5194/gmd-2020-435>, in review.

Correa, E. (2010). México, crisis económica y financiera. *Ola Financiera*, 3(6).

Correa, E. (1998). Crisis y desregulación financiera. Siglo XXI.

Dávila, E., Kessel, G., & Levy, S. (2002). El sur también existe: un ensayo sobre el desarrollo regional de México. *Economía Mexicana*, 11(2).

De Ita, A. (2018). Lacandones, de hijos predilectos a perseguidos ambientales. *El Cotidiano*, 33(207), 63-78.

Díez-Herrero, A., Laín-Huerta, L. y Llorente-Isidro, M. (2009). *A Handbook on Flood Hazard Mapping Methodologies*. Geological Survey Of Spain.

Dinh, Q., Balica, S., Popescu, I. y Jonoski, A. (2012). Climate change impact on flood hazard, vulnerability and risk of the Long Xuyen Quadrangle in the Mekong Delta, *International Journal of River Basin Management*, 10:1, 103-120.

DOF - Diario Oficial de la Federación. ACUERDO por el que se establecen los Criterios Ecológicos de Calidad del Aguas CE-CCA-001/89. 13/12/1989. URL: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4837548&fecha=13/12/1989](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4837548&fecha=13/12/1989).

DOF - Diario Oficial de la Federación. NORMA Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. 6 de enero de 1997. URL: <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/60197.pdf>.

**ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE INUNDACIONES Y SEQUÍAS EN LA CUENCA  
GRIJALVA-USUMACINTA Y EVALUACIÓN DE SUS POTENCIALES IMPACTOS  
HIDROLÓGICOS Y SOCIOAMBIENTALES**  
RESPONSABLE TÉCNICO DR. MARTÍN MONTERO (IMTA)  
PROYECTO 305079 EN FUSIÓN CON 306497

DOF, 2014. URL: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5343111&fecha=30/04/2014](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5343111&fecha=30/04/2014)

Dripps W.R. y K. R. Bradbury (2010). The spatial and temporal variability of groundwater recharge in a forested basin in northern Wisconsin. *Hydrological Processes*, 24, 383–392. DOI: 10.1002/hyp.7497.

Dripps W. R. y K. R. Bradbury (2007). A simple daily soil–water balance model for estimating the spatial and temporal distribution of groundwater recharge in temperate humid areas. *Hydrogeology Journal*, 15: 433–444. DOI 10.1007/s10040-007-0160-6.

ECOSUR (2005). Programa Estatal de Ordenamiento Ecológico. Gobierno del Estado de Chiapas. México. 406 pp.

Espíritu Tlatempa, G. (1998). Evaluación de la disponibilidad de agua mediante análisis geográfico en la Cuenca de San Cristóbal, Chiapas. México. Tesis de Maestría. El Colegio de la Frontera Sur. México.

Eyring, V., Bony, S., Meehl, G. A., Senior, C. A., Stevens, B., Stouffer, R. J., and Taylor, K. E. (2016). Overview of the Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) experimental design and organization, *Geosci. Model Dev.*, 9, 1937-1958, doi:10.5194/gmd-9-1937-2016.

Figuroa S., B., Amante O., H.G. Cortes T., Pimentel L., E.S. Osuna C., J.M. Rodríguez O., y F.J. Morales F. (1991). Manual de Predicción de Pérdidas de Suelo por Erosión. Colegio de postgraduados. SARH. Subsecretaría de Agricultura. Dirección General de Política Agrícola. México. 150 pags.

Fortin, J. P., Moussa, R., Bocquillon, C., Villeneuve, J.P. (1995). Hydrotel, a Distributed Hydrological Model Compatible with Remote Sensing and Geographical Information Systems. *Journal of Water Science*, Volume 8, Issue, 1, p. 97–124. DOI: doi.org/10.7202/705215ar.

Fortin, J.P., Turcotte, R., Massicotte, S., Moussa, R. (2001). Distributed Watershed Model Compatible With Remote Sensing and GIS Data. *Journal of Hydrologic Engineering*, 6(2). DOI:10.1061/(ASCE)1084-0699(2001)6:2(91).

Fortin, J.P., Villeneuve, J.P., Bocquillon, C. (1990). Hydrotel, Physitel, and Imatel: and Integrated Application of Remote Sensing and GIS to Hydrological Modeling, on Microcomputer, in Proc. International Symposium of Remote Sensing and Water Resources, pp. 793–804.

Frente a la pobreza. 2017. URL: <https://www.animalpolitico.com/blogueros-frente-a-la-pobreza/2017/08/23/urge-modificar-la-realidad-la-pobreza-no-los-indicadores-medirla/>

Gallardo-Cruz, A., Fernández-Montes de Oca, A., Rives, C. (2019). Detección de amenazas y oportunidades para la conservación en la cuenca baja del Usumacinta a partir de técnicas de percepción

**ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE INUNDACIONES Y SEQUÍAS EN LA CUENCA  
GRIJALVA-USUMACINTA Y EVALUACIÓN DE SUS POTENCIALES IMPACTOS  
HIDROLÓGICOS Y SOCIOAMBIENTALES**  
RESPONSABLE TÉCNICO DR. MARTÍN MONTERO (IMTA)  
PROYECTO 305079 EN FUSIÓN CON 306497

remota. Revista Ecosistemas. 28 (2): 82-99. doi: 10.7818/ECOS.1611

García, A. (2005). La gestión del agua en la cuenca endorreica de San Cristóbal de Las Casas. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma Chapingo. México.

García, G. D., & Soares, D. (2017). Introducción. En D. Soares y A. García (Eds.), En La cuenca del río Usumacinta desde la perspectiva del cambio climático (vol I. pp. 7-33). Ciudad de México: CONACYT-SEMARNAT-IMTA

García-Morales, R., Gordillo-Chávez, E. J., Valdez-Leal, J. D. D. y Pacheco-Figueroa, C. (2014). Las áreas naturales protegidas y su papel en la conservación de los murciélagos del estado de Tabasco, México. *Therya*, 5(3), 725-736. doi: 10.12933/therya-14-217

González Domínguez, P, Martínez Ovando, E. J., Alba López, M. P. y Gómez Urbina, S. (2012). Estrategia para la Restauración de la Cuenca del Valle de Jovel. Programa Cuencas y Ciudades del Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C. y la Fundación Gonzalo Río Arronte I.A.P. Versión Junio. México. 59 pp.

González-Ramírez, Javier y Alejandro Perés-Sierra (2019). Streamflow modeling of five major rivers that flow into the Gulf of Mexico using SWAT. *Atmósfera* 32(4), 261-272. doi: 10.20937/ATM.2019.32.04.01.

Goudie, A. (1990). *Environmental change*. Oxford University Press (OUP). García García, A., & Kauffer Michel, E. F. (2011). Las cuencas compartidas entre México, Guatemala y Belice: un acercamiento a su delimitación y problemática general. *Frontera norte*, 23(45), 131-161.

Gutiérrez-Pulido H., y Gama-Hernández, V., 2010 Limitantes de los índices de marginación de Conapo y propuesta para evaluar la marginación municipal en México. *Papeles de población*, 16(66), 227-257. Recuperado en 21 de abril de 2018, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-74252010000400008&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-74252010000400008&lng=es&tlng=es).

Hammond, M.J, Chen, A.S., Djordjević, S., Butler, D. y Mark, O. (2015). Urban flood impact assessment: A state-of-the-art review, *Urban Water Journal*, 12:1, 14-29, DOI: 10.1080/1573062X.2013.857421.

Hersbach, H, Bell, W, Berrisford, P, Horányi, A, J., M-S, Nicolas, J, Radu, R, Schepers, D, Simmons, A, Soci, C, Dee, D. (2016). Global reanalysis: goodbye ERA-Interim, hello ERA5. Newsletter Number 159, 04/2019.

Ibarra, S., Landgrave, R., Romero, L.R., Arango, M.R. (2017). Distributed Hydrological Modeling: Determination of Theoretical Hydraulic Potential & Streamflow Simulation of Extreme

**ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE INUNDACIONES Y SEQUÍAS EN LA CUENCA  
GRIJALVA-USUMACINTA Y EVALUACIÓN DE SUS POTENCIALES IMPACTOS  
HIDROLÓGICOS Y SOCIOAMBIENTALES**  
RESPONSABLE TÉCNICO DR. MARTÍN MONTERO (IMTA)  
PROYECTO 305079 EN FUSIÓN CON 306497

Hydrometeorological Events. *Water*, 9(8):602. DOI:10.3390/w9080602.

INEE, 2018. Población hablante de lengua indígena en edad escolar. URL: [https://www.inee.edu.mx/portalweb/informe2018/04\\_informe/capitulo\\_010203.html](https://www.inee.edu.mx/portalweb/informe2018/04_informe/capitulo_010203.html)

INEGI 2015. Población total por Entidad federativa y Encuesta Intercensal 2015. URL: [http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/702825078966.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825078966.pdf)

INEGI, 2002 Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa 2000. URL: [http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/pais/aepef/2002/AEPEF\\_2002.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/pais/aepef/2002/AEPEF_2002.pdf)

INEGI 2016 Actividades económicas Principales sectores de actividad. <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/qroo/economia/>

INEGI, 2017. Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa 2017 [http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/aegef\\_2017/702825097929.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/aegef_2017/702825097929.pdf)

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2007). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis: Summary for Policymakers*. Fourth Assessment Report of the IPCC (ed. by M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden & C. E. Hanson). Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Iturbide, M., Gutiérrez, J. M., Alves, L. M., Bedia, J., Cerezo-Mota, R., Gimenez, E., Cofiño, A. S., Di Luca, A., Faria, S. H., Gorodetskaya, I. V., Hauser, M., Herrera, S., Hennessy, K., Hewitt, H. T., Jones, R. G., Krakovska, S., Manzanos, R., Martínez-Castro, D., Narisma, G. T., Nurhati, I. S., Pinto, I., ... & Vera, C. S. (2020). An update of IPCC climate reference regions for subcontinental analysis of climate model data: definition and aggregated datasets. *Earth System Science Data*, 12(4), 2959-2970.

Isaac-Márquez, R., De-Jong, B., Eastmond, A., Ochoa-Gaona, S., Hernández, S., & Kantún, M.D. (2005). Estrategias productivas campesinas: un análisis de los factores condicionantes del uso del suelo en el oriente de Tabasco, México. *Universidad y Ciencia*. 21(42): 57-73.

Jones, R. N., & Page, C. M. (2001). Assessing the risk of climate change on the water resources of the Macquarie River catchment. In: *Integrating Models for Natural Resources Management across Disciplines*, Part 2. Issues and Scales. (Proc. MODSIM 2001—Int. Congress on Modelling and Simulation) (ed. by P. Ghassemi, P. Whetton, R. Little & M. Littleboy), 673–678. Modelling and Simulation Society of Australia and New Zealand, Canberra, Australia.

**ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE INUNDACIONES Y SEQUÍAS EN LA CUENCA  
GRIJALVA-USUMACINTA Y EVALUACIÓN DE SUS POTENCIALES IMPACTOS  
HIDROLÓGICOS Y SOCIOAMBIENTALES**  
RESPONSABLE TÉCNICO DR. MARTÍN MONTERO (IMTA)  
PROYECTO 305079 EN FUSIÓN CON 306497

Kolb, Melanie y Leopoldo Galicia (2011). Patrones y procesos regionales de deforestación y regeneración en la cuenca Grijalva-Usumacinta. *Ecología Forestal*, Primer Encuentro de Investigación en la Región Usumacinta de la Red de Investigadores de la Región Usumacinta en México.

Kourgialas, N.N. y Karatzas, G. P. (2017). A national scale flood hazard mapping methodology: The case of Greece – Protection and adaptation policy approaches. *Science of The Total Environment*, 601-602, 441-452.

Kuntz, S., 2010. Historia económica general de México. De la Colonia a nuestros días. México: El Colegio de México/Secretaría de Economía.

Kundzewicz, Z. W., Mata, L. J., Arnell, N. W., Döll, P., Kabat, P., Jiménez, B., Miller, K. A., Oki, T., Sen, Z. & Shiklomanov, I. A. (2007). Freshwater resources and their management. In: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (ed. by M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden & C. E. Hanson), 173–210. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Manjarrez-Muñoz, B., Hernández-Daumás, S., De-Jong, B., Nahed-Toral, J., Dios-Vallejo, O. O. D., & Salvatierra-Zaba, E. B. (2007). Configuración territorial y perspectivas de ordenamiento de la ganadería bovina en los municipios de Balancán y Tenosique, Tabasco. *Investigaciones geográficas*, (64), 90-115.

Marini, R. M., 1973. Dialéctica de la dependencia. México. DF: Era.

Márquez, G., 2010. 12. EVOLUCIÓN Y ESTRUCTURA DEL PIB, 1921-2010. Sandra Kuntz Kicker (coordinadora), Historia económica general de México. De la colonia a nuestros días, El Colegio de México y Secretaría de Economía, 729-755.

Mateos, E., Santana, J. S., Montero-Martínez, M. J., Deeb, A., y Grunwaldt, A. (2016). Possible climate change evidence in ten Mexican watersheds, *Phys. Chem. Earth Pt. A/B/C*, 91, 10–19, <https://doi.org/10.1016/j.pce.2015.08.009>.

Mayorga Ochoa, J. (2007). Diagnóstico de la situación ambiental en el municipio de San Cristóbal de las Casas. La ciudad de San Cristóbal de las Casas, a sus 476 años: una mirada desde las ciencias sociales. Dolores Camacho Velázquez, Arturo Lomelí González y Paulino Hernández Aguilar (Coordinadores). Gobierno del Estado de Chiapas. México. 193-223 pp.

Méndez-González, J., Ramírez-Leyva, A., Cornejo-Oviedo, E., Zárate-Lupercio, A., & Cavazos-Pérez, T. (2011). Teleconexiones de la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO) a la precipitación y temperatura en México. *Investigaciones Geográficas*, 0(73). doi: <http://dx.doi.org/10.14350/rig.23862>

**ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE INUNDACIONES Y SEQUÍAS EN LA CUENCA  
GRIJALVA-USUMACINTA Y EVALUACIÓN DE SUS POTENCIALES IMPACTOS  
HIDROLÓGICOS Y SOCIOAMBIENTALES**  
RESPONSABLE TÉCNICO DR. MARTÍN MONTERO (IMTA)  
PROYECTO 305079 EN FUSIÓN CON 306497

Méndez, M., & Magaña, M. (2010). Regional aspects of prolonged meteorological droughts over Mexico and Central America. *Journal of Climate*, 23, 1175–1188. doi: <https://doi.org/10.1175/2009JCLI3080.1>.

Meng, L., Zhuang, W., Zhang, W., Ditre, A. and Yan, X. (2019). Decadal sea level variability in the Pacific Ocean: Origins and Climate Mode Contributions. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, 36, 689-698.

Montoya Gómez, G., Hernández Ruiz, J. F., Castillo Santiago, M. a., Díaz Bonifaz, D. M. y Velasco Pérez, A. (2008). Vulnerabilidad y riesgo por inundación en San Cristóbal de las Casas, Chiapas. *Estudios Demográficos y Urbanos. El Colegio de México*. 23 (1): 83-122. México.

Mora, C., Spirandelli, D., Franklin, E. C., Lynham, J., Kantar, M. B., Miles, W., Smith, C. Z., Freil, K., Moy, J., Louis, L. V., Barba, E. W., Bettinger, K., Frazier, A. G., Colburn IX, J. F., Hanasaki, N., Hawkins, E., Hirabayashi, Y., Knorr, W., Little, C. M., Emanuel, K., Sheffield, J., Patz, J. A., & Hunter, C. L. (2018). Broad threat to humanity from cumulative climate hazards intensified by greenhouse gas emissions. *Nature Climate Change*, 8, 1062-1071. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0315-6>

Morales Jimenez, C. (1990) ‘La ganaderización de Tabasco. Reflejo de la ineficiencia e irresponsabilidad empresarial en el aprovechamiento y manejo del trópico húmedo mexicano’, *Revista de Difusión Científica Tecnológica y Humanística*, 1(2), pp. 37–42. Available at: <http://bibliotecasibe.ecosur.mx/sibe/book/000028507>.

Moreno Figueroa, Mónica G., 2016. El archivo del estudio del racismo en México. *Desacatos*, (51), 92-107. Recuperado en 11 de marzo de 2019, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1607-050X2016000200092&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1607-050X2016000200092&lng=es&tlng=es).

Moss, R. H., Edmonds, J. A., Hibbard, K. A., Manning, M. R., Rose, S. K., van Vuuren, D. P., Carter, T. R., Emori, S., Kainuma, M., Kram, T., Meehl, G. A., Mitchell, J. F. B., Nakicenovic, N., Riahi, K., Smith, S. J., Stouffer, R. J., Thomson, A. M., Weyant, J. P., and Wilbanks, T. J. (2010). The next generation of scenarios for climate change research and assessment, *Nature*, 463, 747–756.

Neitsch, L., Arnold, G., Kiniry, R., Srinivasan, R., & Williams, R. 2010. Soil and Water Assessment Tool. User’s Manual, Version 2009. College Station, TX: Texas Water Resources Institute Technical Report No. 365. 1-465.

Nkwunonwo, U.C., Whitworth, M. y Baily, B. (2020). A review of the current status of flood modelling for urban flood risk management in the developing countries. *Scientific African*, 7 e00269.

O’Neill, B. C., Kriegler, E., Ebi, K. L., Kemp-Benedict, E., Riahi, K., Rothman, D. S., van Ruijven, B. J., van Vuuren, D. P., Birkmann, J., Kok, K., Levy, M., and Solecki, W. (2015). The roads ahead:

**ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE INUNDACIONES Y SEQUÍAS EN LA CUENCA  
GRIJALVA-USUMACINTA Y EVALUACIÓN DE SUS POTENCIALES IMPACTOS  
HIDROLÓGICOS Y SOCIOAMBIENTALES**  
RESPONSABLE TÉCNICO DR. MARTÍN MONTERO (IMTA)  
PROYECTO 305079 EN FUSIÓN CON 306497

Narratives for shared socioeconomic pathways describing world futures in the 21st century, *Global Environ. Chang.*, doi:10.1016/j.gloenvcha.2015.01.004.

Ordaz, M., Torrez, M. A. y Domínguez, R. (2013). Vulnerabilidad y riesgo por inundaciones. Ciudad de México: Instituto de Ingeniería UNAM.

Patarkalashvili, T. (2019). Deforestation threaten plant biodiversity and climate change. *Current Investigations in Agriculture and Current Research* 6(3)

Pimentel, D., McNair, M., Buck, L., Pimentel, M., Kamil, J. 1997. The value of forest to world food security. *Human Ecology* 25(1): 91-115.

PNUD, 2016. Informe sobre Desarrollo Humano México 2016. URL: <http://www.mx.undp.org/content/dam/mexico/docs/Publicaciones/PublicacionesReduccionPobreza/InformesDesarrolloHumano/i dhmovilidadsocial2016/PNUIDH2016.pdf>

Poveda, G., & Mesa, O. J. (1991). Acerca de la existencia del Fenómeno de Hurst. *Avances en Recursos Hidráulicos*, (00), 5-19.

Prebisch, R. (1982). Capitalismo periférico. Crisis y transformación.

Rosa, I. M.D., Smith, M.J., Wearn, O.R., Purves, D., Ewers, R.M. (2016). The Environmental Legacy of Modern Tropical Deforestation. *Current Biology* 26: 2161-2166

Redmond, K. T. y Abatzoglou, J. T. (2014). Current climate and recent trends, in: *Climate Change in North America*, Springer, Cham, 53–94, 2014.

Righi, M., Andela, B., Eyring, V., Lauer, A., Predoi, V., Schlund, M., Vegas-Regidor, J., Bock, L., Brötz, B., de Mora, L., Diblen, F., Dreyer, L., Drost, N., Earnshaw, P., Hassler, B., Koldunov, N., Little, B., Loosveldt Tomas, S., and Zimmermann, K. (2020). Earth System Model Evaluation Tool (ESMValTool) v2.0 – technical overview, *Geosci. Model Dev.*, 13, 1179–1199, <https://doi.org/10.5194/gmd-13-1179-2020>

Salas Salinas, M. A. (2011). Metodología para la elaboración de mapas de riesgo por inundaciones en zonas urbanas. Mexico D.F.: Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).

Sánchez Hernández, Rufo, Juan de Dios Mendoza-Palacios, Julio Cesar De la Cruz Reyes, Juan Enrique Mendoza Martínez, Rodimiro Ramos-Reyes (2013). Mapa de erosión potencial en la cuenca hidrológica Grijalva-Usumacinta México mediante el uso de SIG. *Universidad y Ciencia Trópico Húmedo*, 29(2):153-161. [www.universidadyciencia.ujat.mx](http://www.universidadyciencia.ujat.mx)

**ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE INUNDACIONES Y SEQUÍAS EN LA CUENCA  
GRIJALVA-USUMACINTA Y EVALUACIÓN DE SUS POTENCIALES IMPACTOS  
HIDROLÓGICOS Y SOCIOAMBIENTALES**  
RESPONSABLE TÉCNICO DR. MARTÍN MONTERO (IMTA)  
PROYECTO 305079 EN FUSIÓN CON 306497

Santiago Lastra, José Antonio, Jorge Faustino Manco, Beatriz Choque Guzmán, Carlos Alberto Ramírez Sosa y Emmanuel Valencia Barrera (2016). Modelación de los efectos del cambio climático en la cuenca valle de Jovel, Chiapas, México. *Caos Conciencia*, 10 (1): 1-12. División de Ciencias e Ingeniería, Universidad Autónoma de Quintana Roo.

SEMARNAT (2006). Manual del proceso de ordenamiento ecológico. Ciudad de México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología.

Seneviratne, S. I., van den Hurk, B., and Vera, C. S. (2020). An update of IPCC climate reference regions for subcontinental analysis of climate model data: definition and aggregated datasets, *Earth Syst. Sci. Data*, 12, 2959–2970, <https://doi.org/10.5194/essd-12-2959-2020>

Silva Cervantes, M., Hernando, A., García-Abril, A., Valbuena, R., Velázquez Saornil, J. y Manzanera, J.A. (2020). Simulation of overflow thresholds in urban basins: Case study in Tuxtla Gutiérrez, Mexico. *River Res Applic*, 1–14. <https://doi.org/10.1002/rra.3642>.

Skamarock, W. C., Klemp, J. B., Dudhia, J., Gill, D. O., Liu, Z., Berner, J., Huang, X. -yu. (2019). A Description of the Advanced Research WRF Model Version 4 (No. NCAR/TN-556+STR). [doi:10.5065/1dfh-6p97](https://doi.org/10.5065/1dfh-6p97)

Sugden, A.M. (2018). Mapping global deforestation patterns. *Science* 361: 1083.

Tudela, F., 1992. La modernización forzada del trópico: El caso de Tabasco, proyecto integrado del Golfo (No. 338.9726 T8).

Wanfang. Z. (2007). Drainage and flooding in karst terranes. *Environmental Geology*. 51 (6): 963-973. DOI: 10.1007/s0025400603653.}

Weng, Q. (2001). Modeling urban growth effects on surface runoff with the integration of remote sensing and GIS. *Environmental management*, 28(6), 737-748.

Zavala, J., & Castillo, A. O. (2007). Cambio de uso de la tierra en el estado de Tabasco. En D. J. Palma y A. Triano (Eds.), *Plan de uso sustentable de los suelos del estado de Tabasco* (vol, II, pp. 38–56). Villahermosa, México: Colegio de Posgraduados.

**ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE INUNDACIONES Y SEQUÍAS EN LA CUENCA  
GRIJALVA-USUMACINTA Y EVALUACIÓN DE SUS POTENCIALES  
IMPACTOS**

**HIDROLÓGICOS Y SOCIOAMBIENTALES**  
RESPONSABLE TÉCNICO DR. MARTÍN MONTERO (IMTA)  
PROYECTO 305079 EN FUSIÓN CON 306497

**PROYECTOS RELACIONADOS A LA PROBLEMÁTICA DE INUNDACIONES Y  
SEQUÍAS EN LA CUENCA GRIJALVA-USUMACINTA**

**1. Proyecto CONACYT-SEMARNAT (2016-2018)**

IMTA, U.A. de Chapingo y la UACJ

“Impactos socioambientales del cambio climático registrados en la cuenca del Río Conchos y del Río Usumacinta de acuerdo a criterios del IPCC”.

<http://gradiente.imta.mx/>

<https://www.gob.mx/imta/articulos/impactos-socioambientales-del-cambio-climatico-en-las-cuencas-de-los-rio-conchos-y-usumacinta>

Se considera que la aportación más valiosa del proyecto fue que se pudo conectar la parte científica con la sociedad, ya que como parte de las actividades de difusión se llevaron a cabo talleres y reuniones de análisis y reflexión, cuyo objetivo fue sensibilizar a la población acerca de los impactos de los fenómenos hidroclimáticos en su dinámica productiva y económica, así como las alternativas productivas, económicas y socioculturales que existen para reducir su vulnerabilidad y para establecer acciones de adaptación frente al cambio climático. Los manuales y folletos de difusión impresos y presentaciones en formato PPT generadas ex profeso, fueron los materiales con los que se trabajó en los talleres y reuniones.

En esta estrategia se definieron tres grandes actividades de difusión:

- 1) Reuniones con funcionarios de las dependencias gubernamentales involucradas (de los tres órdenes de gobierno) y con representantes de las asociaciones sociales y productivas de las cuencas;
- 2) Distribución de los archivos digitales de los polípticos y manuales en algunas de las instituciones gubernamentales, universidad y de la sociedad civil, con el fin de que éstas se encarguen de reproducir y distribuir más ejemplares impresos y/o subirlos a sus redes sociales y
- 3) Talleres con estudiantes y miembros de asociaciones productivas (agricultores).

En la etapa final del proyecto, se invitó a miembros del proyecto al Congreso del estado de Chiapas, para presentar los resultados del proyecto. En dicha reunión se hizo la presentación del libro derivado del proyecto que tiene como título “La Cuenca del Río Usumacinta desde la Perspectiva del Cambio Climático”, obra coordinada por Denise Soares y Antonino Garcia (2017).

**2. Proyecto SEMARNAT (2003)**

“Proyecto integral contra inundaciones en la planicie de la cuenca de los Ríos Grijalva Usumacinta”.

<http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/tab/estudios/2003/27TA2003H0004.html>

Objetivo.

**ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE INUNDACIONES Y SEQUÍAS EN LA CUENCA  
GRIJALVA-USUMACINTA Y EVALUACIÓN DE SUS POTENCIALES  
IMPACTOS  
HIDROLÓGICOS Y SOCIOAMBIENTALES**

RESPONSABLE TÉCNICO DR. MARTÍN MONTERO (IMTA)  
PROYECTO 305079 EN FUSIÓN CON 306497

La evaluación de impacto ambiental al proyecto contra inundaciones en la planicie de los ríos Grijalva y Usumacinta, tiene como objetivo fundamental brindar información a los decisores que les permita conocer las consecuencias ambientales de cada una de las actividades a desarrollar.

El proceso de identificar, predecir y evaluar los impactos ambientales de una actividad y conocer su relevancia, ayudará a tener los factores necesarios para generar un criterio de evaluación, que permita definir la viabilidad, cambios y alternativas para un proyecto y optimizar su planeamiento y su eficaz resultado.

Se considera el uso de técnicas que respaldarán los resultados que se obtengan. La identificación de impactos ambientales consiste en caracterizar todos los cambios operados en el medio, se requiere que al realizar esta evaluación se determinen las importantes relaciones causa–efecto entre las actividades y los valores o elementos ambientales.

Se considerarán los factores por los cuales se puede identificar los impactos ambientales que son:

- Naturaleza: tipo de cambio impuesto al ambiente debido a la actividad
- Extensión espacial: área o volumen donde los cambios son detectables
- Intensidad: medida del cambio ocasionado al ambiente debido a la actividad (puede medirse o estimarse por medio de número de especies o individuos afectados, concentración de algún contaminante, índices de erosión, tasas de mortalidad, etc.)
- Duración: período de tiempo durante el cual los cambios serán detectables en el ambiente
- Reversibilidad: posibilidad del sistema para retornar a sus condiciones ambientales iniciales, una vez que el impacto se ha producido
- Retardo: Tiempo transcurrido entre el momento que las actividades se realizan y el momento en que ocurre el impacto

De igual manera se considerará la distinción entre los impactos:

- Impacto Directo: es un cambio en componente ambiental que resulta de la interacción directa causa-efecto entre el ambiente expuesto y una actividad
- Impacto Indirecto: es un cambio en un componente ambiental que resulta de la interacción entre el ambiente expuesto y otros impactos directos o indirectos

**ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE INUNDACIONES Y SEQUÍAS EN LA CUENCA  
GRIJALVA-USUMACINTA Y EVALUACIÓN DE SUS POTENCIALES  
IMPACTOS  
HIDROLÓGICOS Y SOCIOAMBIENTALES  
RESPONSABLE TÉCNICO DR. MARTÍN MONTERO (IMTA)  
PROYECTO 305079 EN FUSIÓN CON 306497**

- Impacto acumulativo: es el impacto combinado de actividades pasadas, presentes o razonablemente previsibles, estas actividades pueden superponerse en tiempo y/o espacio, y pueden ser aditivas o interactivas/ sinérgicas

Con estos criterios se pretende proporcionar a la evaluación de los impactos, realidad, certeza, vigencia, para determinar su interacción con el ambiente y observar su viabilidad ecológica.

El “Proyecto integral de protección contra inundaciones en la planicie de los ríos Grijalva y Usumacinta” propuesto por la CNA se ha determinado a través de varias etapas de desarrollo, por mencionar:

- Estudio de Gran Visión
- Estudio de Prefactibilidad
- Estudio de factibilidad técnica
- Obras de emergencia

Donde se han considerado la viabilidad técnica, económica y ambiental (dimensiones de las obras, áreas de afectación, beneficios directos, entre otros) de cada una de las 24 obras, estos factores han establecido los criterios necesarios para evaluar su implementación proporcionándole al proyecto de forma más real un uso más eficiente y duradero.

Las evaluaciones consideradas y las que se estén por realizar sin duda alguna forman parte de las herramientas imprescindibles, que facilitan la toma de decisiones de vital importancia para un proyecto de esta índole y de la calidad que se pretende.

El costo económico de las obras ha sido determinante, 1,802 millones de pesos para un período de retorno de 50 años, al momento de priorizar la implementación de las obras, así mismo la carencia de datos históricos de inundación y velocidades de escurrimiento determinan aspectos técnicos encaminados a optimizar la dimensión de las obras, se planteó con la necesidad de continuar con trabajos de campo que proporcionaran la certidumbre necesaria para diseñar y dimensionar el proyecto de forma confiable, de igual forma continuará el análisis de las diferentes alternativas de inversión para determinar la obra y el tamaño óptimo que maximiza la rentabilidad esperada del proyecto.

La factibilidad ambiental del proyecto es parte esencial para el desarrollo de este proyecto ya que este análisis ha determinado la integración o la eliminación de obras en el proyecto desde su concepción original, al respecto se ha realizado la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional, donde se realizó la evaluación

# ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE INUNDACIONES Y SEQUÍAS EN LA CUENCA GRIJALVA-USUMACINTA Y EVALUACIÓN DE SUS POTENCIALES IMPACTOS

## HIDROLÓGICOS Y SOCIOAMBIENTALES

RESPONSABLE TÉCNICO DR. MARTÍN MONTERO (IMTA)

PROYECTO 305079 EN FUSIÓN CON 306497

del proyecto a nivel sistema tomando en cuenta los efectos al ambiente desde las obras propuestas en la zonas altas del Estado hasta su planicie, y el efecto sinérgico que por consecuencia se suscita.

### 3. El proyecto FORDECYT Cuenca Grijalva (2012)

“Gestión y estrategias de manejo sustentable para el desarrollo regional en la cuenca hidrográfica transfronteriza Grijalva”

[http://cuencagrijalva.ecosur.mx/cuenca\\_grijalva/](http://cuencagrijalva.ecosur.mx/cuenca_grijalva/)

Objetivo general:

Incidir en la gestión y manejo integral en tres áreas estratégicas de la Cuenca Transfronteriza Grijalva mediante una estrategia de implementación modular que fortalezca las capacidades locales de la población para el manejo sustentable de los servicios ecosistémicos.

### 4. Proyecto del Banco Interamericano de Desarrollo (2013)

“Plan de Adaptación, Ordenamiento y Manejo Integral de las Cuencas de los Ríos Grijalva y Usumacinta”.

<https://core.ac.uk/display/20572434>

<https://www.ithacaev.com/proyectos/plan-de-adaptacion-ordenamiento-y-manejo-integral-de-las-cuencas-de-los-rios-grijalva-y-usumacinta>

[http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/productos/files/OTBID/Volumen1\\_PAOM\\_Diagn%C3%B3stico\\_ResumenEjecutivo.pdf](http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/productos/files/OTBID/Volumen1_PAOM_Diagn%C3%B3stico_ResumenEjecutivo.pdf)

[http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/AGRO\\_Noticias/smart\\_territories/docs/PAOM\\_Estudios\\_Prefactibilidad\\_IDB\\_MG\\_208.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/AGRO_Noticias/smart_territories/docs/PAOM_Estudios_Prefactibilidad_IDB_MG_208.pdf)

Objetivo y alcance:

El estudio tuvo tres metas principales: 1) proveer instrumentos de planificación, tales como una ruta estratégica y bases para la implementación del plan; 2) dar recomendaciones de carácter institucional y de gobernabilidad para el manejo de la cuenca y la ejecución de las tareas prioritarias previstas en el plan; y 3) identificar acciones estratégicas y críticas que complementen el impacto de obras de infraestructura hídrica, promoviendo la protección y el manejo sustentable de los ecosistemas. En la sección 1 de este resumen ejecutivo se presentan los objetivos y alcances del estudio para el diseño del Plan de Adaptación, Ordenamiento y Manejo Integral (PAOM) de las Cuencas de los Ríos Grijalva y Usumacinta. La sección 2 describe la metodología del diagnóstico del PAOM. La sección 3 presenta una propuesta de regionalización que fue utilizada para comprender mejor las condiciones socio-económicas y biofísicas del área, mismas que son discutidas brevemente en las secciones 4 y 5, respectivamente. La sección 6 presenta el análisis de los escenarios de cambio climático para la cuenca, considerando tanto el futuro cercano (2015-2039) como el futuro lejano (2075-2099). En la

**ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE INUNDACIONES Y SEQUÍAS EN LA CUENCA  
GRIJALVA-USUMACINTA Y EVALUACIÓN DE SUS POTENCIALES  
IMPACTOS  
HIDROLÓGICOS Y SOCIOAMBIENTALES**

RESPONSABLE TÉCNICO DR. MARTÍN MONTERO (IMTA)  
PROYECTO 305079 EN FUSIÓN CON 306497

sección 7 se resumen los resultados del análisis de los impactos del cambio climático en la hidrología superficial y en la economía de la región. La sección 8 explica el análisis de vulnerabilidad que se utilizó en el marco de este estudio para identificar los municipios de la cuenca con mayor vulnerabilidad al cambio climático. La sección 9 contiene la identificación de áreas de atención prioritaria dentro de la cuenca. La sección 10 contiene las conclusiones.

**5. Proyecto FORDECyT – USUMACINTA 264637**

“Cambio global y sustentabilidad en la cuenca del río Usumacinta y zona marina de influencia. Bases para la adaptación al cambio climático desde la ciencia y la gestión del territorio”.

<https://www.usumacinta.org/>

Objetivo General:

Fortalecer las capacidades científicas, tecnológicas y la formación de recursos humanos en los estados de Tabasco, Campeche y Chiapas para el establecimiento de un Modelo de Gestión Territorial Sustentable (MGTS) de la Cuenca del Río Usumacinta y su Zona Marina de Influencia (CRUZMI) con un enfoque en adaptación al cambio climático y que integre mecanismos de coordinación, monitoreo y seguimiento para articular a los distintos actores involucrados en torno a acciones prioritarias a corto, mediano y largo plazo.

Antecedentes Generales:

La CRUZMI ha sido objeto de algunas iniciativas con impactos positivos sobre su gestión. Por ejemplo, se han establecido diversas áreas naturales protegidas y sus respectivos programas de manejo desde 1978. Con la finalidad de comprender a fondo la interrelación entre los componentes sociales y ambientales, el CCGS formuló y ejecutó entre 2013 y 2015 un proyecto sobre la cuenca baja del río Usumacinta en Tabasco. Otro significativo esfuerzo en la región ha sido realizado por Natura y Ecosistemas Mexicanos A.C, en coordinación con el Corredor Biológico Mesoamericano de la CONABIO, mediante el programa de “Conservación, manejo y restauración de los ecosistemas naturales de las áreas naturales protegidas de la Selva Lacandona y sus zonas de influencia”. A partir de las experiencias mencionadas y con la colaboración de instituciones académicas, de la sociedad y del gobierno, el CCGS presenta este proyecto, el cual pretende construir un modelo de gestión territorial sustentable para todo el territorio de la CRUZMI que contribuya a enfrentar las amenazas del cambio global en el corto, mediano y largo plazo, con énfasis en la adaptación al cambio climático y en la disminución de la pérdida de la biodiversidad, incluyendo a distintos actores clave y a la población local.

Productos: [https://idegeo.centrogeo.org.mx/mviewer/cruzmi\\_sustentable](https://idegeo.centrogeo.org.mx/mviewer/cruzmi_sustentable)

# ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE INUNDACIONES Y SEQUÍAS EN LA CUENCA GRIJALVA-USUMACINTA Y EVALUACIÓN DE SUS POTENCIALES

## IMPACTOS

### HIDROLÓGICOS Y SOCIOAMBIENTALES

RESPONSABLE TÉCNICO DR. MARTÍN MONTERO (IMTA)

PROYECTO 305079 EN FUSIÓN CON 306497

<https://www.centrogeo.org.mx/proyectos-interinstitucionales?view=project&id=2:usumacinta&catid=17>

#### **6. Proyecto CONAGUA (2010)**

“Manejo integral de seis subcuencas pertenecientes a las cuencas de los Ríos Grijalva y Usumacinta”.

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/111723/III.5.B.-\\_MANEJO INTEG 6 SUBCUENCAS DE GRIJALVA USUMACINTA.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/111723/III.5.B.-_MANEJO INTEG 6 SUBCUENCAS DE GRIJALVA USUMACINTA.pdf)

El objetivo general es conocer las condiciones actuales de cada una de las subcuencas en estudio en función del grado de erosión que presentan. A través de la elaboración de fichas técnicas se conocerán las condiciones de las cuencas en un ámbito físico, social y económico, posteriormente en gabinete, se emitirá un diagnóstico del grado de conservación o degradación de las subcuencas, además se evaluará la pérdida de suelo en ellas y mediante la elaboración de mapas se mostrará la fragilidad del territorio a la erosión y cómo influye en ésta el cambio de uso de suelo. De acuerdo a los resultados obtenidos, se propondrán algunas acciones que contribuyan a la conservación y/o recuperación de los suelos de las subcuencas. Los objetivos específicos del estudio son definir las unidades como marco de análisis de los procesos de erosión, hacer el diagnóstico del estado actual de las subcuencas, proponer una guía de acciones que contribuya al mejoramiento ambiental, social y económico de las seis subcuencas en estudio.

#### **7. Proyecto CONABIO FM020 (2008-2011).**

“Inventario ictiofaunístico en tres regiones hidrológicas prioritarias de la Cuenca del Grijalva-Usumacinta en el estado de Chiapas”.

<http://www.conabio.gob.mx/institucion/cgi-bin/datos.cgi?Letras=FM&Numero=20>

Resumen.

Esta propuesta se refiere a la elaboración de una base de datos sistematizada de la ictiofauna continental, habitante de ambientes dulceacuícolas (ríos, arroyos, lagos y presas) en tres regiones hidrológicas prioritarias de las Cuencas del Grijalva-Usumacinta, localizadas en el Estado de Chiapas. Dichas cuencas ocupan el 85% de la superficie estatal y tienen su origen en las partes altas de Guatemala. A través de diversos proyectos de investigación realizados por ECOSUR, con el apoyo de la CONABIO, se ha logrado integrar un acervo importante y con gran representatividad de la ictiofauna del Estado, la cual se encuentra depositada en la Colección de Peces de El Colegio de la Frontera Sur, unidad San Cristóbal de las Casas, Chiapas (CHI.PE.010.0497). Dentro de este acervo se cuenta con registros localizados en las regiones de interés, que sirven de base para representar la ictiofauna regional. Adicionalmente se pretende la realización de recolectas en localidades específicamente seleccionadas que no han sido estudiados y que se destacan por ser centros importantes de endemismo. Paralelamente se pretende revisar y actualizar información proveniente de registros históricos de colecciones nacionales e internacionales. Por tanto, y mediante la presente iniciativa se pretende la

**ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE INUNDACIONES Y SEQUÍAS EN LA CUENCA  
GRIJALVA-USUMACINTA Y EVALUACIÓN DE SUS POTENCIALES  
IMPACTOS  
HIDROLÓGICOS Y SOCIOAMBIENTALES**

RESPONSABLE TÉCNICO DR. MARTÍN MONTERO (IMTA)  
PROYECTO 305079 EN FUSIÓN CON 306497

integración de esta información en una base de datos que documente ampliamente la diversidad regional.

**8. Proyecto CONAGUA**

“Programa de medidas preventivas y de mitigación de la sequía en el consejo de cuenca de los Ríos Grijalva y Usumacinta”.

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/99961/PMPMS\\_CC\\_R\\_os\\_Grijalva\\_y\\_Usumacinta.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/99961/PMPMS_CC_R_os_Grijalva_y_Usumacinta.pdf)

Objetivo General:

Minimizar los impactos ambientales, económicos y sociales de eventuales situaciones de sequía.

Objetivos específicos

En el marco de un desarrollo sustentable.

I. Garantizar la disponibilidad de agua requerida para asegurar la salud y la vida de la población.

II. Evitar o minimizar los efectos negativos de la sequía sobre el estado ecológico de los cuerpos de agua, evitando, en todo caso, efectos nocivos permanentes.

III. Minimizar los efectos negativos sobre el abastecimiento urbano.

IV. Minimizar los efectos negativos sobre las actividades económicas, según la priorización de usos establecidos en la legislación de aguas y en los programas hídricos.

**9. Proyecto UNAM (2008).**

“Manejo Integral de la Cuenca Grijalva-Usumacinta”. Taller

Objetivo General

Definir con la participación de los diferentes actores sociales e institucionales, los componentes biofísicos y socioeconómicos que permitan caracterizar, diagnosticar, priorizar y realizar el análisis del contexto territorial de la cuenca como parte de su planificación.

Objetivos específicos

Definir conceptos básicos de la cuenca Grijalva-Usumacinta, clasificación de la cuenca y subcuencas por su tamaño, por su ecosistema, (áridas, tropicales, húmedas, frías); por su objetivo, (hidroenergéticas, agua potable, agua para riego, agua para navegación, ganadera, hortícola, de uso múltiple); por su relieve, (cuenca baja ó plana, de alta montaña, accidentada.

Enfoque sistémico de la cuenca hidrográfica Grijalva-Usumacinta. - Identificar entradas y salidas. Conocer los subsistemas que se desarrollan en ella, subsistema Biológico, Físico, Económico y Social.

Definir la cuenca como Unidad Hidrológica. -Es decir como una unidad de estudio y monitoreo de los diferentes procesos naturales vinculados al ciclo del agua; el estudio del proceso de degradación del suelo por erosión hídrica y las relaciones precipitación-

**ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE INUNDACIONES Y SEQUÍAS EN LA CUENCA  
GRIJALVA-USUMACINTA Y EVALUACIÓN DE SUS POTENCIALES  
IMPACTOS  
HIDROLÓGICOS Y SOCIOAMBIENTALES**

RESPONSABLE TÉCNICO DR. MARTÍN MONTERO (IMTA)

PROYECTO 305079 EN FUSIÓN CON 306497

escurrimiento en microcuencas. Conocer la variabilidad espacial y temporal de la lluvia en la cuenca Grijalva-Usumacinta.

Comprender el comportamiento del río en su tránsito por la Ciudad de Villahermosa.

Plantear alternativas tecnológicas para el manejo de los recursos naturales y la gestión de la cuenca Grijalva – Usumacinta.

Contenido Temático.

Generalidades sobre Manejo Integral de Cuencas

Enfoque sistémico de cuencas

**10. Proyecto CONACYT-FOMIX.**

“Retos para la sustentabilidad en la Cuenca del río Usumacinta en Tabasco: ecosistemas, cambio climático y respuesta social”

<http://ccgss.org/proyecto-en-curso/>

Propósito:

Contribuir a sentar las bases de un modelo regional con sustentabilidad ambiental, social y económica que contemple los desafíos del cambio climático. A partir, de la creación de conocimiento científico sobre la conservación, manejo y restauración de los ecosistemas terrestres, humedales y acuáticos, así como el desarrollo de fuentes renovables de energía.

Objetivos:

- Diseñar modelos de reconversión productiva sustentable.
- Formular propuestas de restauración.
- Manejar y mejorar los sistemas productivos tradicionales.
- Diagnosticar los recursos energéticos renovables de la región.
- Detectar oportunidades de inversión y de racionalización de costos en materia energética, y explorar fuentes alternas de energía.
- Investigar y sugerir propuestas en materia de prevención social sobre contaminación y riesgos por eventos climáticos extremos.

Relevancia del proyecto:

Consolidar el programa vertebral del Centro de Cambio Global y la Sustentabilidad del Sureste, denominado conservación, aprovechamiento y restauración de los ecosistemas naturales y su biodiversidad.

Proyecto faro para la puesta en marcha del CCGSS

La colaboración con la UJAT (Universidad Juárez Autónoma de Tabasco) y otros socios regionales, como ECOSUR.

Integrar a los primeros investigadores del Centro e involucrarlos en la edificación de su modelo institucional.

# ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE INUNDACIONES Y SEQUÍAS EN LA CUENCA GRIJALVA-USUMACINTA Y EVALUACIÓN DE SUS POTENCIALES IMPACTOS

## HIDROLÓGICOS Y SOCIOAMBIENTALES

RESPONSABLE TÉCNICO DR. MARTÍN MONTERO (IMTA)

PROYECTO 305079 EN FUSIÓN CON 306497

Instrumentar y avanzar en la regionalización del Centro, teniendo la perspectiva de Guatemala hasta el Golfo de México.

Encaminarse a la constitución de un gran programa sobre la cuenca Grijalva/Usumacinta

Explorar y precisar líneas de investigación en el mediano plazo.

### 11. Proyecto FONATUR. Tren Maya.

<https://www.gob.mx/fonatur/documentos/presentacion-informativa>

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/464790/Presentacion\\_informativa.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/464790/Presentacion_informativa.pdf)

<http://geopolitica.iiec.unam.mx/sites/default/files/2019-12/OLAG-2019-TrenMaya->

<Avancesdeinvestigacion%CC%81n.pdf>

El Tren Maya es un proyecto que busca proporcionar el servicio de transporte de carga y pasajeros que interconecta las principales ciudades y zonas turísticas. Señalado en el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2024 publicado en el Diario Oficial de la Federación el 12 de julio de 2019. Se trata de un megaproyecto de infraestructura basado en “un modelo de desarrollo sostenible” (Tren Maya, 2018) que contempla la construcción de 15 estaciones distribuidas a lo largo de 1,525 km, atravesando 5 entidades federativas (Tabasco, Chiapas, Campeche, Quintana Roo y Yucatán), con un total de 42 municipios. Está fragmentado en 3 tramos para 3 fines de transporte distintos (carga, turístico y pasajeros locales). Utilizará una locomotora de biodiesel (híbrida) con una velocidad máxima de 160 kilómetros por hora en el caso de transporte de pasajeros mientras que para la carga se espera sea más rápido. El tiempo estimado del recorrido completo será aproximadamente de 8 horas (Martínez, 2019). El proyecto busca ser el motor de crecimiento y derrama económica en la región mediante la creación de una gran cantidad de empleos (suficiente para ocupar habitantes locales y migrantes provenientes del sur); mediante las obras de construcción de infraestructura (vías férreas y de telecomunicaciones) y el desarrollo inmobiliario de nuevos centros urbanos. En el largo plazo el proyecto pretende perdurar bajo un “nuevo paradigma de turismo incluyente” (Tren Maya, 2018) en empleos de servicios propios del tren (mantenimiento y operación) y con las nuevas empresas e industrias principalmente del sector turismo. En síntesis, oficialmente el proyecto “[...] representa una estrategia nacional de largo alcance, cuya finalidad es mejorar las condiciones de vida de toda la población, crear prosperidad compartida en la región preservando el medioambiente, el patrimonio cultural tangible e intangible y la identidad histórica” (FONATUR, 2019).

### 12. Secretaría de Bienestar. Programa Sembrando Vida.

<https://www.gob.mx/bienestar/acciones-y-programas/programa-sembrando-vida>

<https://www.gob.mx/bienestar/sembrandovida>

Su objetivo es contribuir al bienestar social de las y los sujetos agrarios en sus localidades rurales e impulsar su participación efectiva en el desarrollo rural integral. Busca atender dos problemáticas, la pobreza rural y la degradación ambiental.

**ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE INUNDACIONES Y SEQUÍAS EN LA CUENCA  
GRIJALVA-USUMACINTA Y EVALUACIÓN DE SUS POTENCIALES  
IMPACTOS  
HIDROLÓGICOS Y SOCIOAMBIENTALES**

**RESPONSABLE TÉCNICO DR. MARTÍN MONTERO (IMTA)  
PROYECTO 305079 EN FUSIÓN CON 306497**

En Sembrando Vida trabajamos por convertir los ejidos y comunidades en un sector estratégico para el desarrollo del campo mexicano, trabajando juntos para incrementar la productividad de zonas rurales, bajo un enfoque de sustentabilidad y desarrollo regional a corto, mediano y largo plazo, que contribuya a reducir la vulnerabilidad en la que viven los campesinos de estas regiones.

El programa, busca atender dos problemáticas: la pobreza rural y la degradación ambiental. De esta manera, sus objetivos son rescatar al campo, reactivar la economía local y la regeneración del tejido social en las comunidades, por lo que se trabaja en cuatro componentes: Inclusión Productiva, Cuidado del medio ambiente, Fomento a la cultura del ahorro y Reconstruir el tejido social.

**Páginas Web de interés:**

“La cuenca de los ríos Grijalva y Usumacinta”.

<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/402/cuencas.html>

“Agua.org.mx es un portal interactivo que pretende mejorar la gestión del agua en México involucrando a todos”.

<https://agua.org.mx/>

Desde 2004, gracias al patrocinio de la Fundación Gonzalo Río Arronte, I.A.P, este proyecto del Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental, A.C. (FCEA) se dedicó a publicar en el Portal todo tipo de documentos y materiales relativos al agua y su manejo. La experiencia adquirida desde entonces aunada a la aparición de nuevas tecnologías de la información y la comunicación, contribuyeron a tener una mayor comprensión de las necesidades de la ciudadanía y las organizaciones, por lo que en el 2013, el FCEA decidió incursionar en el desarrollo de una herramienta complementaria que, con información geográficamente referenciada, permita vincular a las personas con su cuenca.

Con un acervo de más de 40,000 libros y materiales, así como con la publicación de más de 500,000 puntos de información en el territorio nacional, el Centro de Información del Agua se consolida como sitio de referencia, en el que diversos públicos encuentran, dialogan y comparten información sobre este tema.

“Cuenca Grijalva - Usumacinta: los beneficios y daños derivados de los escurrimientos y la gestión del agua”. (2021)

<http://www5.diputados.gob.mx/index.php/esl/content/download/183096/899971/file/CESO-P-IL-72-14-GrijalvaUsumacinta-190321.pdf>

Conclusiones.

La cuenca Grijalva-Usumacinta es un prodigio natural y como tal es necesario respetar la naturaleza de ella, para que la planicie o llanura de Tabasco desfogue y drene la acumulación de agua de las subcuencas en el Golfo de México y las áreas habitadas respeten el ciclo anual y no sufran perjuicio. Esta toma de conciencia debe estar inserta

**ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE INUNDACIONES Y SEQUÍAS EN LA CUENCA  
GRIJALVA-USUMACINTA Y EVALUACIÓN DE SUS POTENCIALES  
IMPACTOS**

**HIDROLÓGICOS Y SOCIOAMBIENTALES**

RESPONSABLE TÉCNICO DR. MARTÍN MONTERO (IMTA)

PROYECTO 305079 EN FUSIÓN CON 306497

en la sociedad y en el poder político emanada de ella. No hacerlo provocará daños recurrentes como los reseña la historia desde hace más de un siglo.