

Situación actual de la energía solar en Oaxaca, México

Luz Dehni Acosta Moyado¹

Iván Antonio García Montalvo²

José Luis Fernández Zayas³

Resumen

A raíz de la crisis climática que enfrentamos a nivel global se han desarrollado alternativas para mitigar y adaptarnos a las nuevas condiciones de vida. En este sentido, una de las fuentes de contaminación que más contribuyen al cambio climático es la de la energía (desde la generación hasta el consumo en distintos sectores) por lo que utilizar fuentes renovables se vuelve, no una opción, sino una necesidad.

En este artículo se presenta una descripción de la situación actual con respecto al uso de la energía solar en el estado de Oaxaca a través de una consulta bibliográfica para conocer el estado del arte de la energía solar; identificar los proyectos de energía solar en el estado a través de fuentes oficiales, notas periodísticas y redes sociales; y plantear los escenarios futuros para esta tecnología en este estado.

Se utiliza una metodología cualitativa con alcance descriptivo soportada por la teoría de desarrollo endógeno sustentable y la energía solar que ayudan a responder las siguientes preguntas: ¿Qué proyectos de energía solar hay en Oaxaca? ¿Cómo contribuyen al desarrollo endógeno sustentable? ¿Cuáles son las perspectivas de la energía solar en el estado de Oaxaca?

Se concluye que, a pesar de que las tendencias de investigación son predominantes en la variable tecnológica y que existen muy pocos artículos en el estado de Oaxaca que aborden el uso de energía solar para el desarrollo sustentable, existe un potencial aprovechamiento para distintos tipos de proyectos que contribuirían de manera positiva al desarrollo endógeno sustentable del estado, y que a su vez, podría ser una alternativa de los cambios jurídicos en materia eléctrica con respecto a los permisos de generación y producción independiente.

Conceptos clave: Energía solar, energía renovable, desarrollo endógeno sustentable

Introducción

Actualmente, el mundo vive no una sino distintas pandemias, el SARS-CoV-2, fiebre amarilla, Ébola y variantes de gripes (OMS, 2021), esto por consecuencia a la modificación de los ecosistemas e invasión a territorios naturales, ya sea por expandir el área de uso de suelo

¹ Estudiante de doctorado en Ciencias en Desarrollo Regional y Tecnológico en el Instituto Tecnológico de Oaxaca, v.erdehni@gmail.com

² Profesor investigador del Instituto Tecnológico de Oaxaca. Perteneciente al Sistema Nacional de Investigadores nivel 1, ivan.garcía@itoaxaca.edu.mx

³ Investigador Definitivo Titular C de la Universidad Nacional Autónoma de México, Perteneciente al Sistema Nacional de Investigadores nivel 2, jfernandez@iingen.unam.mx

para ganadería, vivienda, industrialización, transporte, u obtención de recursos naturales, implicando contaminación de las matrices ambientales (agua, suelo, aire, generación de residuos, etc.), siendo la liberación de gases de efecto invernadero uno de los problemas más graves, ya que aumenta la temperatura global provocando el cambio climático. Estas enfermedades, también tienen una relación directa con la disponibilidad de bienes y servicios básicos como alimentos, agua potable, drenaje, electricidad, cocción de alimentos, etc., por lo que dentro de las cumbres mundiales se han establecido metas para proponer soluciones desde distintos sectores. Uno de los regentes son los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) planteados en la Agenda 2030 del Acuerdo de París en 2015, un tratado internacional jurídicamente vinculante con el fin de frenar el calentamiento global por debajo de 1.5°C, requiriendo una transformación de los componentes de la sustentabilidad, es decir, social, ambiental y económico.

Uno de los 17 Objetivos es el número 7 “Energía asequible y no contaminante” que tiene como fin el “*Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos*” (UN, 2016). Se divide en 3 metas principales de aquí a 2030: 1. Garantizar el acceso universal a servicios energéticos, 2. Aumentar la proporción de energía renovable, y 3. Duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética. Con sus respectivos indicadores: 1.1 proporción de población con acceso a la electricidad, 1.2 proporción de la población cuya fuente primaria son combustibles y tecnologías limpias; 2.1 Proporción de energía renovable en el consumo final total de la energía; y, 3.1 Intensidad energética medida en función de la energía primaria y del PIB (CEPAL, 2018).

El uso de la energía solar representa, entonces, una propuesta viable para sustituir las fuentes no renovables como las fósiles, el carbón o la leña. De acuerdo con la Agencia Internacional de Energía Renovable (IEA por sus siglas en inglés, 2020a) la mayor inversión en proyectos de energía ha sido para la solar fotovoltaica, siendo en 2018 cuando más se implementaron y aunque hubo una pequeña disminución en los años siguientes, esta fuente es la que más potencial de crecimiento presenta para un futuro cercano. Este incremento se puede traducir en la disminución de costos tanto en los componentes de los sistemas (celdas fotovoltaicas) que han reducido hasta el 82% como el propio costo de la energía que oscila entre los \$0.063 centavos de dólar el kWh. Gracias a ello muchas empresas que utilizan energías como el carbón decidieron sustituir su fuente de energía. En el 2019 la sustitución de 500GW de estas centrales representó un ahorro de emisiones de CO₂ de 18 Gt y a su vez un beneficio económico de 940,000 millones de dólares (IEA, 2020b).

Al hablar de energía solar no sólo hablamos del aprovechamiento para la generación de energía eléctrica, sino también del aprovechamiento térmico, a través de sistemas intercambiadores de calor como placas o tubos por donde pasa un fluido y éste es almacenado, cuando la temperatura del agua llega a más de 100°C tiene un potencial de evaporación y velocidad que puede utilizarse en turbinas para generar electricidad, sin embargo, el uso más común de los calentadores solares es para uso doméstico y algunas aplicaciones industriales. Se tiene registro por la Agencia Internacional de Energía (IEA, 2020c) de que en 2019 se tenía una capacidad instalada de 6.289 GW en todo el mundo.

Los doctores Luca Ferrari y Omar Masera, en un webinar del Programa Nacional Estratégico sobre Transición Energética, explican cómo existe una correlación directa entre consumo de energía y crecimiento económico (medido en PIB), y emisiones de CO₂ y el PIB,

por lo que se interpreta que *“todo crecimiento económico requiere un incremento del consumo de energía y emisiones de GEI”* (CONACYT, 2020:4); en México particularmente se presentan 3 problemas principales en materia de energía que son la alta dependencia de combustibles importados del extranjero (con consecuencias hacia la seguridad energética); el impacto ambiental cuya mayor expresión es el Cambio Climático; y, la “inequidad energética” ya que una familia con altos ingresos económicos consume 7 veces más energía que aquella que habita en localidades rurales (CONACYT, 2020). De esto último nos hablan García y Graizbord (2016) que en el estudio de caracterización espacial de la pobreza energética en México conocieron que hay aproximadamente 3,898,000 hogares que no cuentan con acceso a la electricidad en sus viviendas o usan leña o carbón para cocinar, y hay casi 11,093,000 hogares en situación de pobreza energética.

A pesar de tener este respaldo y sobre todo el compromiso ante la ONU de reducir nuestras emisiones del sector industrial generando el 25% de energía limpia para 2020, 35% en el 2024 y 43% al 2030 (IMCO, 2016), el Reporte de Avance de Energías Limpias del 2018 (SENER, 2018) indica que las energías renovables sólo contribuyeron el 17.29% en la generación, y la energía solar fotovoltaica el 0.72% (1,204.54 GW) sin considerar la energía solar térmica.

Observando el caso particular del estado de Oaxaca, García y Graizbord (2016) reportan que su nivel de rezago social es “Muy Alto”, el índice de pobreza energética es de 66% y con un promedio de disposición de bienes por hogar de 3.1. También el último censo coloca en último lugar (97.5%) de viviendas particulares con electricidad (INEGI, 2020).

Oaxaca no está considerado a nivel nacional como uno de los que aprovechan esta fuente de energía a pesar del potencial de radiación solar que tiene (mínima 4.4 kWh/m² en diciembre y máxima de 6 kWh/m² en mayo, (Global Solar Atlas, 2020)). Incluso, dentro del cumplimiento de los Objetivos del Desarrollo Sostenible en cuanto al número 7 “energía asequible y no contaminante” no se tiene registro de medición en el estado, por tanto, no hay resultados registrados.

Durante la exploración sobre la situación actual de la energía solar en México y particularmente, Oaxaca, se presentan nuevas interrogantes como ¿Qué proyectos de energía solar hay en Oaxaca? ¿Cómo contribuyen al desarrollo endógeno sustentable? ¿Cuáles son las prospectivas de la energía solar en el estado de Oaxaca?

Desarrollo Endógeno Sustentable

Como se mencionó al principio de este documento, las condiciones actuales cada vez son menos favorables para los seres vivos debido al deterioro ambiental causado por las actividades antropogénicas, y es sobre todo en países menos desarrollados donde se ven más afectados por este contexto, siendo las áreas rurales con mayores pérdidas económicas y sociales. Por ejemplo, las consecuencias de la COVID-19 plantean un desafío para el cumplimiento de los Objetivos del Desarrollo Sostenible, debido a que muchas personas perdieron sus empleos al no poder salir a trabajar; no se contaba con las condiciones en casa para laborar a distancia; la atención de los servicios médicos rurales son deficientes sobre todo por la falta de equipos e infraestructura que se requirieron durante la crisis; estas situaciones están relacionadas con el acceso a la energía ya sea para consumo particular o

prestación de servicios. *“El acceso a la energía mejora la resiliencia de las comunidades pobres a largo plazo”* (Zaman, Vliet, Posh, 2020) ya que fortalece los vínculos entre las personas, se generan condiciones de supervivencia por la tecnología que se utiliza, se promueven procesos de adaptación a las adversidades ambientales y se mejora la economía local. El acceso a la energía debería de permitir un proceso de recuperación inclusivo y transversal al logro de los ODS (IRENA, 2020), y es aquí donde el concepto de desarrollo endógeno sustentable entra en favor de generar este acceso y a su vez, la asequibilidad energética permite el propio desarrollo interno de la comunidad, siendo un proceso simbiótico.

Bajo los principios del desarrollo endógeno, la apropiación de la tecnología dentro de la comunidad es primordial, la generación de conocimiento y redes de producción locales adaptadas a los recursos que se tienen de primera mano, permiten no depender de recursos (sobre todo económicos) externos, y si los hay, éstos deben operar bajo la planificación colectiva y no individual, es decir, la distribución de dichos recursos debe ser para cumplir objetivos que toda la comunidad haya planteado y sea esta misma la que decida su propio desarrollo, establezca límites claros de crecimiento y satisfacción de bienes, *“de ahí que la teoría del desarrollo endógeno tiene que ver con el redescubrimiento de la particularidad regional o local como política de desarrollo autónomo o self-reliance. Para ello se apoya en la idea de que al tomar en cuenta las singularidades socioeconómicas, políticas y culturales de cada región, podrá surgir endógenamente el desarrollo”* (Brunet y Böcker, 2015).

Energía Solar

El principio de la energía solar se basa en el aprovechamiento de la radiación emitida por el sol hacia la Tierra, pudiendo transformarla en electricidad o generar calor para intercambiarse a través de un fluido o sólido. Dependiendo de su utilización es que se clasifica la tecnología, ya sea, energía solar fotovoltaica o energía solar térmica o la combinación de ambas. Dentro de la gama de aplicaciones podemos encontrar:

- Generación de electricidad con radiación directa
- Generación de electricidad a través del calentamiento de un fluido para mover una turbina eléctrica
- Calentamiento de agua
- Cocción de alimentos
- Colectores solares calentadores de aire
- Invernaderos solares
- Edificación bioclimática
- Destiladores solares
- Refrigeradores solares

Objetivos

General:

Describir la situación actual y prospectivas de la energía solar en el estado de Oaxaca.

Específicos:

- Analizar el estado del arte de la energía solar a nivel estatal, a través de una revisión bibliográfica para conocer las tendencias de investigación y el rumbo de aplicación.
- Identificar los proyectos de energía solar en Oaxaca, a través de consulta en fuentes oficiales, notas periodísticas y redes sociales, para conocer las aplicaciones que se le da a la energía solar.
- Describir las prospectivas de la energía solar en el estado de Oaxaca.

Metodología

Esta investigación es de carácter exploratorio, descriptivo y cualitativo ya que se revisaron 3 enfoques sobre el tema: el estado del arte, los proyectos ya implementados y las prospectivas de la energía solar en el estado, por lo que se realizó una consulta bibliográfica a nivel estatal; se buscaron a través de fuentes oficiales, académicas, notas periodísticas y redes sociales, proyectos implementados en Oaxaca; y, se analizaron los posibles escenarios de la energía solar.

1. Revisión bibliográfica

Se buscó a través de Google Académico las estadísticas de “Energía solar” y “Solar Energy”. Después se buscó fuera de la sección de estadísticas, es decir, en el buscador de Google Académico sobre “energía solar”, “solar energy” y “energía solar Oaxaca”; de cada una se exploraron las primeras 5 páginas revisando cada artículo dentro de ellas. Por último, se buscaron en páginas de universidades como la UNAM, el IPN-CIIDIR y algunas latinoamericanas, tesis y publicaciones sobre el tema.

Cada artículo se registraba en una tabla de Excel con los siguientes datos:

- Etapa: desde los años 70's hasta los 20's de este siglo.
- Autor(es): El nombre de los autores iniciando por apellidos.
- Título: El título en el idioma original
- Año: Año de publicación
- Editorial: Publicación
- Número de páginas: número de páginas
- Objetivo general: Una vez leídos se escribe el objetivo general, o una descripción breve del artículo.

- Metodología: Se hace una reducción del proceso metodológico a la clasificación propuesta por Hernández Sampieri (2014) de acuerdo con el alcance de la investigación; sin embargo, su metodología podría implicar una combinación por ser libros o revistas completas. La clasificación se elige para dar una idea general de la perspectiva que tiene la investigación y así se pueda hacer un análisis del tipo de investigaciones que existen sobre la energía solar.
- Enfoque: se identifica si es tecnológico, social, ambiental o económico. Se puede tener más de un enfoque.

Para realizar el análisis de los textos consultados, se hizo una nueva tabla cuya base de clasificación fue cronológica desde los años 70's hasta la actualidad colocando un "1" a la(s) variable(s) que pertenece: tecnológica, social, económica y ambiental; y si es internacional, nacional o estatal. Para presentar los resultados se hizo una sumatoria de las variables por etapa para resumir la tabla.

2. Proyectos

La investigación tiene como fuente de datos información del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) y la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) elaborados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) de los Censos Económicos y de Vivienda de 2015 y 2020, obteniendo datos sobre el porcentaje de vivienda por municipio que cuenta con calentadores y paneles solares.

Se consultó el "Global Solar Atlas", el SolarGis de Open Street Map creado con energydata.info, ubicando los lugares con mayor radiación directa normal solar mayor a 5kWh/m² por día en el estado de Oaxaca.

Se buscaron en notas periodísticas y redes sociales proyectos de energía solar en Oaxaca. También se ubican las empresas de energía solar registradas ante la DENUE y sugerentes en Google Maps.

Por último, se consideran los municipios con mayor ingreso del ramo 33 referente al apoyo de infraestructura que permite invertirlos proyectos de energía solar.

3. Prospectivas

De acuerdo con la revisión bibliográfica y los proyectos actuales, se plantean dentro de la discusión los escenarios para la energía solar en el estado de Oaxaca y su relación con el desarrollo endógeno sustentable.

Resultados

1. Revisión bibliográfica

Se revisaron 158 documentos en total siendo únicamente 4 del estado de Oaxaca.

Las publicaciones son a partir del 2010 a la fecha. Ninguno de los artículos tiene el enfoque de las 4 variables tecnológica, social, económica o ambiental, se enfocan principalmente en el aspecto tecnológico y social y se consideran los aspectos económicos de cada proyecto (mas no cómo benefician económicamente). No hay alguno que considere los aspectos ambientales.

2. Proyectos

De acuerdo con cifras de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) a través del censo nacional 2020 dentro de las cifras de “vivienda” INEGI (2020), se reporta que el porcentaje de viviendas de Oaxaca que disponen de calentador solar de agua va desde 0.1% hasta 7.3% dependiendo del municipio (figura 1) siendo sólo 18 los que están arriba del 2%; de igual forma aquellas que cuentan con paneles solares va desde 0.1% hasta 7.2% (figura 2) de los cuales 23 son los que están arriba del 2%.

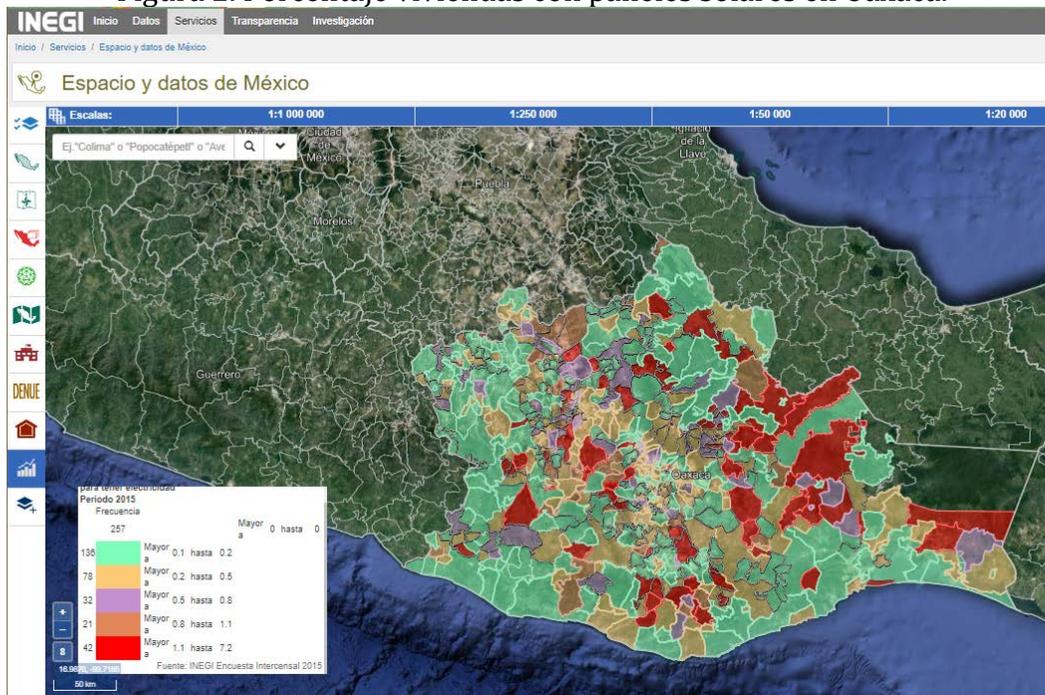
De los 570 municipios se identificaron 61 que de alguna manera tienen relación con la energía solar (figura 3), por ejemplo, hay 11 que tienen una radiación directa mayor a 6 kWh/m² por día; 8 sitios donde hay algún tipo de proyecto de energía solar; 8 donde se establecen empresas de energía solar; incluso hay una relación con aquellos (17) municipios con mayor aportación del ramo 33 y ramo 28.

Figura 1. Porcentaje viviendas con calentadores solares en Oaxaca.



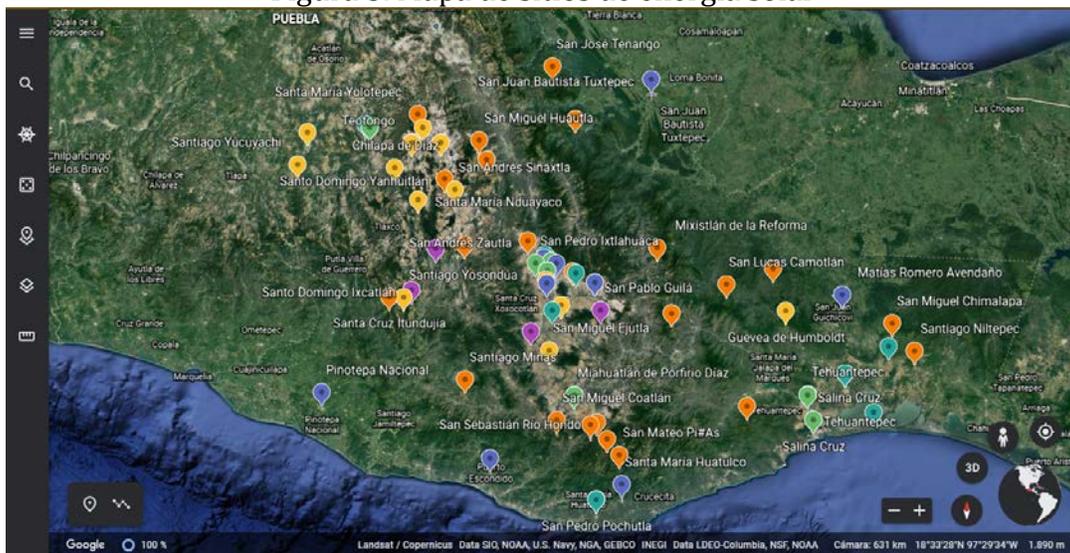
Fuente: INEGI, 2020

Figura 2. Porcentaje viviendas con paneles solares en Oaxaca.



Fuente: INEGI, 2020.

Figura 3. Mapa de sitios de energía solar



Nota: amarillo - % viviendas con calentador solar; naranja - % viviendas con paneles solar; morado – sitios de radiación directa normal solar mayor a 5kWh/m² por día; aqua – proyectos mencionados en notas periodísticas y redes sociales; verde – sitios donde se ubican empresas de energía solar; azul - municipios con mayor ingreso de los ramos 33 y 28.

Fuente: Elaboración propia con información del INEGI, ATLAS SOLAR y utilizando Google earth.

Las notas periodísticas son pocas (sólo 6) con proyectos que se mencionan en Oaxaca como los siguientes:

- Municipio de Oaxaca, apuesta por la energía solar (Mendoza, 2017).
- Energía solar en Oaxaca: limpia y portátil (Hernández, 2018).
- En Santa María del Mar (Istmo de Tehuantepec) crean comité que administrará pago de la luz solar (El Universal, 2019).
- Oaxaca y sus empresas se incorporan a la generación de energía fotovoltaica (Zarco, 2019).
- UTM primera institución en Oaxaca que contará con un parque solar (Estrada, 2019).
- Por primera vez y con paneles solares, llevan electricidad a 380 personas de la Costa de Oaxaca (El Universal, 2020).

Oaxaca es uno de los estados con mayor cantidad de pequeñas y medianas empresas solares registradas ante el INEGI en el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), contando 36 prestadoras de servicios como venta de paneles solares fotovoltaicos, calentadores solares, sistemas fotovoltaicos de bombeo, sistemas fotovoltaicos aislados, instalaciones de conexión a la red, cotizaciones de proyectos, proyectos llave en mano y asesorías.

Discusión

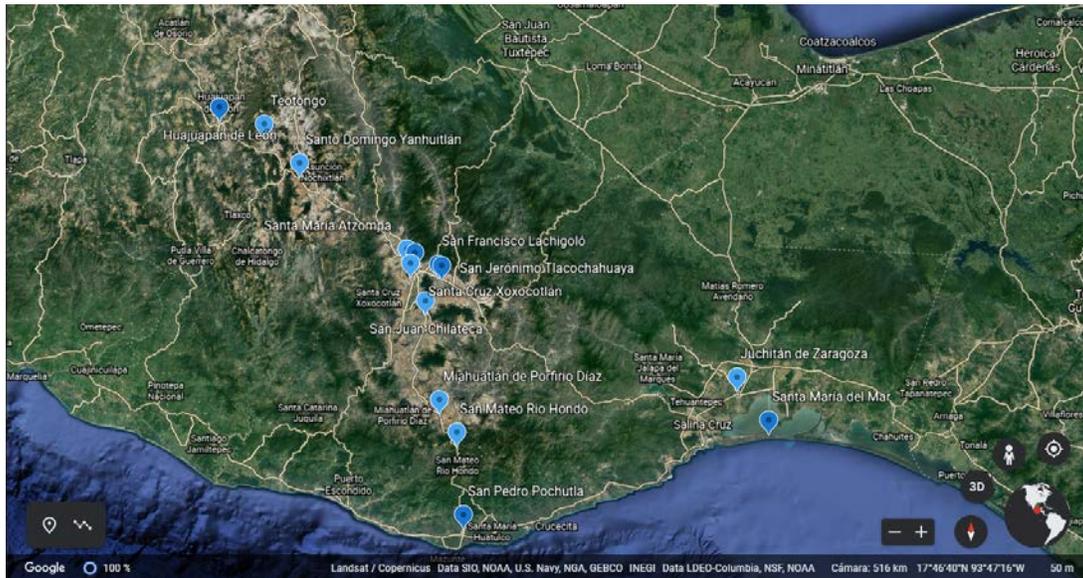
Las publicaciones en Oaxaca son sobre colectores solares planos para zonas rurales del estado, la construcción de un secador solar para madera aserrada en la Sierra Juárez, la construcción de un jardín solar fotovoltaico de 0.48 MW en la U.T.M. y como fuente de desinfección del agua para consumo humano a nivel domiciliario en Magdalena Teitipac. Esto habla de la gama de aplicaciones que tiene la energía solar que no sólo se enfoca en la electricidad o calentamiento de agua; sin embargo, el hecho de que sólo sean 4 publicaciones se refleja en la cantidad de proyectos en el estado, considerando que también son pocos los que se registran a nivel periodístico ya que se pueden encontrar las mismas noticias en distintos medios informativos.

Lo anterior explica por qué a nivel nacional no es considerado como un promotor de esta tecnología, a pesar del gran potencial con el que cuenta y las condiciones favorables por lo menos en algunos de los municipios marcados en los mapas descritos, ya que si se observa en la figura 5, existe un posible corredor solar que va desde la región mixteca hasta la región costa pasando por la capital del estado y algunas de las ciudades más importantes (o por lo menos con mayores ingresos) de Oaxaca, sin considerar el Istmo de Tehuantepec por la distancia aunque también ahí se cuenta con algunos proyectos y existe el mismo potencial.

Una de las justificaciones para no impulsar la tecnología fotovoltaica interconectada a la red eléctrica y realizar modificaciones a las Leyes energéticas por parte del gobierno federal, es para “frenar la corrupción” y la reactivación de la empresa pública (CFE) asegurando la seguridad energética del país al dejar de depender de combustibles extranjeros; sin embargo, en lugar de invertir en fuentes fósiles se tenía la oportunidad para transicionar a energías limpias; además, los costos que implica en el SEN la modificación

tecnológica actual (generadores a base de combustibles fósiles), se reflejarían directamente en los bolsillos de los mexicanos a través de su recibo de luz, incrementando las dificultades actuales y aumentando los niveles de pobreza energética, a menos que se tenga una estrategia local que permita amortiguar los impactos. Una de estas estrategias será la generación distribuida, es decir, que cada edificación cuente con su propio generador solar (o cualquier fuente de energía renovable in situ).

Figura 1. Potencial de un corredor solar en el Estado de Oaxaca.



Fuente: Elaboración propia utilizando Google Earth.

Los problemas técnicos que argumentan las personas a favor de las reformas energéticas es la creación de una “cola de pato” en la curva de despacho de energía, esto es, que cuando las generadoras de CFE están operando en su mayor capacidad la curva horaria se mantiene relativamente constante, sin embargo, al meter fuentes de energía renovable intermitentes, es decir, dependientes de factores externos como el viento o el sol que no otorgan una cantidad de energía fija, se crean picos de energía variables, por ejemplo una curva cóncava hacia abajo muy cerrada a las 12 del día por el aporte proveniente de centrales solares, por lo que los grandes generadores deben bajar su capacidad al mínimo, porque cuando llega un horario en el que el consumo aumenta (a partir de las 18:00) y ya no hay aporte por parte de otras centrales, éstas deben subir su capacidad en un tiempo muy corto para poder mantener el suministro, y eso genera grandes costos económicos y de mantenimiento, que a la larga deja de ser rentable.

Sin embargo, estas situaciones podrían disminuir si se invirtiera más en otras tecnologías como la energía de biomasa, como lo hacen en Alemania o Noruega que utilizan como materia prima para la generación de electricidad a través de la pirólisis o combustión completa de los residuos sólidos urbanos, los cuales sí son una fuente constante. Algo importante de recalcar y de lo que muchos especialistas como Luca Ferrari y Omar Masera mencionan es que *“las renovables por sí solas, es decir, sin atacar de fondo la necesidad de reducir la demanda energética, no pueden solucionar el problema de las emisiones de gases de*

efecto invernadero (GEI).” (SEMARNAT, 2020), por lo que regular el uso de la energía por parte de las grandes industrias es primordial para una verdadera transición energética. El uso eficiente en las residenciales y comercios implica más allá de sólo ahorro de energía eléctrica pero que también tiene que ver con el aprovechamiento de la energía solar como en la aplicación de la arquitectura bioclimática.

Es decir, transicionar hacia nuevas formas de desarrollo implica pensar y actuar de manera transversal, reflexionar sobre el verdadero objetivo colectivo de cada comunidad es primordial para limitar el crecimiento desmedido que conlleva a desigualdades económicas, sociales y ambientales; por lo que, la aplicación de una sola estrategia no es suficiente. La generación distribuida, es parte del engranaje de un nuevo progreso sustentable, pero no debe quedar ahí, se debe abrir la discusión legislativa para no retroceder en materia energética promocionando las energías renovables (a través de financiamiento, programas y políticas públicas), haciendo uso eficiente por parte de las industrias que implique el replanteo de sus procesos y productos duraderos (eliminando obsolescencia programada), limitando y sancionando a las empresas de energía con centrales que mayor cantidad de GEI emitan y promover las cooperativas urbanas y rurales de producción distribuida de energía, uso de ecotecnologías como estufas solares, paneles, secadores, bombas, entre otros.

Los mapas que muestran el porcentaje de viviendas con paneles o calentadores solares podrían en un primer vistazo hacer creer que Oaxaca cuenta con ambas tecnologías, sin embargo, viendo los datos, la mayoría de los municipios tiene menos del 2%. Por ejemplo, el promedio de casas con calentadores está en 0.6%, en comparación con otros estados como la Ciudad de México, donde el promedio es de 2.2% o Aguascalientes que tiene el mayor porcentaje a nivel nacional con el 16.1%; el promedio de casas con paneles solares en Oaxaca es de 0.4%, la Ciudad de México 0.5%, Durango y Baja California Sur con 2.1%. Estos porcentajes son muy bajos si los comparamos con otros países como China, Estados Unidos o India que tienen más del 8% (IEA, 2020a), por lo que el camino hacia la generación distribuida en México se podría considerar atrasado aún.

Los municipios con mayor oportunidad de crecimiento se encuentran en la región de valles centrales, ya que los centros urbanos que mayores ingresos reciben, mayor accesibilidad a tecnología, redes de comunicación y distribución de bienes se encuentran en esta área, sobre todo alrededor de la zona metropolitana de la capital del estado, Oaxaca de Juárez. Sin embargo, aplicando la teoría de desarrollo endógeno sostenible, no debería ser limitante para poder aprovechar los beneficios del sol cuyas aplicaciones deben ser de acuerdo con las necesidades locales. La perspectiva que se le ha dado en las notas periodísticas no se aborda desde la sustentabilidad, se deja como un triunfo aislado sin seguimiento, pero es un hecho que el potencial que existe dentro de las comunidades que ya cuentan con esta tecnología para hacerse de una apropiación de esta y detonar una nueva ruta de desarrollo e incluso a las zonas rurales no tan habitadas.

Dentro de los Planes, Programas y proyectos a nivel estatal y municipal no existe ningún documento que tenga objetivos o metas de aprovechar, específicamente, la energía solar. Los proyectos encontrados han sido con inversión de cooperativas internacionales para el cumplimiento de los ODS, programas federales, inversión privada, trabajos académicos financiados por CONACYT, pero ninguno ha sido planificado ni financiado por el gobierno del estado y mucho menos gobiernos municipales. Esto quiere decir que hace falta

una red de investigadores académicos, inversionistas, tomadores de decisiones en los municipios, empresas que aporten la tecnología, que promuevan el uso de la energía solar en el estado; porque, aunque hay personas que ya lo están haciendo no hay comunicación entre todas aquellas que pudieran fortalecer una alternativa energética para Oaxaca.

“El desarrollo social no es el ascenso social, sino el desarrollo individual en relación con el otro” (Llano, 2018), la Dra. Claudia nos resume en esta frase que las nuevas formas de desarrollo no deberían ser en sentido económico, sino la base de la movilidad social debería ser con objetivos colectivos, aprendizajes endógenos, aprovechamiento de recursos locales, una verdadera democratización de las cooperativas comunitarias, fomento de la cultura y la creatividad para relacionarse a través de la tecnología, y plantear escenarios donde no se llegue con vergüenza al futuro ni se tengan deudas con las próximas generaciones.

Conclusiones

Una vez analizando los aspectos con respecto al uso de la energía solar en Oaxaca, se puede concluir que:

1. Oaxaca no contempla actualmente el uso de la energía solar como una herramienta de desarrollo, ya que no hay suficiente investigación, proyectos o programas, a pesar de su gran potencial y condiciones favorables para su aprovechamiento en todas las formas posibles: generación de electricidad, bombeo de agua, riego, cocción de alimentos, deshidratadores, calentamiento de fluidos, refrigeración, sistemas mixtos que aporten la energía para tratamiento de aguas residuales, biodigestores, etc.
2. Existen múltiples instituciones académicas, un respaldo legislativo, instituciones financieras y empresas locales que pueden conformar una red de implementación de proyectos de energía solar a través de la capacitación a los locales, financiamiento de la tecnología, diseño y planeación del proyecto, monitoreo, aprovechamiento de productos o beneficios, investigación y mejoras.
3. Es necesario un diagnóstico a nivel local donde se encuentran los proyectos de energía solar para conocer la percepción de los consumidores, los tomadores de decisiones, los que no son usuarios, pero saben que la tecnología se encuentra en su comunidad y también conocer los aspectos económicos y ambientales de cada proyecto.
4. La investigación sobre el uso de la energía solar tiene una tendencia hacia la variable tecnológica, sin embargo, se debe orientar esta tecnología como herramienta de desarrollo, y en particular un desarrollo endógeno sustentable por las razones mencionadas en este artículo.
5. Las reformas propuestas en materia energética no afectan directamente al uso de la energía solar en el estado, Si pudieran tener limitantes para cierto tipo de proyectos, pero, el aprovechamiento de esta tecnología no se limita a la generación de electricidad. Sin embargo, la generación distribuida es una alternativa viable para tener energía eléctrica y transicionar hacia nuevos escenarios de desarrollo local.

Referencias

- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)**, (2018) *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. ONU. Santiago.
- IEA**, (2020c) *Renewables 2020. Analysis and forecast to 2025*.
- SENER**, (2018) *Reporte de Avance de Energías Limpias. Primer Semestre 2018*, México.
- Brunet I., Ignasi; Böcker Z. Rafael**, (2015) *Desarrollo sostenible, humano y endógeno*. Estudios Sociológicos XXXIII: 98, p.p. 311 – 335.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)**, (2020) *Programa Nacional Estratégico sobre Transición Energética (PRONACE-TE). Marco general de una Transición Energética Sustentable*. Primer webinar lunes 11 de mayo. México.
- García O., Rigoberto; Graizbord, Boris**, (2016) *Caracterización espacial de la pobreza energética en México. Un análisis a escala subnacional, Economía, Sociedad y Territorio*. Vol. XVI, núm. 51. pp. 289-337, México.
- Espinosa Nieves, Serrano-Luján Lucía, Urbina Antonio, Krebs Frederik C.**, (2015) *Solution and vapour deposited lead perovskite solar cells: Ecotoxicity from a life cycle assessment perspective*. Solar Energy Materials and Solar Cells Volume 137, June, pp 303-310.
- Hossain Mohammad I., Alharbi Fahhad H., Tabet Nouar**, (2015) *Copper oxide as inorganic hole transport material for lead halide perovskite based solar cells*. Solar energy, pp 370 – 380.
- Hossain M.F., Hossain S., Uddin M.J.**, (2017) *Renewable energy: Prospects and trends in Bangladesh*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, pp. 44 – 49.
- Li Cunlong, Han Ceng, Zhang Yubo, Zang Zhigang, Wang Ming, Tang Xiaosheng, Du Jihe**, (2017) *Enhanced photoresponse of self-powered perovskite photodetector based on ZnO nanoparticles decorated CsPbBr₃ films*. Solar Energy Materials and Solar Cells Volume 172. December, pp 341 – 346.
- Wang Dian, Wright Matthew, Kumar Elumalai Naveen, Uddin Ashraf**, (2016) *Stability of perovskite solar cells*. Solar Energy Materials & Solar Cells 147, pp 255 – 275.
- Zaman, Rafia; Van Vliet, Oscar; Posch, Alfred**, (2020) *Energy access and pandemic-resilient livelihoods: The role of solar energy safety nets*. Energy Research and Social Science, núm. 71, pp. 5.
- Global Solar Atlas**, (2020) “SolarGis”, Recuperado de <https://globalsolaratlas.info/map?c=17.205082,-96.740112,9&m=site&s=16.751948,-96.447601> Fecha de consulta 20.10.XX.
- IEA (International Energy Agency)**, (2020a) *Annual growth for renewable electricity generation by source, 2018-2020, Paris*. Recuperado de <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/annual-growth-for-renewable-electricity-generation-by-source-2018-2020> Fecha de consulta 25.11.XX.

- IEA**, (2020b) *Global Energy Review 2020. The impacts of the COVID-19 crisis on global energy demand and CO2 emissions, Flagship report – April 2020* recuperado de <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2020> Fecha de consulta 11.05.XX.
- INEGI**, (2020) *Censo de población y vivienda 2020, entidad Oaxaca*, Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=20#tabMCcollapse-Indicadores> Fecha de consulta 08.05.XXI.
- IRENA**, (2020) *Post-Covid recovery: An agenda for resilience, development, and equality*. International Renewable Energy Agency: Abu Dhabi, 2020, junio, Recuperado de: <https://www.irena.org/publications/2020/Jun/Post-COVID-Recovery> Fecha de consulta: 18.05.XXI.
- Llano, Claudia**, (2018) *Quietud y movimiento, TEDx talks, TEDx Medellín, 14 junio*, Recuperado de https://www.ted.com/talks/claudia_llano_quietud_y_movimiento Fecha de consulta: 12.05.XXI.
- Organización Mundial de la Salud (OMS)**, (2021) *Preparación y respuesta ante emergencias. Brotes epidémicos*, Recuperado de <https://www.who.int/csr/don/es/> Fecha de consulta 08.03.XXI.
- SEMARNAT**, (2020) *¿Qué implica una transición energética sustentable?, Diálogos Ambientales, primavera, México*, Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/558610/5Energetica2_sin_marcas_.pdf Fecha de consulta 26.06.XXI.
- United Nations (UN)**, (2016) *Energía Asequible y no contaminante: Por qué es importante, Objetivos del Desarrollo Sostenible*. Recuperado de https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/wp-content/uploads/sites/3/2016/10/7_Spanish_Why_it_Matters.pdf Fecha de consulta 26.IV.XX.