

# Análisis para una transición justa hacia otros sectores de la economía y energías renovables en los estados de Tabasco, Campeche, Veracruz y Tamaulipas

Mecanismos políticos y económicos por fortalecer o desarrollar para impulsar la implementación de una transición energética justa a mediano y largo plazo



---

# Editorial

---

## Comisionado y publicado por

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH  
Oficinas registradas en:  
Bonn y Eschborn, Alemania

## Programa

Alianzas energéticas bilaterales en países emergentes y en desarrollo.

[www.energypartnership.mx](http://www.energypartnership.mx)

## Edición y supervisión

Mariana Carolina Guerrero Rivera  
[mariana.guerrerorivera@giz.de](mailto:mariana.guerrerorivera@giz.de)  
Fabian Barsky  
[fabian.barsky@giz.de](mailto:fabian.barsky@giz.de)  
Delfina Cuallo Malerva

## Autores

Alfredo Molina (Deloitte)  
Jesús Dávila (Deloitte)  
Ixchell Gutiérrez (Deloitte)  
Damián Grignaffni (Deloitte)  
Mauricio Almagro (Deloitte)

## Fecha

Diciembre 2023

## Versión digital

## Diseñado por

LAGUNA, CDMX

Todos los derechos reservados. El uso de este documento y/o sus contenidos está sujeto a la autorización del Secretariado de la Alianza Energética entre México y Alemania (AE).

Los contenidos de este reporte han sido preparados tomando en consideración fuentes oficiales y de información pública. Las aseveraciones y opiniones expresadas no necesariamente reflejan las políticas y posturas oficiales del Secretariado de la AE, del Ministerio Federal de Economía y Protección del Clima (BMWK) y de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

Este documento no pretende sustituir una investigación detallada o el ejercicio de cualquier estudio profesional. El Secretariado de la AE no garantiza la precisión ni profundidad de la información descrita en este reporte. Asimismo, no se responsabilizan por cualquier daño tangible o intangible causado directa o indirectamente por el uso de la información descrita en este reporte.

---

# Agradecimientos

---

La Alianza Energética entre México y Alemania agradece la participación y entusiasmo de todas las personas expertas en la preparación de este estudio.

## Secretaría para el Desarrollo Energético (SEDENER) Tabasco

**María Luisa Somellera Corrales**, Titular  
**Irbing Orozco Suárez**, Subsecretario  
**Libertad Blanco Morales**, Directora de Innovación y Transición Tecnológica

## Secretaría de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambio Climático y Energía Campeche (SEMABICCE)

**Jorge Sergio Narro Ríos**, Director General de Energía Sostenible  
**Ricardo Sahui Maldonado**, Director de Energía no renovable  
**Edwin Ivan Álvarez Caamal**, Jefe de Departamento

## Agencia Estatal de Energía de Veracruz

**Rómulo Sánchez Velázquez**, Director  
**Andrea Molina Blancas**, Subdirectora de Vinculación Institucional

## Comisión de Energía de Tamaulipas

**José Ramón Silva Arizabalo**, Secretario de Desarrollo Energético  
**Jaime Jiménez Viacobo**, Subsecretario de Inversión, Proyectos Estratégicos y Desarrollo Sustentable

---

# Contenido

---

<b>Editorial</b>	<b>2</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>3</b>
<b>Resumen Ejecutivo</b>	<b>7</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>8</b>
1.1. Contexto de la Transición Energética	8
1.2. Importancia de una Transición Energética Justa	10
1.3. Principios de la Transición Energética Justa	11
<b>2. Iniciativas en materia de Transición Energética Justa</b>	<b>13</b>
2.1. Contexto internacional	13
2.2. Contexto nacional	37
2.2.1. Sector energético nacional	37
2.2.2. Análisis de políticas públicas nivel nacional	40
2.3. Análisis de políticas públicas en estados analizados	47
<b>3. Propuesta de Transición Justa del capital humano</b>	<b>55</b>
3.1. Análisis de la cadena de valor del sector hidrocarburos	56
3.2. Análisis del capital humano en los estados analizados	61
3.3. Propuesta de sectores de Transición para el capital humano	66
3.4. Propuesta de Transición del capital humano	68
3.5. Identificación de brechas para una Transición Energética Justa del capital humano en los estados	77
<b>4. Caja de Herramientas para una Transición Justa del capital humano</b>	<b>81</b>
4.1. Propuesta Caja de herramientas	81
<b>5. Conclusión y Recomendaciones</b>	<b>86</b>
<b>6. Anexos</b>	<b>87</b>
6.1. Análisis de las cadenas de valor y los perfiles de hidrocarburos	87

---

# Lista de Tablas

---

<b>Tabla 1.</b> Alemania- Análisis general de los programas y políticas sobre Transición Justa	<b>21</b>
<b>Tabla 2.</b> Noruega- Análisis general de los programas y políticas sobre Transición Justa	<b>26</b>
<b>Tabla 3.</b> Chile- Análisis general de los programas y políticas sobre Transición Justa	<b>30</b>
<b>Tabla 4.</b> Colombia- Análisis general de los programas y políticas sobre Transición Justa	<b>34</b>
<b>Tabla 5.</b> Resumen de las áreas de transición del Capital Humano, las acciones tomadas y los habilitadores para una Transición Energética Justa	<b>36</b>
<b>Tabla 6.</b> México- Análisis general de los programas y políticas que impulsan la transición energética	<b>44</b>
<b>Tabla 7.</b> Campeche- Análisis general del Programa Sectorial De Desarrollo Energético De Campeche 2016-2021 que impulsa la transición energética	<b>48</b>
<b>Tabla 8.</b> Tamaulipas- Análisis general de los programas y políticas que impulsan la transición energética	<b>51</b>
<b>Tabla 9.</b> Tabasco- Análisis general de los programas y políticas que impulsan la transición energética	<b>52</b>
<b>Tabla 10.</b> Veracruz- Análisis general de los programas y políticas que impulsan la transición energética	<b>54</b>
<b>Tabla 11.</b> 1 Lista exhaustiva de capital humano del sector Hidrocarburos	<b>59</b>
<b>Tabla 12.</b> Actividades de las Unidades Económicas	<b>62</b>
<b>Tabla 13.</b> Áreas de transición de industrias complementarias	<b>67</b>
<b>Tabla 14.</b> Sectores de transición acorde con los perfiles identificados	<b>68</b>
<b>Tabla 15.</b> Comparativa tiempos de construcción y de vida útil	<b>76</b>
<b>Tabla 16.</b> Campeche- Brechas en términos de políticas y programas sobre Transición Justa del capital humano	<b>78</b>
<b>Tabla 17.</b> Tamaulipas- Brechas en términos de políticas y programas sobre Transición Justa del capital humano	<b>78</b>
<b>Tabla 18.</b> Tabasco- Brechas en términos de políticas y programas sobre Transición Justa del capital humano	<b>79</b>
<b>Tabla 19.</b> Veracruz- Brechas en términos de políticas y programas sobre Transición Justa del capital humano	<b>79</b>
<b>Tabla 20.</b> Mecanismos y lineamientos de política para cumplir con el Principio 1 de Transición Energética Justa del capital humano	<b>83</b>
<b>Tabla 21.</b> Mecanismos y lineamientos de política para cumplir con el Principio 2 de Transición Energética Justa del capital humano	<b>85</b>

## Lista de ilustraciones

<b>Ilustración 1.</b> Consumo global de energía primaria por fuente	8
<b>Ilustración 2.</b> Mapa de antiguas regiones mineras en Alemania	14
<b>Ilustración 3.</b> Generación bruta de electricidad en Alemania, 1990–2019	15
<b>Ilustración 4.</b> Mapa de regiones con desarrollos de petróleo y gas en Noruega	23
<b>Ilustración 5.</b> Consumo energético por fuente en Noruega, 1990–2022	23
<b>Ilustración 6.</b> Mapa de regiones con desarrollos centrales termoeléctricas a carbón en Chile	28
<b>Ilustración 7.</b> Consumo energético por fuente en Chile, 1990–2022	28
<b>Ilustración 8.</b> Mapa de regiones con desarrollos de petróleo y gas en Colombia	31
<b>Ilustración 9.</b> Consumo energético por fuente en Colombia, 1990–2022	32
<b>Ilustración 10.</b> Rentas del petróleo (% del PIB) en México	38
<b>Ilustración 11.</b> Entidades federativas con el mayor número de unidades económicas, ingresos y, por lo tanto, empleados dependientes de sector hidrocarburos	38
<b>Ilustración 12.</b> Consumo energético por fuente en México, 1990–2022	39
<b>Ilustración 13.</b> Compromiso de los diferentes sectores participantes para la meta del 22% de reducción de GEI para 2030	41
<b>Ilustración 14.</b> Clasificación de las energías limpias	42
<b>Ilustración 15.</b> Doughnut Económico	46
<b>Ilustración 16.</b> Procesos y subprocesos de upstream	56
<b>Ilustración 17.</b> Procesos y subprocesos de midstream	57
<b>Ilustración 18.</b> Procesos y subprocesos de downstream	57
<b>Ilustración 19.</b> Distribución de personal ocupado por estado y por etapa	63
<b>Ilustración 20.</b> Distribución de personal ocupado en Veracruz y composición del personal en las etapas de la cadena de valor	64
<b>Ilustración 21.</b> Distribución de personal ocupado en Tabasco y composición del personal en las etapas de la cadena de valor	64
<b>Ilustración 22.</b> Distribución de personal ocupado en Campeche y composición del personal en las etapas de la cadena de valor	65
<b>Ilustración 23.</b> Distribución de personal ocupado en Tamaulipas y composición del personal en las etapas de la cadena de valor	65
<b>Ilustración 24.</b> Cadena de valor de los sectores propuestos	69
<b>Ilustración 25.</b> Transición de capital humano actual a sectores propuestos considerando sus capacidades técnicas	73
<b>Ilustración 26.</b> Análisis específico de complejidad de transición de capital humano en los estados de acuerdo con sus habilidades técnicas actuales a sectores propuestos	73
<b>Ilustración 27.</b> Porcentajes de capital humano por complejidad de transición de acuerdo con sus habilidades técnicas actuales	74
<b>Ilustración 28.</b> Potencial solar en México	75
<b>Ilustración 29.</b> Potencial eólico en México	75
<b>Ilustración 30.</b> Potencial de biomasa en México	76

## Resumen Ejecutivo

**La transición energética ha sido un cambio significativo a nivel mundial con una evolución de más de 200 años en el uso de la energía, lo cual se traduce en una evolución históricamente lenta. Actualmente la tercera transición energética que estamos viviendo se encuentra motivada por la necesidad de reducir gases de efecto invernadero y lograr la descarbonización. Esta transición se rige por siete principios fundamentales<sup>1</sup>, abordando aspectos climáticos, inclusión, toma de decisiones transparente, soluciones adaptadas, igualdad de oportunidades, enfoque regional y servicios de apoyo a largo plazo.**

Desde la perspectiva del capital humano, se proponen dos principios clave:

1. Adecuada formulación de políticas industriales y esquemas de protección social, buscando evitar desajustes en la transición laboral, y
2. Calidad del empleo para el capital humano en la economía baja en carbono, destacando la importancia de estándares laborales justos y datos detallados para una transición beneficiosa y equitativa.

El documento se enfoca en la Transición Energética Justa en México, especialmente en las regiones económicamente basadas en hidrocarburos como Tabasco, Campeche, Veracruz y Tamaulipas. Se proponen recomendaciones generales, incluyendo desarrollo de marcos de políticas macroeconómicas, industriales y sociales coherentes, que busquen el impulso al diálogo social y priorización de la calidad del empleo durante la transición.

Estas recomendaciones se derivan de las experiencias de Alemania, Noruega, Chile y Colombia en sus transiciones energéticas, proporcionando ejemplos valiosos que pueden adaptarse al contexto mexicano. La comparación y análisis detallado de estas experiencias permiten identificar mejores prácticas y facilitar la adaptación de enfoques exitosos en busca de una Transición Energética Justa del capital humano.

A partir de estas lecciones aprendidas, se identifican los sectores de transición del capital humano, las acciones tomadas por los países y los habilitadores claves que impulsaron esta transición. Esto lleva a una propuesta

de Transición Justa del capital humano, considerando la migración potencial de perfiles de hidrocarburos hacia nuevos sectores y la creación de oportunidades en sectores como energía solar, energía eólica, biogás/biometano, hidrógeno verde, almacenamiento de energía, eficiencia energética e industria química.

Adicionalmente, se examina la migración potencial de trabajadoras y trabajadores del sector de hidrocarburos hacia nuevos sectores de energías renovables, considerando desajustes temporales, espaciales, sectoriales y educativos<sup>2</sup>. Aunque se identifica que la migración puede ser fluida debido a la transferibilidad de habilidades, se destaca la importancia de abordar de manera integral los desafíos para garantizar una Transición Energética Justa del capital humano. Ya que abordarlos integralmente facilitará la adaptación de las trabajadoras y los trabajadores a las nuevas demandas laborales, previniendo impactos negativos en empleo y bienestar social.

Al retomar los principios fundamentales de la Transición Energética Justa del capital humano y aplicar lecciones aprendidas de los países analizados, se identifican las brechas existentes en términos de políticas y programas en los estados bajo estudio. Este análisis tiene como objetivo fortalecer el marco de actuación y promover una Transición Energética Justa, identificando áreas de oportunidad y recomendaciones para fortalecer la Transición Energética Justa del capital humano en cada estado. Los mecanismos y lineamientos de políticas se basan en las directrices establecidas por la Organización Internacional del Trabajo (OIT) en su documento “Directrices de política para una Transición Justa hacia economías y sociedades ambientalmente sostenibles para todos”<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Principios fundamentales acorde con la GIZ: Impacto climático, no dejar a nadie atrás, procesos de toma de decisiones inclusivos y transparentes, soluciones a medida, aprovechar el potencial de transformación para el mayor número de personas, enfoque en regiones especialmente afectadas, servicios de apoyo a largo plazo. GIZ (2023), GIZ Just Transition Orientation Framework, [https://unfccc.int/sites/default/files/resource/GIZ%20Just%20Transition%20Orientation%20Framework\\_Final.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/GIZ%20Just%20Transition%20Orientation%20Framework_Final.pdf)

<sup>2</sup> IRENA Coalition for Action (2023), Finding common ground for a just energy transition: Labour and employer perspectives, International Renewable Energy Agency. [https://mc-cd8320d4-36a1-40ac-83cc-3389-cdn-endpoint.azureedge.net/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Aug/IRENA\\_Coalition\\_Just\\_transition\\_2023.pdf?rev=6f158d594088422e8e394d0bfc47f8d5](https://mc-cd8320d4-36a1-40ac-83cc-3389-cdn-endpoint.azureedge.net/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Aug/IRENA_Coalition_Just_transition_2023.pdf?rev=6f158d594088422e8e394d0bfc47f8d5)

<sup>3</sup> Organización Internacional del Trabajo (2015) Guidelines for a just transition [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed\\_emp/@emp\\_ent/documents/publication/wcms\\_432859.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_emp/@emp_ent/documents/publication/wcms_432859.pdf)

# 1. Introducción

## 1.1. Contexto de la Transición Energética

En el contexto global, a lo largo de la historia, se han producido transiciones energéticas que han marcado la evolución del consumo mundial de energía en los últimos 200 años. El avance de la ciencia y la industria ha transformado drásticamente nuestra forma de vida y la manera en que utilizamos la energía.

El gráfico que muestra el consumo mundial de energía primaria desde 1800 revela que a lo largo de la historia han existido diferentes transiciones energéticas. La primera de ellas, la transición al carbón tuvo lugar con la Revolución Industrial. Antes de este cambio, las fuentes naturales y la fuerza muscular eran predominantes. Sin embargo, el aumento en el consumo de leña y carbón llevó a su escasez en los siglos XVI y XVII. El Reino Unido lideró esta transición hacia el carbón para abastecer la creciente demanda, marcando así la primera gran transición energética. El uso global de carbón en el mix energético aumentó del 1.7% en 1800 al 47.2% en 1900.<sup>4</sup>

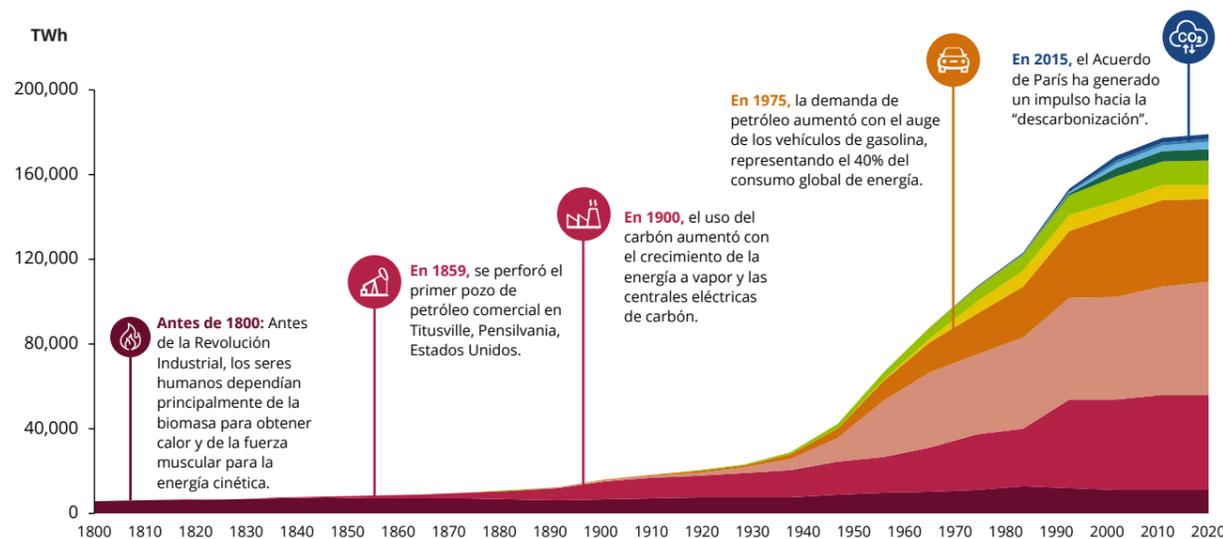
La segunda transición energética se centró en el petróleo y el gas. Aunque la extracción comercial de petróleo comenzó en 1859, su importancia como fuente de energía creció significativamente con la revolución del

automóvil. La petrolización fue casi completa en 1975, afectando al carbón y marcando un cambio en el consumo de energía donde el petróleo y gas natural se convirtieron en componentes fundamentales del mix energético global a mediados del siglo XX.

Estas transiciones energéticas fueron impulsadas por inventos revolucionarios que cambiaron el paradigma energético, proporcionando utilidad y eficiencia a gran escala. Lo destacado de esta historia de 200 años del uso global de energía es que las transiciones han sido lentas en el pasado, requiriendo décadas o incluso un siglo para que una fuente de energía se convierta en dominante.

La transición energética actual, conocida como la tercera transición energética, está impulsada por la necesidad de reducir los gases de efecto invernadero y lograr la descarbonización para evitar los efectos catastróficos del cambio climático. Este cambio en la matriz energética global se sustenta en el reconocimiento científico de los impactos del dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero (GEI), evidenciado por estudios como los realizados por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) desde la década de 1990. Además, compromisos internacionales, como el Acuerdo de Kyoto en 1997 y el Acuerdo de París en 2015, han generado un impulso hacia cero emisiones netas para 2050.

Ilustración 1. Consumo global de energía primaria por fuente



Fuente: Los datos anteriores provienen de Vaclav Smil (2017), "Transiciones Energéticas: Perspectivas Globales y Nacionales". Los datos a partir de 1965 provienen de la última publicación de la Revisión Estadística Mundial de Energía de BP.

<sup>4</sup> Daniel (2022) Historia de la Transición Energética Desde 1800 <https://globalsyde.com/blog/historia-transicion-energetica/>.

El Acuerdo de Kyoto, al establecer metas cuantificables de reducción de emisiones para países industrializados y presentar mecanismos flexibles para facilitar la adhesión a dichos objetivos, marcó un hito en la cooperación global contra el cambio climático. Posteriormente, el Acuerdo de París consolidó un enfoque más inclusivo al fijar objetivos a largo plazo, con la aspiración de limitar el aumento de la temperatura global y fomentar contribuciones nacionales específicas. Este acuerdo también promueve la revisión periódica y el aumento de la ambición, reconociendo la necesidad de ajustar las metas a medida que avanza la comprensión científica y tecnológica.

Con metas específicas de limitar el calentamiento global por debajo de 2 grados Celsius (°C) y esforzarse por no superar 1.5°C, los compromisos reflejan una respuesta global a la urgencia climática, subrayando la determinación colectiva de lograr una transición hacia una economía baja en carbono y sostenible.

Ocho años después de la ratificación del Acuerdo de París, la búsqueda de la neutralidad de carbono está en pleno avance, y algunos países sobresalen notablemente en este empeño. Este acuerdo, suscrito por 196 naciones durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP21) en París, representa un compromiso jurídicamente vinculante hacia la acción climática.

Según el IPCC, limitar el calentamiento global a 1.5°C requerirá una disminución del 43% en las emisiones de gases de efecto invernadero para 2030, por lo que la reducción de emisiones es el enfoque principal a nivel mundial. Para comprender qué países están liderando esta descarbonización, es necesario examinar las fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero en todo el mundo. La gran mayoría de las emisiones (73.2%) provienen de la quema de combustibles fósiles para electricidad, transporte y calefacción. Por lo tanto, es justo decir que convertirse en líder en descarbonización implica alejarse de los combustibles fósiles para la energía.<sup>5</sup>

Una imagen más completa del progreso en la descarbonización se puede encontrar en el Índice de Transición Energética (ETI) del Foro Económico Mundial (WEF), que clasifica la transición energética de los países según tres aspectos: desarrollo y crecimiento económico, seguridad y acceso energético, y sostenibilidad ambiental.

Según el último ETI, la inversión en energía renovable no siempre se traduce en progreso en la descarbonización, ya que si la inversión de un país es muy alta pero la mayor parte de la energía proviene actualmente de combus-

tibles fósiles contaminantes como el carbón, el petróleo y el gas, no se ha descarbonizado realmente mucho.

Sin embargo, países pequeños, principalmente europeos, lideran la clasificación de la transición energética. Los diez primeros, que representan alrededor del 2% de la población global y aproximadamente el 2% de las emisiones de CO<sub>2</sub> relacionadas con la energía, incluyen a Suecia, Noruega, Dinamarca, Suiza, Austria, Finlandia, el Reino Unido, Nueva Zelanda, Francia e Islandia. Estos países están adoptando medidas ambiciosas para reducir las emisiones, diversificar sus fuentes de energía y avanzar hacia economías con emisiones netas cero.<sup>6</sup>

Aunque se han logrado avances significativos hacia sistemas de energía baja en carbono, no se ha alcanzado la velocidad necesaria para lograr emisiones netas cero para el 2050. La falta de progreso consistente y equilibrado en muchos países destaca el desafío de navegar la transición energética.

Es importante destacar que, la transición energética adquiere una urgencia aún mayor. "Podemos afirmar con casi total certeza que 2023 será el año más cálido registrado, y actualmente se encuentra 1.43 °C por encima del promedio preindustrial", afirmó Samantha Burgess, subdirectora del Copernicus Climate Change Service, en un comunicado. Los eventos climáticos extremos, como incendios forestales, sequías, inundaciones y tormentas, subrayan la inminencia de la crisis climática y sus crecientes costos. Por esta razón, es fundamental que la transición energética se lleve a cabo de manera rápida para contribuir a alcanzar el objetivo de limitar el aumento de la temperatura a 1.5 °C.

La Agencia Internacional de Energía (IEA por sus siglas en inglés), en su documento "Net Zero Roadmap: A Global Pathway to Keep the 1.5 °C Goal in Reach – 2023 Update", resalta que "aunque la trayectoria global hacia cero emisiones netas para 2050 se ha estrechado, aún es alcanzable. Es demasiado pronto para renunciar al objetivo de 1.5 °C. Es fundamental destacar que lograr cero emisiones netas a nivel mundial para 2050 no implica lo mismo para todos los países; en nuestro enfoque, las economías avanzadas alcanzan el cero neto antes para permitir a las economías emergentes y en desarrollo más tiempo."

Este contexto urgente subraya la importancia de superar desafíos en el sector energético, desde la agilización de regulaciones para energías renovables hasta la necesidad de inversiones masivas en redes eléctricas y el fomento de tecnologías innovadoras. A medida que

<sup>5</sup> Hannah Ritchie, Pablo Rosado and Max Roser (2020) - "Emissions by sector" <https://ourworldindata.org/emissions-by-sector>

<sup>6</sup> Fostering Effective Energy Transition 2023 edition [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Fostering\\_Effective\\_Energy\\_Transition\\_2023.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_Fostering_Effective_Energy_Transition_2023.pdf)

avanzamos hacia una transición energética más sostenible, es imperativo abordar estos desafíos con determinación y colaboración internacional.

## 1.2. Importancia de una Transición Energética Justa

La necesidad de una Transición Energética Justa se fundamenta en la imperiosa urgencia de abordar tanto los desafíos medioambientales como las desigualdades sociales derivadas de la transformación del sector energético. Esta transformación debe llevarse a cabo rápidamente para limitar el calentamiento global por debajo de 1.5°C. A medida que avanzamos hacia fuentes de energía más sostenibles, es esencial reconocer que esta evolución no solo tiene implicaciones técnicas, económicas y ambientales, sino también impactos significativos en comunidades, empleos y equidad social.

La transición energética, al tiempo que responde a la necesidad de abordar el cambio climático, también debe mitigar las desigualdades que podrían surgir durante este proceso, garantizando que ninguna comunidad o grupo social se vea desfavorecido en el camino hacia un sistema energético más sostenible.

La Transición Energética Justa busca salvaguardar a aquellos más vulnerables durante este cambio fundamental. Personas, empresas y sectores vinculados a industrias intensivas en carbono, así como regiones altamente dependientes de combustibles fósiles, se beneficiarán de medidas específicas. Estas medidas están diseñadas para mitigar los efectos adversos, impulsar la creación de empleos en sectores sostenibles y garantizar una participación equitativa en el tránsito hacia un futuro más sostenible. Este enfoque integral y ético busca asegurar que nadie quede rezagado en esta transición hacia una economía baja en carbono que busca mitigar los gases de efecto invernadero causados por el sector energético.

La transición energética no puede ser un proceso que deje a personas, empresas y regiones en situación de vulnerabilidad. A continuación, se presentan riesgos específicos que enfrentan las personas más vulnerables, las empresas ligadas a industrias intensivas en carbono y las regiones altamente dependientes de combustibles fósiles si no se implementa una Transición Justa y equitativa.

### 1. Personas más vulnerables a la transición:

- **Impactos sociales:** las comunidades más vulnerables pueden sufrir desplazamientos,

pérdida de empleo y disminución de la calidad de vida sin medidas adecuadas.

- **Desigualdad:** sin un enfoque justo, estas personas podrían experimentar un aumento en la desigualdad social y económica durante la transición energética.

### 2. Empresas y sectores activos o que comprenden industrias intensivas en carbono:

- **Desempleo y desinversión:** las empresas vinculadas a industrias intensivas en carbono podrían enfrentar desafíos económicos significativos, incluido el desempleo y la desinversión.
- **Falta de adaptación:** sin apoyo adecuado, estas empresas podrían tener dificultades para adaptarse a las nuevas tecnologías y modelos de negocio sostenibles.

### 3. Regiones con una alta dependencia de combustibles fósiles e industrias intensivas en carbono:

- **Colapso económico:** la falta de una transición planificada podría causar un colapso económico en regiones dependientes de combustibles fósiles e industrias intensivas en carbono.
- **Desempleo y tensión social:** la transición rápida sin medidas de apoyo podría provocar altas tasas de desempleo y tensiones sociales en estas regiones.

En resumen, una transición energética sin consideración de la justicia social y económica podría exacerbar las desigualdades, aumentar la pobreza y generar tensiones en comunidades y sectores específicos. Por lo tanto, es crucial implementar medidas que mitiguen estos riesgos y garanticen una Transición Justa para todos los actores involucrados.

Por lo tanto, considerando lo anterior y bajo el entendimiento de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH la Transición Energética Justa se puede entender como un diseño socialmente justo de cambios estructurales a medio y largo plazo, con el objetivo de configurar la economía, la sociedad y el estado de manera respetuosa con el medio ambiente. Donde la transición energética debe hacer frente a los siguientes desafíos:

- Mejorar de manera significativa y equitativa las condiciones de vida de la población.
- Reducir drásticamente las emisiones de gases de efecto invernadero del país.

## 1.3. Principios de la Transición Energética Justa

Bajo el entendimiento de una Transición Energética Justa, se identifican principios rectores esenciales que guían este proceso hacia un enfoque equitativo y sostenible. Estos principios fundamentales buscan asegurar que la transformación del sector energético no solo sea ambientalmente consciente, sino también socialmente inclusiva y económicamente justa.

La Transición Justa, concebida por la GIZ, se fundamenta en siete principios fundamentales<sup>7</sup> que guían la planificación, implementación y evaluación de proyectos y procesos. Estos principios, cuidadosamente diseñados para abordar las complejidades de la transformación económica y social, buscan no solo mitigar los impactos negativos, sino también asegurar que la transición sea equitativa, inclusiva y sostenible a largo plazo. Desde la consideración del impacto climático hasta la atención especial en las regiones más afectadas, estos principios reflejan un enfoque integral y adaptativo, reconociendo la diversidad de contextos y necesidades en diversos países.

En este sentido, la GIZ aboga por una Transición Energética Justa que no deje a nadie atrás, promoviendo la participación activa, la igualdad de oportunidades y el respeto a los derechos humanos. A continuación, se detallan estos siete principios que constituyen el marco orientador para la implementación exitosa de procesos de Transición Energética Justa.

1. **Impacto climático:** todos los proyectos de Transición Energética Justa deben tener como objetivo promover la protección del clima, el ambiente y la biodiversidad.
2. **No dejar a nadie atrás:** los grupos afectados por las transformaciones, como trabajadoras, trabajadores y comunidades locales, deben recibir apoyo. Se busca garantizar empleo, ingresos y seguridad social sensibles al género, respetando los derechos humanos.
3. **Procesos de toma de decisiones inclusivos y transparentes:** los proyectos deben involucrar a todas las partes interesadas, especialmente a aquellos directamente afectados por la transformación. Se aboga por enfoques políticos justos, inclusivos y transparentes.

4. **Soluciones a medida:** se reconoce que cada país, región y sector es único. Las soluciones y medidas deben adaptarse a las condiciones específicas de cada país contraparte y teniendo en cuenta las diferencias en sistemas políticos, capacidades y contextos sociales.

5. **Aprovechar el potencial de transformación para el mayor número posible de personas:** buscar igualdad de oportunidades y distribuir los riesgos de manera equitativa durante la transformación. Se centra en garantizar que el mayor número de personas se beneficie del cambio estructural.

6. **Enfoque en regiones especialmente afectadas:** los procesos de Transición Justa deben prestar especial atención a las regiones más afectadas, adaptando políticas estructurales sectoriales y regionales para configurar un futuro económico alternativo.

7. **Servicios de apoyo a largo plazo y flexibles:** dado que las transformaciones económicas y sociales son procesos prolongados, se destaca la necesidad de servicios de apoyo a largo plazo y flexibles que vayan más allá de los ciclos de proyectos de desarrollo típicos.

Estos siete principios, constituyen los pilares clave que guían una Transición Energética Justa y abordan de manera global los diversos aspectos de este proceso, incluidos los ambientales, sociales y económicos. Sin embargo, al enfocarnos específicamente en la transición energética desde la perspectiva del capital humano, se proponen dos principios clave para situar a las personas en el centro de este cambio. Estos principios se derivan de una revisión detallada del documento titulado “Finding common ground for a just energy transition: Labour and employer perspectives,” publicado por la IRENA Coalition for Action en 2023.<sup>8</sup>

1. **Adecuada formulación de políticas industriales y esquemas de protección social:** se destaca la necesidad de políticas gubernamentales y marcos regulatorios adaptados a la transición para evitar desajustes temporales, espaciales, sectoriales y educativos. La creación de nuevos empleos no siempre coincide temporalmente con la pérdida de empleo, ni se crean necesariamente en las mismas ubicaciones o sectores. Por lo tanto, se requieren políticas industriales y esquemas de protección social adecuados para garantizar una transición laboral suave y equitativa.

<sup>7</sup> GIZ (2023), GIZ Just Transition Orientation Framework, [https://unfccc.int/sites/default/files/resource/GIZ%20Just%20Transition%20Orientation%20Framework\\_Final.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/GIZ%20Just%20Transition%20Orientation%20Framework_Final.pdf)

<sup>8</sup> IRENA Coalition for Action (2023), Finding common ground for a just energy transition: Labour and employer perspectives, International Renewable Energy Agency. [https://mc-cd8320d4-36a1-40ac-83cc-3389-cdn-endpoint.azureedge.net/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Aug/IRENA\\_Coalition\\_Just\\_transition\\_2023.pdf?rev=6f158d594088422e8e394d0bfc47f8d5](https://mc-cd8320d4-36a1-40ac-83cc-3389-cdn-endpoint.azureedge.net/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Aug/IRENA_Coalition_Just_transition_2023.pdf?rev=6f158d594088422e8e394d0bfc47f8d5)

2. **Calidad del empleo para el capital humano en la economía baja en carbono:** la calidad de los empleos generados durante la transición es fundamental para garantizar una Transición Energética Justa. Se deben establecer estándares que aseguren salarios dignos, beneficios de jubilación, seguridad y prácticas laborales justas. Además, es necesario abordar la falta de datos detallados para tomar decisiones informadas sobre la transición laboral, asegurando que la creación de empleo sea beneficiosa y equitativa para todas las personas trabajadoras.

En este contexto, los tres pilares fundamentales del mercado laboral, incluidos aquellos representados por sindicatos, empresas y gobiernos desempeñan un papel crítico en garantizar que la transición hacia un futuro

de energía renovable sea, en la práctica, justa, equitativa e inclusiva. Los sindicatos en el sector energético respaldan una transición energética segura para el clima, expresando la preocupación comprensible de las trabajadoras y los trabajadores sobre los detalles de cómo se llevará a cabo esta transición. Al mismo tiempo, los empleadores que impulsan la transición energética abogan por un terreno de juego nivelado y políticas consistentes a largo plazo para facilitar la creación de una economía verde, cerrar brechas de habilidades y hacer de la Transición Energética Justa una consideración central. Los gobiernos son esenciales para la transición sostenible al establecer políticas que respaldan la reducción de emisiones y la adopción de energías renovables. Estos tres actores clave colaboran de manera crucial para lograr una transformación exitosa y equitativa del sector energético.

## 2. Iniciativas en materia de Transición Energética Justa

Este capítulo se divide en dos secciones distintas. La primera sección, denominada **Contexto internacional**, tiene como objetivo explorar las experiencias de países que han progresado de manera significativa en la transición energética. A través de este análisis, se pretende identificar estrategias implementadas a nivel global, ofreciendo una perspectiva más amplia sobre enfoques exitosos, desafíos superados y lecciones aprendidas en el camino hacia una Transición Energética Justa. La elección de **Alemania, Noruega, Chile y Colombia** como países evaluados se fundamenta en su destacada y exitosa experiencia en este ámbito.

La segunda sección se centra en el Contexto energético nacional, donde se destaca la notable dependencia de México en el sector petróleo y gas, especialmente en estados como Campeche, Tamaulipas, Tabasco y Veracruz. Se enfatiza que el sector energético nacional requiere experimentar una transición energética, especialmente considerando que México es uno de los países firmantes del Acuerdo de París. Esta sección analiza la situación económica y la fuerza laboral empleada en el sector petróleo y gas, así como las políticas tanto a nivel nacional como estatal.

El propósito general de este capítulo es aprender de las lecciones derivadas de la Transición Energética Justa a nivel internacional para comprender de manera más completa la situación actual de México, con un enfoque particular en los estados clave. Además, se busca identificar acciones o medidas basadas en el contexto internacional que podrían implementarse en México en términos de Transición Energética Justa. Un aspecto crucial de este análisis es comprender cómo la economía y la población dependen significativamente de este sector en el país.

### 2.1. Contexto internacional

Como se mencionó anteriormente explorar las experiencias de otros países que han avanzado de manera significativa en el camino de la transición energética es clave para poder identificar estrategias implementadas a nivel internacional, obteniendo así una perspectiva más amplia de los enfoques exitosos, los desafíos superados y las lecciones aprendidas en el camino hacia una Transición Energética Justa.

Los países analizados representan ejemplos notables que ofrecen lecciones valiosas y estrategias aplicables a nivel internacional. A continuación, se justifica la inclusión de cada uno:

#### Alemania:

- Alemania presenta objetivos ambiciosos para abordar el cambio climático, con metas específicas para el aumento de la energía renovable y la reducción de las emisiones. Su enfoque en la Transición Justa en la industria minera destaca un compromiso integral con la preservación del empleo y el bienestar de las trabajadoras y los trabajadores durante este cambio estructural.

#### Noruega:

- Noruega se destaca por su eficiente sistema de transición energética, reconocido como un referente global.
- A pesar de ser el principal exportador de petróleo y gas en Europa, Noruega ha demostrado cómo gestionar eficazmente los ingresos generados por la explotación de estos recursos para financiar iniciativas que promueven la transformación energética.

#### Chile:

- Chile ha establecido una estrategia clara para acompañar el cierre o la reutilización de centrales a carbón. La visión, principios y acciones delineadas en esta estrategia proporcionan un marco sólido que puede servir como guía para otros países que enfrentan desafíos similares en el sector energético.

#### Colombia:

- A pesar de estar en las etapas iniciales de su transición, Colombia ha adoptado medidas legislativas y políticas, para abordar los retos de la dependencia de combustibles fósiles. La estrategia de diálogos regionales demuestra un esfuerzo concreto para integrar la participación de diversos actores en la construcción de la hoja de ruta de la transición energética.

Estos países, con sus enfoques diversos y exitosos, proporcionan un conjunto variado de estrategias que pueden adaptarse y aplicarse en el contexto mexicano. La comparación y análisis detallado de sus experiencias permitirán identificar mejores prácticas y facilitar la adaptación de enfoques exitosos a la realidad mexicana en busca de una Transición Energética Justa.

Por lo que, en esta sección, se realizará un análisis de las experiencias de Alemania, Noruega, Chile y Colombia en sus respectivas transiciones energéticas que buscan ser justas. Se proporciona un análisis que abarcará diversos aspectos, incluyendo la situación inicial de cada país, las motivaciones que impulsaron la transición, los habilitadores claves en términos de políticas e incentivos, los sectores a los que migraron y las lecciones aprendidas fundamentales en el proceso.

## Alemania

### Situación de partida

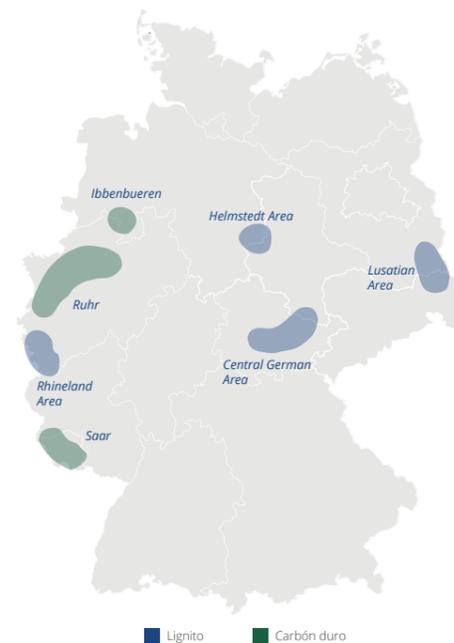
Antes de la transición energética en Alemania, la dependencia del carbón como fuente principal de energía desempeñó un papel fundamental en la reconstrucción del país después de la Segunda Guerra Mundial. El carbón, tanto el duro como el lignito, fue esencial para la recuperación económica y la generación de empleo. En el caso del carbón duro, Alemania fue el tercer productor más grande a nivel mundial a principios del siglo XX, y la producción de lignito también tuvo un papel destacado, especialmente en las áreas de Alemania Oriental.<sup>9</sup>

La industria del carbón no solo proporcionó empleos bien remunerados, sino que también se convirtió en un pilar para las regiones productoras de carbón, otorgándoles un sentido de orgullo al contribuir al crecimiento y bienestar de la nación. Sin embargo, con el tiempo, la disminución de la industria del carbón no solo representó una pérdida económica, sino también la disminución del reconocimiento, el estatus social y la sensación de abandono para estas regiones y sus habitantes.

El declive de la demanda de carbón, impulsado en parte por la liberalización del sector energético y la competencia de otras fuentes de energía, llevó a la necesidad de una transición energética. La transición energética en Alemania busca redefinir el panorama energético del país y abordar los desafíos sociales y económicos asociados con la disminución de la dependencia del carbón.

Esto incluye el cierre de minas de carbón, la reducción de las emisiones de carbono y la promoción de fuentes de energía renovable como parte de un enfoque más sostenible y respetuoso con el medio ambiente.

### Ilustración 2. Mapa de antiguas regiones mineras en Alemania

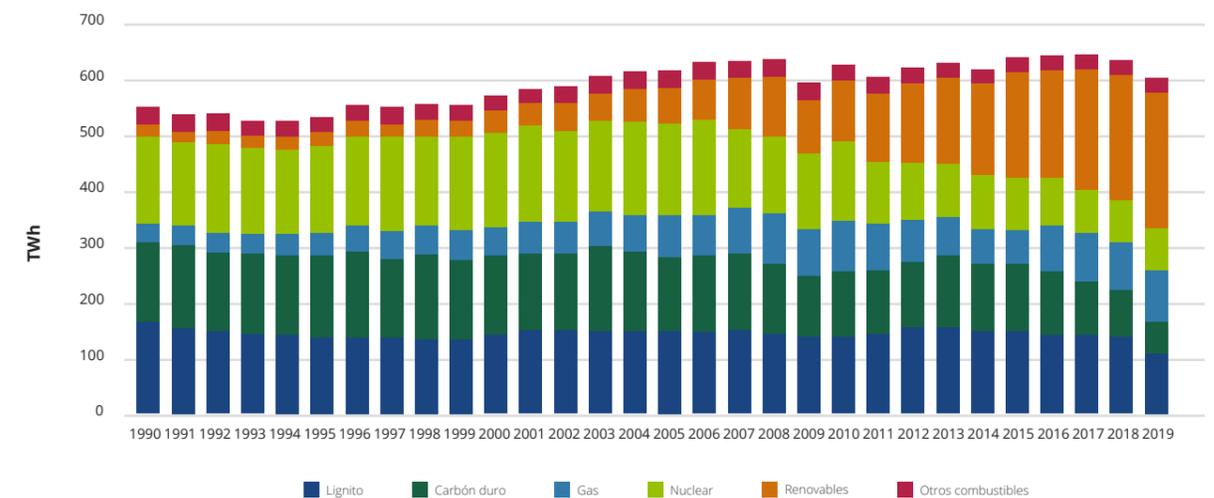


Fuente: Los datos anteriores provienen de Environmental Defense Fund (EDF) (2021) German just transition: A review of public policies to assist German <https://media.rff.org/documents/21-13-Nov-22.pdf> página 8

### Motivaciones para la transición

La transición energética en Alemania ha implicado un enfoque significativo en la reducción y eliminación del uso del carbón en la generación de energía. Tanto el lignito como el carbón duro se identificaron como fuentes importantes de emisiones de gases de efecto invernadero, y su eliminación se consideró crucial para cumplir con los objetivos climáticos y ambientales. Como se muestra en la ilustración siguiente, el consumo de carbón para la generación de electricidad aumentó hasta la década de 1990 y luego ha disminuido gradualmente desde la década de 2000. Esta transición se considera un éxito debido a inversiones públicas masivas y un enfoque inclusivo que permitió el diálogo social, la interacción entre diversos niveles de gobierno y la diversificación económica.

### Ilustración 3. Generación bruta de electricidad en Alemania, 1990-2019



Fuente: Los datos anteriores provienen de Environmental Defense Fund (EDF) (2021) German just transition: A review of public policies to assist German. <https://media.rff.org/documents/21-13-Nov-22.pdf> página 11

### Habilitadores y políticas

Desde la década de 1950, la política estructural (Strukturpolitik) ha sido esencial en Alemania para respaldar a las regiones carboníferas. Esta estrategia integra políticas industriales y de desarrollo regional con el propósito de impulsar el crecimiento económico en áreas afectadas por el declive. Este enfoque estructural se ha extendido a las políticas de Transición Justa en Alemania, abordando cuatro tipos esenciales: diversificación económica, apoyo laboral, bienestar social y ambiental. Todas estas políticas operan dentro de un marco estructural y regional general, destacándose por siete características particulares que subrayan su importancia.

- Creación de políticas integradoras:** las políticas alemanas para las regiones del carbón abordan desafíos múltiples al mismo tiempo, centrándose en más de un tipo de política. Además de la infraestructura física y las inversiones privadas, desde la década de 1990 se ha dado importancia a aspectos sociales, culturales y ambientales. Se combinan programas y financiamientos existentes para evitar duplicaciones, crear sinergias y coordinar eficazmente.
- Enfoque en intervenciones intensivas en inversión:** las políticas estructurales regionales requieren inversiones significativas. Ejemplos notables incluyen el Programa de Desarrollo Ruhr (DPR), que asignó €8.7 mil millones entre 1968 y 1971. Estas inversiones son esenciales para respaldar la Transición Justa y apoyar a las regiones carboníferas.
- Desarrollo de infraestructura material:** las inversiones en infraestructura física son componentes

centrales de las políticas para apoyar a las regiones carboníferas. Recientemente, se ha dado prioridad a la infraestructura digital para aumentar la conectividad. Estas inversiones abarcan áreas como transporte, energía y digitalización, buscando mejorar la infraestructura y estimular el desarrollo económico en las regiones afectadas.

- Creación de cohesión regional:** la cohesión regional es esencial para garantizar condiciones de vida equivalentes entre regiones subnacionales. En lugar de fomentar la competencia, se busca abordar disparidades. Por otra parte, políticas como el Programa de Desarrollo Ruhr (DPR) han sido cruciales para la cohesión en las regiones carboníferas.
- Adaptación al contexto local:** el diseño efectivo de políticas estructurales regionales implica alinearlas con las realidades y necesidades locales. Considerar las actividades económicas existentes y fomentar la participación pública garantiza intervenciones más justas y coherentes con la realidad local.
- Apoyo a gobiernos locales:** los gobiernos locales son vistos como impulsores clave del desarrollo regional en las políticas estructurales regionales alemanas. Dado el descenso de ingresos locales debido a la disminución de la producción de carbón, el apoyo a los gobiernos locales es una intervención central.
- Cambio de un enfoque reactivo a uno anticipado:** en lugar de prevenir el cambio estructural, las políticas alemanas han proporcionado un marco para gestionar sus consecuencias. Aunque muchas políticas son reactivas, desde la promulgación de la Ley de Finan-

<sup>9</sup> Rhia Bordon (2023) Achieving justice in Germany's energy transition <https://theclimatebridge.org/achieving-justice-germanys-energy-transition>

ciamiento para la Terminación de la Minería del Carbón Subvencionada (AFTSC) en 2007, se ha dado relevancia a un enfoque anticipado. Esto es crucial para gestionar la transición de manera efectiva y justa, promover la aceptación social y acelerar el proceso.

A continuación, se muestra una descripción detallada de las políticas y programas implementados durante el declive del carbón en las regiones carboníferas de Alemania, presentados en orden cronológico. Estas iniciativas han desempeñado un papel fundamental en la transformación, dejando una huella única en su evolución hacia un futuro más diversificado y sostenible. Cada política y programa abordó desafíos específicos, desde la crisis del carbón hasta la recesión económica, destacando la complejidad de la transición económica y social en una región históricamente ligada a la industria pesada.

### Desarrollo del Programa Ruhr (DPR) entre 1968 y 1971

El Gobierno de Renania del Norte-Westfalia (NRW) implementó el Programa de Desarrollo Ruhr (DPR) entre 1968 y 1971 como respuesta a la crisis del carbón. El DPR buscó mitigar los impactos económicos y laborales, así como reducir la dependencia del carbón en el área del Ruhr. Con un financiamiento total de €8.7 mil millones, se centró en generar crecimiento económico regional, mejorar el transporte y la educación, y fortalecer la seguridad social de las trabajadoras y los trabajadores.

Aunque se destinaron considerables fondos a las industrias del carbón y el acero, la efectividad del DPR ha generado resultados mixtos. Algunos estudios sugieren mejoras en sistemas educativos e infraestructura, mientras otros argumentan que los avances positivos fueron más cíclicos que resultados directos del DPR. Obstáculos como la intensidad espacial de las industrias del carbón y el acero, la contaminación del suelo y la resistencia de algunas empresas a vender tierras (llamado “ground lock”) limitaron el éxito del programa.

Mecanismos e Implementación del DPR:

#### 1. Estructura administrativa:

- El Gobierno de NRW lideró la implementación, coordinando medidas entre departamentos y organismos.
- Un comité se reunía cada cuatro semanas para aprobar préstamos y subsidios, facilitando la alineación entre estrategias nacionales y regionales.

#### 2. Programas y entidades cualificadas:

- **Red de seguridad social y beneficios por desempleo:** mitigó pérdidas de empleo en la minería.
- **Atracción de empresas:** incentivos de inversión, adquisición de propiedades y garantías de préstamos para fomentar el empleo industrial.
- **Infraestructura de transporte y urbana:** expansión de carreteras, transporte público y desarrollo ferroviario.
- **Instituciones educativas:** expansión de escuelas y universidades para mejorar habilidades y movilidad laboral.
- **Aire y agua limpios:** asignación de fondos para dismantelar instalaciones industriales y abordar la contaminación del agua y el aire.
- **Recreación:** financiamiento de centros de recreación y facilidades deportivas.
- **Desarrollo urbano:** recuperación de vertederos mineros, remediación ambiental y renovación de edificios.
- **Promoción del área Ruhr:** campañas publicitarias para mejorar la imagen de la región.

El DPR buscó no solo abordar la crisis del carbón, sino también transformar la región del Ruhr hacia un futuro más diversificado y sostenible. La evaluación de su éxito ha sido diversa, destacando la complejidad de factores involucrados en la transición económica y social.

### Programa de Acción Ruhr (APR) de 1980 a 1984

El Programa de Acción Ruhr (APR; Aktionsprogramm Ruhr) se llevó a cabo entre 1980 y 1984 como respuesta a la recesión económica desencadenada por la crisis del petróleo de 1979. Este programa, implementado por el gobierno de Renania del Norte-Westfalia (NRW), combinó programas existentes y nuevos para promover la reorientación económica y prevenir la emigración, centrando sus objetivos en reducir el desempleo, diversificar la economía regional, fomentar la innovación y mejorar las condiciones de vida.

A pesar de la intención de reorientación económica, aproximadamente un tercio de los fondos totales del APR beneficiaron a las industrias del carbón y el acero. A fines de la década de 1980, el Ruhr mostraba tasas de crecimiento del PIB más bajas, desempleo más alto y una disminución de la población en comparación con el resto de Alemania, lo que llevó a la evaluación del APR como no exitoso.

Mecanismos e Implementación del APR:

#### 1. Estructura administrativa:

- Administrado por el gobierno de NRW con un enfoque más participativo.
- Se organizó una conferencia de dos días con diversos representantes para discutir desafíos y soluciones.

#### 2. Programas y entidades cualificadas (principales componentes):

- **Abordar el desempleo y mejorar la educación:** iniciativas para extender programas de empleo, centros de información y formación.
- **Tecnologías orientadas al futuro:** financiamiento para actividades de investigación y desarrollo(I+D) y transferencia tecnológica, aunque una parte significativa fue a las industrias del hierro y el acero.
- **Renovación urbana:** creación del Fondo de Propiedades Ruhr para adquirir y rehabilitar sitios industriales contaminados, modernización de unidades residenciales y proyectos de desarrollo urbano.
- **Protección ambiental:** exención de impuestos, dismantelamiento y restauración de instalaciones contaminantes, y medidas de conservación de la naturaleza y el agua.
- **Preservar el papel del Ruhr como proveedor clave de energía:** programas de rehabilitación de plantas de energía, construcción de nuevas instalaciones y apoyo a programas de tecnología existentes.
- **Fortalecer la capacidad de inversión:** aumento de la suma global de inversión para municipios y apoyo adicional del gobierno nacional.
- **Vida cultural en el área Ruhr:** apoyo a proyectos artísticos y culturales.

El APR reflejó una transición económica compleja y desafíos persistentes en la diversificación de la región del Ruhr. Aunque se implementaron diversas iniciativas, las limitaciones en la reorientación económica y la dependencia continua de unas pocas grandes empresas llevaron a la evaluación negativa de su éxito.

### Iniciativa FICSR y FIRNRW de 1987 a 1991

En 1987, se implementó la Iniciativa Futura para Regiones del Carbón y el Acero (FICSR) para abordar despidos masivos en la industria del acero y el carbón. Centrándose en infraestructura, mercado laboral, educación, atractivo regional, atracción de empresas y tecnologías

futuras, la FICSR buscó consolidar programas existentes bajo un enfoque coherente para el área del Ruhr. El programa tuvo un presupuesto anual de DM520 millones (€266 millones) de 1987 a 1991.

En 1989, la FICSR se amplió a otras regiones y se denominó Iniciativa Futura para las Regiones de Renania del Norte-Westfalia (FIRNRW), implementándose en 15 regiones. Coordinando fondos de diversas fuentes, la FIRNRW continuó con enfoque en renovación económica y transferencia de responsabilidad a niveles políticos inferiores.

Mecanismos e Implementación:

#### 1. Estructura administrativa:

- **Comisión de regiones del carbón y el acero:** supervisó la implementación de la FICSR. Compuesta por expertos, usó mecanismos participativos, aunque se criticó por falta de transparencia.
- **FICSR y FIRNRW:** para recibir fondos, los distritos en NRW debían mostrar alta proporción de empleados en carbón y acero y alto desempleo. Desarrollaron planes de desarrollo regional mediante conferencias con representantes locales.

#### 2. Programas y Entidades Cualificadas:

- **Comisión de regiones del carbón y el acero:** desarrolló propuestas basadas en análisis detallado.
- **Procedimiento:** 1) Cuestionarios sobre prioridades de la FICSR. 2) Reuniones con actores regionales. 3) Consultas con expertos y discusiones abiertas. 4) Desarrollo de informe final con datos estadísticos y estudios.

La FICSR y la FIRNRW buscaban revitalizar económicamente las regiones afectadas, destacando por su enfoque en la renovación económica y descentralización de responsabilidades.

### IBAEP de 1989 a 1999

La Exposición Internacional de Arquitectura (IBA) es un instrumento común en Alemania para el desarrollo urbano mediante proyectos arquitectónicos en regiones o ciudades específicas. La IBA Emscher Park (IBAEP) se ejecutó de 1989 a 1999 para impulsar la renovación económica, urbana y ambiental en el área del Ruhr. Su objetivo era mejorar la atraktividad de la región, que tenía una imagen desfavorable a fines de los años 80. La

IBAEP buscó cambiar esta percepción mediante proyectos urbanos en la región Emsiana.

A diferencia de la FICSR, la IBAEP fomentó una alta participación de partes interesadas, implementando un nuevo proceso de planificación. Fue gestionada por una empresa de planificación privada, IBA Emscher Park GmbH, propiedad total de Renania del Norte-Westfalia (NRW). Se financió con contribuciones del sector privado y programas existentes, sin implementar nuevos programas de apoyo.

Mecanismos e Implementación:

### 1. Estructura Administrativa:

- **Creación y gestión:** la IBAEP fue creada por el ministro de Desarrollo Urbano de NRW y gestionada por IBAEP GmbH, con 30 empleados.
- **Proyectos e implementación:** diecisiete municipios en el Ruhr implementaron proyectos, supervisados por un consejo de administración y un comité directivo.

### 2. Programas y Entidades Cualificadas:

- **Áreas prioritarias:** se identificaron seis áreas prioritarias, incluyendo restauración de hábitats, renovación paisajística, preservación de monumentos industriales, parques industriales, promoción de viviendas y desarrollo de instalaciones sociales y culturales.

### 3. Proyectos Destacados:

- **Restauración del sistema fluvial Ems:** proyecto extenso para restaurar un sistema fluvial de 350 km, eliminando la contaminación industrial.
- **Parque paisajístico Emscher:** conversión de terrenos baldíos e industriales en áreas recreativas.
- **Preservación de monumentos industriales:** conservación de sitios como Zeche Zollverein y una acería en Duisburg.
- **Parques industriales comerciales:** construcción en 19 sitios industriales, atrayendo atención, pero con impacto laboral mínimo.
- **Promoción de nuevas viviendas:** financiamiento de 2,500 apartamentos y renovación de 3,000 edificios, priorizando necesidades específicas.
- **Desarrollo de instalaciones sociales, culturales y deportivas:** creación de Kultur Ruhr GmbH,

patrocinadora del festival de arte Ruhr Triennale, y la Ruhr-Touristik GmbH para turismo.

La conexión de la IBA Emscher Park (IBAEP) con la transición energética se establece indirectamente a través de sus esfuerzos para promover la revitalización económica y ambiental en el área del Ruhr. Este programa busca cumplir con el principio de la Transición Energética Justa que se centra en las regiones especialmente afectadas, reconociendo la necesidad de adaptar políticas estructurales sectoriales y regionales para configurar un futuro económico alternativo.

### AFTSC de 2007

En 2007, el gobierno promulgó la Ley de Financiamiento para la Terminación de la Minería del Carbón Subvencionada (AFTSC), para poner fin gradualmente a los subsidios de venta para el carbón duro nacional para 2018. La AFTSC actualizó las regulaciones sobre las asignaciones de ajuste para el capital humano despedido y fue acompañada por medidas del gobierno nacional para la reincorporación de los que no cumplían con el criterio de edad.

La AFTSC tiene tres componentes principales: poner fin a la producción de carbón duro para 2018 y financiar el proceso de desmantelamiento, financiar las obligaciones ambientales posteriores a la minería y permitir un proceso de ajuste socialmente equitativo para las trabajadoras y los trabajadores.

El cese de la producción de carbón duro y la financiación del proceso de desmantelamiento se tradujeron en una reducción gradual de los subsidios para el sector minero de carbón duro de alrededor de €1.7 mil millones en 2009 a €940 millones en 2018. Los fondos para 2019-2020 son exclusivamente para el desmantelamiento, ya que la producción finalizó en 2018.

La AFTSC, implementó medidas para poner fin a los subsidios para la minería del carbón y financiar la transición hacia otras formas de empleo y la remediación ambiental.

### Marco de Política para el Desarrollo Regional de 2020- en progreso

Desde 2020, más de 20 programas de desarrollo regional de seis ministerios nacionales diferentes (economía, interior, agricultura, familia, educación e investigación, y transporte e infraestructura) se han implementado para apoyar a regiones económicamente afectadas, incluidas las regiones carboníferas. Aunque el gobierno nacional coordina estos programas, siguen bajo el control de los gobiernos de los estados. A continuación, se presenta un

resumen de los programas existentes, con un enfoque en aquellos relevantes para las regiones carboníferas.

La Tarea Conjunta Nacional/Länder para la Mejora de las Estructuras Económicas Regionales (GRW) es el principal instrumento público en Alemania para el desarrollo económico regional. Establecida en 1969, respalda a las regiones económicamente débiles, compensa desventajas de ubicación e incentiva el crecimiento y el empleo. Financia programas para regiones de carbón y acero, con un enfoque en la adaptabilidad y competitividad en tiempos de cambio económico estructural.

Mecanismos e implementación:

- La GRW se financia por igual entre el gobierno nacional y los 16 estados, con la participación parcial de fondos de la UE. Se han financiado varios programas para regiones de carbón y acero a lo largo de los años. La coordinación está a cargo del Comité de Coordinación, liderado por el Ministro Nacional de Asuntos Económicos y Energía.
- La GRW ofrece subvenciones, garantías de préstamos y subvenciones de intereses. Las áreas de financiamiento se determinan según una clasificación nacional basada en la tasa de desempleo, el salario promedio y otros indicadores.
- Beneficiarios y resultados: se ha demostrado que la GRW tiene un efecto positivo en el empleo y el PIB regional. Se ha observado un impacto positivo en salarios y empleo a largo plazo, pero no necesariamente en la proporción de empleados altamente calificados.

Además de la GRW, existen programas como el Programa Regional ERP de Capital para Start-ups y el Programa Nacional de Garantías, que ofrecen apoyo económico en regiones estructuralmente débiles. Programas específicos del Ministerio Nacional de Educación e Investigación respaldan la innovación y la investigación en regiones débiles, con subprogramas como redes empresariales regionales para la innovación y cambio a través de innovación en la región.

Estos programas buscan estimular el desarrollo económico y la innovación en regiones económicamente débiles y están respaldados por diversas formas de financiamiento y subvenciones.

### Leyes de salida del carbón de 2018

En junio de 2018, el gobierno nacional designó una comisión multilateral, la Comisión sobre Crecimiento, Cambio Estructural y Empleo, también conocida como la Comi-

sión del Carbón (CC). Dicha comisión recomendó varias medidas políticas para la eliminación completa de la producción de energía mediante carbón, teniendo en cuenta los objetivos de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero de Alemania, además, la necesidad de reducir y mitigar los impactos para las trabajadoras y los trabajadores y las regiones. Las recomendaciones de la CC, publicadas en enero de 2019, establecieron una fecha de eliminación hasta 2038, posteriormente promulgada a través de dos Leyes: la Ley de Fortalecimiento Estructural (SSA) y la Ley de Terminación de la Generación de Energía mediante Carbón (CPGTA).

La CC operaba de manera independiente con 28 miembros, que incluían representantes del gobierno, capital humano, industria y medio ambiente. Dividió a los miembros en dos grupos de trabajo centrados en la industria energética y objetivos climáticos, así como en el desarrollo económico y empleo en las regiones. Las recomendaciones abarcaron supuestos generales, políticas estructurales, protección del empleo, remedios ambientales, protección climática y mercados energéticos.

Las recomendaciones clave incluyeron garantizar la aceptabilidad social, seguridad jurídica, coherencia local e institucionalización para el proceso de eliminación. La política estructural enfatizó un presupuesto para las regiones del carbón, desarrollo como regiones energéticas y estrategias basadas en las fortalezas regionales. Las medidas de protección del empleo tenían como objetivo asegurar financiamiento, brindar garantías de empleo y ofrecer compensación por jubilación anticipada. Las medidas de remediación ambiental se centraron en la financiación para costos posteriores a la minería, transparencia de costos y un acuerdo vinculante sobre gestión del agua en caso de una eliminación prematura.

Las recomendaciones de la CC tenían como objetivo abordar los desafíos sociales, económicos y ambientales asociados con la eliminación del carbón, proporcionando un marco para una Transición Justa en las regiones afectadas.

- **La Ley de Fortalecimiento Estructural (SSA)** fue aprobada en 2020 para implementar legalmente la mayoría de las recomendaciones de la Comisión del Carbón (CC) en cuanto a política estructural. Esta Ley tiene como objetivo respaldar económicamente a las regiones del lignito y a los lugares dependientes de las plantas de energía a base de carbón. Se destinarán €14 mil millones del gobierno nacional para inversiones en ciudades y municipios de las regiones del lignito, con €26 mil millones adicionales disponibles a través de programas de apoyo o proyectos de infraestructura. El período de financiamiento abarca de 2020 a 2038, pero los proyectos pueden recibir fondos más allá de esa fecha si se completan antes de 2041.

La implementación de los programas financiados por la SSA es supervisada por el Comité de Coordinación Nacional-Estatal (Bund-Länder-Koordinationsgremium), que incluye al gobierno nacional y a los estados del lignito (Brandeburgo, Sajonia, Sajonia-Anhalt y Renania del Norte-Westfalia). Se requiere la aprobación de este comité para todas las medidas financiadas, y está compuesto por un comité directivo a nivel de secretarías de estado de los estados y un comité técnico a nivel operativo.

Los componentes principales de la política estructural para las regiones del carbón definidos por la SSA incluyen apoyo financiero para las regiones del lignito, extensión de programas de apoyo existentes y desarrollo de nuevos, apoyo financiero para regiones con centrales térmicas de carbón y un programa de apoyo para gastos no inversionistas (programa STARK). El apoyo financiero para las regiones del lignito se distribuirá a lo largo de los años, con €5.5 mil millones para el período 2020-2026, €4.5 mil millones para 2027-2032 y €4 mil millones para 2033-2038. Además, se asignarán €26 mil millones a las regiones a través de programas de apoyo existentes y nuevos, financiados por varios ministerios nacionales, para proyectos como investigación espacial, consultoría empresarial estratégica, proyectos de transporte y centros de competencia en temas como protección del clima y tecnologías energéticas.

Las regiones con centrales térmicas de carbón también recibirán €1 mil millones en apoyo financiero, condicionado a la debilidad estructural de la región y la importancia económica de la central térmica. Además, el programa STARK apoya los gastos no inversionistas para fomentar la transformación sostenible de las regiones del carbón. Este programa, iniciado en agosto de 2020, está abierto a todas las entidades legales y respalda costos operativos como personal, alquiler y material de oficina, con el objetivo de cerrar brechas en la financiación regional y apoyar los gastos no relacionados con inversiones. Las áreas elegibles para el apoyo de STARK incluyen redes, transferencia de conocimientos y tecnologías, consultoría, cualificación/entrenamiento y educación continua, adaptación sostenible de servicios públicos, capacidad de planificación y empresas de desarrollo estructural, comercio exterior, monitoreo científico del proceso de transformación, fortalecimiento de la acción empresarial y enfoques innovadores.

- **La Ley de Terminación de la Generación de Energía a Base de Carbón (CPGTA)** regula la eliminación gradual del consumo de carbón duro y lignito en el sector

energético en Alemania. La Ley también establece mecanismos para apoyar a los empleados de la industria del carbón.

La CPGTA, aprobada en 2020, establece el cese de la utilización de lignito y carbón duro en el sector eléctrico para 2038 y 2035, respectivamente. Se contempla la posibilidad de adelantar la fecha de cese a 2035 mediante una revisión de la Ley en 2029. Bajo la CPGTA, se cerrarán más plantas de carbón posteriormente de lo recomendado por la CC, lo que limita la posibilidad de cumplir con los objetivos climáticos nacionales. Además, según un estudio encargado por el Ministerio Nacional de Asuntos Económicos y Energía, el plan de cierre propuesto por la CC no requeriría demoler más pueblos. Sin embargo, esto no puede garantizarse con el calendario de cierre especificado en esta Ley. Además, los operadores de plantas de energía a base de lignito reciben pagos de compensación bajo la CPGTA, los cuales se regularán en detalle en un contrato de derecho público entre Alemania y los operadores. Las trabajadoras y los trabajadores de plantas de energía a base de carbón duro y lignito, así como de minas de lignito a cielo abierto que perderán sus empleos debido a la CPGTA, recibirán dinero de ajuste durante un máximo de cinco años hasta alcanzar la edad calificada para recibir beneficios de pensión. Además, las trabajadoras y los trabajadores mayores de 58 años al momento de la terminación del empleo son elegibles para beneficios adicionales a su seguro de salud. La elegibilidad para el dinero de ajuste también se aplica a empleadas y empleados en subsidiarias o empresas asociadas si trabajan casi exclusivamente para las empresas principales afectadas. Los requisitos para ser elegible incluyen haber trabajado de manera continua para una de las empresas afectadas hasta el 30 de septiembre de 2019 y durante los dos últimos años antes de la terminación del empleo. La compensación por reducciones de pensión resultantes de la jubilación anticipada después de recibir el dinero de ajuste puede ser compensada por pagos de contribuciones correspondientes. La elegibilidad y gestión del dinero de ajuste están a cargo de la Oficina Nacional de Asuntos Económicos y Control de Exportaciones. El empleador es responsable de solicitar el dinero de ajuste para sus empleadas y empleados durante el proceso. La cantidad del dinero de ajuste se calcula en función de los derechos de pensión del solicitante en los sistemas de pensiones estatutario y/o de mineros en el momento de la terminación del empleo y al igual que las pensiones estatutarias, se ajusta anualmente. Además, es posible obtener ingresos adicionales mientras se recibe el dinero de ajuste, pero el 30% de estos ingresos se descuenta del dinero de ajuste.

Tabla 1. Alemania- Análisis general de los programas y políticas sobre Transición Justa

Período	Iniciativa	Descripción general	Resultados y Evaluación
1968-1971	Programa de Desarrollo Ruhr (DPR)	Buscó mitigar los impactos económicos y laborales de la crisis del carbón, reducir la dependencia del carbón en el área del Ruhr y generar crecimiento económico regional.	Resultados mixtos, mejoras en educación e infraestructura, desafíos persistentes
1980-1984	Programa de Acción Ruhr (APR)	Centró sus objetivos en reducir el desempleo, diversificar la economía regional, fomentar la innovación y mejorar las condiciones de vida.	Evaluación no exitosa, crecimiento económico más lento, aumento del desempleo
1987-1991	Iniciativa FICSR y FIRNRW	Abordó despidos masivos en la industria del acero y el carbón, enfocándose en infraestructura, educación y atractivo regional.	Ampliación a otras regiones, coordinación de fondos, resultados diversos
1989-1999	IBA Emscher Park (IBAEP)	Buscó la renovación económica, urbana y ambiental en la región Emsiana, fomentando una alta participación de partes interesadas.	Logro de proyectos significativos, desafíos en cambio cultural local
2007-en proceso	Ley de Financiamiento para la Terminación de la Minería del Carbón Subvencionada (AFTSC)	Puso fin gradualmente a los subsidios de venta para el carbón duro, financió el desmantelamiento y permitió un ajuste socialmente equitativo para las trabajadoras y los trabajadores.	Reducción gradual de subsidios, apoyo a trabajadoras y trabajadores y remediación ambiental
2020-en proceso	Marco de Política para el Desarrollo Regional	Implementa más de 20 programas para apoyar a regiones económicamente afectadas, con un enfoque en desarrollo económico y sostenibilidad.	Implementación en curso, enfoque en desarrollo económico y sostenibilidad
2020-en proceso	Ley de Fortalecimiento Estructural (SSA)	Establece el respaldo económico a las regiones del lignito y lugares dependientes de plantas de energía a base de carbón. Se destinan €14 mil millones del gobierno nacional para inversiones en ciudades y municipios de las regiones del lignito, con €26 mil millones adicionales disponibles a través de programas de apoyo o proyectos de infraestructura. Abarca el período 2020-2038, con proyectos que pueden recibir fondos más allá de 2041 si se completan antes de esa fecha.	Apoyo financiero a regiones, programas específicos y apoyo no inversionista
2020-en proceso	Ley de Terminación de la Generación de Energía a Base de Carbón (CPGTA)	Regula la eliminación gradual del consumo de carbón duro y lignito en el sector energético en Alemania. Establece el cese de la utilización de lignito y carbón duro para 2038 y 2035, respectivamente, con la posibilidad de adelantar la fecha en una revisión en 2029. Proporciona apoyo a empleados de la industria del carbón, incluyendo compensación por jubilación anticipada y beneficios adicionales para trabajadoras y trabajadores mayores de 58 años. La elegibilidad y gestión del ajuste económico están a cargo de la Oficina Nacional de Asuntos Económicos y Control de Exportaciones.	Cierre de plantas, apoyo a trabajadoras y trabajadores, compensación por jubilación anticipada

Fuente: Elaboración propia

**Migración de Sectores**

El capital humano de las regiones carboníferas en Alemania tiende a migrar hacia sectores más alineados con la transición energética y la sostenibilidad. A medida que Alemania avanza hacia una economía más limpia y sostenible, se espera que muchas trabajadoras y muchos trabajadores encuentren oportunidades en industrias relacionadas con las energías renovables, eficiencia energética, tecnologías verdes, y la digitalización de la energía. Algunas áreas específicas incluyen:

- **Energías renovables:** las trabajadoras y los trabajadores pueden migrar hacia la energía eólica, solar, hidroeléctrica y otras formas de generación de energía renovable, donde se están creando empleos para satisfacer la creciente demanda de energía limpia.
- **Eficiencia energética:** a medida que aumenta la conciencia sobre la eficiencia energética, hay oportunidades en la optimización de procesos industriales, desarrollo de tecnologías eficientes y consultoría en gestión energética.
- **Tecnologías verdes:** sectores como la tecnología ambiental, que abordan problemas como la gestión de residuos, la purificación del agua y la calidad del aire, ofrecen oportunidades para habilidades transferibles.
- **Digitalización de la energía:** la digitalización desempeña un papel crucial en la gestión eficiente de la energía. Capital humano con habilidades en tecnologías de la información y comunicación pueden encontrar oportunidades en la transición digital del sector energético.
- **Investigación y Desarrollo(I+D):** con el impulso hacia la sostenibilidad, hay oportunidades en la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías y soluciones para abordar los desafíos ambientales.

**Lecciones Aprendidas**

La experiencia de Alemania, que abarca seis décadas de políticas para respaldar al capital humano y regiones afectadas por la disminución en la producción de carbón, ofrece valiosas lecciones que pueden guiar a los responsables de políticas de Transición Energética Justa en otros países<sup>10</sup>:

1. **Enfoque anticipado:** desde la década de 1960, se utilizaron grandes sumas de fondos públicos para frenar la disminución de la industria del carbón. Sin embar-

go, a partir de la década de 2000, las políticas adoptaron un enfoque proactivo, orientando la transición lejos del carbón e invirtiendo de manera específica en las comunidades afectadas. Este enfoque anticipado, centrado en prevenir las consecuencias sociales negativas esperadas en lugar de simplemente reaccionar a ellas, fomenta la creación de empleo y nuevas industrias, protegiendo el estatus socioeconómico de las ex trabajadoras y los ex trabajadores del carbón.

2. **Énfasis en la política industrial regional a gran escala:** las inversiones gubernamentales a gran escala y las políticas industriales han sido aspectos centrales del enfoque para respaldar las regiones alemanas en transición. A partir de la década de 1990, se adoptó un enfoque de clúster para desarrollar redes locales de empresas e instituciones de investigación, demostrando efectos positivos en la creación de oportunidades económicas y empleo.
3. **Adaptación de políticas a circunstancias locales:** las políticas se adaptaron a las necesidades y realidades locales. Los esfuerzos descentralizados que involucraron a las partes interesadas locales fueron más exitosos que los enfoques centralizados. La participación activa de las partes interesadas locales no solo es crucial desde una perspectiva de justicia procesal, sino que también mejora la coherencia y la efectividad de las intervenciones.
4. **Enfoque integrador con múltiples objetivos:** la mayoría de las políticas combinaron múltiples objetivos, priorizando la calidad de vida de las comunidades locales a través de intervenciones económicas, culturales y ambientales. Este enfoque integrador resultó crucial para abordar la transición como un problema multidimensional y crear sinergias entre los diferentes actores.
5. **Reconocimiento de la importancia de políticas base:** el sistema de seguridad social, el sistema laboral y el sistema de igualación fiscal regional en Alemania fueron componentes críticos para ayudar a las trabajadoras y los trabajadores y comunidades afectadas.

**Noruega**

**Situación de partida**

El desarrollo del sector de petróleo y gas en Noruega se remonta a la década de 1960. Desde una perspectiva global, Noruega es un actor pequeño en el mercado de petróleo y gas, cubriendo aproximadamente el 2% de la

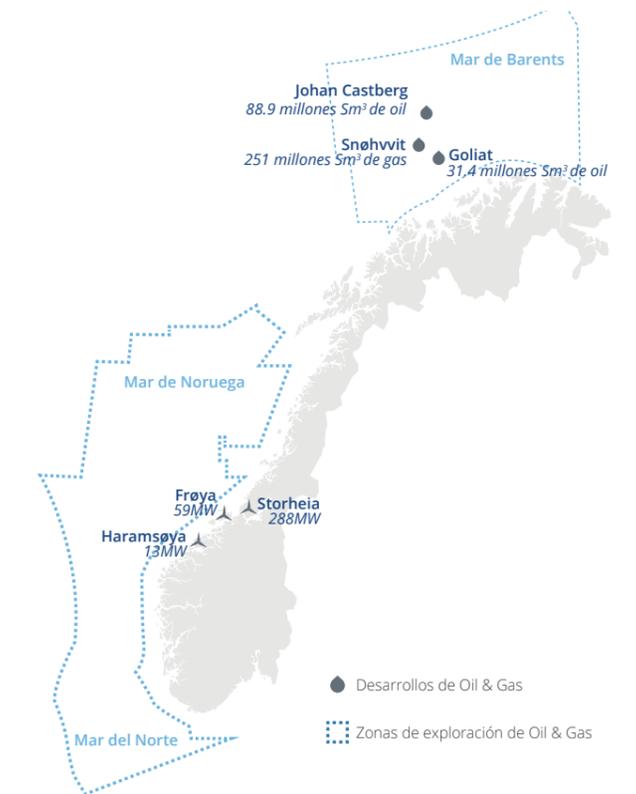
demanda mundial de petróleo crudo y alrededor del 3% de la de gas natural. A pesar de ello, es el tercer mayor exportador de gas en el mundo, detrás de Rusia y Qatar, suministrando entre el 20% y el 25% del gas consumido en la Unión Europea. Aunque la industria petrolera es responsable del 28% de las emisiones de gases de efecto invernadero de Noruega, siendo la segunda mayor contribuyente después del transporte, también es una fuente importante de riqueza nacional.

En 2021, el sector de petróleo y gas representó el 14% del PIB de Noruega y el 41% de las exportaciones, siendo los productos petroleros las mercancías de exportación más importantes del país. Entre 150,000 y 200,000 personas, hasta un 6% de la fuerza laboral nacional, trabajan directa o indirectamente en el sector petrolero. La dependencia de los ingresos y el empleo relacionados con el petróleo y el gas es especialmente pronunciada en regiones occidentales.<sup>11</sup>

**Motivaciones para la transición**

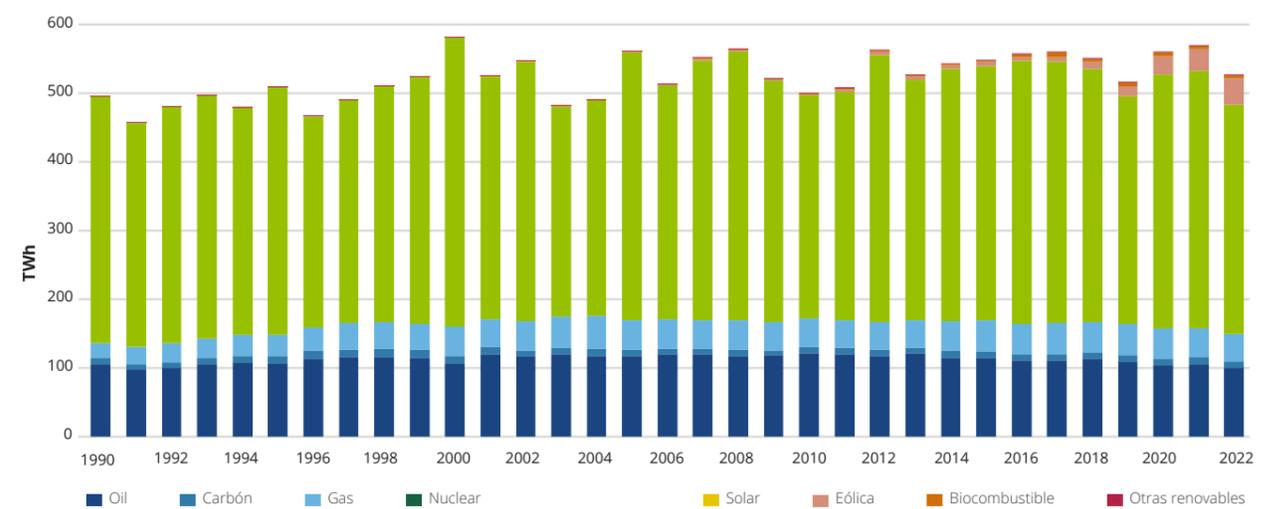
Noruega, está buscando una reducción total de emisiones de gases de efecto invernadero del 55% para 2030 y la neutralidad de carbono para 2050. Aunque Noruega cuenta con un sistema de energía de baja intensidad de carbono gracias a la hidroeléctrica como se muestra en la siguiente ilustración, se enfrenta a desafíos significativos en sectores desafiantes como la producción de petróleo y el gas, considerando que el sector energético es la principal fuente de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), tanto a nivel global como en Noruega.

**Ilustración 4. Mapa de regiones con desarrollos de petróleo y gas en Noruega**



Fuente: Los datos anteriores provienen de Paradoxes of Norway's energy transition: Controversies and justice. (2023). <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14693062.2023.2169238>

**Ilustración 5. Consumo energético por fuente en Noruega, 1990-2022**



Fuente: Los datos anteriores provienen de Hannah Ritchie, Max Roser and Pablo Rosado (2022): <https://ourworldindata.org/energy>

<sup>10</sup> Environmental Defense Fund (EDF) (2021) German just transition: A review of public policies to assist German. <https://media.rff.org/documents/21-13-Nov-22.pdf>

<sup>11</sup> Oil and Gas Transitions OGT (2022) Petroleum transition pathways in Norway. Oil and Gas Transitions. <https://oilandgastransitions.org/resources/reports/petroleum-transition-pathways-in-norway/>

La industria noruega busca desarrollar tecnologías y crear valor a través de esfuerzos de descarbonización. Sin embargo, a través de la producción y exportación de petróleo y gas natural, Noruega garantiza un financiamiento continuo para impulsar el desarrollo sostenible, la transición energética y fortalecer el Fondo Soberano de Riqueza Nacional. Aunque busca avanzar en las energías renovables, la exportación de petróleo y gas seguirá siendo una fuente significativa de ingresos más allá de 2050, respaldando la seguridad energética mundial.

### Habilitadores y políticas

A continuación, se presenta un análisis detallado de los habilitadores y políticas que respaldan la transición energética en Noruega. En este contexto, Noruega se destaca como un referente en la adopción de prácticas sostenibles y estrategias innovadoras para avanzar hacia una matriz energética más limpia y diversificada. Las políticas gubernamentales, han desempeñado un papel crucial permitiendo la integración exitosa de fuentes renovables y tecnologías avanzadas. Esta revisión proporcionará una visión de los enfoques adoptados por Noruega.

### Ley de Objetivos Climáticos (Lov om klimamål) de 2017

La Ley tiene como propósito principal impulsar la implementación de los objetivos climáticos de Noruega como parte de su proceso de transformación hacia una sociedad con bajas emisiones para el año 2050. Además, busca fomentar la transparencia y el debate público sobre el estado, la dirección y el progreso de este trabajo.

La Ley no pretende obstaculizar el cumplimiento conjunto con la Unión Europea de los objetivos climáticos establecidos. Se aplica a las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero definidas en la Contribución Nacionalmente Determinada presentada bajo el Acuerdo de París de 2015.

Establece un objetivo de reducción de al menos el 50-55% de las emisiones para 2030 con respecto a los niveles de 1990. Para 2050, el objetivo es que Noruega sea una sociedad con bajas emisiones, con una reducción de alrededor del 90-95% de las emisiones respecto a 1990, considerando la participación en el Sistema de Comercio de Emisiones de la UE.

La Ley prevé revisiones quinquenales de los objetivos climáticos basadas en el conocimiento científico actualizado. Además, se requiere un informe anual al Parlamento que detalle cómo Noruega puede alcanzar los objetivos

climáticos, el efecto esperado del presupuesto propuesto en las emisiones de gases de efecto invernadero y otros informes sobre el progreso hacia los objetivos climáticos y la preparación para el cambio climático.

### Proyecto Longship de 2020

Longship se distingue como uno de los pioneros en proyectos industriales de Captura y Almacenamiento de Carbono (CCS), con la ambición de desarrollar una infraestructura abierta capaz de almacenar volúmenes sustanciales de CO<sub>2</sub> provenientes de toda Europa.

La importancia estratégica y el liderazgo noruego se destacan en la iniciativa Longship, colocando a Noruega a la vanguardia en el desarrollo de una tecnología crucial para alcanzar los objetivos climáticos. Esta iniciativa refleja la decidida ambición del Gobierno Noruego de establecer una completa cadena de valor de CCS para el año 2024. Northern Lights, como entidad clave en Longship, asume una responsabilidad crucial en el desarrollo y operación de instalaciones de transporte y almacenamiento de CO<sub>2</sub>, diseñadas para fomentar la colaboración al ser accesibles para terceros. Longship se distingue como la primera red transfronteriza y de código abierto para el transporte y almacenamiento de CO<sub>2</sub>, ofreciendo a empresas de toda Europa la oportunidad de almacenar de manera segura y permanente su CO<sub>2</sub> bajo tierra.

La fase inicial del proyecto, con operaciones previstas para 2024, tendrá una capacidad de almacenamiento de hasta 1.5 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> al año. Este proceso incluye la captura de CO<sub>2</sub> desde fuentes industriales en la región del Fiordo de Oslo, enfocándose en sectores como el cemento y la generación de energía a partir de residuos.

El desarrollo y las decisiones estratégicas se fundamentaron en los estudios de viabilidad emitidos por el Gobierno Noruego en 2016, con Gassnova (empresa estatal dependiente del Ministerio de Petróleo y energía de Noruega) a la cabeza de la coordinación de actividades. Colaboraciones estratégicas, como el acuerdo entre Gassnova y Equinor (empresa estatal), orientaron las fases iniciales del proyecto. En mayo de 2020, se estableció un acuerdo de colaboración entre Equinor, Shell y Total para la preparación y ejecución del proyecto. Estas tres compañías tomaron la decisión de inversión respaldada por la calidad del depósito y un acuerdo comercial con el estado. Posteriormente, después de una histórica votación parlamentaria en diciembre de 2020, el Gobierno Noruego optó por financiar y oficialmente denominar el proyecto como Longship.

### Informe del Comité Climático 2050 de 2021

En 2021, el gobierno designó un comité oficial para investigar las opciones que Noruega tiene para lograr el objetivo de prácticamente eliminar todas las emisiones de gases de efecto invernadero de manera permanente para el año 2050. Para lograrlo, es necesario adoptar un enfoque a más largo plazo, más amplio y sistemático.

Los objetivos climáticos deben lograrse junto con otros objetivos sociales importantes. Por lo tanto, los objetivos de política en otras áreas deben alinearse con el objetivo de una sociedad de bajas emisiones. Gran parte de lo que se necesita hacer para alcanzar los objetivos climáticos es sabio hacerlo por otras razones también como preservar la naturaleza, cambiar a una dieta más saludable y basada en plantas y lograr una economía más circular son beneficiosos por muchas razones. Necesitamos pensar a largo plazo y adoptar un enfoque más intersectorial. En su informe, el Comité recomienda ajustar y alinear el marco de todas las políticas para lograr los objetivos.

“Convertirse en una sociedad de bajas emisiones depende de muchas decisiones, tanto menores como importantes, en los sectores público y privado. Estas decisiones deben basarse en dónde queremos estar en 2050. Es desde esta perspectiva que debemos encontrar buenas soluciones para los desafíos actuales”, dijo el presidente del comité Martin Skancke<sup>12</sup>.

El Comité señala que la transición a una sociedad de bajas emisiones requerirá recursos como energía, tierra, recursos naturales, mano de obra y experiencia. Todos estos recursos son escasos. Por lo tanto, las soluciones deben ser eficientes en recursos, y el uso de recursos en diferentes sectores debe ser evaluado entre sí. Toda actividad económica debe tener lugar dentro de los límites planetarios.

La transición a una sociedad de bajas emisiones depende de las decisiones tomadas hoy. Postergar la transición

podría llevar a una transición más costosa, abrupta y exigente en una etapa posterior. Por lo tanto, el Comité propone medidas para fortalecer la forma en que diseñamos e implementamos la política climática. El propósito es proporcionar una mayor previsibilidad y regularidad en las evaluaciones de la política climática y garantizar evaluaciones más integrales en áreas de la sociedad para la credibilidad de la política climática.

Poner un precio a las emisiones de gases de efecto invernadero ha sido y debe seguir siendo importante en la política climática noruega, pero el precio no funciona para todas las emisiones cuando el objetivo es eliminar prácticamente todas de manera permanente. El Comité opina que se deben utilizar paquetes de instrumentos de política más complejos, como medidas educativas, impuestos, subsidios, obligaciones y prohibiciones tienen un papel que desempeñar para lograr una buena transición. Esto demuestra que la transición se trata de la sociedad, no de las emisiones.

### Plan de Acción Climática 2021-2030

El Plan de Acción Climática 2021-2030 destaca múltiples estrategias para promover una Transición Energética Justa en Noruega. En su introducción, se enfoca en el crecimiento del sector manufacturero sin desplazar empresas, utilizando un sistema fiscal diseñado para mejorar la competitividad y reducir emisiones. Además, se anuncia un libro blanco sobre la creación de valor a largo plazo a partir de recursos energéticos noruegos. Por otra parte, la importancia de adquirir nuevas competencias para no quedar excluido durante la transición laboral se resalta. Además, se reconoce el respaldo de la política de la UE y los ODS en la transformación ecológica. El plan aborda áreas clave, como la renovación ecológica de la flota marítima y el desarrollo de biogás para reducir emisiones y crear empleo en zonas rurales. Finalmente, se destaca la inversión gubernamental en investigación e innovación como base para generar empleo, nuevas empresas e industrias, al tiempo que se reduce la emisión de gases de efecto invernadero.

<sup>12</sup> Norwegian Official Report (NOU) (2023) Press release NOU 2023: 25 The transition to low emissions – climate policy choices towards 2050. [https://files.nettsteder.regjeringen.no/wpuploads01/sites/479/2023/10/Pressemelding\\_engelsk.pdf](https://files.nettsteder.regjeringen.no/wpuploads01/sites/479/2023/10/Pressemelding_engelsk.pdf).

Tabla 2. Noruega- Análisis general de los programas y políticas sobre Transición Justa

Período	Iniciativa	Descripción general	Resultados y Evaluación
2017-en proceso	Ley de Objetivos Climáticos (Lov om klimamål)	La Ley de Cambio Climático obliga al Gobierno a presentar objetivos climáticos actualizados al Parlamento cada cinco años. La revisión de las decisiones de Noruega para avanzar hacia una sociedad con bajas emisiones en 2050 será una aportación importante a estos procesos.  La finalidad de esta Ley es promover la aplicación de los objetivos climáticos de Noruega como parte de su proceso de transformación hacia una sociedad con bajas emisiones para 2050.	Definición y actualización de los objetivos climáticos de Noruega.
2020-en proceso	Proyecto Longship	El proyecto de captura, transporte y almacenamiento de CO <sub>2</sub> en Noruega es un hito en los esfuerzos del Gobierno en materia de política industrial y climática. El proyecto reducirá las emisiones y contribuirá al desarrollo tecnológico y, por ende, a la creación de nuevos puestos de trabajo.	Aunque la fase inicial aún no ha concluido, el proyecto Longship representa un hito importante en la reducción de emisiones y el desarrollo tecnológico.
2021-en proceso	Informe del Comité Climático 2050 <sup>13</sup>	Informe para llevar a cabo una revisión general de las decisiones de Noruega para alcanzar su objetivo climático de 2050, y describir una vía para la transformación hacia una sociedad de bajas emisiones en 2050 que sea lo más rentable posible, dando lugar a una sociedad en la que el uso de los recursos sea eficiente y las empresas y la industria sean competitivas. Este proceso también debe garantizar una vía de desarrollo que salvaguarde la biodiversidad. El comité evaluará los avances hacia los objetivos y valorará los beneficios obtenidos frente a los costes económicos	Orientación hacia la rentabilidad, eficiencia en el uso de recursos y competitividad es crucial.
2021-en proceso	Plan de Acción Climática 2021-2030 <sup>14</sup>	El plan busca guiar, durante los próximos diez años, a Noruega por un proceso de transformación verde que afectará a todos los sectores de la sociedad. Se aplicará una política climática que mejore la vida de las personas y de margen de crecimiento al sector empresarial. El Gobierno proporcionará un marco que anime a la gente a tomar decisiones respetuosas con el clima y aumente la libertad de elección de todos.	Se espera una evaluación más completa a medida que se implementen las medidas y se avance en los objetivos establecidos.

Fuente: Elaboración propia

### Migración de Sectores

El capital humano de la industria del petróleo y gas en Noruega tiene la capacidad de migrar hacia sectores de gases industriales como la producción de biogás, bioenergía y en la transición hacia el hidrógeno verde. Estos sectores representan no solo una oportunidad para la diversificación de habilidades, sino también una vía para que el talento noruego continúe desempeñando un papel fundamental en la evolución hacia un panorama energético más sostenible

- **Biogás:** trabajadoras y trabajadores con experiencia en la industria del petróleo y gas en Noruega pueden

migrar hacia la producción de biogás, aprovechando su conocimiento en tecnologías de procesamiento de gases.

- **Bioenergía:** la transición hacia la bioenergía ofrece oportunidades para el capital humano noruego al permitir la aplicación de habilidades en la conversión de biomasa en energía.
- **Infraestructura de CO<sub>2</sub>:** trabajadoras y trabajadores con experiencia en tecnologías de captura y almacenamiento de carbono podrían encontrar oportunidades en el desarrollo de la infraestructura para reducir las emisiones de dióxido de carbono.

<sup>13</sup>Ynbvil (2022) Klimautvalget 2050 <https://klimautvalget2050.no/forside-english/>

<sup>14</sup>(2020) Forsiden - regjeringen.no. <https://www.regjeringen.no/contentassets/a78ecf5ad2344fa5ae4a394412ef8975/en-gb/pdfs/stm202020210013000engpdfs.pdf>

- **Producción y almacenamiento de hidrógeno:** la transición hacia el hidrógeno como fuente de energía puede ofrecer oportunidades en la producción y almacenamiento de hidrógeno, ya sea para uso industrial o como fuente de energía.
- **Captura y Almacenamiento de Carbono (CCS):** trabajadoras y trabajadores con conocimientos en tecnologías de CCS podrían aplicar sus habilidades en proyectos destinados a reducir las emisiones de carbono de las instalaciones industriales.

Estos sectores representan áreas clave en la transición hacia una economía más sostenible y diversificada. Las habilidades transferibles y la adaptabilidad de la fuerza laboral serán esenciales para aprovechar estas oportunidades emergentes en Noruega.

### Lecciones Aprendidas

En el contexto de la transición energética global hacia fuentes más sostenibles, las experiencias y lecciones aprendidas de Noruega ofrecen valiosas perspectivas sobre cómo gestionar una transformación justa, equitativa y exitosa, especialmente en la transición desde una economía centrada en el petróleo y el gas. Algunas lecciones aprendidas de Noruega en el contexto de una Transición Energética Justa son las siguientes:

1. **Colaboración tripartita:** la colaboración entre el gobierno, la industria y los sindicatos es fundamental para establecer objetivos claros y políticas efectivas. El diálogo continuo y la participación activa de todas las partes interesadas son esenciales para garantizar una Transición Energética Justa.
2. **Narrativa de transformación clara:** contar con una narrativa clara de transformación es esencial para comunicar eficazmente los objetivos y compromisos a la sociedad. La elaboración de esta narrativa en diálogo con diversas partes interesadas asegura su legitimidad y apoyo a largo plazo.
3. **Enfoque justo en acuerdos industriales:** los acuerdos y asociaciones industriales deben estar arraigados en un marco de Transición Justa. Esto implica establecer metas claras de reducción de emisiones, planificación para la producción de energía renovable y consideración de la seguridad laboral a través de una red de seguridad social sólida.

4. **Inversión en desarrollo de habilidades:** anticipar la necesidad de nuevas habilidades y capacidades laborales durante la transición es esencial. Inversiones en programas de formación y desarrollo de habilidades garantizan que la fuerza laboral esté preparada para los cambios en la industria.

5. **Compromiso con la sostenibilidad financiera:** la gestión cuidadosa de los ingresos provenientes de la industria de petróleo y gas, como se evidencia en el Fondo de Pensiones del Gobierno, demuestra la importancia de la sostenibilidad financiera para respaldar la economía y financiar proyectos de bienestar a largo plazo.

6. **Apoyo financiero y político a la innovación:** establecer instrumentos financieros y políticas de apoyo para la investigación, innovación y tecnologías transformadoras es esencial para acelerar la transición hacia una sociedad baja en carbono.

7. **Enfoque holístico para la reducción de emisiones:** la implementación de impuestos al carbono y sistemas de comercio de emisiones demuestra la importancia de un enfoque holístico para la reducción de emisiones, abarcando no solo las emisiones directas de las operaciones, sino también las emisiones relacionadas con el consumo de petróleo y gas.

Estas lecciones aprendidas destacan la importancia de la planificación integral, la participación activa de las partes interesadas y el enfoque en la equidad social y laboral para lograr una Transición Energética Justa y sostenible.

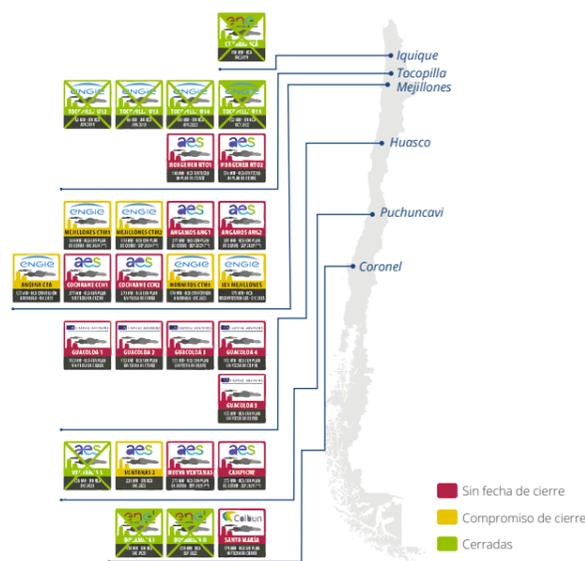
### Chile

#### Situación de partida

Desde la década de 1990, el crecimiento económico chileno estuvo asociado a un aumento constante de la demanda energética. La pérdida del suministro de gas desde Argentina en 2005 impulsó la construcción de plantas de carbón o centrales termoeléctricas. El conjunto del sector energético chileno es responsable del 78% de las emisiones del país, y solo el 32% de estas emisiones se relaciona con la generación de electricidad. A pesar de ello, el 40% de la electricidad aún se genera a partir de carbón. Actualmente, existen 20 unidades de centrales eléctricas de carbón (antes 28).<sup>15</sup>

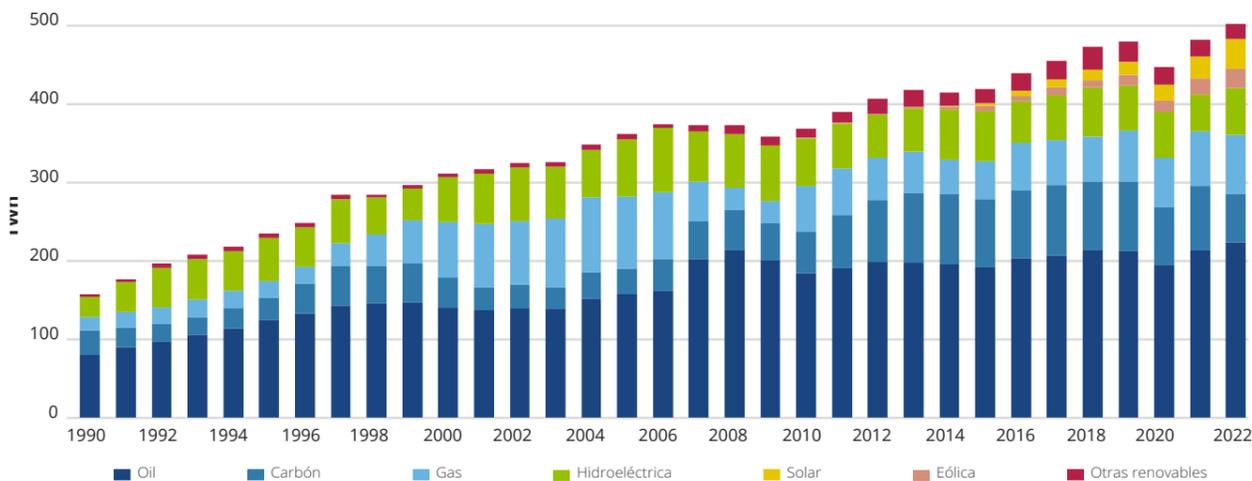
<sup>15</sup> Salida del carbón en Chile (2022) The German-Chilean Energy Partnership. <https://www.energypartnership.cl/es/newsroom/salidadelcarbon/>

**Ilustración 6. Mapa de regiones con desarrollos de centrales termoeléctricas a carbón en Chile**



Fuente: Los datos anteriores provienen de Pinochet, I. (2023) Las Dudas que genera El Plan de Descarbonización en Chile, Climate Tracker. <https://climatetrackerlatam.org/historias/las-dudas-que-genera-el-plan-de-descarbonizacion-en-chile/>

**Ilustración 7. Consumo energético por fuente en Chile, 1990-2022**



Fuente: Los datos anteriores provienen de Hannah Ritchie, Max Roser and Pablo Rosado (2022): <https://ourworldindata.org/energy>

### Habilitadores y políticas

A continuación, se presenta un análisis detallado de los habilitadores y políticas que respaldan la transición energética en Chile. Este país sudamericano se encuentra en medio de un cambio significativo en su matriz energética, impulsado por la necesidad de reducir la dependencia de las centrales termométricas a carbón y abordar los desafíos asociados con el cambio climático.

### Motivaciones para la transición

En Chile, el impulso hacia la transición energética ha sido catalizado por el creciente reconocimiento de las preocupaciones ambientales y la presión internacional para alcanzar objetivos de reducción de emisiones. Estos factores han adquirido una relevancia significativa. La necesidad de diversificar la matriz energética y disminuir la dependencia del carbón se ha convertido en un imperativo.

La siguiente ilustración evidencia los esfuerzos de Chile por diversificar su matriz energética a través de la incorporación de fuentes renovables, como la energía solar y eólica. La implementación de parques solares y eólicos no solo contribuye a la generación sostenible de electricidad, sino que también reduce la dependencia de las centrales de carbón.

### Estrategia de Transición Justa en Energía de 2021

La estrategia se centra en la transición hacia energías más sostenibles, especialmente en el cierre o nuevos usos de centrales termoeléctricas a carbón en Chile. Para construir esta estrategia, se realizaron talleres participativos con sindicatos, sociedad civil y el público en general, adaptándose a un formato en línea debido a la pandemia de COVID-19.

Estos talleres permitieron identificar necesidades sociales, productivas, ambientales y territoriales, proporcionando insumos cruciales para la formulación de la estrategia. La información recopilada se presentó a una Mesa de Trabajo compuesta por representantes gubernamentales, empresas y otros actores clave.

La gobernanza de la estrategia se estructura en dos niveles: un Comité Interministerial y una Secretaría Técnica. El Comité Interministerial supervisará la implementación de la estrategia y coordinará acciones entre ministerios, mientras que la Secretaría Técnica liderada por el Ministerio de Energía se encargará de la implementación, seguimiento y monitoreo.

La estrategia incorpora un enfoque de género, revisado por la Mesa Nacional de Género y Cambio Climático, en la que destacan la importancia de la participación ciudadana y la colaboración entre el sector público y privado.

El documento también incluye anexos que detallan el marco de la estrategia, el plan de carbono neutralidad al 2050 y el plan de retiro y/o nuevos usos de las centrales a carbón. Este último describe el compromiso de Chile para retirar gradualmente las centrales a carbón y busca una transición hacia una matriz energética más limpia.

En resumen, la Estrategia de Transición Justa en Energía en Chile busca una transformación equitativa y sostenible en el sector energético, se fundamenta en tres pilares esenciales, siendo el primero de ellos la “Transición con foco en las personas”. Este pilar aborda de manera integral el impacto del cierre de centrales a carbón en la población, destacando medidas específicas para fomentar el empleo y la formación de aquellos afectados negativamente. Se propone un análisis detallado de la oferta y demanda laboral en los territorios afectados, con el objetivo de identificar las competencias existentes y las necesidades de capacitación para facilitar la incorporación a nuevas fuentes laborales o emprendimientos, tanto dentro como fuera del ámbito energético. El plan incluye iniciativas con enfoque de género, promoción de empleabilidad, incentivos a la contratación local, y un plan de capacitación y seguimiento para la reconversión laboral, considerando estándares definidos por el sector económico. Además, se busca fomentar la participación de niñas y adolescentes en carreras relacionadas con energías limpias. El segundo pilar se centra en el “Desarrollo económico y fomento productivo”, promoviendo nuevas inversiones sustentables en los territorios afectados y facilitando créditos blandos, subsidios y asistencia técnica. El tercer pilar, “Desarrollo ambiental y enfoque territorial”, se concentra en identificar alternativas de

usos energéticos y no energéticos para las infraestructuras de las centrales a carbón, alineadas con la vocación del territorio e intereses de sus habitantes, favoreciendo el desarrollo social, ambiental y económico.

### Ley Marco de Cambio Climático (LMCC) de 2022

La Ley Marco de Cambio Climático en Chile tiene como objetivo abordar los desafíos del cambio climático, transitar hacia un desarrollo bajo en emisiones de gases de efecto invernadero, alcanzar y mantener la neutralidad de emisiones al año 2050, adaptarse al cambio climático y cumplir con compromisos internacionales. La Ley se rige por principios como el científico, costo-efectividad, enfoque ecosistémico, equidad y justicia climática, no regresión, participación ciudadana, precautorio, preventivo, progresividad, territorialidad, urgencia climática, transparencia, transversalidad, coherencia, flexibilidad, entre otros.

La Ley Chilena sobre cambio climático refleja un compromiso integral con la equidad, justicia climática y participación ciudadana. En sus disposiciones generales, se destaca la responsabilidad del Estado de garantizar una distribución justa de cargas y beneficios, con énfasis en género, sectores vulnerables y comunidades expuestas al cambio climático. Asimismo, se subraya la importancia de mecanismos que aseguren la participación activa de la sociedad en la gestión del cambio climático a nivel nacional, regional y local.

En el ámbito institucional, se asigna al Ministerio del Medio Ambiente la tarea de promover la educación y cultura sobre cambio climático, buscando sensibilizar a la población. Además, se fomenta la creación de mesas territoriales de acción por el clima, donde la sociedad civil, especialmente los grupos vulnerables, puede proponer y resaltar acciones prioritarias para sus respectivos territorios.

La Ley también consagra el derecho de todas las personas a participar de manera informada en la elaboración de instrumentos de gestión del cambio climático, asegurando acceso oportuno a información relevante y estableciendo mecanismos para formular observaciones.

En términos financieros, se destina al Fondo de Protección Ambiental la financiación de proyectos que contribuyan a la mitigación y adaptación, priorizando acciones que beneficien a poblaciones vulnerables y considerando la territorialidad. Este enfoque integral refleja la urgencia climática y la necesidad de acciones coordinadas para abordar los desafíos del cambio climático en Chile.

Tabla 3. Chile- Análisis general de los programas y políticas sobre Transición Justa

Período	Iniciativa	Descripción general	Resultados y Evaluación
2021-en proceso	Estrategia de Transición Justa en Energía	Esta estrategia, publicada en diciembre de 2021, es el marco general de trabajo, que contiene la visión, principios, compromisos del Estado, ejes, lineamientos y acciones. Su implementación en los territorios afectados se realizará a través de planes de acción locales específicos, siguiendo los lineamientos de esta estrategia.	Se espera reducir las emisiones de carbono, cerrar o transformar centrales a carbón, beneficiar a comunidades locales, promover la igualdad de género, fomentar la colaboración público-privada, cumplir objetivos a largo plazo como la carbono neutralidad para 2050 y mantener una participación ciudadana continua.
2022-en proceso	Ley Marco de Cambio Climático (LMCC)	Esta Ley tiene por objeto hacer frente a los desafíos que presenta el cambio climático, desarrollar bajas emisiones de gases de efecto invernadero, alcanzar y mantener la neutralidad de emisiones de gases de efecto invernadero, adaptarse al cambio climático y dar cumplimiento a los compromisos internacionales asumidos por el Estado de Chile en la materia.	Se espera evaluar el impacto en la reducción de emisiones, la equidad, la participación ciudadana, la conciencia pública, y la eficiencia en el uso de recursos financieros, entre otros aspectos, para asegurar el cumplimiento de los objetivos climáticos y realizar ajustes según sea necesario.

Fuente: Elaboración propia

### Migración de Sectores

En el proceso de transición hacia fuentes de energía renovable más sostenibles y limpias, el capital humano actualmente involucrado en la generación de electricidad mediante termoeléctricas a carbón en Chile se presenta como un recurso clave con la capacidad de migrar hacia sectores estratégicos.

- **Almacenamiento de energía:** se busca contar con 6 GW de sistemas de almacenamiento de energía en el Sistema Eléctrico Nacional para el 2050, y con 2 GW para el 2030. Tecnologías incluidas: baterías, bombeo hidráulico, aire comprimido, aire líquido, entre otras.
- **Generación de energía renovable:** estas energías representan una oportunidad de empleo, con cerca de 24,600 MW de proyectos que generarían aproximadamente 43,000 nuevos empleos. Este cálculo se refiere a empleos durante las etapas de construcción y operación de las instalaciones. Tecnologías incluidas: energía eólica, energía solar e hidrógeno verde.

### Lecciones Aprendidas

Las lecciones aprendidas del proceso de Transición Energética Justa en Chile se reflejan en una serie de acciones concretas para apoyar y fomentar la adaptación de la población afectada negativamente y las comunidades involucradas en el cierre de centrales a carbón. Estas medidas incluyen:

#### 1. Fomento al empleo y formación:

- Realizar un análisis exhaustivo de la oferta y demanda laboral en los territorios afectados para identificar competencias y necesidades.
- Incentivar la contratación local y de MiPyMEs en licitaciones públicas, incorporando criterios que valoren la inclusión de mujeres.
- Desarrollar planes de empleabilidad con enfoque de género, generando oportunidades de trabajo directo con empresas energéticas y no energéticas.
- Promover fuentes laborales a través de ferias y oficinas de intermediación laboral, facilitando la reubicación de trabajadoras y trabajadores, fomentando la contratación de mano de obra femenina.
- Establecer programas de capacitación y seguimiento para la reconversión y reinserción laboral, con especial atención a las personas que residen en las comunas donde se cierran las centrales a carbón, incluyendo capacitaciones focalizadas para mujeres.

#### 2. Bienestar social:

- Realizar análisis de mecanismos técnicos y normativos para evitar alzas significativas en las tarifas eléctricas en comunas con cierres de centrales a carbón.
- Adoptar medidas necesarias, como cambios en bases concursables, en instrumentos y programas del Ministerio de Energía para promover la participación equitativa de personas en comunas afectadas.

- Identificar a las personas más vulnerables en cada territorio afectado y focalizar programas de apoyo del Estado, proponiendo medidas de mitigación para contrarrestar efectos sociales no deseados.

#### 3. Promoción de nuevas inversiones:

- Analizar iniciativas de inversión pública y privada con énfasis en proyectos sustentables, acelerando la cartera de inversión en territorios afectados.
- Evaluar incentivos económicos, como créditos blandos y subsidios, para promover inversiones en actividades de triple impacto que beneficien tanto a hombres como a mujeres en los territorios afectados por el cierre de centrales a carbón.

des son elementos fundamentales para asegurar que la transición no solo sea ambientalmente sostenible, sino también socialmente equitativa.

En resumen, Colombia enfrenta la necesidad de diversificar su matriz energética y reestructurar su economía, pero para que esta transición sea exitosa, debe ser abordada de manera integral, considerando tanto los aspectos económicos como los sociales, y garantizando que nadie se quede atrás en este cambio hacia un futuro más sostenible.

El mapa siguiente ofrece una visión detallada de las regiones del país en las que se están llevando a cabo desarrollos significativos en la industria de hidrocarburos. Estas áreas, por ende, requerirán una Transición Energética Justa para abordar de manera adecuada los desafíos asociados con la dependencia de estos recursos.

### Colombia

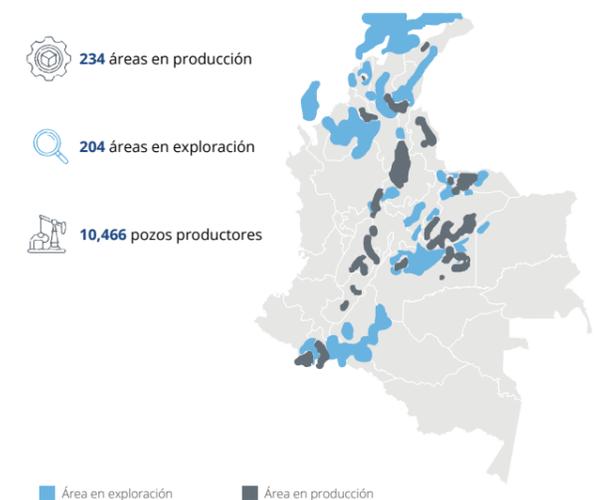
#### Situación de partida

Colombia se encuentra en una encrucijada energética marcada por una fuerte dependencia de los hidrocarburos, que constituyen el 76.3% de su matriz energética, destacando el petróleo con un 43.26%, el gas natural con un 21.4%, y el carbón mineral con un 11.5%. Esta dependencia se refleja no solo en la generación de electricidad, sino también en la economía, ya que entre el 40 y el 50% de las exportaciones del país son carbón y petróleo, consolidando a Colombia como uno de los principales productores de carbón a nivel mundial.<sup>16</sup>

Reemplazar la mitad de las exportaciones, que actualmente provienen en gran medida de los combustibles fósiles, se convierte en un desafío económico crucial. Para llevar a cabo una Transición Energética Justa, Colombia debe abordar no solo los aspectos económicos, sino también los sociales. Alrededor de 109,000 trabajadoras y trabajadores, cuyos empleos están vinculados a la industria de los hidrocarburos, necesitarán encontrar nuevas oportunidades laborales<sup>17</sup>. Esto requiere un enfoque estratégico que incluya planes de empleo y formación para garantizar una migración efectiva del capital humano.

Además, es esencial considerar el impacto en las comunidades indígenas y afrodescendientes que residen en áreas críticas para el desarrollo de energías renovables. La inclusión y compensación justa de estas comunida-

#### Ilustración 8. Mapa de regiones con desarrollos de petróleo y gas en Colombia



Fuente: Los datos anteriores provienen de Asociación Colombiana de Geología y Geofísica de la Energía <https://www.larepublica.co/economia/hay-al-menos-35-contratos-de-exploracion-de-petroleo-y-gas-que-estan-suspendidos-3623771>

#### Motivaciones para la transición

Colombia está experimentando una transformación significativa con la asunción del actual presidente Gustavo Petro, cuya propuesta para una transición energética audaz ha generado repercusiones a nivel global. Petro, con el objetivo de limitar la actividad petrolera, lidera la iniciativa de formar un “bloque anti-petróleo” en la región, buscando cambiar la dirección de las economías lejos de los combustibles fósiles.

<sup>16</sup> Guerrero, L.G.V. (2022) Colombia, Altamente Dependiente de los hidrocarburos, El Tiempo. <https://www.eltiempo.com/contenido-comercial/colombia-altamente-dependiente-de-los-hidrocarburos-698632>.

<sup>17</sup> Qué necesita Colombia para hacer realidad su plan de abandonar la extracción de combustibles fósiles BBC News Mundo <https://www.bbc.com/mundo/vert-fut-63816391#:~:text=Colombia%2C%20en%20cambio%2C%20se%20encuentra,exportaciones%20son%20carb%C3%B3n%20y%20petr%C3%B3leo.>

Este cambio hacia energías renovables tiene como principal motor el cumplimiento de los compromisos establecidos en el Acuerdo de París, marcando una clara intención de Colombia de asumir un papel protagonista en la lucha contra el cambio climático. Uno de los sectores clave que necesita abordarse para lograr una transición efectiva es el transporte, que constituye el mayor consumidor de combustibles fósiles en el país.

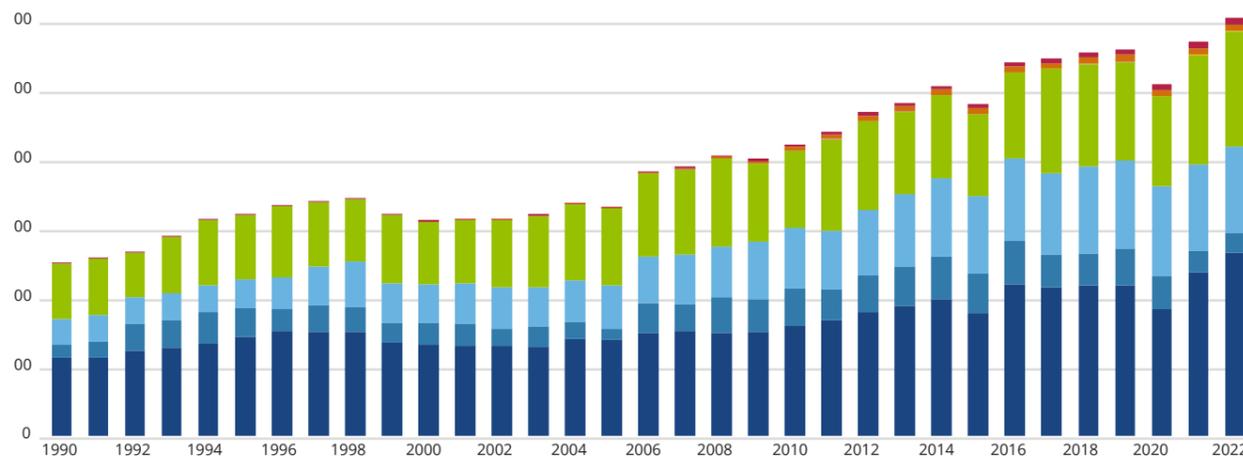
Para enfrentar este desafío, el enfoque deberá ser integral. Colombia deberá priorizar y fomentar el transporte público eléctrico como una alternativa más sostenible. Además, será esencial redirigir la inversión pública desde las carreteras hacia el desarrollo de infraestructuras

ferroviarias, promoviendo así un sistema de transporte más eficiente y ecológico.

Además, se deben implementar políticas y medidas que incentiven la adopción de vehículos eléctricos por parte de la población. Esto implica no solo facilitar la adquisición de vehículos eléctricos, sino también desarrollar la infraestructura necesaria, como estaciones de carga, para respaldar su uso a lo largo del país.

Como se puede observar a continuación, Colombia continúa mostrando una marcada dependencia del petróleo en su matriz energética. Sin embargo, es alentador notar que el país está dando los primeros pasos concretos hacia una transición energética más sostenible y diversificada.

**Ilustración 9. Consumo energético por fuente en Colombia, 1990–2022**



Fuente: Los datos anteriores provienen de Hannah Ritchie, Max Roser and Pablo Rosado (2022): <https://ourworldindata.org/energy>

### Habilitadores y políticas

A continuación, se presenta un análisis detallado de los habilitadores y políticas que respaldan la transición energética en Colombia. Estas iniciativas representan el marco normativo y estratégico que impulsa el cambio hacia un sistema energético más sostenible, eficiente y diversificado.

#### Ley 1844 de 2017 de 2017

La Ley 1844 de 2017 representa el compromiso de Colombia con los Acuerdos de París, un pacto suscrito por 195 países, incluido Colombia, con el propósito de reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y afrontar los desafíos del cambio climático a nivel global. Estos acuerdos buscan limitar el calentamiento mundial a menos de 2.0 grados centígrados, preferiblemente a 1.5 grados centígrados, en comparación con los niveles preindustriales.

El documento consta de 29 artículos que detallan los objetivos y las convicciones que los países participantes deben cumplir para contribuir eficazmente a la lucha contra el calentamiento global. Dichos objetivos abarcan desde definiciones clave hasta medidas específicas para mitigar las emisiones, fortalecer la adaptación y resiliencia al cambio climático.

En el contexto de la Transición Energética Justa, la Ley 1844 respalda la importancia de la educación y la sensibilización pública sobre el cambio climático. El Artículo 12 del acuerdo destaca la obligación de todas las partes de mejorar la educación, formación, sensibilización y participación del público, así como el acceso público a información relevante sobre el cambio climático. Este enfoque refuerza la necesidad de involucrar a la sociedad en la transición hacia un modelo energético más sostenible, subrayando la importancia de la conciencia pública para abordar los desafíos ambientales globales.

#### Ley 2099 de 2021 de 2012

La Ley 2099 de 2021 tiene como objetivo principal impulsar el desarrollo y la utilización de fuentes no convencionales de energía, sistemas de almacenamiento de estas fuentes y el uso eficiente de la energía, especialmente las de carácter renovable, dentro del sistema energético colombiano. Este propósito se logra mediante su integración al mercado eléctrico, participación en zonas no interconectadas, prestación de servicios públicos domiciliarios, servicio de alumbrado público y otros usos energéticos. Esto siendo esencial para el desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad de abastecimiento energético. La Ley consta de ocho capítulos que incluye modificaciones a la Ley 1715 de 2014<sup>18</sup> como disposiciones sobre fuentes no convencionales de energía, servicio público de energía eléctrica en zonas no interconectadas, fomento a proyectos del sector energético para la reactivación económica, institucionalidad en el sector de energía eléctrica y otras disposiciones.

Al realizar un análisis detallado de los ocho capítulos, se identifican algunos artículos específicos relacionados con la Transición Energética Justa.

- Capítulo 2, trata sobre modificaciones y adiciones a la Ley 1715 de 2014, el artículo 17 destaca la iniciativa del Gobierno nacional para fomentar la exploración e investigación del subsuelo con el objetivo de conocer el recurso geotérmico. Se establece que este recurso será considerado para la generación de energía eléctrica y usos directos, y se podrán exigir permisos o requisitos para el desarrollo de proyectos que busquen aprovechar el recurso de alta, media y baja temperatura.
- Capítulo 4, aborda disposiciones sobre fuentes no convencionales de energía, el artículo 3.23 destaca la implementación de instrumentos para fomentar la investigación y explotación de minerales utilizados en la fabricación de equipos para la producción, almacenamiento, acondicionamiento, distribución y reelectrificación de hidrógeno, con el objetivo de diversificar la canasta minero-energética.
- Capítulo 8, trata otras disposiciones, el artículo 6.53 destaca la iniciativa del Gobierno nacional, a través del SENA, el Ministerio de Trabajo, el Ministerio de Minas y Energía y el Ministerio de Educación, para promover programas de Formación para el Empleo orientados a desarrollar competencias técnicas y profesionales en los sectores relacionados con las

fuentes no convencionales de energía y la gestión eficiente de la energía.

#### Diagnóstico base para la Transición Energética Justa de 2023

El informe de diagnóstico base para la Transición Energética Justa consta de seis capítulos, los cuales se han estructurado considerando perspectivas internacionales, avances del país en transición energética, trabajos previos del sector público, academia, sector privado y sociedad civil. En los primeros dos capítulos, se exploran las tendencias globales en transición energética y sus implicaciones para Colombia, así como los procesos internacionales de Transición Justa y el papel de la justicia socioambiental. El tercer capítulo aborda el estado actual del sistema energético colombiano, detallando los sectores eléctricos, carbón, gas combustible, petróleo y derivados, junto con el potencial del país en fuentes no convencionales de energía renovable (FNCR) y oportunidades para la sustitución de combustibles fósiles en los usos finales de energía. Los capítulos cuatro y cinco analizan los desafíos del modelo económico colombiano debido a su dependencia de los combustibles fósiles y las deficiencias actuales en justicia social y ambiental en el contexto de la transición energética.

En el sexto capítulo, se examina el marco legal actual para la transición energética. El documento concluye con las principales dificultades que la hoja de ruta de la transición enfrentará. Al detallar los capítulos, se destacan puntos específicos vinculados a la Transición Energética Justa.

- Capítulo 2, resalta la necesidad de diversificar las economías basadas en recursos fósiles como parte integral de la transformación territorial. También se destaca el retiro anticipado de plantas de generación fósil y la democratización de la energía, incluyendo la generación distribuida y las comunidades energéticas.
- Capítulo 5, aborda la justicia climática, incluyendo dimensiones como la distributiva, participativa, de reconocimiento y restaurativa.
- Capítulo 6 destaca la propuesta de interconexión eléctrica entre Colombia y Panamá, resaltando sus beneficios para la diversificación de la matriz energética y la oportunidad para desplegar la economía del hidrógeno. También se señalan los desafíos del marco normativo en la transformación de una economía extractivista hacia una productiva.

<sup>18</sup> La Ley 1715 de 2014 tiene por objeto promover el desarrollo y la utilización de las Fuentes No Convencionales de Energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional, mediante su integración al mercado eléctrico, su participación en las Zonas No Interconectadas y en otros usos energéticos como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético.

**Programas estratégicos para la Transición Energética Justa en Colombia de 2023**

El gobierno de Colombia se embarca en una ambiciosa agenda de Transición Energética Justa, enfocada en asegurar la soberanía energética, promover el acceso democrático a la energía y abordar de manera efectiva el cambio climático

En primer lugar, el programa de Comunidades Energéticas busca no solo promover la generación distribuida de energía, sino también la creación de distritos energéticos industriales, fomentando así la participación activa de comunidades locales en la producción y gestión de energía.

El segundo programa, centrado en la expansión de las energías renovables, contempla medidas cruciales como la interconexión eléctrica a nivel nacional y regional en Latinoamérica, buscando aprovechar fuentes de generación más económicas y diversificar la matriz energética. Además, se planea el despliegue estratégico de hidrógeno verde, así como la producción de amoníaco y fertilizantes verdes, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental.

En el siguiente programa, orientado a la intensificación del conocimiento y la industria nacional en el sector minero-energético, se propone la formulación de un marco general de cualificaciones para la Transición Energética Justa. Esto refleja el compromiso de fortalecer las capacidades y conocimientos necesarios para gestionar eficientemente la transición. Además, el programa tiene como objetivo el desarrollo de encadenamientos productivos en los territorios mineros, junto con la valorización de los recursos minerales explotados mediante procesos metalúrgicos. Estas iniciativas no solo impulsan la sostenibilidad económica de estas regiones, sino que también contribuyen significativamente a la generación de productos de uso final.

Estos programas estratégicos se presentan como pilares fundamentales para guiar la transformación del sector energético colombiano hacia un modelo más justo, sostenible y alineado con los desafíos globales relacionados con el cambio climático.

Tabla 4. Colombia- Análisis general de los programas y políticas sobre Transición Justa

Período	Iniciativa	Descripción general	Resultados y Evaluación
2017- en progreso	Ley 1844 de 2017.	Colombia ratificó los Acuerdos de París mediante la Ley 1844 de 2017. La contribución nacionalmente determinada se actualizó en 2020 CITA, dando cumplimiento a los compromisos adquiridos al ratificar los Acuerdos de París.	Se espera que la implementación de esta Ley contribuya significativamente a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y al cumplimiento de los objetivos establecidos en los Acuerdos de París. La evaluación se centrará en el seguimiento de la actualización de la contribución nacionalmente determinada y en el impacto real en la mitigación del cambio climático.
2021- en progreso	Ley 2099 de 2021	Es el marco legal de las energías renovables en Colombia cuyo objeto es dictar disposiciones para la transición energética, la dinamización del mercado energético a través de la utilización, desarrollo y promoción de fuentes no convencionales de energía, la reactivación económica del país y, en general dictar normas para el fortalecimiento de los servicios públicos de energía eléctrica y gas combustible.	Se espera que esta Ley genere un aumento significativo en la participación de fuentes renovables en el mix energético colombiano, promoviendo la sostenibilidad y la reactivación económica.
2023	Diagnóstico Base Para la Transición Energética Justa	El informe consta de seis capítulos que abordan las perspectivas internacionales, el progreso de Colombia en la transición energética y los esfuerzos previos de diversos sectores. Se destacan las tendencias globales en transición energética, procesos de Transición Justa y la situación actual del sistema energético colombiano. Se analizan retos como la dependencia de combustibles fósiles, deficiencias en justicia social y ambiental, y se examina el marco legal vigente para la transición energética. Las conclusiones resumen los principales desafíos que la hoja de ruta de la transición deberá abordar.	Se espera que este diagnóstico sirva como base sólida para la formulación de políticas y estrategias en la transición energética. La evaluación se centrará en la identificación de retos específicos y en la elaboración de recomendaciones para abordarlos en la hoja de ruta de la transición.

Período	Iniciativa	Descripción general	Resultados y Evaluación
2023- en progreso	Programas Estratégicos Para la Transición Energética Justa en Colombia	Estos programas tienen como objeto apoyar a la Transición Energética Justa de Colombia mediante Comunidades Energéticas, la expansión de energías renovables, el uso de gas natural en la transición, la movilidad sustentable, la eficiencia energética y la intensificación del conocimiento y la industria nacional en el sector minero-energético.	Se espera que la implementación exitosa de estos programas contribuya a la diversificación de la matriz energética, la reducción de emisiones y el fortalecimiento de sectores clave. La evaluación se centrará en el progreso de cada programa y su impacto en la consecución de los objetivos de Transición Energética Justa.

Fuente: Elaboración propia

**Migración de Sectores**

En el panorama energético de Colombia, se denota la migración significativa de sectores, especialmente desde la tradicional dependencia de los hidrocarburos hacia fuentes más sostenibles y renovables.

- **Hidráulica:** representa el 66.3% de la capacidad efectiva neta (CEN) del sistema interconectado nacional, equivalente a 19 GW.
- **Biogás:** contribuye con una CEN de 11.1 MW obtenido del tratamiento de aguas residuales y residuos sólidos urbanos.
- **Eólica:** en la asignación de 7,493 MW de solicitudes de conexión, la energía eólica representa el 15%. Además, se asignaron 10 proyectos, incluyendo 6 proyectos offshore por 352.36 MW.
- **Solar:** con 147 proyectos asignados, la energía solar suma 6,410.1 MW representando el 77% de la asignación total.
- **Hidrógeno verde:** la hoja de ruta del hidrógeno verde para los próximos 30 años destaca la visión y estrategia para esta fuente emergente.

**Lecciones Aprendidas**

Durante su transformación hacia un panorama energético más sostenible, Colombia ha acumulado valiosas lecciones. A continuación, exploramos las lecciones aprendidas que han guiado a Colombia en su camino hacia un futuro energético más justo, sostenible y resiliente.

1. **Incentivos fiscales para Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER):** la implementación de deducciones de renta del 50%, exclusión de IVA, exención arancelaria y depreciación acelerada ha sido un catalizador efectivo para impulsar proyec-

tos de FNCER. Estas medidas no solo estimulan la inversión en energías renovables, sino que también respaldan la transición hacia un sistema energético más sostenible.

2. **Generación de conocimiento local para la extracción de recursos del subsuelo:** la consolidación del Plan Nacional de Geología, centrado en la generación de conocimiento a escalas locales, ha demostrado ser crucial. Este enfoque no solo facilita la toma de decisiones de inversión en la extracción de recursos del subsuelo, sino que también genera empleo local, aprovechando perfiles profesionales presentes en el sector de hidrocarburos.
3. **Hidrógeno verde:** Colombia ha adoptado un enfoque integral para el impulso del hidrógeno verde. Desde la determinación de costos y usos potenciales hasta la evaluación de impactos en la matriz energética y la reducción de emisiones, se han abordado múltiples aspectos. La elaboración de una hoja de ruta legal colaborativa, análisis regulatorios y estrategias de socialización destaca la seriedad y compromiso del país hacia el desarrollo de una economía del hidrógeno sostenible.
4. **Aprovechamiento del potencial renovable:** Colombia reconoce su alto potencial para la energía renovable, especialmente en la región de La Guajira. La identificación de factores de capacidad solar y la fijación de objetivos ambiciosos de capacidad de electrolizador y precios para el hidrógeno reflejan una visión clara y orientada al impacto a largo plazo.
5. **Transición gradual en las aplicaciones del hidrógeno:** la planificación estratégica incluye un enfoque gradual en la implementación del hidrógeno de bajas emisiones. Desde su aplicación en la refinación hasta su uso en el transporte terrestre pesado, Colombia busca una transición ordenada y efectiva en las aplicaciones del hidrógeno verde, maximizando su impacto positivo.

## Resumen del contexto internacional

Tras análisis de las experiencias de Alemania, Noruega, Chile y Colombia en el terreno de la transición energética, se ha extraído un valioso cúmulo de conocimientos y prácticas exitosas. Estos países han demostrado avances significativos en la gestión de la transición hacia fuentes de energía renovable más sostenibles. Por ello, para una visión consolidada y accesible, presentamos a continuación una tabla resumen que destaca tres aspectos clave: las áreas de transición de la fuerza laboral, las acciones estratégicas implementadas y los habilitadores que han propiciado el éxito en sus respectivos caminos hacia la transformación energética.

Es fundamental reconocer que cada país enfrenta retos únicos y específicos en función de sus contextos sociales y económicos particulares. Por lo tanto, al analizar las lecciones aprendidas de Alemania, Noruega, Chile y Colombia en el camino hacia la transición energética, es esencial contextualizar y regionalizar estas enseñanzas para adaptarlas a la realidad mexicana. Las experiencias exitosas de estos países ofrecen un marco valioso, pero su implementación efectiva en México requerirá una comprensión profunda de las dinámicas locales y la consideración de los desafíos específicos que el país pueda enfrentar en su propia travesía hacia un sistema energético más sostenible.

Tabla 5. Resumen de las áreas de transición del Capital Humano, las acciones tomadas y los habilitadores para una Transición Energética Justa

País	Áreas de Transición del Capital Humano	Acciones	Habilitadores
Alemania	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energía eólica</li> <li>Energía solar</li> <li>Hidrógeno verde</li> <li>Capacidad de almacenamiento de energía</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Investigación y desarrollo</li> <li>Subsidios</li> <li>Educación, entrenamiento y capacitación</li> <li>Apoyo en búsqueda y creación de trabajos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Atracción y soporte de negocios</li> <li>Desarrollo de tecnología e innovación</li> <li>Directrices de política para una Transición Justa hacia economías y sociedades ambientalmente sostenibles para todos</li> </ul>
Noruega	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energía eólica</li> <li>Energía solar</li> <li>Energía hidroeléctrica</li> <li>Biogás</li> <li>Bioenergía</li> <li>Captura y almacenamiento de carbono</li> <li>Hidrógeno verde</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reorientación de impuestos</li> <li>Investigación y desarrollo</li> <li>Educación, entrenamiento y capacitación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comité revisor de cuestiones relativas a Transición Justa y disparidades geográficas</li> </ul>
Chile	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energía eólica</li> <li>Energía solar</li> <li>Hidrógeno verde</li> <li>Capacidad de almacenamiento de energía</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fomento al empleo y la formación de trabajadoras y trabajadores afectados</li> <li>Nuevos usos de las instalaciones cerradas</li> <li>Subsidios e inversiones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ciudades energéticamente sustentables</li> <li>Investigación, desarrollo e innovación</li> <li>Enfoque de género</li> </ul>
Colombia	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energía eólica</li> <li>Energía solar</li> <li>Energía hidráulica</li> <li>Energía térmica</li> <li>Biomasa</li> <li>Minerales estratégicos</li> <li>Hidrógeno verde</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exenciones fiscales y arancelarias</li> <li>Incentivos financieros</li> <li>Investigación y desarrollo</li> <li>Inversión en FNCER</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Políticas y marcos coherentes y complementarios para la transición</li> <li>Directrices de política para una Transición Justa hacia economías y sociedades ambientalmente sostenibles para todos</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

En el contexto internacional, las recomendaciones derivadas de las experiencias de Alemania, Noruega, Chile y Colombia proporcionan valiosas lecciones para los países que buscan abordar la transición energética de manera justa y equitativa. Un enfoque proactivo y anticipado emerge como un principio fundamental, donde la asignación temprana de recursos y la planificación

a largo plazo son consideradas esenciales para mitigar impactos negativos. Esta estrategia, destacada por Alemania, se presenta como un modelo a seguir a nivel global, instando a otras naciones a adoptar medidas preventivas para garantizar una transición fluida hacia fuentes de energía más sostenibles.

Asimismo, la adaptabilidad y flexibilidad en la implementación de políticas industriales regionales se erigen como elementos clave para responder a las circunstancias locales y desafíos específicos de cada región. Noruega, al enfrentar la dualidad entre su dependencia económica del petróleo y la necesidad de avanzar hacia una sociedad más sostenible, destaca la importancia de estrategias flexibles y adaptativas. Esta recomendación trasciende fronteras, llamando a la atención internacional sobre la necesidad de políticas industriales que se ajusten dinámicamente a las realidades locales.

La coordinación integral de políticas para abordar la transición emerge como otra conclusión clave, influenciada por la experiencia alemana. Considerar múltiples objetivos, desde intervenciones económicas hasta aspectos culturales y ambientales, se convierte en una recomendación universal para asegurar resultados sostenibles y equitativos. En este sentido, la colaboración entre sectores, gobiernos, industria y sociedad civil, subrayada por Chile y Noruega, se posiciona como un pilar fundamental en la construcción de un futuro energético global más resiliente.

El fortalecimiento de políticas base, como sistemas de seguridad social y laboral, se erige como un imperativo para garantizar una transición socialmente equitativa. Noruega y Chile reconocen la importancia de este componente, brindando una recomendación fundamental para otros países en la búsqueda de estrategias integrales que aborden las necesidades de las comunidades, las trabajadoras y los trabajadores.

Finalmente, la promoción de la investigación y desarrollo se destaca como un elemento crucial para impulsar nuevas tecnologías y soluciones que faciliten la transición hacia una economía más sostenible.

## 2.2. Contexto nacional

Este capítulo tiene como objetivo proporcionar una visión integral del actual contexto nacional del sector de petróleo y gas, que predomina en los estados de Campeche, Tamaulipas, Tabasco y Veracruz. Además, destaca que el sector energético deberá experimentar una transición en los próximos años para que México pueda cumplir con los acuerdos internacionales en materia de cambio climático. Se considera que estos estados ten-

drán un impacto significativo en este proceso, justificando así nuestro enfoque en ellos.

En primer lugar, se examinará cómo el sector de hidrocarburos impulsa la economía actual. Asimismo, se llevará a cabo una evaluación del panorama actual de las políticas públicas a nivel nacional y estatal. Este análisis proporcionará una comprensión de las oportunidades que México tiene en términos de políticas para una Transición Energética Justa, prestando especial atención al impacto en el capital humano.

Es importante señalar que, en este proceso de evaluación, se analizarán las brechas existentes en las políticas públicas en función de los principios fundamentales de la Transición Energética Justa desde la perspectiva del capital humano. Este enfoque permitirá identificar áreas de oportunidad en los estados.

En su conjunto, este capítulo busca realizar un diagnóstico de los estados, abordando tres preguntas clave:

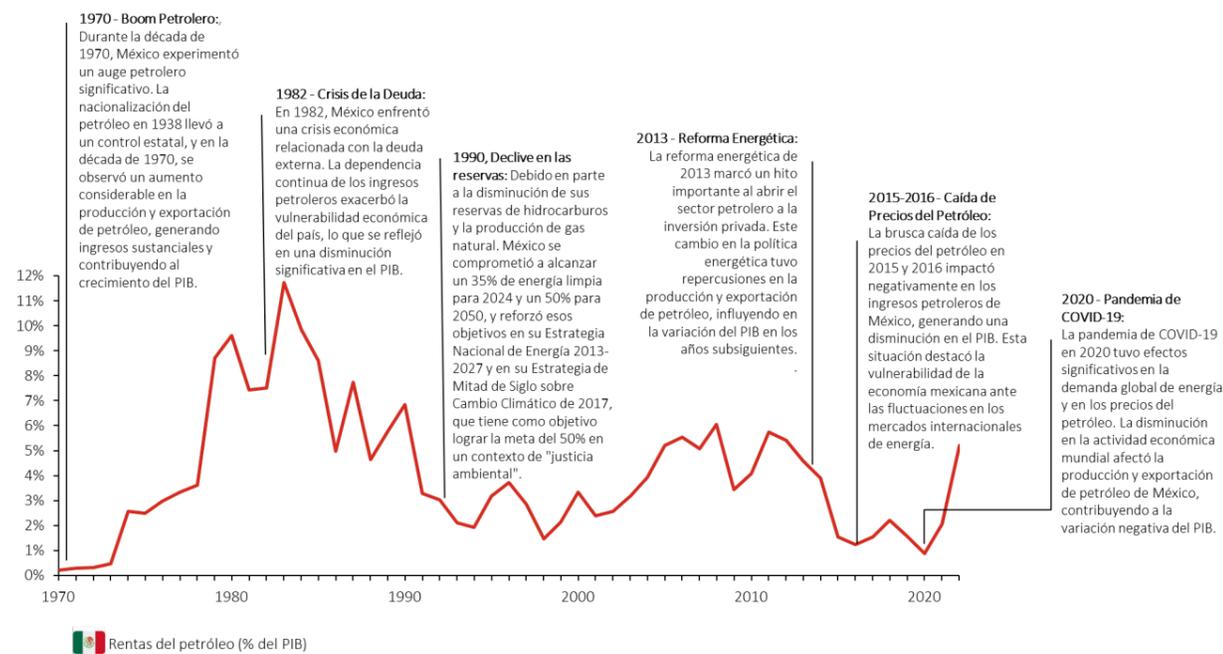
1. ¿Cuáles son las acciones y políticas públicas implementadas por los estados para facilitar una Transición Energética Justa del capital humano?
2. ¿Cuáles son las áreas de oportunidad identificadas en los estados en términos de Transición Energética Justa?

### 2.2.1. Sector energético nacional

El sector de hidrocarburos ha desempeñado un papel significativo en la economía de México a lo largo de los años. La industria petrolera, en particular, ha sido históricamente un motor importante para el desarrollo económico del país. México tiene una larga tradición en la producción de petróleo y gas, y la exportación de estos recursos ha sido una fuente clave de ingresos para el gobierno.

La contribución del sector de hidrocarburos al Producto Interno Bruto (PIB) de México se ha destacado a lo largo de los años, siendo la industria petrolera un pilar fundamental para el desarrollo económico del país. La siguiente ilustración revela la evolución de la contribución del sector al PIB, destacando cómo diversos factores económicos y políticos han incidido en esta dinámica.

### Ilustración 10. Rentas del petróleo (% del PIB) en México



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Rentas del Petróleo (% del PIB) - México World Bank Open Data. <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.PETR.RT.ZS?end=2021&locations=MX&start=2021&view=bar>

Según el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) 2022, las entidades federativas con mayor aportación al PIB del sector petrolero, con mayor número de unidades económicas, ingresos y por lo tanto, empleados dependientes de sector hidrocarburos fueron Tabasco, Campeche, Veracruz y Tamaulipas. Estos estados son fundamentales en la producción de hidrocarburos a nivel nacional y han desempeñado un papel crucial en la industria petrolera del país, siendo un motor fundamental para el desarrollo económico de estos.

### Ilustración 11. Entidades federativas con el mayor número de unidades económicas, ingresos y, por lo tanto, empleados dependientes de sector hidrocarburos



Fuente: Elaboración propia

#### Campeche:

- Campeche, ubicado en la península de Yucatán, ha sido un actor principal en la explotación de los recursos petroleros en el Golfo de México. En específico, Ciudad del Carmen, situada en una isla en la Sonda de Campeche, ha sido fundamental para las operaciones petroleras. Además, el estado alberga refinerías y terminales importantes, consolidándolo como un polo crucial para la infraestructura petrolera en México. La actividad petrolera ha tenido un impacto significativo en la economía local, generando empleo y contribuyendo al desarrollo industrial de la región.

#### Tamaulipas:

- Tamaulipas, ubicado en la región norte del país, ha tenido una influencia importante en la industria petrolera mexicana. Ciudad Madero, ubicada en la zona conurbada de Tampico, ha sido un núcleo de actividades petroleras, albergando refinerías de gran relevancia. La región ha sido vital para la producción de petróleo y gas, y la presencia de instalaciones como refinerías ha impactado positivamente en la economía local, generando empleo y contribuyendo a la infraestructura industrial de la zona.

#### Tabasco:

- Tabasco es uno de los estados más relevantes en la historia petrolera de México. La Sonda de Campeche,

ubicada en aguas cercanas a Tabasco, ha sido una fuente crucial de yacimientos petroleros. La explotación de petróleo en la región ha sido central para el desarrollo económico del estado y del país en conjunto.

#### Veracruz:

- Veracruz es otro estado clave en la industria petrolera mexicana. Alberga importantes terminales petroleras y refinerías, como la refinería Lázaro Cárdenas del Río en Minatitlán. Además, el puerto de Veracruz, uno de los más importantes de México, ha desempeñado un papel crucial en la importación y exportación de productos petroleros. Por lo que, la presencia de infraestructuras como refinerías ha contribuido al desarrollo económico de la región y ha posicionado a Veracruz como un centro estratégico para las actividades relacionadas con la cadena de valor de los hidrocarburos.

El sector de hidrocarburos en México tiene como objetivo principal proporcionar energéticos de manera confiable, a precios competitivos y con una menor huella de carbono, centrándose en las necesidades de las personas y los negocios. México, como una de las economías más grandes del mundo, reconoce su interconexión a través de acuerdos internacionales y la responsabilidad compartida de abordar el cambio climático, además de buscar el desarrollo económico, social y ambiental.

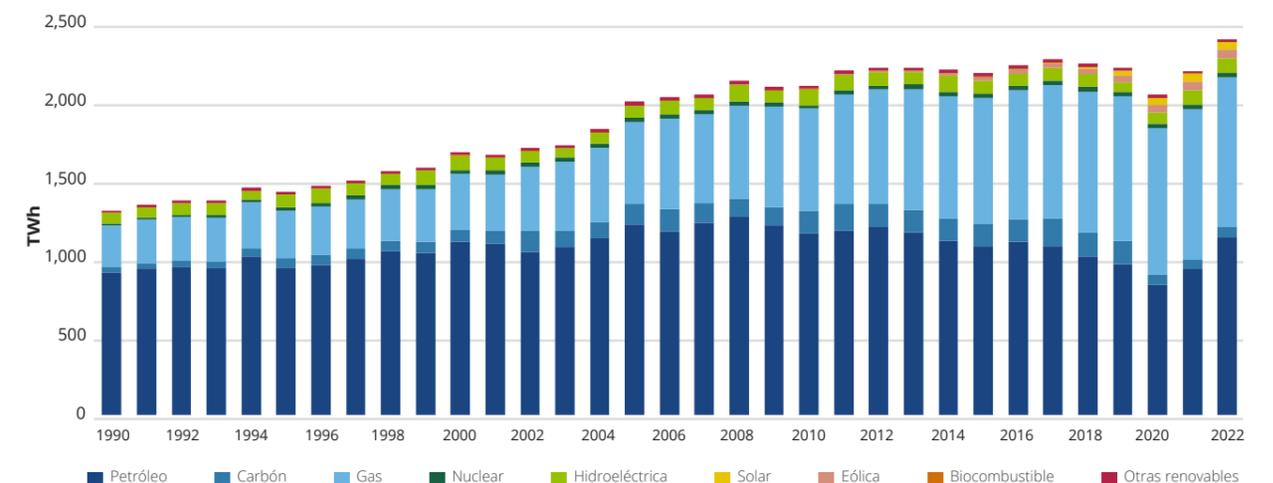
Sin embargo, el país actualmente se encuentra en dirección opuesta a la tendencia mundial hacia la descarbonización, lo cual es considerado urgente e imperativo para mejorar la competitividad. Es crucial que México tome acciones en consonancia con los compromisos internacionales para abordar la crisis climática, im-

poniéndose la necesidad apremiante de transitar hacia sectores más limpios y sostenibles para lograr una reducción del clima global de 1.5°C y prevenir consecuencias potencialmente catastróficas.

La transición energética es un fenómeno que está ocurriendo en todo el mundo y cada vez con mayor celeridad. Lo que está en disputa no es si la transición sucederá o no, sino quiénes serán los beneficiados o los afectados en este nuevo modelo. La transición energética que necesitamos debe incluir y estar enfocada al beneficio de las personas y comunidades, no al beneficio empresarial. Será responsabilidad de los gobiernos, en este caso del gobierno mexicano, sentar las bases necesarias para que esta Transición Justa y verde sea una realidad.<sup>19</sup>

Para que México pueda llevar a cabo una transición energética, es esencial que involucre inversión pública y privada, la reanudación de rondas de hidrocarburos y la utilización de la renta petrolera para financiar este cambio. La matriz de generación eléctrica debe orientarse hacia fuentes con baja huella de carbono, aprovechando la diversidad geográfica y climática de México. En este camino la política energética juega un papel crucial en la dirección hacia la transición energética, y es imperativo que en los próximos años México oriente sus esfuerzos hacia este cambio significativo. Sin embargo, es igualmente vital abordar este proceso con cuidado y consideración, especialmente en lo que respecta a la economía de las regiones que se verán impactadas por esta transición. Balancear la necesidad de avanzar hacia fuentes de energía más sostenibles con la atención a las comunidades y sectores económicos impactados será esencial para lograr una Transición Justa y equitativa.

### Ilustración 12. Consumo energético por fuente en México, 1990-2022



Fuente: Los datos anteriores provienen de Hannah Ritchie, Max Roser and Pablo Rosado (2022): <https://ourworldindata.org/energy>

<sup>19</sup> Reporte de Investigación El Consumo en México... - greenpeace. <https://www.greenpeace.org/static/planet4-mexico-stateless/2021/02/4600d8c2-greenpeace-iteso-110221.pdf>

Como se evidencia en las cifras presentadas, la matriz energética de México está mayoritariamente compuesta por el consumo de gas y petróleo. Ante la necesidad de realizar una transición energética efectiva, es crucial tener en cuenta que los sectores de transporte y generación de energía son los principales consumidores de combustibles fósiles por lo tanto los principales emisores de gases de efecto invernadero<sup>20</sup>. En este contexto, resulta imperativo orientar la transición hacia la generación de energía a partir de fuentes renovables.

Sin embargo, es de vital importancia considerar que esta transición no solo representa un cambio estructural en la matriz energética, sino que también plantea desafíos cruciales para asegurar que sea una Transición Energética Justa. En este contexto, el capital humano que constituye el núcleo de las fuerzas laborales vinculadas al sector de hidrocarburos se ve directamente impactado. La migración efectiva de estas habilidades y capacidades hacia nuevos sectores se vuelve esencial para garantizar un proceso justo y equitativo.

En este sentido, se llevará a cabo un análisis detallado de las acciones y políticas públicas que pueden impulsar/ respaldar una Transición Energética Justa. Con el objetivo de identificar las áreas de oportunidad en términos de Transición Energética Justa del capital humano.

### 2.2.2. Análisis de políticas públicas nivel nacional

Este apartado se enfoca en realizar una evaluación de las políticas públicas históricas y actuales, con el objetivo de comprender su impacto en el proceso de transición energética en México. El análisis se centra especialmente en la identificación de áreas de oportunidad dentro de las políticas nacionales que puedan impulsar una Transición Justa, poniendo un énfasis significativo en el desarrollo del capital humano.

Para comenzar, es esencial explorar las políticas públicas que han tenido un papel histórico en la orientación de la transición energética en el territorio nacional. Al entender las motivaciones que han impulsado la implementación de estas políticas o programas, se establecerá un hilo lógico y coherente que conecte la comprensión del impacto pasado con las políticas actuales y las oportunidades para fortalecer la transición energética.

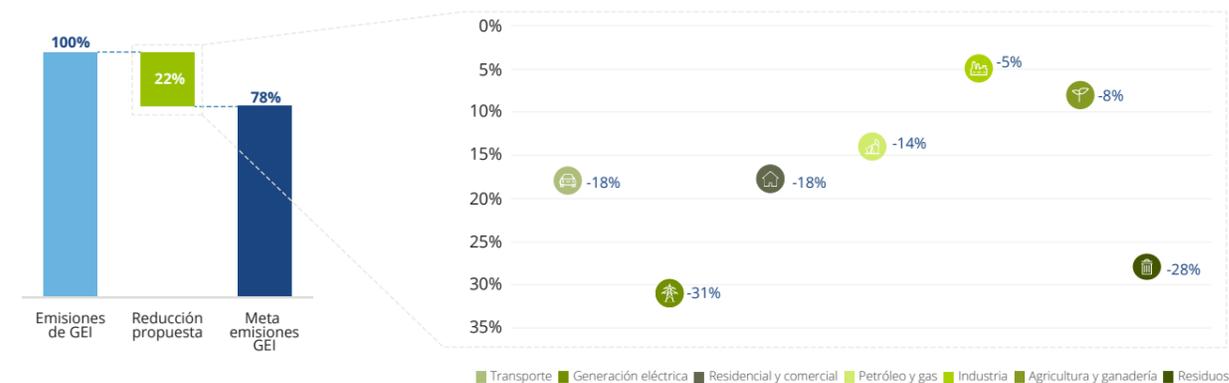
Dentro de este análisis, es crucial examinar los compromisos adquiridos por el gobierno mexicano a nivel nacional e internacional en materia de cambio climático y energía renovable. Se destacan los principales instrumentos legales que reflejan estos compromisos, como el Acuerdo de París aprobado por el Senado en septiembre de 2016. Este acuerdo compromete a México a trabajar en conjunto con otras naciones para limitar el aumento de la temperatura global por debajo de 1.5 °C, estableciendo objetivos concretos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero para el año 2030.

Estos compromisos proporcionarán una base sólida para entender cómo las políticas históricas y actuales se alinean con los objetivos de la transición energética. Además, permitirá identificar áreas específicas donde el desarrollo del capital humano puede desempeñar un papel crucial en el logro de estos compromisos. Este enfoque integral busca no solo entender el pasado y el presente, sino también proyectar un camino claro hacia el fortalecimiento de la transición energética en México, con el capital humano como un componente esencial en este proceso.

### Ley General de Cambio Climático (LGCC) <sup>21</sup>de 2012

En su artículo transitorio segundo, la LGCC establece que el país asume el objetivo indicativo o meta aspiracional de reducir al año 2020 un 30 % de emisiones con respecto a la línea de base; así como un 50 % de reducción de emisiones al 2050 en relación con las emitidas en el año 2000. Asimismo, señala que el país se compromete a reducir de manera no condicionada un 22 % sus emisiones de GEI y un 51 % sus emisiones de carbono negro al año 2030 con respecto a la línea base. Este compromiso, asumido como contribución determinada a nivel nacional, implica desacoplar las emisiones de GEI del crecimiento económico, la intensidad de emisiones por unidad de producto interno bruto se reducirá en alrededor de 40 % entre 2013 y 2030. La reducción del 22% de las emisiones de GEI se conseguirá a través del compromiso de los diferentes sectores participantes, de acuerdo con las metas siguientes: transporte -18 %; generación eléctrica -31 %; residencial y comercial -18 %; petróleo y gas -14 %; industria -5 %; agricultura y ganadería -8 % y residuos -28 %.

Ilustración 13. Compromiso de los diferentes sectores participantes para la meta del 22% de reducción de GEI para 2030



Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, la LGCC también establece que, en línea con la meta nacional de reducción de emisiones para 2020, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), junto con la Secretaría de Energía (SENER) y la Comisión Reguladora de Energía (CRE), debe implementar un sistema de incentivos que fomente la rentabilidad de la generación de electricidad a partir de fuentes renovables, como la eólica, solar y minihidráulica por parte de la CFE. Además, la SENER, en colaboración con la CFE y la CRE, buscará incrementar la generación eléctrica proveniente de fuentes limpias a al menos un 35% para el año 2024.

### Ley de la Industria Eléctrica (LIE) <sup>22</sup> de 2014

La LIE señala en su artículo cuarto, que las actividades de generación, transmisión, distribución, comercialización y el control operativo del Sistema Eléctrico Nacional son de utilidad pública y se sujetarán a obligaciones de servicio público y universal. Además, especifica en su fracción V que es considerada una obligación, cumplir con las obligaciones en materia de energías limpias y reducción de emisiones contaminantes.

### Ley de Hidrocarburos (LH)<sup>23</sup> de 2014

En 2014, se promulgó la Ley de Hidrocarburos, la cual establece las pautas para las empresas participantes en asignaciones o contratos destinados a la exploración y

extracción de recursos. El propósito de esta Ley es regular diversas actividades en territorio nacional, entre las que se incluyen:

- El reconocimiento y exploración superficial, así como la exploración y extracción de hidrocarburos
- El tratamiento, refinación, enajenación, comercialización, transporte y almacenamiento del petróleo
- El procesamiento, compresión, licuefacción, descompresión y regasificación, además del transporte, almacenamiento, distribución, comercialización y expendio al público de gas natural
- El transporte, almacenamiento, distribución, comercialización y expendio al público de petrolíferos y
- El transporte por ducto y almacenamiento vinculado a ductos de petroquímicos.

### Ley de Transición Energética (LTE)<sup>24</sup> de 2015

La LTE publicada en el Diario Oficial de la Federación en 2015, establece en su artículo tercero transitorio que la SENER fijará como meta una participación de energías limpias en la generación de energía eléctrica del 25 % para el año 2018, del 30 % para 2021 y del 35 % para 2024.

<sup>20</sup> Gobierno de México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. e Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2022). México: Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero, 1990-2019.

<sup>21</sup> (2012) Ley general de cambio climático - Cámara de diputados. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC.pdf>

<sup>22</sup> (2015) Ley de la Industria Eléctrica - Cámara de diputados. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LIElec.pdf>

<sup>23</sup> (2014) Ley de Hidrocarburos [https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LHidro\\_200521.pdf](https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LHidro_200521.pdf)

<sup>24</sup> (2015) de Transición Energética <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LTE.pdf>

Ilustración 14. Clasificación de las energías limpias



Fuente: Reporte de Investigación El Consumo en México... - greenpeace. <https://www.greenpeace.org/static/planet4-mexico-stateless/2021/02/4600d8c2-greenpeace-iteso-110221.pdf>

**Plan Nacional de Desarrollo 2019- 2024 (PND) <sup>25</sup>**

Establece que la nueva política energética del Estado mexicano impulsará el desarrollo sostenible mediante la incorporación de poblaciones y comunidades a la producción de energía con fuentes renovables, las cuales serán fundamentales para dotar de electricidad a las pequeñas comunidades aisladas que aún carecen de ella y que suman unos dos millones de habitantes. La transición energética dará pie para impulsar el surgimiento de un sector social en ese ramo, así como para alentar la reindustrialización del país.

**Programa Sectorial de Energía 2020-2024 (PROSENER)<sup>26</sup>**

Establece tres objetivos prioritarios relacionados con el impulso de la transición energética en México:

- Objetivo prioritario 3: organizar las capacidades científicas, tecnológicas e industriales que sean necesarias para la transición energética de México a lo largo del siglo XXI. Este objetivo también destaca el sentido de urgencia ante la creciente evidencia de los efectos del actual sistema energético en el clima del planeta.
- Objetivo prioritario 4: elevar el nivel de eficiencia y sustentabilidad en el uso de las energías, con un enfoque que contribuya a la mitigación de los efectos del cambio climático y garantice los derechos de los pueblos indígenas y otros grupos sociales asentados en las áreas en donde se llevan a cabo los proyectos energéticos. Además, generando espacios para la

consulta y participación en los proyectos de generación de energía.

- Objetivo prioritario 5: asegurar el acceso universal a las energías para que toda la sociedad mexicana disponga de las mismas para su desarrollo. Propone extender el uso de energías renovables, involucrando activamente a las comunidades que se encuentran en las zonas de influencia de los proyectos. En situaciones en las que haya presencia de comunidades indígenas, se plantea que su participación se lleve a cabo a través de consultas previas, libres e informadas, de acuerdo con lo determinado por las evaluaciones de impacto social.

**Estrategia de transición para promover el uso de tecnología y combustibles más limpios<sup>27</sup>**

En diciembre de 2018, el Estado mexicano priorizó el cumplimiento efectivo de los derechos fundamentales en el marco del desarrollo sostenible. En este contexto, la seguridad energética se establece como esencial para reducir la vulnerabilidad de la economía mexicana ante cambios geopolíticos, promoviendo la autosuficiencia energética. Asimismo, la transición hacia tecnologías limpias y renovables es crucial para combatir el cambio climático. La política energética soberana busca impulsar industrias del futuro, como tecnologías de la información, biotecnología y energías renovables. Esta visión integral incluye un sector energético basado en tecnologías limpias y una oferta diversificada de energéticos. A largo plazo, la estrategia abarca 30 años, estableciendo metas específicas de energías limpias y eficiencia ener-

gética. Los objetivos principales son establecer metas concretas, reducir emisiones contaminantes y disminuir la dependencia de combustibles fósiles en 15 años. En consonancia, la estrategia se relaciona con otros instrumentos de planeación, como el Programa Especial de Transición Energética y el Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía. La visión 2050 busca una transición energética soberana con el propósito de garantizar acceso universal a tecnologías de punta y mejorar la calidad de vida, incorporando energías renovables y eficiencia energética.

**Ruta para la sustitución progresiva y justa del carbón en la generación eléctrica en México<sup>28</sup> de 2020**

Este informe destaca la necesidad urgente de retirar el uso del carbón en la generación de electricidad en México para reducir la contaminación y mitigar los gases de efecto invernadero. Se señala la falta de una estrategia integral que aborde tanto los aspectos técnicos como sociales de este proceso. El informe propone una ruta para la sustitución progresiva del carbón alineada con las metas de mitigación de México y la gestión justa de sus impactos sociales. Además, los hallazgos clave incluyen la alta proporción de emisiones generadas por las centrales carboeléctricas en 2019, proyecciones preocupantes de aumento de emisiones en el sector eléctrico para 2030 y la posibilidad de revertir esta tendencia mediante la sustitución gradual de plantas carboeléctricas por energías renovables. Se destaca la importancia de un retiro planificado, participativo y con enfoque de género, reconociendo y mitigando el impacto ocupacional en la minería del carbón y las plantas carboeléctricas. Se enfatiza que una planificación efectiva puede generar beneficios sociales y ambientales, como la mejora de la calidad del aire y la oportunidad de nuevas actividades económicas locales. Por último, se aboga por la participación sustantiva de los grupos afectados en el diseño de estrategias justas en el territorio.

**Rumbo a la política industrial<sup>29</sup> de 2022**

Esta política industrial ofrece una guía clara para los sectores estratégicos, con el objetivo de potenciar la competitividad de la economía mexicana tanto en el presente como en el futuro. Diseñada por la Secretaría de Economía (SE), se fundamenta en el estudio de las estrategias de naciones líderes en innovación industrial y en un análisis detenido de las características específicas de Mé-

xico. Su enfoque se orienta hacia el fomento del desarrollo económico sostenible e inclusivo, destacando acciones progresivas y con perspectiva de género que impulsen la movilidad social. Además, se busca incrementar la competitividad y la capacidad productiva de la industria mexicana a través de la actualización tecnológica-científica y la plena utilización de las herramientas derivadas de la nueva revolución industrial y tecnológica. En línea con esta visión, se establece como objetivo la creación de una nueva MiPyME mexicana, caracterizada por el uso extensivo de las tecnologías de la industria 4.0, una proveeduría más sofisticada y tecnificada, y una sólida vinculación con los mercados regional y global. Asimismo, se pretende fortalecer y potenciar el mercado interno mediante el aprovechamiento de las herramientas de comercio exterior y la capacidad industrial del país.

**Plan de negocios de Petróleos Mexicanos (PEMEX) y sus empresas productivas subsidiarias 2023-2027 <sup>30</sup>**

El artículo destaca el cambio significativo en el plan de negocios de la empresa petrolera estatal PEMEX, que ahora aborda explícitamente la transición energética y la descarbonización. Anteriormente, PEMEX se centraba en reducir emisiones como parte de mejoras ambientales, pero ahora reconoce los riesgos económicos asociados con la contracción del mercado internacional de hidrocarburos. El texto destaca la importancia de este reconocimiento para México, ya que la transición energética afectará significativamente a los países productores de petróleo y gas. Se señala que la disminución de los ingresos petroleros podría ser del 84% para el Gobierno mexicano en un escenario de cero emisiones netas para 2050. El artículo aborda los riesgos específicos para PEMEX, tanto en términos de emisiones como de la disminución de la demanda de sus productos debido a la transición energética global. Además, se enfatiza la necesidad de que PEMEX desarrolle estrategias para mitigar estos riesgos y se analizan las estrategias en dos categorías: reducción de emisiones directas y disminución del tamaño del mercado para los productos de PEMEX. Se sugiere que la sociedad civil y los ciudadanos deben participar activamente para presionar a PEMEX a proporcionar información detallada sobre sus acciones y resultados en relación con la reducción de emisiones. También se destaca la necesidad de considerar diversas estrategias para abordar los riesgos económicos de la transición energética, incluyendo líneas de negocio bajas en carbono y modelos rentables para gestionar el carbono y la producción de combustibles sostenibles.

<sup>25</sup> Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019#gsc.tab=0)

<sup>26</sup> Programa Sectorial de Energía 2020-2024 <https://www.gob.mx/sener/articulos/entra-en-vigor-el-programa-sectorial-de-energia-2020-2024>

<sup>27</sup> Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnología y Combustibles más Limpios [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5585823&fecha=07/02/2020#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5585823&fecha=07/02/2020#gsc.tab=0)

<sup>28</sup> Ruta para la sustitución progresiva y justa del carbón en la generación eléctrica en México <https://www.iniciativaclimatica.org/wp-content/uploads/2020/07/Ruta-para-la-sustitucion%CC%81n-progresiva-y-justa-del-carbo%CC%81n-en-la-generacio%CC%81n-ele%CC%81c-trica-en-Me%CC%81xico.pdf>

<sup>29</sup> Rumbo a la Política Industrial [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/761984/Rumbo\\_a\\_una\\_Pol\\_tica\\_Industrial.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/761984/Rumbo_a_una_Pol_tica_Industrial.pdf)

<sup>30</sup> Plan de Negocios de Petróleos Mexicanos y sus Empresas Productivas Subsidiarias 2023-2027 [https://www.pemex.com/acerca/plan-de-negocios/Documents/pn\\_2023-2027\\_total.pdf](https://www.pemex.com/acerca/plan-de-negocios/Documents/pn_2023-2027_total.pdf)

Tabla 6. México- Análisis general de los programas y políticas que impulsan la transición energética

Período	Iniciativa	Descripción general	Resultados y Evaluación
2012- en progreso	Ley General de Cambio Climático (LGCC)	Determina de manera clara el alcance y contenido de la política nacional de cambio climático, define las obligaciones de las autoridades del Estado y las facultades de los tres órdenes de gobierno, además establece los mecanismos institucionales necesarios para enfrentar este reto.	Impulsa una Transición Justa al establecer metas y compromisos claros, incentivando la participación de diferentes sectores y fomentando el desarrollo de capital humano especializado en energías limpias.
2014- en progreso	Ley de la Industria Eléctrica (LIE)	Tiene por finalidad promover el desarrollo sustentable de la industria eléctrica y garantizar su operación continua, eficiente y segura en beneficio de los usuarios, así como el cumplimiento de las obligaciones de servicio público y universal, de energías limpias y de reducción de emisiones contaminantes.	Contribuye a una Transición Justa al establecer obligaciones relacionadas con energías limpias, promoviendo el desarrollo de habilidades y empleos en el sector de energía limpia, beneficiando así al capital humano.
2014- en progreso	Ley de Hidrocarburos (LH)	Tiene como finalidad regular la exploración y extracción de los recursos de manera eficiente y apelando a la explotación positiva del recurso y lograr posicionar al estado de México como una de las potencias económicas mundiales.	Es importante destacar que la revisión de la Ley de Hidrocarburos se vuelve esencial para garantizar un entorno justo. La evaluación periódica permitirá ajustar las disposiciones para abordar posibles desafíos y asegurar que los beneficios económicos, tecnológicos y laborales sean equitativos y sostenibles en el contexto de la transición energética.
2015- en progreso	Ley de Transición Energética (LTE)	Esta Ley tiene por objeto regular el aprovechamiento sustentable de la energía, así como las obligaciones en materia de energías limpias y de reducción de emisiones contaminantes de la industria eléctrica, manteniendo la competitividad de los sectores productivos.	Contribuye positivamente a una Transición Justa al fijar metas y promover la participación de comunidades, generando oportunidades para el capital humano local. El respeto a derechos indígenas también garantiza una transición inclusiva.
2019-2024	Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 (PND)	Documento que rige la programación y presupuesto de toda la Administración Pública Federal, de tal manera que en este documento se expresan los retos y oportunidades que tiene México en cuanto a política social, gubernamental y económica.	Apoya la Transición Justa al integrar poblaciones en la producción de energía limpia, generando empleo y capacitando a la fuerza laboral en tecnologías sostenibles.
2020-2024	Programa Sectorial de Energía 2020-2024 (PSE)	Constituye el instrumento de planeación rector para orientar los programas institucionales de las entidades paraestatales sectorizadas y para alinear la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnología y Combustibles más Limpios.	Contribuye positivamente a una Transición Justa al organizar capacidades científicas y elevar eficiencia, generando oportunidades educativas y laborales.
2020	Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnología y Combustibles más Limpios	Instrumento rector de la política nacional en el mediano y largo plazo, en materia de obligaciones de energías limpias y aprovechamiento sustentable de la energía. Así, a través de las metas de energías limpias y de eficiencia energética, la Secretaría de Energía promoverá que la generación eléctrica proveniente de fuentes de energías limpias alcance los niveles establecidos en la Ley General de Cambio Climático para la industria eléctrica.	Proporciona una visión integral para una Transición Justa, impulsando industrias del futuro y garantizando acceso universal a tecnologías limpias

2020	Ruta para la sustitución progresiva y justa del carbón en la generación eléctrica en México	Este reporte examina las implicaciones de la salida del carbón para la generación de electricidad en México, con el motivo de aportar insumos para una acción climática en línea con la trayectoria de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) compatible con el objetivo de limitar el calentamiento global a 1.5 °C. El reporte también atiende los problemas mencionados y realiza una prospección sobre los potenciales impactos sociales positivos y negativos de un proceso de retiro y sustitución progresiva. Como parte de estos insumos, se propone una ruta para un proceso de sustitución de este combustible fósil alineada a las metas de mitigación de México y la gestión justa de sus efectos sociales a nivel local.	Contribuye positivamente a una Transición Justa al abordar la necesidad de retirar el carbón, proponiendo una ruta que involucre a la comunidad y asegurando la gestión justa de impactos sociales, protegiendo así el capital humano y promoviendo empleos sostenibles.
2022	Rumbo a la política industrial	Busca promover el desarrollo económico sostenible e incluyente, fomentar la competitividad y la capacidad productiva de la industria mexicana, establecer como visión el uso extensivo de las tecnologías de la industria 4.0 y fortalecer e impulsar al mercado interno.	Contribuye positivamente a una Transición Justa al promover un desarrollo sostenible e incluyente, generando empleo y capacitación en tecnologías de la industria 4.0. La perspectiva de género también favorece la equidad en el desarrollo del capital humano.
2023-2027	Plan de Negocios de Petróleos Mexicanos y sus Empresas Productivas Subsidiarias 2023-2027	Este plan busca consolidar el camino de PEMEX hacia un desempeño sustentable, optimizar el portafolio de proyectos de exploración y producción, fortalecer la infraestructura, incrementar la confiabilidad y eficiencia operativa y mejorar la posición competitiva de PEMEX.	Constituye un paso positivo al reconocer la transición y los riesgos económicos, pero la efectividad dependerá de cómo PEMEX implemente estrategias para mitigar impactos en el capital humano, incluyendo la capacitación para nuevas áreas y la diversificación de la fuerza laboral.

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de las políticas públicas presentadas, México ha realizado avances significativos en materia de Transición Energética Justa, pero también se observan áreas de oportunidad que podrían fortalecer aún más este proceso. Algunos aspectos positivos incluyen:

- Compromisos internacionales:** la adhesión al Acuerdo de París y la fijación de objetivos concretos de reducción de emisiones y aumento en la participación de energías renovables demuestran el compromiso de México en la lucha contra el cambio climático y la promoción de fuentes de energía más limpias.
- Enfoque en energías renovables:** la promoción de energías renovables, destacada en la Ley de Transición Energética y otros documentos estratégicos, refleja el reconocimiento de la importancia de diversificar la matriz energética y reducir la dependencia de combustibles fósiles.
- Reconocimiento de riesgos económicos:** la inclusión explícita de consideraciones sobre la transición energética y la descarbonización en el Plan de Negocios de PEMEX indica un reconocimiento de los riesgos económicos asociados con la contracción del

mercado de hidrocarburos, lo cual es crucial para la planificación a largo plazo.

Sin embargo, aunque México ha implementado programas y políticas para impulsar la transición energética, es crucial reconocer la necesidad de fortalecer este proceso, asegurando que no solo sea una transición energética en términos ambientales, sino también una Transición Justa que incluya la consideración del capital humano, especialmente en sectores clave como el de hidrocarburos. A continuación, se resumen algunos aspectos clave:

- Evaluación de Impacto Ambiental (EAE) y Evaluación de Impacto Social (EVIS):**
  - La Ley de Transición Energética en México establece la obligación de realizar la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) para proyectos en áreas identificadas con alto potencial de energías limpias. Sin embargo, hasta la fecha, no se ha elaborado ninguna EAE ni se cuenta con un reglamento al respecto.
  - La Evaluación de Impacto Social (EVIS) se desarrolla actualmente por empresas consultoras para los desarrolladores de proyectos energéticos, pero estas evaluaciones a menudo

carecen de objetividad y no consideran adecuadamente los impactos reales y las visiones opuestas de las comunidades afectadas.

## 2. Consulta indígena y derechos humanos:

- La obligación del Estado de realizar consultas indígenas se deriva de la ratificación del Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT). Sin embargo, las consultas no siempre se llevan a cabo de manera adecuada y en algunos casos, se han documentado violaciones a estos derechos.

## 3. Conflictos socioambientales y laborales:

- Se han documentado numerosos conflictos relacionados con proyectos de energía renovable en México, con un énfasis especial en los sectores eólicos y solares.
- Estos conflictos involucran violaciones a los derechos humanos, falta de consulta efectiva, negociaciones incumplidas de tierras, falta de empleo local, impactos ambientales perjudiciales y contribución a nuevas tensiones sociales en las comunidades afectadas.

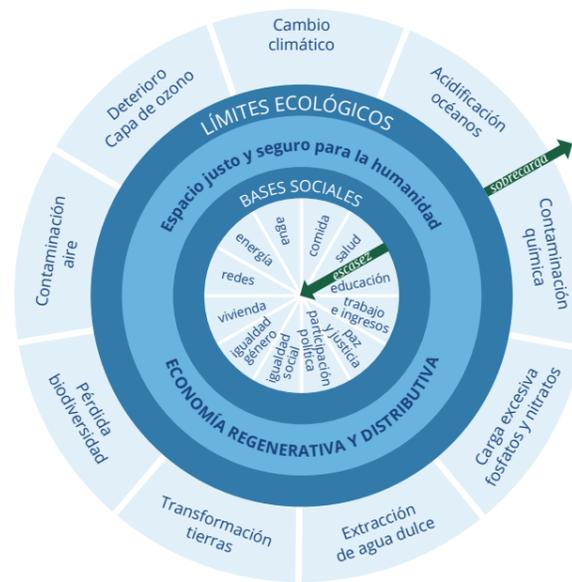
## 4. Impacto en el capital humano:

- La falta de empleo local, las violaciones a los derechos laborales y los impactos sociales adversos afectan negativamente al capital humano en las áreas donde se desarrollan proyectos de energía renovable.
- La insuficiente consideración de la consulta, participación y bienestar de las comunidades en la planificación y ejecución de proyectos contribuye a tensiones y afecta negativamente el capital social y humano en estas regiones.

En resumen, el avance de México hacia la adopción de energías renovables es innegable; sin embargo, la carencia de evaluaciones exhaustivas, consultas eficaces y la debida consideración de los derechos humanos ha dado lugar a conflictos significativos, afectando notablemente a comunidades vinculadas con proyectos energéticos. Esta situación resalta la imperiosa necesidad de abordar estos desafíos de manera integral para garantizar una Transición Energética Justa y sostenible.

Para lograrlo, México debe fortalecer su marco de acción en materia de Transición Energética Justa, adoptando un enfoque que considere tanto los aspectos económicos como los sociales. Una perspectiva que se alinea con esta visión es la propuesta por la economista Kate Raworth a través del Doughnut Económico.

Ilustración 15. Doughnut Económico



Fuente: Doughnut Economics Action Lab

El modelo presentado integra las dimensiones social, medioambiental y económica en circunferencias concéntricas, estableciendo límites máximos y mínimos. La circunferencia exterior aborda los límites ecológicos del planeta, mientras que la interior representa los mínimos sociales deseados. Entre ambas circunferencias, se busca un entorno justo y seguro para la humanidad, destacando la necesidad de respetar los límites medioambientales y garantizar bases sociales. El modelo sugiere adaptar la economía para lograr regeneración y distribución, promoviendo un enfoque más equitativo y sostenible.

Al incorporar este enfoque, México podría establecer un marco de políticas que no solo impulse la eficiencia económica en el sector energético, sino que también aborde de manera integral las preocupaciones sociales y los impactos en las comunidades impactadas.

Donde se pueda brindar al capital humano elementos como lo son la educación y capacitación, igualdad de oportunidades, trabajo e ingreso justo en la transición considerando las bases sociales. Se requieren políticas industriales y esquemas de protección social adecuados para garantizar una transición laboral suave y equitativa. Por otra parte, la calidad de los empleos generados durante la transición es fundamental para garantizar una Transición Justa. Se deben establecer estándares que aseguren salarios dignos, beneficios de jubilación, seguridad y prácticas laborales justas. Además, es necesario abordar la falta de datos detallados para tomar decisiones informadas sobre la transición laboral, asegurando

que la creación de empleo sea beneficiosa y equitativa para todas las trabajadoras y todos los trabajadores.

Es importante destacar que, aunque conocer los programas y políticas a nivel nacional brinda una visión general, no es suficiente para comprender completamente el contexto en el que se desarrollan los estados objeto de este análisis. En el siguiente apartado, evaluaremos las políticas y programas de los estados. Este enfoque nos permitirá identificar los esfuerzos particulares de cada estado en términos de una Transición Energética Justa

## 2.3. Análisis de políticas públicas en estados analizados

Evaluar las políticas públicas históricas y actuales para entender cómo han impactado la Transición Energética Justa e identificar áreas de oportunidad en las políticas en el contexto socioeconómico de cada estado considerado. Este análisis contribuirá a identificar áreas de mejora y en última instancia, enriquecer nuestro entendimiento en el ámbito estatal para impulsar una Transición Energética Justa, especialmente enfocadas en el capital humano.

### Campeche

En el estado de Campeche, se están llevando a cabo proyectos como parte de la transición energética; sin embargo, la despetrolización se plantea como una meta a largo plazo. Dada la experiencia acumulada en la industria petrolera a lo largo de más de 40 años, su presencia resulta inevitable. No obstante, el estado está comprometido con participar en un cambio gradual hacia la descarbonización y la transición energética.

En este contexto, se destaca que la extracción de gas natural se visualiza como una oportunidad clave para avanzar en la transición energética. La colaboración con la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) se considera como un paso significativo para el desarrollo de Campeche, especialmente en términos de aprovechar la extracción de gas natural como parte integral de la transición energética.

### Programa sectorial de desarrollo energético en Campeche, México 2016-2021<sup>31</sup>

El programa se basa en diversas Leyes, incluyendo la Constitución Política del Estado, la Ley de Planeación Estatal, el Plan Estatal de Desarrollo y la Ley Orgánica de la Administración Pública. Además, la Secretaría de De-

sarrollo Energético Sustentable (SEDESU) desempeña un papel central en su formulación y ejecución, alineándose con los objetivos de desarrollo sustentable y la visión del Plan Estatal.

La SEDESU tiene la tarea de desarrollar políticas y programas en el ámbito energético, considerando la sostenibilidad y el desarrollo económico. También, se enfoca en metas del Plan Estatal de Desarrollo, contribuyendo a las prioridades estatales en el sector energético.

El programa destaca el papel de la SEDESU en la gestión del desarrollo energético, la conducción de la política pública estatal y la interacción con autoridades federales y empresas. Ante el cambio climático, busca garantizar que las operaciones cumplan con la normatividad y minimicen impactos negativos.

La Secretaría impulsa la vinculación entre instituciones educativas e investigación con organismos internacionales, fortaleciendo el capital humano y promoviendo una transición energética ordenada. Además, se centra en la eficiencia energética, promoviendo programas para aumentar el ahorro y la producción de fuentes alternativas.

Campeche se presenta como una potencia energética a nivel nacional, siendo clave en la producción de petróleo y gas.

Se enfatiza la relevancia de la minería petrolera para la economía, aunque la caída en la producción ha afectado el PIB estatal. La Reforma Energética ha traído oportunidades, con rondas de licitación y la participación de empresas privadas en la cadena petrolera.

En electricidad, se aborda el crecimiento de la demanda y la necesidad de mejorar la provisión en áreas con problemas de pago. La Reforma ha permitido el desarrollo de energías renovables, marcando un cambio significativo en el sector eléctrico mexicano.

En eficiencia energética, se reconoce la importancia de programas para generar ahorros, especialmente en sectores clave. También se destaca la necesidad de formar profesionales para la industria.

Se identifican retos, como la incertidumbre en los precios de energéticos y la competencia con otros estados. Se subraya la necesidad de políticas que fortalezcan el desarrollo humano, la infraestructura y la tecnología, junto con un marco regulatorio favorable al crecimiento empresarial.

<sup>31</sup> Programa Sectorial de Desarrollo Energético en Campeche, México 2016-2021 <http://www.seplan.campeche.gob.mx/copladecam/ps/ps-sedesu.pdf>

Tabla 7. Campeche- Análisis general del Programa Sectorial De Desarrollo Energético De Campeche 2016-2021 que impulsa la transición energética

Período	Iniciativa	Descripción general	Resultados y Evaluación
2016-2021	Programa Sectorial De Desarrollo Energético De Campeche 2016-2021	El Plan Estatal de Desarrollo establece cinco ejes de acción que definirán las políticas públicas de todo el gobierno: igualdad de oportunidades, fortaleza económica, aprovechamiento de la riqueza, sociedad fuerte y protegida y gobierno eficiente y moderno. Por su naturaleza, el desarrollo energético sustentable como motor de la actividad económica del estado, conjunta varios de esos cinco ejes.	A través de la SEDESU, se promueve la vinculación educativa y la investigación para fortalecer el conocimiento local. Se enfatiza la eficiencia energética y el impulso de fuentes alternativas.

Fuente: Elaboración propia

## Tamaulipas

El gobierno de Tamaulipas tiene como prioridad impulsar proyectos locales para aprovechar el significativo potencial energético de la región, especialmente en energías renovables. Este enfoque se materializa a través de una colaboración estrecha entre el sector público y privado. Además, se busca alinear estas iniciativas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos para el año 2030 por la Organización de las Naciones Unidas (ONU).

### Programa de fomento y aprovechamiento sustentable de la energía para el estado de Tamaulipas 2021<sup>32</sup>

El Programa de fomento y aprovechamiento sustentable de la energía para el estado de Tamaulipas tiene como objetivo principal promover el uso sustentable de la energía y el desarrollo sostenible en la región, en consonancia con los objetivos internacionales y nacionales. Se destaca la influencia del uso de la energía en el cambio climático, siendo Tamaulipas vulnerable a estos cambios. Por ello, el programa se enfoca en aprovechar el potencial renovable, especialmente de energía eólica y solar, para descarbonizar la economía.

El programa se estructura en cinco ejes principales, cada uno con líneas de acción específicas:

#### 5. Crear y mantener un sistema de información energética:

- Creación de un sistema estatal de información energética de acceso público.
- Estudios de evaluación del potencial de energías renovables.
- Sistema de monitoreo de proyectos de eficiencia energética y renovables.
- Vinculación de la investigación académica con proyectos energéticos.

- Campañas de comunicación sobre eficiencia energética y energías renovables.
- Propuestas de mejora en regulaciones estatales para nuevos proyectos.

#### 6. Incentivar medidas para el incremento de la eficiencia energética:

- Implementación de sistemas de gestión de energía.
- Estrategia para recuperación y aprovechamiento del calor industrial.
- Programas de apoyo a la eficiencia energética en PyMEs.
- Incorporación de programas para sistemas de iluminación eficiente.
- Modificación de lineamientos de construcción para integrar luminarias eficientes.
- Impulso a inversiones en tecnologías con mayor eficiencia energética.
- Campañas de promoción y apoyo técnico o financiamiento a proyectos de eficiencia energética.

#### 7. Fomentar la inversión en energías limpias y/o renovables:

- Creación de un fideicomiso/fondo para el desarrollo energético sustentable.
- Agrupación de cargas del Gobierno para que al menos el 80% provenga de fuentes renovables.
- Proyectos de PPA con ejidos para instalación de sistemas fotovoltaicos.
- Facilitación del financiamiento de sistemas fotovoltaicos para MiPyMEs.

#### 8. Incrementar el uso del transporte menos contaminante:

- Campañas publicitarias sobre beneficios del transporte público.
- Promoción del transporte privado cero emisiones.

- Generación de accesos y estacionamientos para transporte cero emisiones.
- Impulso de conciencia y educación vial.
- Fomento del auto compartido (carpooling) interurbano, intraurbano y en estacionamientos.

#### 9. Reducir la pobreza energética:

- Implementación de programas de generación distribuida en zonas sin acceso a electricidad.
- Campañas de información sobre consumo responsable dirigidas a hogares.

El programa destaca la importancia de la eficiencia energética, el uso de fuentes renovables y la conciencia social para lograr una transición energética exitosa en Tamaulipas.

### Ley para el fomento y el aprovechamiento sustentable de la energía en el estado de Tamaulipas de 2021<sup>33</sup>.

La Ley tiene como objetivo primordial impulsar el uso y aprovechamiento de fuentes de energía en Tamaulipas, promoviendo la sustentabilidad energética para fortalecer la competitividad económica, mejorar la calidad de vida, proteger el medio ambiente y avanzar hacia la transición energética. También, establece mecanismos de apoyo a la investigación, desarrollo e innovación en energías limpias y renovables, así como criterios de eficiencia energética.

#### Capítulo I - Disposiciones generales (Artículos 1-5):

- Define el objeto y ámbito de aplicación de la Ley.
- Establece conceptos clave como ahorro de energía, energías limpias y renovables, entre otros.

#### Capítulo II - De la organización (Artículos 6-11):

- Crea el Comité para coordinar la ejecución del Programa de Fomento y Aprovechamiento Sustentable de la Energía.
- Detalla funciones y estructura del Comité, incluyendo la Secretaría Técnica.

#### Capítulo III - De las atribuciones y facultades (Artículos 12-18):

- Define las atribuciones del Comité, incluyendo proponer políticas y estrategias.
- Establece facultades de la Secretaría Técnica del Comité.

#### Capítulo IV - Del Programa de Fomento y Aprovechamiento Sustentable de la Energía (Artículos 19-35):

- Especifica objetivos, metas y estrategias del Programa.

- Detalla funciones del Comité en su implementación y coordinación.

#### Capítulo V - Del sistema de información energética (Artículos 36-41):

- Introduce un instrumento para facilitar el diagnóstico y planificación en energía.

#### Capítulo VI - Disposiciones comunes a las fuentes de energías limpias y renovables (Artículos 42-57):

- Aborda aspectos como el acceso y fomento de fuentes limpias y renovables en diversas actividades.

#### Capítulo VII - Del aprovechamiento de las energías renovables (Artículos 58-64):

- Se centra en su aplicación en la vivienda, fraccionamientos y biomasa.

#### Capítulo VIII - Del ahorro y uso eficiente de la energía (Artículos 65-82):

- Establece medidas para el sector público, industrial y social, promoviendo el uso eficiente y racional de la energía.

#### Capítulo IX - Del Fondo de Fomento y Aprovechamiento Sustentable de la Energía para el Estado de Tamaulipas (Artículos 83-91):

- Crea un Fondo para captar recursos y apoyar acciones específicas.

#### Capítulo X - De los instrumentos económicos y financieros (Artículos 92-97):

- Define estímulos fiscales y otros mecanismos para incentivar el ahorro y eficiencia energética.

#### Capítulo XI - De las infracciones y sanciones (Artículos 98-102):

- Establece infracciones y sanciones por incumplimiento de la Ley.

#### Capítulo XII - De la participación social (Artículos 103-108):

- Promueve la participación ciudadana y crea comités de participación social en energía.

#### Capítulo XIII - De la planeación (Artículos 109-111):

- Aborda la planificación estratégica y la consideración de aspectos de sustentabilidad y eficiencia energética.

#### Capítulo XIV - De la evaluación (Artículos 112-115):

- Define evaluación de la política energética y la obligación de informes periódicos.

#### Capítulo XV - De la educación y capacitación (Artículos 116-118):

- Promueve la educación y capacitación en temas de energía.

#### Capítulo XVI - De la transparencia y acceso a la información (Artículos 119-122):

- Establece mecanismos para garantizar la transparencia y acceso a la información.

<sup>32</sup> Programa de Fomento y Aprovechamiento Sustentable de la Energía para el Estado de Tamaulipas 2021 [https://www.bivica.org/files/6255\\_Output%201.%20Programa%20PFASSEE%20Tamaulipas.pdf](https://www.bivica.org/files/6255_Output%201.%20Programa%20PFASSEE%20Tamaulipas.pdf)

<sup>33</sup> Ley Para El Fomento Y El Aprovechamiento Sustentable De La Energía En El Estado De Tamaulipas de 2021 <https://www.congreso-tamaulipas.gob.mx/LegislacionEstatal/LegislacionVigente/VerLey.asp?IdLey=307>

**Capítulo XVII** – De la cooperación internacional (Artículos 123–125):

- Fomenta la cooperación internacional en materia de energía.

En resumen, la Ley busca establecer un marco normativo integral para promover el uso sostenible de la energía en Tamaulipas, abordando diferentes aspectos desde la planificación hasta la implementación de acciones específicas.

#### Instrumento De Promoción Para La Transición Energética (IPTE) medidas fiscales federales y locales para el estado de Tamaulipas<sup>34</sup> de 2022

El informe aborda la problemática del cambio climático en Tamaulipas, destacando la vulnerabilidad del estado debido a sus condiciones geográficas y socioeconómicas. Se resalta la importancia del sector energético, especialmente la generación de electricidad y el autotransporte, como fuentes significativas de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). El documento tiene como objetivo proporcionar un instrumento de planeación para políticas fiscales que impulsen la transición energética específicamente en Tamaulipas.

En el marco normativo local, se detallan medidas climáticas y se destaca la necesidad de transformar la producción, transporte y consumo de energía para cumplir con

los objetivos climáticos. En cuanto a las políticas fiscales para la transición energética en Tamaulipas, se presentan medidas como la eliminación de subsidios a combustibles fósiles, apoyo financiero a tecnologías verdes, deducciones y exenciones para energías renovables, impuestos a tecnologías contaminantes e inversiones públicas en infraestructura verde.

El informe detalla el gasto federalizado en Tamaulipas, destacando la distribución de recursos entre diversas entidades, incluyendo la Comisión Federal de Electricidad (CFE), la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE), la Secretaría de Energía (SENER), y PEMEX, entre otras. Se mencionan proyectos financiados por el Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (FOTEASE).

Además, se exploran las medidas fiscales locales en Tamaulipas, como impuestos vehiculares, exenciones para vehículos eléctricos e híbridos, y cuotas para vehículos que utilizan combustibles fósiles. Se promueve la movilidad sostenible y la eficiencia energética en el sector industrial y residencial, junto con incentivos al sector público para adoptar prácticas energéticas sostenibles.

En resumen, el informe proporciona un análisis detallado de las medidas y disposiciones relacionadas con la transición energética en Tamaulipas, destacando la importancia de las políticas fiscales y el gasto federalizado para avanzar hacia una matriz energética más limpia en la región.

Tabla 8. Tamaulipas– Análisis general de los programas y políticas que impulsan la transición energética

Período	Iniciativa	Descripción general	Resultados y Evaluación
2021	Programa de fomento y aprovechamiento sustentable de la energía para el estado De Tamaulipas	El programa de fomento y aprovechamiento sustentable de la energía para el estado de Tamaulipas, que se deriva de la Ley para el fomento y aprovechamiento sustentable de la energía en el estado de Tamaulipas, busca constituirse como un instrumento que establece los objetivos, metas, estrategias y líneas de acción para impulsar el uso sustentable de la energía y el desarrollo sostenible en el estado.	Busca impulsar una Transición Energética Justa mediante la implementación de medidas que promuevan la eficiencia energética, el uso extensivo de fuentes renovables, y la equidad en el acceso a la energía. Con enfoque en la generación de información, incentivos a la eficiencia, aumento de inversiones en energías limpias, promoción del transporte sostenible y la reducción de la pobreza energética.
2021	Ley para el fomento y el aprovechamiento sustentable de la energía en el estado De Tamaulipas	El objetivo de la Ley es fomentar e implementar el uso y aprovechamiento de las fuentes de energía existentes en el estado, así como impulsar la sustentabilidad energética, con el fin de constituirse como instrumento que fortalezca la competitividad económica, mejore la calidad de vida de las personas habitantes del estado, coadyuve a la protección del medio ambiente, promueva el desarrollo sustentable e impulse la transición energética en la entidad y establezca los mecanismos e instrumentos mediante los cuales el estado y los municipios apoyarán la investigación, el desarrollo, la innovación técnica y tecnológica para la aplicación generalizada de las energías limpias y renovables, así como de criterios de eficiencia energética en la entidad.	La Ley busca resultados concretos en términos de Transición Energética Justa para el capital humano al fomentar la participación ciudadana, promover la educación y capacitación, generar empleo verde, facilitar el acceso a tecnologías sostenibles en la vivienda y fomentar la colaboración internacional para abordar los desafíos energéticos de manera equitativa y sostenible.
2022	Instrumento De Promoción Para La Transición Energética (IPTE) medidas fiscales federales y locales para el estado de Tamaulipas	El objetivo del presente documento es proveer a actores clave un instrumento de planeación para la elaboración y aplicación de políticas públicas fiscales para el estado de Tamaulipas que incentive el proceso de transición energética desde un punto de vista local.	En resumen, mientras que el informe ofrece una visión integral de la transición energética en Tamaulipas, no proporciona evaluaciones específicas en términos de capital humano o aspectos sociales asociados a la transición energética.

Fuente: Elaboración propia

#### Tabasco

En el contexto de la transición energética en Tabasco, se destaca la importancia de una planificación detallada, reconociendo la complejidad del proceso. Aunque se respalda la aceleración en el uso de energías limpias, se advierte sobre los desafíos integrales. Se descarta la idea de imponer la transición mediante decretos o el cierre de instituciones clave, especialmente debido a la relevancia de la industria petroquímica y la seguridad energética en la región.

#### Programa Sectorial de Desarrollo Energético y Energías Renovables (PROSEDENER) De Tabasco 2019-2024<sup>35</sup>

El Programa Sectorial de Desarrollo Energético y Energías Renovables 2019–2024 se centra en el desarrollo del sector energético en Tabasco, México. Surge como respuesta a la crisis económica causada por la disminución de actividades petroleras y privatizaciones. El programa busca revitalizar el sector mediante la colaboración con empresas estatales y privadas, garantizar inversiones seguras, mejorar el suministro de energía y fomentar el uso de tecnologías renovables. PROSEDENER se desarrolla con la participación de diversos sectores y se enfoca en un desarrollo energético consciente socialmente, aprovechando los recursos naturales. Además,

<sup>34</sup> Instrumento De Promoción Para La Transición Energética (IPTE) Medidas Fiscales Federales Y Locales Para El Estado De Tamaulipas <https://ciep.mx/wp-content/uploads/2022/04/Tamaulipas.pdf>

<sup>35</sup> Programa Sectorial Desarrollo Energético Y Energías Renovables De Tabasco 2019-2024 [https://tabasco.gob.mx/sites/default/files/users/planeacion\\_spf/10.%20Programa%20Sectorial%20Desarrollo%20Energ%C3%A9tico%20y%20Energ%C3%ADas%20Renovables%202019-2024.pdf](https://tabasco.gob.mx/sites/default/files/users/planeacion_spf/10.%20Programa%20Sectorial%20Desarrollo%20Energ%C3%A9tico%20y%20Energ%C3%ADas%20Renovables%202019-2024.pdf)

se reconoce la importancia de las empresas locales y la necesidad de capacitar al capital humano tabasqueño. El programa se basa en un diagnóstico profundo de la situación energética, identificando problemas y proponiendo objetivos, estrategias y líneas de acción para un desarrollo integral y sostenido de la economía estatal. Destaca el compromiso de convertir a Tabasco en la capital energética del país, armonizando las actividades del sector con las comunidades y promoviendo la transición hacia energías renovables.

**Instrumentos de Promoción para la Transición Energética (IPTE) para el estado De Tabasco de 2022** <sup>36</sup>

Este documento aborda las medidas fiscales federales y locales en el estado de Tabasco en el contexto de la tran-

sición energética. A través de entrevistas a actores clave, se identificaron incentivos federales, como la deducción del 100% en la adquisición de equipos generadores de energía renovable. A nivel local, se destaca la falta de medidas específicas, pero se proponen recomendaciones para alinear políticas subnacionales con federales y promover la información sobre energías renovables.

Se enfatiza la importancia de evaluar la efectividad e impacto de las medidas, considerando aspectos ambientales, económicos y sociales. Además, se exploran posibles ajustes en el gasto federalizado y se sugieren incentivos locales para fomentar la adopción de energías limpias. El documento concluye destacando la importancia de considerar mejores prácticas internacionales y nacionales, adaptándolas a las necesidades locales para promover la transición hacia fuentes de energía más sostenibles.

*Tabla 9. Tabasco- Análisis general de los programas y políticas que impulsan la transición energética*

Período	Iniciativa	Descripción general	Resultados y Evaluación
2019	Programa Sectorial de Desarrollo Energético y Energías Renovables de Tabasco 2019-2024	Este Programa Sectorial parte de un diagnóstico profundo y realista de la situación del sector energético en Tabasco, que permitió identificar los problemas que enfrenta la industria y con ello fijar objetivos, estrategias y líneas de acción que además de resolver las adversidades del presente, establezcan las bases para un desarrollo integral y sostenido de la economía en beneficio de la sociedad en el estado.	Busca enfrentar la crisis económica causada por la disminución de actividades petroleras. Con énfasis en la profesionalización del capital humano, vinculación de empresas locales con el sector y transición a energías renovables. Además, el programa tiene como objetivo revitalizar el sector energético, garantizar inversiones seguras y mejorar la calidad de vida.
2022	Instrumentos de Promoción para la Transición Energética para el estado de Tabasco	El objetivo del documento es proveer a actores clave un instrumento de planeación para la elaboración y aplicación de políticas públicas fiscales para el Estado de Tabasco que incentive el proceso de transición energética desde un punto de vista local.	En resumen, mientras que el informe ofrece una visión integral de medidas fiscales federales y locales, no proporciona evaluaciones específicas en términos de capital humano o aspectos sociales asociados a la transición energética.

Fuente: Elaboración propia

**Veracruz**

Veracruz emerge como un actor clave en el panorama de la transición energética, respaldado por un valioso recurso humano especializado en el desarrollo energético. La alineación de intereses entre el gobierno, la industria y la academia se erige como un componente esencial para catalizar este cambio.

**Estrategia para la Transición Energética del estado de Veracruz 2021** <sup>37</sup>

La Estrategia de Transición Energética del estado de Veracruz, desarrollada en noviembre de 2021 tiene como propósito avanzar hacia la descarbonización en todos los sectores energéticos del estado, mejorando la eficiencia y considerando los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030.

La estrategia se estructura en tres ejes principales: impulso transversal de la transición energética, incentivar medidas para el incremento de la eficiencia energética y fomentar la inversión en energías limpias y renovables. Su misión es posicionar al Gobierno de Veracruz como líder en la transición energética, protegiendo el medio ambiente, combatiendo el cambio climático, mejorando la calidad de vida y la competitividad económica.

La visión para 2030 busca aumentar significativamente la participación de energías limpias y renovables, logrando un suministro energético libre de emisiones, impulsando cambios estructurales para combatir el cambio climático y mejorando la calidad de vida. Se espera la participación activa de la población, iniciativa privada y administración pública en este proceso gradual hacia un suministro energético sostenible.

La estrategia está alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 y se fundamenta en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley de Planeación, la Ley de Transición Energética, la Ley General de Cambio Climático a nivel federal y en el Plan Veracruzano de Desarrollo 2019-2024. La Agencia Estatal de Energía de Veracruz (AEEV) juega un papel crucial en impulsar el desarrollo económico y la política energética del estado, fomentando el uso racional y eficiente de la energía y reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero.

El diagnóstico energético del estado destaca la producción de energéticos primarios, la transformación de estos en energéticos secundarios, la capacidad instalada de generación eléctrica y el consumo de electricidad. También, se aborda la diversificación de fuentes energéticas, incluyendo energías renovables y se identifican áreas de mejora en eficiencia energética.

La intensidad energética y el consumo per cápita se comparan a nivel nacional y estatal, evidenciando áreas de oportunidad y se propone un análisis de eficiencia energética específico para Veracruz.

La perspectiva de género es un componente central, analizando brechas en participación laboral y educativa, consumos diferenciales y la economía del cuidado. La metodología de marco lógico fue esencial para definir objetivos, beneficiarios y participación de actores en la estrategia.

Las líneas de acción, definidas mediante el método vector de posición de mínimo arrepentimiento (VPMA), se agrupan en los tres ejes y buscan impulsar, acelerar y fomentar la transición energética. La participación de diversos sectores aseguró una evaluación integral considerando criterios como reducción de emisiones, costo de implementación, realismo, tiempo de implementación, oposición y atribuciones legales. Estas líneas abarcan desde la creación de sistemas de información energética hasta estrategias para incrementar la eficiencia energética y fomentar la inversión en energías renovables.

**Instrumentos de Promoción para la Transición Energética (IPTE) para el estado De Veracruz de 2022** <sup>38</sup>

El documento destaca medidas fiscales federales y locales para el estado de Veracruz. Entre las propuestas se encuentra la eliminación de la tenencia para quienes adquieran vehículos eléctricos, ampliación de deducciones del ISR y exenciones del IVA para acciones que impulsen la transición energética, así como la creación de nuevos incentivos para vehículos eléctricos e híbridos, especialmente en el transporte público.

Se sugiere reforzar la verificación vehicular, promover el uso de energías renovables mediante incentivos fiscales, sustituir el alumbrado público por tecnologías eficientes, invertir en el tratamiento de residuos y destinar parte de la recaudación a fondos para impulsar el mercado ambiental. Además, se propone implementar descuentos en el servicio de agua para viviendas con paneles solares, incentivos al Impuesto sobre Nómina en zonas económicas especiales, simplificación de trámites y regulación a nivel estatal.

La efectividad de estas medidas se relaciona con su difusión, reconocimiento y sostenibilidad, considerando sus impactos sociales, económicos y ambientales, y alineando incentivos entre diversos actores clave, mientras se monitorean constantemente los avances y se incorporan las mejores prácticas internacionales y nacionales adaptadas a la realidad local.

<sup>36</sup> Instrumentos De Promoción Para La Transición Energética Para El Estado De Tabasco de 2022 <https://ciep.mx/wp-content/uploads/2022/04/Tabasco.pdf>

<sup>37</sup> Estrategia Para La Transición Energética Del Estado De Veracruz 2021 [https://www.bivica.org/files/6238\\_O1.%20Estrategia%20de%20Transici%C3%B3n%20energ%C3%A9tica%20del%20Estado%20de%20Veracruz%20VF%20202004.pdf](https://www.bivica.org/files/6238_O1.%20Estrategia%20de%20Transici%C3%B3n%20energ%C3%A9tica%20del%20Estado%20de%20Veracruz%20VF%20202004.pdf)

<sup>38</sup> Instrumentos De Promoción Para La Transición Energética Para El Estado De Veracruz de 2022 <https://ciep.mx/wp-content/uploads/2022/04/Veracruz.pdf>

Tabla 10. Veracruz- Análisis general de los programas y políticas que impulsan la transición energética

Período	Iniciativa	Descripción general	Resultados y Evaluación
2021	Estrategia para la Transición Energética del estado de Veracruz 2021	La finalidad del documento se resume en perseguir los objetivos de la transición energética, esto es, modificar la forma de consumo y de producción de energía dentro del estado con miras a la descarbonización en todos sus sectores. Asimismo, el aumento en la eficiencia energética de las tecnologías y procesos, considerando como fundamento el marco jurídico federal y estatal en materia energética y medio ambiente. Además, considerar como puntos clave para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030.	El documento ofrece una visión integral de la transición energética en Veracruz, destacando la participación activa del capital humano, enfoque de género, medidas concretas y alineación con metas de desarrollo sostenible.
2022	Instrumentos de Promoción para la Transición Energética para el estado de Veracruz	El objetivo del documento es proveer a actores clave un instrumento de planeación para la elaboración y aplicación de políticas públicas fiscales para el Estado de Veracruz que incentive el proceso de transición energética desde un punto de vista local.	En resumen, mientras que el informe ofrece una visión integral de medidas fiscales federales y locales, no proporciona evaluaciones específicas en términos de capital humano o aspectos sociales asociados a la transición energética.

Fuente: Elaboración propia

En consecuencia, tras analizar los estados que sobresalen por ser las entidades federativas con mayor contribución al Producto Interno Bruto (PIB) del sector petrolero, así como por contar con un elevado número de unidades económicas, ingresos y empleados dependientes del sector hidrocarburos, se llevó a cabo un análisis de las políticas y programas a nivel estatal con el propósito de comprender la posición de estos estados en términos de Transición Energética Justa, prestando especial atención al capital humano. Con base en este entendimiento, se presenta en el siguiente apartado la propuesta de Transición Justa del capital humano del sector hidrocarburos en estos estados, asegurando que

dicha propuesta cumpla con los principios de Transición Energética Justa del capital humano, los cuales son:

1. Adecuada formulación de políticas industriales y esquemas de protección social.
2. Calidad del empleo para el capital humano en la economía baja en carbono.

### 3. Propuesta de Transición Justa del capital humano

Para determinar la migración potencial de los perfiles de hidrocarburos hacia otros sectores que se identificaron a partir del Benchmark de la Transición Energética Justa a nivel global, teniendo en cuenta los sectores de migración de países como Alemania, Noruega, Chile y Colombia, así como aquellas que se alinean con las políticas públicas, que incluyen Leyes y documentos estratégicos a nivel estatal de los estados objeto de estudio. Por otro lado, el segundo grupo se origina de aquellas que surgen de la identificación de habilidades y actividades específicas.

Para esto se lleva a cabo un análisis detallado de los profesionales en cada fase de la **cadena de valor de hidrocarburos**. Además, se enlistan los beneficios actuales que disfrutaban las trabajadoras y los trabajadores del sector de hidrocarburos en términos de prestaciones y salarios. Este análisis busca proporcionar una visión general de las condiciones laborales existentes en la industria de hidrocarburos. La finalidad es comprender los desafíos potenciales que podrían surgir durante la transición, teniendo en cuenta la situación actual de las trabajadoras y los trabajadores de esta industria. Esta evaluación integral contribuirá a diseñar estrategias efectivas para abordar los retos y garantizar una migración justa y equitativa hacia los nuevos sectores propuestos.

Después de realizar un análisis detallado de la cadena de valor en el sector de hidrocarburos, se propone abordar la **transición hacia nuevos sectores**, considerando tres aspectos clave. En primer lugar, se identifica hacia qué sectores específicos se puede llevar a cabo la migración de las trabajadoras y los trabajadores del sector de hidrocarburos. Seguidamente, se examina el **proceso de migración, explorando cómo se integrarían los perfiles de hidrocarburos en esos sectores propuestos**. Además, se analiza la posible dificultad que podrían enfrentar estos perfiles al migrar, considerando su especialización e industria de destino.

Para llevar a cabo este análisis, se retoman tanto la cadena de valor del sector de hidrocarburos como las cadenas de valor de los sectores de transición propuestos. Este proceso se visualiza a través de un diagrama Sankey, proporcionando una representación clara de la integración prevista de los perfiles de hidrocarburos en los nuevos sectores.

En este contexto, se examina detenidamente cómo los conocimientos y habilidades transferibles de las trabajadoras y los trabajadores del sector de hidrocarburos

pueden ser aplicados en las nuevas áreas de empleo. Sin embargo, a pesar del aumento proyectado de empleos en la transición hacia la energía renovable, es crucial reconocer que podrían surgir desalineaciones significativas. Estas desalineaciones se manifiestan en términos temporales, espaciales, sectoriales y educativos, lo que resalta la importancia de un enfoque estratégico y adaptado para garantizar una Transición Justa y exitosa para el capital humano involucrado. A continuación, se describen las desalineaciones mencionadas:

- **Temporal:** la creación de nuevos empleos no necesariamente ocurre en la misma escala de tiempo que la pérdida de empleo.
- **Espacial:** los nuevos empleos no necesariamente se están creando en las mismas ubicaciones, comunidades, regiones o países, donde se producen las pérdidas.
- **Sectorial:** las ganancias y pérdidas de empleo pueden afectar a diferentes sectores de la economía, dadas las diferentes estructuras de la cadena de suministro y los conjuntos divergentes de insumos entre las industrias en crecimiento y en declive.
- **Educativa:** las habilidades asociadas con los empleos que desaparecen no siempre coinciden con las requeridas por los empleos emergentes.

Por lo tanto, es crucial comprender hacia qué sectores migran el capital humano para poder mitigar estos cuatro desajustes en el camino hacia la Transición Energética Justa para el capital humano. Este conocimiento permitirá diseñar estrategias específicas que aborden las necesidades y desafíos particulares de cada región, optimizando así la integración del capital humano en las nuevas áreas de empleo y asegurando una transición equitativa y exitosa.

### 3.1. Análisis de la cadena de valor del sector hidrocarburos

La cadena de valor en el sector de hidrocarburos se desglosa en tres segmentos principales: Upstream, Midstream y Downstream. En la fase Upstream, se lleva a cabo la exploración y producción de petróleo y gas, desde la búsqueda y evaluación de yacimientos hasta la extracción de recursos. La transición al Midstream implica actividades cruciales de transporte y logística, donde oleoductos y gasoductos facilitan el movimiento eficiente de los productos crudos desde las áreas de producción hacia las instalaciones de refinación y

Ilustración 16. Procesos y subprocesos de upstream

UPSTREAM			
Exploración y evaluación	Perforación y terminación	Producción de pozo	
Negociar contratos para llevar a cabo pruebas exploratorias de perforación	Negociar contratos para llevar a cabo la perforación de producción	Administrar la producción diaria	Administración del almacenamiento de hidrocarburos On Site
Realizar encuestas iniciales y análisis	Generar un plan de desarrollo de campo	Monitorear y optimizar el rendimiento del embalse	Gestión de agua
Realizar estudios geológicos y de geofísica	Realizar actividades de perforación	Conducir el mantenimiento del pozo y equipo	Manejo de residuos
Valor financiero estimado	Terminar operaciones de pozo	Gestión de almacenamiento	Plan de abandono

Fuente: Elaboración propia a partir de información El Portal único del gobierno. | gob.mx. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/54340/Prospectiva\\_de\\_Talento\\_Volumen\\_1\\_27\\_01\\_16.compressed.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/54340/Prospectiva_de_Talento_Volumen_1_27_01_16.compressed.pdf)

La fase de upstream, también conocida como exploración y producción, se centra en encontrar posibles depósitos de petróleo y gas, ya sea bajo tierra o en el fondo del mar. Este proceso incluye la perforación de pozos exploratorios y una vez descubierto un yacimiento, la perforación y explotación de pozos para extraer petróleo crudo o gas natural a la superficie. Para tener

almacenamiento. En la fase Downstream, se encuentra la refinación, donde el crudo se procesa para obtener productos derivados como gasolina y diésel, seguido por la distribución y comercialización de estos productos a través de redes de transporte y puntos de venta.

A continuación, se ilustra la cadena de valor de hidrocarburos en México. Detallando los procesos y subprocesos específicos de cada segmento. Esta representación detallada de la cadena de valor mexicana ofrece un valioso entendimiento del ciclo de vida de los hidrocarburos en el contexto de la industria energética del país.

éxito en esta etapa, se necesita conocimiento de las cuencas, confiabilidad operativa y la capacidad de ejecutar proyectos de infraestructura grandes en términos de tiempo, costo y calidad. Los resultados de esta fase son recursos y reservas claramente definidos, así como petróleo crudo y gas natural sin procesar.

Ilustración 17. Procesos y subprocesos de midstream

MIDSTREAM			
Mercadotecnia y comercialización	Procesamiento de gas natural y petróleo		Transporte y almacenamiento
Definir la estrategia de Marketing de Productos y Servicios	Definir la estrategia de producción, planificación y programación	Gestión de la planta de mantenimiento y operación de seguridad	Generar una Estrategia, Planeación y Horario de Transporte y Almacenamiento
Negociar contratos con clientes y los intermediarios	Realizar la separación de aceite y agua	Manejo de Agua	Transportar el hidrocarburo
	Realizar separación de líquidos, azufre y CO <sub>2</sub>	Manejo de Residuos	Almacenar el hidrocarburo
	Si GNL, realizar licuefacción y regasificación, si NGL, realizar fraccionamiento de etano, propano y butanos		Manejar el Mantenimiento y Operaciones de Seguridad de Transporte, la Terminal y el Almacenamiento
	Destilación atmosférica o al vacío del petróleo crudo		
	Fraccionamiento de destilados del petróleo crudo		
	Craqueo del petróleo, las moléculas grandes de hidrocarburos se rompen en moléculas más pequeñas como gasolinas y diésel		
	Reformación se mejora la calidad de los combustibles		

Fuente: Elaboración propia a partir de información El Portal único del gobierno. | gob.mx. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/54340/Prospectiva\\_de\\_Talento\\_Volumen\\_1\\_27\\_01\\_16.compressed.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/54340/Prospectiva_de_Talento_Volumen_1_27_01_16.compressed.pdf)

La etapa de midstream, también conocida como transporte y almacenamiento es la principal forma de transporte es a través de ductos, utilizando oleoductos para el petróleo crudo y gasoductos para el gas, con el objetivo

de minimizar los costos asociados al movimiento de grandes cantidades de combustibles. Además de los ductos, se utilizan buques tanques, carro tanques (ferrocarril) y autotanques para complementar el transporte.

Ilustración 18. Procesos y subprocesos de downstream

DOWNSTREAM		
Refinación		Distribución y venta
Generar una Estrategia de Producción, Planeación y Programación	Manejo de Agua	Transportar Productos Refinados a Vendedores de Petróleo o la Compañía de Distribución
Operaciones de Proceso- Llevar a cabo Separación, Conversión y Tratamiento	Manejo de Residuos	Entregar Productos Refinados/Gas a los Usuarios Finales
Llevar a cabo la Mezcla y Empacado		Manejar operaciones de Seguridad y Mantenimiento de Distribución y Venta
Manejo de Operaciones de Seguridad y Mantenimiento de Refinería y Equipo		

Fuente: Elaboración propia a partir de información El Portal único del gobierno. | gob.mx. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/54340/Prospectiva\\_de\\_Talento\\_Volumen\\_1\\_27\\_01\\_16.compressed.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/54340/Prospectiva_de_Talento_Volumen_1_27_01_16.compressed.pdf)

La etapa de downstream marca el final de la cadena de valor. Aquí es donde se lleva a cabo la refinación, distribución y venta al por menor de los productos derivados del petróleo. Esta parte de la industria incluye las refinerías de petróleo, las plantas petroquímicas, los distribuidores de productos petrolíferos y las empresas de distribución de gas natural. La industria downstream abastece una amplia variedad de productos, como combustible para aviones, gasolina, diésel, caucho sintético, plásticos, pesticidas, productos farmacéuticos, gas natural y propano.

### Capital humano en el sector de hidrocarburos

A continuación, se presenta un desglose detallado del capital humano en el sector de hidrocarburos. Este análisis nos permite comprender mejor los retos y oportunidades asociados con la Transición Justa del capital humano, así como identificar áreas donde la formación y el desarrollo profesional pueden ser especialmente beneficiosos.

Dentro del sector de hidrocarburos, el capital humano desempeña un papel esencial en todas las etapas de la cadena de valor de la industria energética. La siguiente tabla presenta una lista exhaustiva de las ocupaciones por etapa del sector de hidrocarburos.

Es importante destacar que las ocupaciones resaltadas en verde representan las que se consideran críticas, según el documento titulado “Prospectiva De Talento Del Sector Energía Volumen 3: Brechas De Talento En El Subsector Hidrocarburos<sup>39</sup>” elaborado por la Secretaría de Energía (SENER) en 2016. Las ocupaciones resaltadas en verde con texto verde indican que son altamente especializadas, mientras que las que se muestran en texto negro son ocupaciones complementarias. El propósito de esta tabla es proporcionar una visualización de estos puestos con el fin de identificar hacia qué sectores podrían realizar una transición, teniendo en cuenta sus capacidades técnicas y nivel de especialización en hidrocarburos.

Tabla 11. 1 Lista exhaustiva de capital humano del sector Hidrocarburos

Cadena de Valor	Upstream	Midstream	Downstream
Capital Humano en el Sector de Hidrocarburos	Directores y gerentes en producción minera, petrolera y de gas	Directores y gerentes en producción minera, petrolera y de gas	Directores y gerentes en producción minera, petrolera y de gas
	Coordinadores y encargados del área en producción minera, petrolera y de gas	Coordinadores y encargados del área en producción minera, petrolera y de gas	Coordinadores y encargados del área en producción minera, petrolera y de gas
	Ecólogos y especialistas en ciencias atmosféricas	Especialistas en seguridad, higiene y salud pública	Ingenieros eléctricos y electrónicos
	Ingenieros eléctricos y electrónicos	Electricistas y linieros	Ingenieros químicos
	Ingenieros químicos	Operadores misceláneos de planta y de sistema	Ingenieros mecánicos
	Ingenieros mecánicos	Ingenieros civiles y de la construcción	Ingenieros industriales
	Ingenieros industriales	Soldadores y cortadores a soplete	Ingenieros en minas, metalurgia y petróleo
	Ingenieros en minas, metalurgia y petróleo	Operadores de máquinas y equipos para la extracción en pozos petroleros	Encuestadores, Cartógrafos y Fotogrametristas
	Ingenieros en topografía, hidrología, geología y geodesia	Trabajadoras y trabajadores de apoyo en la extracción	Auxiliares y técnicos topógrafos, en hidrología y geología
	Auxiliares y técnicos topógrafos, en hidrología y geología	Trabajadoras y trabajadores de apoyo en la elaboración, reparación y mantenimiento mecánico de equipos, maquinaria y productos de metal y de precisión	Auxiliares y técnicos mineros, metalúrgicos y petroleros
	Auxiliares y técnicos mineros, metalúrgicos y petroleros		Técnicos en mantenimiento y reparación de vehículos de motor

Cadena de Valor	Upstream	Midstream	Downstream
Capital Humano en el Sector de Hidrocarburos	Técnicos en mantenimiento y reparación de vehículos de motor		Electricistas y linieros
	Electricistas y linieros		Técnicos en la instalación y reparación de redes, equipos y en sistemas computacionales
	Técnicos en la instalación y reparación de redes, equipos y en sistemas computacionales		Técnicos en seguridad en el trabajo e higiene
	Técnicos en seguridad en el trabajo e higiene		Colocador de tubos, plomeros, instaladores de tuberías e instalador de equipos de vapor
	Colocador de tubos, plomeros, instaladores de tuberías e instalador de equipos de vapor		Operadores de máquinas para el tratamiento de agua
	Operadores de máquinas para el tratamiento de agua		Operadores de máquinas y equipos para la refinación del petróleo y gas
	Operadores de máquinas y equipos para la refinación del petróleo y gas		Operadores de máquinas e instalaciones para la generación de energía
	Operadores de máquinas e instalaciones para la generación de energía		Directores y gerentes en construcción, reparación y mantenimiento
	Directores y gerentes en construcción, reparación y mantenimiento		Coordinadores y jefes de área en construcción, reparación y mantenimiento
			Química y de Materiales Científicos
Capital Humano en el Sector de Hidrocarburos	Coordinadores y jefes de área en construcción, reparación y mantenimiento		Ingenieros electrónicos
	Química y de Materiales Científicos		Ingenieros civiles y de la construcción
	Ingenieros electrónicos		Auxiliares y técnicos en ciencias biológicas, químicas y del medio ambiente
	Ingenieros civiles y de la construcción		Auxiliares y técnicos industriales y químicos
	Auxiliares y técnicos en ciencias biológicas, químicas y del medio ambiente		Dibujantes técnicos
	Dibujantes técnicos		Supervisores de mecánicos y técnicos en mantenimiento y reparación de equipos mecánicos, vehículos de motor, instrumentos industriales y equipo de refrigeración
	Supervisores de mecánicos y técnicos en mantenimiento y reparación de equipos mecánicos, vehículos de motor, instrumentos industriales y equipo de refrigeración		Mecánicos en mantenimiento y reparación de maquinaria e instrumentos industriales
	Mecánicos en mantenimiento y reparación de maquinaria e instrumentos industriales		Técnicos eléctricos
	Técnicos eléctricos		Soldadores y oxicortadores
	Soldadores y oxicortadores		Operadores de máquinas y equipos para la extracción en pozos petroleros
	Operadores de máquinas y equipos para la extracción en pozos petroleros		Operadores de máquinas para la elaboración de productos químicos
	Operadores de máquinas y equipos para la captación, bombeo y distribución de agua		

<sup>39</sup> El Portal único del gobierno. | gob.mx. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/54342/Prospectiva\\_de\\_Talento\\_Volumen\\_3\\_27\\_01\\_16.compressed.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/54342/Prospectiva_de_Talento_Volumen_3_27_01_16.compressed.pdf)

Cadena de Valor	Upstream	Midstream	Downstream
Capital Humano en el Sector de Hidrocarburos	Operadores de máquinas para la elaboración de productos químicos		Conductores de maquinaria móvil para el movimiento de mercancías en fábricas, puertos, comercios, etcétera
	Oficiales maquinistas de transporte marítimos		Trabajadoras y trabajadores de apoyo en la extracción
	Conductores de maquinaria móvil para el movimiento de mercancías en fábricas, puertos, comercios, etcétera		Trabajadoras y trabajadores de apoyo en la elaboración, reparación y mantenimiento mecánico de equipos, maquinaria y productos de metal y de precisión
	Trabajadoras y trabajadores de apoyo en la extracción		Trabajadoras y trabajadores de apoyo en la industria química, petroquímica y plásticos
	Trabajadoras y trabajadores de apoyo en la elaboración, reparación y mantenimiento mecánico de equipos, maquinaria y productos de metal y de precisión		
	Trabajadoras y trabajadores de apoyo en la industria química, petroquímica y plásticos		

Personal crítico y no especializado del sector hidrocarburos	Personal crítico y especializado del sector hidrocarburos	Personal complementario del sector hidrocarburos
--	---	--

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de El Portal único del gobierno. | gob.mx. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/54342/Prospectiva\\_de\\_Talento\\_Volumen\\_3\\_27\\_01\\_16.compressed.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/54342/Prospectiva_de_Talento_Volumen_3_27_01_16.compressed.pdf)

Entendiendo la composición técnica de los profesionales que integran la cadena de valor del sector de hidrocarburos, resulta crucial examinar las prestaciones que la mayoría de ellos disfruta para evaluar cómo podrían emigrar hacia otros sectores. El Sindicato de Trabajadores Petroleros de la República Mexicana (STPRM) desempeña un papel central, habiendo asegurado uno de los contratos colectivos de trabajo (CCT) más robustos del país, abarcando al 81.5% del capital humano de Petróleos Mexicanos (PEMEX) hasta el 2020. Este contrato presenta beneficios significativos que se presentan a continuación:<sup>40</sup>

- Pagos de más del doble de su salario:** el patrón pagará 100% más del salario tabulado, adicionado del 60% del fondo de ahorros en actividades específicas como trabajos de construcción o mantenimiento en condiciones extremas (Cláusula 63).
- Protección por arrestos y fianzas:** en caso de arresto por realizar su trabajo, la empresa cubrirá salario, viáticos y costos legales, como defensa, multas o fianzas (Cláusula 77).
- Viajes de primera garantizados:** al trasladarse por comisión, la empresa cubrirá pasajes de avión o

autobús en clase ejecutiva, viáticos y lavado de ropa (Cláusula 87).

- Beneficio por traslado permanente:** en traslados permanentes, se otorgan gastos de viaje para la familia, pago de mudanza y un bono equivalente a 100 días de salario (Cláusula 85).
- Ortodoncia para hijos:** derecho a recibir 2,187 pesos anuales para el tratamiento ortodóntico de cada hijo menor de 14 años (Cláusula 99).
- Pagos por anteojos:** cada dos años, se cubre el costo completo de micas o cristales para anteojos ópticos, más 985 pesos para el armazón (Cláusula 99).
- Atención médica externa:** si optan por servicios médicos externos, se reciben 1,400 pesos diarios más gastos de comida y viáticos (Cláusula 99).
- Apoyo por fallecimientos:** en caso de fallecimiento, se otorgan 140 días de salario para gastos funerarios y 5,000 días adicionales si es por riesgo de trabajo. También, pagos superiores en prima de antigüedad, seguro de vida, pensión post mortem, entre otros (Cláusula 127).

9. **Vacaciones amplias:** desde el primer año, derecho a 21 días de vacaciones, aumentando a 30 días anuales después de 10 años. Prima vacacional equivalente al 207% de los salarios tabulados (Cláusula 142).

10. **El aguinaldo más alto:** equivalente a 60 días de salario ordinario, pagado entre el 1 y el 15 de diciembre, calculado con el promedio del salario actualizado al tabulador vigente (Cláusula 152).

11. **Ayuda para útiles escolares:** la empresa cubre libros, útiles y otros requerimientos escolares solicitados por las escuelas (Cláusula 163).

12. **Ayuda para el deporte:** integrantes de equipos deportivos reciben uniformes, maletas, zapatos y equipo de protección, entre otros artículos (Cláusula 166).

13. **Becas para capacitación continua:** se ofrecen 1,800 becas anuales para formación académica en instituciones reconocidas, con montos mensuales que varían según el grado de estudio (Cláusula 171).

Estas condiciones, respaldadas por la influencia del sindicato, no solo determinan la estabilidad laboral, sino que también plantean desafíos únicos en el proceso de migración hacia otros sectores. La consideración de estas prestaciones especiales proporciona una visión más integral de cómo los profesionales del sector hidrocar-

buros podrían abordar la transición, teniendo en cuenta la complejidad de factores que impactan sus decisiones y expectativas en este proceso.

### 3.2. Análisis del capital humano en los estados analizados

Para realizar el análisis del tejido empresarial de cada uno de los estados involucrados en el presente estudio, se utilizaron los datos disponibles en el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), el cual se puede encontrar en el sitio web del Instituto Nacional de Estadística y Geografía de México (INEGI).

Dentro de los datos obtenidos del DENUE, se identificaron todas aquellas unidades económicas que tienen una relación directa con la cadena de valor del sector hidrocarburos sin importar en cuál de las tres etapas de la cadena de valor (upstream, midstream y downstream) se desenvuelva cada una de estas unidades económicas. A continuación, se muestra una tabla con las 17 actividades identificadas, así como una breve descripción y su respectivo código SCIAN (Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte):

Tabla 12. Actividades de las Unidades Económicas

Título	Descripción	Clave SCIAN	Etapas de la cadena de Valor
Extracción de petróleo y gas natural asociado	Unidades económicas dedicadas principalmente a la extracción de hidrocarburos líquidos y gaseosos: petróleo crudo y gas natural que se encuentra en contacto o disuelto en el petróleo crudo en las condiciones de presión y temperatura del yacimiento.	211111	Upstream
Fabricación de petroquímicos básicos del gas natural y del petróleo refinado	Unidades económicas dedicadas principalmente a la fabricación de petroquímicos básicos, como hidrocarburos acíclicos (etileno, propileno y butileno) y de hidrocarburos cíclicos aromáticos (benceno, tolueno, xilenos y estireno), a partir de gas natural, hidrocarburos líquidos (gas natural licuado y gasolina natural) y petróleo refinado.	325110	Downstream
Comercio al por mayor de combustibles de uso industrial	Unidades económicas dedicadas principalmente al comercio al por mayor especializado, a través de métodos tradicionales o por internet, de combustibles, como gas Licuado de Petróleo (LP), gasolina, combustóleo, diésel, gas-avión, biocombustibles, entre otros. Estos combustibles se utilizan generalmente en calderas de hoteles, fábricas, ingenios azucareros y cruceros.	434230	Downstream
Comercio al por menor de gas L. P. en cilindros y para tanques estacionarios	Unidades económicas dedicadas principalmente al comercio al por menor especializado, a través de métodos tradicionales o por internet, de gas Licuado de Petróleo (LP) en cilindros y para tanques estacionarios.	468412	Downstream
Comercio al por menor de gasolina y diésel	Unidades económicas (gasolineras) dedicadas principalmente al comercio al por menor especializado, a través de métodos tradicionales o por internet, de gasolina y diésel.	468411	Downstream

<sup>40</sup> El Economista ((2022) 13 beneficios de Primera que tienen en su CCT los sindicalizados de PEMEX. <https://www.economista.com.mx/capitalhumano/13-beneficios-de-primera-que-tienen-en-su-CCT-los-sindicalizados-de-Pemex-20220130-0018.html>

Título	Descripción	Clave SCIAN	Etapas de la cadena de Valor
Comercio al por menor de gas L. P. en estaciones de carburación	Unidades económicas dedicadas principalmente al comercio al por menor especializado, a través de métodos tradicionales o por internet, de gas Licuado de Petróleo (LP) en estaciones de carburación.	468413	Downstream
Autotransporte foráneo de materiales y residuos peligrosos	Unidades económicas dedicadas principalmente al autotransporte de materiales y residuos peligrosos, como productos refinados del petróleo, sustancias corrosivas, tóxicas, venenosas o reactivas, materiales explosivos, inflamables, biológico-infecciosos, irritantes o de cualquier otro tipo que por sus características pudieran representar un peligro para la salud, el ambiente, la seguridad de la población o la propiedad de terceros, en vehículos diseñados y equipados para ese propósito, entre ciudades o áreas metropolitanas nacionales, o al extranjero.	484232	Midstream
Servicios de carga y descarga para el transporte por agua	Unidades económicas dedicadas principalmente a proporcionar servicios de carga y descarga de mercancías y equipaje en las embarcaciones.	488320	Midstream
Transporte marítimo de petróleo y gas natural	Unidades económicas dedicadas principalmente al transporte de petróleo crudo y gas natural por mar, ya sea transporte marítimo de altura o de cabotaje.	483113	Midstream
Otros servicios de almacenamiento con instalaciones especializadas	Unidades económicas dedicadas principalmente al almacenamiento de otro tipo de carga en instalaciones especializadas excepto refrigeración, como el almacenamiento de productos sobredimensionados, animales en pie y automóviles sin rodar. Estas unidades económicas pueden realizar actividades de control y manejo de inventarios, ensamblado, empaquetado, marcado de precios, etiquetado de mercancías y arreglos para distribución o recolección de las mercancías.	493190	Midstream
Servicios de levantamiento geofísico	Unidades económicas dedicadas principalmente a la adquisición, procesamiento e interpretación de datos geofísicos. Las unidades económicas se especializan en la localización y medición de la extensión de los recursos en el subsuelo, como petróleo, gas y minerales, pero también pueden realizar estudios con propósitos de ingeniería. Estas unidades económicas usan una variedad de técnicas de levantamiento dependiendo del propósito del estudio, como estudios magnéticos, sísmicos, eléctricos y electromagnéticos.	541360	Upstream
Comercio al por menor en estaciones de gas natural vehicular	Unidades económicas dedicadas principalmente al comercio al por menor especializado, a través de métodos tradicionales o por internet, de gas natural vehicular en estaciones de gas natural vehicular.	468414	Downstream
Transporte de gas natural por ductos	Unidades económicas dedicadas principalmente al transporte de gas natural por ductos del lugar en que se obtiene o produce a la planta distribuidora.	486210	Midstream
Autotransporte local de materiales y residuos peligrosos	Unidades económicas dedicadas principalmente al autotransporte de materiales y residuos peligrosos, como productos refinados del petróleo, sustancias corrosivas, tóxicas, venenosas o reactivas, materiales explosivos, inflamables, biológico-infecciosos, irritantes o de cualquier otro tipo que por sus características pudieran representar un peligro para la salud, el ambiente, la seguridad de la población o la propiedad de terceros, en vehículos diseñados y equipados para ese propósito, y cuyo radio de acción se limita al área metropolitana, municipio o localidad en que radican.	484222	Midstream
Extracción de gas natural no asociado	Unidades económicas dedicadas principalmente a la extracción de gas natural en yacimientos que no contienen petróleo.	211112	Upstream
Refinación de petróleo	Unidades económicas dedicadas principalmente a la refinación de petróleo crudo.	324110	Downstream
Transporte por ductos de productos refinados del petróleo	Unidades económicas dedicadas principalmente al transporte por ductos de productos refinados del petróleo como petróleo refinado, condensados del gas natural, gasolina, y otros productos refinados del petróleo, no clasificados en otra parte.	486910	Midstream

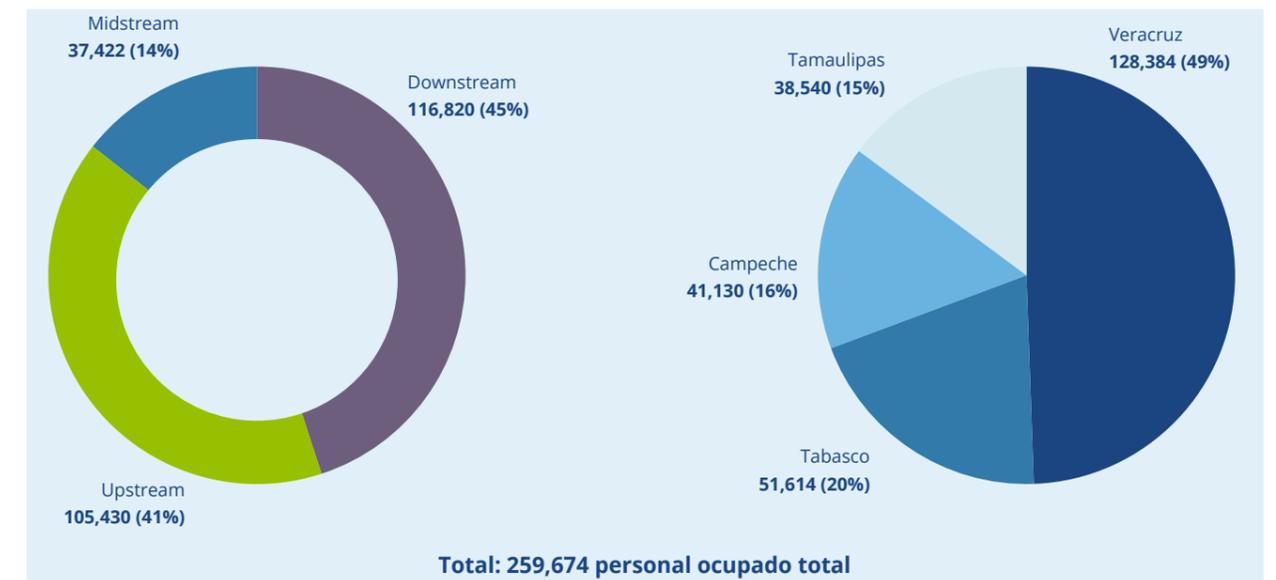
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) Clasificadores - Catálogo SCIAN 2023. <https://www.inegi.org.mx/scian>

Posterior a identificar los códigos de las unidades se identificó el personal dependiente de las unidades económicas con actividades dentro de la cadena de hidrocarburos para identificar el número de personas dependientes de este sector en cada estado. De acuerdo con el Censo Económico de 2019 y el índice H001A que nos indica el total de las personas que trabajaron durante el período de referencia, disponemos de información sobre la cantidad de empleados en el sector de hidrocarburos en cada estado. Estos datos abarcan las 17 actividades

identificadas en las tres etapas de la cadena de valor del sector de hidrocarburos (upstream, midstream y downstream).

A continuación, se presenta un análisis de la distribución de la fuerza laboral en el sector de hidrocarburos en México, desglosado por estado. Estos datos muestran la cantidad de personas ocupadas en el sector y su proporción en relación con el total.

Ilustración 19. Distribución de personal ocupado por estado y por etapa

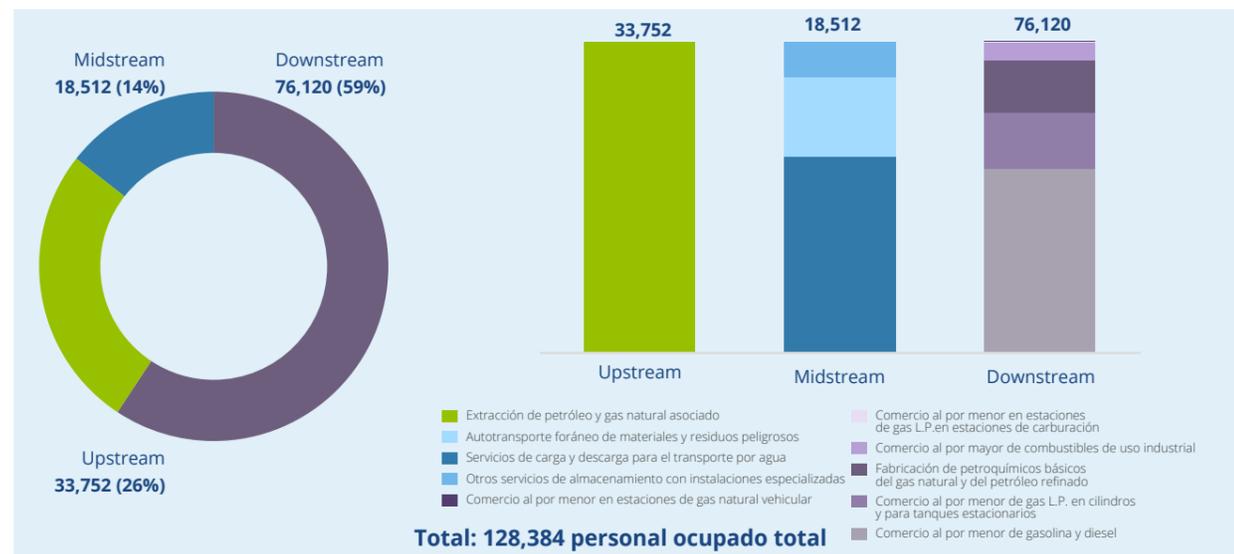


Fuente: Elaboración propia a partir de información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2019) Censos Económicos 2019. <https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2019/>

Un total de 259,674 personas estaban empleadas en el sector de hidrocarburos en 2019 en estos estados. Este número de trabajadoras y trabajadores es el que enfrentará la transición hacia los nuevos sectores propuestos de manera justa y equitativa. A continuación, se presenta un desglose por estado, teniendo en cuenta las 17 actividades que abarcan las tres etapas de la cadena de valor del sector de hidrocarburos. Estos datos son fundamentales para comprender la magnitud de la transición necesaria en cada región y la importancia de una

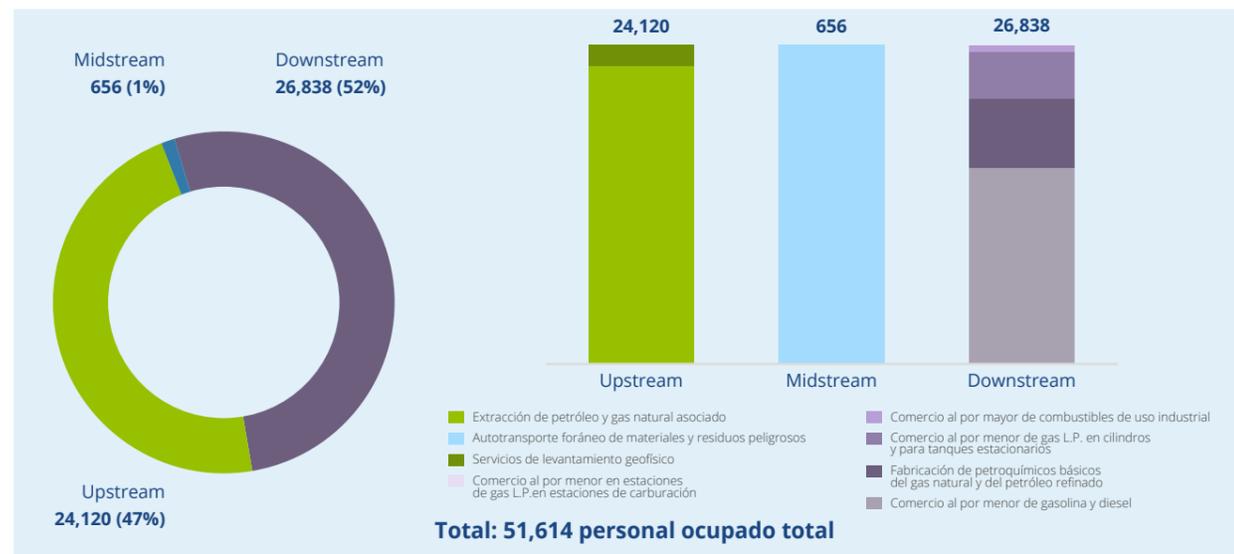
Transición Justa para las trabajadoras y los trabajadores, sin olvidar a sus comunidades. Es esencial reconocer que la transición puede llevarse a cabo en diferentes plazos, ya sea en el corto, mediano o largo plazo, considerando las capacidades y habilidades específicas de cada trabajador, así como las oportunidades disponibles en los nuevos sectores. Un enfoque flexible y personalizado será crucial para garantizar una adaptación efectiva y sostenible en el proceso de transición laboral.

Ilustración 20. Distribución de personal ocupado en Veracruz y composición del personal en las etapas de la cadena de valor



Fuente: Elaboración propia a partir de información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2019) Censos Económicos 2019. <https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2019/>

Ilustración 21. Distribución de personal ocupado en Tabasco y composición del personal en las etapas de la cadena de valor



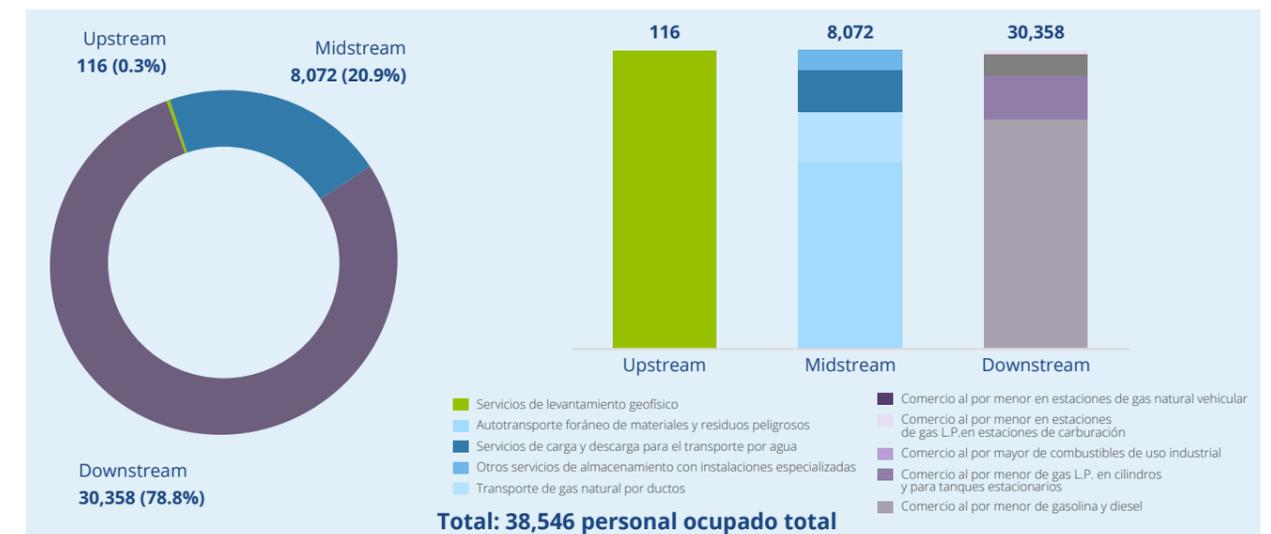
Fuente: Elaboración propia a partir de información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2019) Censos Económicos 2019. <https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2019/>

Ilustración 22. Distribución de personal ocupado en Campeche y composición del personal en las etapas de la cadena de valor



Fuente: Elaboración propia a partir de información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2019) Censos Económicos 2019. <https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2019/>

Ilustración 23. Distribución de personal ocupado en Tamaulipas y composición del personal en las etapas de la cadena de valor



Fuente: Elaboración propia a partir de información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2019) Censos Económicos 2019. <https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2019/>

Es importante mencionar que el personal ocupado en la etapa de downstream del sector hidrocarburos tiende a ser más sencillo de migrar a otros sectores en comparación con el personal en midstream y upstream por varias razones:

- **Diversidad de roles:** el downstream involucra una variedad de roles y actividades, que incluyen operaciones de refinación, petroquímica, distribución y logística. Estos roles a menudo requieren una combinación de habilidades técnicas más generales, lo que facilita la transición a roles similares en otros sectores.

- **Ubicación geográfica variada:** las instalaciones de downstream, como las refinerías y terminales, suelen estar distribuidas en diferentes áreas geográficas. Esto significa que el capital humano de estas instalaciones pueden encontrar oportunidades en sectores relacionados que estén presentes en las mismas regiones.
- **Habilidades transferibles:** las habilidades adquiridas en el downstream, como la gestión de procesos, la seguridad industrial, la logística y la gestión de productos químicos, son transferibles a varias industrias, como la química, la manufactura, la construcción y el transporte.

- **Menor especialización técnica:** aunque el downstream puede requerir conocimientos técnicos, suele involucrar menos especialización en comparación con el upstream, que se enfoca en la exploración y producción de petróleo y gas, donde las operaciones son más técnicas y específicas.

Estos factores hacen que el personal en la etapa de downstream sea más adaptable y tenga una mayor versatilidad para migrar a otros sectores en comparación con el personal en las etapas de midstream y upstream, que pueden tener roles más especializados y técnicos. Sin embargo, la facilidad de migración sigue dependiendo de la ubicación geográfica, la demanda laboral en la región y la voluntad de las trabajadoras y los trabajadores de adquirir nuevas habilidades si es necesario.

Por esta razón en la transición hacia un sistema de energía basado en renovables, es importante recalcar que gobiernos, empresas, sindicatos y del propio capital humano desempeñan roles clave no solo para acelerar dicho proceso, sino también para dar forma a su desarrollo. El éxito dependerá de abordar la transición de manera inclusiva y participativa, brindando voz a todos los participantes. Es crucial que todas las trabajadoras y los trabajadores estén involucrados en las decisiones del cambio para garantizar el respeto a la justicia y equidad, así como para asegurar la aceptación social de los cambios profundos que implica la transición energética. Sin embargo, para ganar el pleno apoyo del movimiento laboral, la atención debe centrarse en la calidad, no solo en la cantidad de empleos generados en la economía baja en carbono.

### 3.3. Propuesta de sectores de Transición para el capital humano

La propuesta de migración hacia sectores se fundamenta en el Benchmark de la Transición Energética Justa a nivel global, teniendo en cuenta los sectores de migración de países como Alemania, Noruega, Chile y Colombia, así como aquellas que se alinean con las políticas públicas, que incluyen Leyes y documentos estratégicos a nivel estatal de los estados objeto de estudio. Por otro lado, el segundo grupo se origina de aquellas que surgen de la identificación de habilidades y actividades específicas.

#### Benchmark

Del contexto internacional se desprenden los siguientes sectores de Transición Energética Justa del sector de hidrocarburos y, en consecuencia, de su capital humano:

1. **Energía Solar:** México cuenta con un inmenso potencial en energía solar gracias a su ubicación

geográfica. La industria solar está en constante crecimiento, lo que brinda oportunidades en diseño, instalación, mantenimiento y desarrollo de proyectos fotovoltaicos. Los profesionales pueden contribuir a la expansión de esta fuente de energía limpia.

2. **Energía Eólica:** de manera similar a la energía solar, México dispone de abundantes recursos eólicos. La industria eólica se encuentra en expansión y los especialistas pueden encontrar oportunidades en el montaje y mantenimiento de aerogeneradores, así como en el desarrollo de parques eólicos, impulsando la generación de energía sostenible.
3. **Biogás/Biometano:** el biogás y biometano son gases renovables generados a partir de la descomposición anaeróbica de materia orgánica, como residuos agrícolas, ganaderos o agroindustriales. México cuenta con un gran potencial para su producción debido a la abundancia de materias primas. Los profesionales pueden contribuir al aprovechamiento de residuos orgánicos y la generación de biogás.
4. **Hidrógeno Verde:** el hidrógeno verde y sus derivados, producido a partir de energía renovable, tiene un gran potencial en México. Hay oportunidades para profesionales especializados en gases para participar en la producción, almacenamiento y diversas aplicaciones del hidrógeno verde, lo que contribuye a una economía más limpia y sostenible.
5. **Almacenamiento de Energía:** dada la creciente demanda de almacenamiento de energía, hay oportunidades en el desarrollo y gestión de sistemas de almacenamiento, como baterías y tecnologías avanzadas de almacenamiento. Los profesionales pueden desempeñar un papel crucial en la estabilidad y disponibilidad de energía sostenible.

Estas áreas representan oportunidades concretas para que el capital humano del sector de hidrocarburos migre hacia industrias más limpias y sostenibles, contribuyendo al desarrollo económico y ambiental del país.

#### Identificación de habilidades y actividades

Además de las áreas mencionadas, existen oportunidades en industrias complementarias, las cuales están relacionadas con la industria energética, aunque no forman parte directa de la producción de energía en sí. La siguiente tabla presenta, de acuerdo con las tres grandes etapas del sector de hidrocarburos, la descripción de las actividades y conocimientos que posee el capital humano que trabaja en este sector. Esto nos permite identificar cómo estos conocimientos podrían migrar hacia industrias complementarias.

Tabla 13. Áreas de transición de industrias complementarias

Etapa	Descripción de Actividades	Áreas de conocimiento	Áreas de transición
Upstream	Exploración y producción de petróleo y gas, incluyendo la búsqueda de yacimientos, extracción.	Geología, geofísica, ingeniería de perforación, ingeniería de producción y reservorios. Áreas de especialidad incluyen exploración sísmica, perforación direccional y recuperación mejorada de petróleo	-Industria de eficiencia energética -Industria química
Midstream	Transporte y almacenamiento de hidrocarburos, incluyendo oleoductos, gasoductos, almacenamiento en tanques y transporte marítimo	Ingeniería de tuberías, diseño y operación de terminales, y gestión del transporte marítimo.	
Downstream	Procesamiento, comercialización y distribución de hidrocarburos. Incluye destilación, craqueo, reformado, tratamiento, producción de lubricantes, combustibles pesados, fabricación de asfalto y productos petroquímicos.	Ingeniería química, diseño y operación de refinerías, marketing y ventas.	

Fuente: Elaboración propia

Dentro de las áreas de transición identificadas en ambos grupos, se pueden definir tres grandes agrupaciones que representan diversas oportunidades para la migración de profesionales del sector de hidrocarburos. Estas agrupaciones incluyen, en primer lugar, las 'Industrias Complementarias', donde se encuentran las industrias estrechamente relacionadas con el sector energético, pero no directamente ligadas a la producción de energía. En segundo lugar, se destacan las 'Industrias de Almacenamiento y Gases Renovables', que abarcan la gestión de sistemas de almacenamiento de energía y la producción de gases renovables. Finalmente, se encuentran las 'Energías Renovables', que comprenden la generación de energía a partir de fuentes renovables como la solar y eólica. Es importante destacar que estas industrias propuestas varían en el grado de especialización requerida para la transición, desde aquellas que demandan menos especialización hasta las que requieren una mayor especialización, como es el caso de las energías renovables.

La agrupación propuesta tiene fundamentos basados en la interconexión y dependencia de las áreas identificadas. La categoría de 'Industrias de Almacenamiento y Gases Renovables' se ha configurado de esta manera porque incorpora el hidrógeno verde, que constituye un paso inicial para su producción y está intrínsecamente vinculada a la disponibilidad de energía renovable.

Además, la gestión de sistemas de almacenamiento de energía en estas industrias también depende directamente de fuentes de energía renovable y el biogás/biometano que es un gas industrial renovable. Por lo tanto, agrupar estas

áreas refleja su dependencia mutua y su contribución conjunta a la transición hacia un modelo más sostenible.

En el contexto de estas áreas de transición, se distinguen dos tipos de perfiles de transición para el capital humano del sector de hidrocarburos hacia las industrias propuestas. En primer lugar, encontramos la 'Transición Especializada', que implica la reubicación de expertos altamente capacitados en campos específicos. Esta transición presenta mayores retos debido a que, al ser altamente especializados, la reubicación a puestos similares en las industrias propuestas presenta desafíos y puede requerir capacitación adicional.

Por otro lado, la segunda categoría de transición se refiere a 'Trabajos Complementarios'. Esta categoría engloba una amplia variedad de oportunidades laborales, como el mantenimiento de equipos, personal de construcción, personal administrativo y otras funciones que respaldan las operaciones de la industria. La ventaja de esta categoría es que presenta una abundancia de opciones laborales, lo que facilita la transición para la mayoría de las trabajadoras y los trabajadores.

Ambos tipos de transición desempeñan un papel crucial en la Transición Justa y son esenciales para alcanzar los objetivos ambientales y económicos del país.

En la siguiente tabla, se muestra de manera conceptual las dos categorías de perfiles laborales en su transición desde el sector de hidrocarburos hacia tres agrupaciones: industrias complementarias, industrias de almacenamiento y gases renovables y energías renovables.

Tabla 14. Sectores de transición acorde con los perfiles identificados

		Perfiles	
		Especializados	Complementarios
Áreas de transición		Los perfiles especializados generalmente no pueden migrar tan fácilmente debido a la naturaleza altamente especializada de sus conocimientos y experiencia.	Los perfiles complementarios desempeñan una variedad de funciones que respaldan las operaciones de la industria de los hidrocarburos. Sus habilidades y conocimientos son más versátiles y aplicables a una amplia gama de industrias.
Industrias complementarias	Industria de eficiencia energética	La transición de perfiles especializados hacia estas áreas requeriría cierta adaptación y formación adicional, ya que las tecnologías y los procesos en las industrias complementarias o industrias almacenamiento y gases renovables pueden ser diferentes de los del sector hidrocarburos.	Los perfiles complementarios, como los plomeros, instaladores de tuberías, operadores de máquinas para el tratamiento de agua, técnicos en mantenimiento y reparación de vehículos de motor, y otros roles que se centran en habilidades prácticas y técnicas, pueden tener mayores oportunidades de migrar a cualquier área propuesta.
	Industria química		
Industria de almacenamiento y gases renovables	Biogás/Biometano	Los perfiles relacionados con la seguridad, salud pública y gestión ambiental, como ecólogos, especialistas en seguridad y técnicos en salud pública, tienen oportunidades en energías renovables.	
	Hidrógeno Verde		
Energía renovable	Almacenamiento de Energía		
	Energía Solar		
	Energía Eólica		

Fuente: Elaboración propia

Es importante tener en cuenta que tanto los perfiles especializados como los complementarios se enfrentarán a desafíos y oportunidades. Algunos puntos clave que se deben considerar para que esta transición sea justa, son:

- **Acceso equitativo a la formación:** garantizar que la formación y el desarrollo de habilidades estén disponibles y accesibles para todo el capital humano, independientemente de su nivel actual de especialización. Esto implica la creación de programas inclusivos y asequibles.
- **Apoyo financiero:** proporcionar apoyo financiero para la formación y el perfeccionamiento de habilidades, especialmente para aquellas personas que puedan enfrentar dificultades económicas durante la transición. Esto podría incluir becas, subsidios u otras formas de asistencia financiera.
- **Asesoramiento profesional:** establecer servicios de asesoramiento profesional para orientar a las trabajadoras y los trabajadores en la identificación de oportunidades de desarrollo de habilidades y transición laboral. Esto puede ayudar a alinear las aspiraciones profesionales con las demandas del mercado laboral emergente.
- **Reconocimiento de habilidades previas:** valorar y reconocer las habilidades y la experiencia previas de las trabajadoras y los trabajadores en la industria de hidrocarburos, facilitando así una transición más fluida y justa.

- **Red de seguridad social:** implementar medidas de seguridad social sólidas para aquellos que puedan experimentar pérdidas temporales de empleo durante el proceso de adquisición de nuevas habilidades. Esto puede incluir protección contra despidos injustos y beneficios de desempleo mejorados.
- **Inclusión y diversidad:** asegurar que los programas de formación sean inclusivos y promuevan la diversidad, eliminando posibles barreras para la participación de grupos minoritarios o marginados.
- **Diálogo social:** fomentar el diálogo social entre el capital humano, empleadores y autoridades gubernamentales para garantizar que las políticas y programas sean diseñados con la participación de todas las partes interesadas y reflejen las necesidades reales de la fuerza laboral.
- **Garantía de empleo decente:** trabajar hacia la creación de empleo decente en los nuevos sectores emergentes, con condiciones laborales justas y salarios dignos.

### 3.4. Propuesta de Transición del capital humano

En este apartado, se propone la migración de los perfiles de hidrocarburos hacia los sectores identificados, empleando un enfoque técnico basado en las capacidades actuales de los empleados. Se inicia retomando el análisis de la cadena de valor del sector de hidrocarburos y se

lleva a cabo un análisis detallado de las cadenas de valor de los sectores de transición propuestos. El objetivo principal de este análisis es comprender cómo el capital humano del sector de hidrocarburos puede migrar de manera efectiva hacia las áreas propuestas.

A través de estos dos puntos clave, se examina la integración potencial de los perfiles de hidrocarburos en las cadenas de valor de los sectores identificados, lo cual se visualiza mediante un diagrama Sankey. Es crucial destacar que este análisis técnico se inicia considerando las habilidades y competencias de los empleados.

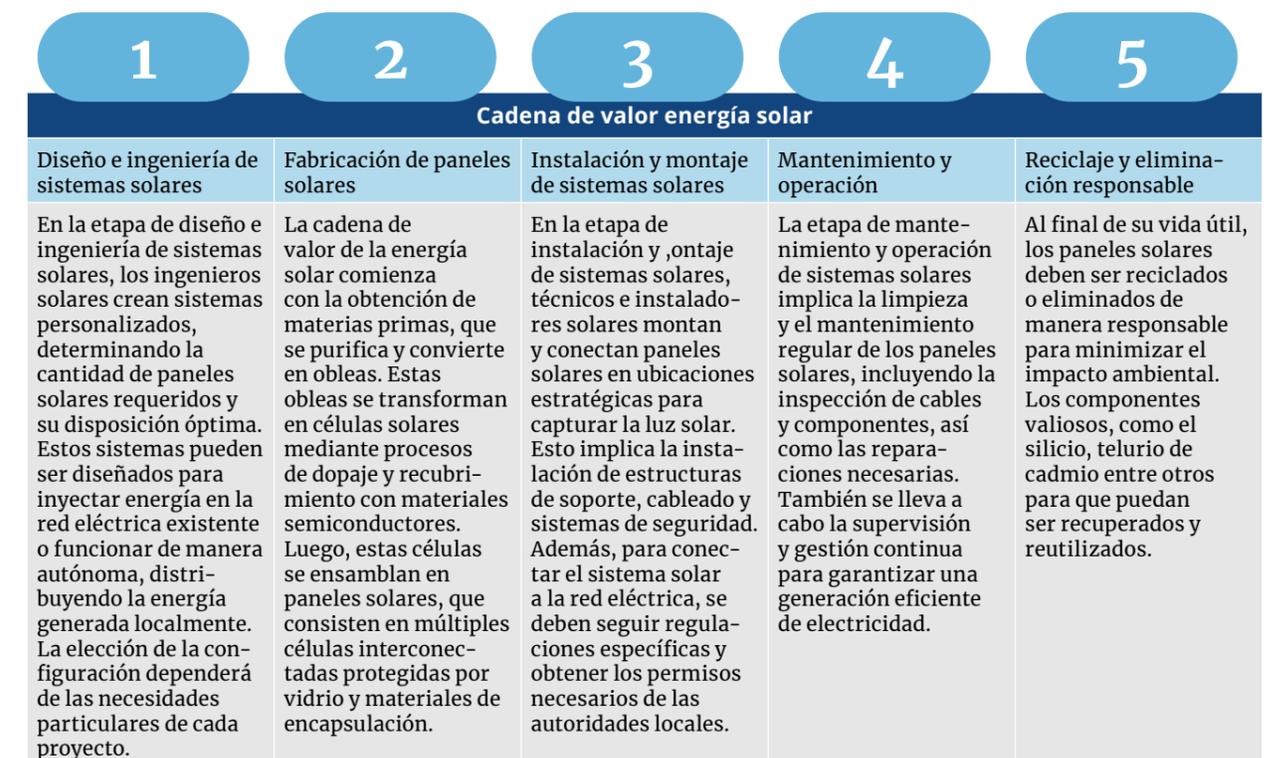
No obstante, para brindar una visión completa y alineada con los principios de la Transición Energética Justa, al final del proceso se identifican y presentan los retos que podrían surgir durante esta migración. Este enfoque integral no solo destaca las oportunidades técnicas iniciales, sino que también reconoce los desafíos y desalineaciones temporales, espaciales, sectoriales y educativas, asegurando así una consideración completa y equitativa de los aspectos humanos en la transición energética.

### Análisis de las cadenas de valor de sectores de transición

A continuación, se exponen las cadenas de valor de las áreas de transición propuestas, delineando cómo el capital humano inicialmente evaluado exclusivamente por sus habilidades actuales provenientes del sector de hidrocarburos podría integrarse en estas áreas. Este análisis tiene como objetivo facilitar la visualización de las posibles migraciones laborales, identificando los sectores en los cuales las habilidades y conocimientos de las trabajadoras y los trabajadores son transferibles.

Asimismo, se presentan las cadenas de valor que respaldan estos resultados. No obstante, es crucial señalar que esta sección proporciona únicamente una visión general de las cadenas de valor. Para acceder a un análisis detallado de las cadenas de valor y obtener información específica sobre cómo los profesionales se integran en cada etapa de estas cadenas, considerando sus habilidades técnicas, se recomienda revisar los anexos adjuntos, donde se ofrece una perspectiva más completa y detallada.

Ilustración 24. Cadena de valor de los sectores propuestos



Cadena de valor energía eólica				
Diseño e ingeniería de sistemas eólicos	Fabricación de aerogeneradores	Transporte e instalación	Mantenimiento y operación	Reciclaje y eliminación responsable
Implica que ingenieros especializados optimicen la ubicación de los aerogeneradores para capturar eficientemente la energía del viento. Además, se lleva a cabo la ingeniería de conexión a la red para diseñar sistemas que permitan la conexión de los aerogeneradores a la red eléctrica existente, lo que conlleva la instalación de inversores y dispositivos de conexión.	La fabricación de aerogeneradores se inicia con la obtención de materias primas, continúa con la transformación de estas materias primas en componentes clave y culmina con el ensamblaje de aerogeneradores completos.	Se trasladan los aerogeneradores y sus componentes a los sitios de instalación, que pueden ser tanto terrestres como marítimos. Luego los técnicos e instaladores ensamblan los aerogeneradores en las ubicaciones previamente planificadas, lo que incluye la construcción de cimientos y torres necesarios para su instalación y funcionamiento.	Los aerogeneradores se monitorean constantemente para asegurar su rendimiento óptimo. Se llevan a cabo tareas de mantenimiento preventivo y correctivo para garantizar su eficiencia operativa. La electricidad generada por los aerogeneradores se integra en la red eléctrica a través de subestaciones y sistemas de transmisión. Finalmente, la electricidad se distribuye a través de la red eléctrica para atender a los consumidores finales.	Al final de su vida útil, eliminar adecuadamente los aerogeneradores para recuperar y reciclar materiales valiosos, como acero y cobre, para reducir el impacto ambiental de estos dispositivos al ser desechados.

Cadena de valor biogás / biometano				
Recogida de biomasa	Pretratamiento	Conversión	Acondicionamiento	Aplicación
La cadena de valor del biogás comienza con la recogida de biomasa, que puede ser cualquier tipo de materia orgánica animal o vegetal considerada como desperdicio en diversos procesos productivos. Esta biomasa se clasifica en cuatro grupos principales según las actividades productivas que la generan: agrícola y forestal, pecuaria, urbana e industrial.	Una vez recogida, la biomasa pasa por una etapa de pretratamiento donde se somete a procesos físicos, químicos, térmicos o biológicos. Durante esta fase, se eliminan impurezas presentes en la biomasa, como suelos, piedras, plásticos, metales y otras sustancias similares.	La conversión de la biomasa tiene lugar a través de la digestión anaeróbica, un proceso en el cual la biomasa se descompone en un entorno sin oxígeno, generando dos productos principales: biogás y digestato. El biogás obtenido contiene aproximadamente un 60% de metano, que es el componente principal del gas natural.	El biogás producido en la etapa de conversión debe someterse a un proceso de acondicionamiento para purificarlo. Durante esta fase, se eliminan impurezas como dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ), agua, sulfuro de hidrógeno y siloxanos (derivados del silicio). Este proceso, conocido como upgrading, tiene como objetivo multiplicar el poder energético del biogás.	El producto final de la cadena de valor del biogás es el biometano purificado, que está listo para su aplicación como combustible. Puede ser utilizado directamente como combustible en diversos sectores, almacenado para su uso futuro o inyectado en la red de gas natural.

Cadena de valor del hidrógeno verde (H <sub>2</sub> V)				
Producción de hidrógeno verde	Procesamiento (in situ)	Transporte nacional de hidrógeno	Transporte internacional de hidrógeno	Restitución (si es necesario)
En la fase de producción del hidrógeno se incluyen todas las actividades relacionadas con la generación de hidrógeno a partir de fuentes de energía renovable, como la electrólisis del agua utilizando electricidad de fuentes limpias, como la energía solar o eólica.	La elección del procesamiento del H <sub>2</sub> V depende de la distancia de transporte o del uso final. Puede procesarse como hidrógeno puro o transformarse en e-metanol, amoníaco (NH <sub>3</sub> ) o combustibles sintéticos, según la necesidad específica.	Para el transporte de hidrógeno a nivel nacional por tierra, se cuentan con diversas opciones, su licuefacción (LH <sub>2</sub> ) o portadores líquidos como el amoníaco (NH <sub>3</sub> ) o los portadores líquidos, además de la posibilidad de adaptar gasoductos de gas natural para el transporte interno de hidrógeno.	Las principales opciones de transporte de hidrógeno entre países son los gasoductos y las rutas marítimas a través de buques tanque, transportando hidrógeno o uno de sus derivados.	Si es necesario, se lleva a cabo un proceso de reconversión mediante procesos de craqueo, regasificación o de hidrogenación (LOHC) para obtener H <sub>2</sub> V.

Cadena de valor de almacenamiento en baterías				
Obtención de materia prima	Fabricación del recurso	Sinterización del cátodo	Fabricación de celdas	Reciclaje de baterías o reutilización
La cadena de valor comienza con la obtención de la materia prima, que implica la extracción de litio de depósitos minerales. Esta etapa es crucial, ya que el litio es un componente fundamental en las baterías de ion de litio.	En esta fase, el sulfato de cobalto, níquel y manganeso se mezclan para formar una mezcla que luego se convierte en forma de hidróxido. Posteriormente, este hidróxido se cristaliza en una forma sólida. Estos procesos son esenciales para la obtención de materiales precursores que se utilizarán en la fabricación de las celdas de la batería.	Los materiales precursores activos y el litio se someten a un proceso de sinterización. Este proceso implica altas temperaturas y presiones que permiten crear materiales activos de cátodo. La calidad de esta etapa influye significativamente en el rendimiento y durabilidad de las celdas de la batería.	Las celdas individuales se ensamblan utilizando los materiales activos de cátodo obtenidos en la fase anterior. Estas celdas se ensamblan luego en módulos de batería, que a su vez se agrupan en un paquete de batería. Durante este proceso, se incorporan sistemas de monitoreo de baterías, aislamiento, sistemas de calefacción (si es necesario) y otros componentes electrónicos para garantizar un rendimiento seguro y eficiente.	La última etapa de la cadena de valor aborda la necesidad de reciclaje de baterías y la posibilidad de dar una segunda vida útil a las baterías. El reciclaje de baterías de litio es crucial para gestionar de manera sostenible los desechos y recuperar materiales valiosos.

Cadena de valor de eficiencia energética				
Investigación y desarrollo	Fabricación y producción de equipos	Distribución e instalación	Servicios de consultoría y auditoría	Mantenimiento y monitoreo
La cadena de valor comienza con la investigación y desarrollo de tecnologías y soluciones de eficiencia energética. Aquí, se investigan y diseñan productos y sistemas energéticamente eficientes, como equipos de generación de energía renovable, sistemas de iluminación eficiente, dispositivos de control energético y tecnologías de gestión de energía.	Esto puede incluir la construcción, sistemas de calefacción y refrigeración eficientes, y otros dispositivos y equipos relacionados con la eficiencia energética.	Esta etapa implica la logística, el almacenamiento y la instalación de los equipos en edificios, instalaciones industriales y residencias.	Las empresas de eficiencia energética proporcionan servicios de consultoría y auditoría energética. Esto incluye la evaluación de edificios e instalaciones para identificar oportunidades de ahorro de energía y la recomendación de soluciones personalizadas.	Una vez implementadas las soluciones de eficiencia energética, es importante llevar a cabo un mantenimiento continuo y un monitoreo de los sistemas. Esto garantiza que los equipos sigan funcionando de manera eficiente y se maximice el ahorro de energía a lo largo del tiempo.

Cadena de valor industria química				
Obtención de materia prima	Producción de químicos básicos	Formulación y síntesis	Fabricación y producción en escala	Distribución y comercialización
Se adquieren las materias primas esenciales para la producción química. Estas materias primas pueden incluir minerales, productos petroquímicos y otros recursos naturales	Las materias primas se someten a procesos químicos fundamentales para convertirlas en productos químicos básicos. Estos procesos pueden incluir la destilación, la síntesis química y la purificación.	Los productos químicos básicos se combinan y se someten a reacciones químicas para crear productos químicos especializados. Se pueden diseñar fórmulas específicas para producir una amplia gama de productos, desde plásticos hasta productos farmacéuticos o fertilizantes.	Las plantas químicas y las instalaciones de fabricación se encargan de producir grandes cantidades de productos químicos de manera eficiente. Estos procesos pueden ser altamente automatizados y controlados.	Los productos químicos fabricados se distribuyen y se comercializan a través de una red de canales que puede incluir mayoristas, minoristas y distribuidores.

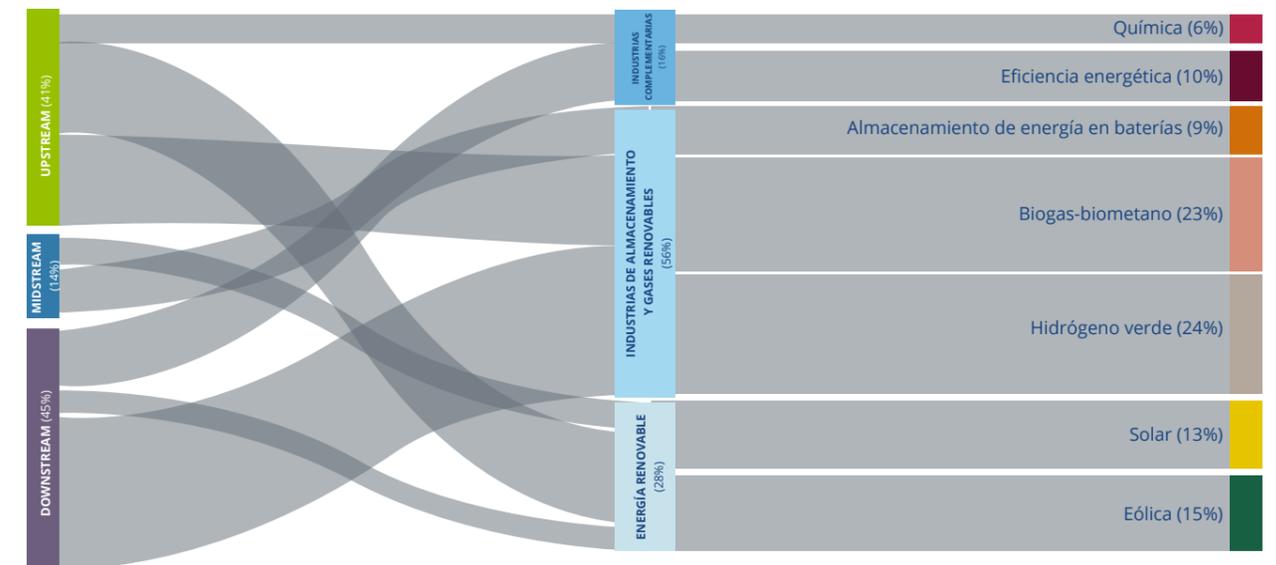
Fuente: Elaboración propia

Al analizar las cadenas de valor, se proporciona una visión detallada de cómo los profesionales del sector de hidrocarburos pueden realizar una transición exitosa hacia los sectores propuestos, centrándose exclusivamente en sus habilidades técnicas. Esta transición se representa y materializa de manera efectiva a través de un diagrama Sankey, que ilustra de manera gráfica y esquemática cómo los perfiles laborales existentes en el sector de hidrocarburos pueden encontrar su lugar en los sectores de transición.

La interpretación de la gráfica de Sankey refleja la distribución de los profesionales del sector de hidrocar-

buros a lo largo de las distintas etapas, siendo un 41% en Upstream, 14% en Midstream y 45% en Downstream. La propuesta de transición hacia las áreas identificadas se divide en tres grupos principales, donde un 28% migraría hacia energía renovable, un 56% hacia industria de almacenamiento y gases renovables, y un 16% hacia industrias complementarias. A su vez, estos sectores se distribuirían en las industrias finales de la siguiente manera: un 13% en energía solar, un 15% en energía eólica, un 23% en biogás-biometano, un 24% en hidrógeno verde, un 10% en eficiencia energética, un 9% en almacenamiento de energía en baterías y un 6% en la industria química.

Ilustración 25. Transición de capital humano actual a sectores propuestos considerando sus capacidades técnicas

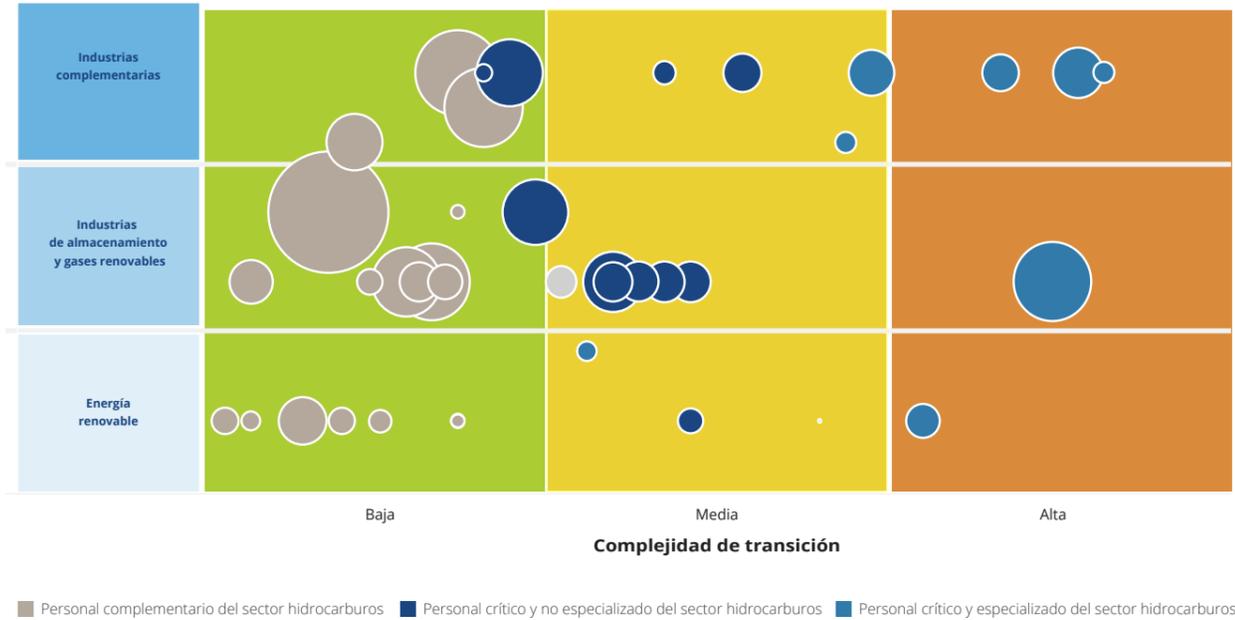


Fuente: Elaboración propia

Esta evaluación se enfoca exclusivamente en la transición basada en habilidades técnicas, destacando que a medida que un trabajador adquiere un mayor grado de especialización en el sector de hidrocarburos, la migración hacia otras industrias se vuelve más desafiante, y las opciones para hacerlo disminuyen. En contraste, a menor grado de especialización, la migración se facilita. El análisis se representa gráficamente, utilizando el eje horizontal para representar el grado de especialización y el eje vertical para mostrar las industrias hacia las cuales podrían migrar los profesionales.

En el eje vertical, se dividen las industrias en tres grandes grupos: industrias complementarias, industrias de almacenamiento y gases renovables, y energías renovables. Este gráfico proporciona una visión clara de cómo el personal del sector de hidrocarburos podría potencialmente migrar hacia las áreas de transición propuestas, ofreciendo insights sobre los porcentajes de migración en relación con el grado de especialización. La información visual obtenida de este análisis contribuye significativamente a comprender los desafíos y oportunidades que pueden surgir en el proceso de transición, exclusivamente desde una perspectiva técnica.

**Ilustración 26. Análisis específico de complejidad de transición de capital humano en los estados de acuerdo con sus habilidades técnicas actuales a sectores propuestos**



Fuente: Elaboración propia

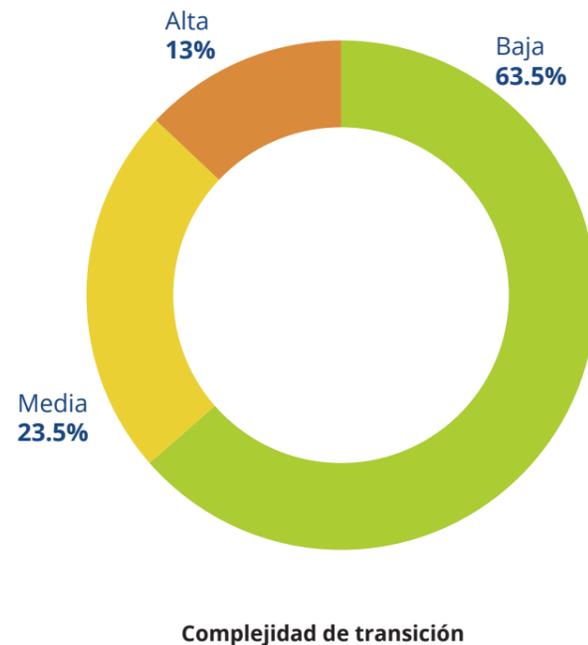
Los datos específicos para México revelan que el capital humano actual en el sector de hidrocarburos presenta diversas oportunidades de migración hacia las áreas de transición propuestas, destacando que el análisis se concentra exclusivamente en la transición considerando las habilidades técnicas.

La mayoría del capital humano, constituyendo un 63.5%, se encuentran en un nivel de complejidad de transición baja. Esto sugiere que poseen un grado de especialización que les permite adaptarse con relativa facilidad a las nuevas industrias emergentes. En contraste, un 23.5% del capital humano se sitúa en un nivel de complejidad de transición media, indicando que podrían necesitar capacitación o ajustes para realizar una transición exitosa. Finalmente, un 13.0% del capital humano se ubica en un nivel de complejidad de transición alta, lo que implica que la migración será más desafiante y requerirá un mayor esfuerzo de adaptación y aprendizaje.

Estos datos subrayan la importancia de la formación y el desarrollo profesional para garantizar una Transición Justa y efectiva del capital humano del sector de hidrocarburos hacia las nuevas oportunidades laborales. La diferenciación por niveles de complejidad proporciona una guía estratégica para diseñar programas de capacitación y desarrollo personalizados, asegurando que

la transición sea lo más fluida y exitosa posible en el contexto específico de México.

**Ilustración 27. Porcentajes de capital humano por complejidad de transición de acuerdo con sus habilidades técnicas actuales**



Fuente: Elaboración propia

**Retos y desajustes cara a una Transición Energética Justa del Capital Humano**

En los apartados anteriores, se identificó la cadena de valor del sector hidrocarburos, así como la cadena de valor de los sectores de migración. Además, se llevó a cabo un análisis para determinar si los profesionales que actualmente trabajan en el sector hidrocarburos poseen las capacidades técnicas necesarias para transicionar a los sectores propuestos. Es decir, se examinaron las habilidades asociadas con los empleos que desaparecerán en el sector hidrocarburos y se compararon con las requeridas por los empleos emergentes en los sectores de transición.

En este apartado, vamos a considerar otros retos que plantea la transición, como el desajuste espacial. Los nuevos empleos no necesariamente se están o estarán creando en las mismas ubicaciones, comunidades, regiones o países donde se producen las pérdidas. Para abordar este desafío, identificaremos las ubicaciones con potencial eólico, solar y de biomasa, evaluando si el desajuste

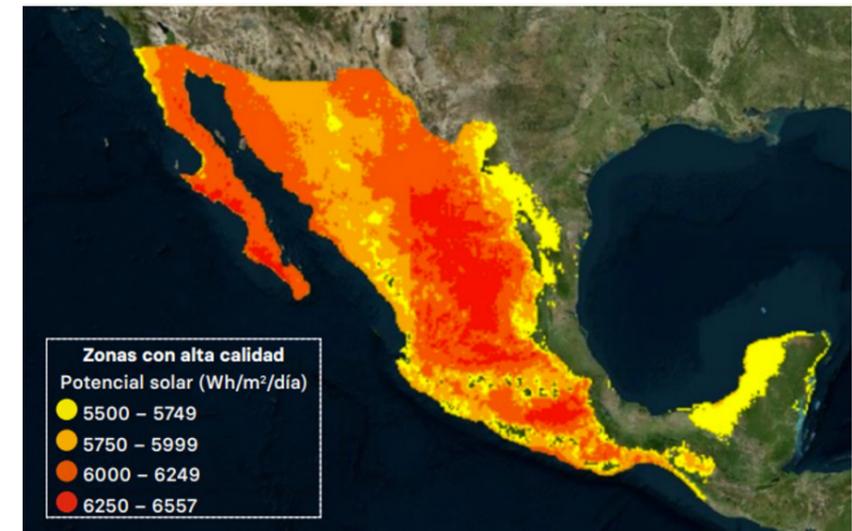
será amplio y diseñando estrategias para mitigar que esto afecte al capital humano del sector hidrocarburos.

La razón fundamental para enfocarse en estos sectores específicos es que son clave en la transición hacia un modelo energético más sostenible. La generación de hidrógeno verde, el biogás/biometano y el almacenamiento de energía son interdependientes y su viabilidad dependerá en gran medida de la ubicación estratégica de los sectores identificados previamente.

Con fundamento en informes de la Secretaría de Energía (SENER), la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA), y, de manera principal, basándonos en el Atlas Nacional de Zonas con Alto Potencial de Energías Limpias (AZEL) el cual clasifica el potencial renovable en áreas con alto potencial, llevamos a cabo la siguiente evaluación con el objetivo de identificar posibles desajustes espaciales en los estados actuales.

- Energía Solar:** el potencial solar del país es de los más altos a nivel mundial. La irradiación solar global en México, en promedio, es de 5 kWh/día/m<sup>2</sup> 41

**Ilustración 28. Potencial solar en México**



Fuente: (2015) Derechos Humanos Para Una Transición Energética Justa - Greenpeace. <https://www.greenpeace.org/static/planet4-mexico-stateless/2021/11/bf55b28f-derechos-humanos-para-una-transicio%CC%81n-energe%CC%81tica-justa.pdf>

- Energía Eólica:** el potencial eólico terrestre en México se encuentra principalmente en tres regiones:

el Istmo de Tehuantepec (región sur), Tamaulipas (región oriental) y Baja California (zona noroeste).

<sup>41</sup> (2015) Mexico - Irena - International Renewable Energy Agency. [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2015/IRENA\\_REmap\\_Mexico\\_summary\\_2015.pdf?la=en&hash=F8987A261CADCBF7C8C69627D86ABCE593FE8EC8](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2015/IRENA_REmap_Mexico_summary_2015.pdf?la=en&hash=F8987A261CADCBF7C8C69627D86ABCE593FE8EC8)

## Ilustración 29. Potencial eólico en México



Fuente: (2015) Derechos Humanos Para Una Transición Energética Justa - Greenpeace. <https://www.greenpeace.org/static/planet4-mexico-stateless/2021/11/bf55b28f-derechos-humanos-para-una-transicio%CC%81n-energe%CC%81tica-justa.pdf>

3. **Biomasa:** el Atlas Nacional de Biomasa (ANBIO) define la biomasa como la generada a partir de cultivos con fines energéticos, incluye como biomasa cualquier materia orgánica resultante como desperdicio de procesos productivos, clasificándola en cuatro

grupos según las actividades que generan esa materia orgánica: agrícola y forestal, pecuaria, urbana e industrial. El potencial energético según el tipo de biomasa se muestra a continuación.

## Ilustración 30. Potencial de biomasa en México



Fuente: (2015) Derechos Humanos Para Una Transición Energética Justa - Greenpeace. <https://www.greenpeace.org/static/planet4-mexico-stateless/2021/11/bf55b28f-derechos-humanos-para-una-transicio%CC%81n-energe%CC%81tica-justa.pdf>

A partir de la información previa, se observa que Campeche, una porción de Tabasco y una pequeña parte de Tamaulipas poseen un potencial significativo de energía solar. Además, Tamaulipas muestra un potencial destacado en energía eólica, mientras que los cuatro estados cuentan con potencial en biomasa. Este panorama indica que estados, como Veracruz, podrían experimentar unas complicaciones en la transición del capital humano hacia estos sectores.

El desajuste espacial en la creación de nuevos empleos se vuelve evidente, ya que las oportunidades no necesariamente emergen en las mismas ubicaciones donde se están produciendo pérdidas. En este contexto, la geografía del potencial energético podría influir en la dinámica de la transición laboral, destacando la importancia de considerar estrategias específicas para abordar este desajuste.

La siguiente tabla presenta una visión detallada de diversas tecnologías de generación de energía renovable,

destacando sus respectivos tiempos de construcción y vida útil. Cada tecnología se describe brevemente para proporcionar contexto sobre su aplicación y funcionalidad en el ámbito energético. Estos datos son esencia-

les para evaluar el desajuste temporal en la transición laboral, ya que ofrecen una comprensión clara de los periodos asociados con la implementación y operación de cada tecnología.

Tabla 15. Comparativa tiempos de construcción y de vida útil

Tecnología	Descripción	Años de construcción	Tiempo de vida útil (años)
Eólica onshore	Generación de energía eólica en tierra firme.	1.5	25
Eólica offshore	Generación de energía eólica en aguas profundas.	3.5	25
Solar fotovoltaica techos	Generación de energía solar en techos de edificaciones.	0	25
Solar fotovoltaica utility	Generación de energía solar a gran escala para servicios públicos.	0	25
Solar Concentración (CSP)	Generación de energía solar mediante concentración térmica.	2	20
Biomasa	Generación de energía a partir de materia orgánica renovable.	4.5	30

Fuente: (2015) Derechos Humanos Para Una Transición Energética Justa - Greenpeace. <https://www.greenpeace.org/static/planet4-mexico-stateless/2021/11/bf55b28f-derechos-humanos-para-una-transicio%CC%81n-energe%CC%81tica-justa.pdf>

El conocimiento detallado de los tiempos de construcción y vida útil de las tecnologías de generación de energía renovable desempeña un papel fundamental en la planificación y creación de políticas. Este enfoque anticipado, en lugar de reactivo, permite prever y abordar proactivamente las posibles consecuencias sociales negativas que podrían surgir durante la transición hacia sectores emergentes. En lugar de simplemente reaccionar a eventos.

La comprensión de estos tiempos facilita la creación de empleo y el impulso de nuevas industrias al proporcionar un marco temporal claro para la implementación de tecnologías renovables. Al considerar anticipadamente los periodos de construcción y vida útil, los actores clave, como trabajadoras y trabajadores, empleadores y el gobierno, pueden colaborar eficientemente en la transición laboral.

En este contexto, el gobierno desempeña un papel esencial al habilitar la transición hacia sectores renovables mediante políticas y subsidios que fomenten y aceleren el cambio. Estas políticas pueden incluir incentivos fiscales, financiamiento para capacitación y desarrollo de habilidades, así como programas de apoyo específicos para el capital humano en transición. Los subsidios pueden actuar como catalizadores para la adopción de tecnologías limpias, creando un entorno propicio para la inversión y la creación de empleo en industrias emergentes.

Por otro lado, los empleadores desempeñan un papel crucial al considerar las prestaciones actuales de los

empleados y proponer ofertas laborales que no solo sean atractivas en términos de empleo, sino que también aborden aspectos esenciales como seguridad, salud en el trabajo, protección social y perspectiva de género.

Las trabajadoras y los trabajadores en este proceso de transición, son actores clave que deben participar activamente. Su involucramiento no solo implica adquirir nuevas habilidades, sino también abogar por el respeto de sus derechos humanos fundamentales. La participación activa de las trabajadoras y los trabajadores en la formulación de políticas y la toma de decisiones asegura que se aborden sus necesidades y preocupaciones de manera adecuada, promoviendo así una Transición Justa y equitativa hacia una economía más sostenible. En resumen, la colaboración efectiva entre gobierno, empleadores, trabajadoras y trabajadores es esencial para lograr una transición laboral exitosa y socialmente responsable hacia sectores emergentes.

Es fundamental reconocer que la transición hacia energías renovables impacta directamente en el sector de hidrocarburos y al mismo tiempo, afectará a las industrias interdependientes. Esta interconexión generará desajustes sectoriales, ya que las ganancias y pérdidas de empleo repercutirán en diferentes áreas de la economía. Por lo que este desajuste no solo involucra al capital humano del sector de hidrocarburos, sino que se extiende a otras industrias. Por lo tanto, es esencial implementar políticas que protejan a este capital humano más amplio. Por ejemplo, la adopción de medidas como programas de reentrenamiento, reconversión laboral y apoyo social puede

ayudar a suavizar la transición y preservar el bienestar del capital humano en todas las áreas afectadas. Abordar la transición de manera integral, considerando las conexiones entre los diferentes sectores es crucial para lograr una transformación equitativa y sostenible.

En conclusión, aunque la migración considerando las capacidades técnicas del capital humano del sector hidrocarburos puede ser fluida debido a la transferibilidad de habilidades, es esencial abordar de manera integral los desafíos temporales, espaciales, sectoriales y educativos para garantizar una Transición Energética Justa del capital humano.

Al abordar estos desafíos de manera integral, no solo se facilitará la adaptación del capital humano a las nuevas demandas laborales, sino que también se puede prevenir impactos negativos en términos de empleo y bienestar social.

### 3.5. Identificación de brechas para una Transición Energética Justa del capital humano en los estados

Al retomar los principios fundamentales de la Transición Energética Justa y aplicar las lecciones aprendidas de los países analizados en el capítulo anterior, se enfoca la atención en identificar las brechas existentes en términos de políticas y programas en los estados bajo estudio. Este análisis tiene como objetivo central fortalecer el marco de actuación y promover una Transición Energética Justa.

Al abordar estas brechas, se busca no solo garantizar la eficacia de la transición hacia fuentes de energía más sostenibles, sino también salvaguardar el bienestar de las comunidades locales específicamente del capital humano que se verá afectado.

#### Campeche

Tabla 16. Campeche- Brechas en términos de políticas y programas sobre Transición Justa del capital humano

Brechas en los principios de Transición Energética Justa del capital humano	
Adecuada formulación de políticas industriales y esquemas de protección social:	Calidad del empleo para el capital humano en la economía baja en carbono:
Aunque se destaca la relevancia de la minería petrolera para la economía, la caída en la producción ha afectado el PIB estatal. Aquí surge una brecha en términos de formulación de políticas para abordar la disminución en la producción petrolera y mitigar los impactos económicos al capital humano y comunidades afectadas.	Aunque se destaca la importancia de la eficiencia energética y el impulso de fuentes alternativas, se requiere una evaluación más detallada de la calidad del empleo generado en estos sectores. Se debe prestar atención a los estándares laborales, salarios y beneficios asociados con los nuevos empleos generados en el ámbito de la transición energética.

Las brechas identificadas, van en consonancia con los dos principios fundamentales de la Transición Energética Justa del capital humano:

#### 1. Adecuada formulación de políticas industriales y esquemas de protección social:

- Se destaca la necesidad imperante de políticas gubernamentales y marcos regulatorios adaptados a la transición, con el fin de evitar desajustes temporales, espaciales, sectoriales y educativos. La creación de nuevos empleos no siempre coincide temporalmente con la pérdida de empleo, ni necesariamente se generan en las mismas ubicaciones o sectores. Por lo tanto, resulta esencial implementar políticas industriales y esquemas de protección social adecuados que aseguren una transición laboral suave y equitativa.

#### 2. Calidad del empleo para el capital humano en la economía baja en carbono:

- La calidad de los empleos generados durante la transición es crucial para garantizar una Transición Justa. Es necesario establecer estándares que aseguren salarios dignos, beneficios de jubilación, seguridad y prácticas laborales justas. Además, se debe abordar la falta de datos detallados para tomar decisiones informadas sobre la transición laboral, asegurando que la creación de empleo sea beneficiosa y equitativa para todo el capital humano.

En el contexto de la transición energética hacia una economía baja en carbono, las siguientes tablas destacan las brechas existentes en la implementación de principios cruciales para asegurar una Transición Justa del capital humano.

Se menciona la competencia con otros estados y la necesidad de políticas que fortalezcan el desarrollo humano, la infraestructura y la tecnología. La brecha podría residir en la falta de medidas específicas para proteger al capital humano y comunidades durante la competencia y garantizar que los beneficios de la transición lleguen equitativamente.	La necesidad de formar profesionales para la industria se menciona, pero se requiere una mayor especificidad en términos de programas de formación, certificaciones y aseguramiento de la calidad educativa para garantizar que el capital humano esté preparado para las oportunidades en la transición energética.
	La incertidumbre en los precios de los energéticos puede generar inestabilidad en el empleo. Se necesita una atención específica a cómo las políticas pueden amortiguar los impactos en el capital humano en casos de fluctuaciones en los precios de la energía.

Fuente: Elaboración propia

#### Tamaulipas

Tabla 17. Tamaulipas- Brechas en términos de políticas y programas sobre Transición Justa del capital humano

Brechas en los principios de Transición Energética Justa del capital humano	
Adecuada formulación de políticas industriales y esquemas de protección social:	Calidad del empleo para el capital humano en la economía baja en carbono:
El Programa y la Ley de Tamaulipas demuestran un claro impulso hacia la eficiencia energética y el uso de fuentes renovables. Sin embargo, para asegurar una transición laboral suave y equitativa, es crucial que estas políticas estén acompañadas de medidas específicas para la protección social del capital humano que podría verse afectados por cambios en la industria. Esto incluye esquemas de reentrenamiento, compensaciones y apoyo durante la transición.	Aunque se mencionan objetivos como la generación de empleo verde y el impulso de tecnologías limpias, sería beneficioso proporcionar detalles específicos sobre la calidad de estos empleos. Se podría mejorar la evaluación y descripción de cómo estos trabajos contribuirán al bienestar y la seguridad laboral de los empleados.
Aunque la Ley destaca la participación ciudadana y la promoción de la educación, sería beneficioso detallar medidas específicas para la participación del capital humano y comunidades afectadas. Garantizar la inclusión activa de los interesados puede ser esencial para abordar las preocupaciones específicas del capital humano durante la transición.	Aunque se destaca la cooperación internacional, sería beneficioso proporcionar detalles sobre cómo se abordarán las diferencias en términos de oportunidades laborales y protección social en el contexto internacional. Esto es particularmente importante si hay colaboración en proyectos que podrían tener impactos laborales significativos.
	Aunque se aborda la necesidad de tecnologías sostenibles en la vivienda, sería beneficioso detallar cómo se asegurarán que estas tecnologías estén disponibles y accesibles para toda la población, especialmente aquellos que podrían enfrentar desafíos económicos durante la transición.

Fuente: Elaboración propia

#### Tabasco

Tabla 18. Tabasco- Brechas en términos de políticas y programas sobre Transición Justa del capital humano

Brechas en los principios de Transición Energética Justa del capital humano	
Adecuada formulación de políticas industriales y esquemas de protección social:	Calidad del empleo para el capital humano en la economía baja en carbono:
Si bien se reconoce la complejidad de la transición energética y se descarta la imposición abrupta, sería beneficioso proporcionar detalles específicos sobre cómo se abordarán los desafíos sociales y laborales. La planificación detallada debería incluir medidas concretas para proteger y reentrenar a las trabajadoras y los trabajadores afectados, así como esquemas de apoyo social durante la transición.	Aunque se menciona la necesidad de capacitar al capital humano tabasqueño, sería beneficioso proporcionar detalles específicos sobre cómo se llevará a cabo esta capacitación. Se podría mejorar la evaluación y descripción de las medidas para garantizar que las trabajadoras y los trabajadores estén preparados para empleos en el sector de energías renovables.
Aunque se destaca la colaboración con empresas, sería beneficioso garantizar que esta colaboración no solo beneficie a las empresas, sino que también incluya medidas para proteger y mejorar la calidad de vida de las trabajadoras y los trabajadores, especialmente aquellos en la industria petrolera que podría verse afectada.	Se destaca la importancia de evaluar la efectividad e impacto de las medidas. Sería beneficioso incluir evaluaciones específicas en términos de impacto social, asegurando que la transición no solo sea económicamente viable sino también socialmente justa y equitativa.

Aunque se sugieren incentivos locales, sería beneficioso proporcionar detalles específicos sobre cómo estos incentivos beneficiarán directamente a las trabajadoras y los trabajadores y comunidades locales. Además, adaptar prácticas internacionales a las necesidades locales debería incluir consideraciones específicas para el bienestar de la población.

Fuente: Elaboración propia

## Veracruz

Tabla 19. Veracruz- Brechas en términos de políticas y programas sobre Transición Justa del capital humano

Brechas en los principios de Transición Energética Justa del capital humano	
Adecuada formulación de políticas industriales y esquemas de protección social:	Calidad del empleo para el capital humano en la economía baja en carbono:
Aunque se menciona la importancia de políticas gubernamentales adaptadas, el documento carece de detalles específicos sobre cómo se adaptarán los marcos regulatorios para evitar desajustes temporales y espaciales. Se necesita una mayor claridad en las políticas industriales propuestas.	La estrategia no aborda específicamente los estándares detallados para garantizar salarios dignos, beneficios de jubilación, seguridad laboral y prácticas justas. La falta de esta información puede resultar en una brecha en la calidad de los empleos generados durante la transición.
A pesar de la mención de esquemas de protección social, la estrategia no proporciona detalles específicos sobre la formulación de estos esquemas. Es crucial desarrollar y comunicar claramente estos esquemas para garantizar una transición laboral suave y equitativa.	La estrategia no menciona cómo abordará la falta de datos detallados para tomar decisiones informadas sobre la transición laboral. La ausencia de información detallada podría ser una brecha al asegurar que la creación de empleo sea beneficiosa y equitativa.

Fuente: Elaboración propia

En el próximo capítulo, se introduce una caja de herramientas diseñada para abordar estas brechas, asegurándose de cumplir con los principios de Transición Energética Justa del capital humano. Esta herramienta desarrolla recomendaciones centradas en herramientas de política pública, basándose en casos de éxito internacionales analizados. Reconocemos la complejidad de este cambio, que implica la participación de múltiples actores, siendo los principales el capital humano, empleadores y el gobierno. En este contexto, los gobiernos deben revisar sus estructuras de gobernanza para habilitar un cambio justo e inclusivo.

Además, se abordará cómo los gobiernos pueden cerrar estas brechas mediante políticas institucionales macroeconómicas y de crecimiento, políticas industriales y sectoriales, políticas empresariales, desarrollo de habilidades, seguridad y salud en el trabajo, protección social, perspectiva de género, políticas activas en el mercado laboral, derechos humanos, diálogo social y tripartismo (capital humano, empleadores y gobierno), entre otros. Estas políticas buscan cumplir con los principios de Transición Energética Justa del capital humano.

## 4. Caja de Herramientas para una Transición Justa del capital humano

El propósito de este capítulo es presentar los mecanismos y políticas propuestos para lograr una Transición Energética Justa del capital humano, basándonos en las experiencias de otros países que han avanzado en esta dirección. Comenzamos construyendo sobre el sólido fundamento proporcionado por el capítulo de contexto internacional, donde se exploraron las estrategias y políticas implementadas en Alemania, Noruega, Chile y Colombia para abordar los desafíos de la transición hacia una economía baja en carbono.

Posteriormente, dirigimos nuestra atención hacia la situación específica de México en el contexto nacional y en los estados de estudio: Campeche, Tamaulipas, Tabasco y Veracruz. El análisis de las políticas existentes, presentado tanto en el capítulo de contexto nacional como en el de identificación de brechas para una Transición Energética Justa del capital humano en los estados, permitió identificar brechas significativas en términos de políticas estatales en relación con los principios de Transición Energética Justa.

El objetivo fundamental de este capítulo es recopilar las lecciones aprendidas de las experiencias internacionales, así como de proponer medidas ad hoc a México y aplicarlas al caso específico de estos estados mexicanos. La clave reside en trazar un camino práctico y efectivo que permita a México cumplir con los principios de Transición Energética Justa, especialmente en lo que respecta al capital humano y las políticas laborales.

Este capítulo no solo actúa como la culminación lógica del estudio, sino también como un punto de partida para futuras acciones y políticas que orienten a México hacia un futuro sostenible y equitativo en el ámbito de la energía

Para abordar este aspecto en el capítulo, se presentan dos tablas, una por cada principio de Transición Energética Justa. Cada tabla desglosa los principios con el propósito de permitir una visualización clara de qué elementos se incluyen en cada principio. A su vez, bajo cada punto de la tabla, se proponen los lineamientos de políticas o mecanismos para abordar y cumplir con dicho punto de cada principio. El objetivo de estas tablas es proporcionar una explicación de los principios mientras proponen los mecanismos y lineamientos de políticas necesarios para satisfacer cada punto de éstos.

### 4.1. Propuesta Caja de herramientas

La implementación exitosa de una transición hacia una economía baja en carbono requiere una cuidadosa consideración de diversos aspectos, donde dos principios fundamentales, aunque complementarios, se destacan por abordar aspectos específicos de este proceso transformador. El Principio 1: adecuada formulación de políticas industriales y esquemas de protección social se centra en la necesidad de establecer políticas gubernamentales y marcos regulatorios adaptados para gestionar la transición de manera integral, evitando desajustes temporales, espaciales, sectoriales y educativos. Por otro lado, el Principio 2: calidad del empleo para el capital humano en la economía baja en carbono se dirige a la importancia de garantizar la calidad de los empleos generados durante esta transición, estableciendo estándares que aseguren salarios dignos, beneficios de jubilación, seguridad y prácticas laborales justas. En conjunto, estos principios se complementan, abordando tanto la formulación adecuada de políticas como la calidad del empleo, aspectos cruciales para lograr una Transición Justa y equitativa hacia una economía más sostenible. Estos mecanismos y políticas se basan en las directrices establecidas por la Organización Internacional del Trabajo (OIT) en su documento “Directrices de política para una Transición Justa hacia economías y sociedades ambientalmente sostenibles para todos”.<sup>42</sup>

A continuación, se presenta el primer principio de Transición Energética Justa, resaltando las palabras clave que permitirán identificar los puntos focales que deben abordarse para el cumplimiento del principio.

1. **Principio 1: adecuada formulación de políticas industriales y esquemas de protección social**  
Se destaca la necesidad imperante de políticas gubernamentales y marcos regulatorios adaptados a la transición, con el fin de evitar desajustes temporales, espaciales, sectoriales y educativos. La creación de

nuevos empleos no siempre coincide temporalmente con la pérdida de empleo, ni necesariamente se generan en las mismas ubicaciones o sectores. Por lo tanto, resulta esencial implementar políticas industriales y esquemas de protección social adecuados que aseguren una transición laboral suave y equitativa.

Para abordar de manera integral el primer principio de Transición Energética Justa, es esencial considerar las palabras clave identificadas: políticas gubernamentales, políticas industriales y esquemas de protección social. Aquí se detalla cómo cada una de estas áreas específicas puede contribuir al cumplimiento de dicho principio:

Las políticas gubernamentales, particularmente las institucionales macroeconómicas de crecimiento, desempeñan un papel fundamental en la facilitación de una Transición Energética Justa. En este contexto, el gobierno asume un rol crucial al establecer políticas macroeconómicas que impulsan el crecimiento sostenible. Esto conlleva la creación de marcos regulatorios y fiscales diseñados para fomentar la transición hacia fuentes de energía más sostenibles, al mismo tiempo que estimulan la generación de empleo en sectores ecológicos. La implementación efectiva de estas políticas no solo establece un marco propicio para la adopción de prácticas energéticas más limpias, sino que también respalda la creación de empleo en industrias alineadas con la sostenibilidad ambiental, contribuyendo así a una transición laboral más fluida y equitativa.

En el ámbito de las políticas industriales, una estrategia integral implica la implementación de diversas medidas. En primer lugar, las políticas activas en el mercado laboral se revelan esenciales, al requerir acciones específicas destinadas a facilitar la transición del capital humano afectado. Esto comprende programas de re-

entrenamiento, facilidades para la movilidad laboral y apoyo concreto para la creación de empleo en sectores relacionados con la transición energética.

Finalmente, los esquemas de protección social, se destaca la importancia del diálogo social tripartito como una herramienta clave. La creación de estos esquemas, en los cuales participan trabajadoras, trabajadores, empleadores y el gobierno, asegura una representación equitativa de los intereses de cada grupo. Este enfoque colaborativo facilita la negociación y aplicación de medidas de apoyo durante la transición energética, garantizando que ningún grupo se vea perjudicado de manera desproporcionada.

El diálogo social tripartito no solo actúa como un medio para la resolución de conflictos, sino también como un mecanismo eficaz para la formulación de políticas y la implementación de medidas de protección social. Al promover la participación activa de todas las partes interesadas, se crea un marco que asegura la equidad en las decisiones tomadas, considerando las perspectivas y necesidades variadas del capital humano, empleadores y el gobierno. De esta manera, se establece un ambiente propicio para la implementación de estrategias que respalden de manera efectiva a aquellos afectados por la transición, asegurando una distribución equitativa de los beneficios y minimizando los impactos negativos en cualquier segmento de la sociedad.

A continuación, se presenta la tabla que resume los mecanismos y lineamientos necesarios para cumplir con el Principio 1, como se mencionó anteriormente. El propósito de esta tabla es ofrecer una representación visual de los principios, al mismo tiempo que sugiere los mecanismos y lineamientos de políticas necesarios para satisfacer cada uno de sus puntos.

<sup>42</sup> Organización Internacional del Trabajo (2015) Guidelines for a just transition [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed\\_emp/@emp\\_ent/documents/publication/wcms\\_432859.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_emp/@emp_ent/documents/publication/wcms_432859.pdf)

Tabla 20. Mecanismos y lineamientos de política para cumplir con el Principio 1 de Transición Energética Justa del capital humano

Principio 1: adecuada formulación de políticas industriales y esquemas de protección social		
Políticas Gubernamentales	Políticas Industriales	Esquemas de Protección Social
1.1 Enfocadas en integrar desarrollo sostenible y Transición Justa en políticas macroeconómicas. Se destaca la importancia de adoptar planes de acción a largo plazo, reformar la fiscalidad ambiental, crear un organismo público y un fondo para la Transición Justa, y dirigir fondos públicos hacia la ecologización de la economía.	1.2 Apuntan a aprovechar oportunidades y abordar desafíos vinculados a la reestructuración sectorial. Se destaca la necesidad de una política industrial y tecnológica, medidas específicas para cada sector y apoyo a regiones afectadas.	1.3 Se busca consenso amplio en políticas troncales de la transición energética y la formación de mesas de diálogo específicas.
1.1.1 Implementar deducciones fiscales significativas para empresas que inviertan en proyectos de energías renovables o de sectores identificados para la transición.	1.2.1 Impulsar inversiones público-privadas con énfasis en desarrollar infraestructura y habilitadores en sectores de la transición.	1.3.1 Incluir a actores de la industria, sindicatos y sociedad en la definición de objetivos claros y políticas efectivas para una Transición Justa en capital humano.
1.1.2 Realizar evaluaciones de impacto social antes, durante y después de la implementación de proyectos energéticos. (Integrar indicadores específicos relacionados con el empleo, la calidad de vida y el bienestar comunitario en estas evaluaciones).	1.2.2 Implementar programas de formación y capacitación continua para el capital humano, enfocados en el desarrollo de habilidades necesarias para los sectores de transición.	1.3.2 Crear espacios y plataformas que fomenten la participación activa de la sociedad civil, capital humano y comunidades afectadas en el diseño, implementación y monitoreo de proyectos en los sectores de transición.
1.1.3 Otorgar exenciones temporales de impuestos y de seguridad social para las industrias que realicen transiciones hacia prácticas más sostenibles.	1.2.3 Realizar análisis exhaustivos de la oferta y demanda laboral en regiones afectadas para mitigar los impactos de los cambios.	1.3.3 Incorporar audiencias públicas y consultas ciudadanas como parte integral de los procesos de toma de decisiones.
1.1.4 Establecer fondos regionales para apoyar económicamente a comunidades afectadas por la disminución de ciertas industrias.	1.2.4 Establecer programas de capacitación y seguimiento para la reconversión y reinserción laboral, con atención especial a mujeres.	1.3.4 Asegurar la inclusión de medidas de apoyo para capital humano que se acercan al final de su carrera en el momento de la transición y aquellos que finalizarán su carrera en un sector de transición.
1.1.5 Otorgar facilidades administrativas y regulatorias para facilitar la apertura de empresas o negocios con actividad en los sectores identificados para la transición.	1.2.5 Establecer programas de rotación dentro de las empresas que permitan el desarrollo de múltiples habilidades para migrar a diferentes áreas.	1.3.5 Asegurar la protección de los derechos laborales en las nuevas industrias de transición.
1.1.6 Diseñar en conjunto con el ecosistema académico, programas de capacitación continua y de especialización hacia los sectores de transición.	1.2.6 Establecer mecanismos que permitan retribuir a las comunidades tomando como base los beneficios generados por los proyectos e inversiones en la transición.	1.3.6 Asegurar que el capital humano cuenta con los derechos de protección social básicos como salud, vivienda y ahorro para el retiro.
1.1.7 Desarrollar esquemas para que las MiPyMEs en los sectores de transición puedan incluir a su capital humano bajo esquemas laborales formales.	1.2.7 Fomentar el desarrollo de clústeres industriales en los sectores de transición para impulsar su crecimiento.	1.3.7 Buscar fondos de apoyo temporales para personal en búsqueda de trabajo hacia un sector de transición.
1.1.8 Impulsar los acuerdos entre la industria, gobierno y sector financiero para ampliar las posibles líneas de actuación y fuentes de recursos en materia de apoyo a los sectores de transición	1.2.8 Fomentar la colocación laboral de personas con diferentes condiciones (discapacidades, edad, género) de acuerdo con las necesidades específicas de cada empleo	
1.1.9 Diseñar un marco normativo que establezca los lineamientos de una Transición Energética Justa		

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta el segundo principio de Transición Energética Justa, resaltando las palabras clave que permitirán identificar los puntos focales que deben abordarse para el cumplimiento del principio.

## 2. Principio 2: calidad del empleo para el capital humano en la economía baja en carbono

*La calidad de los empleos generados durante la transición es crucial para garantizar una Transición Justa. Es necesario establecer estándares que aseguren salarios dignos, beneficios de jubilación, seguridad y prácticas laborales justas. Además, se debe abordar la falta de datos detallados para tomar decisiones informadas sobre la transición laboral, asegurando que la creación de empleo sea beneficiosa y equitativa para todo el capital humano.*

Para abordar de manera integral el primer principio de Transición Energética Justa, es esencial considerar las palabras clave identificadas: salarios dignos, beneficios de jubilación y seguridad laboral. Aquí se detalla cómo cada una de estas áreas específicas puede contribuir al cumplimiento de dicho principio:

Los **salarios dignos** adquieren una importancia crucial. Este término no solo abarca la idea de compensaciones económicas justas, sino que también subraya la necesidad de reconocer y valorar adecuadamente el aporte de las trabajadoras y los trabajadores al proceso de transición. Establecer remuneraciones justas implica considerar no solo la labor diaria de los empleados, sino también su papel fundamental en la construcción de una economía baja en carbono. Esto no solo contribuye a la equidad económica, sino que también asegura que las trabajadoras y los trabajadores tengan acceso a condiciones de vida que les permitan mantener su bienestar y el de sus familias.

El ámbito de **beneficios de jubilación** refuerza la visión a largo plazo de la transición al garantizar no solo el reconocimiento de la dedicación a lo largo de la carrera laboral, sino también al proporcionar seguridad financiera durante la etapa de jubilación. Este enfoque se alinea con la noción de una transición que no solo sea justa en el presente, sino que también sienta las bases para una seguridad económica continuada en el futuro de las trabajadoras y los trabajadores. Es crucial abor-

dar la jubilación anticipada como parte integral de esta visión, considerando la realidad del capital humano cuyos empleos pueden verse directamente afectados por cambios en la matriz energética. Esta medida no solo contribuye a la equidad en el presente, permitiendo a las trabajadoras y los trabajadores retirarse con seguridad cuando sea necesario, sino que también actúa como una estrategia de adaptación a los cambios económicos y laborales asociados con la transición hacia una economía baja en carbono.

Por otro lado, el concepto de **seguridad laboral** adquiere relevancia en un entorno de cambio estructural. Ofrecer ambientes de trabajo estables y seguros no solo protege al capital humano de posibles riesgos, sino que también promueve un sentido de estabilidad que es esencial durante períodos de transición. La inclusión de seguridad y salud en el trabajo amplía esta visión al abordar directamente las condiciones de trabajo y el bienestar físico y mental de los empleados, asegurando que la transición no comprometa su salud ni su seguridad. Además, es fundamental incorporar una perspectiva de género y respetar los derechos humanos en todas las dimensiones de la transición. Esto implica garantizar la igualdad de oportunidades y trato entre mujeres y hombres, así como respetar la dignidad y libertad fundamentales de las trabajadoras y los trabajadores, independientemente de su género u origen, durante el proceso de cambio hacia una economía baja en carbono.

Estos elementos clave del principio de calidad del empleo en la Transición Energética Justa están diseñados para no solo hacer frente a desafíos inmediatos, sino también para establecer un entorno laboral que promueva la dignidad, la equidad y la seguridad a lo largo del tiempo, reflejando así los valores fundamentales de una Transición Justa del capital humano hacia una economía baja en carbono.

A continuación, se presenta la tabla que resume los mecanismos y lineamientos necesarios para cumplir con el Principio 2, como se mencionó anteriormente. El propósito de esta tabla es ofrecer una representación visual de los principios, al mismo tiempo que sugiere los mecanismos y lineamientos de políticas necesarios para satisfacer cada uno de sus puntos.

Tabla 21. Mecanismos y lineamientos de política para cumplir con el Principio 2 de Transición Energética Justa del capital humano

Principio 2: calidad del empleo para el capital humano en la economía baja en carbono		
Salarios dignos	Beneficios de jubilación	Seguridad laboral
2.1 Durante la transición hacia una economía baja en carbono, la atención a los salarios dignos se convierte en un mecanismo crucial para mitigar la incertidumbre laboral y promover la equidad en el ámbito laboral.	2.2 Apunta en garantizar una Transición Justa para el capital humano, reconociendo la dedicación a lo largo de sus carreras y proporcionando seguridad financiera durante la etapa de jubilación.	2.3 Busca abordar directamente las condiciones de trabajo y el bienestar físico y mental de los empleados, asegurando que la transición no comprometa su salud ni su seguridad a lo largo del proceso.
2.1.1 Establecer políticas salariales justas y equitativas que reflejen el costo de vida y proporcionen un salario digno para cubrir las necesidades básicas de las trabajadoras y los trabajadores, además de sus familias considerando los salarios y prestaciones del sector hidrocarburos.	2.2.1 Implementar sistemas de seguridad social que incluyan beneficios de jubilación adecuados para garantizar que las trabajadoras y los trabajadores puedan disfrutar de una jubilación digna o anticipada en la transición.	2.3.1 Fomentar comités de seguridad en el trabajo con participación de empleadores y capital humano.
2.1.2 Establecer programas que eliminen la brecha salarial de género en la transición.	2.2.2 Crear fondos respaldados por el gobierno para el capital humano afectado por la transición.	2.3.2 Actualizar Leyes laborales para abordar riesgos asociados con la transición.
2.1.3 Implementar un esquema que homologue las prestaciones y condiciones en los sectores de transición.	2.2.3 Hacer obligatoria la portabilidad de derechos de jubilación para facilitar transiciones laborales.	2.3.3 Asegurar que el capital humano en transición cuenta con programas de salud y bienestar.
2.1.4 Dar flexibilidad en las condiciones laborales en cuanto a esquemas presenciales o remotas para facilitar la transición.	2.2.4 Asegurar la jubilación en los plazos correspondientes sin que la transición implique una extensión de la vida laboral.	2.3.4 Asegurar que existen programas de salud específicos con enfoque para las mujeres.
2.1.5 Otorgar apoyos para desplazamientos o posibles impactos en las familias del capital humano que migra hacia otros sectores.		2.3.5 Apoyar las actividades de emprendimiento hacia los sectores de transición.
2.1.6 Asegurar horarios de jornadas laborales que sean justos y que correspondan con las demandas de los trabajos pero con el bienestar el capital humano		

Fuente: Elaboración propia

## 5. Conclusión y Recomendaciones

**La transición energética en México se vuelve imperativa ante la necesidad de cumplir con los acuerdos internacionales de reducción de gases de efecto invernadero. Este imperativo se puede abordar mediante la diversificación de la matriz energética actual, la cual depende en su mayoría de combustibles fósiles. Este cambio estratégico se materializa al incorporar fuentes renovables, como la solar y eólica. Este enfoque no solo se presenta como una oportunidad estratégica para avanzar hacia la sostenibilidad, sino también como un compromiso firme con las metas internacionales de reducción de emisiones.**

No obstante, esta transformación no está exenta de desafíos socioeconómicos, particularmente en las regiones donde la industria petrolera ha tenido un papel preponderante. Para abordar estos desafíos, se sugiere la implementación de incentivos significativos para las energías renovables. Además, es crucial diseñar una planificación regional específica que considere las particularidades de cada área, fomentar el desarrollo de habilidades y empleo en sectores verdes, así como establecer políticas de protección social efectivas.

En este escenario, la innovación tecnológica y la participación activa de la sociedad civil se perfilan como elementos clave para una transición exitosa y sostenible. El monitoreo ambiental continuo y la promoción de inversiones sostenibles son esenciales para asegurar que los beneficios medioambientales se mantengan a lo largo del tiempo.

La transición energética impacta directamente en el capital humano de las principales regiones económicamente dependientes de los hidrocarburos, tales como Campeche, Tamaulipas, Tabasco y Veracruz. Las recomendaciones fundamentales del estudio se derivan de lecciones aprendidas a nivel internacional, iluminando un camino recorrido por otros países que México está empezando a transitar.

En este contexto, el diálogo social tripartito (capital humano, empleadores y gobierno) emerge como un elemento clave. Estos tres actores desempeñan roles específicos y comparten responsabilidades para asegurar que la transición sea equitativa para el capital humano. Es imperativo, al establecer directrices y mecanismos, colocarse en la perspectiva de las trabajadoras y los trabajadores, buscando empatizar y comprender las necesidades desde su punto de vista, más allá de consideraciones gubernamentales o económicas. Este enfoque

centrado en el capital humano garantiza una transición más justa y humanizada.

Además, es crucial destacar que, para emprender con éxito este proceso de transición energética, los estados deben tener en claro que se trata de un camino que debe comenzar a recorrerse de manera proactiva. En este sentido, es imperativo que los gobiernos locales y regionales adquieran un entendimiento cualitativo profundo de los posibles impactos en el capital humano.

Este conocimiento cualitativo no solo implica comprender las dimensiones económicas y laborales, sino también evaluar de manera holística cómo afectará la transición a la calidad de vida y bienestar de del capital humano y las comunidades locales. Identificar de manera precisa los posibles desafíos y oportunidades permitirá a los estados diseñar estrategias y políticas específicas que mitiguen los impactos negativos y potencien los aspectos positivos de la transición.

En este sentido, la implementación de mecanismos de monitoreo continuo y evaluación de los efectos en el capital humano se convierte en una herramienta fundamental. La recopilación de datos cualitativos a lo largo del proceso brindará información valiosa para ajustar y adaptar las políticas a medida que se desarrolla la transición. Asimismo, este enfoque permitirá una toma de decisiones más informada y sensible a las necesidades cambiantes del capital humano y las comunidades afectadas.

En resumen, tener una comprensión cualitativa profunda de los impactos en el capital humano es esencial para guiar de manera efectiva la transición energética, asegurando que sea equitativa, sostenible y respetuosa con las necesidades y aspiraciones de las personas y las comunidades involucradas.

# 6. Anexos

## 6.1. Análisis de las cadenas de valor y los perfiles de hidrocarburos

### Cadena de valor de la energía solar

No	Ocupación	Cadena de valor de energía solar				
		Fabricación de paneles solares	Diseño e ingeniería de paneles solares	Instalación y montaje de paneles solares	Mantenimiento y operación	Reciclaje y eliminación responsable
1	Auxiliares y técnicos mineros, metalúrgicos y petroleros	✓				✓
2	Auxiliares y técnicos topógrafos, en hidrología y geología					
3	Coordinadores y jefes de área en producción minera, petrolera y gas	✓				
4	Directores y gerentes en producción minera, petrolera y gas					
5	Ingenieros en minas, metalurgia y petróleo	✓				✓
6	Ingenieros en topografía, hidrología, geología y geodesia	✓				
7	Operadores de máquinas e instalaciones para la generación de energía			✓	✓	
8	Operadores de máquinas y equipos para la refinación del petróleo y gas					
9	Colocador de tubos, plomeros, instaladores de tuberías e instalador de equipos de vapor					
10	Ecólogos y especialistas en ciencias atmosféricas					✓
11	Electricistas y linieros			✓	✓	
12	Ingenieros eléctricos	✓	✓	✓	✓	
13	Ingenieros electrónicos	✓	✓	✓	✓	
14	Ingenieros industriales	✓	✓	✓	✓	
15	Ingenieros mecánicos			✓	✓	
16	Ingenieros químicos	✓	✓			✓
17	Operadores de máquinas para el tratamiento de agua					
18	Técnicos en la instalación y reparación de redes, equipos y en sistemas computacionales	✓	✓		✓	
19	Técnicos en mantenimiento y reparación de vehículos de motor					
20	Técnicos en seguridad en el trabajo e higiene	✓		✓	✓	✓
21	Auxiliares y técnicos en ciencias biológicas, químicas y del medio ambiente					✓
22	Auxiliares y técnicos industriales y químicos	✓			✓	✓
23	Conductores de maquinaria móvil para el movimiento de mercancías en fábricas, puertos, comercios, etcétera					
24	Coordinadores y jefes de área en construcción, reparación y mantenimiento				✓	
25	Dibujantes técnicos					
26	Directores y gerentes en construcción, reparación y mantenimiento				✓	
27	Ingenieros civiles y de la construcción		✓	✓	✓	
28	Mecánicos en mantenimiento y reparación de maquinaria e instrumentos industriales	✓			✓	
29	Oficiales maquinistas de transporte marítimo					
30	Operadores de máquinas para la elaboración de productos químicos	✓				
31	Operadores de máquinas y equipos para la captación, bombeo y distribución de agua					
32	Operadores de máquinas y equipos para la extracción en pozos petroleros					
33	Química y de Materiales Científicos	✓				✓
34	Soldadores y oxicatoradores					
35	Supervisores de mecánicos y técnicos en mantenimiento y reparación de equipos mecánicos, vehículos de motor, instrumentos industriales y equipo de refrigeración				✓	
36	Técnicos eléctricos	✓	✓	✓	✓	
37	Trabajadores de apoyo en la elaboración, reparación y mantenimiento mecánico de equipos, maquinaria y productos de metal y de precisión				✓	
38	Trabajadores de apoyo en la extracción					
39	Trabajadores de apoyo en la industria química, petroquímica y plásticos	✓				✓

### Cadena de valor de energía eólica

No	Ocupación	Cadena de valor de energía eólica				
		Fabricación de aerogeneradores	Ingeniería de sistemas eólicos	Transporte e instalación	Mantenimiento y operación	Reciclaje y eliminación responsable
1	Auxiliares y técnicos mineros, metalúrgicos y petroleros	✓				✓
2	Auxiliares y técnicos topógrafos, en hidrología y geología		✓	✓		
3	Coordinadores y jefes de área en producción minera, petrolera y gas	✓				
4	Directores y gerentes en producción minera, petrolera y gas					
5	Ingenieros en minas, metalurgia y petróleo	✓				✓
6	Ingenieros en topografía, hidrología, geología y geodesia	✓	✓	✓		
7	Operadores de máquinas e instalaciones para la generación de energía			✓	✓	
8	Operadores de máquinas y equipos para la refinación del petróleo y gas					
9	Colocador de tubos, plomeros, instaladores de tuberías e instalador de equipos de vapor					
10	Ecólogos y especialistas en ciencias atmosféricas					✓
11	Electricistas y linieros		✓	✓	✓	
12	Ingenieros eléctricos		✓	✓	✓	
13	Ingenieros electrónicos			✓	✓	
14	Ingenieros industriales		✓	✓	✓	
15	Ingenieros mecánicos		✓	✓	✓	
16	Ingenieros químicos	✓				✓
17	Operadores de máquinas para el tratamiento de agua					
18	Técnicos en la instalación y reparación de redes, equipos y en sistemas computacionales		✓	✓	✓	
19	Técnicos en mantenimiento y reparación de vehículos de motor					
20	Técnicos en seguridad en el trabajo e higiene	✓		✓	✓	✓
21	Auxiliares y técnicos en ciencias biológicas, químicas y del medio ambiente					✓
22	Auxiliares y técnicos industriales y químicos	✓			✓	✓
23	Conductores de maquinaria móvil para el movimiento de mercancías en fábricas, puertos, comercios, etcétera				✓	
24	Coordinadores y jefes de área en construcción, reparación y mantenimiento				✓	
25	Dibujantes técnicos					
26	Directores y gerentes en construcción, reparación y mantenimiento		✓	✓	✓	
27	Ingenieros civiles y de la construcción		✓	✓	✓	
28	Mecánicos en mantenimiento y reparación de maquinaria e instrumentos industriales				✓	
29	Oficiales maquinistas de transporte marítimo					
30	Operadores de máquinas para la elaboración de productos químicos	✓				
31	Operadores de máquinas y equipos para la captación, bombeo y distribución de agua					
32	Operadores de máquinas y equipos para la extracción en pozos petroleros					
33	Química y de Materiales Científicos	✓				✓
34	Soldadores y oxicatoradores			✓		
35	Supervisores de mecánicos y técnicos en mantenimiento y reparación de equipos mecánicos, vehículos de motor, instrumentos industriales y equipo de refrigeración				✓	
36	Técnicos eléctricos		✓	✓	✓	
37	Trabajadores de apoyo en la elaboración, reparación y mantenimiento mecánico de equipos, maquinaria y productos de metal y de precisión				✓	
38	Trabajadores de apoyo en la extracción					
39	Trabajadores de apoyo en la industria química, petroquímica y plásticos	✓				✓

Cadena de valor del Biogás / Biometano

No	Ocupación	Cadena de valor del Biogás/Biometano				
		Recogida de la Biomasa	Pretratamiento	Conversión	Acondicionamiento	Aplicación
1	Auxiliares y técnicos mineros, metalúrgicos y petroleros					
2	Auxiliares y técnicos topógrafos, en hidrología y geología					
3	Coordinadores y jefes de área en producción minera, petrolera y gas				✓	✓
4	Directores y gerentes en producción minera, petrolera y gas					
5	Ingenieros en minas, metalurgia y petróleo					
6	Ingenieros en topografía, hidrología, geología y geodesia					
7	Operadores de máquinas e instalaciones para la generación de energía					✓
8	Operadores de máquinas y equipos para la refinación del petróleo y gas				✓	✓
9	Colocador de tubos, plomeros, instaladores de tuberías e instalador de equipos de vapor					✓
10	Ecólogos y especialistas en ciencias atmosféricas					
11	Electricistas y linieros					
12	Ingenieros eléctricos					
13	Ingenieros electrónicos					
14	Ingenieros industriales		✓	✓	✓	✓
15	Ingenieros mecánicos		✓			
16	Ingenieros químicos		✓	✓	✓	✓
17	Operadores de máquinas para el tratamiento de agua		✓	✓	✓	
18	Técnicos en la instalación y reparación de redes, equipos y en sistemas computacionales					
19	Técnicos en mantenimiento y reparación de vehículos de motor					
20	Técnicos en seguridad en el trabajo e higiene		✓			✓
21	Auxiliares y técnicos en ciencias biológicas, químicas y del medio ambiente	✓	✓	✓	✓	✓
22	Auxiliares y técnicos industriales y químicos	✓	✓	✓	✓	✓
23	Conductores de maquinaria móvil para el movimiento de mercancías en fábricas, puertos, comercios, etcétera	✓				
24	Coordinadores y jefes de área en construcción, reparación y mantenimiento					✓
25	Dibujantes técnicos					
26	Directores y gerentes en construcción, reparación y mantenimiento					✓
27	Ingenieros civiles y de la construcción		✓			✓
28	Mecánicos en mantenimiento y reparación de maquinaria e instrumentos industriales					✓
29	Oficiales maquinistas de transporte marítimo					
30	Operadores de máquinas para la elaboración de productos químicos		✓			
31	Operadores de máquinas y equipos para la captación, bombeo y distribución de agua		✓			
32	Operadores de máquinas y equipos para la extracción en pozos petroleros		✓			
33	Química y de Materiales Científicos		✓	✓	✓	✓
34	Soldadores y oxicotadores					✓
35	Supervisores de mecánicos y técnicos en mantenimiento y reparación de equipos mecánicos, vehículos de motor, instrumentos industriales y equipo de refrigeración		✓			✓
36	Técnicos eléctricos		✓			
37	Trabajadores de apoyo en la elaboración, reparación y mantenimiento mecánico de equipos, maquinaria y productos de metal y de precisión					✓
38	Trabajadores de apoyo en la extracción	✓				
39	Trabajadores de apoyo en la industria química, petroquímica y plásticos		✓	✓	✓	

Cadena de valor de Baterías

Ocupación	Cadena de valor de Baterías				
	Obtención de la materia prima	Fabricación del recurso	Sintetización del cátodo	Fabricación de celdas	Reciclaje de Baterías o reutilización
Auxiliares y técnicos mineros, metalúrgicos y petroleros	✓				✓
Auxiliares y técnicos topógrafos, en hidrología y geología	✓				
Coordinadores y jefes de área en producción minera, petrolera y gas	✓				
Directores y gerentes en producción minera, petrolera y gas	✓				
Ingenieros en minas, metalurgia y petróleo	✓				✓
Ingenieros en topografía, hidrología, geología y geodesia	✓				
Operadores de máquinas e instalaciones para la generación de energía					
Operadores de máquinas y equipos para la refinación del petróleo y gas					
Colocador de tubos, plomeros, instaladores de tuberías e instalador de equipos de vapor					
Ecólogos y especialistas en ciencias atmosféricas					✓
Electricistas y linieros					
Ingenieros eléctricos				✓	
Ingenieros electrónicos				✓	
Ingenieros industriales		✓	✓	✓	
Ingenieros mecánicos				✓	
Ingenieros químicos	✓	✓	✓	✓	✓
Operadores de máquinas para el tratamiento de agua					
Técnicos en la instalación y reparación de redes, equipos y en sistemas computacionales				✓	
Técnicos en mantenimiento y reparación de vehículos de motor					
Técnicos en seguridad en el trabajo e higiene		✓	✓	✓	✓
Auxiliares y técnicos en ciencias biológicas, químicas y del medio ambiente	✓	✓	✓	✓	✓
Auxiliares y técnicos industriales y químicos	✓	✓	✓	✓	✓
Conductores de maquinaria móvil para el movimiento de mercancías en fábricas, puertos, comercios, etcétera					
Coordinadores y jefes de área en construcción, reparación y mantenimiento					
Dibujantes técnicos					
Directores y gerentes en construcción, reparación y mantenimiento					
Ingenieros civiles y de la construcción					
Mecánicos en mantenimiento y reparación de maquinaria e instrumentos industriales					
Oficiales maquinistas de transporte marítimo					
Operadores de máquinas para la elaboración de productos químicos				✓	
Operadores de máquinas y equipos para la captación, bombeo y distribución de agua					
Operadores de máquinas y equipos para la extracción en pozos petroleros					
Química y de Materiales Científicos	✓	✓	✓	✓	✓
Soldadores y oxicotadores					
Supervisores de mecánicos y técnicos en mantenimiento y reparación de equipos mecánicos, vehículos de motor, instrumentos industriales y equipo de refrigeración				✓	
Técnicos eléctricos				✓	
Trabajadores de apoyo en la elaboración, reparación y mantenimiento mecánico de equipos, maquinaria y productos de metal y de precisión					
Trabajadores de apoyo en la extracción	✓				
Trabajadores de apoyo en la industria química, petroquímica y plásticos	✓	✓	✓	✓	✓

Cadena de valor de la industria Química

Cadena de valor de la Industria Química						
No	Ocupación	Obtención de materia prima	Producción de Químicos Básicos	Formulación y Síntesis	Fabricación y Producción en escala	Distribución y comercialización
1	Auxiliares y técnicos mineros, metalúrgicos y petroleros	✓				
2	Auxiliares y técnicos topógrafos, en hidrología y geología	✓				
3	Coordinadores y jefes de área en producción minera, petrolera y gas					
4	Directores y gerentes en producción minera, petrolera y gas					
5	Ingenieros en minas, metalurgia y petróleo	✓				
6	Ingenieros en topografía, hidrología, geología y geodesia					
7	Operadores de máquinas e instalaciones para la generación de energía					
8	Operadores de máquinas y equipos para la refinación del petróleo y gas					
9	Colocador de tubos, plomeros, instaladores de tuberías e instalador de equipos de vapor					
10	Ecólogos y especialistas en ciencias atmosféricas					
11	Electricistas y linieros					
12	Ingenieros eléctricos				✓	
13	Ingenieros electrónicos				✓	
14	Ingenieros industriales		✓	✓	✓	✓
15	Ingenieros mecánicos		✓	✓	✓	
16	Ingenieros químicos	✓	✓	✓	✓	
17	Operadores de máquinas para el tratamiento de agua					
18	Técnicos en la instalación y reparación de redes, equipos y en sistemas computacionales				✓	
19	Técnicos en mantenimiento y reparación de vehículos de motor					
20	Técnicos en seguridad en el trabajo e higiene		✓	✓	✓	
21	Auxiliares y técnicos en ciencias biológicas, químicas y del medio ambiente	✓	✓	✓	✓	
22	Auxiliares y técnicos industriales y químicos	✓	✓	✓	✓	
23	Conductores de maquinaria móvil para el movimiento de mercancías en fábricas, puertos, comercios, etcétera					✓
24	Coordinadores y jefes de área en construcción, reparación y mantenimiento					
25	Dibujantes técnicos					
26	Directores y gerentes en construcción, reparación y mantenimiento					
27	Ingenieros civiles y de la construcción					
28	Mecánicos en mantenimiento y reparación de maquinaria e instrumentos industriales				✓	
29	Oficiales maquinistas de transporte marítimo					
30	Operadores de máquinas para la elaboración de productos químicos		✓	✓	✓	
31	Operadores de máquinas y equipos para la captación, bombeo y distribución de agua					
32	Operadores de máquinas y equipos para la extracción en pozos petroleros					
33	Química y de Materiales Científicos	✓	✓	✓	✓	
34	Soldadores y oxicortadores					
35	Supervisores de mecánicos y técnicos en mantenimiento y reparación de equipos mecánicos, vehículos de motor, instrumentos industriales y equipo de refrigeración					
36	Técnicos eléctricos				✓	
37	Trabajadores de apoyo en la elaboración, reparación y mantenimiento mecánico de equipos, maquinaria y productos de metal y de precisión					
38	Trabajadores de apoyo en la extracción					
39	Trabajadores de apoyo en la industria química, petroquímica y plásticos	✓	✓	✓	✓	

Cadena de valor de Eficiencia Energética

Cadena de valor de Eficiencia Energética						
No	Ocupación	Investigación y desarrollo	Fabricación y producción de equipos	Distribución e instalación	Servicios de consultoría y auditoría	Mantenimiento y Monitoreo
1	Auxiliares y técnicos mineros, metalúrgicos y petroleros					
2	Auxiliares y técnicos topógrafos, en hidrología y geología					
3	Coordinadores y jefes de área en producción minera, petrolera y gas					
4	Directores y gerentes en producción minera, petrolera y gas					
5	Ingenieros en minas, metalurgia y petróleo					
6	Ingenieros en topografía, hidrología, geología y geodesia					
7	Operadores de máquinas e instalaciones para la generación de energía					
8	Operadores de máquinas y equipos para la refinación del petróleo y gas					
9	Colocador de tubos, plomeros, instaladores de tuberías e instalador de equipos de vapor			✓		
10	Ecólogos y especialistas en ciencias atmosféricas	✓				
11	Electricistas y linieros			✓	✓	✓
12	Ingenieros eléctricos	✓	✓	✓	✓	✓
13	Ingenieros electrónicos	✓	✓	✓	✓	✓
14	Ingenieros industriales	✓	✓	✓	✓	✓
15	Ingenieros mecánicos		✓	✓	✓	✓
16	Ingenieros químicos					
17	Operadores de máquinas para el tratamiento de agua					
18	Técnicos en la instalación y reparación de redes, equipos y en sistemas computacionales					
19	Técnicos en mantenimiento y reparación de vehículos de motor					
20	Técnicos en seguridad en el trabajo e higiene			✓		✓
21	Auxiliares y técnicos en ciencias biológicas, químicas y del medio ambiente	✓				
22	Auxiliares y técnicos industriales y químicos	✓	✓			
23	Conductores de maquinaria móvil para el movimiento de mercancías en fábricas, puertos, comercios, etcétera					
24	Coordinadores y jefes de área en construcción, reparación y mantenimiento					✓
25	Dibujantes técnicos					
26	Directores y gerentes en construcción, reparación y mantenimiento			✓		✓
27	Ingenieros civiles y de la construcción			✓	✓	✓
28	Mecánicos en mantenimiento y reparación de maquinaria e instrumentos industriales					✓
29	Oficiales maquinistas de transporte marítimo					
30	Operadores de máquinas para la elaboración de productos químicos					
31	Operadores de máquinas y equipos para la captación, bombeo y distribución de agua					
32	Operadores de máquinas y equipos para la extracción en pozos petroleros					
33	Química y de Materiales Científicos	✓	✓			
34	Soldadores y oxicortadores					
35	Supervisores de mecánicos y técnicos en mantenimiento y reparación de equipos mecánicos, vehículos de motor, instrumentos industriales y equipo de refrigeración			✓		✓
36	Técnicos eléctricos	✓	✓	✓	✓	✓
37	Trabajadores de apoyo en la elaboración, reparación y mantenimiento mecánico de equipos, maquinaria y productos de metal y de precisión			✓		✓
38	Trabajadores de apoyo en la extracción					
39	Trabajadores de apoyo en la industria química, petroquímica y plásticos					

Cadena de valor del Hidrógeno Verde

Cadena de valor del Hidrógeno Verde						
No	Ocupación	Producción de Hidrógeno Verde	Procesamiento (in situ)	Transporte nacional de hidrógeno	Transporte internacional de hidrógeno	Restitución
1	Auxiliares y técnicos mineros, metalúrgicos y petroleros					
2	Auxiliares y técnicos topógrafos, en hidrología y geología					
3	Coordinadores y jefes de área en producción minera, petrolera y gas	✓	✓		✓	✓
4	Directores y gerentes en producción minera, petrolera y gas	✓	✓		✓	✓
5	Ingenieros en minas, metalurgia y petróleo					
6	Ingenieros en topografía, hidrología, geología y geodesia					
7	Operadores de máquinas e instalaciones para la generación de energía	✓	✓			
8	Operadores de máquinas y equipos para la refinación del petróleo y gas	✓	✓		✓	✓
9	Colocador de tubos, plomeros, instaladores de tuberías e instalador de equipos de vapor			✓		✓
10	Ecólogos y especialistas en ciencias atmosféricas					
11	Electricistas y linieros					
12	Ingenieros eléctricos	✓				
13	Ingenieros electrónicos	✓				
14	Ingenieros industriales	✓	✓	✓		✓
15	Ingenieros mecánicos	✓	✓	✓		✓
16	Ingenieros químicos	✓	✓			✓
17	Operadores de máquinas para el tratamiento de agua					
18	Técnicos en la instalación y reparación de redes, equipos y en sistemas computacionales					
19	Técnicos en mantenimiento y reparación de vehículos de motor					
20	Técnicos en seguridad en el trabajo e higiene	✓	✓	✓		✓
21	Auxiliares y técnicos en ciencias biológicas, químicas y del medio ambiente	✓				✓
22	Auxiliares y técnicos industriales y químicos	✓	✓			✓
23	Conductores de maquinaria móvil para el movimiento de mercancías en fábricas, puertos, comercios, etcétera			✓		
24	Coordinadores y jefes de área en construcción, reparación y mantenimiento	✓	✓			
25	Dibujantes técnicos					
26	Directores y gerentes en construcción, reparación y mantenimiento	✓				
27	Ingenieros civiles y de la construcción	✓	✓	✓		
28	Mecánicos en mantenimiento y reparación de maquinaria e instrumentos industriales	✓	✓	✓		✓
29	Oficiales maquinistas de transporte marítimo				✓	
30	Operadores de máquinas para la elaboración de productos químicos		✓			
31	Operadores de máquinas y equipos para la captación, bombeo y distribución de agua					
32	Operadores de máquinas y equipos para la extracción en pozos petroleros		✓	✓		
33	Química y de Materiales Científicos	✓	✓			✓
34	Soldadores y oxicortadores	✓				
35	Supervisores de mecánicos y técnicos en mantenimiento y reparación de equipos mecánicos, vehículos de motor, instrumentos industriales y equipo de refrigeración	✓	✓			✓
36	Técnicos eléctricos	✓				✓
37	Trabajadores de apoyo en la elaboración, reparación y mantenimiento mecánico de equipos, maquinaria y productos de metal y de precisión		✓			
38	Trabajadores de apoyo en la extracción	✓	✓			✓
39	Trabajadores de apoyo en la industria química, petroquímica y plásticos	✓				✓