

5. Entorno situacional en Baja California

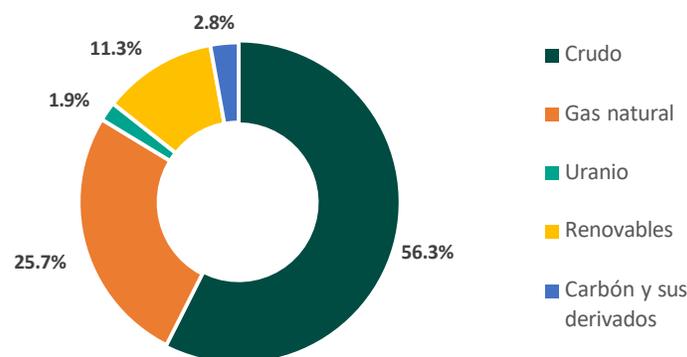
México es un país rico en recursos naturales, lo que le da la posibilidad del aprovechamiento de diversas fuentes para la generación de energía. Esta ventaja que presenta el territorio se asocia de manera directa a nuestras formas para atender los compromisos internacionales que ha suscrito el país en materia de mitigación del cambio climático; algunos de estos acuerdos internacionales incluyen el Protocolo de Kioto, el Acuerdo de París y la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, por mencionar los principales.

Complementariamente, México se convirtió en el primer país de América Latina en ser miembro de la Agencia Internacional de Energía (AIE), organismo multilateral encargado de realizar recomendaciones de política que mejoren la gestión de la energía a nivel mundial.

A nivel global, se estima que la energía es el sector que genera la mayor cantidad de Gases Efecto Invernadero (GEI) con una contribución del 73.2%, que a su vez engloba los subsectores de "Uso de Energía en la Industria", "Transporte" y "Uso de Energía en Edificios"³. Estas cifras resaltan la importancia de diseñar medidas precisas y efectivas para la generación, distribución y uso de los energéticos con el fin de mitigar los factores que aceleran el cambio climático.

Nuestro país ocupó el decimoséptimo lugar en la lista de países con la mayor generación de energía al contribuir con el 11% de la producción global. En términos de la producción de energía primaria a nivel nacional, el crudo se posiciona en primer lugar al representar el 56.3%, seguido del gas natural (25.7%), y en menor medida, las energías renovables (11.3%), el carbón y sus derivados (2.8%) y el uranio (1.9%) (Gráfico 1).

Gráfico 1 Distribución porcentual de la producción nacional de energía primaria, 2020



Fuente: SENER (2022) con datos de World Energy Balances de AIE.

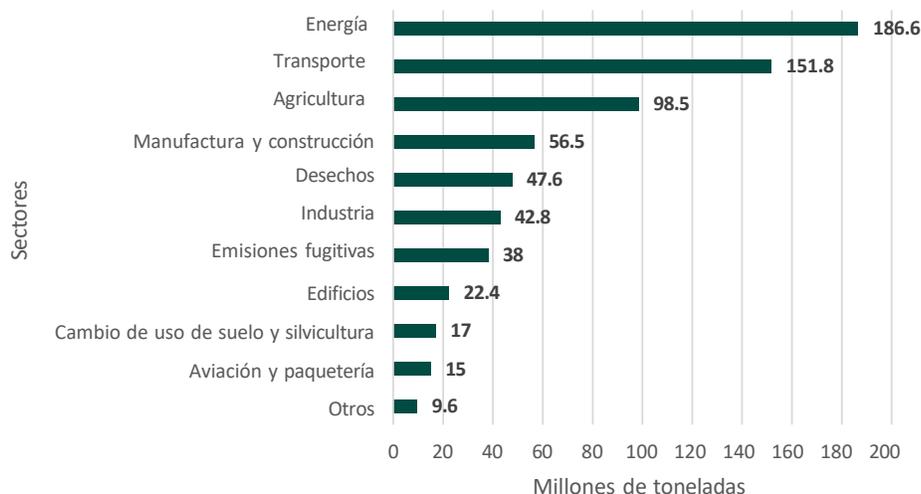
³ Ritchie y Rosier (2020).



En términos de consumo por sector, en 2020, el de transporte se posicionó en el primer lugar con el 38.9% del consumo, en segundo lugar, el industrial con 32.4%, el tercer lugar lo ocupó el residencial, mientras que en último lugar se encuentra el agropecuario.

A nivel federal, el Programa para el Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN) es el programa federal que plantea estrategias para realizar una transición energética hacia fuentes de energías renovables, el cual contempla no solamente el uso de las mismas, sino cambios culturales y educativos que involucren a todos los sectores de la sociedad. De acuerdo con *Our World in Data*, en 2019 el sector que generó la mayor cantidad de GEI en México fue el sector de electricidad con 186.62 millones de toneladas de dióxido de carbono, seguido de transporte (151.78 millones de toneladas) y agricultura (98.54 millones de toneladas) (Gráfico 2).

Gráfico 2. Emisiones de Gases Efecto Invernadero por Sector en México, 2019 (toneladas)



Fuente: Ritchie, H., Roser, M. y Rosado, P. (2020). CO₂ and Greenhouse Gas Emissions.

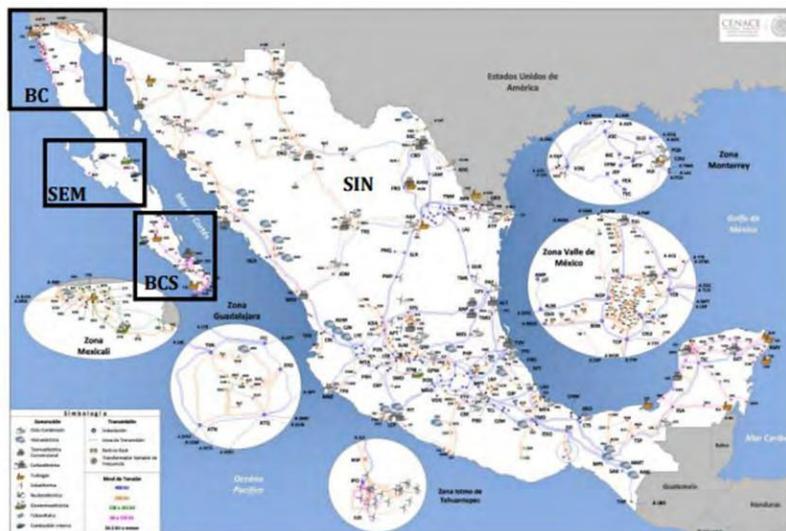
Respecto a la infraestructura del Sistema Eléctrico Nacional, este se divide en 9 regiones más un sistema eléctrico aislado:

1. Central
2. Oriental
3. Occidental
4. Noroeste
5. Norte
6. Noreste
7. Baja California
8. Peninsular
9. Baja California Sur
10. Sistema Mulegé



Una visualización geográfica se puede apreciar en la Figura 3, que se muestra a continuación.

Figura 3. Diagrama geográfico de los sistemas eléctricos que forman el Sistema Eléctrico Nacional (SEN)



Fuente: Proyectos México (2019).

En términos de energía eléctrica, Baja California presenta retos adicionales al contar con un sistema eléctrico desconectado del resto de la red eléctrica nacional, denominada Sistema Interconectado Nacional (SIN), a diferencia de otras entidades en el país, a excepción de Baja California Sur. Esto significa que la entidad actualmente opera de manera aislada, por lo que no goza del intercambio de recursos y reservas de capacidad a las que tienen acceso sus contrapartes conectadas.

Sin embargo el sistema bajacaliforniano cuenta con acceso a interconexiones con el sistema eléctrico de Estados Unidos, el *Western Electricity Coordinating Council* (WECC), por medio de dos líneas de transmisión de 230kV en corriente alterna, una situada en la subestación La Rosita-Valle Imperial y la segunda en Tijuana-Otay Mesa⁴. Estas interconexiones a la red eléctrica estadounidense permiten, como alternativa a Baja California gestionar la oferta y demanda energética con el país vecino.

Como parte de los esfuerzos para fortalecer el sistema de suministro eléctrico de Baja California, el Gobierno Federal ha iniciado un proyecto para interconectar al Estado a la red nacional por medio del parque fotovoltaico que se desarrolla en Puerto Peñasco, Sonora, el cual iniciará operaciones en 2023; se espera que para el año 2024, Baja California forme parte del Sistema Interconectado Nacional.

⁴ CENACE. (2019). PRODESEN 2019-2033.



El sector energético bajacaliforniano incluye principalmente la dotación de gas natural importado de los Estados Unidos, así como una serie de plantas de generación de energías renovables en los diferentes municipios del Estado⁵. La ubicación geográfica del Estado de Baja California, las temperaturas extremas alcanzadas por su clima semiárido, altos niveles de radiación solar, los recursos geotérmicos, marítimos, su geografía montañosa y la proximidad con Estados Unidos como mercado, son tan solo algunas de las condiciones que favorecen el desarrollo de nuevas fuentes de generación de energía en la entidad.

La entidad tiene una capacidad instalada total de 3,461.7 Mega Vativos (MW) conformado por la generación de las 16 plantas de generación pertenecientes a la Comisión Federal de Electricidad (CFE), el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) y plantas para autoabastecimiento. De estos, CFE con un total de 3,280.5 MW y 181.2 MW pertenecientes a plantas de generación para abastecimiento.

A su vez, la interconexión con la región suroeste de Estados Unidos, permite la importación de 408 MW⁶ para satisfacer la demanda o suministro de energía eléctrica en las diferentes épocas del año. Cabe destacar que Baja California se encuentra en el 7mo lugar a nivel nacional en consumo de energía eléctrica, sin considerar la Ciudad de México⁷. En cuanto a la producción de energía eléctrica, según datos para el año 2022, Baja California tuvo una generación bruta de 12,708.17GWh⁸.

Respecto a la infraestructura para la generación de energía en el Estado, está se encuentra integrada por 11 plantas generadoras pertenecientes a la CFE y el MEM, las cuales representan el 94.9% de la capacidad total del estado, las cuales son: 4 centrales de generación con ciclo combinado, 2 centrales de generación de energía eléctrica con tecnología fotovoltaica, una central de generación con tecnología geotérmica ubicada en la zona de Mexicali, 3 centrales de generación por turbogás y una central de combustión interna.

Además, se cuentan con 5 plantas de generación de energía para autoabastecimiento que representan el 5.1% de la capacidad total del Estado (Gráfico 3), las cuales utilizan la red de distribución de la CFE para recibir la energía eléctrica, de las cuales se encuentran: el Parque Eólico Rumorosa I, la Fábrica de Papel San Francisco, S.A. de C.V., Energía Costa Azul (ECA), la planta de EAX-AA (SAAVI) y el Parque Eólico San Matías.

⁵ CENACE. (2019). PRODESEN 2019-2033.

⁶ CENACE (2023). Minuta de Reunión.

⁷ Cenace.gob.mx

⁸ Sistema de información energética (SIE). (2022). Generación Bruta de CFE más Productores Independientes de Energía (PIE) por Entidad Federativa (megawatts-hora).



Gráfico 3. Distribución de la capacidad instalada total en Baja California



Fuente: Elaboración propia de la Comisión Estatal de Energía, 2023

Las ubicación geográfica y especificaciones de la infraestructura mencionada se encuentran detalladas en la Figura 4 y Tabla 1.

Figura 4. Ubicación de las 16 plantas generadoras de energía en Baja California por tipo de tecnología



Fuente: Elaboración propia de la Comisión Estatal de Energía, 2023



Tabla 1. Plantas de generación de energía eléctrica en Baja California

Tecnologías de generación (Infraestructura disponible y producción) de Baja California							
Generadores para CFE y MEM							
Cons.	Nombre	Tecnología	Propietario	Capacidad instalada (MW)	Ubicación	Tipo de Generador	Comprador
1	CI Cedros	Combustion Interna	CFE	1	Ensenada	Generadora	CFE-Suministrador de Servicios Basicos
2	Cerro Prieto Solar	Solar Fotovoltaica	CFE	5	Mexicali	Generadora	CFE-Suministrador de Servicios Basicos
3	Rumorosa Solar	Solar Fotovoltaica	Sempre Infraestructura	41	Mexicali	Generadora	CFE-Suministrador de Servicios Basicos
4	EAX-Gen	Ciclo Combinado (Natural gas)	SAAVI	165	Mexicali	Generadora	Industria, Mercado Mayorista
5	Baja California III	Ciclo Combinado (Natural gas)	Iberdrola	324	Ensenada	Generadora	CFE-Suministrador de Servicios Basicos, Mercado Mayorista
6	Cerro Prieto	Geotérmica	CFE	570	Mexicali	Generadora	Mercado Mayorista
7	Turbo-gas Tijuana	Turbogás	CFE	210	Tijuana	Generadora	Mercado Mayorista
8	La Rosita	Ciclo Combinado (Natural gas)	SAAVI	489	Mexicali	Generadora	CFE-Suministrador de Servicios Basicos, Mercado Mayorista
9	Presidente Juarez	Ciclo Combinado (Natural gas)	CFE	1386	Tijuana	Generadora	CFE-Suministrador de Servicios Basicos, Mercado Mayorista
10	Turbo-gas Cipres	Turbogás	CFE	27.5	Ensenada	Generadora demanda pico	Mercado Mayorista
11	Turbo-gas Mexicali	Turbogás	CFE	62	Mexicali	Generadora demanda pico	Mercado Mayorista
TOTAL: 3,280.5 MW							
Generadores de Autoabastecimiento							
Cons.	Nombre	Tecnología	Propietario	Capacidad (MW)	Ubicación	Tipo de Generador	Comprador
1	Parque Eólico Rumorosa I	Eólica	Gobierno del Estado de Baja California	10	Tecate	Autoabastecimiento	Ayuntamiento de Mexicali
2	Fábrica de Papel San Francisco	Turbogás	Fábrica de Papel San Francisco, S.A. de C.V.	22.7	Mexicali	Autoabastecimiento	Fábrica de Papel San Francisco, S. A. de C. V.
3	Energía Costa Azul (ECA)	Combustion Interna (Gas Natural)	Sempre Infraestructura	38.5	Ensenada	Autoabastecimiento	Energía Costa Azul
4	EAX-AA	Ciclo Combinado (Gas Natural)	SAAVI	80	Mexicali	Autoabastecimiento	Usuarios Industriales
5	Eólica San Matías	Eólica	Eólica San Matías	30	Ensenada	Autoabastecimiento	Usuarios Industriales
TOTAL: 181.2 MW							
TOTAL PLANTAS GENERADORAS DE BC		CAPACIDAD INSTALADA TOTAL (MW)			MENOS AUTOABASTECIMIENTO (MW)		CAPACIDAD DISPONIBLE EN BC (MW)
16		3,461.7			181.2		3,280.5

Fuente: Elaboración propia de la Comisión Estatal de Energía, 2023

En el caso particular de la central geotérmica de Cerro Prieto se estima que esta planta llegó a producir el 99% de la energía eléctrica limpia en Baja California⁹. Una de las ventajas de este tipo de generación de energía es el bajo nivel de emisiones de efecto invernadero, pues se aprecia que representa 12 veces menos que aquellos producidos por una planta termoeléctrica.

El Estado de Baja California representa el 3.1% de los usuarios de energía eléctrica a nivel nacional, con una población de 3.7 millones de habitantes, de los cuales 99%¹⁰ cuenta con energía eléctrica, de acuerdo al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI); esto se traduce como altos niveles de penetración en beneficio de la población. El consumo total de energía eléctrica para el 2021 fue de 15,541GWh. El Programa para el Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN) 2022-2036 estimó una tasa de crecimiento de consumo anual del 5.8% para Baja California.

El consumo de energía eléctrica está concentrado principalmente en Mexicali, capital del Estado, en donde existe una correlación entre el consumo energético doméstico y las altas temperaturas registradas¹¹, y en segundo término en la

⁹ Institute of the Americas (2019). Baja California Energy Outlook 2020-2025.

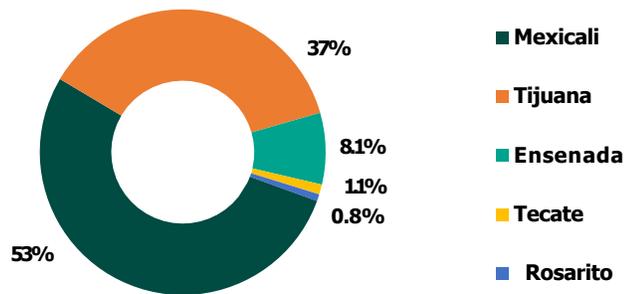
¹⁰ INEGI (2021). Panorama Sociodemográfico de Baja California 2020.

¹¹ CEE. (2021). Informe Final de la Evaluación.



ciudad de Tijuana. El desglose de consumo de energía eléctrica se presenta de la siguiente manera: Mexicali (53%), Tijuana (37%), Ensenada (8.1%), Tecate (1.1%) y Playas de Rosarito (0.8%)¹² (Gráfico 4).

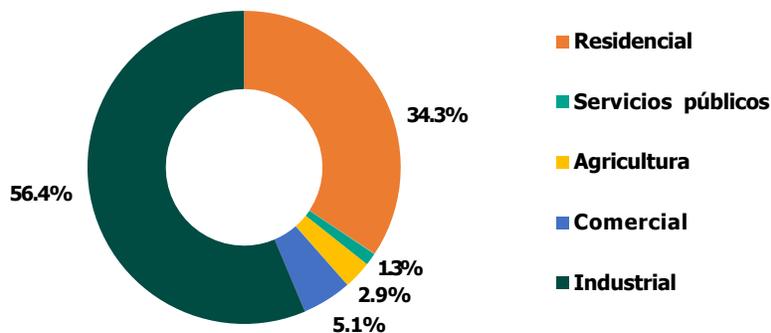
Gráfico 4. Porcentaje de consumo de energía eléctrica en Baja California, 2021



Fuente: Elaboración propia de la Comisión Estatal de Energía, 2023

Por su parte, en materia de energía eléctrica, se puede observar que el sector industrial representa el principal consumidor, al concentrar el 56.4% del consumo. En segundo lugar, se encuentra el sector residencial con el 34.3% y en menor medida el comercial, el agrícola y los servicios públicos (Gráfico 5).¹³

Gráfico 5. Porcentaje de consumo de energía eléctrica en Baja California por sector



Fuente: Elaboración propia de la Comisión Estatal de Energía, con datos del Baja California Energy Outlook 2020-2025. Institute of the Americas.

En este contexto, uno de los principales retos que enfrenta el Estado es el de mantener el balance energético, especialmente en materia de energía eléctrica. Particularmente en el municipio de Mexicali, durante los meses de mayo a

¹² Institute of the Americas (2019). Baja California Energy Outlook 2020-2025.

¹³ Ibidem.



septiembre, las temperaturas llegan a superar los 40°C¹⁴; por lo que, la población aumenta la demanda de energía. Esta situación puede ser agravada en los próximos años, pues el aumento de temperatura como resultado del cambio climático lleva a un mayor consumo energético. Sin embargo, es de importancia recalcar que a la fecha se está trabajando en la construcción de centrales de generación pertenecientes a CFE para continuar asegurando el suministro de energía eléctrica en el Estado (Tabla 2).

Para el año 2023, la demanda máxima total neta del Sistema Eléctrico de Baja California se presentó en el mes de agosto con 3,552 MW. Entre las medidas que han permitido satisfacer la demanda hasta la actualidad, se encuentran el suministro proveniente de la interconexión con el sistema eléctrico de California y el protocolo correctivo de emergencia implementado por el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE). Este protocolo consiste en la habilitación de un sistema de suministro por parte de generadores de energía de carácter temporal, con el fin de brindar un mayor abasto de energía eléctrica y compensar el alza en la demanda¹⁵.

Tabla 2. Centrales de generación de energía en proceso de construcción

Nombre	Capacidad instalada (MW)
Central turbogás González Ortega	184
Central de combustión interna Mexicali Oriente - sitio Ejido Cuernavaca	429
Central de combustión interna Parque industrial - San Luis Río Colorado	196
Central de ciclo combinado González Ortega	624
Central de ciclo combinado San Luis Río Colorado	622
Proyecto fotovoltaico Puerto Peñasco	1,000

Fuente: Elaboración propia de la Comisión Estatal de Energía, 2023

Uno de los factores que contribuyen a esta situación en los próximos años es el crecimiento poblacional del Estado. De acuerdo a datos de CONAPO, en Baja California se prevé un incremento poblacional del 6.5% para el año 2030 con respecto al año 2025 (Gráfico 6)¹⁶. En este sentido, dicha proyección aumenta la importancia de disponer de estrategias que permitan cubrir la necesidad energética del Estado a largo plazo, fomentando la transición energética y dando el soporte requerido al crecimiento económico de la entidad.

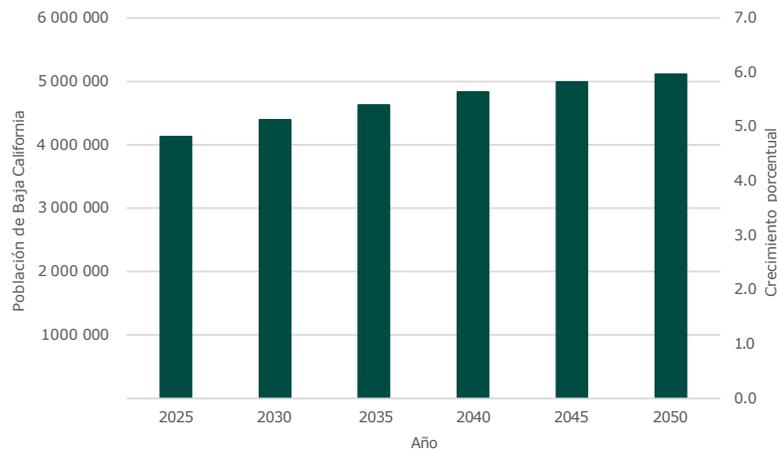
¹⁴ Información por entidad, Baja California, Clima (INEGI)

¹⁵ Protocolo Correctivo BCA 2023. Minuta protocolo Correctivo BCA 2023 (CENACE)

¹⁶ CONAPO. Proyecciones de la población de México y de las entidades federativas, 2025-2050.



Gráfico 6. Porcentaje de crecimiento poblacional en Baja California



Fuente: CONAPO. Proyecciones de la población de México y de las entidades federativas, 2016-2050.

Pobreza energética

Como ya fue mencionado, Baja California cuenta con una alta tasa de incursión de energía eléctrica en las viviendas; sin embargo, se estima que aproximadamente nueve mil viviendas aún no se encuentran conectadas a la red de distribución, ni cuentan con otro medio de generación de electricidad¹⁷.

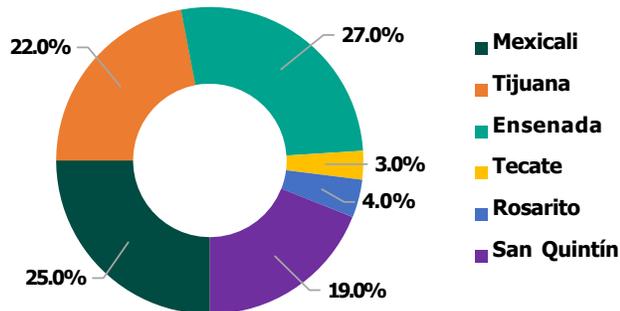
Del 1% que representan estas viviendas sin energía eléctrica, el 25% se encuentran en Mexicali, el 22% en Tijuana, el 27% en Ensenada, el 19% en San Quintín, el 4% en Playas de Rosarito, y el 3% en Tecate (Gráfico 7)¹⁸. Algunas de las razones por las que esta población no cuenta con energía incluyen la pobreza por ingresos económicos o bien la ubicación de las viviendas en zonas inaccesibles o muy alejadas de las redes de transmisión y distribución. No obstante, el principal problema de estas viviendas es la irregularidad en la propiedad de los predios, ya que más de cinco mil viviendas sin servicio a la energía eléctrica, no cuentan con escrituras o están localizadas en asentamientos irregulares; por lo que, aunque exista la disponibilidad de redes de transmisión, la regulación actual no permite la contratación de servicio eléctrico.

¹⁷ Rigoberto García Ochoa (2021, 15 de julio). Pobreza energética en Baja California. (La Jornada Baja California)

¹⁸ Ibidem



Gráfico 7. Distribución porcentual por municipio de las viviendas sin energía eléctrica en Baja California



Fuente: Elaboración propia de la Comisión Estatal de Energía, 2023

Aunado a ello, a medida que proyectos de desarrollo territorial y urbano surjan en los municipios de San Felipe y San Quintín, se deberán atender la demanda generada por el aumento poblacional, sin mencionar la nueva infraestructura de soporte y la actividad económica derivados de este mismo crecimiento. De acuerdo con la Secretaría de Bienestar más de 5,000 personas¹⁹ viven en hogares sin electricidad en el municipio de San Quintín²⁰.

Electromovilidad

La descarbonización es uno de los puntos más importantes en términos de sustentabilidad en las agendas de desarrollo a nivel global, esto implica el esfuerzo progresivo hacia la reducción de las emisiones de carbono, como la movilidad sostenible impulsada por el uso de vehículos eléctricos (y en el futuro, de otras soluciones cero emisiones), mejor conocido bajo el concepto de electromovilidad.

Baja California ha tomado acciones para eliminar inhibidores a la descarbonización; ejemplo de ello, es la red de cargadores para automóviles eléctricos que la Comisión Estatal de Energía impulsa (Tabla 3). Durante el primer trimestre del 2023, se han instalado 9 cargadores marca Tesla, centrándose inicialmente en puntos estratégicos al oeste de la entidad, en torno a rutas turísticas que son frecuentadas por usuarios de vehículos eléctricos conectables, primordialmente de fuera del estado y paulatinamente también por usuarios locales.

La instalación de más estaciones de recarga es esencial, por lo que significa un esfuerzo continuo para fomentar la transición energética del sector transporte. Estas acciones orientadas a disponer de mejor infraestructura de recarga, son de suma importancia dado que inciden en el cumplimiento del Objetivo de

¹⁹ Secretaría de Bienestar (2022). Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2022. Baja California – San Quintín.

²⁰ A la fecha de este programa no se cuenta con información oficial para el municipio de San Felipe al ser un municipio de nueva creación.



Desarrollo Sostenible II “Ciudades y comunidades sostenibles”. Aunado a ello, uno de los factores que acelera el cambio son las políticas de Estados Unidos, y particularmente del vecino estado de California.

Tabla 3. Red de cargadores eléctricos Tesla en Baja California

Sitio	Dirección	Tipo	Municipio
Farmacias Roma Villa Corona	Carretera Libre, Tijuana-Ensenada 2901, Villas Corona	Tesla	Rosarito
Centro Metropolitano de Convenciones, Baja Center	Carretera Escénica Tijuana - Rosarito 1029, Ejido Mazatlán	Tesla	Rosarito
Museo del vino	Carretera Federal Tijuana - Ensenada, km 81,33 Fraccionamiento Norte, Francisco Zarco	Tesla	Valle de Guadalupe
Calimax Puerto Nuevo	Carretera Rosarito - Ensenada, Fraccionamiento Puerto Nuevo	Tesla	Puerto Nuevo, Rosarito
Hotel San Nicolás	Av. Guadalupe s/n, Colonia Centro	Tesla	Ensenada, B.C.
Barón Balché	Juanita Beltrán S/N, 22750 Ejido El Porvenir	Tesla	Valle de Guadalupe
SORBO	22984 Ejido El Porvenir	Tesla	Valle de Guadalupe
i-pétra	22766 Ensenada, B.C.	Tesla	Ensenada, B.C.
Bodegas F. Rubio	Callejón de la Liebre Parcela 70, 22755 Ejido El Porvenir	Tesla	Valle de Guadalupe

Fuente: Elaboración propia de la Comisión Estatal de Energía, 2023

La transición hacia la electromovilidad, implica el reto de continuar asegurando el suministro estable de energía eléctrica que estará ligado al aumento de usuarios, así como a la disponibilidad de estaciones de recarga, que más allá de dar sustento solo a la actividad turística de la zona, pueda, eventualmente, atender la demanda de usuarios locales a medida que incremente la circulación de los vehículos eléctricos en Baja California.

Gas Natural

Una de las fuentes más utilizadas en el país para generar energía eléctrica y para la operación de diversos procesos industriales es el gas natural, por lo que es un elemento fundamental para potenciar el desarrollo del Estado; el sector energético es el principal consumidor de este hidrocarburo representando el 93% del consumo total. Esta fuente de energía es utilizada en plantas de generación eléctrica, ya que genera una combustión más limpia respecto a otros combustibles. En el caso de Baja California, al igual que su contraparte eléctrica, la red de gas natural se encuentra desconectada de la del resto del país.

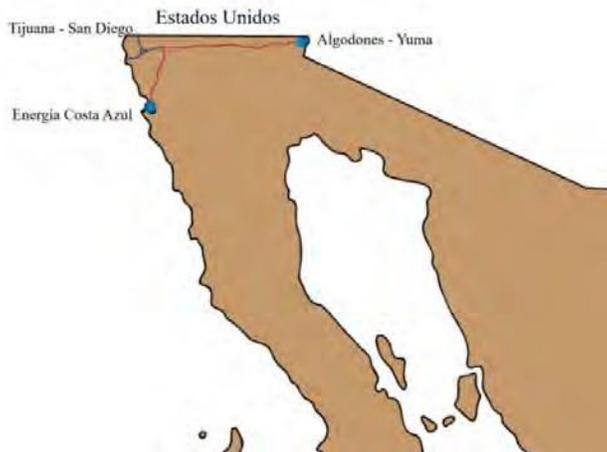
La red principal de gasoductos en Baja California cuenta con dos interconexiones: la correspondiente al gasoducto Agua Prieta-Algodones-Yuma y la que corresponde al gasoducto Tijuana-San Diego; adicionalmente se cuenta con una planta de almacenamiento y regasificación de Gas Natural Licuado (LNG) de Sempra Infraestructura, ubicada en Ensenada (Costa Azul). Actualmente, esta última terminal se está reconfigurando para que sea capaz de licuar y exportar gas natural procedente de Estados Unidos y enviarlo por barco a mercados en Asia. El sistema de gasoducto de energía Costa Azul se interconecta con el Gasoducto Rosarito y con sistemas de gasoductos en los Estados Unidos; está integrado por 45 kilómetros (km) de ductos y por una estación de compresión con potencia de 9,600 HP²¹.

²¹ Recuperado de energiacostaazul.com.mx



El principal distribuidor de gas natural en el Estado es la empresa Sempra Infraestructura, la cual administra la red principal y la comercialización en grandes volúmenes con empresas que se interconectan de manera directa, además de proporcionar el recurso a las empresas distribuidoras secundarias (Figura 5).

Figura 5. Red de Gas Natural en Baja California



Fuente: Elaboración de la Comisión Estatal de Energía, 2023

La demanda histórica de Baja California en los últimos 10 años presenta una ligera tendencia al alza; mostrando un incremento en la demanda interna durante el mes de mayo para alcanzar el punto más alto durante el mes de septiembre (Gráfico 8).

Gráfico 8. Demanda Interna de Gas Natural en Baja California



Nota: No se registró información para el mes de febrero del 2020.

Fuente: Elaboración propia de la Secretaría de Economía e Innovación con datos del Sistema de Información Energética (SIE).

Respecto a proyectos relacionados al suministro de gas natural, a principios del 2023 se firmó un acuerdo preliminar para establecer una alianza entre las empresas Sempra y Carso, con la Comisión Federal de Electricidad (CFE), que les



permita desarrollar infraestructura para el transporte de dicho hidrocarburo. La propuesta contempla la construcción de un gasoducto de 450 kilómetros entre Baja California y Sonora que se conecte a otros sistemas de transporte del energético para poder incrementar la capacidad de generación de energía la CFE, abonando a un suministro más seguro del mismo²². A su vez, el desarrollo de este proyecto potencializaría la industria de gas natural en la región.

Eficiencia Energética

A escala internacional se ha desarrollado una preocupación por el futuro del planeta que tiene un amplio impacto en las actividades cotidianas, esto principalmente, debido a los efectos por el cambio climático, derivado de actividades humanas como la quema de combustibles fósiles, incluyendo carbón, petróleo y gas.

Respecto al tema de eficiencia energética, es necesario recalcar la importancia del cumplimiento de la normatividad existente, que incluye a las normas NOM-008-ENER-2001 y NOM-020-ENER-2011 referentes a envolventes térmicos y eficiencia energética en edificios; y la implementación de acciones en torno al Objetivo de Desarrollo Sostenible 9 "Industria, innovación e infraestructura". El acondicionamiento térmico de edificaciones repercute en gran medida en la demanda pico del sistema eléctrico, siendo su mayor impacto en las zonas norte y costeras del país donde es más común el uso de equipos de enfriamiento que aquellos de calefacción²³.

Estas normas oficiales mexicanas tienen como fin lograr la comodidad de los ocupantes de los edificios con el mínimo consumo de energía. Para lograr esto, es indispensable la concientización del uso eficiente y ahorro de energía, a todos los sectores de la población en materia de prácticas de eficiencia energética.

Durante la crisis sanitaria de COVID-19, se registró un aumento en el consumo de energía eléctrica en hogares, al aumentar el tiempo en que los usuarios permanecieron en sus viviendas.

El consumo de energía en el sector residencial representa una cuarta parte del consumo final total mundial de energía²⁴, debido a actividades de uso final como: cocción de alimentos, iluminación, refrigeración, calentamiento de agua, calefacción y enfriamiento de espacios, así como uso de electrodomésticos.

La modernización de los procesos industriales ha tenido como consecuencia la utilización de equipo mecánico y eléctrico como son los motores, creando una repercusión en el consumo de energía eléctrica. Aprovechando estas mismas tecnologías se debe considerar la posibilidad de mejorar la eficiencia en instalaciones de la industria por medio de los equipos y una medida técnica

²² CFE (2023). La CFE firma memorándum de entendimiento con Carso y Sempra Infraestructura para sentar las bases de una potencial alianza estratégica a fin de desarrollar infraestructura de transporte de gas natural para fortalecer la seguridad energética de México. Recuperado de https://www.cfe.mx/cdn/2019/Archivos/Boletines/008_Comunicado_CARSO_SEMPRA_CFE_140223.pdf

²³ NORMA Oficial Mexicana NOM-020-ENER-2011

²⁴ www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2018/EstSociodemo/ENCEVI2018.pdf



como lo es el factor de potencia. Estas medidas deben ser aplicadas a consecuencia de realizar un estudio energético y son una opción para el aprovechamiento de la energía.

Como esfuerzo para asegurar la eficiencia en el suministro de energía, la Comisión reguladora de energía (CRE) ha expedido las disposiciones Administrativas de Carácter general para el Código de red, que contiene los criterios de eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad, seguridad y sustentabilidad del Sistema Eléctrico Nacional (SEN), con el objetivo de incentivar el desarrollo, operación, mantenimiento, modernización y ampliación del SEN de forma coordinada, con base en requerimientos técnicos y operativos, y de la manera más eficiente y económica. Dicho Código de Red aplica a todos los usuarios del SEN: el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), los Transportistas, Distribuidores, Generadores, Comercializadores, Suministradores, Centrales Eléctricas y Centros de Carga, e incluye disposiciones específicas para el sistema interconectado de Baja California, por lo que, están obligados a cumplir con el Código de Red todos los centros de carga que soliciten conectarse o que ya se encuentren conectados al SEN, en los niveles de Media Tensión y Alta Tensión independiente de su esquema de Suministro ²⁵. El cumplimiento del Código de Red vigente es esencial y obligatorio para el desarrollo de la industria eléctrica pues, actualmente permite regular, prever peligros en la operación y manejo de la energía del país, así como minimizar las pérdidas de energía eléctrica; además en un esquema a largo plazo, facilitará la integración de las nuevas tecnologías de generación mediante energías limpias a las redes de transmisión pues asegurará un sistema confiable, eficiente y disponible para el crecimiento de la industria eléctrica en México y en el Estado de Baja California.

Como parte del interés de Baja California para avanzar hacia la transición energética, la Comisión Estatal de Energía realiza 12 estudios energéticos anuales en escuelas públicas del Estado. Estas auditorías consisten en la recolección de datos técnicos *in situ* que incluyen información sobre cargas instaladas, tecnología, condiciones y estado actual de sus instalaciones eléctricas. Posterior a un análisis energético, se identifican áreas de oportunidad para el ahorro y uso eficiente de la energía que permitan a las instituciones educativas considerar el implementar las recomendaciones emitidas. Entre los beneficios que generan dichas auditorías se encuentra el reducir los costos por consumo energético, aumentar la seguridad del abastecimiento de energía, así como reducir el daño ambiental y el impacto de los gases de efecto invernadero.

Aunado a ello, mediante la organización de foros, exposiciones y talleres presenciales o a distancia se promueve el uso eficiente de la energía eléctrica y el ahorro en el sector industrial y comercial.

²⁵ Comisión Reguladora de Energía (junio de 2020) Disponible en:
<https://www.gob.mx/cre/es/articulos/preguntas-frecuentes-sobre-el-codigo-de-red?idiom=es>



La implementación de medidas de ahorro, algunas de fácil aplicación y nula inversión, resulta en notables ahorros en el consumo y evita la emisión de millones de toneladas de contaminantes a la atmósfera²⁶.

Medios de almacenamiento energético

Las tecnologías de almacenamiento ayudan a regularizar las variaciones que pueden surgir durante la generación o demanda de energía, además de que son medios para acelerar el proceso hacia la descarbonización, ya que resguardan la energía que es generada por fuentes renovables, como la solar y la eólica, cuyo suministro puede llegar a ser intermitente²⁷. Actualmente, México se posiciona en el séptimo lugar a nivel Latinoamérica respecto al número de proyectos de almacenamiento de energía²⁸.

Los Sistemas de Almacenamiento de Energía (SAE) contemplan una variedad de tecnologías incluyendo la electroquímica, como lo son las baterías de ion litio, o bien, mecánica, como las centrales hidroeléctricas, por mencionar un ejemplo.

El litio es un elemento que se encuentra presente tanto en pegmatitas, como en salmueras, pozos petrolíferos, campos geotérmicos, arcillas e, incluso, en los océanos. En la actualidad, solo dos procesos de obtención han demostrado ser económicamente factibles: a) salmueras y b) pegmatitas²⁹. Además de otros usos como la elaboración de cerámicas y fármacos, este elemento es clave para el almacenamiento; considerado también un impulso hacia la transición energética. El desarrollo tecnológico de las baterías de litio ha permitido que esta tecnología se convierta en una solución cada vez más económica, pues se espera que sus precios continúen disminuyendo hasta en un 50% para el 2030³⁰.

En 2022, se creó el organismo público descentralizado de la Administración Pública Federal denominado Litio para México, o LitioMx, agrupado en el sector coordinado por la Secretaría de Energía. El objeto de Litio para México es la exploración, explotación, beneficio y aprovechamiento del litio ubicado en territorio nacional, así como la administración y control de las cadenas de valor económico de dicho mineral³¹. La producción mundial de litio, en 2018, se estimó en 84,700 toneladas de litio, contenidas como carbonato de litio, cloruro de litio, hidróxido de litio, y concentrados de litio en minerales y compuestos, observando un incremento del 24%, con respecto a 2017³². El principal uso del litio en México y en el mundo es la manufactura de baterías, con el 56%.

El hecho de que Baja California sea un estado fronterizo, se presenta como una oportunidad para el crecimiento económico y el impulso a temas de creciente interés como es litio; ejemplo de ello es la declaración de la junta de Supervisores

²⁶Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía

²⁷ Sánchez, R., Carrillo, J.M. (2022). Cómo usar las baterías para acelerar la descarbonización.

²⁸ BID (2021). State of Charge: Energy Storage in Latin America and the Caribbean.

²⁹ Secretaría de Economía (2021). Perfil del mercado del Litio 2021.

³⁰ BID (2021). State of Charge: Energy Storage in Latin America and the Caribbean.

³¹ Secretaría de Gobernación (2022). Decreto por el que se crea el organismo público descentralizado denominado Litio para México.

³² Secretaría de Economía (2021). Perfil del mercado del Litio 2021.



del Condado del Valle Imperial, en el estado vecino de California, que anunció en febrero del 2022, que el Valle Imperial se convertiría en el "Valle del litio". En el Plan de Inversión de Oportunidad Económica para el Valle del Litio (*Lithium Valley Economic Opportunity Investment Plan*), se considera una reserva de litio aproximada de 15 millones de toneladas métricas en el subsuelo, además, hay un estimado de 1,000-1,500 MW de energía geotérmica, adicional a la generación de energía disponible³³.

Dicho descubrimiento, ha aumentado el interés de Baja California por el litio pues, el Valle de Mexicali presenta las mismas características geofísicas del Valle Imperial, dado que ambos son divididos por la frontera a Estados Unidos. Las baterías de litio tienen un gran potencial para impulsar el uso de energías limpias y atender problemáticas relacionadas a la movilidad y la pobreza energética en la entidad.

El litio juega un rol fundamental en el impulso de la electromovilidad, ya que las baterías son el elemento principal en los vehículos eléctricos. En el caso de Baja California, las baterías de litio representan una vía para impulsar la descarbonización en la movilidad, además de oportunidades de desarrollo económico en caso de incursar en su fabricación.

Aunado a ello, este tipo de almacenamiento energético representa una alternativa para llevar energía eléctrica a áreas remotas vía microrredes, como lo muestra la experiencia de países como Bolivia y Nicaragua³⁴. En combinación con proyectos de energía eólica o solar, las baterías de litio generan una oportunidad de acceso para aquellas comunidades en zonas alejadas que aún carecen de este recurso en Baja California, además que se considera una opción más económica y amigable con el medio ambiente al sustituir los generadores eléctricos de diésel.

De acuerdo al Servicio Geológico Mexicano, se cuenta con proyectos registrados de la empresa canadiense *One World Lithium*, la cual cuenta con una concesión para explorar litio en el Salar del Diablo, mientras que en Cerro Prieto la empresa estadounidense *Pan American Lithium Corp* y la empresa Mexicana *Escondida Internacional* cuentan con una concesión del 76% y 24%, respectivamente.

Como ya fue mencionado, la capacidad de las baterías de litio para regular la frecuencia es una de las ventajas que puede abonar a proveer un suministro de energía más confiable y estable a la misma industria que se encuentra instalada en la región.

Las principales características de las baterías de litio se presentan a continuación (Tabla 4).

³³ LITHIUM VALLEY ECONOMIC OPPORTUNITY INVESTMENT PLAN (2021).

³⁴Malagón, E. (2021). Sistemas de almacenamiento de energía.



Tabla 4. Características técnicas de las baterías de litio

Tecnología	Potencia nominal (mw)	Duración de almacenamiento	Profundidad de descarga	Vida (ciclos de carga)	Densidad energética (Wh/L)	Eficiencia	Tiempo de respuesta
Ion Litio	0.1-100	1 min – 8 hrs	90*	3500*	200-400	85-98%	10-20ms

Nota: *Batería de litio ferrofosfato o litio-níquel-manganeso-cobalto

Fuente: BID (2021). State of Charge: Energy Storage in Latin America and the Caribbean.

Otro medio de almacenamiento que impulsa la transición energética es el hidrógeno, que se espera llegue a jugar un rol más importante en el futuro a medida que la tecnología se consolida. El hidrógeno es el elemento más abundante del universo, es un gas que puede quemarse en un motor o utilizarse en una pila de combustible para alimentar vehículos, producir electricidad o generar calor. En este sentido, el hidrógeno puede ayudar a descarbonizar una variedad de sectores, incluidos el transporte, los productos químicos, la industria de los metales y el almacenamiento de energía, apoyando de esta manera el uso de las energías renovables para generación de energía eléctrica mediante el almacenamiento de energía. La Agencia Internacional de Energía (IEA) prevé que el hidrógeno satisfaga el 12%-13% de la demanda final de energía para 2050³⁵.

El hidrógeno es categorizado según el proceso que haya sido empleado para su obtención. Con el fin de identificar fácilmente la fuente de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) relacionadas con la producción de hidrógeno, se ha asignado colores al hidrógeno, siendo el verde el más limpio de todos en términos de reducción de emisiones (Tabla 5).

Tabla 5. Clasificación por color del hidrógeno según tecnología

Color	Fuente	Tecnología
Verde	Energías renovables	Electrólisis
Rosa	Energía nuclear	Electrólisis acoplada con los sistemas de refrigeración de reactores nucleares
Turquesa	Energías renovables o carbono neutral	Pirólisis
Azul	Combustibles fósiles	Reformado de metano a vapor con captura de carbono - Gasificación de carbón con captura de carbono
Gris	Combustibles fósiles	Reformado de metano a vapor - Gasificación

Fuente: Elaboración propia de la Comisión Estatal de Energía con información de GIZ (2021).

³⁵ Agencia Internacional de Energía. Disponible en <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/hydrogen>



Actualmente el hidrógeno gris, el cual es obtenido mediante el reformado de metano a vapor, es el de mayor generación con un 71% de la producción total³⁶. Sin embargo, debido al interés de esta administración estatal en impulsar el uso de fuentes de energía renovables, el diagnóstico se centrará particularmente en el “hidrógeno verde”.

El hidrógeno verde es un producto derivado de la electrólisis (separación de los componentes del agua por corriente eléctrica) que utiliza la energía generada por fuentes limpias, por lo que es el único que es considerado sustentable, además de que su único residuo al medio ambiente es el vapor de agua.

El hidrógeno verde es otra de las soluciones de almacenamiento de energía eléctrica, por lo que al igual que las baterías de litio, este puede ser resguardado y utilizado posteriormente según lo requiera la demanda. Para obtener energía eléctrica por este medio se requiere de un motor de combustión de hidrógeno o una pila de combustible.

En la actualidad solamente se identifican 5 proyectos de almacenamiento de hidrógeno provenientes de fuentes renovables en Latinoamérica³⁷. A pesar de sus numerables ventajas, es importante mencionar que la producción del hidrógeno verde es costosa, pues la energía renovable utilizada para producirlo es onerosa a diferencia de sus contrapartes más contaminantes.

A continuación, se presentan las características del hidrógeno (Tabla 6).

Tabla 6. Características Técnicas del Hidrógeno

Tecnología	Potencia nominal (mw)	Duración de almacenamiento	Profundidad de descarga	Vida (ciclos de carga)	Densidad energética (Wh/L)	Eficiencia	Tiempo de respuesta
Hidrógeno	0.01-1000	Minutos-semanas	83%*	Electrolizador: 5 mil hrs Pila de combustible: 15 mil	600 (200 bar)	25-45%	Segundos-minutos

Fuente: BID (2021). State of Charge: Energy Storage in Latin America and the Caribbean.

El Marco Regulatorio Mexicano ya considera algunos usos energéticos del hidrógeno, por ejemplo; en la Estrategia de Transición para Promover el uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios³⁸ menciona a la gasificación para producción de hidrógeno como tecnología eficiente en el aprovechamiento de bioenergía y en el Programa Sectorial de Energía, derivado del Plan Nacional de Desarrollo 2019–2024 resalta la opción de explorar el aprovechamiento de hidrógeno³⁹.

³⁶ BID (2021). State of Charge: Energy Storage in Latin America and the Caribbean.

³⁷ BID (2021). State of Charge: Energy Storage in Latin America and the Caribbean.

³⁸ ACUERDO por el que la Secretaría de Energía aprueba y publica la actualización de la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios, en términos de la Ley de Transición Energética. SEGOB, DOF: 07/02/2020.

³⁹ PROGRAMA Sectorial de Energía 2020-2024. SEGOB, DOF: 08/07/2020.



México tiene un alto potencial renovable y una amplia extensión territorial que podría permitir el desarrollo de hidrógeno verde en el país. Algunas de las ventajas identificadas son el tamaño de algunos sectores industriales en México, como es el caso de Baja California, donde el sector industrial consume más del 50% de la energía eléctrica; además, la proximidad a Estados Unidos se presenta como ventaja para exportar hidrógeno vía gasoductos.⁴⁰ Por lo que el Estado continúa investigando formas de implementar el hidrógeno como una estrategia de impulsar el uso de energías renovables.

El hecho de que el estado sea una península se presenta como otra gran ventaja para Baja California, pues se tiene un amplio acceso al agua de mar. No obstante, es importante mencionar que para hacer uso de agua salada en el proceso de producción de hidrógeno esta deberá ser previamente desalinizada, lo cual podría implicar costos adicionales, haciendo a su vez que el costo del producto final aumente.

Resultados de la consulta a expertos del sector energético

Derivado de un foro especializado que se llevó a cabo para consultar con expertos locales, se plantearon diversas necesidades y requerimientos por organismos de la academia y el sector privado, dentro de los que destacan los siguientes planteamientos:

- Mayor participación del Gobierno del Estado para la concientización de la población entorno al ahorro de energía.
- Desconocimiento sobre los apoyos existentes para la instalación de las tecnologías de energías renovables en el sector residencial.
- Falta de mecanismos de financiamiento que atiendan los impactos económicos de los altos consumos energéticos.
- Falta de normas en torno al uso de aires acondicionados con tecnologías ineficientes (SEER - Ratio de Eficiencia Energética de Temporada).
- Falta de uniformidad en los códigos de construcción en los municipios de Baja California respecto a la eficiencia energética.
- Sector industrial no cuenta con la disponibilidad de acceder al uso de energías limpias para sus procesos de fabricación.
- Cobertura somera en los esfuerzos de auditoría a escuelas del Estado para mejorar sus prácticas de consumo energético.
- Se requiere de una mayor colaboración entre Gobierno del Estado, instituciones académicas y sector privado para el desarrollo y cualificación del recurso humano en torno a temas de energías limpias.
- Sobrecarga al Sistema Eléctrico de Baja California derivado del uso de sistemas del alto consumo en Mexicali, el consumo de la siderúrgica y el acueducto Rio Colorado-Tijuana.

⁴⁰ GIZ (2021). Hidrógeno verde en México: el potencial de la transformación.



Mediante el ejercicio de diagnóstico del sector energético en Baja California, se derivan los siguientes hallazgos:

Fortalezas

- Se cuenta con suficientes recursos naturales para impulsar el uso de fuentes de energía renovables.
- Se dispone de tierra para la instalación de grandes proyectos de generación de energía.
- Altos niveles de penetración en el abastecimiento energético a la población (alrededor del 99% de la población).
- Conexión a la red de California que atiende necesidades durante periodos de desabasto energético.
- Capacidad de autoridades estatales para la realización de auditorías energéticas.
- Baja California cuenta con yacimientos de litio.

Oportunidades

- Baja California tiene uno de los mayores niveles de radiación solar en el país.
- Potencial de proyectos para la generación de energía de fuentes renovables, principalmente solar y eólica.
- Aumentar el acceso a energía en las poblaciones rurales.
- Proyecto para conectarse al Sistema Eléctrico Nacional con oportunidades para acceder a precios competitivos y atender los aumentos de la demanda.
- Exploración de la viabilidad del uso del hidrógeno y litio como energéticos en Baja California.
- Colaboración entre sector público, privado y academia para el desarrollo y certificación del recurso humano.
- Uso de baterías de litio e hidrógeno para almacenamiento.
- Potencial para exportar hidrógeno vía gasoductos a Estados Unidos.
- Aseguramiento del suministro de gas natural en la región y potencialización de dicha industria derivado de proyectos del sector privado.
- Amplio acceso a agua de mar para su uso en la producción de hidrógeno verde.

Debilidades

- Actualmente Baja California se encuentra desconectada del Sistema Interconectado Nacional (SIN) así como de la red nacional de gas natural lo que le impide acceder a mejores precios; depende de su propio autoabastecimiento e importaciones de Estados Unidos.
- Baja California no produce su propio gas natural, lo importa principalmente de Estados Unidos.
- Aún existen comunidades alejadas de los centros urbanos que no cuentan con acceso a la red eléctrica.



- Aun no se cuenta con el suficiente número de estaciones de recarga para autos eléctricos para dar soporte a la transición hacia la electromovilidad.
- Poca sensibilización y conocimiento de la población en torno a prácticas para el ahorro de energía, acceso y uso de tecnologías limpias en el sector residencial.
- Falta de estandarización en los códigos de construcción en torno a la instalación del sistema eléctrico.

Amenazas

- El consumo energético durante los meses de verano puede llevar a problemas de suministro, ocasionando serias afectaciones en la calidad de vida de las y los bajacalifornianos.
- Prácticas de consumo ineficiente ponen en peligro el abasto de energía y la sustentabilidad del sector.
- Dependencia del suministro de energía eléctrica proveniente de otras regiones.
- No poder dar abasto al consumo energético de la industria y la población de acuerdo con proyecciones de crecimiento.
- Leyes de descarbonización en California que afectarán el transporte y la movilidad relacionada al comercio transfronterizo.



5.1 Árbol de Problemas

El abordaje analítico de la información estadística consultada para integrar el diagnóstico, así como los resultados arrojados durante la consulta ciudadana nos permitió identificar un panorama de la situación actual del sector energético (Esquema 2).

Esquema 2. Árbol de Problemas



Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Comisión Estatal de Energía (CEE), COPLADE 2023.

