



Los proyectos mini hidroeléctricos en el Estado de Veracruz, México (2008-2017): diagnóstico socioambiental

Blanca Inés Nava-Tablada ^a
Martha Elena Nava-Tablada ^b
Ricardo V. Santes-Álvarez ^c

Resumen – En la generación de energía hidroeléctrica nacional predominó la construcción de grandes presas que tuvieron impactos ambientales y sociales negativos. En otros países, las mini hidroeléctricas son fuentes de energía sustentable, pero en México enfrentan obstáculos. El objetivo fue analizar las Manifestaciones de Impacto Ambiental (MIA) de las mini hidroeléctricas gestionadas en Veracruz, para conocer su problemática socioambiental. El 65% de las MIA fueron aprobadas, aunque sólo un proyecto opera y 19 no se han construido por el rechazo de la población afectada ante el impacto ambiental que implica eliminar la vegetación y el escaso beneficio para las comunidades. Las mini hidroeléctricas no representan una opción para sustituir las fuentes convencionales de energía eléctrica en México, aunque son un área de oportunidad si se promueven juntamente con otras energías renovables y se fortalece la normatividad para que sus afectaciones sociales y ambientales sean las menores posibles.

Palabras clave – Conflictos Ambientales, Disponibilidad de Agua, Energía Sustentable, Hidroeléctricas, Impacto Ambiental.

Abstract – The construction of large dams predominated in the generation of national hydroelectric energy, and this had negative environmental and social impacts. In other countries, mini hydroelectric plants provide a sustainable energy source, however, in Mexico these projects face obstacles. The aim here was to analyze the Manifestations of Environmental Impact (MEI) of the mini ongoing hydroelectric projects in Veracruz to know their socio-environmental problems. 65% of MEIs were approved, although only one project operates and 19 have not been built, mainly due to rejection by the affected population in the face of the negative environmental impact implied by the elimination of vegetation and the limited benefit to the communities. Mini hydroelectric plants still do not represent a viable option to replace the conventional sources of electrical energy in Mexico, although they offer an area of opportunity, if they are promoted jointly with other renewable energies and the regulations are strengthened so that their social and environmental effects are the least as possible.

Keywords – Environmental Conflicts, Environmental Impact, Hydroelectric, Sustainable Energy, Water Availability.

CÓMO CITAR HOW TO CITE:

Nava-Tablada, B. I., Nava-Tablada, M. E., & Santes-Álvarez, R. V. (2023). Los proyectos mini hidroeléctricos en el Estado de Veracruz, México (2008-2017): diagnóstico socioambiental. *Interconectando Saberes*, (16), 33-48.
<https://doi.org/10.25009/is.v0i16.2774>

Recibido: 4 de noviembre de 2022

Aceptado: 5 de septiembre de 2023

Publicado: 15 de septiembre de 2023

^a El Colegio de Veracruz, México. E-mail: blancanava@yahoo.com.mx

^b Universidad Veracruzana, México. E-mail: marnava@uv.mx

^c El Colegio de la Frontera Norte, México. E-mail: rsantes@colef.mx



INTRODUCCIÓN

El presente trabajo aborda la generación de energía eléctrica a través de la implementación de mini hidroeléctricas en los cauces de los ríos de Veracruz. Este tipo de fuentes energéticas se consideran de bajo impacto ambiental, por lo que se ubican en el marco del Desarrollo Sustentable que plantea un nuevo paradigma en tres dimensiones: económica (promover el crecimiento); social (mejorar el bienestar del conjunto de la sociedad); y ecológica (conservar los ecosistemas y su biodiversidad) (Toledo-Manzur, 2000).

En México, es evidente el incremento acelerado en la demanda de energía eléctrica, debido al crecimiento poblacional y económico que conlleva el modelo de desarrollo capitalista. Según datos de la Secretaría de Energía el consumo eléctrico nacional incrementó 24.3% de 2006 a 2016, alcanzando 175.37 TWh (Tera watts hora) (SENER, 2017). Según el Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN) el consumo bruto en México en 2016 fue de 298,792 GWh y 309,727 GWh en 2017, lo que implica 3.7% más que el año anterior (SENER, 2017). Ambas referencias coinciden en que este incremento se atendió principalmente mediante fuentes de generación eléctrica que utilizan la quema de hidrocarburos y por tanto tienen un fuerte impacto ambiental.

Por ello, el principal reto nacional es satisfacer el requerimiento de energía sin incrementar los problemas ambientales asociados a la utilización de recursos altamente contaminantes como petróleo, carbón y gas natural, que generan gases de efecto invernadero relacionados con el cambio climático y tienen impactos negativos en los ecosistemas y las sociedades (Duque-Grisales et al., 2014).

En la generación de energía hidroeléctrica utilizando el cauce de los ríos, en México predominó la construcción de grandes presas que han tenido impactos ambientales y sociales negativos: inundación de tierras donde existen poblados y actividades económicas; movilización forzada de población; cambios irreversibles en el paisaje; modificación del cauce del agua; fragmentación del hábitat; pérdida de flora y fauna; y afectaciones a los ecosistemas y poblaciones humanas ubicadas aguas abajo. En un balance de impactos generados por las grandes hidroeléctricas, los negativos rebasan a los positivos, ya que en los sitios elegidos para instalarlas habitan comunidades rurales, donde el Estado irrumpe con una política colonizadora que permite la invasión de transnacionales, interesadas en extender sus inversiones hacia nuevos mercados (Ruelas-Monjardín, 2013).

Las autoridades gubernamentales no toman en cuenta la necesidad de incorporar la perspectiva de la sociedad civil que rechaza la construcción de megaproyectos, pues ignora los argumentos de científicos, organizaciones ambientalistas y pobladores locales relativos al ecocidio y la violación a los derechos humanos y culturales de los pueblos (Torres-Beristain e Hidalgo, 2014).

Ante lo expuesto, el Gobierno de México en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, la Ley para el aprovechamiento de energías renovables y financiamiento de la transición energética de 2008 (abrogada en 2015 y sustituida por la Ley de Transición Energética) y la Reforma Energética de 2013, planteó fomentar la generación de energía eléctrica de fuentes renovables como la hidráulica, sobre todo mediante mini hidroeléctricas; las cuales son aquellas que generan menos de 30 MW o una densidad de potencia (relación

entre capacidad de generación y superficie del embalse) superior a 10 watts/m². Las mini hidroeléctricas se plantean como alternativa para cubrir la demanda de energía eléctrica con menor impacto ambiental (SENER, 2017).

La Ley de Transición Energética de 2015, especifica las características de las mini hidroeléctricas, principalmente con base a su capacidad de generación energética máxima que no debe exceder los 30 MW. Criollo-Cabrera y Quezada-Damián (2011) las definen como instalaciones que aprovechan la energía contenida en una masa de agua situada a cierta altura, transformándola en energía eléctrica al conducirla hasta un nivel inferior donde existen turbinas y generadores accionados por el flujo, que producen un máximo de 5 MW. Para Flores-Saldaña (2013) las mini hidroeléctricas son centrales que aprovechan las caídas de agua y que no rebasan los 10 MW de generación de energía. Valero (2020) agrega que las mini hidroeléctricas no precisan de grandes instalaciones y su potencia instalada no supera los 5 MW. Resulta evidente que incluso tomando en cuenta sólo el indicador de capacidad máxima de generación de energía, hay divergencias entre los autores y el marco legal para definir qué se considera una mini hidroeléctrica.

La European Small Hydropower Association, coincide en que no existe una convención mundial aceptada sobre las características y rangos de potencia en este tipo de centrales de generación. Países como Portugal, España, Irlanda, Grecia y Bélgica consideran “pequeñas” todas las centrales cuya potencia instalada no supera los 10 MW, mientras en Italia el límite es de 3 MW, en Francia de 12 MW y en Reino Unido no existe límite oficial, pero prevalece el criterio de 10 MW (Espejo-Marín et al., 2017). Lo que las diferencia de las

grandes centrales es que desvían el agua de los ríos para generar energía eléctrica y la devuelven al cauce en una cota inferior, no emiten gases efecto invernadero y la inversión económica es menor, pues no requieren gran infraestructura, ni construcción de presas (IDAE, 2006).

Las minicentrales representan 1.9% de la capacidad total de energía del planeta, 7% de la capacidad total de energía renovable y 6.5% del total de la capacidad hidroeléctrica. China ocupa el primer puesto con 51% de la potencia hidroeléctrica instalada total y 29% del potencial total mundial, además acumula más de cuatro veces la capacidad instalada conjunta de Italia, Japón, Noruega y los Estados Unidos de América, aunque estos cinco países representan 67% de la capacidad instalada total del mundo. Estados Unidos ha desarrollado 57% de su capacidad, mientras Brasil sólo el 30%. El continente europeo, tiene la mayor tasa de desarrollo, con casi 48% del potencial total instalado, siendo la región de Europa Occidental (Austria, Bélgica, Francia, Alemania, Liechtenstein, Luxemburgo, Mónaco, Países Bajos y Suiza) la que posee 85% de su potencial ya desarrollado. Asia es el continente con mayor capacidad instalada (50.729 MW), lo que representa aproximadamente 65% de la participación total (Espejo-Marín et al., 2017).

En cuanto a las mini hidroeléctricas en América Latina, han sido aceptadas en Costa Rica, Brasil, Chile y Colombia, donde son una fuente de energía renovable que reduce las emisiones de gases efecto invernadero (Duque-Grisales y Arango-Vásquez, 2016). En Perú las mini hidroeléctricas han sido bien aceptadas por las poblaciones locales debido a que disponen de un enorme potencial de agua proveniente de los Andes para la generación de electricidad en zonas alejadas donde todavía no existe acceso a la red de energía eléctrica (Altenhenne, 2012).

A pesar de las ventajas y el apoyo gubernamental para su implementación en México, la instalación de mini hidroeléctricas no se dio al ritmo planeado, debido a limitantes ambientales, socioeconómicas y políticas, destacando la poca aceptación o abierto rechazo de las comunidades donde se pretenden instalar.

En el estado de Veracruz existen 13 proyectos mini hidroeléctricos aprobados para su instalación, de los 20 que solicitaron autorización en el periodo 2008-2017 (SEMARNAT, 2017). Aunque las mini hidroeléctricas fueron consideradas por el Gobierno Federal como una opción para generar energía con menos impacto al ambiente, tuvieron problemas en su implementación que se remiten a la experiencia negativa que las comunidades tuvieron con las grandes hidroeléctricas, las cuales provocaron afectaciones ambientales y violación de los derechos de los pobladores, pues fueron impuestas sin tomar en cuenta la opinión de los lugareños, ni el impacto en sus formas de vida y fuentes de ingresos. Un ejemplo, es la hidroeléctrica que se pretendía establecer en la subcuenca del río de los Pescados en la cuenca del río La Antigua, que enfrentó una fuerte oposición de los pobladores debido a las afectaciones locales que implicaría su implementación (León-Fuentes, 2015).

En Veracruz también existe confrontación entre la imposición de proyectos de aprovechamiento del agua para generar energía (incluidas las mini hidroeléctricas) y grupos de la sociedad civil que se oponen. Las autoridades ostentan un discurso de desarrollo sustentable y participación, sin embargo, su manera de atender la problemática socioambiental, refleja escasa transparencia, ausencia de procesos participativos y falta de acciones para la preservación y restauración de los ecosistemas (Torres-Beristain e Hidalgo, 2014).

Es importante mencionar que en el capítulo III, artículo 21 de la Ley para el aprovechamiento de energías renovables y financiamiento de la transición energética de 2008 (abrogada en el 2015) se establecía lo siguiente:

“Los proyectos de generación de electricidad a partir de energías renovables con una capacidad mayor de 2.5 megawatts, procurarán: asegurar la participación de las comunidades locales y regionales, mediante reuniones y consultas públicas convocadas por las autoridades municipales, ejidales o comunales; en dichas reuniones deberán convenir (...) promover el desarrollo social en la comunidad en la que se ejecuten los proyectos de generación con energías renovables, conforme a las mejores prácticas internacionales y atender a la normatividad aplicable en materia de desarrollo rural sustentable, protección del medio ambiente y derechos agrarios”

Sin embargo, al abrogarse la mencionada ley, las comunidades quedan desprotegidas en lo referente a la participación en los proyectos que se desarrollen en el área de influencia de sus comunidades.

De acuerdo a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente de 1998, en el artículo 28 fracción II se establece que para construir cualquier hidroeléctrica es necesaria la evaluación de impacto ambiental a través de la presentación de una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), por medio de la cual la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) establece las condiciones y límites a los que deberán sujetarse las obras y actividades

para proteger el ambiente, preservar y restaurar los ecosistemas, y reducir al mínimo los efectos negativos. Una vez analizada la MIA, la SEMARNAT emite la autorización o una negativa para la ejecución de las obras.

Aunque la función de una MIA es identificar, predecir, evaluar y mitigar los efectos biofísicos y sociales de las propuestas de desarrollo, antes de adoptar decisiones y compromisos, esto generalmente no se cumple, pues sólo incorporan algunas “externalidades” ambientales y sociales, así como medidas de mitigación y compensación cuyo objetivo es no poner en riesgo la aprobación de la iniciativa, más que garantizar la sustentabilidad de los proyectos (Skewes et al., 2011).

Por ello, los términos de referencia de las MIA son formulismos que pueden replicarse sin mayores modificaciones de un proyecto a otro, de carácter informativo y que eluden referencias ecológicas, culturales y sociales locales. Es decir, en realidad se trata de documentos que elaboran consultorías privadas contratadas por la empresa que pretende efectuar la obra, con el fin de lograr la aprobación de los proyectos, pero que no incorporan las demandas de la comunidad, ni medidas para minimizar el impacto ambiental (Skewes et al., 2011).

En el contexto expuesto, la presente investigación tuvo como objetivo analizar las MIA de las mini hidroeléctricas gestionadas en Veracruz ante SEMARNAT en el periodo 2008-2017, para tener un diagnóstico sobre su problemática social y ambiental, así como su perspectiva a futuro.

METODOLOGÍA

La investigación se basó en la revisión y análisis de las MIA de los proyectos mini hidroeléctricos en el estado de Veracruz, recibidos por la SEMARNAT durante el período 2008 al 2017. Esta revisión permitió identificar los proyectos autorizados, negados, desistidos por el promovente y los que fueron canalizados para elaboración de una MIA regional, por considerarse que existía el riesgo de impactos significativos en este ámbito espacial.

Las variables analizadas se agruparon en las categorías siguientes:

1. Información regional: nombre del proyecto, municipio, ubicación, superficie total (ha), superficie en la cual existirá cambio de uso de suelo (ha).
2. Información administrativa: promovente, fecha de solicitud, existencia de autorizaciones de impacto ambiental (IA) y cambio de uso de suelo (CUS), vida útil del proyecto y estatus.
3. Información general del proyecto: características y obras consideradas, tipo de ecosistema en el sitio, actividades productivas en la zona de influencia.
4. Información hidrológica y eléctrica: cuerpo de agua donde se ubicará el proyecto, cuenca hidrológica a la que pertenece, gasto del afluente a utilizar (m³/s), potencia eléctrica a generar (MW), tipo de uso que se dará a la energía generada.
5. Consideraciones y condicionantes de los proyectos: comentarios sobre impactos relevantes y condiciones de autorización del proyecto, sólo para aquellos que cuentan con resolución positiva de impacto ambiental y consulta ciudadana.

La información se recabó de la página oficial de SEMARNAT y la biblioteca de la oficina regional, donde se consultaron los expedientes de cada mini hidroeléctrica para construir cuadros de análisis comparativo con las principales variables de cada solicitud y así conocer las características y problemática de los proyectos. La base de datos se sistematizó y analizó mediante el programa Excel.

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

El estado de Veracruz se localiza en el sureste de la República Mexicana en las siguientes coordenadas geográficas: Longitud 98°40'53.4" W a 93°36'28.44" W, Latitud 17°8'13.2" N a 22°28'18.48" N (INEGI, 2017). La extensión la entidad es de 71,829 km² que representan 3.7% del territorio nacional. Colinda al norte con Tamaulipas, al este con el Golfo de México, al sureste con Tabasco y Chiapas, al sur con Oaxaca, al suroeste con Puebla y al noreste con Puebla, Hidalgo y San Luis Potosí. La conforman 212 municipios, siendo su capital la ciudad de Xalapa. El 53.5% del territorio tiene clima cálido subhúmedo, 41% cálido húmedo, 3.5% templado húmedo, 1.5% templado, 0.5% seco-semiseco y 1.5% muy frío. La temperatura media anual es de 23°C, con una precipitación promedio anual de 1,500 mm con lluvias sobre todo en verano (INEGI, 2016). Sólo 6.9% de la superficie estatal está cubierta por vegetación natural (no alterada por actividades humanas), distribuida como sigue: vegetación hidrófila (2.4%); bosque (2%); selva (1.8%); pastizal, sabana y matorral (0.7%). Mientras que 93.1% corresponde a terrenos agrícolas, zonas urbanas, áreas sin vegetación aparente, cuerpos de agua y vegetación secundaria (INEGI, 2016).

Veracruz ocupa el tercer lugar nacional en población con 8 112 505 habitantes, que representan 6.8% del total

en México (INEGI, 2017). El 55% de las personas ocupadas trabaja en comercio y servicios; 26% en actividades agropecuarias; y 19% en la industria (INEGI, 2016). Los principales cultivos son caña de azúcar, naranja, limón y café (INEGI, 2016). En cuanto a características hidrológicas, por el territorio estatal pasa 35% de los escurrimientos fluviales del país, comprende seis regiones hidrológicas (Pánuco, Norte de Veracruz, Papaloapan, Balsas, Coatzacoalcos y Grijalva-Usumacinta), 12 cuencas hidrológicas (Tonalá, Coatzacoalcos, Papaloapan, Jamapa-Cotaxtla, La Antigua, Actopan, Misantla, Nautla, Tecolutla, Cazones, Tuxpan y Pánuco), 4,011 microcuencas, 240 ríos (11.2% del total del país) y 90 lagunas (171 400 has) (PC, 2019). Los principales ríos son Papaloapan, Coatzacoalcos, Pánuco (los tres de mayor escurrimiento natural en México, siendo el Pánuco el más largo con salida al Golfo de México), Tecolutla y Tuxpan (INEGI, 2016; PC, 2019).

RESULTADOS

En total se analizaron las MIA de 20 proyectos ingresados a SEMARNAT como mini hidroeléctricas durante 2008-2017. Los promoventes de los proyectos son empresas privadas que intentan conseguir las autorizaciones requeridas para instalar la mini hidroeléctrica, siendo "Misión Energética" la que tramitó el mayor número (tres proyectos), mismos que se canalizaron a las oficinas centrales de SEMARNAT en la Ciudad de México (CDMX) para presentar una MIA regional, pues se consideró que podrían ocasionar un impacto ambiental acumulativo, ya que pretendían ubicar los tres proyectos en áreas cercanas de la cuenca del río Bobos.

De las 20 MIA evaluadas por SEMARNAT, 13 (65%) fueron resueltas de manera positiva, las siete restantes (35%) no se autorizaron por los siguientes motivos: en dos el promovente desistió; a cinco se les requirió presentar una MIA Regional en las oficinas de SEMARNAT en la CDMX, debido a que su implementación implicaba un impacto al medio ambiente que afectaba una región ecológica, por lo que se preveían impactos acumulativos que podrían ocasionar la destrucción, aislamiento o fragmentación de los ecosistemas (Tabla 1).

Tabla 1

Proyectos mini hidroeléctricos del Estado de Veracruz evaluados por SEMARNAT (2008-2017)

Nombre	Promovente	Ubicación (municipios)	Superficie (has)	Resolución
Veracruz	Electricidad del Golfo	Mixtla de Altamirano, Texhuacán y Zongolica.	24.26	Positiva
Escalona	Energía Escalona	Las Minas y Tatatila	10.83	Positiva
El Naranjal	Agroetanol de Veracruz	Fortín, Ixtaczoquitlán, Yanga y Cuichapa	93.31	Positiva
Mixtla	Compañía de Energía Mexicana	Tlaquilpa, Texhuacán y Zongolica	15.89	Positiva
Matlacobat	Constanza Energética	Coatepec	7.98	Positiva
Isletas	Perseveranza Energética	Coatepec y Xico	6.77	Positiva
Tatatila	Hidroparsifal	Tatatila y Altotonga	5.31	Positiva
PH1	Proyecto H1	Jalacingo	4.75	Positiva
PH3	Proyecto H3	Jalacingo	7.52	Positiva
Ocampo-Cuetzalín	Proyecto Ocampo	Jalacingo	4.03	Positiva
Dos Puentes	Hidroeléctrica Dos Puentes	Tatatila	7.10	Positiva
El Águila	Hidroeléctrica El Águila	Tatatila	53.34	Positiva
Cuajilote	Proyecto Cuetzalín	Cuitlahuac, Omealca y Cuichapa	16.80	Positiva
San Pablo	Hidroeléctrica San Pablo	Atzalan	75.00	Desistimiento
Elia	Hidroeléctrica San Sergio	Altotonga	50.00	Desistimiento
La Paz	Misión Energética	Altotonga	2.00	Requerimiento MIA regional
Virgen de Guadalupe	Misión Energética	Altotonga	2.51	Requerimiento MIA regional

Nombre	Promovente	Ubicación (municipios)	Superficie (has)	Resolución
Virgen María	Misión Energética	Altotonga	8.99	Requerimiento MIA regional
Armonía	Misión Energética	Altotonga	3.82	Requerimiento MIA regional
Pablo Salvatti	Inco Renovables	Altotonga	0.15	Requerimiento MIA regional

Con relación a la fecha de solicitud de los proyectos, los dos primeros ingresaron en 2008; tres en 2009; uno en 2011; seis en 2012; uno en 2013; tres tanto en 2014 como en 2015 y el último en 2017. En el año 2012 se registra el más alto número de solicitudes y entre 2008 y 2012 se acumula el 60% (12 proyectos). En cuanto a la localización, la mayoría (13 proyectos que representan 65%) se pretendían ubicar en los municipios de Altotonga, Tatatila y Jalacingo, el resto en el municipio de Atzalan; la confluencia de Coatepec-Xico y límites de varios municipios: Texhuacán-Mixtla-Zongolica, Cuitlahuac-Omealca-Cuichapa y Fortín-Córdoba-Amatlán-Ixtaczoquitlán-Cuichapa. La superficie total donde se planeaban instalar los proyectos va de 0.16 ha hasta 93 ha, teniendo un promedio de superficie de 46.42 ha. El 75% de los proyectos abarcan una superficie total de menos de 1 a 20 ha, 15% de 21 a 60 ha y 10% de 61 a 93 ha.

En los 20 proyectos se plantea efectuar cambio de uso de suelo forestal en superficies que van desde 0.16 ha en la mini hidroeléctrica Pablo Salvatti, hasta 61 ha en El Naranjal. En 19 proyectos (95%) se efectuará el cambio de uso de suelo forestal en superficies que van de más de 2 hasta 61 ha, lo que arroja una superficie promedio a afectar de 29.5 ha, lo cual ocasionaría un impacto negativo al medio ambiente y el paisaje, debido a la eliminación de la cubierta boscosa por la instalación y construcción de las obras.

Las autorizaciones con las que debe contar un proyecto mini hidroeléctrico son: autorización de impacto ambiental y cambio de uso de suelo (emitidas por SEMARNAT); concesión de aguas de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA); dictamen de congruencia en materia de ordenamiento ecológico de la Secretaría de Desarrollo y Medio Ambiente de Gobierno del Estado de Veracruz (SEDEMA); permiso de autoabastecimiento de la Comisión Reguladora de Energía (CRE); estudio de prefactibilidad de interconexión de la Comisión Federal de Electricidad (CFE); y permiso de construcción municipal. Únicamente cuatro proyectos (20%) contaban con autorización para el cambio de uso de suelo de terrenos forestales (Tatatila, PHI, PH3 y Ocampo-Cuetzalín), el resto no tenía dicha autorización.

Sólo un proyecto estaba operando (hidroeléctrica Veracruz, en la Cuenca del Río Papaloapan) y 19 sin construir por diferentes motivos: nueve (45%) se desconoce la razón, tres (15%) suspendidos por un amparo y siete (35%) por no tener autorización de impacto ambiental. En cuanto a la vida útil de las obras, todos los proyectos consideran un lapso de 50 años, sujeto a prórroga. Únicamente seis proyectos (30%) cumplen con las características que diferentes autores plantean para las mini hidroeléctricas; 11 proyectos (55%) consideran la instalación del represamiento del cauce del río o de una presa derivadora y tres (15%) no especifican las obras a construir (Tabla 2).

Tabla 2

Características constructivas de proyectos mini hidroeléctricos en el estado de Veracruz, México

Cumplen características	No cumplen características	
	Implican represamiento	No especifican obras
Escalona, Tatatila, PHI, PH3, Ocampo-Cuetzalín y El Águila	Veracruz, El Naranjal, Mixtla, Matlacobatí, Isletas, Dos Puentes, Cuajilote, San Pablo, Virgen de Guadalupe, Virgen María y Armonía	Elia, Pablo Salvatti y La paz

La mayoría de los 20 proyectos pretenden establecerse en zonas con los siguientes ecosistemas: vegetación riparia, bosque mesófilo de montaña y bosque de pino-encino. Las principales actividades productivas realizadas en la zona de influencia de los proyectos son: agricultura de temporal (maíz, frijol, limón, frutales, papa y café) y ganadería (cría de borregos, ovejas, porcinos y caprinos).

En lo referente a la localización de los proyectos por cuenca hidrológica, 15 (75%) se planean ubicar en la cuenca del río Bobos, dos (10%) en la cuenca del río Papaloapan, otros dos (10%) en la cuenca del río La Antigua y uno en la cuenca del río Blanco (5%). De éstos, 13 proyectos (65%) cuentan con autorización de impacto ambiental y el resto (35%) carecen de ella. Más de la mitad de los proyectos a ubicarse en la cuenca del Río Bobos (54%) no cumplen con este requisito mínimo para la protección del medio natural, lo cual aumenta el riesgo ambiental que implica el alto número de proyectos que se proponen instalar en dicha cuenca.

El gasto del afluente a utilizar va de 2.7 m³/s en la hidroeléctrica PHI hasta 120 m³/s en el Naranjal; un rango muy amplio que no refleja homogeneidad de esta variable para el caso de una mini hidroeléctrica. En cuanto a la potencia eléctrica a generar, tres proyectos (15%) exceden los 30 MW establecidos en la Ley de

Transición Energética de 2015; los valores van desde 37 MW en el proyecto Isletas, 42 MW en el proyecto Veracruz, hasta 360 MW en El Naranjal.

Los indicadores de los 13 proyectos autorizados (Tabla 3), presentan rangos muy amplios entre los valores mínimos y máximos, lo cual corrobora la falta de claridad sobre las características básicas de una mini hidroeléctrica.

Tabla 3

Rangos de variación entre valores máximo y mínimo de algunos indicadores de los proyectos autorizados

Rangos	Superficie total (ha)	Superficie con cambio de uso del suelo (ha)	Gasto del afluente a utilizar (m ³ /s)	Potencia eléctrica a generar (Mw)
Máxima	93.31	61.94	120.00	360.00
Mínima	4.03	1.34	2.70	5.00
Rango de variación	89.28	60.60	117.30	355.00

El 100% de la energía generada se venderá a la CFE, por lo que no existe ningún beneficio para las comunidades donde se pretenden desarrollar dichos proyectos, sino únicamente para las empresas privadas que los establecen.

El impacto ocasionado al cauce del río desde donde se ubica la obra de toma y se canaliza el flujo de agua hacia la casa de máquinas es considerable, ya que los proyectos contemplan dejar sólo el caudal ecológico mínimo del 10%, por lo que en este transecto que va de 2 hasta 7 km lineales (según el proyecto), no se contará con el caudal original, sino con el volumen mínimo de agua para preservar los valores ecológicos en el cauce y garantizar la sobrevivencia de las especies, aunque en tiempo de estiaje se puede afectar la vegetación riparia y especies acuáticas.

Es importante destacar que el criterio para considerar como mini hidroeléctricas a los proyectos analizados, lo establece el consultor ambiental que elabora la MIA con base en la bibliografía que considere para definirla como tal. En el guion solicitado por SEMARNAT para las MIA, hay una sección de valoración de impactos ambientales que también la realiza el consultor de forma subjetiva y con tendencia a que el estudio sea evaluado positivamente, sin valorar los impactos acumulativos que genera una mini hidroeléctrica a nivel social y ambiental. Además, varias MIA son “copy page” de otros proyectos, ya que contienen los mismos datos, pues en algunos casos al desistirse de un trámite ingresado o al vencerse la vigencia de la autorización de Impacto Ambiental, las empresas vuelven a realizar el trámite presentando el mismo estudio con ligeros cambios. En la mayoría de los proyectos no se considera la participación ciudadana o sólo se menciona la realización de talleres participativos, entrevistas con los habitantes, pláticas informativas, reuniones con ejidatarios, promoción de información ambiental, pero ningún caso se incluyeron los resultados y documentos probatorios de las consultas ciudadanas.

En México no se requiere un estudio de impacto sociocultural a la par del de Impacto Ambiental, pues no se consideran las necesidades y percepciones de las comunidades aledañas a los sitios donde pretenden implementarse los proyectos; únicamente como parte de la MIA se realiza una consulta ciudadana, la cual generalmente es un simple trámite burocrático que recurre a la simulación.

DISCUSIÓN

Más de la mitad (60%) de los proyectos mini hidroeléctricos promovidos en Veracruz ingresaron a SEMARNAT para su evaluación entre 2008 y 2012, lo cual se relaciona con que tanto el gobierno federal como estatal se avocaron a promover proyectos “sustentables”, pues en el gobierno del presidente Felipe Calderón (2006-2012) se manejó un discurso “verde” que en realidad enmascaró una doble política, pues por un lado se hacían compromisos orientados a la sustentabilidad, mientras en los hechos se autorizaban grandes proyectos depredadores de la naturaleza, tales como: minería a cielo abierto, megaproyectos turísticos, hidráulicos, urbanísticos y comerciales. Lo mismo sucede en el ámbito de producción de energía, donde el discurso no corresponde con la práctica (Toledo et al., 2014).

León-Fuentes (2015) agrega que en Veracruz se proyectó la construcción de 112 presas de diferente tamaño, aunque la mayoría eran consideradas mini hidroeléctricas. Esto, como parte de las 300 presas planeadas en la franja entre México y Panamá por el Programa de Integración Energético Mesoamericano (PIEM) firmado en 2006, donde empresas capitalistas internacionales buscaron aprovechar la apertura comercial del modelo de desarrollo neoliberal para beneficiarse del potencial hidráulico de esta zona. En México, se planteó que los ríos de Veracruz aportarían 37% de la energía para dicho programa, a pesar de que los afluentes más caudalosos ya eran utilizados para generar electricidad. El gobierno de Fidel Herrera Beltrán (2004-2010) otorgó en Veracruz, concesiones a empresas internacionales para que se promovieran proyectos mini hidroeléctricos, sin tomar en cuenta a sus habitantes ni la afectación de sus territorios.

En México no existe un criterio que establezca los rangos mínimo o máximo de la superficie total de una mini hidroeléctrica, por lo que los datos de esta variable resultaron muy amplios en las MIA revisadas; tampoco existe claridad legal en la superficie mínima o máxima en la que se permite realizar cambio de uso de suelo. Por ello es recomendable que la legislación establezca dichos criterios.

En México no se cuenta con un marco normativo e institucional claro respecto a los requisitos que deben cumplir la mini hidroeléctricas, sin embargo, en base a las características que diferentes autores (IDAE, 2006; Criollo-Cabrera y Quezada-Damián, 2011; Flores-Saldaña, 2013; Espejo-Marín et al., 2017; Valero, 2020) plantean, sólo 6 proyectos analizados pueden considerarse como tales.

Acuña y Serrano (2016) señalan que en el país existe una contradicción entre marcos legales federales, sectoriales y estatales, lo cual promueve la falta de claridad jurídica para enfrentar y resolver intereses y expectativas antagónicas entre grupos sociales sobre la instalación de proyectos mini hidroeléctricos. La existencia de estos intereses contrapuestos, que no son considerados explícitamente en las leyes, también dificulta el control del cumplimiento normativo en el proceso de implementación y operación de dichos proyectos.

El 75% de los proyectos planeaban instalarse en la cuenca del río Bobos, por lo que el excesivo número en el mismo cauce exigiría volúmenes importantes de caudales hídricos, dejando sin disponibilidad de agua para riego y consumo humano a poblaciones situadas aguas abajo, creando conflictos sociales, como ocurrió en algunas regiones de España (Arroyo-Huguet, 2017). Además, siete de los proyectos a ubicarse en la cuenca

del Río Bobos no cuentan con autorización de impacto ambiental, requisito mínimo para prevenir impactos negativos, lo cual incrementa el riesgo ambiental en dicha cuenca.

La amplia variabilidad del gasto del afluente a utilizar por las mini hidroeléctricas proyectadas para Veracruz, coincide con fichas técnicas de mini hidroeléctricas de España analizadas por IDAE (2006), donde se registran rangos del caudal a utilizar que van de 1.65 m³/s hasta 112 m³/s, dado que depende del tipo de mini hidroeléctrica instalada (a pie de presa o fluyente), en relación a esta variable tampoco existe un rango establecido al que deban ajustarse los proyectos.

Considerando la potencia eléctrica a generar hay tres proyectos mini hidroeléctricos en Veracruz que exceden los 30 MW establecidos en la Ley de Transición Energética del 2015, por lo cual es importante sugerir modificaciones legales para que se definan claramente las características de una mini hidroeléctrica, no sólo basándose en la potencia máxima generada, ya que los rangos de variación de dicho indicador son amplios e incluso sobrepasan los límites legales.

Todos los proyectos analizados van a vender la electricidad generada a la CFE; no contemplan ningún beneficio para las comunidades aledañas. Esta tendencia de venta de energía eléctrica generada por particulares a CFE, se empieza a promover a fines de los años ochenta con las bases legales para una privatización silenciosa del sector eléctrico, y se consolida en 1992 (sexenio del expresidente Carlos Salinas de Gortari) con la modificación a la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE), que permite tanto una mayor participación privada en la generación de electricidad bajo esquemas de cogeneración, autoabastecimiento y producción independiente, como la participación de

particulares en las actividades de exportación e importación de electricidad (Hernández-Peñalosa, 2004).

Justificando escasez de recursos presupuestales se congela la inversión gubernamental en la CFE y se favorece la inversión privada, lo que resulta en un desplazamiento de la industria Estatal, pues a partir de 1998, toda nueva central de generación se ha construido bajo este esquema y obliga a la CFE a adquirir la electricidad generada por productores independientes. Por ello, de 1994 a 2000 se otorgaron 169 permisos bajo las modalidades previstas por la LSPEE, de los cuales 162 estaban vigentes en 2003 y representan una capacidad de generación de electricidad de 11 173.9 MW, es decir, 25% de la electricidad en México la generaban empresas privadas (Hernández-Peñalosa, 2004).

La afectación ambiental que se ocasiona al cauce del río desde la obra de toma de las mini hidroeléctricas hasta que se regresa el agua utilizada para generar energía al mismo cauce, es uno de los principales impactos sobre el caudal de mantenimiento de las corrientes hídricas, ya que estos desvíos tienen efectos negativos sobre la fauna fluvial, pues se ha demostrado agotamiento biológico en tramos de río a causa de las derivaciones para abastecer de agua a las mini hidroeléctricas y los cambios periódicos de intensidad del curso fluvial (Arroyo-Huguet, 2017). Aunque una parte del agua utilizada para producir electricidad vuelve al río, otra se pierde, con lo que el caudal básico se empobrece, por lo que las minicentrales pueden suponer un grave problema para la preservación de la fauna acuática, con el consecuente deterioro de las condiciones medioambientales y una situación de estrés de los ríos por la explotación masiva de los caudales fluviales.

En el país, el desarrollo de la energía hidroeléctrica a pequeña escala ha sido escaso debido a que desde su inicio dichos proyectos son planteados con errores, información falsa y sin considerar la opinión de las comunidades afectadas, por lo que en muchos casos son rechazados por los pobladores de los sitios donde se pretenden instalar. Además, los conflictos socio ambientales derivados de proyectos mini hidroeléctricos no son homogéneos o fácilmente perceptibles, pues presentan diversos rasgos, niveles y se pueden intensificar, dado que con la reforma energética nuevos actores participan en la construcción y generación de energía hidroeléctrica (Mézquita-Alonso et al., 2018). Aunado al descontento social se suma el hecho de que la energía a generar en todos los proyectos analizados se pretende vender a CFE, sin que las comunidades obtengan algún beneficio económico o social, siendo las empresas particulares las únicas beneficiadas.

Acuña y Serrano (2016) agregan que en el ámbito internacional han surgido numerosas iniciativas para garantizar la participación ciudadana en los procesos de evaluación de impacto ambiental de energías alternativas como los proyectos mini hidroeléctricos, además de que existen mecanismos legales nacionales que tienen este mismo fin; a pesar de ello, éstos siguen generando recelo en las poblaciones afectadas por su falta de eficacia. A pesar de la existencia de compromisos internacionales asumidos por los países y su traducción en normatividades nacionales, no han mejorado los estándares de sostenibilidad ambiental y participación social de los proyectos mini hidroeléctricos y tampoco han mitigado el escenario de conflictividad social.

Lo anterior se relaciona con el hecho de que las consultas ciudadanas y la evaluación técnica de los

impactos ambientales se realizan muchas veces cuando los proyectos han comenzado a ejecutarse, por lo que la percepción de las comunidades afectadas es que el daño está hecho, surgiendo entonces los conflictos. Esta forma de gestión que ignora a los grupos que habitan el territorio, promueve la desconfianza y disminuye la probabilidad de obtener la licencia social para operar los proyectos, aumentando los costos socioeconómicos y ambientales. Por ello es relevante prevenir los impactos socioambientales, dado que una vez generados, su remediación resulta compleja, costosa y a veces inviable. Recuperar la credibilidad de las comunidades hacia proyectos que desde su planeación no han actuado conforme a derecho resulta casi imposible, de ahí que llevar a cabo estudios de impacto ambiental y social de manera participativa puede mitigar los costos de obtención de las autorizaciones para operar, incluyendo la anuencia social (Acuña y Serrano, 2016).

La exclusión de las comunidades afectadas de la planeación, aprobación y ejecución de los proyectos mini hidroeléctricos, también se presenta en otros países latinoamericanos como Chile, donde las solicitudes no tienen asociado un proceso de participación ciudadana; en algunos casos la comunidad se entera cuando se inician las obras de construcción; los pobladores locales son los últimos actores en conocer la existencia de dichos proyectos. En los proyectos mini hidroeléctricos la normativa ambiental chilena no exige un proceso de consulta y participación ciudadana debido al menor impacto ambiental que éstos representan, sólo se solicita cuando se afecta la explotación de recursos existentes en tierras indígenas o implica reasentamiento de comunidades (Hernández, 2018).

En México, Mézquita-Alonso et al. (2018) consideran que en los proyectos generados a partir de la reforma energética, bajo el nuevo diseño de la Ley de Hidrocarburos y de la Industria Eléctrica, aunque se establece que atenderán los principios de sostenibilidad y respeto de los derechos humanos de las comunidades indígenas y pueblos de las regiones en los que se pretendan desarrollar, en la práctica no se cumple, ya que no se toma parecer a las comunidades afectadas, ni se consideran sus necesidades. Como ocurrió en Zongolica, Veracruz, donde se instaló un proyecto que inicialmente se planteó como mini hidroeléctrica, sin que mediara ningún tipo de información pública hacia la población que sería afectada, pero finalmente resultó una hidroeléctrica de mayor dimensión que incluía una represa. Así, cuando el rumor sobre la construcción de mini hidroeléctricas se extiende hacia los pueblos asentados en las cuencas hídricas del país, las resistencias colectivas emergen y se interconectan en una lucha común: el intento por impedir la privatización del flujo del agua en sus ríos (García-Martínez, 2013).

Otro ejemplo de conflicto y oposición en Veracruz es el municipio de Jalacingo, donde los pobladores se ampararon y como resultado, un tribunal federal suspendió definitivamente la construcción y operación de tres mini hidroeléctricas. La resolución del amparo establece que el agua debe tratarse como un bien social y cultural, y no como un bien económico. El modo en que se ejerza el derecho al agua debe ser sostenible, de manera que puedan gozar de este derecho las generaciones actuales y futuras. Con esta resolución, el Tribunal Colegiado hizo valer el principio de que toda persona tiene derecho de acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y

asequible, y que el Estado es el responsable de garantizarlo (Mosso, 2015).

Martínez (2015) plantea que el énfasis puesto en la región sur-sureste de México (incluido Veracruz) por el Programa Nacional de Infraestructura Energética no es casualidad, es evidente el incremento de proyectos mini hidroeléctricos en esta zona, que tuvieron auge al presentarse como más sustentables que las grandes presas. A pesar de ser mini hidroeléctricas por su menor capacidad de generación energética, sus impactos sociales y ambientales no son de pequeña escala.

Para Acuña y Serrano (2016) la perspectiva a futuro de energías alternativas como las mini hidroeléctricas, depende de que el sector energético institucional contemple una matriz diversificada y sostenible que incluya fuentes de energía renovables, accesibles a todos los actores sociales, lo cual debe reflejarse en una política pública que incluya la prevención de conflictos socioambientales energéticos.

Hernández (2018) recomienda que en el desarrollo de proyectos mini hidroeléctricos se adopte una perspectiva territorial integral, que tome en cuenta tanto los aspectos físicos y económicos de los espacios geográficos, como la aprobación social y aportación de beneficios a las comunidades afectadas que están ligadas al territorio en términos económicos y culturales.

Arroyo-Huguet (2017) considera que en México el futuro de las mini hidroeléctricas no es muy optimista debido a la crisis en el caudal de muchos ríos, derivada de problemáticas naturales y antropogénicas, por ello, para potenciar la utilidad de las mini hidroeléctricas sugiere combinar su producción con otras fuentes de energía como la eólica y solar. También se requiere una percepción diferente del uso de las energías renovables,

lo que a corto plazo resulta difícil, pues el modelo de desarrollo energético en México está basado en combustibles fósiles, siendo secundarias las energías alternativas, que se contemplan sólo para suplir picos de demanda en épocas de elevación de los precios de las fuentes de energía convencionales.

CONCLUSIONES

En ninguna de las MIA analizadas se tienen claras las características que deben tener las mini hidroeléctricas; únicamente se basan en la capacidad de generación eléctrica menor o igual a 30 MW que establece la Ley de Transición Energética, pero algunos proyectos superan esta restricción legal.

Más de la mitad de los proyectos cuentan con autorización de impacto ambiental, pero sólo opera la hidroeléctrica Veracruz, lo cual indica un bajo porcentaje de factibilidad de implementación, pues existen deficiencias desde el planteamiento técnico y no hay consenso en la normatividad internacional ni nacional en cuanto a sus características básicas.

En las MIA analizadas, los criterios para definir una mini hidroeléctrica los establece el consultor ambiental que la elabora y gestiona, siendo el objetivo que el proyecto sea autorizado, más que cumplir la función de valorar y mitigar el impacto ambiental, social o económico que pueda ocasionar.

No considerar la opinión de las comunidades que serán afectadas, pues la consulta ciudadana es un mero requisito administrativo, origina oposición de la población a los proyectos mini hidroeléctricos. Es decir, no existe confianza en el sector gubernamental que evalúa, verifica y da seguimiento a los proyectos dado que predomina el interés económico-político antes que el socioambiental.

Otro motivo de rechazo de las comunidades cercanas a las mini hidroeléctricas es que en todos los casos se plantea vender la energía a la CFE, a diferencia de otros países donde la energía generada se utiliza para las comunidades que no tienen acceso a la red eléctrica pública. Para lograr una mayor aceptación, las comunidades deberían ser las directamente beneficiadas, dado que la iniciativa privada es la que utiliza los recursos naturales y obtiene todos los beneficios.

Existe desconocimiento sobre los aspectos técnicos de las mini hidroeléctricas, por parte de las consultorías ambientales y de las autoridades involucradas, debido sobre todo a la escasa claridad en las leyes que norman estos proyectos en México.

A pesar de que el futuro de las mini hidroeléctricas en el país no es muy alentador ya que es poco probable que puedan sustituir a corto plazo y en grado considerable a las fuentes convencionales de generación de energía eléctrica (petróleo, carbón y gas natural), representan un área de oportunidad sobre todo si se promueven conjuntamente con otras energías renovables (solar, eólica y biomasa), siempre y cuando exista la normatividad adecuada para definir las características que deben cumplir las mini hidroeléctricas y sean acatadas por todos los sectores involucrados. Esto representa el primer paso para promover un cambio de percepción de la ciudadanía sobre el uso de estas alternativas energéticas que pretenden transitar hacia formas más sustentables de generación de energía hidroeléctrica.

Finalmente, es importante proponer adecuaciones a la Ley de Transición Energética sobre las especificaciones técnicas básicas que debe cumplir una mini hidroeléctrica, para que exista una normatividad clara y apego a la misma desde la planeación y posterior

implementación, si es que se quiere cambiar la opinión que tienen las comunidades sobre este tipo de proyectos y aumentar su aceptación. Asimismo, es necesario retomar la participación de las comunidades que consideraba el artículo 21 de la Ley para el aprovechamiento de energías renovables y financiamiento de la transición energética, misma que fue abrogada en 2015, dejando desprotegidos a los pobladores que habitan los territorios donde pretenden instalarse los proyectos.

REFERENCIAS

- Altenhenne, M. (14 de febrero de 2012). *Pequeñas centrales hidroeléctricas en Perú*. <https://www.dw.com/es/pequeñas-centrales-hidroeléctricas-en-perú/a-14859716>
- Acuña, G. y Serrano, R. (2016). Los Conflictos socioambientales energéticos en América Latina: a propósito de las energías renovables en la agenda 2030/NU. En L. Nemer-Caldeira Brant (Ed.), *Desarrollo Sostenible y Matriz energética en América Latina. La universalización del acceso a la energía limpia* (pp. 77-121). Konrad Adenauer Stiftung.
- Arroyo-Huguet, M. (2017). Las mini-centrales hidroeléctricas: ¿de vestigios del pasado a opción de futuro? En H. Capel-Sáez (Ed.), *La electrificación y el Territorio. Historia y Futuro* (pp. 1-22). Universidad de Barcelona.
- Criollo-Cabrera, X. L. y Quezada-Damián, C. L. (2011). *Diseño de una mini central de energía hidroeléctrica en la planta de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Cuenca* (Tesis de licenciatura). Universidad Politécnica Salesiana.
- Duque-Grisales, E. A. y Arango-Vásquez, L. (2016). Alternativa de las pequeñas centrales hidroeléctricas de Antioquia en el mecanismo de desarrollo limpio. *Revista Ciencias Estratégicas*, 24(35), 73-100. <https://www.redalyc.org/pdf/1513/151352655005.pdf>
- Duque-Grisales, E. A., Patiño-Murillo, J. A. y Vélez-Gómez, L. D. (2014). Aplicación del mercado de carbono en pequeñas centrales hidroeléctricas. *Energética*, (44), 19-32. https://revistas.unal.edu.co/index.php/energetica/article/view/44997/html_2
- Espejo-Marín, C., García-Marín, R. y Aparicio-Guerrero, A. E. (2017). El resurgimiento de la energía minihidráulica en España y su situación actual. *Revista de Geografía Norte Grande*, (67), 115-143. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34022017000200007
- Flores-Saldaña, R. (abril-junio, 2013). *Energía minihidráulica*. Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias. <https://www.ineel.mx/boletin022013/breve02.pdf>
- García-Martínez, E. (2013). *Hidroeléctricas: el despojo pintado de verde y la lucha por los ríos como bienes comunes*. <https://subversiones.org/archivos/16018>
- Hernández-Peñalosa, A. (2004). *Las reformas energéticas, una expresión del neoliberalismo*. https://www.nodo50.org/cubasigloXXI/congreso04/hpenalosa_200404.pdf
- Hernández Núñez, M. C. (2018). *Conflicto socio ambiental derivado de mini hidroeléctricas en la comuna de Panguipulli, región de los ríos en Chile* (Tesis de pregrado en Geografía). Universidad de Chile.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). (2006). *Minicentrales Hidroeléctricas*. IDEA.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2016). *Anuario estadístico y geográfico de Veracruz de Ignacio de la Llave*. INEGI. <http://www.veracruz.gob.mx/wp-content/uploads/sites/2/2017/01/AEyGE2016.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2017). *Conociendo Veracruz de Ignacio de la Llave*. Xalapa. INEGI. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/estudios/conociendo/702825097332.pdf
- León-Fuentes, N. J. (2015). El proyecto hidroeléctrico de Jalcomulco, Veracruz, México y las reacciones de la sociedad civil. *Revista de Historia*, (72), 31-55. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/historia/article/view/8405>
- Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente de 1988 V-28-II. Diario Oficial de la Federación (05 de junio de 2018). http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148_050618.pdf

- Ley para el aprovechamiento de energías renovables y el financiamiento de la transición energética de 2008. Diario Oficial de la Federación, III-21 (07 de junio de 2013).
<http://www.cre.gob.mx/documento/3870.pdf>
- Ley de Transición Energética de 2015. Diario Oficial de la Federación, I-2-XVI-c (24 de diciembre de 2015).
http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5421295&fecha=24/12/2015
- Martínez Velarde, R. (2015). Presas y defensa de los territorios. *Entretextos*, (18), 1-12.
<http://entretextos.leon.uia.mx/num/18/PDF/ENT18-2.pdf>
- Mézquita-Alonso, I., Ruelas-Monjardín, L. C., y Hernández-Cortez, N. (2018). Conflictos socioambientales por construcción de hidroeléctricas: análisis de casos. En N. Hernández Cortez, L. C. Ruelas-Monjardín y M. E. Nava Tablada (Eds.), *Sustentabilidad del desarrollo: desafíos y propuestas* (pp. 99-112). El Colegio de Veracruz.
- Mosso, R. (2015). *Suspenden construcción de hidroeléctricas en Veracruz*. Milenio.
<http://www.milenio.com/estados/suspenden-construccion-de-hidroelectricas-en-veracruz>
- Secretaría de Protección Civil (PC). (2019). *Programa específico de acción, prevención, alertamiento y respuesta inmediata para temporada de lluvias y ciclones tropicales en el estado de Veracruz*. Xalapa, México. Secretaría de Protección Civil.
- Ruelas-Monjardín, L. C. (2013). Water management in México: analysis from the sustainability perspective. En A. Yañez-Arancibia, R. Davalos-Sotelo, J. Day y E. Reyes (Eds.), *Ecological dimensions for sustainable socio economic development* (pp. 69-86). Wit press.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2017). *Minihidroeléctricas en Veracruz 2017*. SEMARNAT.
- Secretaría de Energía (SENER). (2017). *Prospectiva del Sector eléctrico 2017-2031*. SENER.
- Skewes, J. C., Guerra, D., Rojas, P. y Mellado, M. A. (2011). ¿La memoria de los paisajes o los paisajes de la memoria? Los enigmas de la sustentabilidad socioambiental en las geografías en disputa. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, (23), 39-57.
<https://core.ac.uk/download/pdf/328065753.pdf>
- Toledo-Manzur, V. M. (2000). Los programas de desarrollo regional sustentable en regiones campesinas marginadas. En C. Toledo y A. Bartra (Coords.), *Del círculo vicioso al círculo virtuoso. Cinco miradas al desarrollo sustentable en regiones marginadas* (pp. 17-56). Plaza y Valdés editores.
- Toledo, V. M., Garrido, D. y Barrera-Basols, N. (2014). Conflictos socioambientales, resistencias ciudadanas y violencia neoliberal en México. *Ecología Política*, (46), 115-124.
<https://www.ecologiapolitica.info/?p=1266>
- Torres-Beristain, B. e Hidalgo, R. (2014). Megaproyectos en el estado de Veracruz: entre la devastación y el despojo. En B. Rodríguez Haros y J. Palerm (Eds.), *Memoria 3er. Congreso de la Red de Investigaciones Sociales sobre el Agua* (pp. 179-193). Universidad de Guanajuato.
- Valero, E. (2020). *Energía minihidráulica. Aspectos medioambientales*.
https://www.researchgate.net/profile/Enrique_Valero/publication/266183741_CAPITULO_6_ENERGIA_MINIHIDRAULICA_ASPECTOS_MEDIOAMBIENTALES/links/5523a0040cf2f3a40338a28e/CAPITULO-6-ENERGIA-MINI-HIDRAULICA-ASPECTOS-MEDIOAMBIENTALES.pdf