



**SENER**  
SECRETARÍA DE ENERGÍA

ATLAS NACIONAL DE  
**ZONAS CON ALTO  
POTENCIAL DE  
ENERGÍAS LIMPIAS**

2023

## ÍNDICE

<b>1. Marco Normativo .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Definiciones.....</b>	<b>4</b>
2.1 Energías limpias .....	4
<b>3. Atlas de Energías Limpias.....</b>	<b>5</b>
3.1 Potencial de energía limpia .....	5
3.2 Energía de biomasa.....	5
3.2.1 Potencial de biomasa de residuos forestales.....	6
Mapa 1: potencial de biomasa residuos forestales por estado .....	7
Mapa 2: potencial de biomasa residuos forestales por municipio.....	8
3.2.2 Potencial de biomasa de residuos pecuarios.....	8
Mapa 3: potencial de biomasa por residuos pecuarios por estado .....	9
Mapa 4: zona de alto potencial de biomasa residuos pecuarios.....	10
3.2.3 Potencial de biomasa de residuos industriales.....	10
Mapa 5: potencial de biomasa por residuos industriales por estado .....	11
3.2.4 Potencial de biomasa de residuos urbanos.....	12
Mapa 6: potencial de biomasa por residuos urbanos por estado.....	13
Mapa 7: zonas de alto potencial de biomasa residuos urbanos.....	14
3.3 Energía eólica.....	14
Mapa 8: promedio anual del viento.....	16
Mapa 9: zonas de alto potencial de energía eólica.....	17
Mapa 10: velocidad del viento.....	18
Mapa 11: zonas de alto potencial de energía eólica .....	19
Mapa 12: velocidad promedio anual del viento .....	20
Mapa 13: zonas de alto potencial de energía eólica.....	21
3.4 Energía hidroeléctrica .....	21
Mapa 14: potencial de cuencas hidroeléctricas.....	23
3.5 Energía geotérmica .....	24
Mapa 15: potencial de energía geotérmica.....	26
Mapa 16: zonas con alta calidad de potencial de energía geotérmica.....	27
3.6 Energía por medio de oleaje o mareomotriz.....	27
Mapa 17: zonas de alto potencial de energía por oleaje.....	28
3.7 Energía solar.....	29



---

Mapa 18: zonas con alto potencial de energía solar, panel fijo, primer escenario.....	30
Mapa 19: zonas con alto potencial de energía solar, panel de seguimiento, primer escenario .....	31
Mapa 20: zonas con alto potencial de energía solar, panel fijo, segundo escenario .....	32
Mapa 21: zonas con alto potencial de energía solar, panel de seguimiento, segundo escenario.....	33
<b>4. Referencias .....</b>	<b>34</b>



## 1. MARCO NORMATIVO

De acuerdo con el Título Tercero, Capítulo I, Artículo 14, Fracción XI de la Ley de Transición Energética, corresponde a la Secretaría de Energía, SENER:

Elaborar y publicar anualmente el Atlas Nacional de Zonas con Alto Potencial de Energías Limpias que deberá contar con el siguiente contenido actualizado y verificable:

- a) Las zonas del país que tengan un alto potencial de Energías Limpias;
- b) Las variables climatológicas relevantes para el desarrollo de Energías Limpias. Para el desarrollo de esta información se deberá contar con la colaboración del Instituto (*Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias*), del Servicio Meteorológico Nacional y del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, y
- c) La información detallada, gráfica y tabular de las Zonas de Alto Potencial de Energías Limpias, considerando los criterios de infraestructura necesaria para el desarrollo de proyectos de generación eléctrica con base en Energías Limpias y su interconexión. Esta información deberá ser utilizada para la planeación de la expansión de la Red Nacional de Transmisión y las Redes Generales de Distribución;

## 2. DEFINICIONES

### 2.1 ENERGÍAS LIMPIAS

Las energías limpias están definidas en la Ley de la Industria Eléctrica (LIE), en su artículo 3, fracción XXII, como aquellas fuentes de energía y procesos de generación de electricidad cuyas emisiones o residuos no rebasen los umbrales establecidos en las disposiciones reglamentarias que para tal efecto se expidan. Entre las energías limpias se consideran las siguientes:

- a) El viento;
- b) La radiación solar, en todas sus formas;
- c) La energía oceánica en sus distintas formas: mareomotriz, maremotérmica, de las olas, de las corrientes marinas y del gradiente de concentración de sal;
- d) El calor de los yacimientos geotérmicos;
- e) Los bioenergéticos que determine la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos;
- f) La energía generada por el aprovechamiento del metano y otros gases generados en los sitios de disposición de residuos, granjas pecuarias y en las plantas de tratamiento de aguas residuales, entre otros;
- g) La energía generada por el aprovechamiento del hidrógeno mediante su combustión o su uso en celdas de combustible, siempre y cuando se cumpla con la eficiencia mínima que establezca la CRE y los criterios de emisiones establecidos por la SEMARNAT en su ciclo de vida;
- h) La energía proveniente de centrales hidroeléctricas;
- i) La energía nucleoelectrónica;
- j) La energía generada con los productos del procesamiento de esquilmos agrícolas o residuos sólidos urbanos (como gasificación o plasma molecular), cuando dicho procesamiento no genere dioxinas y furanos u otras emisiones que puedan afectar a la salud o al medio ambiente, y cumpla con las normas oficiales mexicanas que al efecto emita la SEMARNAT;
- k) La energía generada por centrales de cogeneración eficiente en términos de los criterios de eficiencia emitidos por la CRE y de emisiones establecidos por la SEMARNAT;



- l) La energía generada por ingenios azucareros que cumplan con los criterios de eficiencia que establezca la CRE y de emisiones establecidos por la SEMARNAT;
- m) La energía generada por centrales térmicas con procesos de captura y almacenamiento geológico o bio-sequestro de bióxido de carbono, que tengan una eficiencia igual o superior en términos de kWh generado por tonelada de bióxido de carbono equivalente emitida a la atmósfera, a la eficiencia mínima que establezca la CRE y los criterios de emisiones establecidos por la SEMARNAT;
- n) Tecnologías consideradas de bajas emisiones de carbono conforme a estándares internacionales; y
- o) Otras tecnologías que determinen la SENER y la SEMARNAT, con base en parámetros y normas de eficiencia energética e hídrica, emisiones a la atmósfera y generación de residuos, de manera directa, indirecta o en ciclo de vida.

### 3. ATLAS DE ENERGÍAS LIMPIAS

#### 3.1 POTENCIAL DE ENERGÍA LIMPIA

Una zona con alto potencial de Energía Limpia se define como un área territorial o un sitio con alta probabilidad de viabilidad técnica y económica para la construcción de una central eléctrica renovable. Sin embargo, no se garantiza que exista viabilidad técnica ni económica para el aprovechamiento de los recursos de energía limpia en tal zona, solo se asegura el **potencial del recurso**.

#### 3.2 ENERGÍA DE BIOMASA

De acuerdo con la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos, este tipo de energía se refiere a los combustibles obtenidos de la biomasa provenientes de materia orgánica de las actividades, agrícola, pecuaria, silvícola, acuacultura, algacultura, residuos de la pesca, domésticas, comerciales, industriales, de microorganismos, y de enzimas, así como sus derivados, producidos, por procesos tecnológicos sustentables que cumplan con las especificaciones y normas de calidad establecidas por la autoridad competente.

Como concepto de biomasa se determina a un conjunto múltiple de materias orgánicas, tanto por su origen como por su naturaleza y composición, que puede utilizarse para obtener energía. La formación de materia viva o biomasa a partir de la luz solar se lleva a cabo por el proceso denominado fotosíntesis, gracias al cual se producen grandes moléculas de alto contenido energético, cuyo coste de almacenamiento es nulo y, en principio, sin pérdidas. Mediante la fotosíntesis, las plantas transforman productos minerales sin valor energético, dióxido de carbono y agua, en materias orgánicas de alta energía, proceso que sólo tiene lugar en plantas verdes, las cuales contienen una sustancia llamada clorofila, ya que este compuesto es el que posibilita toda la serie de reacciones químicas que tienen lugar. Los productos que fabrican para sí las plantas (azúcares, proteínas, grasas, etc.) y el oxígeno que simultáneamente eliminan, sirven, a su vez, directa o indirectamente, de alimentos constituyentes o energéticos a todos los demás seres que habitan el planeta (Jarabo Friedrich & Elortegui Escartín, 2000).

Igualmente se considera como biomasa la materia orgánica de las aguas residuales, y la parte orgánica biodegradable de los residuos sólidos urbanos, por las características específicas de estos residuos se suelen tomar como un conjunto aparte. La biomasa producida en un proceso biológico, espontáneo o inducido tiene carácter de energía renovables puesto que su contenido energético procede en última instancia de la energía solar adherida por los vegetales en el proceso fotosintético (Hidalgo Osorio, Vasquez Carrera, Carrillo Velarde, & Germanico, 2021). La energía almacenada en el proceso fotosintético puede ser posteriormente transformada en energía térmica, eléctrica o como carburantes de origen vegetal (SEMARNAT, 2018).



En México los bioenergéticos que son utilizados para la generación eléctrica son biogás, licor negro, biomasa, relleno sanitario y bagazo de caña. Actualmente, se cuenta con 33 centrales de bioenergía con una capacidad total instalada de 408 Megawatts (MW), asimismo la generación por bioenergía representó el 0.63%, esto es una participación equivalente a 2,141.3 GWh de generación en el 2022 (SENER, 2023). Aunado a lo anterior, respecto a este tipo de fuentes de energía (Bioenergía), los estados con mayor participación son los siguientes: Veracruz con 192 MW, Oaxaca con 50 MW, San Luis Potosí con 49 MW e Hidalgo con 31 MW; y una generación de energía eléctrica de 1,989.2 GWh en 2018 a 2,141.3 GWh en 2022.

### 3.2.1 Potencial de biomasa de residuos forestales

Los residuos forestales están constituidos por ramas, cortezas, virutas, serrín, hojas, tocones y raíces, habiendo constituido durante siglos la fuente energética más importante de la Humanidad. Para facilitar su estudio, los residuos que se producen en el bosque se pueden dividir en dos grandes grupos:

- Residuos de corte y elaboración de madera.
- Residuos de tratamientos silvícolas.

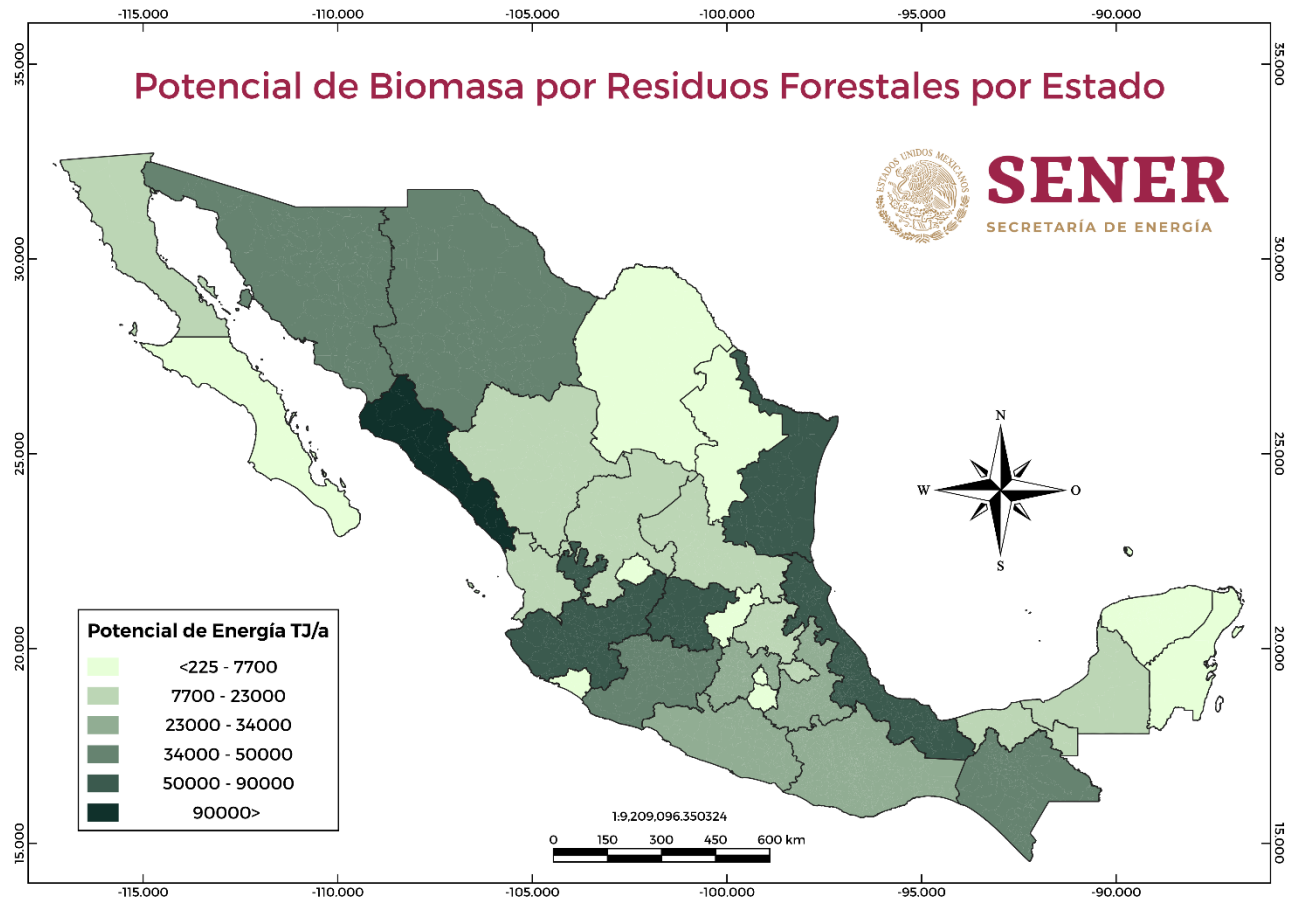
Respecto al primer grupo, hay que destacar la producción de ramas, teniendo en cuenta que aquéllas de diámetro inferior a 7,5 cm no reportan ninguna utilidad industrial en la actualidad y representan un residuo que hay que eliminar del bosque para evitar la propagación de incendios y plagas. Es considerable también la producción de corteza, serrín y viruta, originados en la elaboración de tableros, tanto a partir de troncos como de ramas. Las hojas, tocones y raíces también representan una cantidad apreciable de biomasa residual, susceptible de aprovechamiento.

Respecto al segundo grupo, son considerables los residuos que se producen en los tratamientos silvícolas: limpiezas de los bosques naturales que se realizan para aumentar el rendimiento del bosque y evitar la propagación de incendios, y clareas que se efectúan en los montes repoblados. La eliminación de estos residuos supone en la actualidad un problema que, en la mayoría de los casos, sólo se puede resolver con la destrucción sobre el terreno, con la consiguiente pérdida energética. Se distinguen dentro de estos residuos los de madera de sierra, madera de industria y leña para astillas (Jarabo Friedrich & Elortegui Escartín, 2000).

El uso de residuos forestales como una fuente de biomasa para la generación de bioenergéticos representa una de las alternativas para los proyectos de energía limpia, ya que este tipo de generación genera un biocombustible menos contaminante en comparación con los de origen fósil. Además, mientras que el calor y la electricidad pueden ser generados por otras alternativas renovables como viento, sol y agua, la producción de combustibles y la síntesis de productos químicos requieren transformar la biomasa (Ayala-Mendivil & Sandoval, 2018).

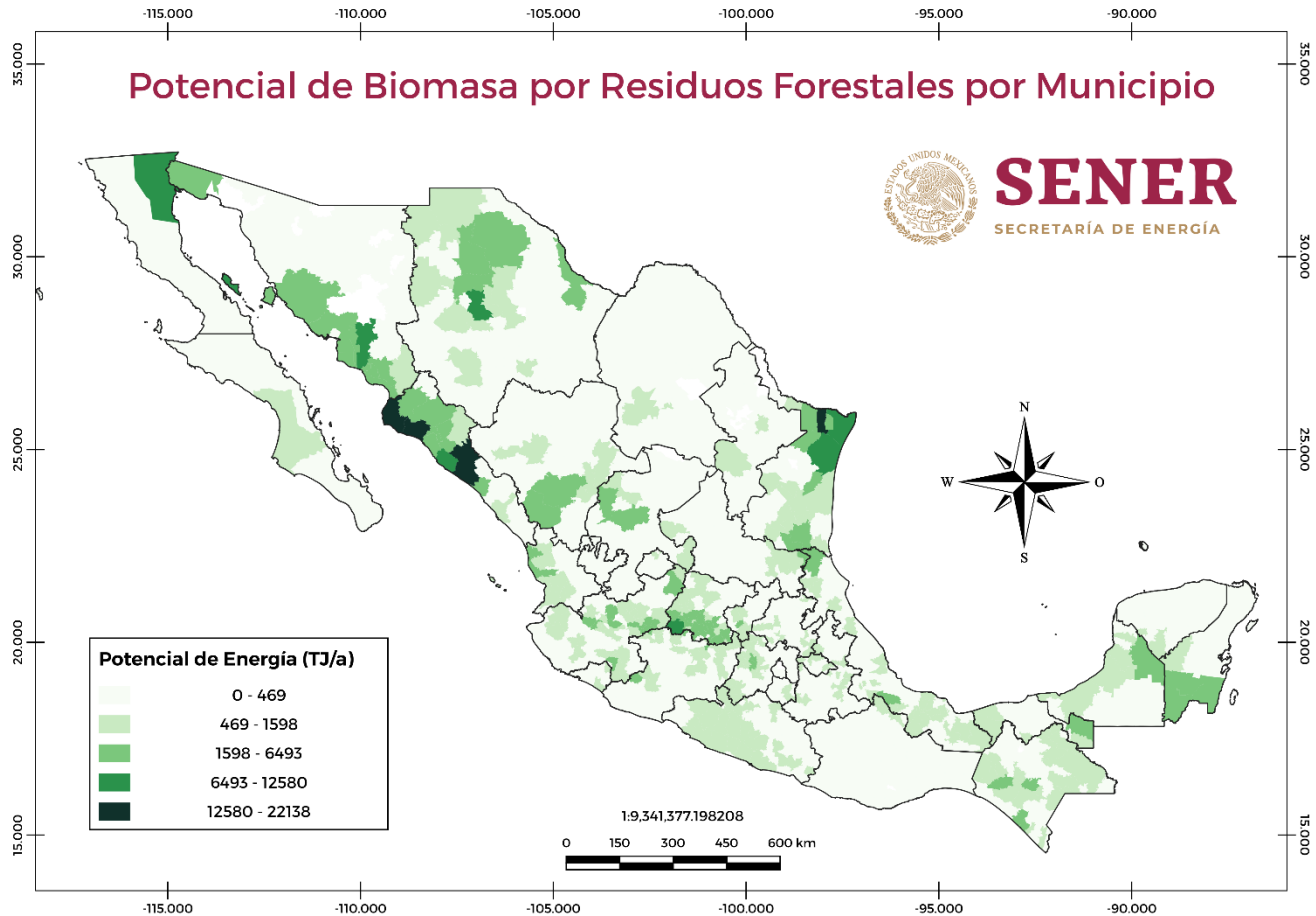
El **Mapa 1** muestra el potencial promedio por estado para la generación de energía por biomasa de residuos forestales, teniendo a los estados de Sinaloa, Jalisco, Tamaulipas, Guanajuato y Veracruz como las entidades con más alto potencial, ya que cuentan con una superficie forestal de 3,205,202.3, 4,546,511.5, 3,823,023.05, 1,262,179.57 y 1,262,179.57 hectáreas respectivamente (CONAFOR, 2023). El **Mapa 2** muestra el potencial promedio por municipio, destacando Ahome, Guasave y Culiacán en Sinaloa, así como el municipio de Rio Bravo en Tamaulipas, entre otros municipios de la República, que presentan un alto potencial en la generación de biomasa por este tipo de residuos.

**MAPA 1: POTENCIAL DE BIOMASA RESIDUOS FORESTALES POR ESTADO**  
 (Terajoules al año)



**FUENTE:** Elaboración propia con información proporcionada por CFE.

**MAPA 2: POTENCIAL DE BIOMASA RESIDUOS FORESTALES POR MUNICIPIO**  
(Terajoules al año)



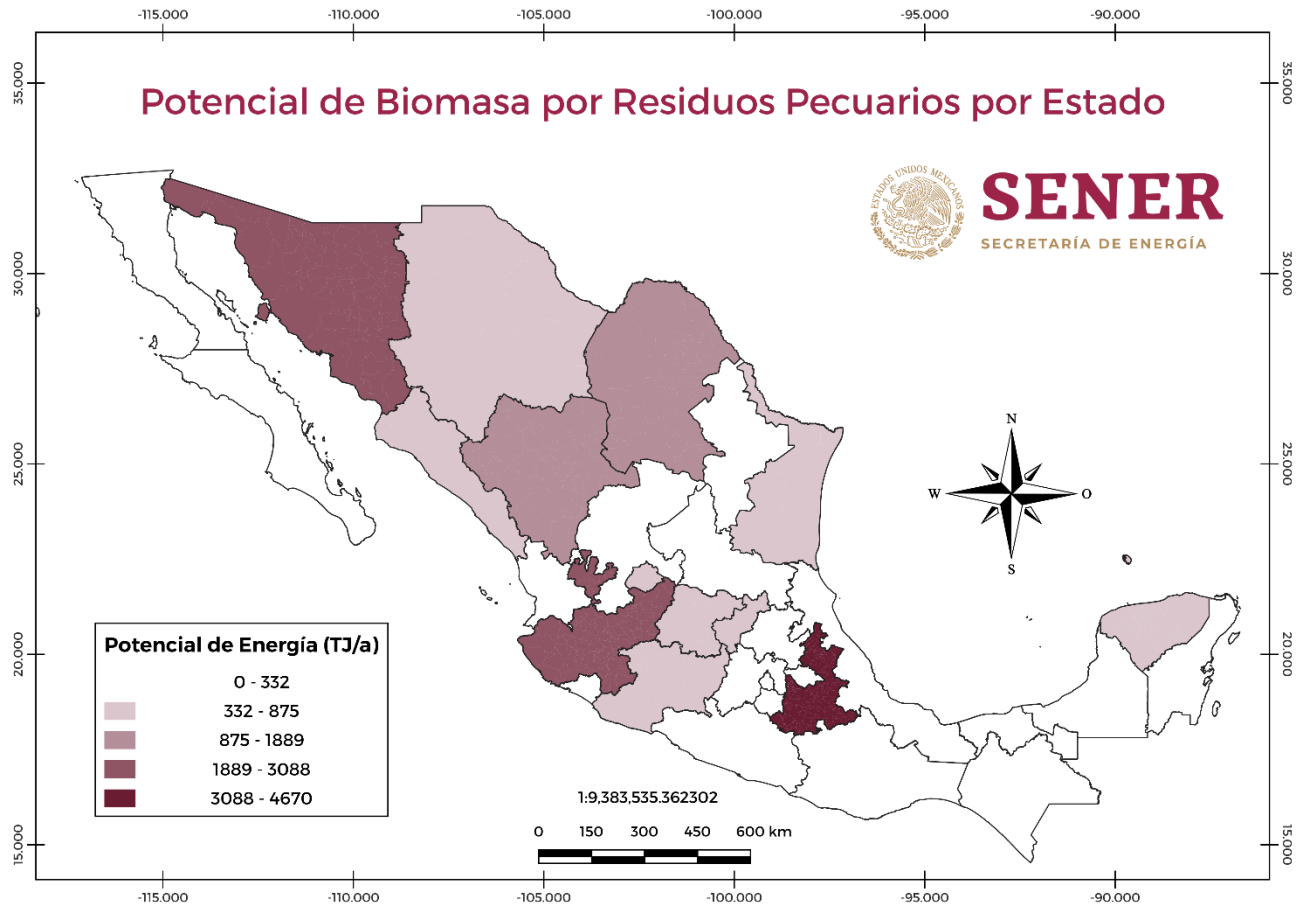
**Fuente:** Elaboración propia con información proporcionada por CFE.

### 3.2.2 Potencial de biomasa de residuos pecuarios

El biogás producido por la digestión anaerobia de residuos pecuarios es una sustitución viable de la biomasa tradicional usada en iluminación y calor. Su uso presenta ventajas como la mejora en la productividad de las fincas, la reducción del impacto ambiental y el rompimiento de la dependencia a los combustibles fósiles y agroquímicos (Parra-Ortiz, Botero-Londoño, & Botero-Londoño, 2018).

El **Mapa 3** muestra el potencial promedio para la generación de energía por biomasa de residuos pecuarios en cada estado. Los estados de Puebla, Jalisco y Sonora con una producción de 599,419.35, 1,537,108.82 y 581,752.31 toneladas (ton) respectivamente para el 2022 (SADER, 2023), muestran un alto potencial para este tipo de residuos, junto con otra cantidad considerable de zonas con un potencial moderado en los estados de Yucatán, Durango, Coahuila y Guanajuato.

**MAPA 3: POTENCIAL DE BIOMASA POR RESIDUOS PECUARIOS POR ESTADO**  
 (Terajoules al año)

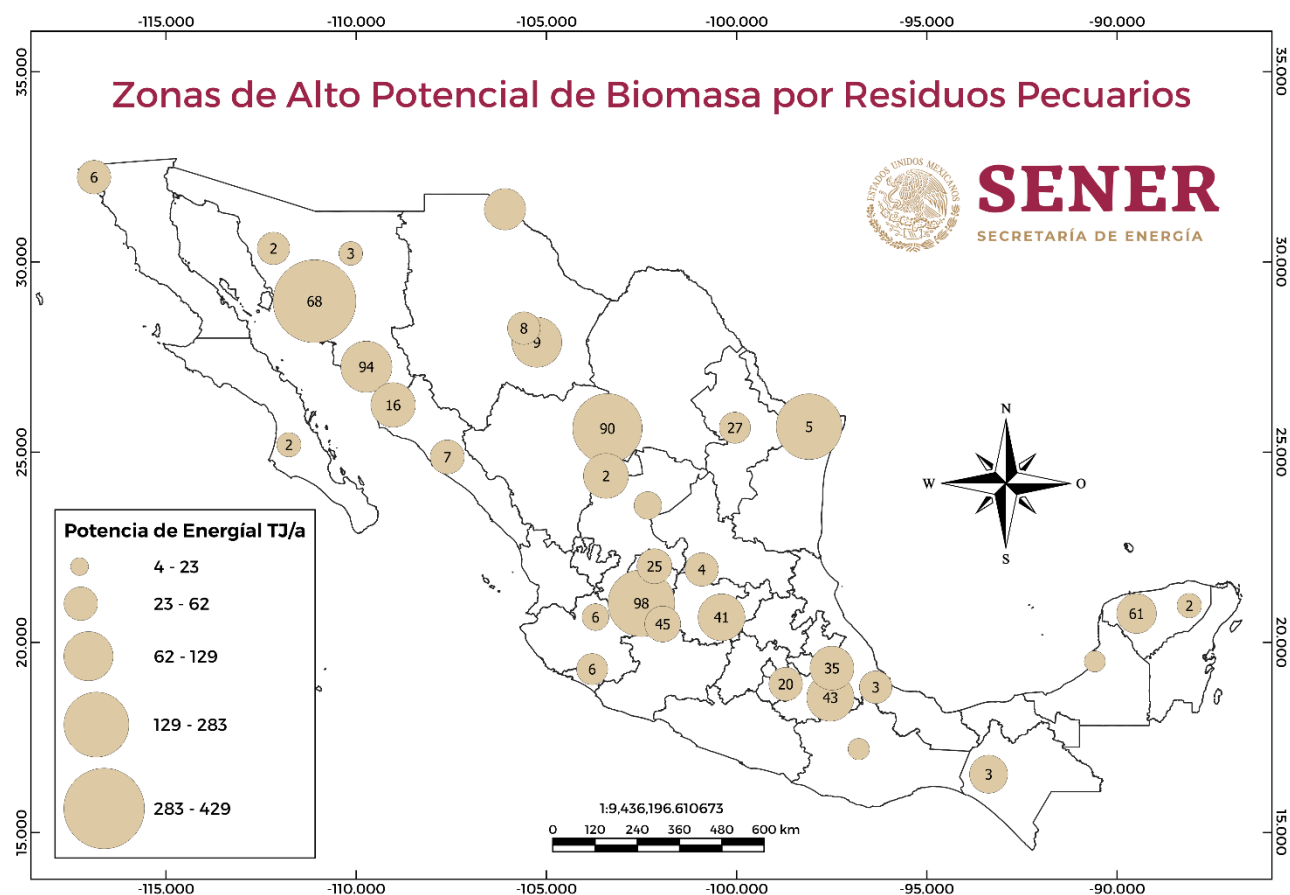


**FUENTE:** Elaboración propia con información proporcionada por CFE.

El **Mapa 4** muestra la ubicación de las zonas con alto potencial de residuos pecuarios. El mapa contiene agrupaciones de zonas representadas por círculos con un número al centro, el cual es la cantidad de zonas agrupadas en esa área, los círculos sin número al centro solo representan una zona aislada, además el tamaño del círculo hace referencia a la magnitud del potencial de energía promedio por agrupación, en otras palabras, entre más grande sea el diámetro del círculo este representará un mayor potencial de generación de energía de biomasa.

#### MAPA 4: ZONA DE ALTO POTENCIAL DE BIOMASA RESIDUOS PECUARIOS

(Terajoules al año)



**FUENTE:** Elaboración propia con información proporcionada por CFE.

### 3.2.3 Potencial de biomasa de residuos industriales

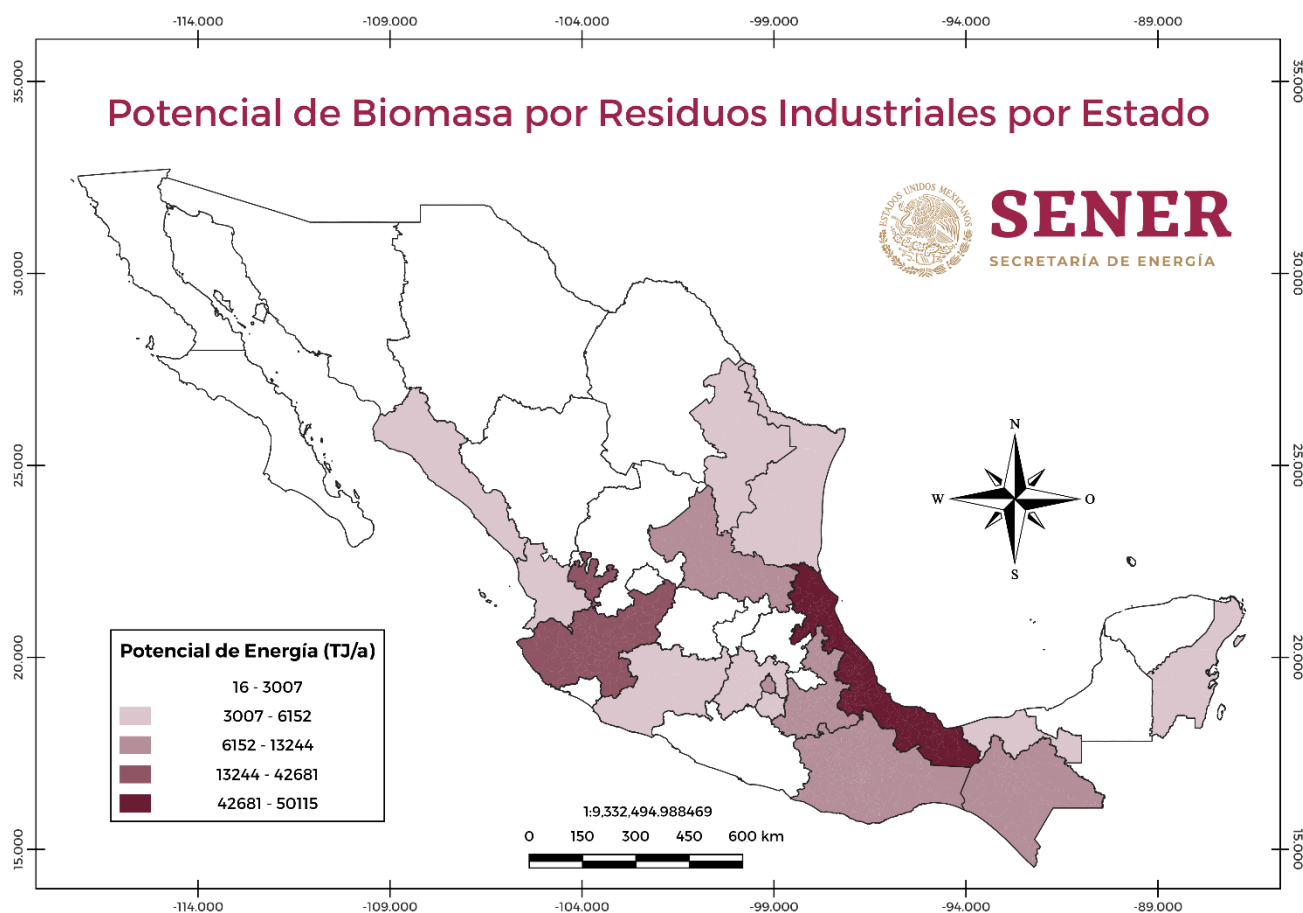
Algunos de los residuos utilizados para producir biomasa por residuos industriales son los residuos agroalimentarios, estos son generados en los distintos tipos de procesos industriales, desde la cosecha o crianza, hasta el producto terminado (Díaz-Montes, 2022), y los bio-residuos domésticos, que son los residuos orgánicos biodegradables de origen vegetal y/o animal, susceptibles de degradarse biológicamente generados en el ámbito domiciliario y comercial.

Es muy amplio el número de sectores industriales que generan residuos orgánicos; sin embargo, en gran proporción, la producción real es muy escasa, ya que, por lo general, dichos residuos se utilizan como subproductos o aporte energético y, cuando no tienen utilidad y proceden de pequeñas industrias, frecuentemente se incorporan a los residuos sólidos urbanos. Por estos motivos sólo se consideran de interés los residuos de sectores industriales que puedan generar grandes cantidades de residuos de naturaleza orgánica, suponiendo su

eliminación un bajo coste adicional para la empresa. Las industrias para considerar desde este punto de vista son las de conservas vegetales, producción de aceites y vinos, frutos secos, aunque localmente pudieran ser importantes industrias de otro tipo, generadoras de biomasa residual (Jarabo Friedrich & Elortegui Escartín, 2000).

Durante el 2022, el VAB (Valor Agregado Bruto) de las actividades primarias, integradas por el sector Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza, alcanzó una cifra de 1,150,180 millones de pesos corrientes. El **Mapa 5** muestra el potencial promedio por estado, y se aprecia cómo se concentra gran parte del potencial para la generación de energía a partir de este tipo de residuos en Jalisco y Veracruz, ya que estos aportaron el 13.8% y el 6.9% respectivamente (INEGI, 2023).

**MAPA 5: POTENCIAL DE BIOMASA POR RESIDUOS INDUSTRIALES POR ESTADO**  
(Terajoules al año)



**FUENTE:** Elaboración propia con información proporcionada por CFE.

### 3.2.4 Potencial de biomasa de residuos urbanos

Los núcleos de población producen diariamente grandes cantidades de residuos, que se pueden considerar dentro de dos grandes grupos: los residuos sólidos urbanos y las aguas residuales urbanas. El tratamiento y eliminación de estos residuos constituye un problema cada vez mayor, debido a su incesante crecimiento, a medida que aumenta la población y el nivel de vida de esta. Por ello, se han realizado investigaciones a una amplia gama de soluciones posibles a este problema, destacando aquellos métodos de tratamiento que permitan la obtención de energía y el reciclaje de productos útiles.

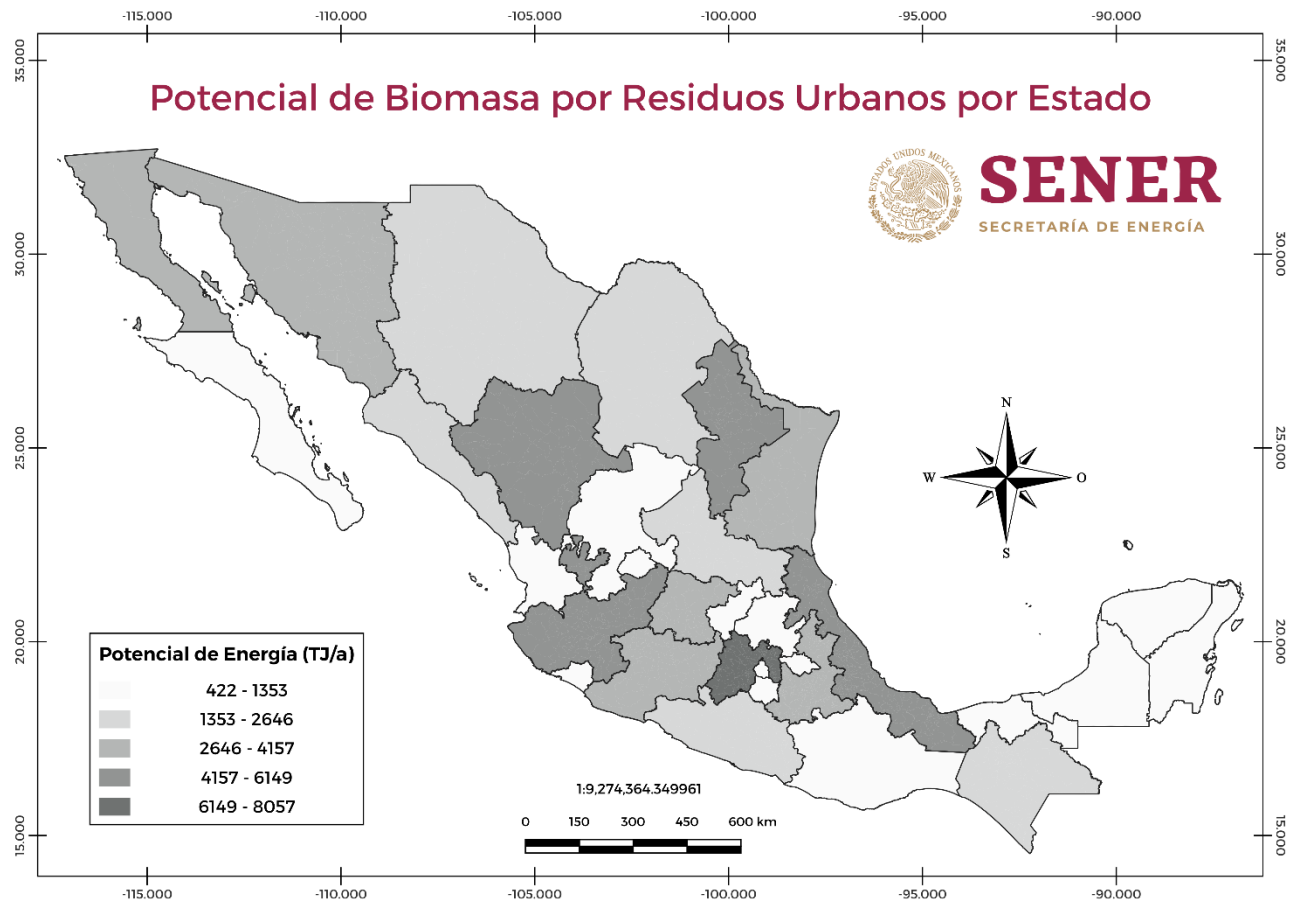
Se denominan residuos sólidos urbanos a aquellos materiales generados en los procesos de fabricación, transformación, utilización, consumo o limpieza llevados a cabo en los núcleos urbanos, que son finalmente destinados al abandono. Su composición es muy variable, pero se puede promediar su contenido en materia orgánica en alrededor del 50%, y su producción media no suele alcanzar 1 kg/hab\*día, variando la distribución de ambos valores en función del tamaño de los núcleos urbanos y del nivel de vida de la población (Jarabo Friedrich & Elortegui Escartín, 2000).

Es posible generar biomasa para la producción de energía mediante residuos sólidos urbanos a través de los putrescibles, es decir, cualquier materia, residuo o sobrante que se pudre de manera natural, fácil y rápida, además de papel y plástico, aprovechando hasta el 80% del total de los residuos sólidos urbanos recolectados. Los residuos sólidos municipales o urbanos se pueden convertir en energía por combustión directa o por digestión anaeróbica natural en un relleno sanitario diseñado para ello. En los rellenos sanitarios el gas producido es conocido como *Landfill gas* (LFG, por sus siglas en inglés), por la descomposición natural de los residuos sólidos urbanos, que luego se recolecta del material almacenado y, se depura y limpia, antes de introducirlo en los motores de combustión interna o turbinas de gas para generar calor y energía.

Cabe mencionar, que en el 2022 hubo un incremento del 53% en la generación de residuos urbanos sólidos (RUS), en comparación con el 2021, equivalente a 67,164 kg (INEGI, 2023). El **Mapa 6** se muestra el potencial promedio por estado para los residuos urbanos, en el cual se observa un gran potencial en el Estado de México, seguido de Veracruz, Jalisco, Durango y Nuevo León, los cuales generan 9.8, 2.50, 2.8, 0.6 y 2.0 millones de toneladas de residuos urbanos respectivamente.



**MAPA 6: POTENCIAL DE BIOMASA POR RESIDUOS URBANOS POR ESTADO**  
(Terajoules al año)

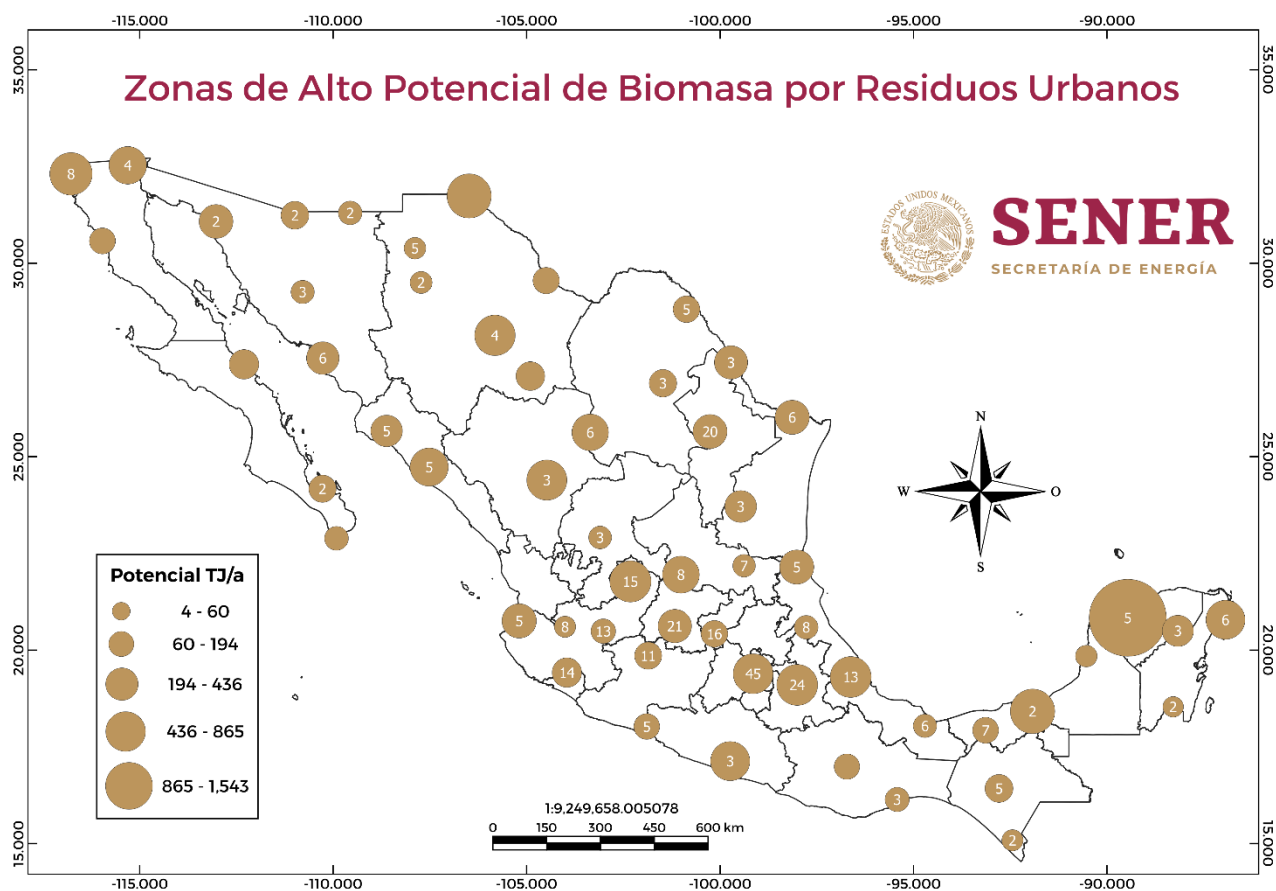


**FUENTE:** Elaboración propia con información proporcionada por CFE.

A continuación, en el **Mapa 7**, se observa una concentración de zonas significativas en lugares que cuentan con una gran masa poblacional, como es el caso del Estado de México con una población de 16,992,418 millones de personas, la Ciudad de México con 9,209,944 millones de habitantes, y los estados de Jalisco con 8,348,151, Veracruz con 8,062,579 y Nuevo León con 5,784,442 millones de habitantes respectivamente (INEGI, 2020) . De lo anterior, se puede observar que donde hay mayor potencial es donde se concentra la mayor parte de la industria y población dentro del país, principalmente en la zona Norte y Centro del país (SENER, 2023).

#### MAPA 7: ZONAS DE ALTO POTENCIAL DE BIOMASA RESIDUOS URBANOS

(Terajoules al año)



**Fuente:** Elaboración propia con información proporcionada por CFE.

### 3.3 ENERGÍA EÓLICA

El viento es una consecuencia de la radiación solar. Las diferencias de insolación entre los distintos puntos de la Tierra generan diferentes áreas térmicas y los desequilibrios de temperatura provocan diferencias de densidad en las masas de aire, que se traducen en variaciones de presión. El aire, como cualquier gas, se mueve desde las zonas de alta presión a las de baja presión. Se establece así cierto equilibrio por transferencia de energía entre las zonas de diferente temperatura, lo que ocasiona un desplazamiento de masas de aire, lo que produce el viento. De esta forma se podría definir el viento como una corriente de aire resultante de las diferencias de presión en la atmósfera,

provocadas en la mayoría de los casos, por variaciones de la temperatura (Jarabo Friedrich & Elortegui Escartín, 2000).

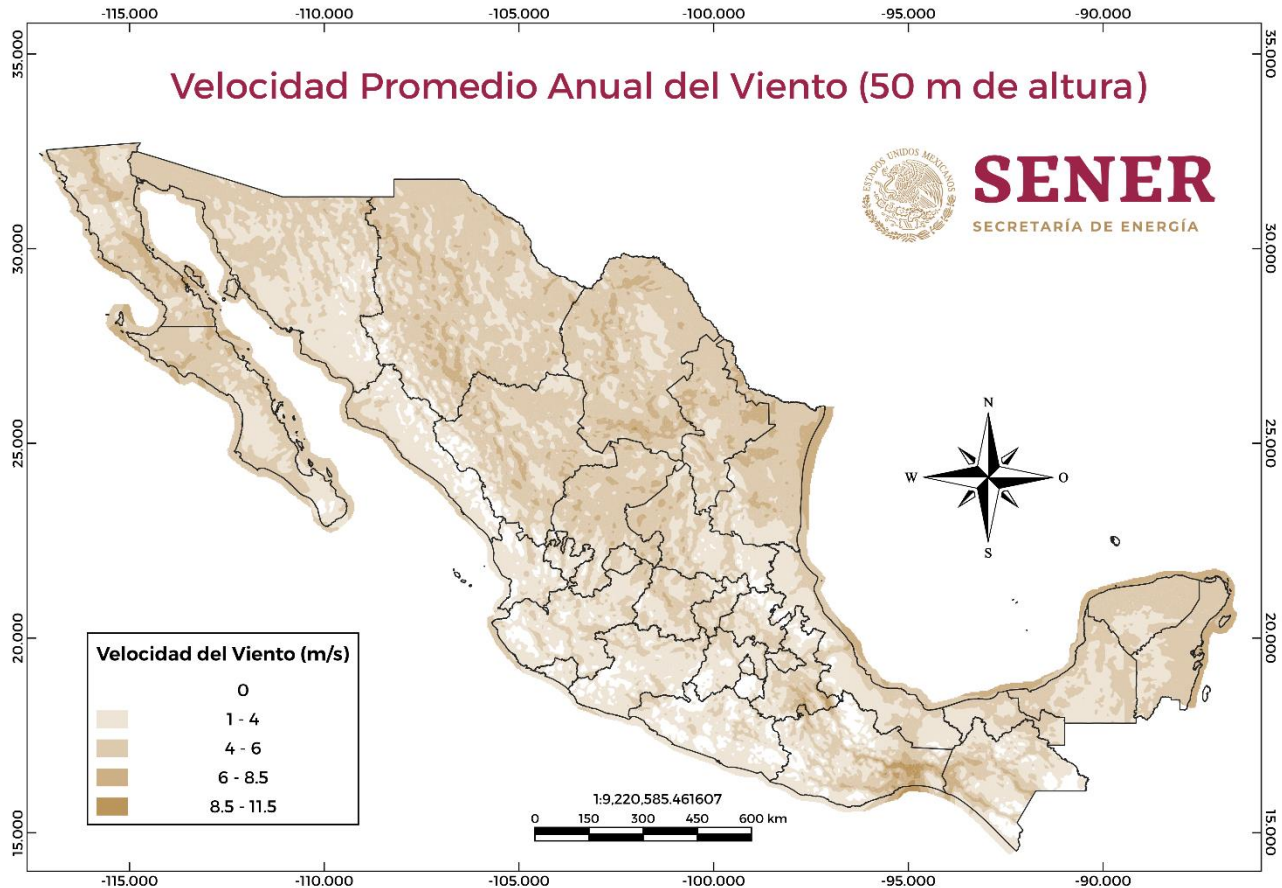
En términos generales el aprovechamiento de la energía eólica depende de la orografía y de la velocidad y dirección del viento, y para que la energía eólica se establezca en una localización concreta, mediante parques eólicos, el lugar de instalación debe cumplir con dos requisitos principales: a) evaluar el terreno y b) medición del viento. (SEGOB, 2012). Si bien es uno de los tipos de energía limpia, a diferencia de la hidroeléctrica o la geotérmica, esta requiere del soporte de sistemas de almacenamiento para garantizar el soporte continuo al Sistema Eléctrico Nacional.

Actualmente, México cuenta con 66 centrales eólicas a lo largo del país, lo que da como resultado una capacidad total instalada de 6,921 MW. En 2022 la generación eoloeléctrica representó un 6.03% de la generación total de energía eléctrica, lo que equivale a una participación de 20,528.75 GW (SENER, 2023), por otro lado, los estados con mayor participación Oaxaca (La Venta, Eurús, Fuerza y Energía Biii Hoxo) y Tamaulipas (Parque Eólico Reynosa III, Eólica Mesa La Paz).

El Laboratorio Nacional de Energía Renovable (NREL), destacó que México tiene un gran potencial eólico principalmente concentrado en los estados de Oaxaca, Chiapas, Veracruz, Tabasco, Coahuila, Tamaulipas, Nuevo León y Baja California. En los mapas 8, 10 y 12, se presenta la velocidad del viento en México, en su promedio anual, a las alturas de 50, 80 y 120 metros respectivamente. Los estados antes mencionados tienen extensas áreas donde el viento alcanza velocidades óptimas para la generación de energía (CONAGUA, 2023).



**MAPA 8: PROMEDIO ANUAL DEL VIENTO**  
(metros por segundo)



**FUENTE:** Elaboración propia con información proporcionada por CFE.

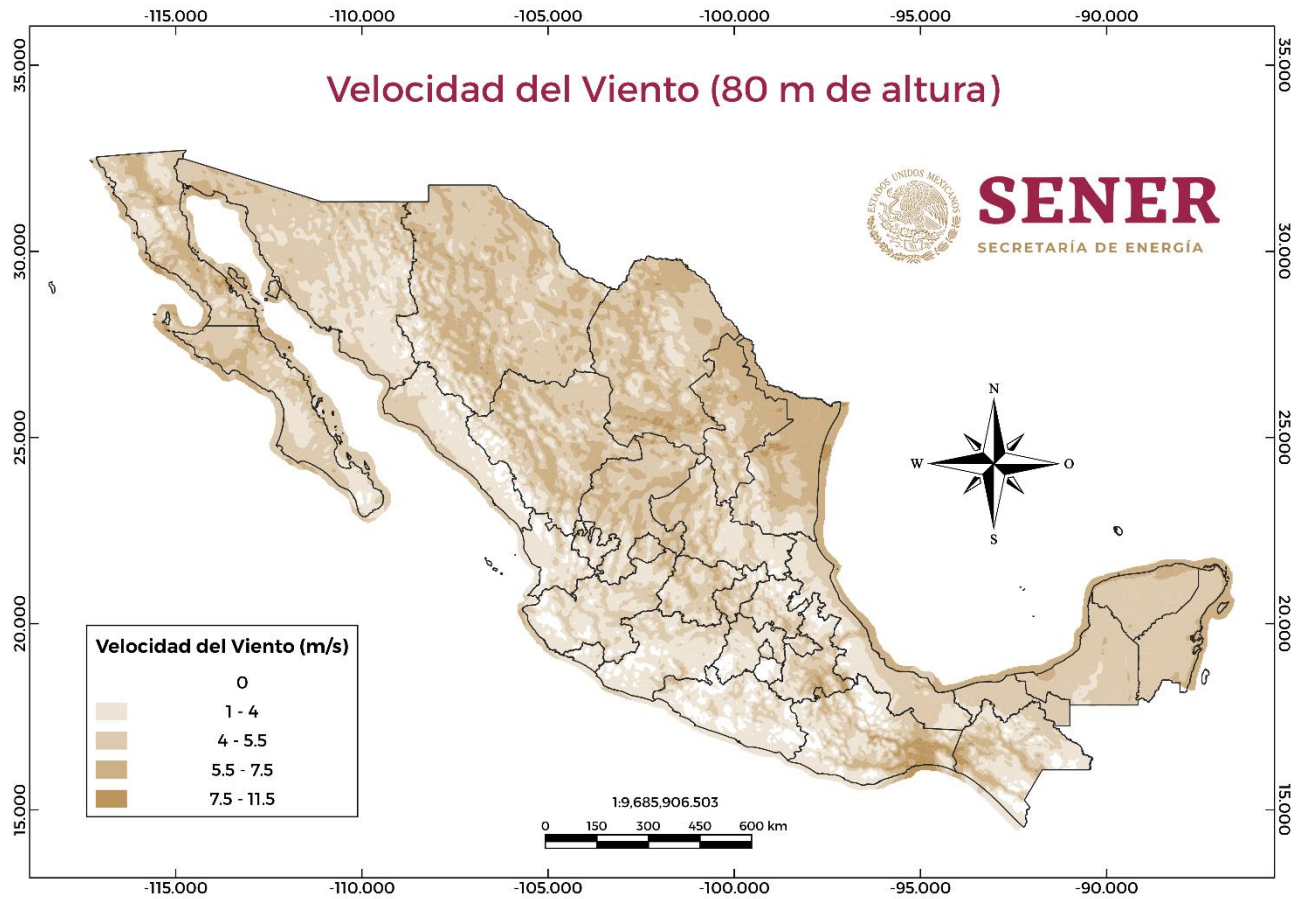
Esto a su vez, también se refleja en los mapas 9, 11 y 13, que presentan el potencial de energía eólica, medido por su densidad de potencial representada en  $W/m^2$ . Estas mediciones fueron obtenidas de igual forma a las alturas de 50, 80 y 120 metros respectivamente. Es importante resaltar que una densidad de potencia de  $200 W/m^2$  ya es rentable para generar energía eléctrica a partir de aerogeneradores. Las primeras dos categorías que representan 0 y menor o igual a  $200 W/m^2$ , no son rentables para los aerogeneradores. Lo anterior reduce el área potencial para el aprovechamiento, donde se destacan zonas potenciales en los estados de Oaxaca, Tamaulipas y Baja California, entre otros estados con extensas áreas de potencial moderado (Bracho, Alvarez, Aznar, & Brancucci, 2022).

**MAPA 9: ZONAS DE ALTO POTENCIAL DE ENERGÍA EÓLICA**  
 (Watts por metro cuadrado)



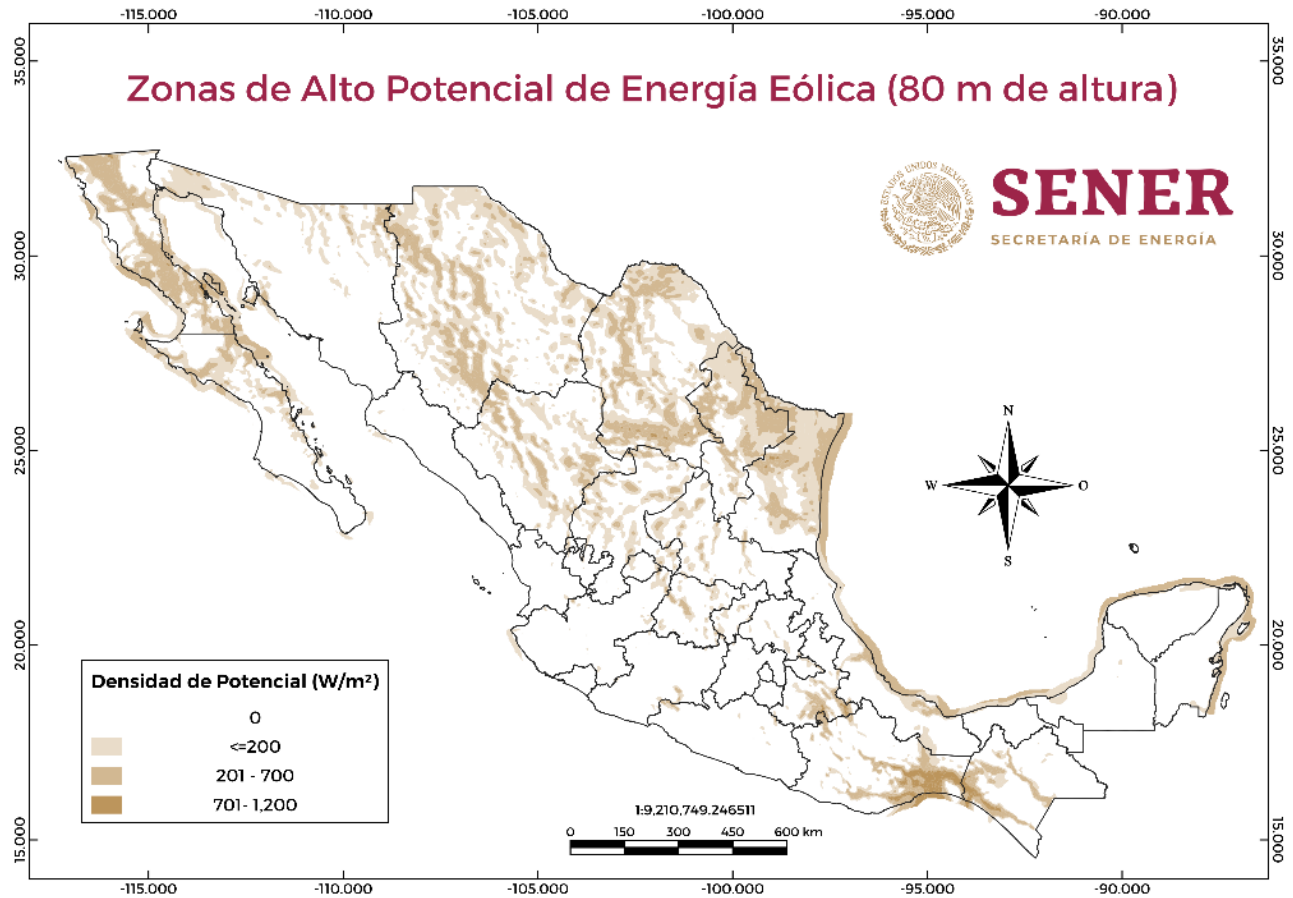
**Fuente:** Elaboración propia con información proporcionada por CFE.

**MAPA 10: VELOCIDAD DEL VIENTO**  
 (metros por segundo)



**FUENTE:** Elaboración propia con información proporcionada por CFE.

**MAPA 11: ZONAS DE ALTO POTENCIAL DE ENERGÍA EÓLICA**  
(Terajoules al año)



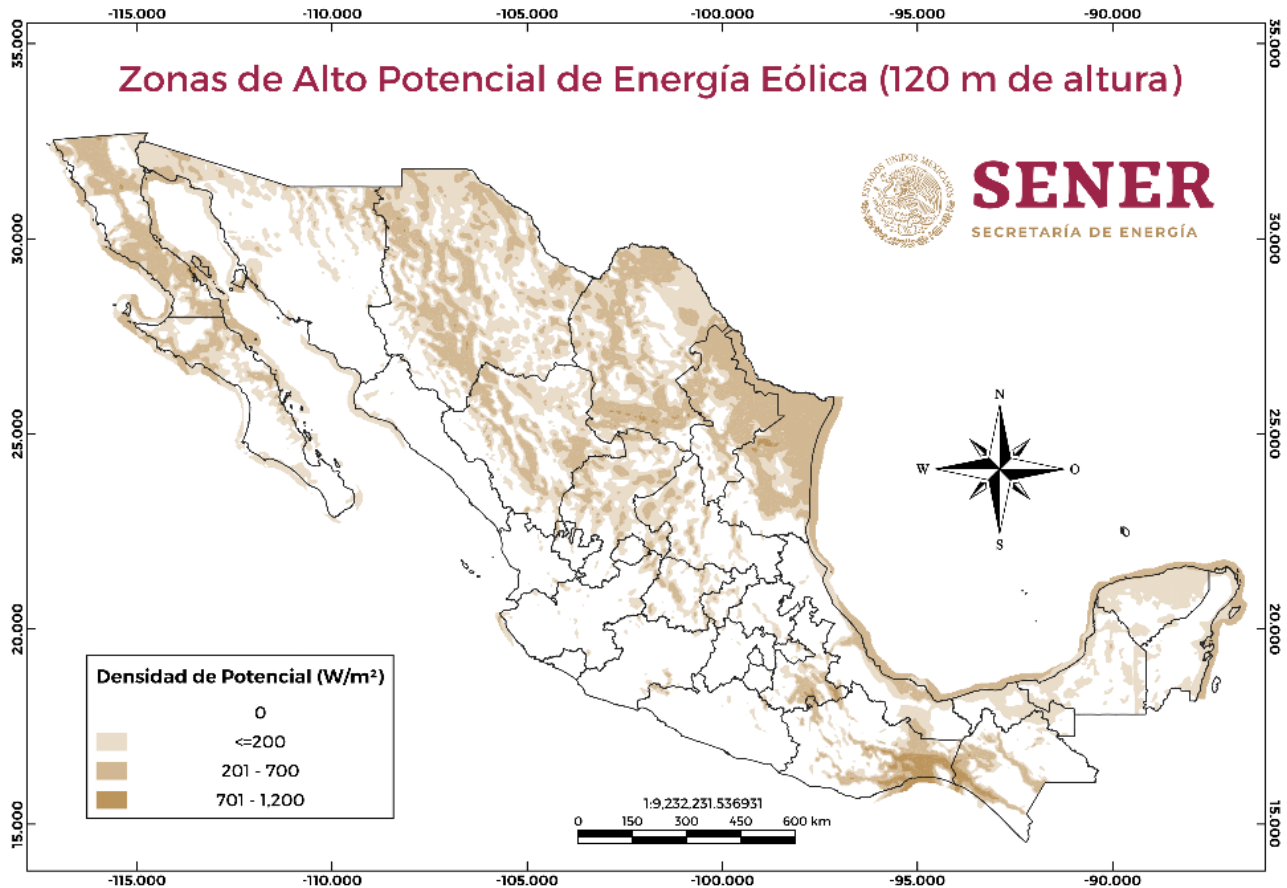
**FUENTE:** Elaboración propia con información proporcionada por CFE.

**MAPA 12: VELOCIDAD PROMEDIO ANUAL DEL VIENTO**  
(metros por segundo)



**FUENTE:** Elaboración propia con información proporcionada por CFE.

**MAPA 13: ZONAS DE ALTO POTENCIAL DE ENERGÍA EÓLICA**  
(Terajoules al año)



**FUENTE:** Elaboración propia con información proporcionada por CFE.

### 3.4 ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

La energía hidroeléctrica es esencialmente una forma de la energía solar. El Sol comienza el ciclo hidrológico evaporando el agua de lagos y océanos y luego, calentando el aire que la transporta desde un punto a otro en la Tierra. El ciclo continúa cuando el agua cae como precipitación (lluvia, nieve, etc.) sobre la tierra y la energía potencial del agua se disipa en regreso hacia los lagos y océanos a través de grandes distancias sobre tierra firme. Una corriente de agua contiene dos formas de energía: energía cinética, por la velocidad que lleva, y energía potencial, por su elevación. La energía cinética, en la mayoría de las corrientes no es suficiente como para ser utilizable, por lo que normalmente se trata de explotar la energía potencial entre dos puntos a diferente altura. La importancia radica en el hecho de que la potencia hidráulica depende tanto del caudal de agua, como de su elevación. Esto significa que se puede aprovechar tanto pequeños desniveles por los que circula un gran caudal, como grandes desniveles por los que circula un pequeño caudal. Este hecho se ve avalado en razón a que la energía potencial del agua es una de las formas más puras de la energía disponible: no es contaminante, y se puede suministrar trabajo sin producir residuos. Es relativamente fácil de controlar y su rendimiento es muy alto:

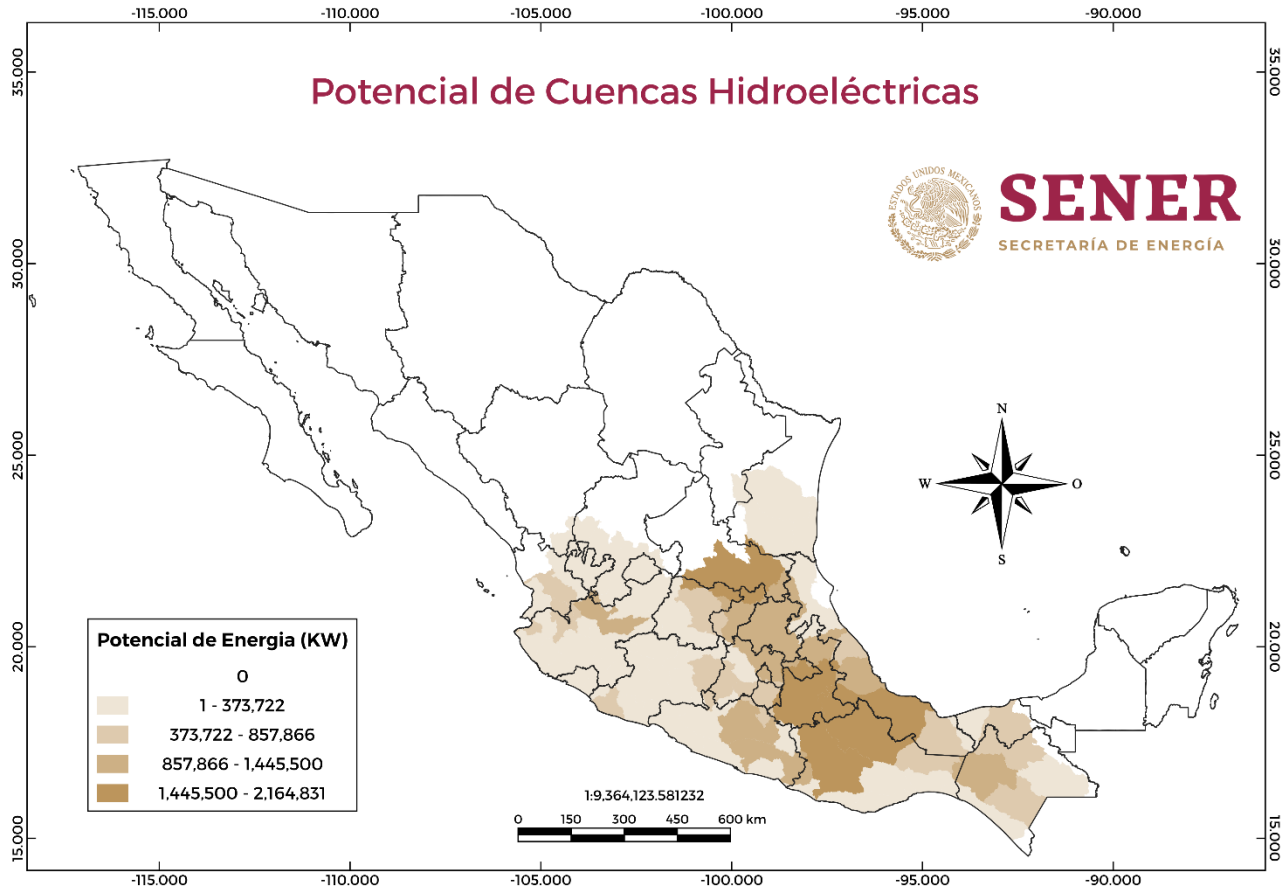
se puede transformar del 80 al 90% de la energía hidráulica en trabajo útil. (Jarabo Friedrich & Elortegui Escartín, 2000).

Esta energía se transforma en electricidad (energía hidroeléctrica) al circular agua a presión a través de una turbina para producir energía mecánica. Las turbinas transmiten la energía mecánica de su rotación, mediante un eje, a un generador de electricidad. La generación de energía a partir de una corriente de agua es la forma de energía renovable más usada en el mundo para generar electricidad. La mayoría es producida con centrales de gran escala que utilizan presas y embalses grandes los cuales pueden almacenar una gran cantidad de agua para regular la generación (Coahuila, 2019).

La generación hidroeléctrica durante el periodo 2018-2022, representó en promedio el 9.4% de la generación total de energía eléctrica. Actualmente, se cuenta con 101 centrales hidroeléctricas de embalse menor y de embalse mayor, destinadas al servicio público de energía eléctrica, distribuidas en 16 estados de la República, y en conjunto suman una capacidad instalada total de 12,613 MW, de la cual, la capacidad instalada interconectada de la CFE fue de 12,125 y el resto de los permisionarios tiene una capacidad de 488 MW, y con una generación total de 35,558.85 CWh, lo cual representó el 10.44% de la generación total del país durante el 2022 (SENER, 2023). Cabe destacar, que el total de capacidad de las hidroeléctricas fue de 12,125 MW, donde los estados con mayor participación son las siguientes: Chiapas con 4,828 MW, Nayarit 1, 712 MW Michoacán con 1,704 MW y Jalisco con 1,126 MW.



**MAPA 14: POTENCIAL DE CUENCAS HIDROELÉCTRICAS**  
(kilowatts)



**FUENTE:** Elaboración propia con información proporcionada por CFE.

A continuación, se mencionan algunas de las principales centrales eléctricas: Central el Infiernillo y Central Lerma en Michoacán, Central Manuel Moreno Torres (C. H. Chicoasén) y Central Belisario Domínguez (C. H. Angostura) en Chiapas, Central Aguamilpa Solidaridad y Central Leonardo Rodríguez Alcaine en Nayarit y Central La Yesca en Jalisco. Cabe señalar, que las centrales hidroeléctricas con mayor participación en generación eléctrica se concentran en la región Oriental con 19,686 GWh, siendo los estados de Chiapas (15,667.13 GWh), Guerrero (1,023.61 GWh), Veracruz (581.69 GWh), Puebla (736.42 GWh) y Oaxaca (1,677.15 GWh), seguido de la parte Occidental de la República con 7,715.45 GWh en 2022, con los siguientes estados Jalisco (1,824.13 GWh), Michoacán (875.65 GWh), Nayarit (3,576.47 GWh) e Hidalgo (1,439.20 GWh)

La generación hidroeléctrica se agrupó en generación hidroeléctrica de embalse mayor y en generación hidroeléctrica de embalse menor. De acuerdo con esta clasificación se identificó que, en promedio, para 2022 las centrales de embalse mayor generaron el 85.47% de la generación hidroeléctrica; por su parte las centrales de embalse menor generaron el 14.53%. Finalmente, en el **Mapa 14**, presenta que gran parte del potencial de la energía hidroeléctrica se concentra al sur y centro del país, haciéndose notar los estados de Puebla y Oaxaca, así

como algunas zonas de los estados de Tlaxcala, San Luis Potosí y Veracruz, y con extensas zonas de potencial moderado, los estados de Guerrero, Querétaro, Hidalgo y Chiapas.

Sin embargo, se debe considerar que en México hay diferencias importantes en cuanto a la disponibilidad de agua. Las zonas centro y norte de México son, en su mayor parte, áridas o semiáridas: en el norte del país (Baja California, Baja California Sur, Coahuila, Chihuahua, Nuevo León, Sonora y Tamaulipas) se recibe apenas el 9% del agua renovable al año, por otro lado, las entidades del sursureste (Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Campeche, Quintana Roo, Yucatán, Veracruz de Ignacio de la Llave y Tabasco) reciben más de la mitad del agua renovable al año (67.2%) (INEGI, 2019).

Además, el crecimiento y la concentración poblacional en las principales ciudades del país afecta de manera significativa la disponibilidad del recurso. En la Ciudad de México se cuenta con la disponibilidad anual más baja de México con 73 m<sup>3</sup>/hab/ de agua al año, seguido del Estado de México con una disponibilidad de 268 m<sup>3</sup>/hab/año, mientras que Chiapas cuenta con 20,619 m<sup>3</sup>/hab/año de disponibilidad de agua respectivamente (INEGI, 2019). Durante las últimas décadas, la disponibilidad anual por habitante en México ha pasado de 10 mil metros cúbicos m<sup>3</sup> promedio en 1960, a 4 mil m<sup>3</sup> en 2000 y 3.2 mil m<sup>3</sup> en 2020. El deterioro y explotación de los cuerpos de agua, sumado al aumento de la población y al incremento de las sequías, provocará que para 2030, la disponibilidad en México descienda por debajo de los 3 mil m<sup>3</sup> por habitante al año. (IMCO, 2023)

### 3.5 ENERGÍA GEOTÉRMICA

En un sentido amplio, se entiende como geotermia todo fenómeno que se refiera al calor almacenado en el interior de la Tierra, llamándose energía geotérmica a la energía derivada de ese calor, el cual se produce, principalmente, por la desintegración espontánea, natural y continua de los isótopos radioactivos que existen en muy pequeña proporción en todas las rocas naturales (principalmente uranio, potasio y torio). Normalmente el calor se transmite por conducción a través de los materiales que forman el subsuelo, llegando hasta la superficie, donde se libera, pero la baja conductividad térmica de estos materiales hace que gran parte de esta energía se almacene en el interior de la Tierra durante largo tiempo. En las áreas geotérmicas suelen encontrarse casi siempre alteraciones hidrotermales de las rocas, originadas por líquidos o gases que han circulado a través de los poros y fracturas de mayor o menor importancia. Esta alteración se manifiesta al producirse un cambio químico y mineralógico en las rocas por las que han circulado estos fluidos (Jarabo Friedrich & Elortegui Escartín, 2000).

México, un país con abundantes recursos geotérmicos, actualmente se cuenta con 8 centrales geotérmicas C.G. Los Hornos, C.G. Azufres, Geotérmica para el Desarrollo (Domo San Pedro), C.G. Cerro Prieto IV, C.G. Cerro Prieto II, C.G. Cerro Prieto III, C.G. Cerro Prieto I, y Central Tres Vírgenes con una capacidad instalada en Baja California de 570 MW, en Michoacán con 275 MW, en Puebla con 96 MW, en Nayarit con 25 MW y en Baja California Sur de 10 MW dando un total de 976 MW de capacidad, con la cual la generación neta de electricidad a partir de fuentes geotérmicas presentó un aumento de 4.0% de 2021 a 2022, equivalente a 169.78 GWh adicionales, por lo que durante el 2022 se tuvo una generación total de 4,412.7 GWh (SENER, 2023).

Esto ubica a México entre las seis naciones con mayor capacidad para producir este tipo de energía, según el Instituto de Energías Renovables (IER) de la UNAM, la geotermia representa actualmente del 1.5 al 2% del total de electricidad generada en México. Diversos estudios estiman que esta capacidad puede duplicarse, alcanzando hasta los 2,000 MW. La Estrategia Nacional de Transición Energética y Aprovechamiento Sustentable de la Energía contempla un crecimiento moderado hacia los 1,464 MW para 2050 (UNAM, 2023).

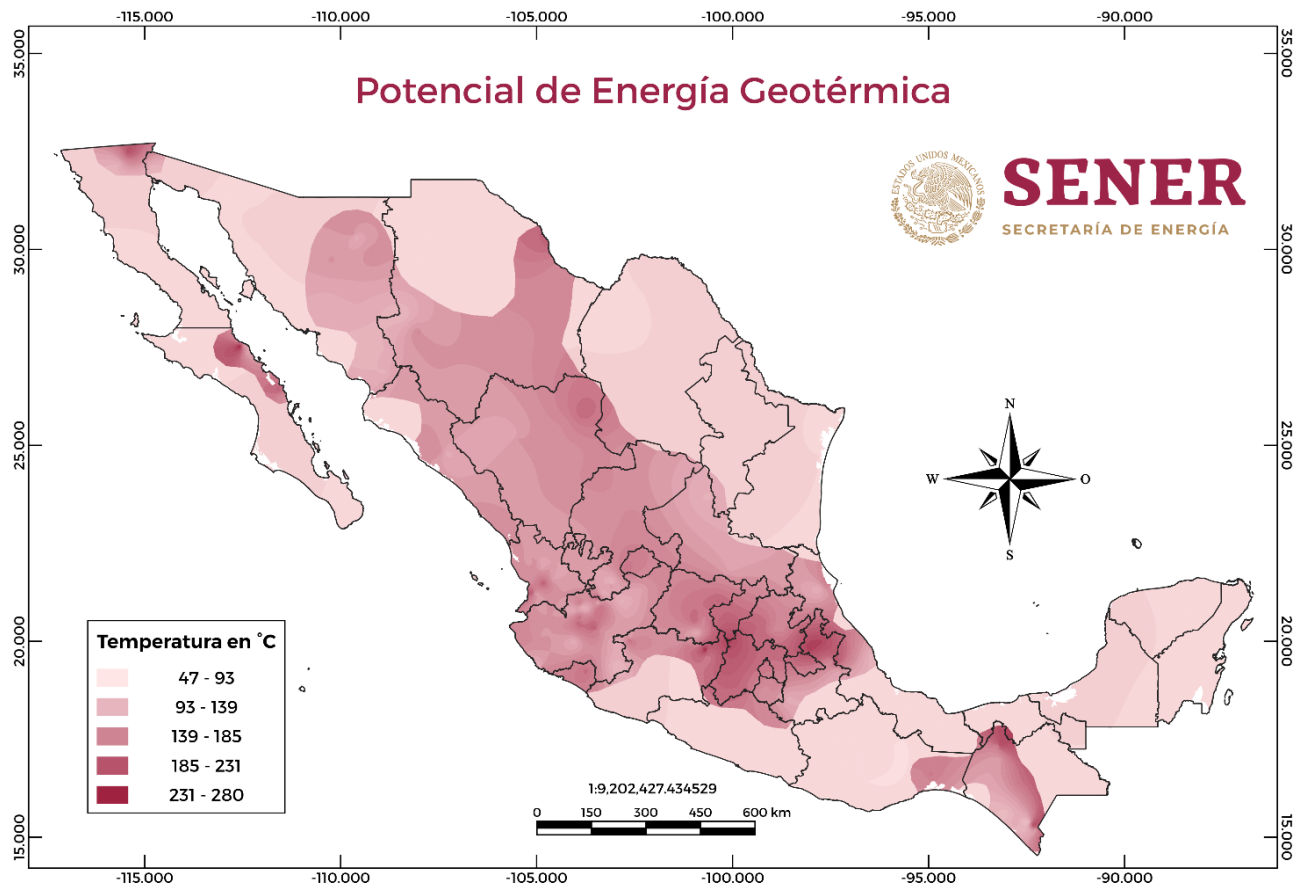
Se destacan cuatro proyectos en operación de energía geotérmica en México para el servicio público: Cerro Prieto (con sus cuatro fases) en Baja California, Los Azufres en Michoacán, Los Humeros en Puebla y Tres Vírgenes en Baja California Sur, de acuerdo con la CFE (CFE, 2022), solo por mencionar algunos, donde los estados del país beneficiados con este tipo de generación son Baja California, Baja California Sur, Puebla, Veracruz y Michoacán.

Tan solo en Michoacán no hay fuentes de generación eléctrica con combustóleo, todas son energías limpias y renovables. La generación de Los Azufres es suficiente para alimentar a la ciudad de Morelia y otros pueblos del Bajío. Se considera que, salvo la Península de Yucatán, el resto del territorio mexicano tiene un gran potencial geotérmico por la actividad tectónica y volcánica que caracteriza al país.

Las regiones ubicadas por la CFE con mayor factibilidad para proyectos con este tipo de recurso son Cerritos Colorados en Jalisco, El Ceboruco en Nayarit, Piedras de Lumbre en Chihuahua y Tulecheck en Baja California, así como Acoculco en Puebla, cerca de la frontera con Veracruz e Hidalgo (CFE, 2022). Lo anterior, es representado en el **Mapa 15**, que ubica las zonas con alto potencial clasificadas por la temperatura promedio, ubicando las zonas con muy alto potencial en los ya mencionados estados de Puebla, Baja California, Baja California Sur, así como zonas de potencial moderado a lo largo de todo el país, volviendo este tipo de energía limpia una de las más variadas en cuanto ubicaciones, como se observa en el **Mapa 16**. En dicho mapa se puede observar las zonas con alto potencial, destacando las de Chiapas, que, aunque no siendo numerosas, tienen muy alto potencial. Sin embargo, es de notar la gran cantidad de zonas en todo el país con potencial moderado, principalmente en los estados de Puebla, Baja California y Baja California Sur. El establecimiento de este tipo de tecnologías puede contribuir a la electrificación limpia en estados con altos niveles de vulnerabilidad, como Chiapas, y a la diversificación de la matriz energética en estados con alta demanda de energía por actividad industrial, tales como los del norte del país.

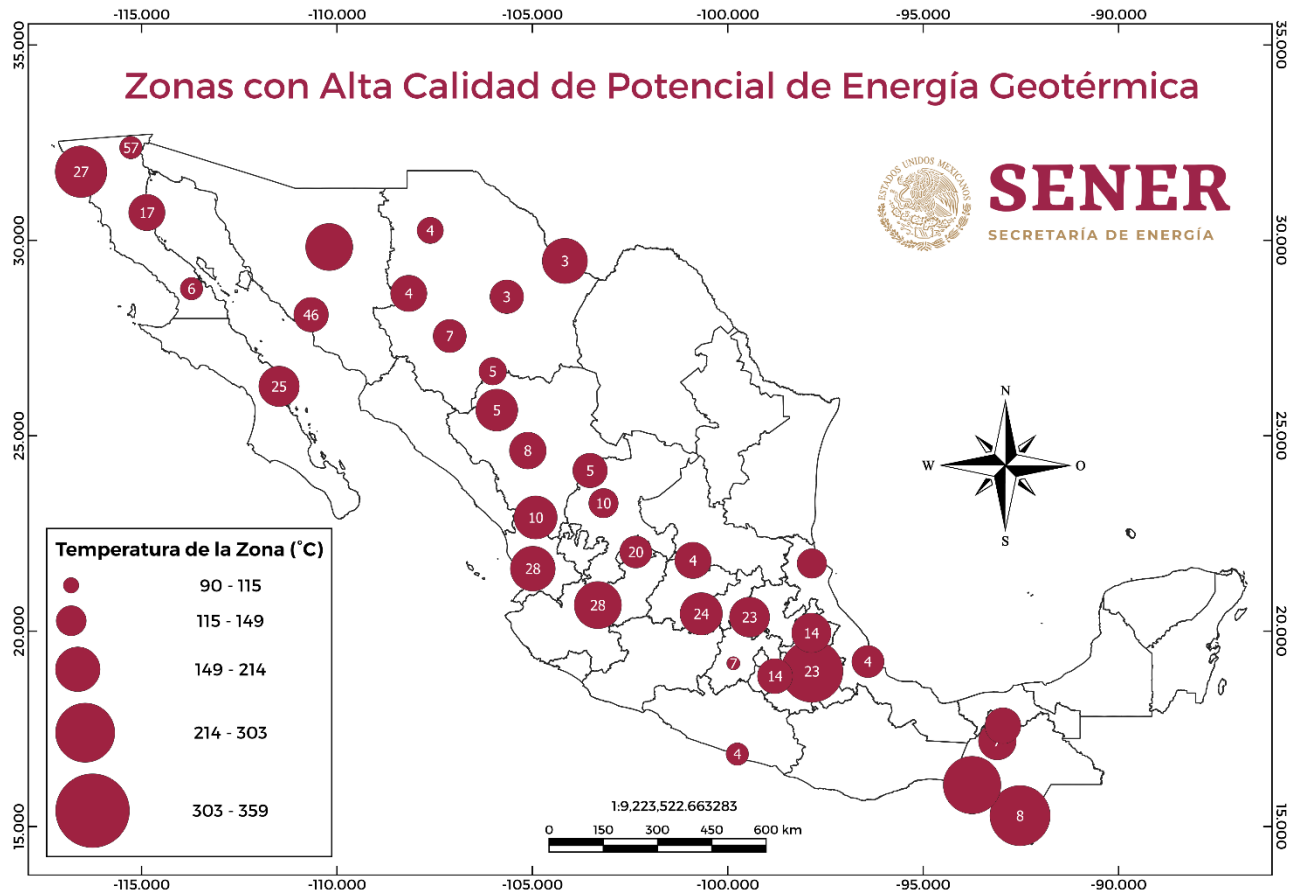


**MAPA 15: POTENCIAL DE ENERGÍA GEOTÉRMICA**  
(grados centígrados)



**FUENTE:** Elaboración propia con información proporcionada por CFE.

**MAPA 16: ZONAS CON ALTA CALIDAD DE POTENCIAL DE ENERGÍA GEOTÉRMICA**  
 (grados centígrados)



**FUENTE:** Elaboración propia con información proporcionada por CFE.

### 3.6 ENERGÍA POR MEDIO DE OLEAJE O MAREOMOTRIZ

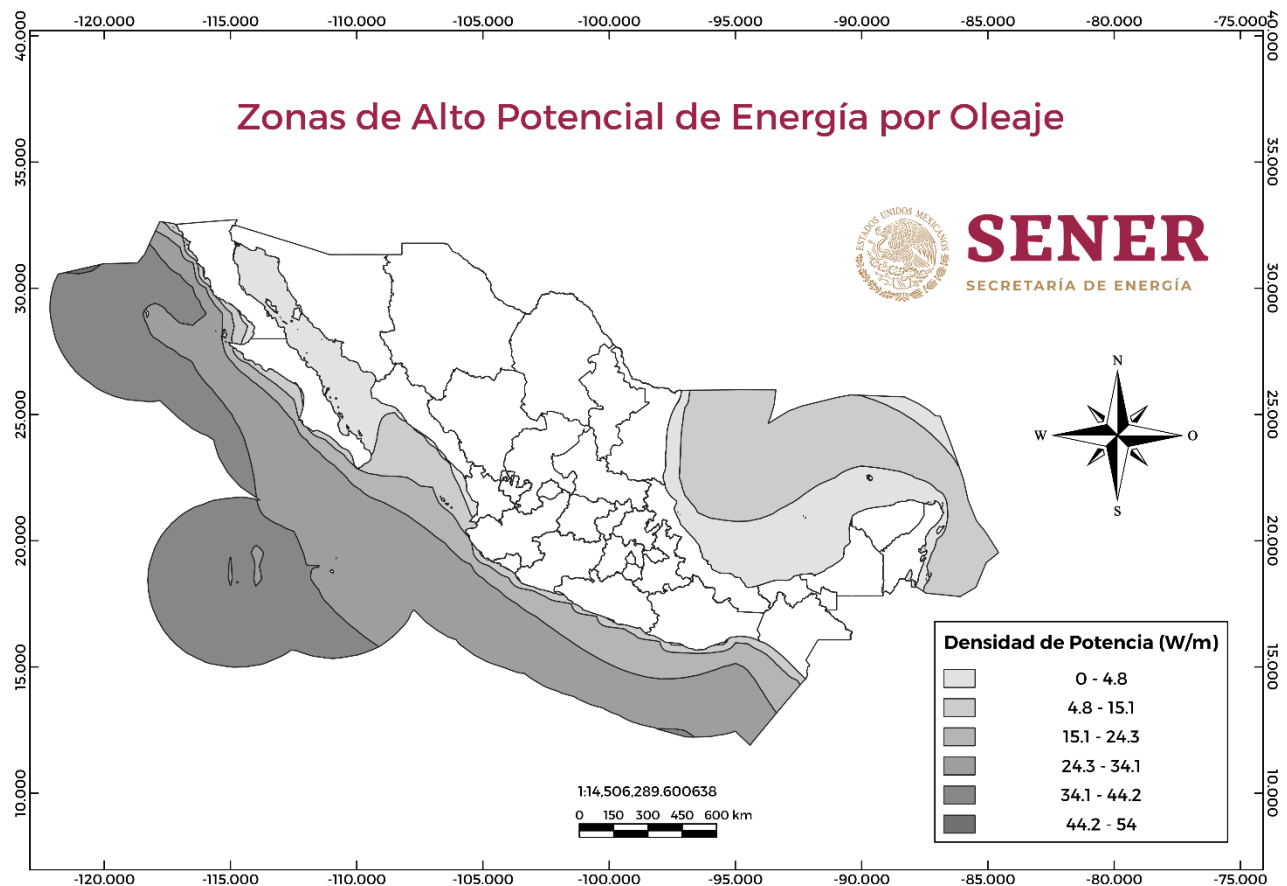
La energía mareomotriz es considerada una de las energías renovables con mayor potencial. Consiste en el aprovechamiento de la energía mecánica generada por el movimiento de las aguas de mares y océanos durante el ascenso y el descenso de las mareas, transformándola en energía eléctrica. Los océanos y mares cubren cerca del 70 % de la superficie del planeta. La construcción de centrales mareomotrices para el aprovechamiento rentable de esta energía limpia está restringida a las condiciones naturales antes descritas. No obstante, el potencial energético de estas tecnologías es importante, pues las zonas costeras suelen experimentar dos mareas altas y dos mareas bajas por día.

México cuenta con un vasto litoral y condiciones oceanográficas ideales para la existencia de intensas corrientes marinas, así como una diversidad de rangos de marea que podrían ser aprovechables como fuente alterna de energía limpia. En el país existen excelentes condiciones para el aprovechamiento e implementación de proyectos de energía mareomotriz, ubicado en el Océano Pacífico, específicamente en el Golfo de California y el aprovechamiento de corrientes marinas en Tampico, Tamaulipas.

Los sitios en nuestro país con las corrientes marinas de mayor velocidad de acuerdo con un estudio realizado por CEMIE-Océano son Yucatán, Oaxaca, Tamaulipas y en el Golfo de California. En dicho estudio se determinó la velocidad mensual de las mareas a una profundidad de 10 metros, donde las corrientes más intensas son en el mes de julio. Como se puede ver en los mapas, en gran parte de las costas del país tienen corrientes marinas, pero entre las más significativas se encuentran Quintana Roo, Golfo de California, Tamaulipas y Oaxaca.

En las costas de Quintana Roo es donde se tiene la mayor intensidad de las corrientes marinas del país, donde se alcanzan velocidades de 1.2 m/s a 1.3 m/s. En el Golfo de California y Tamaulipas las velocidades pueden llegar a ser de 1.05 m/s a 1.2 m/s y en Oaxaca de 0.9 m/s a 1.05 m/s. El potencial de la energía mareomotriz se estima que sea igual o mayor a la de la energía solar o eólica, debido a la presencia de zonas costeras en el océano Pacífico, estimándose un potencial de hasta 7 GW (CONAGUA, 2023).

**MAPA 17: ZONAS DE ALTO POTENCIAL DE ENERGÍA POR OLEAJE**  
(Terajoules al año)



**FUENTE:** Elaboración propia con información proporcionada por CFE.

Finalmente, en el Golfo de California es una de las regiones más estudiadas dentro del territorio mexicano para su implementación. Debido a que en él se presentan mareas de hasta 6 metros de amplitud, así como una topografía marina idónea. La baja pendiente y la profundidad del lecho marino aumentan la fricción del agua con la roca, incrementando la fuerza de las corrientes (UNADE, 2020). El **Mapa 17** muestra que la zona con más alto potencial del Golfo de California es la comprendida entre las costas de Sinaloa y Baja California Sur, debido a las condiciones geográficas antes mencionadas, a su vez a lo largo de las costas del país, se muestran varias zonas con potencial medio para este tipo de energía limpia.

### 3.7 ENERGÍA SOLAR

El Sol es una estrella formada por diversos elementos en estado gaseoso (principalmente hidrógeno), con un diámetro de 1.4 millones de kilómetros. En su interior existen elevadas presiones, presentándose temperaturas de varios millones de grados que producen de forma espontánea e ininterrumpida un proceso de fusión nuclear, siendo este el origen de la energía solar, que se disipa con una potencia de  $3.7 \times 10^{14}$  TW. Pese a que el Sol lleva proporcionando esta energía durante 6,000 millones de años, aún existe suficiente cantidad de hidrógeno en su núcleo para mantener el ritmo actual de disipación energética durante otros 8,000 millones de años más, como mínimo, sin cambios significativos en su aspecto o en su comportamiento, por lo que se puede considerar como una fuente inagotable de energía (Jarabo Friedrich & Elortegui Escartín, 2000).

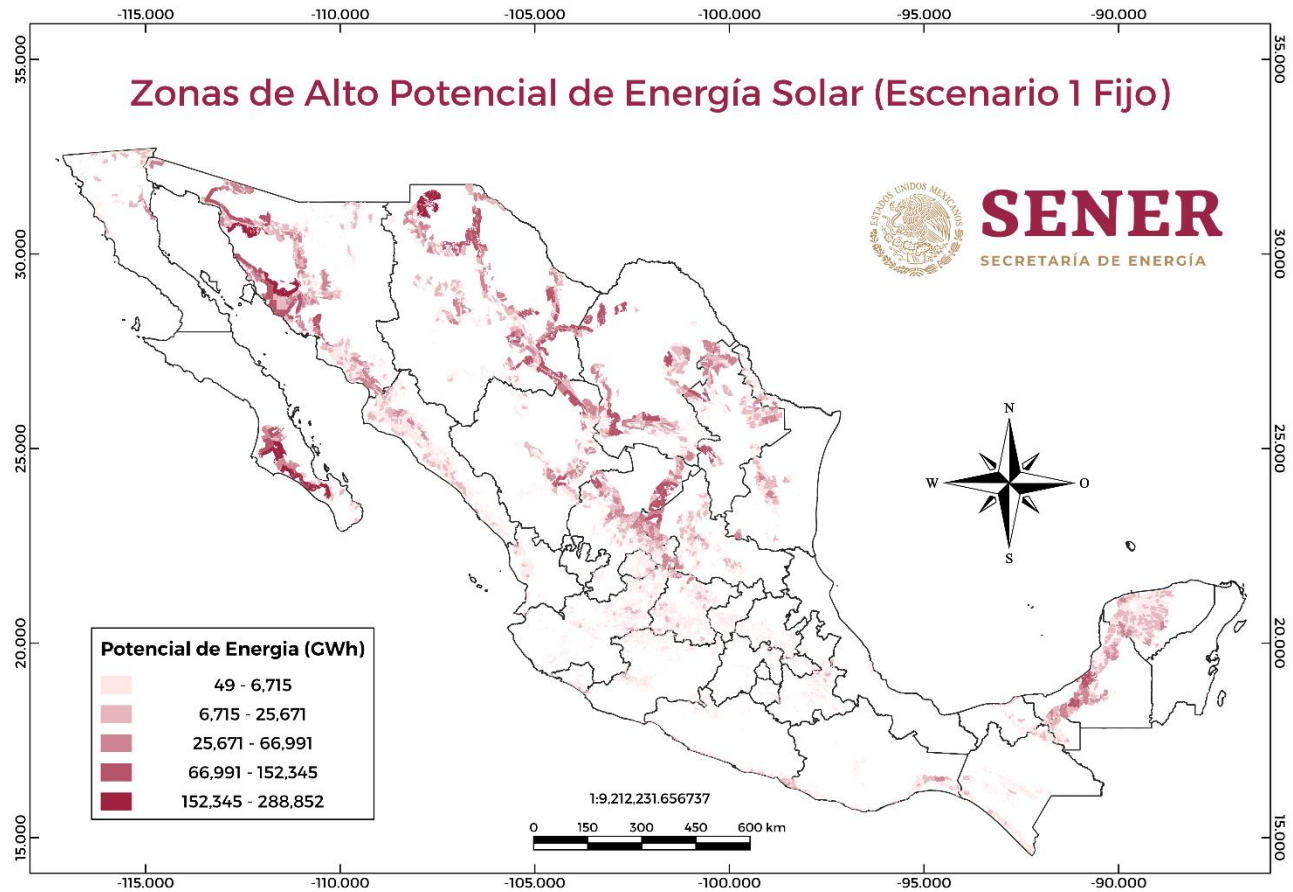
El Servicio Solarimétrico mexicano, adscrito al Instituto de Geofísica de la UNAM, señala que en estados como Sonora y Chihuahua existe un alto potencial de energía solar, pero con fuertes variaciones estacionales; en cambio hay otros estados con gran cantidad de energía solar, como son las zonas áridas de Puebla y Oaxaca y Morelos, que son excelentes para su explotación a lo largo del año (UNAM, 2022). Aunado a esto, según los datos publicados por el Observatorio de Radiación Solar del Instituto de Geofísica de la UNAM, se tiene un promedio de radiación solar anual de 5.8 kWh en la mayor parte de la República Mexicana (Geofísica, 2023).

Existen diferentes formas de aprovechar la energía solar. Una de ellas es a partir de la energía térmica; que consiste en la transformación de la radiación solar en calor, y que puede ser transmitida a través de diferentes tecnologías a un fluido de trabajo para elevar su temperatura y así, satisfacer los requerimientos de calor en distintos servicios (CONUEE, 2014).

En México, la energía fotovoltaica cuenta con 163 centrales de generación eléctrica con una capacidad total instalada de 6,535 MW, donde los estados más representativos son Sonora 1,204 MW, Aguascalientes 906 MW, Coahuila 842 MW, Chihuahua 826 MW, Zacatecas 315 MW y Campeche 300 MW, solo por mencionar algunos. Aunado a lo anterior, se tiene una generación total de 20,342.0 GWh, donde de 2018 a 2022 la participación de la generación fotovoltaica respecto de la total pasó del 1.02% al 5.97%, y, asimismo, en el 2022 se consideró dentro de la generación total la participación de la CFE, la Generación Distribuida Fotovoltaica y el abasto aislado (SENER, 2023).

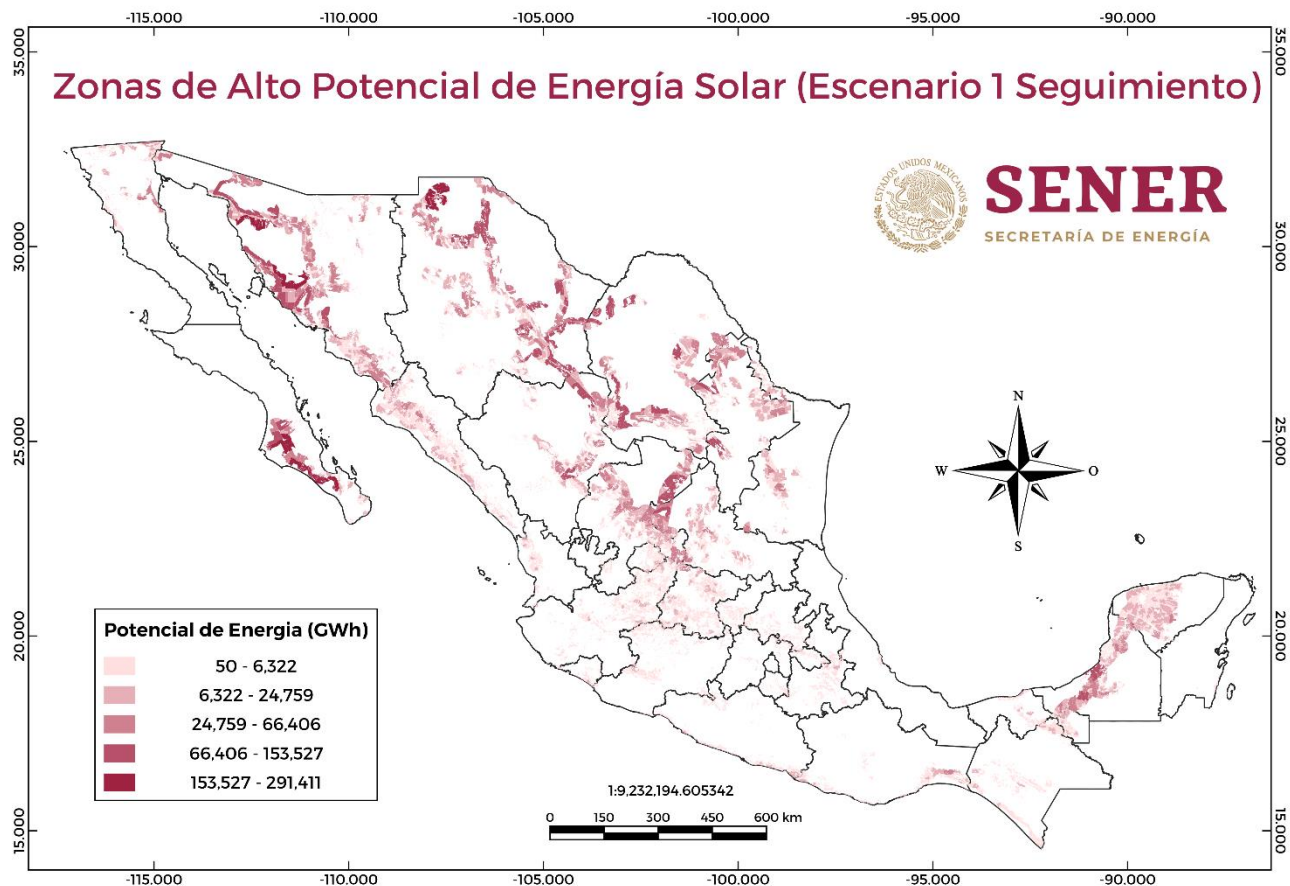
Los mapas 18 y 19, presentan los potenciales de paneles fijo y paneles de seguimiento, respectivamente. Para ambos casos se muestra el potencial de energía solar en el país acorde a un específico escenario. Para un primer escenario se identifican zonas de alto potencial para proyectos con una capacidad mínima instalable de 50 MW. Se considera una cercanía a las redes de transmisión menor o igual a 10 km. Se hacen notar las zonas al norte del país y algunas zonas con potencial moderado en el sur, específicamente en el estado de Tabasco.

**MAPA 18: ZONAS CON ALTO POTENCIAL DE ENERGÍA SOLAR, PANEL FIJO, PRIMER ESCENARIO**  
 (Terajoules al año)



**FUENTE:** Elaboración propia con información proporcionada por CFE.

**MAPA 19: ZONAS CON ALTO POTENCIAL DE ENERGÍA SOLAR, PANEL DE SEGUIMIENTO, PRIMER ESCENARIO**  
(Terajoules al año)

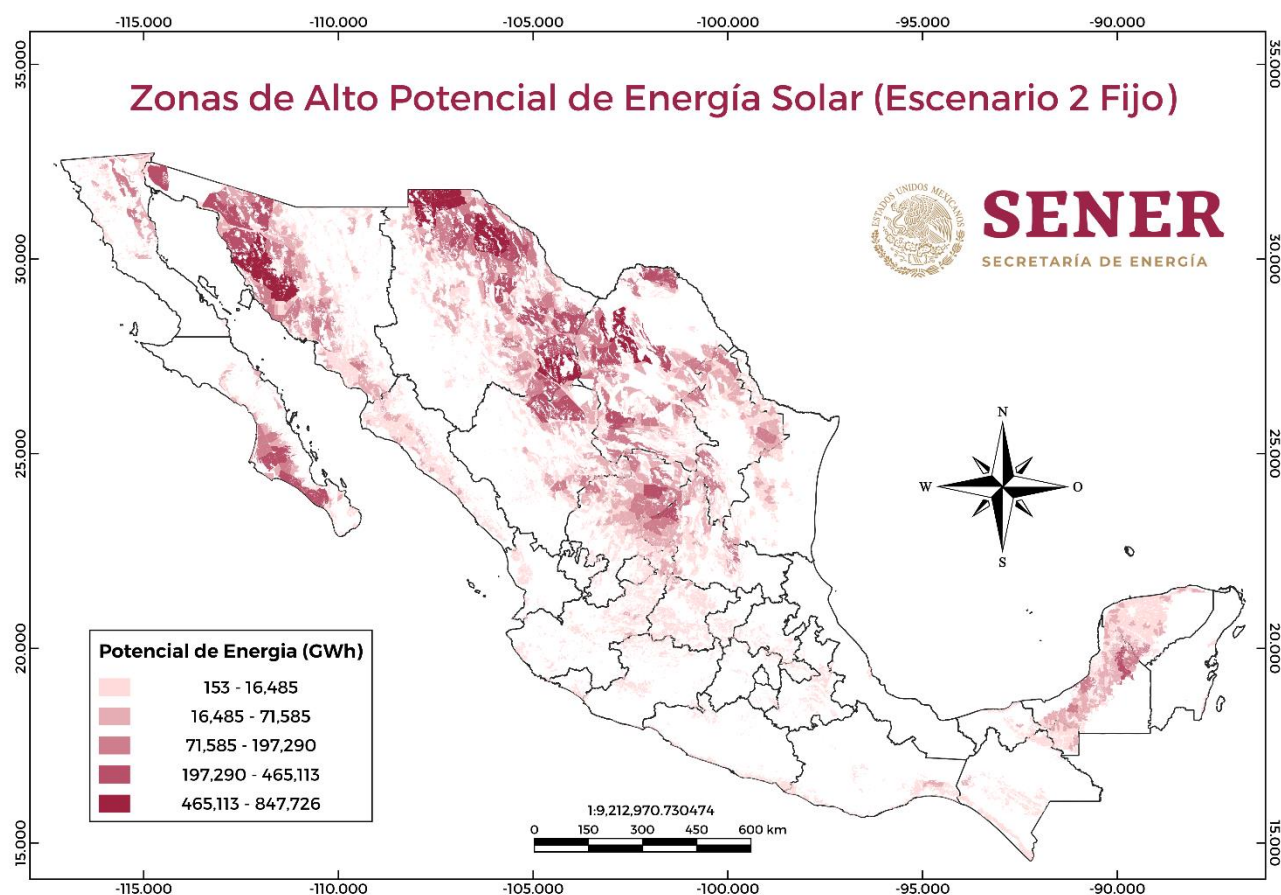


**Fuente:** Elaboración propia con información proporcionada por CFE.

A su vez, en los Mapas 20 y 21, presentan un segundo escenario, considerando la cercanía con las redes generales de transmisión a una distancia menor o igual a 10 Km, y una capacidad mínima instalable de 10 MW. En este escenario resaltan en el norte del país varias zonas por su gran potencial en este tipo de recurso, y en el sur, algunas zonas del estado de Tabasco y Yucatán, para las características antes descritas. Al igual que las tecnologías anteriores, este tipo de aprovechamiento puede contribuir a la diversificación de la matriz energética en zonas de alta demanda, como el norte del país, siempre y cuando cuenten con el respaldo y almacenamiento para contrarrestar la variabilidad presente en dichas zonas, como ya fue mencionado.

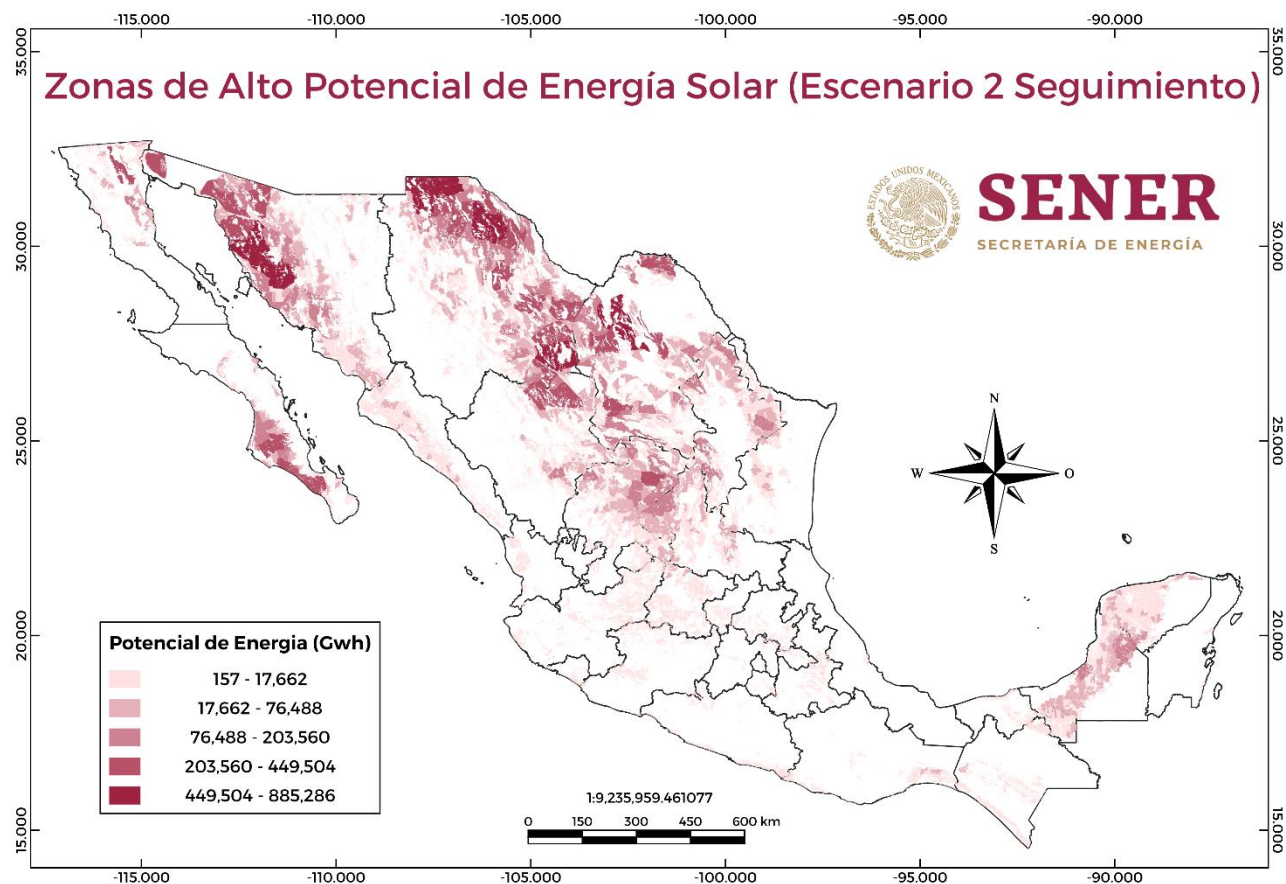
#### MAPA 20: ZONAS CON ALTO POTENCIAL DE ENERGÍA SOLAR, PANEL FIJO, SEGUNDO ESCENARIO

(Terajoules al año)



**FUENTE:** Elaboración propia con información proporcionada por CFE.

**MAPA 21: ZONAS CON ALTO POTENCIAL DE ENERGÍA SOLAR, PANEL DE SEGUIMIENTO, SEGUNDO ESCENARIO**  
(Terajoules al año)



**FUENTE:** Elaboración propia con información proporcionada por CFE.

## 4. REFERENCIAS

- Ayala-Mendivil, N., & Sandoval, G. (25 de Octubre de 2018). *Bioenergía a partir de residuos forestales y de madera*. Obtenido de Instituto de Ecología (INECOL), A.C.: <https://myb.ojs.inecol.mx/index.php/myb/article/view/e2401877>
- AZEL, SENER. (2017). *Atlas Nacional de Zonas con Alto Potencial de Energías Limpias*. Obtenido de Gobierno de México: <file:///D:/Users/JLRESENDIZ/Documents/11-%20Respaldo%20Mapas%20Efrain/Insumos%20Atlas/USB%202%20de%20Codigo%20fuente/AZEL/Azel/mapa.html>
- Bracho, R., Alvarez, J., Aznar, A., & Brancucci, C. (2022). *Mexico Clean Energy Report—Executive Summary*. Obtenido de NREL: <https://www.nrel.gov/docs/fy22osti/82580.pdf>
- CFE. (14 de 04 de 2022). *MÉXICO, POTENCIA EN GEOTERMIA*. Obtenido de CFE Comunicación: <https://app.cfe.mx/Aplicaciones/OTROS/Boletines/boletin?i=2502>
- Coahuila, S. G. (Diciembre de 2019). *¿Qué es la energía hidráulica?* Obtenido de Cambio Climático: <https://sma.gob.mx/energia-hidraulica/>
- CONAFOR. (2023). *DATA BOSQUES*. Obtenido de Principales indicadores del sector forestal en México: <https://databosques.cnf.gob.mx/inicio/>
- CONAGUA. (2023). *SIPROMAT*. Obtenido de Modelos de Pronostico Numerico: <https://smn.conagua.gob.mx/es/modelos-de-pronostico-numerico/sipromat>
- CONUEE. (20 de Marzo de 2014). *La Energía Solar -¿Qué es la Energía Solar?* Obtenido de Acciones y Programas: <https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/la-energia-solar-que-es-la-energia-solar?state=published>
- Díaz-Montes, E. (Septiembre de 2022). *Residuos Agroalimentarios ¿Qué son? ¿Quién los genera? y ¿Porqué son valiosos?* Obtenido de FRONTERA BIOTECNOLÓGICA IPN: <https://www.revistafronterabiotecnologica.cibatlaxcala.ipn.mx/volumen/vol23/pdf/vol-23-2.pdf>
- Geofísica, I. d. (2023). *UNAM*. Obtenido de Radiación Solar: <https://rayenari.geofisica.unam.mx/~mauro/mapas/anual.pdf>
- Hidalgo Osorio, W. A., Vasquez Carrera, P. J., Carrillo Velarde, G. G., & Germanico, V. C. (2021). *Energías Renovables*. Ambato, Ecuador: Ciencia Digital.
- IMCO. (2023). *Aguas en México, ¿Escasez o mala gestión?* Obtenido de <https://imco.org.mx/wp-content/uploads/2023/02/Situacion-del-agua-en-Mexico-1.pdf>
- INEGI. (2019). *Cuéntame de México*. Obtenido de Agua potable y drenaje: <https://cuentame.inegi.org.mx/territorio/agua/dispon.aspx?tema=T#:..:text=Las%20zonas%20centro%20y%20norte,d el%20agua%20renovable%20al%20a%C3%B1o>.
- INEGI. (2020). *Cuentame INEGI*. Obtenido de Población Total : <https://www.cuentame.inegi.org.mx/poblacion/habitantes.aspx>
- INEGI. (junio de 2023). *Contenidos*. Obtenido de Revista XXII Jornada Insitucional del Medio Ambiente: <https://www.inegi.org.mx/contenidos/inegi/sma/doc/REVISTAXXIIJIMA.pdf>
- INEGI. (7 de diciembre de 2023). *Producto Interno Bruto por Entidad Federativa (PIBE) 2022*. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2023/PIBEF/PIBEF2022.pdf>
- INEL, SENER. (04 de Septiembre de 2018). *Inventario Nacional de Energías Limpias*. Obtenido de DGEL: <https://dgel.energia.gob.mx/inel/>
- Jarabo Friedrich, F., & Elortegui Escartín, N. (2000). *El Libro de las Energías Renovables*. Madrid, España: S.A.P.T. (S.A. de Publicaciones Técnicas).



- Parra-Ortiz, D. L., Botero-Londoño, M. A., & Botero-Londoño, J. M. (27 de Agosto de 2018). *Biomasa residual pecuaria: revisión sobre la digestión anaerobia como método de producción de energía y otros subproductos*. Obtenido de Redalyc Org: <https://www.redalyc.org/journal/5537/553762463014/html/>
- SADER. (2023). SIAP. Obtenido de Anuario Estadístico de la Producción Ganadera: [https://nube.siap.gob.mx/cierre\\_pecuario/](https://nube.siap.gob.mx/cierre_pecuario/)
- SEGOB. (2012). *La Energía Eólica en México*. Obtenido de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/31621/eolico.pdf>
- SEMARNAT. (7 de Octubre de 2018). *¿Qué es la energía de biomasa?* Obtenido de Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Blog: <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/que-es-la-energia-de-biomasa?idiom=es#:~:text=Tambi%C3%A9n%20conocida%20como%20bioenerg%C3%ADa%20es,y%20sus%20restos%20no%20vivos.&text=La%20biomasa%20se%20caracteriza%20por,de%20ox%C3%ADgeno%20y%20compuestos%20vol>
- SENER. (2023). *PRODESEN 2023-2037*. Obtenido de RAEL, Anexo 3: <https://base.energia.gob.mx/PRODESEN2023/Anexo3.pdf>
- SMA Gobierno de Coahuila. (Noviembre de 2017). *¿Qué es la energía eólica?* Obtenido de Cambio Climático: <https://sma.gob.mx/energia-eolica/>
- UNADE. (14 de Enero de 2020). *Potencial de la energía mareomotriz*. Obtenido de Universidad Americana de Europa: [https://unade.edu.mx/energia-mareomotriz/#:~:text=En%20M%C3%A9xico%20el%20potencial%20de,hasta%207%20gigavatios%20\(GW\)](https://unade.edu.mx/energia-mareomotriz/#:~:text=En%20M%C3%A9xico%20el%20potencial%20de,hasta%207%20gigavatios%20(GW))
- UNAM. (17 de Enero de 2022). *México, entre los cinco países que tienen mayor potencial de energía solar*. Obtenido de Gaceta UNAM: <https://www.gaceta.unam.mx/mexico-entre-los-cinco-paises-que-tienen-mayor-potencial-de-energia-solar/#:~:text=%E2%80%9CEn%20estados%20como%20Sonora%20y,largo%20del%20a%C3%B1o%E2%80%9D%20C%20ejemplific%C3%B3>
- UNAM. (1 de 04 de 2023). *AMéxico, entre las top 6 naciones con potencial geotérmico*. Obtenido de UNAM GLOBAL REVIST: [https://unamglobal.unam.mx/global\\_revista/mexico-entre-las-top-6-naciones-con-potencial-geotermico/](https://unamglobal.unam.mx/global_revista/mexico-entre-las-top-6-naciones-con-potencial-geotermico/)

# GOBIERNO DE MÉXICO



## SECRETARÍA DE ENERGÍA

Insurgentes Sur 890, Del Valle,  
Benito Juárez, CP 03100, CDMX