

NOTA TÉCNICA N° IDB-TN-03129

Habilidades para impulsar la sostenibilidad: aprendizajes desde América Latina y el Caribe

María Victoria Anauati
María Fernanda Prada
Graciana Rucci
Fabiola Saavedra-Caballero

Banco Interamericano de Desarrollo
Sector Social / SPL

Mayo 2025



Habilidades para impulsar la sostenibilidad: aprendizajes desde América Latina y el Caribe

María Victoria Anauati
María Fernanda Prada
Graciana Rucci
Fabiola Saavedra-Caballero

Banco Interamericano de Desarrollo
Sector Social / SPL

Mayo 2025

Catalogación en la fuente proporcionada por la Biblioteca Felipe Herrera del Banco Interamericano de Desarrollo

Habilidades para impulsar la sostenibilidad: aprendizajes desde América Latina y el Caribe / María Victoria Anauati, María Fernanda Prada, Graciana Rucci, Fabiola Saavedra-Caballero.

p. cm. — (Nota técnica del BID ; 3129)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Energy transition-Latin America. 2. Energy transition-Caribbean Area. 3. Greenhouse gas mitigation-Latin America. 4. Greenhouse gas mitigation-Caribbean Area. 5. Human capital-Latin America. 6. Human capital-Caribbean Area. 7. Occupational training-Latin America. 8. Occupational training-Caribbean Area. I. Anauati, María Victoria. II. Prada, María Fernanda. III. Rucci, Graciana. IV. Saavedra-Caballero, Fabiola. V. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Protección Social y Mercados. VI. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Educación. VII. Serie.

IDB-TN-3129

Palabras Clave: Rotación de personal; Vacantes; Despidos; Capital Humano ; Habilidades; Elección Ocupacional; Productividad Laboral, Desarrollo Sostenible.

Código JEL: J24, Q01, I25, Q56

<http://www.iadb.org>

Copyright © 2025 Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons CC BY 3.0 IGO (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo/legalcode>). Se deberá cumplir los términos y condiciones señalados en el enlace URL y otorgar el respectivo reconocimiento al BID.

En alcance a la sección 8 de la licencia indicada, cualquier mediación relacionada con disputas que surjan bajo esta licencia será llevada a cabo de conformidad con el Reglamento de Mediación de la OMPI. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil (CNUDMI). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones que forman parte integral de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta obra son exclusivamente de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del BID, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



HABILIDADES PARA IMPULSAR LA SOSTENIBILIDAD: APRENDIZAJES DESDE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE



María Victoria Anauati
María Fernanda Prada
Graciana Rucci
Fabiola Saavedra-Caballero

HABILIDADES PARA IMPULSAR LA SOSTENIBILIDAD: APRENDIZAJES DESDE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

María Victoria Anauati
María Fernanda Prada
Graciana Rucci
Fabiola Saavedra-Caballero

Las autoras agradecemos a Cecilia Correa Poseiro y
David Kaplan por la revisión y valiosos comentarios.

Edición: Mikel A. Alcázar.

Diseño: Jesús Rivero.

Banco Interamericano de Desarrollo
1300 New York Avenue, N.W.
Washington, D.C. 20577
www.iadb.org

Copyright © 2025 Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons CC BY 3.0 IGO (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo/legalcode>). Se deberá cumplir los términos y condiciones señalados en el enlace URL y otorgar el respectivo reconocimiento al BID.

En alcance a la sección 8 de la licencia indicada, cualquier mediación relacionada con disputas que surjan bajo esta licencia será llevada a cabo de conformidad con el Reglamento de Mediación de la OMPI. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil (CNUDMI). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones que forman parte integral de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta obra son exclusivamente de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del BID, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



Índice

Resumen ejecutivo	1
1. Oportunidades y desafíos de la transición verde	6
2. Habilidades: una pieza clave para la transición verde en la región	13
3. De la teoría a la práctica: ocho iniciativas innovadoras en el desarrollo de habilidades para la transición verde	24
3.1. Enfoque directo: desarrollo de habilidades para avanzar en la transición verde (Belice, Chile, Ecuador, Panamá y Uruguay)	28
3.2. Enfoque indirecto: desarrollo de habilidades para el progreso de trayectorias laborales que indirectamente contribuyen a la transición verde (Argentina, Chile y Colombia)	31
3.3. Lecciones aprendidas con base en experiencias reales en América Latina y el Caribe	34
4. Guía para el diseño de una estrategia de formación de capital humano para la transición verde	39
4.1. Primer paso: seleccionar los sectores estratégicos	41
4.1.1. La búsqueda de una metodología	31
4.1.2. Seis criterios para la priorización de sectores	44
4.2. Segundo paso: diseñar trayectorias formativas y contenidos de formación	47
4.2.1. El ecosistema de actores	48
4.2.2. Brechas en ocupaciones, habilidades y en la oferta formativa	52
4.2.3. Diseño de las soluciones formativas	55
4.3. Tercer paso: implementar las soluciones formativas	61

4.4 • Cuarto paso: asegurar la calidad y la mejora continua de las soluciones formativas	66
4.4.1 • El sistema de aseguramiento de la calidad	67
4.4.2 • El monitoreo	69
4.4.3 • La evaluación	71
 5 • ¿Y ahora qué? El tiempo para actuar es ahora	 76
 Anexo 1 • El potencial de la transición verde generando oportunidades de empleo: una aplicación para países de ALC	 78
 Anexo 2 • Guía para seleccionar sectores económicos estratégicos	 93
 Anexo 3 • Ecosistema de actores para la formación de capital humano en la transición verde: ejemplos seleccionados de formatos institucionales	 104
 Anexo 4 • El diseño de trayectorias formativas en los pilotos de Belice y Panamá	 106
 Referencias	 110

Resumen ejecutivo

América Latina y el Caribe (ALC) enfrenta retos significativos ante el cambio climático, pero también tiene una oportunidad única para liderar la transición hacia economías más sostenibles y bajas en carbono. Para lograrlo, es esencial contar con una fuerza laboral capaz de adaptarse a las demandas tanto de los sectores emergentes como de aquellos tradicionales que están sufriendo cambios, y así contribuir de manera efectiva a la transformación económica que requiere la transición verde. Sin embargo, la región enfrenta una brecha considerable entre las habilidades disponibles y las requeridas para alcanzar estos objetivos. Así, este documento –dirigido fundamentalmente a los responsables de formular las políticas públicas– propone una guía para desarrollar el capital humano que la región necesita para tener éxito en la transición verde.

Desarrollar el talento para economías más verdes

El cambio climático plantea grandes desafíos, pero también abre la puerta a beneficios económicos y sociales significativos para ALC. Se espera que la transición verde genere hasta 15 millones de empleos netos para 2030, impulsados por sectores como las energías renovables, la agricultura sostenible y la electromovilidad (Saget et al., 2020). A pesar de este potencial, los países de la región enfrentan barreras significativas debido a la falta de habilidades específicas en la fuerza laboral.

Se espera que la transición verde genere hasta 15 millones de empleos netos para 2030, impulsados por sectores como las energías renovables, la agricultura sostenible y la electromovilidad.

Por ejemplo, en Ecuador, la oferta formativa en movilidad sostenible es insuficiente y dispersa (TRNTARYET, 2022), mientras que, en Panamá, casi la mitad de las empresas del sector solar carecen de personal calificado (Prada y Rucci, 2023). Este desajuste entre oferta y demanda de habilidades destaca la necesidad de estrategias específicas y alineadas con los objetivos de la transición verde.

De forma más amplia, el análisis global muestra que las ofertas laborales relacionadas con la transición verde crecieron un 23% entre 2022 y 2023, mientras que el desarrollo de habilidades aumentó solo un 12% en el mismo periodo (LinkedIn, 2023). Este retraso es aún más crítico en sectores estratégicos de ALC, como la gestión de recursos hídricos en Chile o la producción de energías limpias en Uruguay.

Cómo diseñar estrategias de capital humano para la transición verde

Para que los países de la región puedan contar con el talento humano adecuado a estas necesidades cada vez más acuciantes, se necesita que la oferta de habilidades se adapte de manera oportuna y eficiente a los cambios en la demanda laboral asociados con la transición verde. Sin embargo, en la actualidad existe una brecha de conocimiento sobre cómo lograrlo. Frente a este escenario, el presente documento brinda recomendaciones prácticas basadas en evidencia y experiencias exitosas. Los responsables de formular las políticas públicas encontrarán en esta guía un conjunto de pasos elementales que han mostrado efectividad, ayudándoles a desarrollar y a poner en marcha esta estrategia. Así, la guía propone cuatro pasos clave:

Para que los países de la región puedan contar con el talento humano adecuado a estas necesidades cada vez más acuciantes, se necesita que la oferta de habilidades se adapte de manera oportuna y eficiente a los cambios en la demanda laboral asociados con la transición verde.

- 1) **Paso 1: seleccionar los sectores estratégicos.** El primer paso consiste en identificar y priorizar los sectores estratégicos para la transición verde. Para hacerlo, se propone una metodología de priorización de acuerdo con seis criterios: (i) el potencial del sector para contribuir a la reducción de las emisiones contaminantes; (ii) la vulnerabilidad ante el cambio climático; (iii) la importancia para la economía y el empleo; (iv) la necesidad de formar capital humano; (v) la inversión en tecnología para la transición verde; y (vi) la alineación estratégica con los planes nacionales y el contexto institucional. La metodología incluye la construcción de una matriz de desempeño que permita comparar sectores utilizando indicadores clave y ponderaciones para determinar prioridades.
- 2) **Paso 2: diseñar trayectorias formativas y contenidos de formación para el cierre de brechas.** Una vez seleccionados los sectores estratégicos, el segundo paso consiste en diseñar trayectorias formativas¹ para abordar las brechas de habilidades y asegurar que la oferta formativa esté alineada con las demandas del mercado laboral. Para diseñar estas trayectorias se requiere: (i) configurar el ecosistema de actores clave, que incluye sectores públicos, privados y educativos; (ii) identificar las brechas en ocupaciones, habilidades y en la oferta formativa; y, con base en ello, (iii) diseñar las soluciones formativas para reducir esas brechas y contribuir a alcanzar los objetivos de la transición verde.

1. Estas trayectorias son el conjunto articulado de soluciones de formación y experiencias de aprendizaje que trazan rutas claras de avance en una familia ocupacional y permiten a las personas progresar en su ruta laboral. Pueden incluir ofertas que van desde la educación media técnica profesional, carreras y programas en postsecundaria, especializaciones, cursos, microcursos y otros programas de formación, ofrecidos por el sistema de educación y formación técnico y profesional (ETFP), como se defina en cada país.

- 3) **Paso 3: implementar las soluciones formativas.** El tercer paso se centra en la ejecución de programas de formación adaptados a las necesidades de los participantes mediante modalidades flexibles (presencial, virtual o híbrida) y certificaciones modulares. Se promueve su integración en los sistemas de educación técnica y profesional (ETFP) para garantizar su sostenibilidad y escalabilidad.
- 4) **Paso 4: asegurar la calidad y la mejora continua de las soluciones formativas.** Este paso enfatiza la importancia de garantizar la calidad tanto de los insumos como de los procesos involucrados en la estrategia, así como de monitorear y evaluar los resultados para asegurar que la formación sea pertinente y efectiva. Esto implica, por un lado, alinearse con los marcos de cualificaciones existentes, los protocolos de evaluación y los estándares de acreditación. Por otro, requiere establecer mecanismos de monitoreo y evaluación que permitan identificar las fortalezas, los resultados alcanzados y las áreas de mejora, proporcionando evidencia sólida para tomar decisiones informadas y promover una mejora continua.

La región ya está en marcha

Este documento también destaca una serie de iniciativas en América Latina y el Caribe que están abordando los desafíos de la transición verde mediante estrategias innovadoras de formación de capital humano. En Chile, la plataforma RELINK utiliza inteligencia artificial para identificar las brechas entre las habilidades actuales de los trabajadores y las demandas emergentes del mercado laboral, conectando a las personas con oportunidades en sectores estratégicos como el hidrógeno verde.

Este documento también destaca una serie de iniciativas en América Latina y el Caribe que están abordando los desafíos de la transición verde mediante estrategias innovadoras de formación de capital humano.

Por su parte, Costa Rica ha aprovechado sus recursos geotérmicos para desarrollar programas técnicos en la instalación y operación de plantas de energía geotérmica, promoviendo el uso responsable de los recursos naturales. En Paraguay, el Gobierno puso en marcha un enfoque participativo para priorizar sectores estratégicos como la agricultura sostenible y las energías renovables, asegurando que las políticas educativas respondan a las necesidades del mercado. Además, iniciativas como el programa de certificación en energía renovable de Belice y los esfuerzos en Uruguay para desarrollar trayectorias formativas en electromovilidad destacan cómo la colaboración entre sectores público, privado y educativo puede garantizar que las soluciones formativas sean pertinentes y sostenibles. Estos casos demuestran que, aunque los contextos varían, el desarrollo de habilidades es clave para impulsar la transición verde en la región.

En síntesis, la transición verde no solo es un desafío inevitable, sino también una oportunidad sin precedentes para transformar las economías de América Latina y el Caribe hacia un modelo más sostenible, inclusivo y resiliente. El desarrollo estratégico del capital humano será el catalizador que permita cerrar las brechas de habilidades, aprovechar el potencial de los sectores emergentes y asegurar que nadie se quede atrás en este proceso. A través de la puesta en marcha de las recomendaciones propuestas en este documento, los países de la región podrán fortalecer su capacidad para liderar el cambio global hacia un futuro más verde y equitativo.



1. Oportunidades y desafíos de la transición verde

El cambio climático representa una amenaza global. Sus consecuencias podrían conducir a más de 100 millones de personas a la pobreza en 2030 (Jafino et al., 2020). Los efectos en la salud, causados por la falta de acceso al agua potable y saneamiento, el calor excesivo y las inundaciones, junto con las amenazas de seguridad alimentaria, son los principales responsables de este impacto. Además, el cambio climático afecta de forma desproporcionada a las personas pobres, quienes –a su vez– están menos preparadas para enfrentar sus consecuencias, lo que crea un círculo vicioso de aumento de pobreza y desigualdad (Bagolle et al., 2023).

El cambio climático amenaza también el crecimiento de los países, ya que afecta a todos los componentes de la función de producción: trabajo, capital y productividad de los factores. Cada año se pierden aproximadamente 23 millones de años de vida laboral en todo el mundo debido a los riesgos naturales (OIT, 2018) y se estima que, para 2030, se perderá más del 2% del total de horas de trabajo en el mundo debido al exceso de calor o a la disminución del ritmo de trabajo (Kjellstrom et al., 2019). El cambio climático, además, reduce la inversión y afecta el *stock* de capital necesario para respaldar la producción económica (Blackman et al., 2025). El aumento de temperaturas puede afectar negativamente el rendimiento escolar (Graff Zivin et al., 2018; Garg et al., 2020; Park et al., 2020) y la salud de la población, afectando la productividad y desacelerando el crecimiento económico.

Para gestionar el impacto del cambio climático en el desarrollo, es necesario que todos los países aumenten su resiliencia climática y reduzcan significativamente sus emisiones de gases de efecto invernadero (Cavallo et al., 2020). Esto requiere transformaciones profundas en los sistemas de producción, distribución y consumo, que permitan a las sociedades avanzar hacia un modelo más sostenible y bajo en carbono. Este proceso colectivo, complejo y de largo plazo, se conoce como la transición verde (Blackman et al., 2025; Consoli et al., 2016; Porter y van der Linde, 1995; Sung y Park, 2018).

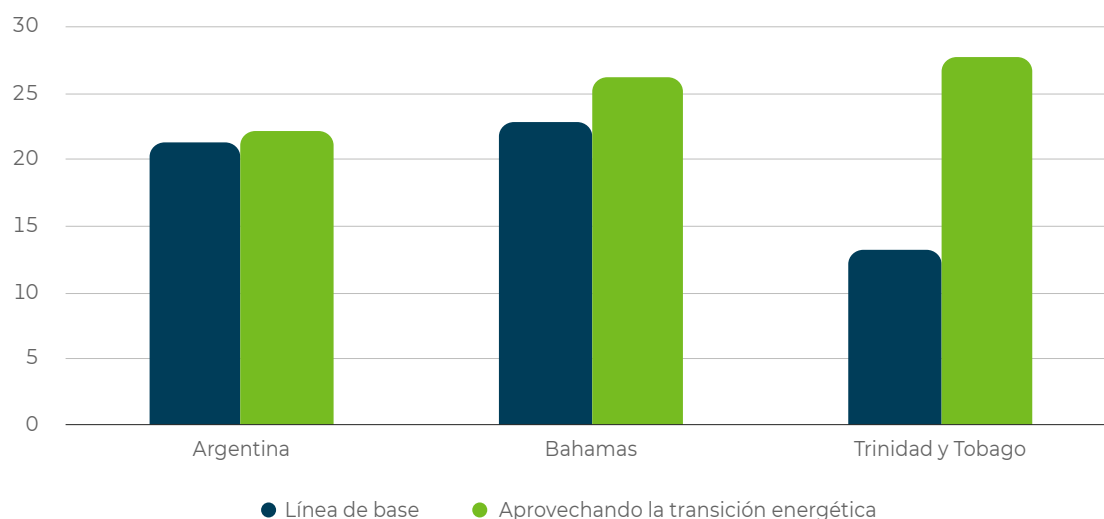
La adopción de estas transformaciones, además de ser necesaria para reducir los riesgos del cambio climático, tiene el potencial de beneficiar a las economías de los países. Se estima que alcanzar la neutralidad en carbono podría crear 2,7 billones (millones de millones) de dólares en beneficios netos totales para América Latina y el Caribe en 2050 (Kalra et al., 2023). Los principales beneficios provienen del ahorro de combustible (900.000 millones de dólares), la contaminación evitada (500.000 millones de dólares) y otros beneficios en salud, seguridad y productividad (1 billón de dólares). Estos compensan con creces las importantes necesidades adicionales de inversión

(1,3 billones de dólares) (Kalra et al., 2023). Además, se espera que la transición verde impulse el crecimiento de la región en más del 1% por año (Vogt-Schilb, 2021) y que genere 15 millones de empleos netos para 2030, lo que representa alrededor del 4% del empleo total en la región (Saget et al., 2020). Estos 15 millones de empleos serían el balance de 22,5 millones de empleos creados y 7,5 millones de empleos perdidos (Saget et al., 2020). Se estima que las pérdidas de empleos en sectores como la generación de electricidad a partir de combustibles fósiles, la producción de alimentos de origen animal y la extracción de combustibles fósiles serán más que compensadas por la creación de nuevos puestos de trabajo en la agricultura y producción de alimentos de origen vegetal, energías renovables, silvicultura, construcción y manufactura (Saget et al., 2020).

La transición verde también ofrece una oportunidad para reducir la brecha en el mercado laboral entre hombres y mujeres, siempre que se adopten políticas con perspectiva de género.

La transición verde también ofrece una oportunidad para reducir la brecha en el mercado laboral entre hombres y mujeres, siempre que se adopten políticas con perspectiva de género. Para ilustrar este potencial, se estimó la posible reducción en la brecha de género en el sector energético en tres países de la región: Argentina, Bahamas y Trinidad y Tobago. Se analizó el caso extremo en el que todos los nuevos empleos creados en el sector energético fueran ocupados únicamente por mujeres. Este ejercicio, aunque improbable, permite visibilizar el impacto potencial de las políticas que promuevan la participación femenina en sectores tradicionalmente dominados por hombres. Según IRENA (2019), aproximadamente el 32% de los empleos en el sector de energía renovable a nivel mundial están ocupados por mujeres. Comparando este punto de referencia con las estimaciones para Argentina, Bahamas y Trinidad y Tobago, se observa que, en Argentina, si todas las nuevas vacantes proyectadas generadas por la transición verde (1.527 empleos en un año) fueran ocupadas por mujeres, la participación femenina en el sector energético aumentaría del 17% al 21,26%, reduciendo la brecha con el promedio global de 15 a 10,74 puntos porcentuales. En Bahamas, este ejercicio proyecta la generación de 289 nuevos empleos en un año como consecuencia de la transición verde. Ya que la participación femenina en el sector energético es del 22,80%, existe una brecha de 9,20 puntos porcentuales frente al promedio global. Si todas las nuevas vacantes fueran ocupadas por mujeres, la participación femenina se incrementaría al 26,20%, reduciendo la brecha con el promedio global a 5,80 puntos porcentuales. Para el caso de Trinidad y Tobago, las proyecciones muestran que debido a la transición verde se podrían crear 81 empleos en un año. La participación femenina en el sector energético es actualmente del 13,20%, con una brecha de 18,80 puntos porcentuales frente al promedio global. Si todas las nuevas vacantes fueran ocupadas por mujeres, la participación femenina aumentaría al 27,70%, reduciendo la brecha con el promedio global a 4,30 puntos porcentuales (para más detalles, véase el Anexo 1).

GRÁFICO 1 • PARTICIPACIÓN FEMENINA ANUAL EN LA FUERZA LABORAL EMPLEADA DEL SECTOR ENERGÉTICO POR PAÍS (EN PORCENTAJES)



Fuente: Elaboración propia.

Notas: La brecha de género de la línea de base para Argentina corresponde al año 2019 y fue extraída de Beaujon et al. (2022); para el caso de Bahamas corresponde al año 2019 y fue extraída del [Reporte - Fuerza Laboral \(2019\)](#); y, para Trinidad y Tobago, corresponde al año 2023 y fue extraída del [Reporte de Fuerza Laboral del Sector Energético \(2023\)](#). Las oportunidades de empleo generadas anualmente por país corresponden a las estimadas de manera agregada utilizando la metodología de Wei et al. (2010) descritas en el Cuadro AI.2.

Además, ALC cuenta con ventajas comparativas para la transición verde, lo que le permitiría potenciar los beneficios asociados a este proceso. Esto se puede observar en al menos tres aspectos. Primero, la transición verde requiere eliminar gradualmente la generación de electricidad a partir de combustibles fósiles y sustituirla por energías renovables, como la energía eólica, solar, y la energía hidroeléctrica y geotérmica. ALC dispone de una gran diversidad de recursos naturales para la generación de energía renovable. La región presenta condiciones óptimas para la energía solar, con algunos de los niveles de radiación directa más altos del mundo en el norte de Argentina y Chile, así como en el sur de Perú y Bolivia (IEA, 2023). También posee un alto potencial para la energía eólica, especialmente en el sur de Brasil y Argentina, mientras que países como Costa Rica y Guatemala poseen importantes reservas geotérmicas. Además, ALC alberga el 60% de las reservas mundiales de litio, un insumo clave para el almacenamiento de energía y la electromovilidad, concentrado principalmente en Argentina, Bolivia y Chile (Cepal, 2023). Esto posiciona a la región en un lugar estratégico para aprovechar los beneficios de una transición energética, como la generación de empleo y la mayor seguridad energética (Blackman et al., 2025; Saget et al., 2020). Asimismo, contribuiría a reducir la dependencia de la importación de combustibles fósiles: en la región, 15 países son importadores netos de petróleo y gas natural (Balza, 2023).

La transición verde también requiere avanzar hacia dietas más saludables y sostenibles, sustituyendo parcialmente los alimentos de origen animal por alternativas de origen vegetal. Este cambio permitiría reducir la presión sobre la deforestación y mitigar las emisiones de carbono asociadas a la producción ganadera (Saget et al., 2020). América Latina y el Caribe cuenta con una posición ventajosa en este ámbito, ya que alberga una cuarta parte de las tierras de mediano a alto potencial agrícola a nivel global (Saget et al., 2020) y es el mayor exportador neto de alimentos del mundo: comercializa el 40% del suministro global y produce lo suficiente para alimentar al doble de su población (FAO, FIDA, OPS, PMA y UNICEF, 2023). Se estima que la región aportará el 61% de las exportaciones globales de soja, el 59% de azúcar, el 43% de maíz, el 40% de carne y aceites de pescado, y el 32% de pollo, lo que reafirma su papel estratégico en la cadena global de suministro de alimentos (OCDE y FAO, 2022). En este contexto, los esfuerzos globales de descarbonización pueden traducirse en beneficios significativos para la región.

Por último, la transición verde requiere que la tierra funcione como un sumidero de carbono, es decir, que tenga la capacidad de capturar y almacenar dióxido de carbono de la atmósfera, contribuyendo así a mitigar el cambio climático. Los sumideros naturales incluyen bosques, suelos, océanos y humedales. América Latina y el Caribe cuenta con una vasta biodiversidad: alberga una quinta parte de la superficie forestal mundial y posee aproximadamente el 31% de los recursos de agua dulce del planeta (PNUMA, 2010). Esta riqueza natural otorga a la región una ventaja comparativa en la captura de carbono. Además de contribuir a la transición verde, la conservación y restauración de estos recursos garantiza el suministro de servicios ecosistémicos esenciales para el bienestar humano. Estos ecosistemas proveen alimentos, madera para combustible y fibras; contribuyen a la purificación del agua y al control de inundaciones; y abren oportunidades de inversión y desarrollo económico (MEA, 2005).

Sin embargo, para que la transición verde suceda y se generen los beneficios y oportunidades asociados a este proceso, se requiere una estrategia de formación de capital humano que permita que los trabajadores presentes y futuros cuenten con las habilidades necesarias.² El objetivo de este informe es proporcionar los cimientos para que los países puedan diseñar e implementar su estrategia de formación de capital humano para la transición verde.³

2. Predecir las habilidades que serán necesarias para la transición verde es un desafío complejo, aunque factible. En contextos donde existen mecanismos sólidos y datos confiables, las proyecciones son más precisas, lo que permite planificar una hoja de ruta para desarrollar esas capacidades en la fuerza laboral. No obstante, en mercados laborales dinámicos y marcados por una alta incertidumbre, anticipar transformaciones específicas a mediano plazo resulta más difícil. En estos casos, los compromisos internacionales y los tratados vigentes pueden ofrecer señales sobre los cambios esperados, las cuales pueden complementarse con otras fuentes de información. Cuando la capacidad de predicción es limitada, cobra especial relevancia contar con sistemas de formación ágiles, capaces de adaptarse rápidamente a la evolución del mercado laboral.

3. Existen otras formas en que la educación y la capacitación pueden contribuir a la agenda de cambio climático. En esta nota, nos enfocamos en el desarrollo de estrategias de capital humano. Bos y Schwartz (2023) presentan un marco conceptual más amplio, que –además de la formación en conocimientos y habilidades para la transición verde– incluye la resiliencia del sistema educativo ante eventos climáticos extremos y la adopción de prácticas sostenibles en infraestructura y servicios educativos.

La escasez de trabajadores con las habilidades necesarias o los “cuellos de botella de habilidades”, donde la oferta no satisface la demanda, suelen convertirse en un obstáculo para la transición verde y para el crecimiento en general (Cedefop, 2015). Actualmente, hay signos de que la demanda de habilidades para la transición verde está superando la oferta. Según un estudio de LinkedIn, la proporción de ofertas laborales que requieren habilidades relacionadas con la transición verde creció un 23% entre 2022 y 2023 a nivel mundial, pero el porcentaje de personas con esas habilidades solo aumentó un 12% en el mismo período (LinkedIn, 2023). Este desajuste no es reciente: entre 2018 y 2023, las habilidades de los trabajadores para la transición verde aumentaron un 5% anual, mientras que los anuncios de trabajo que requerían este tipo de competencias lo hicieron a un ritmo de 9% anual (LinkedIn, 2023).

Una estrategia implica un plan de acción diseñado para alcanzar un objetivo. En este sentido, una estrategia de formación de capital humano para la transición verde es una hoja de ruta que busca desarrollar las habilidades necesarias en la fuerza laboral, tanto en trabajadores actuales como en estudiantes, para cumplir con las metas de la transición verde. Esta estrategia debe proporcionar oportunidades de educación y capacitación que incluyan el perfeccionamiento de competencias existentes (*upskilling*) y la adquisición de nuevas habilidades (*reskilling*), además de la certificación de conocimientos. Esto permitirá a los trabajadores actuales y futuros adaptarse a las demandas emergentes del mercado laboral, mejorando su empleabilidad y productividad.

Esta estrategia también es necesaria para asegurar que la transición verde sea justa. Esto implica que, además de promover un crecimiento sostenible, garantice la inclusión social, el acceso equitativo a oportunidades laborales y la creación de condiciones que permitan a los trabajadores adaptarse a las transformaciones en los mercados laborales. La transición verde reducirá la demanda de empleos en industrias menos sostenibles (como las basadas en energía del carbón), mientras que generará nuevos empleos en las emergentes industrias verdes (como las energías renovables) y hará más verdes las ocupaciones tradicionales para alinearlas con criterios de protección ambiental. El desarrollo estratégico de las habilidades necesarias en trabajadores y estudiantes será clave para que puedan acceder a empleos de calidad en los sectores en crecimiento, y para que los trabajadores desplazados puedan reconvertir sus competencias, encontrar nuevas oportunidades y adaptarse a los cambios del mercado laboral.

Aunque cada país deberá adaptar la estrategia según su etapa en la transición verde, los recursos disponibles y su contexto local, este documento brinda recomendaciones prácticas basadas en evidencia y experiencias exitosas. Los hacedores de política encontrarán en esta guía un conjunto de pasos fundamentales que han mostrado efectividad, ayudándoles a desarrollar y a poner en marcha esta estrategia.

RECUADRO 1 • ¿QUÉ ES UNA ESTRATEGIA DE CAPITAL HUMANO?

Una estrategia de formación de capital humano para la transición verde es una hoja de ruta que busca desarrollar las habilidades necesarias en la fuerza laboral, tanto en trabajadores actuales como en trabajadores futuros, para cumplir con las metas de la transición verde. Para ello, es necesario diseñar e implementar soluciones de formación que permitan la adquisición de nuevas habilidades (*reskilling*), el perfeccionamiento de competencias existentes (*upskilling*), y la certificación de conocimientos.

Sin una estrategia, no hay un plan para desarrollar ordenadamente el talento requerido en la fuerza laboral para tener éxito en la transición verde. La región verá limitada su capacidad para adaptarse a los desafíos de esta transición, aprovechar el potencial de los sectores emergentes y asegurar que nadie se quede atrás en este proceso de cambio.

Trayectorias formativas

Al conjunto de articulado de soluciones de formación y experiencias de aprendizaje que trazan rutas claras de avance y permiten a las personas progresar en su ruta laboral se le conoce como trayectorias formativas. Las trayectorias formativas incluyen toda la oferta de formación, abarcando desde la educación media técnica profesional, carreras y programas en postsecundaria, especializaciones, cursos, certificados, microcursos y otros programas de formación, ofrecidos por el sistema de educación y formación técnico y profesional (ETFP), como se defina en cada país. Estas trayectorias de formación son dinámicas (porque se deben adaptar para cubrir las nuevas demandas de habilidades a medida que se avanza en la transición) y continuas en el tiempo.



2 • Habilidades: una pieza clave para la transición verde en la región

Para aprovechar las oportunidades y el potencial de economías más verdes es necesario que los países de la región se comprometan con la transición verde y que estos compromisos se complementen con estrategias claras para su adopción. El desarrollo de habilidades para la transición verde es un componente clave en estas estrategias.

En marco del Acuerdo de París, 195 países del mundo establecieron las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés) y en ellas detallaron compromisos climáticos de corto plazo con estrategias para limitar el aumento de la temperatura global a menos de 2 °C y lo más cerca posible a 1,5 °C para este siglo.⁴ De acuerdo con datos disponibles para el 2022, los 33 países de ALC presentaron su primera NDC⁵ en 2015 y 29 de ellos han actualizado su NDC en 2020 para proponer objetivos de mitigación más ambiciosos.⁶

Para cumplir con los compromisos asumidos en las NDC es necesario que los países reduzcan las emisiones netas de gases de efecto invernadero (GEI) (Kalra et al., 2023). Aunque existen múltiples caminos para lograr la neutralidad en carbono, hay tres cambios que son fundamentales (Kalra et al., 2023), los cuales, como se describe más adelante, requieren el desarrollo de habilidades en la fuerza laboral:

- 1) **Producir electricidad a partir de fuentes de energía renovables.** Los cambios de combustible en toda la economía reducen las emisiones sólo en la medida en que la electricidad y el hidró-

4. Estos objetivos están orientados a ser alcanzados a lo largo de este siglo, aunque el Acuerdo de París no especifica un año concreto para alcanzar estas metas. Sin embargo, se espera que los países presenten y actualicen sus Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC) cada cinco años para asegurar un progreso continuo hacia estos objetivos

5. De acuerdo con [NDC Explorer](#), con datos disponibles y actualizados hasta febrero de 2022, 29 países de América Latina y el Caribe cuentan con NDC: Argentina, Bahamas, Barbados, Belice, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Granada, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, San Cristóbal y Nieves, Santa Lucía, San Vicente y las Granadinas, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela.

6. Las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC) deben actualizarse periódicamente, ya que uno de los principios clave del Acuerdo de París es que cada país debe intensificar sus esfuerzos cada cinco años para reflejar "la mayor ambición posible". La gran mayoría de las NDC actuales de ALC incluyen un objetivo de reducción de emisiones cuantificable. Un tercio menciona explícitamente un objetivo absoluto o relativo, y el resto se basa en un escenario ficticio de "negocio como de costumbre" para especificar sus posibles reducciones de emisiones. Para más información, véase: <https://www.climatewatchdata.org/ndcs-explore>.

geno –los principales combustibles de sustitución– se produzcan con energías renovables y no con combustibles fósiles. Adicionalmente, la producción de energía es responsable del 42% de las emisiones de CO₂ equivalentes provenientes de la quema de combustibles (Agencia Internacional de la Energía, 2023).

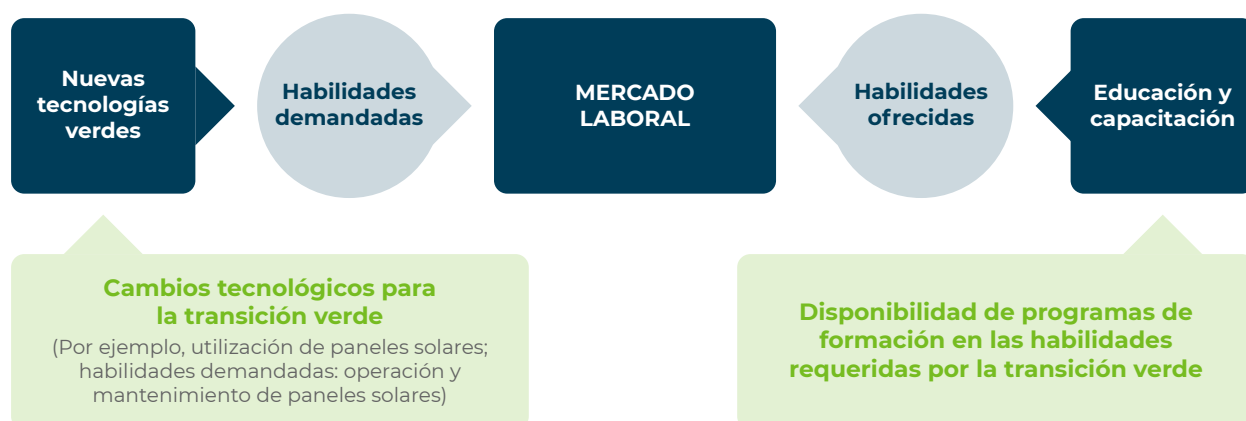
- 2) **Utilizar electricidad en lugar de combustibles fósiles para alimentar el transporte.** Cambiar el combustible en el transporte reduce las emisiones incluso si los cambios en patrones de uso son limitados. El transporte es uno de los sectores más difíciles para combatir las emisiones de GEI, dadas las numerosas fuentes de emisiones, la creciente demanda de desplazamientos en vehículos privados y la infraestructura construida que perpetúa los patrones de desplazamiento por carretera.
- 3) **Convertir la tierra en un sumidero de carbono.** El carbono orgánico en el suelo ayuda a capturar dióxido de carbono (CO₂) atmosférico, lo que contribuye a mitigar el cambio climático. Para preservar –e incluso aumentar– el carbono orgánico en los suelos se requiere implementar prácticas agrícolas sostenibles, proteger los bosques, promover la forestación y fomentar el consumo de alimentos con menor contenido de carbono.

Para lograr estos tres cambios es necesario asegurar que la fuerza laboral esté preparada para realizarlos. Para esto, los países deben desarrollar estrategias de capital humano que delineen trayectorias de formación en las habilidades demandadas y en las áreas requeridas.

Para comprender mejor la relación entre los cambios requeridos para lograr la transición verde, los cambios en el mercado laboral y las necesidades de formación de capital humano, utilizamos el **marco conceptual basado en la perspectiva de tareas (*task-based approach*)** desarrollado por Vona (2021). Este es un marco ampliamente utilizado para el análisis del efecto de los choques tecnológicos sobre la demanda laboral.

El Gráfico 2 describe la relación entre el cambio climático y la formación (educación y capacitación) en el contexto del mercado laboral. Este enfoque hace una distinción entre las tareas que se realizan en los procesos productivos y, por tanto, son demandadas por el mercado laboral (habilidades demandadas) y las habilidades que poseen las personas para desempeñarlas eficientemente y que son ofrecidas por los trabajadores en el mercado laboral (habilidades ofrecidas).

GRÁFICO 2 • MARCO CONCEPTUAL BASADO EN LA PERSPECTIVA DE
TAREAS ADAPTADO PARA LA TRANSICIÓN VERDE



Fuente: Elaboración propia.

Avanzar hacia una economía más verde implica varias **transformaciones en el mercado laboral**, ya que se modifica el tipo de tareas que deben realizar los trabajadores. Esto se puede traducir en una multiplicidad de cambios que se resumen en las siguientes tres tendencias: primero, la reducción en la demanda de ocupaciones en industrias menos sostenibles (por ejemplo, las basadas en combustibles fósiles) y la apuesta por otras más ecológicas (como las basadas en una agricultura más sostenible). Segundo, la creación de nuevas ocupaciones, particularmente en las nacientes industrias verdes (por ejemplo, en las energías renovables). Tercero, hacer más verde las ocupaciones ya existentes en sectores tradicionales que no son naturalmente sostenibles, es decir, la evolución de ocupaciones tradicionales para adaptarse a las políticas y los lineamientos de protección medioambiental (por ejemplo, ocupaciones en el sector automotriz que incorporan el mantenimiento de vehículos eléctricos).

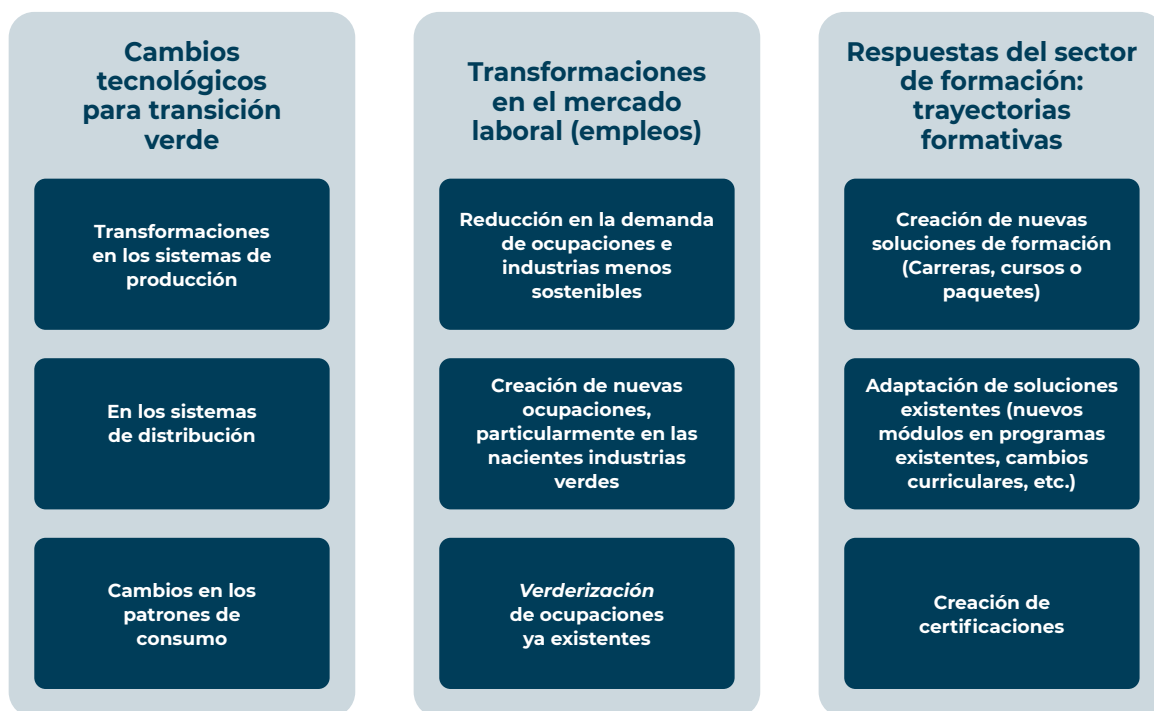
A medida que la transición verde modifica las tareas que deben realizar los trabajadores, surge una demanda de nuevas habilidades que pueden no estar disponibles en la fuerza laboral actual, generando así una brecha de habilidades.

A medida que la transición verde modifica las tareas que deben realizar los trabajadores, surge una demanda de nuevas habilidades que pueden no estar disponibles en la fuerza laboral actual, generando así una brecha de habilidades

Para cubrir esta brecha, es necesario diseñar trayectorias formativas para que las personas puedan desarrollar nuevas habilidades y adaptarse a los nuevos perfiles ocupacionales requeridos por la demanda laboral. Por ejemplo, en el caso de la generación de energía solar mediante de paneles solares (primer ejemplo del Cuadro 1), esta nueva tecnología requiere que los trabajadores lleven a cabo nuevas tareas como la operación, inspección y reparación de paneles solares. En el caso del uso de la tierra como un sumidero de carbono (tercer ejemplo del Cuadro 1), se requiere que los agricultores puedan hacer un uso más eficiente del agua. Esto implica que los técnicos de riego desarrollen nuevas habilidades, que abarcan capacidades específicas, blandas y transversales (como la resolución de problemas y la prevención de riesgos), las cuales son aplicables y transferibles a una familia de ocupaciones en otros sectores como la producción de paneles solares, vehículos eléctricos y baterías de hidrógeno verde, por lo que brindan más oportunidades de trabajo a quienes las adopten.

Como refleja el Gráfico 3, el diseño e implementación de estas trayectorias formativas se traduce, en términos generales, en tres tipos de acciones desde la oferta de formación: (i) la creación de **nuevas soluciones** formativas que respondan a las necesidades de ocupaciones emergentes, como nuevas carreras técnicas o cursos específicos; (ii) la **adaptación de soluciones** formativas existentes para incorporar las competencias o habilidades requeridas, lo que puede implicar la inclusión de nuevos módulos en cursos, carreras o programas ya existentes, así como ajustes curriculares; y (iii) la **creación de nuevas certificaciones** que visibilicen habilidades en demanda. Estas certificaciones pueden estar vinculadas a las nuevas soluciones o a las adaptaciones mencionadas en los puntos anteriores, ser independientes, o bien reconocer conocimientos previamente adquiridos por las personas.

GRÁFICO 3 • IMPACTOS DE LA TRANSICIÓN VERDE EN EL EMPLEO Y LA FORMACIÓN:
DE LOS CAMBIOS TECNOLÓGICOS A LAS TRAYECTORIAS FORMATIVAS



Fuente: Elaboración propia.

El Cuadro 1 (en la siguiente página) describe tres ejemplos concretos de habilidades requeridas para lograr cada uno de los tres cambios fundamentales para lograr la neutralidad en carbono y también proporciona ejemplos de opciones formativas para lograr desarrollar las habilidades requeridas.

CUADRO 1 • EJEMPLOS DE HABILIDADES NECESARIAS PARA LOGRAR LOS
TRES CAMBIOS FUNDAMENTALES PARA LA TRANSICIÓN VERDE

CAMBIO CLAVE	EJEMPLO DE TRANSFORMACIONES PRODUCTIVAS	EJEMPLO DE HABILIDADES REQUERIDAS	OPCIONES FORMATIVAS
 Producir electricidad de fuentes renovables	• Generación de electricidad mediante parques eólicos, paneles solares o hidrógeno verde.	• Ingeniería, aseguramiento de calidad, desarrollo de productos y gestión de proyectos • Instalación y mantenimiento de sistemas de energía renovable. • Desarrollo y aplicación de tecnologías en el sector energético.	• Desarrollo de nuevas opciones formativas, como la creación de nuevas carreras universitarias, por ejemplo, Ingeniería en Energía Renovable, o nuevos programas técnicos dentro de la oferta ETFP, como Técnico en Energías Renovables. • Actualización de opciones formativas existentes, por ejemplo, añadir módulos específicos sobre energías renovables en la carrera de Ingeniería Eléctrica. • Desarrollo de programas de certificación en áreas específicas, como instalación y mantenimiento de tecnologías de energía renovable.
 Usar electricidad para alimentar el transporte	• Electromovilidad. • Electrificación del transporte público y privado (autobuses urbanos, ferrocarril, automóviles, etcétera).	• Diseño y fabricación de baterías y motores eléctricos. • Instalación y mantenimiento de estaciones de carga y sistemas eléctricos en vehículos. • Uso de tecnologías digitales para la optimización de vehículos eléctricos.	• Desarrollo de nuevas opciones formativas, como programas técnicos dentro de la oferta ETFP, por ejemplo, técnico en infraestructuras de recarga para vehículos eléctricos. • Actualización de opciones formativas existentes, por ejemplo, añadir módulos sobre tecnología de baterías y almacenamiento de energía e innovación digital en la carrera de Ingeniería Mecánica. • Desarrollo de programas de certificación en, por ejemplo, gestión de baterías, y en diagnóstico, mantenimiento y reparación de vehículos eléctricos,
 Convertir la tierra en un sumidero de carbono	• Implementación de la agricultura de conservación, por ejemplo, a través de una mayor rotación de cultivos y el uso de la siembra directa. • Aumento de la productividad en las tierras agrícolas, que ayuda a reducir la presión sobre los bosques y otros usos del suelo que capturan carbono. Ejemplos de esto son el uso de tecnologías como sistemas de riego de precisión, siembra directa y herramientas de monitoreo de cultivos.	• Monitoreo y la gestión de los campos. • Habilidades de planificación y conocimientos para la preparación del suelo, la elección de los cultivos y el uso del agua. • Operación, mantenimiento de tecnologías aplicadas (como sistemas de riego tecnificados) *	• Desarrollo de nuevas opciones formativas, como programas de formación en tecnologías avanzadas, dentro de la oferta ETFP. • Actualización de opciones formativas, como incluir talleres de formación sobre la operación y mantenimiento de tecnologías agrícolas o utilización de herramientas tecnológicas (como drones, software, etc.) en programas académicos vinculados al sector. • Desarrollar programas de certificación, por ejemplo, en agricultura de conservación.

Fuente: Elaboración propia con base en Kalra et al. (2023).

En resumen, el desarrollo de habilidades en la fuerza laboral es un prerequisite para que el proceso de transición hacia economías más verdes sea posible. Este proceso implicará disrupciones en los sectores económicos y en los mercados laborales, por lo cual también es necesario que los trabajadores adquieran habilidades para adaptarse a estos cambios, no tan sólo para aprovechar nuevas oportunidades de empleo en sectores sostenibles o adaptarse a las exigencias de sectores en proceso de sostenibilidad, sino también para facilitar la reinserción de trabajadores desplazados en sectores intensivos en recursos naturales o dependientes de combustibles fósiles. La mejora de competencias existentes (*upskilling*) y la adquisición de nuevas habilidades (*reskilling*) serán claves para reducir los costos sociales de la transición verde en términos de desempleo y las tensiones sociales. Asimismo, el desarrollo de habilidades actúa como catalizador de la innovación y puede acelerar la adopción de tecnologías sostenibles, orientando las economías hacia trayectorias de crecimiento más sostenibles (Tyros et al., 2023). En este contexto, el desarrollo de habilidades tendrá un rol fundamental en facilitar la transición verde, en determinar la velocidad de la descarbonización y en ayudar a las personas a adaptarse a los cambios del mercado laboral, incrementando su productividad y reduciendo los costos sociales de la transición. Al respecto, se debe aprender del pasado que una política pública puede implicar un periodo de ajuste largo si no se atiende el problema de capital humano. La transición productiva en Brasil después de la liberalización del comercio internacional fue lenta, en parte porque era difícil para los trabajadores cambiar de un sector a otro (Dix-Carneiro, 2014).

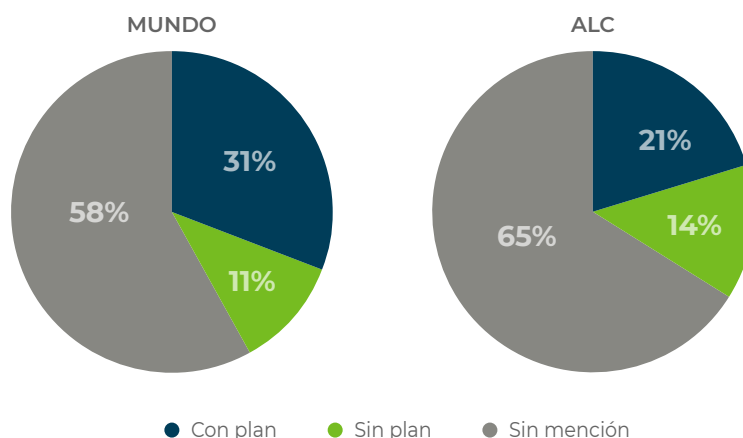
El desarrollo de habilidades en la fuerza laboral es un prerequisite para que el proceso de transición hacia economías más verdes sea posible.

El diseño de trayectorias formativas debe integrarse en la planificación para implementar los compromisos derivados del Acuerdo de París y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (OIT, 2019). No obstante, aún queda un largo camino por recorrer, ya que la relación entre estos acuerdos y las respuestas en materia de formación de habilidades permanece escasamente visibilizada. Las habilidades son importantes y cada vez más reconocidas como un componente esencial para una transición justa y sostenible, pero todavía queda mucho por hacer (OIT, 2025). Según datos del NDC Explorer,⁷ el 58% de los países del mundo no menciona el desarrollo de habilidades (*training*) en temas relacionados con el cambio climático en sus Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC), y solo el 31% incluye algún plan específico de desarrollo de capacidades que facilite los cambios requeridos. En el caso de América Latina y el Caribe, de los 29 países que actualizaron sus NDC en 2020, el 65% no hace ninguna referencia al desarrollo de habilidades,

7. El NDC Explorer es una herramienta en línea que permite analizar y comparar las Contribuciones Nacionales Determinadas (NDC) de los países. Se basa únicamente en la información contenida en estos documentos. Para más información, consultar: [NDC Explorer](#).

mientras que apenas el 21% contempla un plan para promoverlo. El 14% restante menciona la necesidad de fortalecer capacidades, pero sin detallar una estrategia para ello (Gráfico 4).⁸

GRÁFICO 4 • RECONOCIMIENTO DEL ROL DEL DESARROLLO DE HABILIDADES EN LOS NDC A NIVEL GLOBAL Y EN ALC (2020)



Fuente: Elaboración propia con datos del NDC Explorer ([IDOS, 2022](#)).

Notas: Se considera que la NCD menciona el desarrollo de habilidades si recoge algún tipo de formación en habilidades para la transición verde y si los países tienen un plan para llevar a cabo dicha capacitación en adaptación, mitigación o ambos.

Por otro lado, aunque la literatura reciente ha avanzado en comprender la conexión entre el desarrollo de habilidades y la transición verde, aún persisten desafíos en cómo llevar esto a la práctica, es decir, cómo construir un puente entre el reconocimiento de la necesidad de ciertas habilidades para la transición y el desarrollo efectivo de estas competencias, cómo crear trayectorias formativas que desarrollen talento humano, cómo implementarlas y cómo garantizar su éxito. La revisión de documentos elaborados desde 2015 (posterior al Acuerdo de París) que abordan explícitamente esta conexión revela una variedad de enfoques para el desarrollo de habilidades en la transición verde (Cuadro 2). Sin embargo, aún no existe consenso sobre cómo integrar estos enfoques dentro de las políticas públicas de manera coordinada y efectiva. Un paso en esta dirección es el trabajo de Baptista et al. (2024), que ofrece un marco conceptual para entender los efectos del cambio climático en los mercados laborales y las opciones de política disponibles para los países. En ese trabajo, los autores señalan que aún existen vacíos de conocimiento sobre las políticas más efectivas. El presente estudio busca avanzar en esa línea, desarrollando una guía práctica para orientar a los

8. La OIT (2025) propone preguntas orientadoras para evaluar la integración del desarrollo de habilidades en las NDC y presenta ejemplos de países que ilustran su incorporación. Un caso destacado es la NDC de Costa Rica (2020), que plantea programas de formación para mujeres, jóvenes, afrodescendientes y pueblos indígenas, con el objetivo de ampliar su acceso a empleos verdes en sectores donde su participación es limitada, como energía renovable, agricultura regenerativa y de precisión, construcción sostenible y recuperación de residuos.

responsables de políticas en el diseño e implementación de estrategias de formación de capital humano para la transición verde, basándose en experiencias exitosas y lecciones aprendidas.

CUADRO 2 • IMPORTANCIA DEL DESARROLLO DE HABILIDADES PARA LA TRANSICIÓN VERDE

INVESTIGACIÓN	ENFOQUE/ARGUMENTO	IMPLEMENTACIÓN / METODOLOGÍA	PAÍS/REGIÓN DE ENFOQUE
Cedefop (2018) <i>Skills for green jobs: European synthesis (2018 update)</i>	La transición hacia economías verdes requiere identificar las habilidades necesarias y diseñar estrategias eficientes para abordarlas.	Evaluación y anticipación de necesidades de habilidades verdes; diseño o actualización de programas, diplomas o cualificaciones; provisión de formación a nivel local y regional; papel de los actores clave (socios sociales y sector privado).	Unión Europea (enfoque en seis países miembros: Alemania, Dinamarca, España, Estonia, Francia y Reino Unido).
Cedefop (2021) <i>The green employment and skills transformation</i>	Las necesidades de habilidades trascienden las ocupaciones clave y afectan a todos los sectores económicos.	Análisis sistemático del impacto del empleo verde y sus implicaciones en habilidades; previsiones sobre creación y destrucción de empleo; uso de prospectiva de habilidades (<i>skills forecasts</i>) para preparar los cambios.	Unión Europea.
Cedefop y OCDE (2022) <i>Apprenticeships for greener economies and societies</i>	Los programas de aprendices (modelo dual) vinculan el sistema educativo con el mercado laboral. La transición verde modifica las necesidades de habilidades y transforma estos sistemas.	Procesos de “verderización” de programas de aprendices; análisis de culturas organizacionales entre actores clave; identificación de habilidades verdes transversales.	Estudio de caso: cooperación greco-alemana para formación vocacional (proyecto GRÆDUCATION).
UNESCO (2021) <i>Skills development and climate change action plans</i>	Evalúa la contribución actual y potencial de la EFTP a los planes climáticos nacionales.	Revisión de NDCs, NCs y políticas nacionales de adaptación; evaluación de brechas y necesidades de habilidades verdes a través de revisión documental y entrevistas.	Global (incluye 11 países de ALC: Bahamas, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Dominica, Granada, Haití, Jamaica, México y Paraguay).
OIT (2017) <i>Advancing Green Human Capital</i>	Con compromiso político, el primer paso es identificar sectores prioritarios y necesidades futuras de habilidades.	Revisión de experiencias exitosas; propuesta de tres áreas clave para políticas de trabajo decente en economía verde: análisis de mercado, sensibilización y gobernanza.	Enfoque conceptual y orientado al diseño de políticas públicas.
Vona et al. (2015) <i>Green Skills</i>	Identifica habilidades necesarias para operar y desarrollar tecnologías verdes y cómo su demanda responde a la regulación ambiental.	Creación de un Índice Verde basado en O*NET; análisis de la relación entre tareas verdes y tareas totales por ocupación; metodología probada con datos de EE. UU.	Estados Unidos.
Sern et al. (2018) <i>Green Skills for Green Industry: A Review of Literature</i>	Revisión de literatura sobre habilidades verdes demandadas por la industria verde.	Análisis documental. Las diez habilidades más comunes incluyen diseño, liderazgo, gestión, energía, urbanismo, paisajismo, comunicación, gestión de residuos, adquisiciones y finanzas.	Asia en desarrollo.

INVESTIGACIÓN	ENFOQUE/ARGUMENTO	IMPLEMENTACIÓN / METODOLOGÍA	PAÍS/REGIÓN DE ENFOQUE
Auktor (2020) <i>Green Industrial Skills for a Sustainable Future</i>	Las habilidades son clave para facilitar la transformación verde del sector industrial.	Desarrollo de una taxonomía de empleos y habilidades verdes; evidencia empírica sobre efectos del empleo verde, adopción de tecnologías verdes y acciones políticas.	Economías en desarrollo.
Mininni y Hiteva (2023) <i>Place-Based Solutions for Net Zero: Gender Considerations on 'Green' Skills</i>	Existe escasa evidencia sobre justicia e igualdad en la distribución de oportunidades para desarrollar habilidades verdes.	Revisión de literatura académica y gris (nov. 2021 – ene. 2023) y observación participativa (Reino Unido, nov. 2021 – feb. 2023).	Reino Unido. Enfoque conceptual.
OCDE (2021) <i>The Inequalities-Environment Nexus</i>	Una transición verde inclusiva debe mitigar impactos regresivos, invertir en habilidades, abordar desigualdades estructurales y garantizar buena gobernanza.	Revisión de estudios y recomendaciones sobre inclusión social, género, envejecimiento, juventud y trabajadores afectados por políticas verdes.	Enfoque conceptual.
ADECCO (2021) <i>Skills for the Green Economy</i>	Destaca la necesidad de invertir en habilidades, con ejemplos en los sectores energético y automotriz.	Análisis conceptual y sectorial profundo; presenta casos prácticos en ambos sectores.	Enfoque conceptual. Ejemplos de Polonia y otros países de la UE.
LinkedIn (2023) <i>Global Green Skills Report</i>	Las habilidades verdes son esenciales para la transición verde y el desarrollo de capital humano.	Análisis de datos globales sobre oferta y demanda de habilidades verdes; tendencias sectoriales en 25 países; ejemplos regionales (EE. UU., Asia-Pacífico, Europa); considera la transición justa (género, edad, nivel socioeconómico).	Global.
Banco Mundial (2024) <i>Choosing Our Future: Education for Climate Action</i>	La educación es un instrumento poderoso, pero subutilizado, para enfrentar el cambio climático.	Analiza el impacto del cambio climático en la educación (pérdida de aprendizajes por cierres escolares); aboga por mayor inversión en educación como herramienta para adaptación y mitigación.	Global. Enfoque conceptual, más amplio que la transición verde.
Bos y Schwartz (2023) <i>Education and climate change: how to develop skills for climate action at school age?</i>	Para vivir de manera sostenible, ser agentes de cambio, enfrentar los efectos del cambio climático y acceder a empleos en economías bajas en carbono. Sin embargo, la evidencia disponible indica que niños y jóvenes no están adquiriendo estas habilidades.	Propone tres principales áreas de acción para desarrollar en los estudiantes conocimientos relacionados con el clima, valores, capacidad de acción y habilidades para empleos verdes.	América Latina. Enfoque conceptual más amplio que la transición verde.
Alfonso et al. (2024) <i>Hacia una transición justa en América Latina y el Caribe</i>	Destaca la importancia de que los países creen condiciones que favorezcan a la transición y, al mismo tiempo, garanticen que esta sea inclusiva y justa.	Analiza los impactos sociales de la transición verde y propone un conjunto de acciones que los gobiernos pueden adoptar para asegurar una transición justa.	América Latina y el Caribe. Enfoque conceptual. Ejemplos para países de la región, como Chile y Ecuador.

Fuente: Elaboración propia.

Nota: La selección de documentos no es exhaustiva. Incluye trabajos elaborados desde 2015 (post Acuerdo de París) que establecen explícitamente una conexión entre el desarrollo de habilidades y la transición verde.

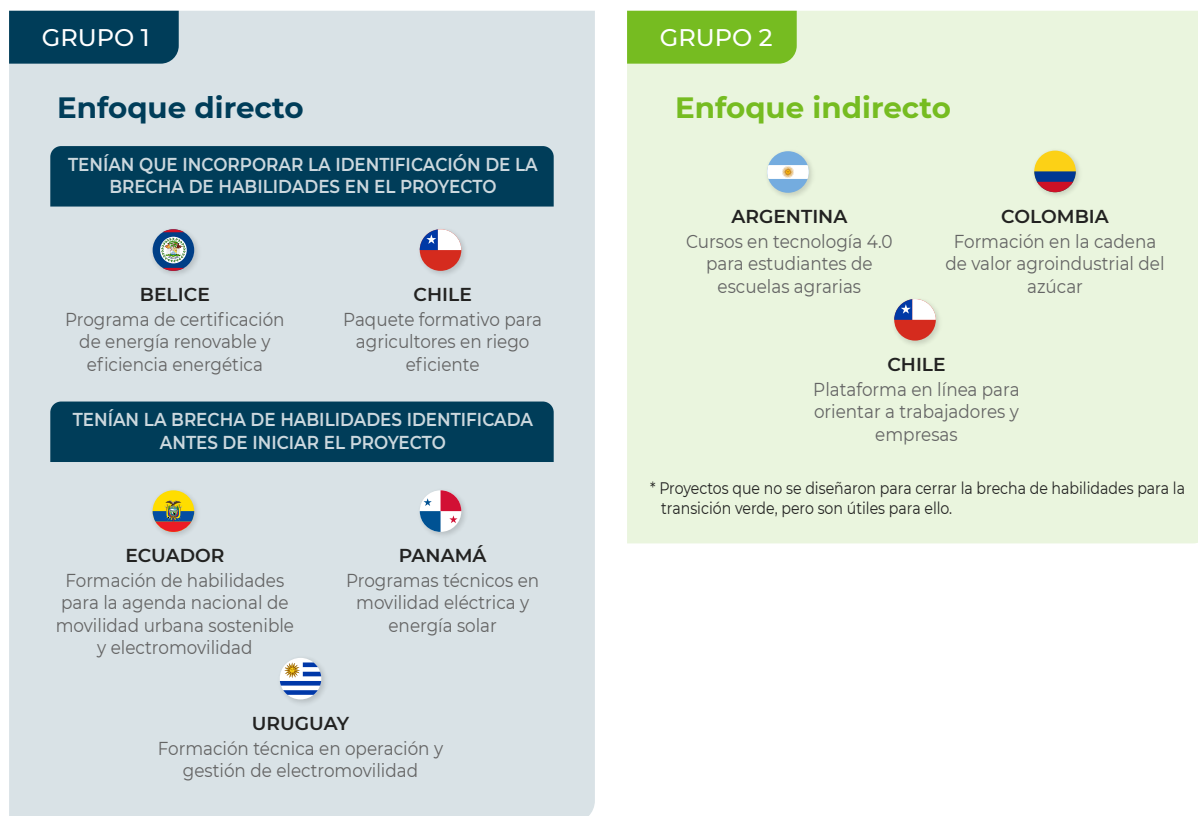


3 • De la teoría a la práctica: ocho iniciativas innovadoras en el desarrollo de habilidades para la transición verde

Las transformaciones necesarias para la transición verde son profundas y requieren inversiones: aunque el momento ideal para iniciarlas fue hace tiempo, el segundo mejor momento es ahora. Si no promovemos desde ya el desarrollo de habilidades en la fuerza laboral actual y futura, se ralentizará el avance hacia la transición verde, desaprovechando beneficios y oportunidades de este proceso, e incrementando los costos sociales, pues la fuerza laboral no podrá adaptarse ni generar resiliencia ante los cambios en el mercado laboral. En cambio, si promovemos estas habilidades, aceleraremos la transición verde y facilitaremos la adaptación de los trabajadores actuales y futuros a las nuevas demandas del mercado laboral.

Las transformaciones necesarias para la transición verde son profundas y requieren inversiones: aunque el momento ideal para iniciarlas fue hace tiempo, el segundo mejor momento es ahora.

En esta sección se presentan ocho ejemplos innovadores de países que, partiendo de contextos diversos, han logrado avances significativos. Estos proyectos se agrupan en dos categorías: (i) iniciativas con **enfoque directo**, es decir, aquellas que se diseñaron específicamente para desarrollar habilidades vinculadas a la transición verde; y (ii) iniciativas con **enfoque indirecto**, es decir, proyectos concebidos con otros fines, pero que ofrecen aprendizajes relevantes para la formación de habilidades necesarias en este proceso. El éxito de estas experiencias demuestra que es posible tender un puente entre las capacidades actuales de la fuerza laboral y las requeridas por un mercado en transformación. El Gráfico 5 ilustra estos proyectos y su clasificación según el tipo de enfoque adoptado.

GRÁFICO 5 • INICIATIVAS DE DESARROLLO DE
HABILIDADES PARA LA TRANSICIÓN VERDE


¿En qué consisten las ocho iniciativas?

Antes de situarlas en sus respectivas categorías (enfoque directo o indirecto en su contribución a la transición verde) y de resaltar los principales aprendizajes, conviene abordar –al menos de forma general– en qué consisten las ocho iniciativas innovadoras enumeradas en el gráfico anterior:

- En **Belice**, el ‘Programa de certificación en energía renovable y eficiencia energética’ desarrolló el primer programa nacional de certificación en este campo. La iniciativa combina un plan de estudios de dos años con un componente de formación docente de un año, e incorpora instancias de capacitación regulares, tanto virtuales como presenciales. El enfoque del programa abarca tanto la economía verde como la azul, e incluye 32 cursos independientes con materiales de aprendizaje centrados en el estudiante, entre ellos, aquellos necesarios para responder a las demandas de las economías verde y azul.

- En **Chile**, el ‘Paquete formativo para agricultores en riego eficiente’ desarrolló un piloto para el uso eficiente del agua para abordar la necesidad urgente de preservar los recursos hídricos con soluciones innovadoras, generando evidencia y transformando empleos y negocios. Específicamente, se centró en desarrollar trayectorias de aprendizaje y empleo en sectores económicos donde el agua es un insumo significativo de producción, en colaboración con el sector productivo, proveedores de capacitación y gobiernos, así como en el propio sector de agua y saneamiento. En su primer año, el proyecto diseñó una guía práctica y una metodología para identificar y priorizar subsectores económicamente prometedores en el Cono Sur, realizó un análisis de necesidades de habilidades para el sector agrícola en Chile e inició el examen de perfiles laborales esenciales en agua y saneamiento.
- En **Panamá**, el ‘Programa técnico en movilidad eléctrica y energía solar’ busca capacitar a la fuerza laboral de Panamá en movilidad eléctrica (ME) y generación distribuida (GD), a través de una modalidad de capacitación mixta que incluye un aula móvil itinerante, para impulsar la transición energética del país con la participación del sector privado. El programa se enfoca en probar mecanismos de reentrenamiento en nuevas capacidades sobre ME y GD en personas que trabajan en áreas tradicionales del sector de energía, y que, de no reconvertir sus habilidades, podrían ser desplazados por la introducción de nuevas tecnologías relacionadas con la transición energética. En 2023, el proyecto respaldó la segunda edición del programa Campeonas Solares, cuyo objetivo fue capacitar a mujeres indígenas en la instalación y mantenimiento de sistemas solares en zonas rurales.
- En **Uruguay**, el proyecto de ‘Formación técnica en operación y gestión de electromovilidad’ creó una mesa técnica sobre electromovilidad con la participación de agencias gubernamentales y cámaras de la industria. El objetivo consiste en mejorar los sistemas de desarrollo de habilidades para la segunda transición energética, facilitar la toma de decisiones y crear rutas formativo-laborales para la reconversión laboral y los empleos requeridos en la cadena de valor del sector de la electromovilidad. Hasta la fecha se han definido 9 perfiles profesionales, 24 módulos de formación y 47 competencias.
- En **Ecuador**, el programa ‘Formación de habilidades para la agenda nacional de movilidad urbana sostenible y electromovilidad’ tiene como objetivo promover la movilidad sostenible y la electromovilidad mediante una formación accesible y progresiva. Está dirigido a trabajadores del sector del transporte urbano o personas interesadas en ingresar a este campo, brindándoles conocimientos técnicos básicos y habilidades relacionadas, tanto para su certificación como para su desarrollo profesional. El programa incluye una malla curricular que abarca competencias generales y específicas en movilidad urbana sostenible, electromovilidad y transporte urbano ferroviario, y desarrolla módulos prácticos para asegurar una formación efectiva.
- En **Argentina**, el proyecto ‘Cursos en tecnología 4.0 para estudiantes de escuelas agrarias’ impulsa el desarrollo y el uso de nuevas tecnologías en el sector agropecuario, a través del mejoramiento de las habilidades de los estudiantes en escuelas secundarias técnicas agrarias,

y egresados recientes de estas escuelas. Los beneficiarios del programa reciben capacitación virtual en las nuevas tecnologías de alimentos, y mentorías para la innovación tecnológica en el campo. Además, participan en escenarios de simulación digital de desafíos productivos y se conectan con los principales ecosistemas productivos de innovación del país.

- En **Colombia**, el proyecto ‘Formación en la cadena de valor agroindustrial del azúcar (Palmipilos)’ desarrolló cinco programas técnicos de alta calidad, alineados con las demandas de capital humano del sector. Estos programas combinan contenidos técnicos con nivelación de habilidades básicas, estrategias para prevenir la deserción, y el desarrollo de competencias socioemocionales y sociolaborales, además de incluir pasantías estructuradas en empresas locales. Los participantes también elaboraron proyectos productivos vinculados a las necesidades de las empresas del sector. El programa responde al problema del desempleo juvenil y las barreras de acceso a la educación superior, ofreciendo una formación técnica pertinente que facilita la inserción laboral o la continuidad de estudios mediante la homologación de créditos desde el nivel escolar.
- En **Chile**, el proyecto ‘RELINK’ desarrolló una plataforma digital para acompañar a trabajadores y empresas frente a los cambios del mercado laboral. Esta herramienta, que utiliza aprendizaje automático, se ha consolidado como un recurso clave para fortalecer la empleabilidad y el desarrollo profesional. A través de la identificación de brechas entre las habilidades actuales y las demandas del mercado, la plataforma sugiere trayectorias de formación que facilitan transiciones laborales efectivas. Una de sus principales innovaciones es el enfoque en “familias ocupacionales”, que destaca la transferibilidad de habilidades entre sectores y apoya procesos como la transición verde, mediante el análisis de la demanda de competencias y el diseño de rutas de adquisición de nuevas habilidades (*reskilling*). Más de 8.000 personas han utilizado la plataforma para mapear sus habilidades. El proyecto ha identificado más de 170 ocupaciones y 780 habilidades emergentes en nueve sectores productivos, y ha desarrollado más de 800 módulos formativos para cerrar las brechas detectadas. Además, RELINK creó la taxonomía MapHa, que clasifica 3.000 ocupaciones y 14.000 habilidades, estableciendo un lenguaje común entre empleadores, gremios, trabajadores y el sector público.

3.1 • Enfoque directo: desarrollo de habilidades para avanzar en la transición verde (Belice, Chile, Ecuador, Panamá y Uruguay)

En esta categoría se describen cinco proyectos que se concibieron para cerrar brechas de capital humano para avanzar en la transición verde. Todos presentan soluciones para el desarrollo de habilidades en sectores estratégicos previamente identificados, relacionados con metas nacionales específicas:

- **Belice:** generar el 85% de la electricidad del país a partir de fuentes renovables para el año 2030 (Findlater et al., 2024).
- **Chile:** mejorar la eficiencia en el uso del agua en sectores prioritarios como el agrícola, donde el agua es un insumo crítico (Ministerio de Obras Públicas de Chile, 2013).
- **Ecuador:** impulsar una movilidad urbana sostenible hacia 2050. Como parte de este objetivo, se espera que para el 2030 el 100% de la nueva infraestructura de movilidad urbana sostenible cuente con criterios de resiliencia frente al cambio climático (Política de Movilidad Urbana Sostenible, 2023).
- **Panamá:** aumentar la capacidad de generación distribuida de energía solar del 1% al 4,3% e incrementar la participación de vehículos eléctricos del 0,005% al 10% para el año 2024 (Prada y Rucci, 2023).
- **Uruguay:** avanzar en su segunda transición energética a partir de impulsar la electromovilidad en el transporte, como uno de los sectores prioritarios (Ministerio de Industria, Energía y Minería de Uruguay, 2024).

Estos proyectos difieren en su punto de partida. En los casos de Belice y Chile, aunque existía un objetivo climático definido, las necesidades de habilidades requeridas para alcanzarlo no estaban identificadas al inicio de los proyectos. El primer paso consistió, por tanto, en detectar las brechas en ocupaciones y perfiles necesarios en los sectores priorizados, para luego diseñar e implementar de forma conjunta una estrategia de desarrollo de capital humano orientada a cerrar esas brechas.

En los tres proyectos restantes (Ecuador, Panamá y Uruguay), los países ya habían identificado previamente las brechas de habilidades y los perfiles ocupacionales requeridos en los sectores seleccionados. En estos contextos, existían evidencias de que la falta de capacidades en la fuerza laboral constituía un obstáculo para avanzar en la transición verde y aprovechar plenamente las oportunidades derivadas de este proceso.

En Ecuador, por ejemplo, existían opciones limitadas de formación en movilidad sostenible y la oferta educativa en este ámbito estaba dispersa, sin cubrir todas las competencias necesarias (TRNTARYET, 2022). En Panamá, el 42% de las empresas del sector de energía solar no contaba con personal para la instalación y el mantenimiento de paneles solares (Prada y Rucci, 2023). Mientras que el 76% de los distribuidores de autos no contaban con suficiente personal formado en el diagnóstico y mantenimiento de vehículos eléctricos para satisfacer la demanda de sus empresas (Prada y Rucci, 2023). En Uruguay, de acuerdo con el Ministerio de Industria, Energía y Minería, la falta de talleres especializados en el mantenimiento de vehículos eléctricos representaba una barrera para el crecimiento del sector al desincentivar su compra. El punto de partida en estos países es nítido: los responsables de políticas identificaron las brechas en habilidades y necesitaban diseñar una estrategia sobre cómo cerrarla.

El punto de partida en Ecuador, Panamá y Uruguay es nítido: los responsables de políticas identificaron las brechas en habilidades y necesitaban diseñar una estrategia sobre cómo cerrarla.

Estas cinco experiencias comparten elementos clave en su estrategia para la formación de capital humano:

- 1) En primer lugar, **todas comienzan con la creación de mesas de trabajo integradas por actores relevantes del ecosistema**, incluyendo además de los actores del sistema de educación y formación técnico-profesional (ETFP) a los empleadores del sector público y privado. En los casos de Belice y Chile, hizo un diagnóstico previo de las brechas de habilidades identificando perfiles ocupacionales y competencias necesarias para alcanzar las metas de los sectores prioritarios. En Chile, este diagnóstico se realizó mediante un análisis de las cadenas de valor. Posteriormente, los cinco países revisaron la oferta formativa disponible en esos sectores, con el propósito de determinar si cubría las habilidades requeridas o si era necesario ajustarla o complementarla.
- 2) En segundo lugar, **a partir del diagnóstico de las habilidades requeridas en los cinco países, se diseñaron trayectorias formativas pertinentes para abordar las brechas identificadas**. En Belice se diseñó el primer programa de certificación de energía renovable y eficiencia energética (para mayores detalles, véase Findlater et al., 2024; Prada y Rucci, 2023). En Chile, se diseñó un paquete formativo para desarrollar habilidades en riego dirigido a productores agrícolas, con el objetivo de promover un uso eficiente del agua. Como parte del currículo se incluyó el mantenimiento y operación de equipos de riego tecnificados. Gracias al financiamiento de programas gubernamentales, estos equipos estaban instalados en los terrenos, pero no se utilizaban eficientemente debido a la falta de habilidades técnicas entre los agricultores. En Ecuador, se diseñaron dos mallas curriculares compuestas por 21 cursos sobre temas de la

movilidad urbana sostenible y electromovilidad. En Panamá, se diseñaron dos programas de formación técnica en capacitación y capacitación en temas de movilidad eléctrica y generación distribuida a través de una modalidad híbrida (para más detalles, véase Prada y Rucci, 2023). Finalmente, en Uruguay se está diseñando una malla de cursos en temas de operación y gestión de la electromovilidad.

- 3) En tercer lugar, **las soluciones de formación diseñadas comparten un enfoque modular, complementario y transversal a los programas y carreras en la oferta formativa, con certificaciones de los aprendizajes.** Las soluciones formativas abordan tanto habilidades específicas, como transversales y transferibles a otras ocupaciones relacionadas desde un enfoque de aprendizaje basado en la práctica. Las trayectorias se diseñan a través de un trabajo conjunto de los actores del ecosistema, lo permite una estrecha colaboración con el sector privado y garantiza que el contenido y diseño de los paquetes formativos responden a las necesidades de la industria y mejoran el empleo de los graduados.
- 4) En cuarto lugar, **las soluciones de formación contemplan la formación a docentes e instructores con conocimientos técnicos y estrategias pedagógicas.** Esta es una característica fundamental, especialmente en sectores emergentes típicos en la transición verde (como el energético, transporte y agrícola), ya que contribuye a una transmisión efectiva de conocimientos. Además, facilita la escalabilidad del proyecto, dado que esos instructores pueden convertirse en formadores de nuevos instructores, lo que asegura que las soluciones formativas sean sostenibles y continúen impartándose incluso después de finalizar el proyecto inicial (Prada y Rucci, 2023).
- 5) Finalmente, en quinto lugar, **las soluciones de formación incluyen aspectos innovadores.** En Belice, la innovación se presenta al transformar el entorno de aprendizaje, pasando de proporcionar capacitación tradicional en oficios básicos a capacitación avanzada. Se adopta la pedagogía práctica, centrada en el alumno, la investigación y la resolución de problemas. A mediano plazo, el país busca posicionarse como líder en la formación de habilidades en energía verde para el Caribe anglófono, mediante una plataforma digital y el establecimiento de una comunidad de práctica (Prada y Rucci, 2023; Findlater et al., 2024). En Chile, la innovación se centra en dos aspectos. Por un lado, se adopta un enfoque práctico y orientado a las necesidades de los alumnos. Por otro, los paquetes formativos se integran dentro de un programa de asesoría técnica a agricultores, ya establecido por el Gobierno, lo que facilita su implementación y permite escalar la formación a otros agricultores en el futuro. En Panamá, los talleres se están implementando mediante aulas virtuales y un aula móvil itinerante, lo que permite llegar a zonas rurales (Prada y Rucci, 2023). En Ecuador, la malla de cursos se está implementando a través de módulos secuenciales y flexibles ajustables a las necesidades específicas de las diferentes localidades. En Uruguay, el sector energético se involucró en la formación a través de un modelo centrado en el ambiente de trabajo, proporcionando habilidades técnicas y pedagógicas a formadores, quienes luego diseñarán programas de formación para nuevos instructores (Prada y Rucci, 2023).

3.2 • Enfoque indirecto: desarrollo de habilidades para el progreso de trayectorias laborales que indirectamente contribuyen a la transición verde (Argentina, Chile y Colombia)

A diferencia del primero, este segundo grupo de proyectos no cuenta con un enfoque verde en su concepción. Su objetivo principal es el desarrollo de habilidades para mejorar el acceso a empleos de calidad y promover el progreso en las trayectorias laborales. Sin embargo, desarrollan habilidades necesarias o mecanismos útiles para la transición verde. Tres ejemplos de estos proyectos se realizaron en Argentina, Chile y Colombia.

Los proyectos de Argentina y Colombia buscan mejorar el desarrollo de habilidades para el sector agroindustrial de los estudiantes en secundaria. En Argentina, el objetivo es formar estudiantes de escuelas agrarias con habilidades para utilizar la tecnología 4.0, como robótica y sensorización, en sus actividades productivas. Para ello, se integraron al plan de estudios módulos de aprendizaje virtual en nuevas tecnologías, además de mentorías para promover la innovación tecnológica en el campo. Los alumnos participaron en simulaciones digitales de desafíos productivos y se conectaron con los principales ecosistemas de innovación del país (Prada y Rucci, 2023).

En Colombia, el objetivo del proyecto es ofrecer formación técnica en habilidades demandadas en la cadena de valor agroindustrial de la caña de azúcar a través de cinco programas. Los programas articularon contenidos técnicos con actividades de nivelación de habilidades básicas (matemáticas, ciencias y lenguaje) y desarrollo de habilidades socioemocionales y sociolaborales (Prada y Rucci, 2023). Según Cañizares et al. (2025), el programa mostró un efecto positivo y estadísticamente significativo en el desarrollo de habilidades básicas en las áreas de matemáticas e inglés. Tanto este proyecto, como el implementado en Argentina, incluyeron pasantías estructuradas en empresas locales para fomentar una vinculación temprana con el mercado laboral, mejorando las oportunidades de empleo de aquellos que egresen de la escuela secundaria. Así, estas iniciativas contribuyen a crear trayectorias formativas y laborales ascendentes para los futuros trabajadores.

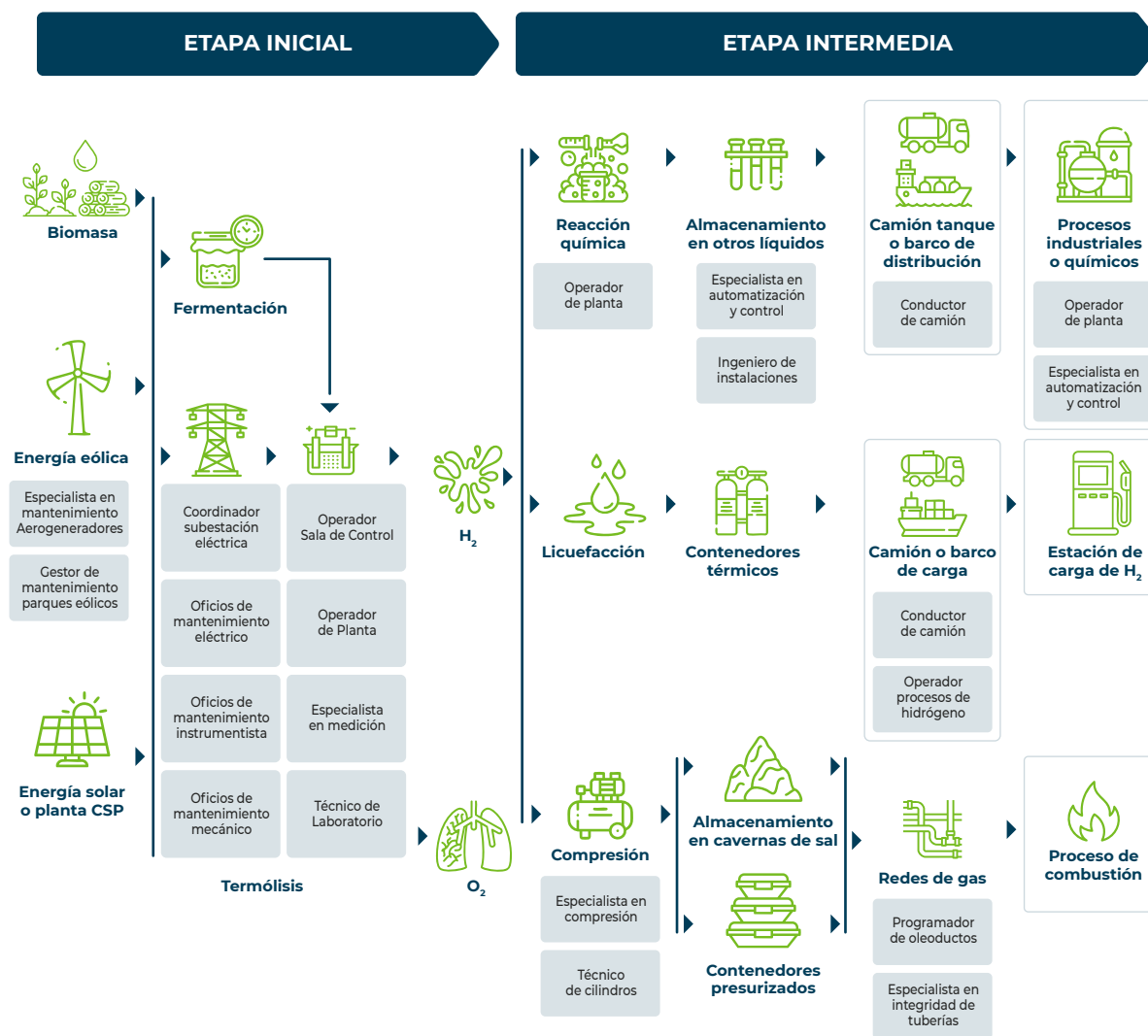
Este segundo grupo de proyectos no cuenta con un enfoque verde en su concepción. Su objetivo principal es el desarrollo de habilidades para mejorar el acceso a empleos de calidad y promover el progreso en las trayectorias laborales. Sin embargo, desarrollan habilidades necesarias o mecanismos útiles para la transición verde.

Aunque estos proyectos no pretenden desarrollar habilidades técnicas directamente relacionadas con la transición verde, ambos contribuyen con la transición mediante el fortalecimiento de los sistemas educativos para integrar opciones de educación técnica moderna y alineada con las necesidades de un sector clave como el agrícola. Como se mencionó anteriormente, la transición conlleva cambios tecnológicos (por ejemplo, para aumentar la capacidad de los suelos para absorber dióxido de carbono, es necesario que los agricultores empleen técnicas de agricultura de precisión y monitoreen la humedad del suelo). El uso de drones y sensores facilita el seguimiento de factores críticos como la humedad del suelo y las necesidades específicas de cada área. Sin embargo, para implementar y utilizar estas tecnologías eficazmente, los agricultores deben contar con las habilidades adecuadas. Estas habilidades técnicas, junto a las socioemocionales, incluyendo liderazgo, competencias de gestión y la capacidad de adaptarse y facilitar el cambio, son requeridas y serán cada vez más demandadas a medida que avance la transición verde (OCDE, 2023).

El tercer proyecto, implementado en Chile, presenta un enfoque distinto al de los anteriores. Su objetivo consiste en orientar y apoyar tanto a los trabajadores actuales como a los futuros, así como a las empresas, ante los cambios en el mercado laboral chileno. La iniciativa consistió en el desarrollo de una plataforma en línea llamada [RELINK](#), que vincula las habilidades actuales de los trabajadores con las nuevas demandas de empleo de las empresas a través de *machine learning*. Con base en las brechas identificadas, se proponen alternativas de formación para incrementar el inventario de habilidades de los trabajadores y así ayudarlos a adaptarse a los cambios en el mercado laboral (Prada y Rucci, 2023).

Una de las innovaciones más importantes del proyecto es el abordaje que se utiliza para el **diagnóstico de habilidades**. Bajo este enfoque, las habilidades se correlacionan con una “familia” de ocupaciones, en lugar de una ocupación específica (como es tradición). De este modo, se concibe que hay un conjunto de habilidades transversales que se pueden transferir a diferentes ocupaciones en sectores económicos distintos (RELINK, 2024). Por ejemplo, las habilidades en gestión de energía, conocimientos eléctricos y electrónicos, y seguridad en el trabajo, son comunes para un técnico en energías renovables en el sector solar, eólico o en electromovilidad. Asimismo, también se está apoyando el desarrollo de las habilidades necesarias para impulsar el sector del hidrógeno verde en Chile. Como parte de este proyecto, se estableció la Mesa Nacional de Capital Humano, que reúne a actores clave del ámbito público y privado en este sector, del que RELINK es uno de sus actores. Utilizando el enfoque de reconversión de habilidades propuesto por RELINK, se han identificado 88 posibles perfiles laborales para la cadena de valor del hidrógeno verde, y actualmente se están analizando las habilidades asociadas a estos perfiles. El Gráfico 6 ilustra ciertos perfiles ocupacionales requeridos en la etapa inicial e intermedia de la cadena de valor. Por ejemplo, en la etapa inicial se requieren perfiles como gestor de mantenimiento de parques eólicos y técnico de mantenimiento eléctrico. En una etapa intermedia se requieren perfiles como especialista en integridad de tuberías y programador de oleoductos.

GRÁFICO 6 • PERFILES DE OCUPACIONES AGUAS ABAJO DE LA CADENA DE VALOR DEL HIDRÓGENO VERDE Y A UN NIVEL INTERMEDIO



Fuente: SOFOFA (2024).

Este proyecto contribuye con la transición verde al ofrecer herramientas que facilitan el análisis de la demanda de habilidades requeridas por los diferentes perfiles ocupacionales y las posibles trayectorias formativas, lo cual, a su vez, ayuda a los trabajadores a reconvertirse, adaptarse y aprovechar las oportunidades que ofrece la transición.

3.3 • Lecciones aprendidas con base en experiencias reales en América Latina y el Caribe

El éxito de las iniciativas presentadas en esta sección demuestra que es posible establecer un puente entre las habilidades de la fuerza laboral y las requeridas por el mercado laboral para avanzar de manera exitosa en la transición verde, sin olvidar los objetivos específicos de cada iniciativa, el contexto diferente en los que se implementan, el sector productivo en el que se focalizan, los beneficiarios para los que se destina y las características de las soluciones formativas propuestas.

Estas iniciativas comparten características clave que garantizan su éxito y han sentado las bases para guiar el diseño y la implementación de la estrategia de formación de capital humano para la transición verde:

a) Construyen un ecosistema de actores claves. Contar con un ecosistema que integre representantes de distintos sectores, junto con mecanismos que faciliten su interacción y coordinación continua, ha resultado un factor clave en estas experiencias exitosas de desarrollo de habilidades. Cuando estos mecanismos se diseñan desde el inicio, con criterios de sostenibilidad, tienden a favorecer una colaboración continua entre actores, lo que a su vez contribuye al diseño de soluciones conjuntas, alineadas con las necesidades del sector productivo.

Una estrategia efectiva para comenzar a construir este **ecosistema** es la **creación de mesas de trabajo multisectoriales** que reúnan a actores del sistema de EFTP, así como de los sectores público y privado. Por ejemplo, en Panamá se establecieron grupos técnicos de trabajo entre el sector privado y el Instituto Nacional de Formación Profesional y Capacitación para el Desarrollo Humano (INADEH), que colaboraron en el desarrollo de cursos relevantes sobre vehículos eléctricos y generación distribuida. Este proceso incluyó múltiples reuniones y una visita de campo para el diseño conjunto de los materiales de aprendizaje. En Uruguay, el primer paso fue la creación de una junta multisectorial. Este tipo de consejo sectorial de competencias elaboró la primera estrategia nacional de fuerza laboral en electromovilidad para impulsar la transición energética del país. Identificó los requerimientos ocupacionales y las necesidades de habilidades, y desarrolló un currículo alineado con las demandas del sector privado. Actualmente, esta junta continúa actualizando tanto las necesidades del sector como el contenido curricular en la materia de electromovilidad en el país.

b) Desarrollan soluciones de formación alineadas con la demanda. Identifican las brechas entre ocupaciones, habilidades y oferta formativa para responder de manera planificada, utilizando estas brechas como brújula para orientar las estrategias de formación de capital humano. Analizan si la demanda de ocupaciones y habilidades puede ser satisfecha con los

perfiles ocupacionales existentes y si la oferta formativa vigente se adapta a las necesidades requeridas, o si se deben diseñar nuevas soluciones formativas.

En Belice, por ejemplo, se desarrolló el primer programa de certificación en energías renovables y eficiencia energética del país, ofrecido en una institución pública de EFTP, con el apoyo del BID. En Ecuador, se diseñaron 21 nuevos cursos centrados en movilidad urbana sostenible y electromovilidad. Uruguay, por su parte, está trabajando en la elaboración de un currículo de cursos vinculados a la operación y gestión de la electromovilidad.

c) Responden a la demanda actual y futura. Los proyectos más exitosos, cuentan con una perspectiva visionaria del mercado laboral, al desarrollar habilidades no solo para los trabajadores actuales, sino también para los trabajadores futuros.⁹

En Chile, el proyecto RELINK, la plataforma apoyada en aprendizaje automático, permite identificar brechas entre las habilidades actuales de los trabajadores y los requerimientos del mercado, y sugiere opciones de formación para facilitar las transiciones. Una de sus innovaciones es el enfoque en “familias ocupacionales”, que permite visualizar la transferibilidad de habilidades entre distintos sectores productivos.

d) Estructuran el desarrollo de habilidades en trayectorias de aprendizaje pertinentes. Se ha observado que las soluciones de desarrollo de habilidades resultan más efectivas cuando se estructuran dentro de trayectorias formativas pertinentes, en lugar de presentarse como cursos aislados. Estas trayectorias configuran un conjunto coherente de experiencias de aprendizaje y opciones formativas que trazan rutas claras de progreso dentro de una familia ocupacional, facilitando el desarrollo profesional a lo largo del tiempo. Dependiendo del país, estas trayectorias pueden incluir desde la educación técnica y profesional en nivel secundario hasta programas y títulos postsecundarios, especializaciones, cursos, microcursos y otras iniciativas ofrecidas dentro del sistema EFTP. En muchos casos, las soluciones que han mostrado mejores resultados comparten características como la flexibilidad, la posibilidad de ser acumulables y la certificación, lo que permite a las personas avanzar gradualmente y fortalecer sus oportunidades en el mercado laboral.

e) Incorporan un enfoque integral en el desarrollo de habilidades. Las soluciones más efectivas integran tanto habilidades técnicas como competencias transversales y transferibles,

9. Predecir las habilidades que serán necesarias para la transición verde es un desafío complejo, aunque factible. En contextos con mecanismos sólidos y datos confiables, las proyecciones son más precisas, lo que permite trazar una hoja de ruta para el desarrollo de capacidades en la fuerza laboral. No obstante, en mercados laborales dinámicos y con alta incertidumbre, anticipar cambios específicos a mediano plazo resulta más difícil. En estos casos, los compromisos internacionales y los tratados vigentes pueden ofrecer indicios sobre las transformaciones esperadas, que pueden complementarse con otras fuentes de información. Cuando la capacidad de predicción es limitada, cobra especial importancia contar con sistemas de formación ágiles, capaces de adaptarse rápidamente a la evolución del mercado laboral.

que resultan esenciales en un mercado laboral en constante cambio. Estas iniciativas no se enfocan únicamente en el conocimiento técnico específico de una ocupación, sino que también promueven capacidades que pueden aplicarse en distintos sectores. Un ejemplo es el proyecto Palmipilos, en Colombia, que articula contenidos técnicos orientados a responder a las necesidades de capital humano de la cadena de valor agroindustrial del azúcar, junto con el desarrollo de habilidades básicas y socioemocionales en jóvenes de educación secundaria.

f) Promueven una formación de calidad. Se diseñan con los mayores estándares de calidad y altas expectativas. Esto involucra contar con docentes preparados, pedagogías modernas y condiciones óptimas para la formación de calidad como espacios físicos adecuados, equipamiento moderno, materiales de aprendizaje relevantes y alineados con los requerimientos de la industria, entre otros.

g) Aseguran la disponibilidad de docentes e instructores calificados. Estas experiencias muestran que la disponibilidad de docentes e instructores con conocimientos técnicos actualizados y competencias pedagógicas sólidas es un elemento clave para ofrecer formación de calidad en el ámbito de la EFTP. Esto requiere contar con procesos adecuados de selección de docentes y con instancias de formación práctica continua, como los modelos de “formación de formadores”, entre otros, que permiten asegurar una enseñanza actualizada y eficaz. Aunque esto es importante para cualquier tipo de formación, resulta especialmente relevante en la EFTP, donde la ausencia de instructores con conocimientos pertinentes puede convertirse en una barrera para el éxito de los programas formativos (OCDE, 2023). Esta necesidad se vuelve aún más crítica en el contexto de la transición energética, que demanda capital humano capacitado y en constante actualización. Por ello, es clave analizar las necesidades de los instructores y diseñar soluciones formativas integrales que promuevan el desarrollo continuo de competencias, tanto para los docentes actuales como para los futuros (Banco Mundial, UNESCO y OIT, 2023; OCDE, 2023; UNESCO, 2020).

Existen diversas experiencias en la región que ilustran este enfoque. Por ejemplo, en Ecuador, los cursos son modulares y se adaptan a las necesidades locales. En Uruguay, se promueve un modelo basado en el lugar de trabajo, en el que el propio sector energético capacita a instructores, quienes luego replican el conocimiento adquirido (Prada y Rucci, 2023). Estas iniciativas combinan la formación en contenidos técnicos y en métodos pedagógicos, lo que mejora la transferencia de conocimientos, eleva la calidad de la instrucción y permite escalar las soluciones formativas, ya que los instructores capacitados pueden convertirse en formadores de nuevos docentes, garantizando la sostenibilidad más allá del proyecto inicial.

h) Incluyen pasantías. Algunas iniciativas han buscado fortalecer los vínculos con el mercado laboral y favorecer trayectorias educativas y laborales ascendentes a través de la incorporación de pasantías en empresas locales, como se observa en los ejemplos recogidos por Prada y Rucci (2023). En Argentina, el proyecto I+T (Investigación y Tecnología) ofrece formación virtual en

nuevas tecnologías alimentarias mediante mentorías, escenarios de simulación digital y articulación con los principales ecosistemas de innovación productiva del país. Estas acciones han contribuido a que 12.500 estudiantes de escuelas técnicas agropecuarias de nivel secundario, distribuidas en ocho provincias, desarrollen habilidades tecnológicas y digitales necesarias para competir en el sector.

i) Cuentan con mecanismos de aseguramiento de calidad en cada paso. Esto se logra a través de la implementación de sistemas robustos de evaluación y monitoreo que permiten realizar ajustes continuos basados en datos y retroalimentación de los participantes y empleadores. Además, se ofrecen certificaciones reconocidas a nivel nacional e internacional, generando credibilidad en el mercado laboral.¹⁰

j) Generan oportunidades para la inclusión. Aunque este documento no se enfoca específicamente en la inclusión, la transición verde también presenta oportunidades significativas en este ámbito. La evidencia sugiere que diseñar soluciones formativas dirigidas a grupos vulnerables, como mujeres, población menos capacitada, grupos más pobres, etcétera, puede impulsar trayectorias de formación que permitan el acceso a empleos de mayor calidad y así progresar a lo largo de sus vidas (Baptista et al., 2024; Remerscheid y Kotecha, 2024).

Estas lecciones aprendidas guían el desarrollo de la estrategia de formación de capital humano que se describe en la siguiente sección de este documento.

10. A veces, estas certificaciones son necesarias para que las propias empresas puedan certificar sus procesos productivos y así cumplir con estándares internacionales. Además, una certificación constituye una señal creíble y visible para todas las empresas –incluidos potenciales empleadores futuros– sobre las habilidades que posee una persona.



4 • Guía para el diseño de una estrategia de formación de capital humano para la transición verde

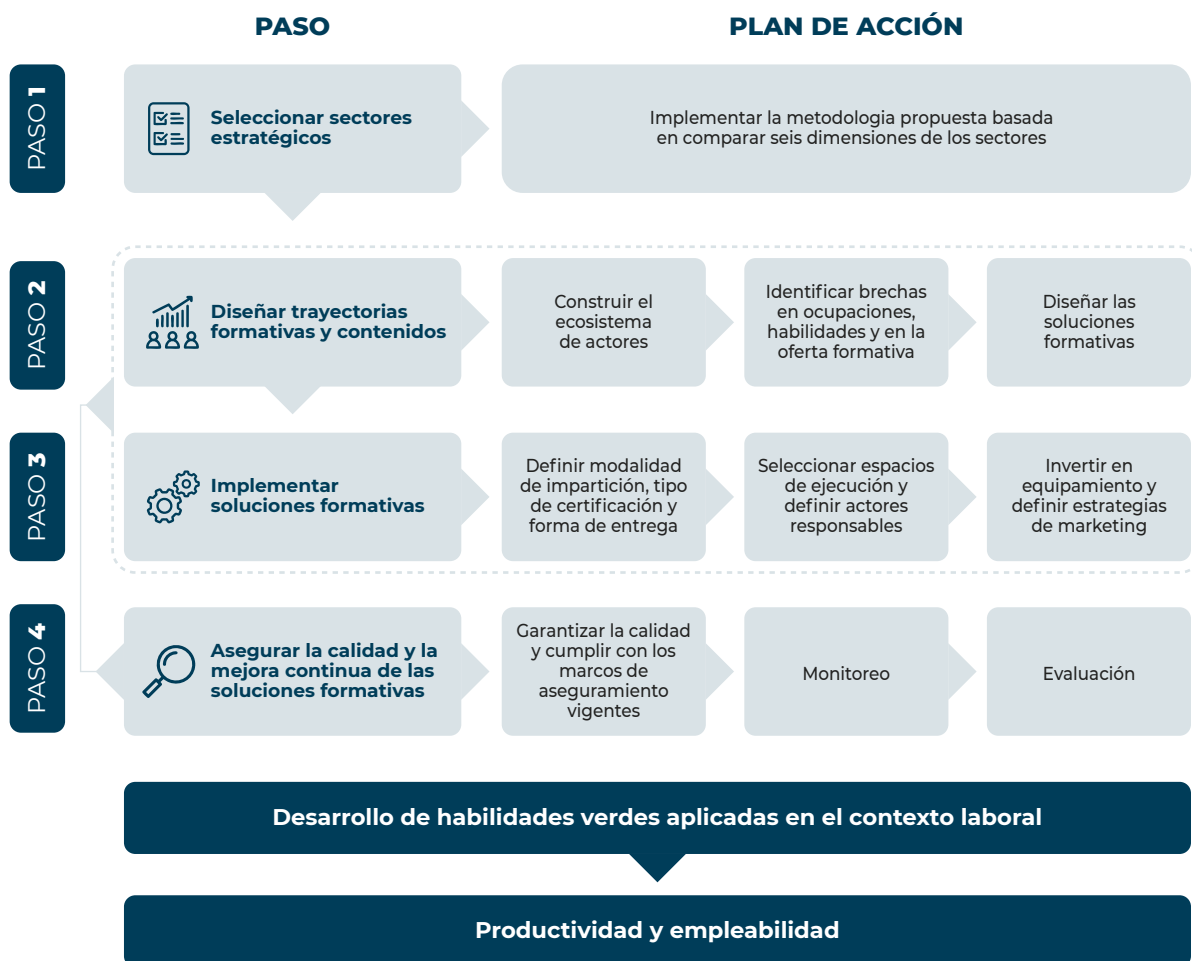
Una estrategia de formación de capital humano para la transición verde aspira, por un lado, a desarrollar las habilidades requeridas en los trabajadores para alcanzar las metas de la transición en los sectores productivos y pretende, por otro, que los trabajadores sean capaces de aplicar las habilidades adquiridas en sus actividades laborales, mejorando su productividad y empleabilidad. Ahora bien, ¿cómo se puede diseñar esta estrategia? ¿Cómo construir un plan de acción para implementarla? Esta sección presenta una hoja de ruta para guiar a los formuladores de política, haciendo énfasis en los principios básicos y en consideraciones prácticas.

¿Cómo se puede diseñar esta estrategia? ¿Cómo construir un plan de acción para implementarla? Esta sección presenta una hoja de ruta para guiar a los formuladores de política, haciendo énfasis en los principios básicos y en consideraciones prácticas.

Para ello, parte desde el paso más elemental y avanza en los detalles clave para el diseño e implementación de esta estrategia, abordando la realidad de diferentes países, de forma que sea posible diseñar un plan de acción en cualquier etapa. Así, la guía es válida tanto para aquellos países que están en una etapa temprana y aún no han identificado los sectores clave para invertir en el cierre de brechas de habilidades para la transición verde, o no cuentan con un plan claro de implementación, como para aquellos que sí han avanzado y ya se encuentran inmersos en el proceso.

Una estrategia de formación de capital humano involucra al menos cuatro instancias fundamentales (Gráfico 7), las cuales son necesarias, pero no suficientes por sí solas para el desarrollo de habilidades. La primera consiste en identificar los sectores estratégicos en los cuales es prioritario subsanar las brechas de habilidades. La segunda abarca el delineamiento de las trayectorias formativas y el diseño del contenido de las soluciones de formación. La tercera conlleva implementar las soluciones formativas, mientras que la cuarta se centra en garantizar la calidad de cada instancia y de los procesos involucrados. Aunque estos pasos son centrales para el desarrollo de habilidades en general, en este caso, se han adaptado específicamente para la transición verde. Para cada etapa, se propone un plan de acción siguiendo una lógica interna que permite avanzar a lo largo de la estrategia.

GRÁFICO 7 • PASOS EN EL DESARROLLO DE UNA ESTRATEGIA DE FORMACIÓN DE CAPITAL HUMANO PARA LA TRANSICIÓN VERDE



Fuente: Elaboración propia inspirada en OCDE (2023).

La guía propuesta en este documento se basa en un enfoque sectorial, lo que facilita la identificación y el análisis de las necesidades de ocupaciones y habilidades para la transición verde. Enfocarse en un sector específico simplifica la identificación de los actores clave y la colaboración entre el sector privado, el público y las instituciones de formación, contribuyendo así a una implementación más exitosa de una estrategia de formación de capital humano. Además, permite un abordaje gradual en los sectores, al utilizarlos como casos testigos para generar confianza en las partes interesadas. El resto de esta sección describe los cuatro pasos centrales.

4.1 • Primer paso: seleccionar los sectores estratégicos

El primer paso de una estrategia de formación de capital humano para la transición verde consiste en identificar los sectores estratégicos y priorizar uno o algunos de ellos según los criterios que primen.¹¹ Algunos países de ALC ya han avanzado en esta etapa. Belice, por ejemplo, ha seleccionado el sector de generación de energía como prioritario y ha establecido como meta que el 85% de la energía producida provenga de fuentes renovables para el año 2030 (véase la Sección 3.1 para otros ejemplos). Sin embargo, otros países se encuentran en la fase preliminar de identificar y seleccionar los sectores prioritarios; para ellos, su estrategia comienza en este punto.

El primer paso de una estrategia de formación de capital humano para la transición verde consiste en identificar los sectores estratégicos y priorizar uno o algunos de ellos según los criterios que primen.

4.1.1 • La búsqueda de una metodología

Elegir los sectores prioritarios es una tarea compleja. En esta hoja de ruta se propone una metodología que sirve como guía para la priorización, cuando ésta sea necesaria. Si bien existen diversas formas de abordar este proceso y no hay un consenso general sobre cuál es la metodología más adecuada, la metodología propuesta tiene una característica fundamental que la distingue del resto y es la inclusión del talento humano como un criterio fundamental en la priorización de sectores.

La priorización de sectores enfrenta múltiples desafíos. En primer lugar, no existe una metodología única, rigurosa y estandarizada que pueda aplicarse de forma generalizada a todos los países o sectores. Si bien diversos estudios han desarrollado enfoques para medir el progreso hacia el crecimiento verde, como la metodología propuesta por la OCDE (2011), estas herramientas están orientadas a evaluar el desempeño agregado de los países mediante indicadores generales (por ejemplo, la eficiencia en el uso de recursos o la reducción de la huella ambiental) y no son adecuadas para definir sectores prioritarios dentro de un país. La ausencia de un enfoque sectorial limita su utilidad para orientar estrategias específicas de desarrollo de habilidades.

11. La priorización de sectores puede abordarse de distintas maneras, según las necesidades y circunstancias específicas de cada país. Incluso, en algunos casos, puede optarse por trabajar simultáneamente en varios sectores, sin establecer una jerarquía clara entre ellos.

Por otra parte, algunos estudios han identificado áreas prioritarias para avanzar en la transición verde en América Latina y el Caribe. La OCDE (2023), por ejemplo, destaca la transición energética, la economía circular, la gestión sostenible del agua, la electromovilidad y el turismo sostenible como ámbitos estratégicos. Sin embargo, estas propuestas tampoco ofrecen una guía operativa clara para seleccionar los sectores en los que implementar estrategias de formación de capital humano. En el caso de la gestión sostenible del agua, por ejemplo, se señala la necesidad de avanzar en el uso eficiente del recurso, su tratamiento y la reutilización de aguas residuales (OCDE, 2023); no obstante, persiste la dificultad para identificar con precisión los sectores específicos que requieren el desarrollo de talento humano para alcanzar dichos objetivos.

Segundo, si bien hay otros estudios que han propuesto metodologías para seleccionar sectores prioritarios en la transición verde, no existe un consenso sobre cuáles son los criterios más relevantes o indispensables para comparar sectores y seleccionar los prioritarios. De la revisión realizada, las metodologías no abordan un criterio fundamental: el talento humano para la transición verde. Entre las metodologías propuestas se destaca la desarrollada por PNUD (2010) para seleccionar sectores estratégicos destinados a la inversión en tecnología para la transición hacia una economía verde. Así, PNUD propone comparar los sectores considerando tres criterios: (i) las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI); (ii) la vulnerabilidad de cada sector frente al cambio climático, considerando sus impactos ambientales, económicos y sociales; y (iii) el efecto de la aplicación de tecnología de bajas emisiones en mejoras en el desarrollo económico, social y ambiental. Una vez identificados los sectores prioritarios, esta metodología plantea realizar un análisis detallado de las necesidades tecnológicas específicas en cada sector para progresar en la transición verde.

El Gobierno de Paraguay adaptó esta misma metodología para seleccionar sectores prioritarios para invertir en tecnología para la transición (OIKO, 2022). En este caso, se propone analizar siete criterios: (i) alineación del sector con las políticas prioritarias del país; (ii) vulnerabilidad para enfrentar el cambio climático; (iii) importancia en la economía (considerando el producto bruto interno y el empleo); (iv) necesidad de innovación tecnológica; (v) impacto social (considerando las brechas de género o la pobreza); (vi) sinergia entre sectores; y (vii) voluntad política (apertura política del sector para involucrarse en estrategias de adaptación al cambio climático).

Por otro lado, el Gobierno de Colombia ha aplicado la metodología desarrollada por el Global Green Growth Institute para seleccionar sectores prioritarios para el crecimiento verde en determinadas regiones del país (Parra et al., 2019). Esta metodología propone abordar cuatro criterios de comparación: (i) el uso eficiente de recursos en la producción y en el consumo; (ii) la preservación de los recursos naturales; (iii) los posibles efectos del cambio climático en la producción y el consumo; y (iv) la importancia del sector en la economía.

En tercer lugar, otro desafío en la selección de sectores prioritarios es definir los indicadores que componen los criterios de comparación y construirlos a partir de datos confiables y oportunos para cada sector. Para algunos criterios, como la contribución del sector a la economía, es más

sencillo desarrollar indicadores y acceder a datos sectoriales, como el valor agregado bruto o las exportaciones del sector. Sin embargo, esta tarea es más compleja para otros criterios, como evaluar los posibles efectos del cambio climático en la producción. Además, la información necesaria suele obtenerse de fuentes existentes y mediante un proceso participativo que involucra a departamentos gubernamentales pertinentes, como los de Industria y Comercio, representantes del sector, incluidas ONG, y miembros de la comunidad (PNUD, 2010). Parte de esta información puede estar ya disponible, mientras que otra necesitará ser recopilada. Por las limitaciones de información y porque la recopilación o generación de datos requiere tiempo, recursos humanos y financieros, las metodologías combinan análisis cualitativos y cuantitativos.

En cuarto lugar, incluso si se superan los desafíos anteriores, queda el reto de desarrollar una forma sistemática de comparación entre los criterios. Algunas metodologías, como la de PNUD (2010), sugieren asignar un puntaje a los criterios para evaluar su desempeño y definir una ponderación que refleje su importancia relativa. No existe un método único para llevar a cabo este proceso, ya que se encuentra estrechamente relacionado con las valoraciones subjetivas de los equipos encargados del análisis. La definición de puntajes y ponderaciones suele realizarse a través de un proceso participativo que incluye a expertos y partes interesadas (PNUD, 2010).

La metodología propuesta en esta guía ofrece una alternativa basada en los estudios existentes y en lo que ha funcionado en la práctica, según la experiencia de este tipo de análisis en proyectos centrados en el desarrollo de habilidades.

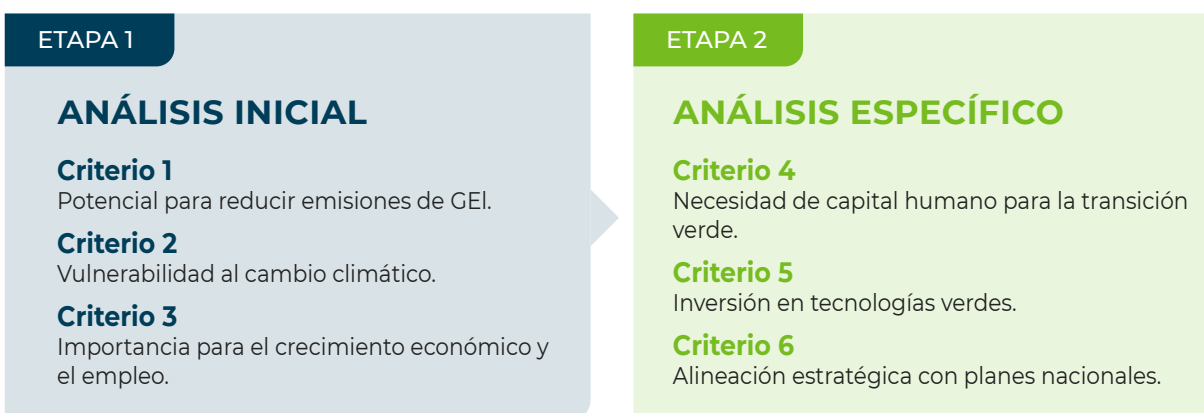
Considerado lo anterior, la metodología propuesta en esta guía reconoce estas dificultades y ofrece una alternativa basada en los estudios existentes y en lo que ha funcionado en la práctica, según la experiencia de este tipo de análisis en proyectos centrados en el desarrollo de habilidades, como los descritos en la Sección 3. Así, la alternativa propuesta en este documento se distingue por integrar el talento humano como un criterio clave en la priorización de sectores.

Esta alternativa tiene como objetivo estructurar y organizar el análisis de los sectores económicos, evaluar sus características más relevantes y proporcionar una justificación para la selección de ciertos sectores sobre otros. En lugar de enfocar la atención en la selección de un sector específico, el propósito es establecer un proceso de comparación consistente entre sectores, que permita identificar criterios relevantes para su priorización. Esto se debe a que la decisión final de priorizar ciertos sectores puede no depender únicamente de este análisis, y algunos aspectos pueden recibir diferente preponderancia según las preferencias del equipo técnico o de los responsables de políticas y el contexto de cada país. El Anexo 2 proporciona más detalles de la metodología.

4.1.2 • Seis criterios para la priorización de sectores

Dado que en general, en ALC, no se cuenta con toda la información para realizar un análisis cuantitativo sólido, o tienen recursos limitados para generarlos –de tiempo, humanos, monetarios– se propone una metodología estructurada en dos etapas de análisis. En la primera etapa, se realiza una preselección de sectores considerando tres criterios: (i) el potencial del sector para contribuir a reducir las emisiones de GEI u otras emisiones contaminantes; (ii) la vulnerabilidad ante el cambio climático; y (iii) la importancia del sector para el crecimiento económico y el empleo. Luego, en una segunda etapa, se analizan los sectores preseleccionados con base en otros tres criterios específicos: (iv) la necesidad de formar capital humano para la transición verde en el sector; (v) la inversión en tecnología para la transición verde; y (vi) la alineación estratégica con los planes nacionales y el contexto institucional. El Gráfico 8 enumera los criterios que conforman el proceso de priorización en sus dos etapas.

GRÁFICO 8 • PROCESO DE PRIORIZACIÓN DE SECTORES PARA LA TRANSICIÓN VERDE



Fuente: Elaboración propia.

El primer criterio de la primera etapa implica evaluar el potencial de cada sector para reducir las emisiones de GEI u otras emisiones contaminantes, con el fin de identificar los sectores con mayores oportunidades para avanzar en la transición verde. Para ello, se propone explorar los sectores con base en la cantidad de emisiones de GEI, la contaminación del agua y la atmosférica, la degradación de los suelos, la generación de residuos y otras formas de contaminación. Es recomendable considerar en el análisis no solo los sectores que actualmente tienen altas emisiones de GEI, sino también aquellos que en un futuro pueden convertirse en grandes emisores si no se ponen en marcha cambios en sus procesos productivos. El Anexo 2 describe cada criterio, sugiriendo indicadores, fuentes de información y metodologías para realizar el análisis.

El segundo criterio propone evaluar la vulnerabilidad de los sectores económicos al cambio climático, considerando dos aspectos. El primero es la exposición de cada sector a fenómenos climáticos como inundaciones, sequías, tormentas y olas de calor, evaluando la frecuencia y severidad de estos eventos. El segundo se centra en cómo estos cambios climáticos afectan las operaciones y la producción en cada uno de los sectores. Esto implica comprender los procesos productivos, el rol de los recursos naturales y caracterizar su uso. Además, se espera obtener una perspectiva general de los posibles efectos del cambio climático en la producción. Por ejemplo, en el sector agrícola, el cambio climático puede llevar a una reducción de los recursos hídricos, complicando el riego y afectando la localización de áreas de cultivo, el rendimiento de las cosechas y la salud del ganado.

El tercer criterio consiste en evaluar la importancia relativa cada sector en la actividad económica y el empleo. Se busca que los sectores preseleccionados no solo sean estratégicos para la transición verde desde una perspectiva ambiental, sino que también contribuyan al crecimiento económico y a la generación de empleo. El objetivo es crear un círculo virtuoso de crecimiento sostenible, empleo y desarrollo de habilidades.

Con base en los primeros tres criterios (primera etapa), se selecciona un conjunto reducido de sectores para iniciar la segunda etapa de análisis, en la que se exploran otros tres criterios adicionales. El cuarto criterio (primer criterio de la segunda etapa) se centra en identificar los sectores donde es prioritario reducir la brecha de habilidades en la fuerza laboral para facilitar la transición hacia una economía verde. Esto requiere analizar qué sectores enfrentan mayores necesidades de formación del capital humano para avanzar en esta transición, dado que se requiere una fuerza de trabajo con el talento necesario para aplicar prácticas sostenibles de manera eficiente. La formación en habilidades para la transición verde puede representar una barrera más significativa para algunos sectores que para otros, por lo que este criterio busca determinar cuáles son los sectores más prioritarios en ese aspecto. Por ejemplo, los trabajadores de la construcción pueden necesitar menos formación en habilidades para la transición verde que los trabajadores en oficios especializados, como los de energías renovables, que precisan de competencias específicas para instalar, operar o mantener paneles solares. Para analizar el requerimiento de habilidades es necesario considerar, entre otros factores, los procesos productivos y el uso de tecnología (véase el Anexo 2 para más detalles). Asegurar que los trabajadores cuenten con las habilidades adecuadas no solo es importante para que puedan acceder a empleos en los sectores que crecerán gracias a la transición justa, sino también para que las empresas inviertan en tecnologías verdes (den Nijs y Tyros, 2023), lo que nos lleva al siguiente criterio.

El quinto criterio examina la inversión en tecnología para la transición verde en cada sector preseleccionado. Se identifican las tecnologías empleadas para la transición verde, se determina si su aplicación se realiza a pequeña o gran escala, y se evalúa el potencial del sector para adoptar tecnologías verdes en el futuro. Esta dimensión está estrechamente relacionada con la capacidad del sector para ajustar sus prácticas y operaciones frente al cambio climático, así como con el

empleo y el capital humano requerido, ya que la inversión en tecnología es más efectiva cuando va acompañada de formación que les permita utilizar y mantener los equipos de manera eficiente.

El sexto criterio, por último, evalúa la alineación estratégica con los planes nacionales y el contexto institucional, abarcando dos aspectos principales: los marcos y planes de políticas y las instituciones pertinentes. El primer aspecto consiste en analizar cómo los sectores preseleccionados se alinean con los planes y estrategias gubernamentales para la transición verde. Como se menciona en la Sección 2, muchos países de ALC se han comprometido a elaborar planes de acción climática para reducir emisiones y adaptarse a los efectos del cambio climático, incluyendo medidas de adaptación y planes de diversificación económica para reducir emisiones de GEI. Por lo tanto, la selección de sectores estratégicos debe estar en consonancia con los planes nacionales de mitigación y adaptación al cambio climático. El segundo aspecto se centra en analizar el ecosistema de actores para priorizar sectores con mayor potencial de formar alianzas que faciliten la implementación de soluciones formativas en el terreno.

Para realizar el análisis, se propone construir un conjunto de indicadores comparables entre los diferentes sectores, adaptándolos a la escala, tipología y disponibilidad de la información específica de cada sector. Estos indicadores permiten examinar las características actuales de los sectores y explorar su potencial. El Anexo 2 ofrece una descripción de los indicadores propuestos.

Como se mencionó anteriormente, para construir estos indicadores se requiere información oportuna y confiable, así como conocimientos técnicos que pueden estar más allá de las capacidades de los equipos consultores o los responsables de políticas. Por lo tanto, se recomienda combinar información de fuentes existentes (datos administrativos, informes, trabajos académicos, etcétera) y de entrevistas o grupos focales, que incluya a actores clave como representantes del sector público y privado, expertos, investigadores y representantes del sistema de educación y formación técnica y profesional (EFTP). Estas interacciones permitirán recopilar información valiosa, facilitando una mayor comprensión de los desafíos y oportunidades específicos de cada sector. Asimismo, se recomienda combinar análisis cuantitativos y cualitativos.

4.2 • Segundo paso: diseñar trayectorias formativas y contenidos de formación

El segundo paso consiste en diseñar las soluciones de formación necesarias para que el país cuente con el capital humano preparado para cumplir las metas en los sectores seleccionados.

Una vez elegido el sector prioritario y establecidas las metas para la transición verde, el siguiente paso consiste en diseñar las soluciones de formación necesarias para que el país cuente con el capital humano preparado para cumplir las metas en los sectores seleccionados.

Al conjunto de articulado de soluciones de formación y experiencias de aprendizaje que trazan rutas claras de avance y permiten a las personas progresar en su ruta laboral se le conoce como trayectorias formativas. Las trayectorias formativas incluyen toda la oferta de formación, abarcando desde la educación media técnica profesional, carreras y programas en postsecundaria, especializaciones, cursos, certificados, microcursos y otros programas de formación, ofrecidos por el sistema de educación y formación técnico y profesional (ETFP), como se defina en cada país.¹² Estas trayectorias de formación son dinámicas (porque se deben adaptar para cubrir las nuevas demandas de habilidades a medida que se avanza en la transición) y continuas en el tiempo.

Para diseñar las trayectorias formativas se propone configurar el ecosistema de actores clave, identificar las brechas en ocupaciones, habilidades y en la oferta formativa y, con base en ello, diseñar las soluciones de formación para reducir esas brechas y contribuir a alcanzar los objetivos de la transición verde.

12. La EFTP en América Latina y el Caribe abarca una amplia diversidad de programas y ofertas formativas, que incluyen desde la educación secundaria técnica ofrecida por el sector formal, hasta la educación técnica postsecundaria y diversas modalidades de formación laboral. A lo largo del tiempo, cada país de la región ha utilizado distintos términos para referirse a los componentes de lo que hoy se denomina, en conjunto, educación y formación técnica y profesional (EFTP). Algunos ejemplos incluyen: educación técnica, educación vocacional, educación tecnológica, educación técnico-profesional (ETP), formación ocupacional (FO), educación y formación profesional (EFP), educación profesional y de oficios, formación de aprendices, carreras de educación técnico-científica (ETC), modalidades cortas de educación y formación postsecundaria, formación o capacitación de la mano de obra, y formación o capacitación para el puesto de trabajo, entre otros.

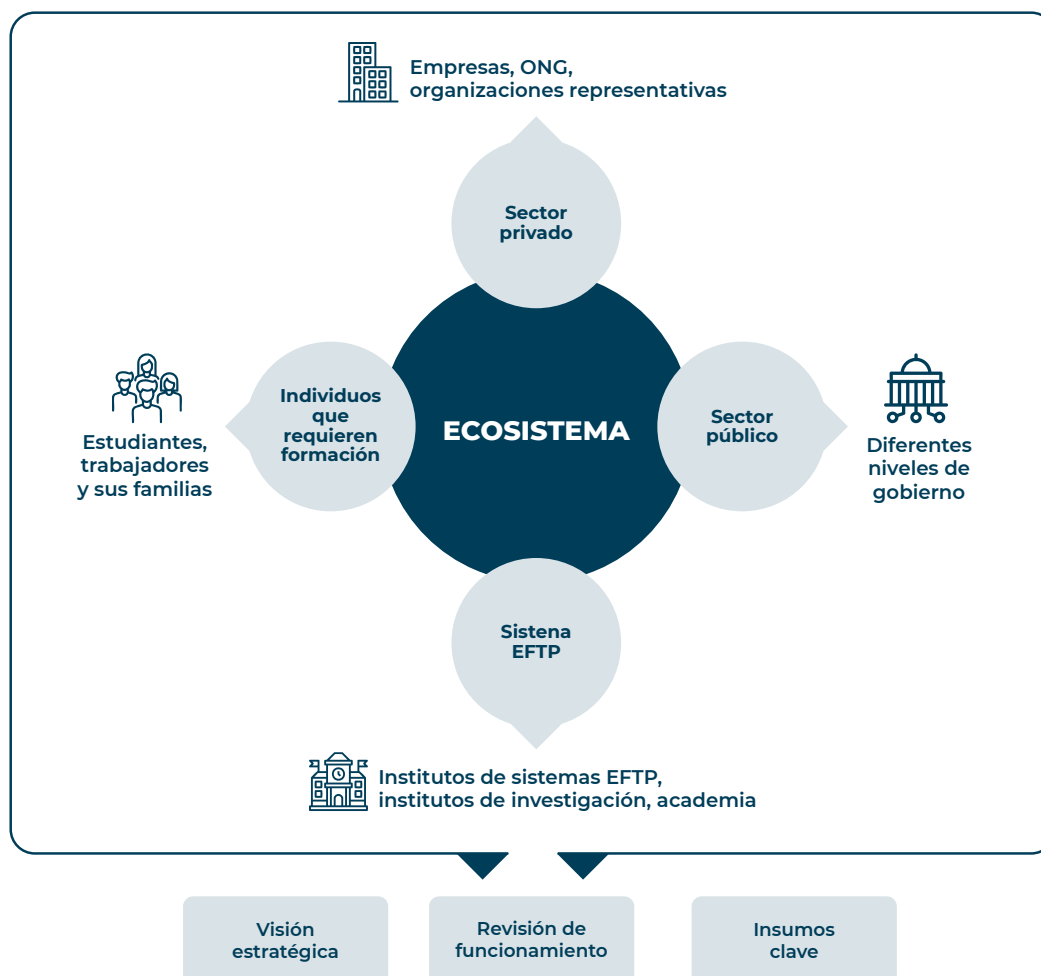
4.2.1 • El ecosistema de actores

Según el consenso vigente, construir un ecosistema de actores claves e involucrarlos a conformar una mesa de trabajo colaborativa es fundamental para diseñar e implementar una estrategia exitosa de formación de capital humano (Amaral et al., 2017; Cedefop, 2018; Unesco, 2021).

El ecosistema de actores, que participa en todas las etapas de esta estrategia, está conformado por la red de entidades interesadas en desarrollar habilidades en la fuerza laboral. Cada parte interesada influye y se ve influida por las demás, creando una relación en constante evolución. Las claves radican en la cooperación, la responsabilidad compartida y el compromiso entre las entidades relevantes (Comisión Europea, 2023).

Entre los actores clave del ecosistema se encuentra el sector público, cuya intervención se manifiesta a través de ministerios y departamentos gubernamentales nacionales y gobiernos locales. En ellos, destacan las áreas vinculadas al Empleo, la Producción, el Trabajo, así como áreas específicas según el sector priorizado, como, por ejemplo, los institutos de desarrollo de producción agropecuaria, quienes tienen bajo su órbita promover un uso eficiente de recursos naturales, como el agua. Es importante involucrar tanto a las autoridades nacionales como locales, dado que se requiere una colaboración efectiva entre los diferentes niveles de gobierno (OCDE, 2023). Otro actor fundamental es el sistema de EFTP, compuesto por los institutos de educación y formación, y los institutos o centros de investigación, con sus correspondientes representantes, como directivos y docentes. El sector privado también desempeña un papel fundamental: incluye las asociaciones y cámaras empresariales, empresas, así como trabajadores por cuenta propia. Finalmente, los trabajadores (y sindicatos de trabajadores) y estudiantes que participan en la formación son actores igualmente esenciales. Este grupo se entiende de manera amplia, y abarca no solo a quienes están inscritos en un programa de EFTP, sino también a aquellos que consideran seguir una formación técnica antes de ingresar al mercado laboral, para reentrenamiento o mejora de habilidades, como también a sus familias. El Gráfico 9 resume los actores clave del ecosistema.

GRÁFICO 9 • ACTORES DEL ECOSISTEMA



Fuente: Elaboración propia con base en Comisión Europea (2023).

Conformar un ecosistema de actores es relevante para construir una visión compartida de los resultados que se desean alcanzar con una estrategia de formación de capital humano, para acordar las reglas de funcionamiento entre los actores y para proveer insumos clave para el diseño e implementación de esta estrategia.

Es necesario que los actores del ecosistema compartan una visión clara sobre los resultados de una estrategia de formación de capital humano y el plan de acción para lograrlo. Construir un ecosistema también es importante para que los actores acuerden y definan las reglas y mecanismos de coordinación, y asignen sus funciones, roles y responsabilidades, favoreciendo la retroalimentación entre el sector privado y el formativo. Rosas Shady et al. (2020) y OIT (2021) desarrollan una guía metodológica que ayuda a definir los roles y las funciones de los actores de un ecosistema.

MÁS INFORMACIÓN

Guías metodológicas para definir los roles y las funciones de los actores de un ecosistema:

- [Consejos sectoriales de competencias: guía metodológica.](#)
- [Consejos sectoriales para promover la adopción de tecnología.](#)
- [Ecosystem Map - Strategy Tools.](#)

Además, un ecosistema es importante para coordinar y gestionar la provisión de insumos clave (Amaral et al., 2017; Rosas Shady et al., 2020). Esto incluye la generación y recolección de información sobre sectores económicos específicos, así como las necesidades actuales y futuras de habilidades. Debido a que los actores suelen tener prioridades y preferencias diferentes, y considerando las asimetrías de información –cada parte desconoce las necesidades de las otras–, resulta fundamental generar información y trabajar de forma colaborativa. Esto acerca las necesidades de la demanda con la oferta en mercado laboral, facilitando la identificación de las brechas de ocupaciones y habilidades. Además, es central compartir información sobre la oferta formativa actual y su pertinencia con respecto a las necesidades del sector privado, ya que ayuda a desarrollar soluciones formativas pertinentes y alineadas con la demanda, aprovechando ofertas formativas existentes, posiblemente con ajustes, cuando no sea necesario hacer algo nuevo. Otro insumo clave es la experiencia y el conocimiento técnico de los diferentes actores del ecosistema, quienes pueden aportar una perspectiva valiosa sobre las habilidades requeridas y las prácticas productivas. Los recursos financieros también desempeñan un papel central. El financiamiento es un instrumento poderoso para asegurar que una estrategia de capital humano logre los resultados esperados. Es indispensable identificar, planificar y asignar los recursos necesarios para el diseño y la implementación de esta estrategia, así como definir sus fuentes de financiamiento (Amaral et al., 2017).

La colaboración entre los actores de este ecosistema puede adoptar diversas formas institucionales según el contexto de cada país, desde organizaciones consolidadas con una estructura más robusta, como los consejos sectoriales de competencias, hasta instituciones con menor complejidad organizativa, como las mesas coordinadoras o mesas de capital humano. OIT (2021) proporciona una amplia variedad de ejemplos de las estructuras que estos ecosistemas han adoptado en diferentes países. Además, el Anexo 3 describe varios ejemplos de ecosistemas de actores para el desarrollo de habilidades para la transición verde.

MÁS INFORMACIÓN

En el [Anexo 3](#) encontrarán ejemplos de ecosistema de actores para la formación de capital humano en la transición verde.

En resumen, siguiendo las mejores prácticas internacionales y las lecciones aprendidas de los proyectos descritos, para construir el ecosistema de actores, se recomienda:

- **Identificar actores clave.** Se sugiere elaborar un “mapa del ecosistema” que capture a los posibles actores y describa sus roles. Este mapa comienza con el grupo objetivo, compuesto por las personas que recibirán las soluciones formativas, y luego se identifican los actores, categorizándolos según su importancia para el desarrollo e implementación de los paquetes de formación (Comisión Europea, 2023). Este análisis puede complementarse con un gráfico que coloque a los participantes del programa en el centro, y sitúe a los actores con influencia más directa más cercanos al centro, lo que facilita la visualización de los actores más relevantes. Una herramienta valiosa para construir estos gráficos puede encontrarse en el [Ecosystem Map - Strategy Tools](#).
- **Definir reglas de interacción.** Los mecanismos de interacción deben ser lo suficientemente formales como para que los participantes dediquen tiempo y recursos, pero no tan estrictos como para generar estructuras burocráticas innecesarias. En este sentido, es clave establecer mecanismos de coordinación que faciliten la colaboración entre actores, así como asegurar una representatividad que incluya a todo el espectro de empresas (por tamaño, sector, etcétera). Esto garantiza que los requerimientos y necesidades de todos los actores se escuchen y consideren en el diseño de la estrategia.
- **Establecer estrategias de comunicación.** Es importante que las estrategias de comunicación construyan relaciones sólidas y fluidas entre los actores del ecosistema. El compromiso exitoso entre las partes requiere una comunicación continua mediante intercambios bidireccionales, el desarrollo de relaciones a largo plazo y una retroalimentación continua entre ellos.
- **Establecer metas y compromisos.** Es central definir metas claras y realistas. Además, debe asegurarse un compromiso por parte de los actores de que las decisiones tomadas en el ecosistema influirán en las políticas y prácticas del sector, y que se traducirán en acciones concretas.
- **Planificar el trabajo futuro y definir responsabilidades.** Es necesario planificar las actividades de los actores del ecosistema para alcanzar las metas y compromisos, e identificar y asignar las funciones, roles y responsabilidades de los actores del ecosistema. Asimismo, es recomendable diseñar un plan de financiamiento de la operación del trabajo conjunto. Este [documento](#) discute la función de los participantes de los consejos sectoriales de competencias en el armado de la estrategia conjunta entre el Estado y el sector productivo para generar educación de calidad y fomentar el desarrollo del capital humano.

MÁS INFORMACIÓN

Opciones innovadoras para financiar soluciones formación:

- [Financiación pública de la formación para el trabajo mediante fondos concursables: Una opción prometedora para América Latina y el Caribe.](#)
- [Inversionistas BIS en Colombia: estudio sobre la experiencia de los inversionistas en el marco del Programa de Bonos de Impacto Social de Colombia.](#)

4.2.2 • Brechas en ocupaciones, habilidades y en la oferta formativa

La identificación de las brechas en ocupaciones, habilidades y en la oferta formativa vinculada al sector estratégico es un proceso complejo. Para llevar a la práctica este análisis se proponen las siguientes etapas: (i) cuantificar e identificar las ocupaciones requeridas; (ii) analizar los perfiles ocupacionales; (iii) analizar la oferta formativa; y (iv) identificar las brechas en ocupaciones, habilidades y oferta formativa. Es fundamental involucrar a los actores clave del ecosistema en todos los pasos de este proceso. El Gráfico 10 resume este proceso.

GRÁFICO 10 • ETAPAS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE BRECHAS EN OCUPACIONES, HABILIDADES Y OFERTA FORMATIVA

ETAPA	FUENTES DE INFORMACIÓN
1 OCUPACIONES • Analizar el proceso de producción y la cadena de valor. • Estimar la demanda de ocupaciones. 	Encuestas Datos administrativos Big data Informes sectoriales Informes sobre el sistema de formación Observación en empresas Trabajos académicos Entrevistas a actores del ecosistema
2 PERFIL OCUPACIONAL • Identificar habilidades requeridas en las ocupaciones demandadas. 	
3 OFERTA FORMATIVA • Analizar si oferta formativa está alineada con las ocupaciones y habilidades necesarias. 	
4 BRECHAS • Identificar las brechas en ocupaciones, habilidades y la oferta formativa. 	

Fuente: Elaboración propia.

La **primera etapa** implica comprender los procesos productivos del sector y su cadena de valor con el objetivo de estimar la demanda laboral requerida e identificar el perfil de ocupaciones necesario para alcanzar las metas propuestas en la transición verde. Esto implica proyectar los puestos de trabajo requeridos en cada etapa de los procesos productivos para alcanzar las metas establecidas. Para ello, es necesario disponer de datos oportunos y confiables, así como de métodos válidos que permitan analizar y proyectar las necesidades de empleo.

En cuanto a los datos, surge el desafío de que la información vinculada a las ocupaciones a nivel de sectores económicos, y actividades más detalladas dentro de cada sector, suele ser difícil de obtener (Cedefop, 2019). Para recopilar datos sobre la demanda de ocupaciones, se suelen utilizar diversas fuentes como datos administrativos, informes sectoriales, encuestas a empresas y a personas que reciben la formación, observación directa en plantas o empresas, inteligencia de datos (como datos de vacantes en línea) y resultados de grupos focales. La colaboración entre los actores del ecosistema es fundamental para garantizar el acceso a información precisa, oportuna y de calidad.

Los métodos para estimar la demanda laboral y anticipar cambios y tendencias tradicionalmente se basan en análisis cuantitativos, como modelos de equilibrio general, modelos de insumo-producto y modelos de predicción estadística, entre otros. Cada método proporciona información con distintos niveles de detalle, horizonte temporal y frecuencia de actualización de los datos. Tienen, por tanto, sus propias ventajas y desventajas, y su elección se basa en diversos factores, como recursos financieros y técnicos disponibles, disponibilidad de datos a nivel sectorial y el sector en cuestión (Echeverría y Rucci, 2022).

MÁS INFORMACIÓN

Métodos para estimar la demanda laboral y anticipar cambios.

- [Resumen de metodologías.](#)
- Tres ejemplos del uso de vacantes laborales para recolectar información sobre la demanda laboral.
 - 1) [Demanda de trabajo en América Latina: ¿Qué podemos aprender de los portales de vacantes online?](#)
 - 2) [Empleos y habilidades verdes en América Latina: Una mirada a los datos de LinkedIn](#)
 - 3) [¿Qué suma la ciencia de datos a la identificación y anticipación de la demanda de habilidades?](#)
- [Diseño de una encuesta de habilidades para el empleador:](#) Notas sobre cómo desarrollar una encuesta para satisfacer problemas de política pública relacionados a la demanda y oferta de habilidades
- Ejemplos de esfuerzos para identificar brechas mediante datos convencionales y encuestas a representantes de la oferta y la demanda:
 - 1) [Skills to Shape the Future: Employability in Belize](#) (disponible en inglés).
 - 2) [Identificación, causas y consecuencias de la brecha de habilidades de Perú](#)

Haciendo uso de información pública disponible, el Anexo 1 presenta una serie de ejercicios prácticos a modo de ejemplo, diseñados para aproximar cuantitativamente las oportunidades de empleo que surgirían como resultado de cambios en la matriz energética en Argentina, Bahamas y Trinidad y Tobago. Estos países fueron seleccionados debido a las diferencias en sus metas para cambiar la matriz energética y en la disponibilidad de información. Argentina ha establecido metas claras para el sector y las ha integrado en sus políticas nacionales, contando además con simulaciones de generación de energía renovable por tecnología en diferentes escenarios. Aunque Bahamas no ha incorporado sus compromisos en materia energética en sus políticas nacionales, dispone de estudios externos que estiman el potencial de generación de energía renovable por tecnología. Por último, Trinidad y Tobago no ha integrado las metas de su NDC en sus políticas y planes nacionales, y se desconoce su potencial de generación de energía renovable.

Una vez identificadas las ocupaciones demandadas en cada etapa del proceso de producción, la **segunda etapa** consiste en analizar los perfiles ocupacionales correspondientes. Esto implica analizar las habilidades y competencias requeridas y cualquier otra cualidad necesaria para desempeñar el trabajo. Un aspecto relevante para considerar es la utilización de tecnologías para volver más sostenibles los procesos productivos en el sector, dado que la adopción de estas tecnologías se encuentra estrechamente ligada a las habilidades de los trabajadores (Beaudry et al., 2010). Una herramienta que se puede utilizar en esta etapa es el análisis funcional. En este proceso, expertos que representan al sector analizan y sistematizan las funciones productivas, ocupaciones y tareas específicas propias del sector (Echeverría y Rucci, 2022).

La **tercera etapa** implica analizar la oferta formativa relacionada con el sector para evaluar si ofrece propuestas de formación en las habilidades necesarias y si las trayectorias formativas están alineadas con las proyecciones de ocupaciones y habilidades requeridas. Esto plantea un desafío para algunos países de ALC, donde los sistemas EFTP no suelen trabajar regularmente con la demanda laboral (Correa et al., 2024; Findlater et al., 2024).

Además de evaluar las propuestas formativas, se requiere examinar si los currículos y los paquetes formativos se encuentran alineados con las metas propuestas en la transición y las necesidades diagnosticadas. Este proceso se retroalimenta en el sentido que los currículos no pueden reflejar de manera precisa las necesidades del sector cuando no existen mecanismos efectivos para evaluar las habilidades demandadas en ocupaciones específicas (OCDE, 2023).

La **cuarta etapa** implica identificar las brechas en ocupaciones, habilidades y en la oferta formativa para alinearlas con las necesidades presentes y futuras. Esto implica ir un paso más allá y examinar si la demanda estimada de ocupaciones y habilidades puede satisfacerse con los perfiles ocupacionales existentes. Esto también conlleva evaluar si el flujo de estudiantes en los perfiles ocupacionales requeridos es adecuado para cubrir la demanda proyectada a medida que el sector avanza en la transición. De forma similar, se debe determinar si los trabajadores en el sector carecen de las habilidades requeridas. Por último, es necesario determinar si la oferta

formativa vigente se adapta a las necesidades requeridas o si deben diseñar nuevos paquetes o soluciones formativas. El Anexo 4 describe este proceso para los pilotos implementados en Belice y Panamá. Ambos países desarrollaron e implementaron con éxito una estrategia de capital humano: el primero enfocado en el sector de energías renovables y el segundo en electromovilidad.

Finalmente, existen herramientas en línea que pueden ayudar a los responsables de políticas públicas a identificar las brechas en ocupaciones, habilidades y en la oferta formativa. Un ejemplo es Cedefop, que proporciona datos sobre tendencias del mercado laboral y necesidades de habilidades futuras. Aunque está enfocado en países europeos, sus herramientas (como [Skills Forecast](#), [Skills Intelligence](#) y [Skills-OVATE](#)) proponen metodologías para recopilar y analizar datos, que pueden servir de guía para identificar indicadores clave y tendencias relevantes en ALC.

En el contexto regional, el [Observatorio Laboral del BID](#) representa otra herramienta muy útil para los formuladores de políticas, ya que ofrece una amplia variedad de indicadores sobre el mercado laboral en países de ALC, incluyendo datos específicos sobre habilidades, empleos y talento en sectores vinculados a la transición verde.

MÁS INFORMACIÓN

Herramientas en línea que pueden ayudar a los responsables de políticas públicas a identificar las brechas en ocupaciones, habilidades y en la oferta formativa.

- Europa: [Skills Forecast](#), [Skills Intelligence](#) y [Skills-OVATE](#).
- América Latina: [Observatorio Laboral del BID](#).

4.2.3 • Diseño de las soluciones formativas

Una vez identificadas las brechas en ocupaciones, habilidades y oferta formativa, lo siguiente es planificar las trayectorias formativas y sus contenidos, lo cual implica diseñar las soluciones formativas para reducir o cerrar estas brechas. Este proceso implica una serie de etapas que difieren según el sistema EFTP de cada país, así como el sector estratégico, los perfiles ocupacionales demandados y las habilidades que se pretenden desarrollar. Las etapas del proceso se resumen a grandes rasgos en el Gráfico 11. Aunque cada una de estas etapas debe realizarse siguiendo las buenas prácticas de experiencias formativas nacionales e internacionales (OCDE, 2023; Banco Mundial, UNESCO y OIT, 2023; UNESCO 2020), a continuación, se sugieren aspectos clave que los responsables de políticas deben adaptar según su situación particular.

GRÁFICO 11 • ETAPAS DEL DISEÑO DE LAS SOLUCIONES FORMATIVAS



Fuente: Elaboración propia.

La **primera etapa** consiste en analizar el perfil de los potenciales participantes y proyectar el perfil del egresado. Para ello, es necesario evaluar las características de los participantes, como su edad, máximo nivel educativo alcanzado, inventario de habilidades, experiencia laboral, pertenencia a grupos vulnerables, entre otros aspectos. Esto ayuda a diseñar soluciones formativas pertinentes y adaptadas a las necesidades de los participantes y permite que estos puedan lograr trayectorias formativas y laborales exitosas.

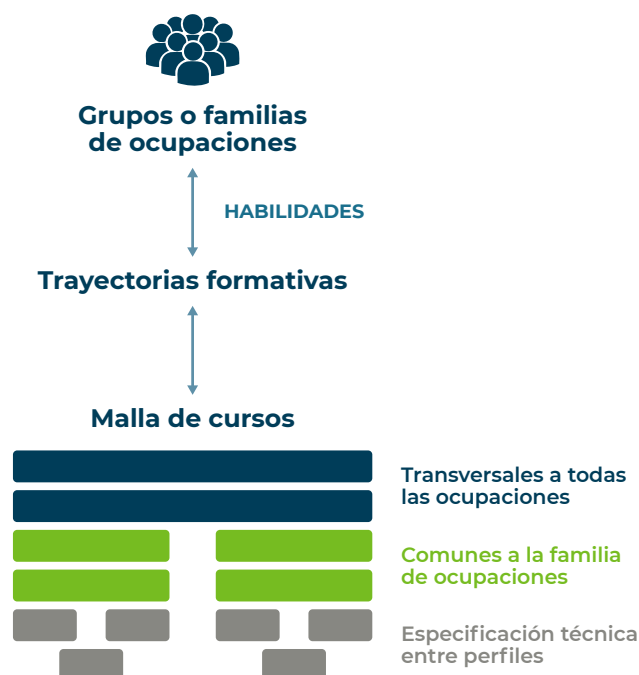
La **segunda etapa** implica diseñar las soluciones de formación que componen las trayectorias formativas. Se sugiere que estas soluciones se diseñen de una forma coordinada formando lo que se conoce como malla de cursos o paquetes formativos. Es decir, un conjunto de cursos que están organizados en orden de precedencia y complementariedad para adquirir las habilidades requeridas. Estos cursos pueden adoptar diversas formas dependiendo de factores como la brecha en habilidades y la brecha en la oferta formativa y pueden ofrecerse por diferentes proveedores dependiendo del contexto específico del país, sus necesidades y de la forma como esté organizado el sistema de formación de habilidades (o ETFP).

El principio fundamental es que los cursos no se diseñen de forma aislada, ni en respuesta a demandas específicas de una empresa en particular, sino que se integren en trayectorias formativas y laborales ascendentes. Es decir, que permitan a las personas avanzar en sus rutas de formación y empleo para adquirir niveles más altos de especialización. Es importante aclarar que el objetivo no es crear trayectorias únicas y lineales sino trayectorias dinámicas y flexibles que ofrezcan opciones para una variedad de personas (RELINK, 2024).

Esto obliga a considerar las necesidades de las empresas del sector, comprendiendo la cadena de valor de la industria y los perfiles necesarios para promover la transición verde, considerando también las necesidades de los estudiantes o futuros trabajadores.

Para llevar esto a la práctica, la aproximación más recomendable es diseñar las soluciones de formación para un grupo o familia de ocupaciones, en lugar de una sola ocupación o perfil ocupacional en particular, teniendo en cuenta que algunas habilidades son transversales a todas las ocupaciones, algunas son comunes a varias ocupaciones dentro de la familia ocupacional y otras, son específicas a ciertos perfiles. Entonces, la mejor propuesta para diseñar las soluciones formativas es reconocer los diferentes grados de correlación de las habilidades dentro de la familia ocupacional, encontrar puntos en común y optimizar el diseño de los cursos para que los pueda tomar la mayor cantidad de perfiles ocupacionales posibles (RELINK, 2024). El Gráfico 12 muestra este argumento.

GRÁFICO 12 • SOLUCIONES DE FORMACIÓN TRANSFERIBLES A DIFERENTES OCUPACIONES



Fuente: RELINK (2024).

Para ilustrar este enfoque se puede considerar el siguiente ejemplo. El sector de hidrógeno verde y el de electromovilidad requieren habilidades específicas, pero también comparten habilidades comunes. Por ejemplo, la gestión eficiente de la energía es necesaria en ambos sectores: en el de electromovilidad implica maximizar la eficiencia de la energía almacenada en las baterías de los vehículos eléctricos, mientras que en el de hidrógeno verde conlleva gestionar la producción y el almacenamiento de energía necesarios para producir y utilizar hidrógeno como combustible limpio. Otro ejemplo son las habilidades en seguridad y prevención de riesgos, necesarias en ambas industrias.

La **tercera etapa** del diseño de las soluciones formativas es definir la estrategia pedagógica y desarrollar todos los recursos formativos asociados, incluyendo los materiales de aprendizaje para las personas que toman el curso y para los docentes/instructores, las guías, los estándares de infraestructura, espacios de aprendizaje, tecnologías y equipamientos pertinentes con el fin de alcanzar la mayor calidad en el proceso de aprendizaje y la correcta combinación entre el aprendizaje teórico y práctico.

Se recomienda que la pedagogía sea práctica y que se considere el perfil de los participantes (estudiantes/aprendices) para facilitar el aprendizaje contextualizado. La evidencia sugiere que las personas aprenden mejor cuando se aplican estrategias pedagógicas centradas en el alumno

y basadas en la investigación y solución de problemas (*inquiry-and problem-based learning*) (Näslund-Hadley et al., 2018). En el caso de los cursos que son ofrecidos a personas que se encuentran trabajando, el aprendizaje práctico promueve además la aplicación de los conocimientos adquiridos en las actividades cotidianas. Esto es especialmente importante en el contexto de la transición verde, porque incrementa la velocidad de adopción y uso de nuevas tecnologías por parte de los trabajadores activos.

En relación con los recursos formativos, existe una amplia gama de opciones combinables, desde videos, animaciones y simulaciones, hasta material de apoyo impreso, maquetas y equipos reales o prototipados de uso de la industria actual, etcétera. La elección de los recursos más apropiados depende del contenido de los cursos, las habilidades que se pretenden desarrollar y el perfil de los participantes potenciales de los cursos. Entre las características relevantes se encuentran la edad, la familiarización con el uso de tecnologías y la posibilidad de que los participantes comprendan el material impreso, entre otras.

La **cuarta etapa** consiste en asegurar que se cuenta con docentes e instructores preparados para formar a las personas, es decir, que posean tanto los conocimientos técnicos requeridos para los cursos que imparten como las competencias pedagógicas necesarias (incluyendo habilidades prácticas y estrategias de enseñanza orientadas a la formación vocacional). Esto requiere una adecuada selección del personal formador, así como el diseño de soluciones de formación continua que incluyan oportunidades de experiencia práctica, permitiéndoles ofrecer una enseñanza actualizada y efectiva.

Si bien esto es importante en cualquier tipo de formación, resulta especialmente crítico en el caso de la EFTP (Banco Mundial, UNESCO y OIT, 2023) y adquiere particular relevancia en el contexto de la transición verde. Esta transición demanda capital humano capaz de utilizar nuevas tecnologías, por lo que la falta de formadores con los conocimientos pertinentes puede convertirse en un obstáculo para el éxito de las trayectorias formativas (OCDE, 2023).

En consecuencia, se recomienda analizar el perfil de los formadores para identificar sus necesidades y diseñar soluciones integrales de formación que garanticen la mejora continua de sus habilidades, tanto de los docentes actuales como de los futuros (Banco Mundial, UNESCO y OIT, 2023; OCDE, 2023; UNESCO, 2020). Este componente está presente en la mayoría de los proyectos piloto implementados en la región relacionados con el desarrollo de capital humano para la transición verde. Los modelos de formación de formadores son fundamentales en este proceso y deben adaptarse a las necesidades específicas de cada país y contexto. Varios ejemplos prácticos de implementación pueden encontrarse en el compendio de proyectos piloto de formación de habilidades presentado en Prada y Rucci (2023).

La **quinta etapa** implica seguir lineamientos que permitan obtener certificaciones transparentes a través del sistema de EFTP y aquellas habilitantes requeridas por las instancias pertinentes

(Amaral et al., 2017; Rosas-Shady et al., 2020). Las certificaciones respaldan el reconocimiento público de las habilidades adquiridas, habilitan a las personas para ejercer un oficio o actividad conforme a los estándares y niveles de seguridad requeridos, y aseguran su transferibilidad entre ocupaciones. Además, contribuyen a garantizar la calidad y relevancia de las competencias de forma uniforme y transparente. La certificación de habilidades es especialmente crítica en el contexto de la transición verde, ya que esta está estrechamente vinculada con la incorporación de nuevas tecnologías y procesos que demandan estándares claramente definidos.

En algunos casos, los trabajadores necesitan contar con certificaciones de competencias para que las empresas puedan a su vez certificar sus procesos productivos y cumplir con estándares internacionales. No obstante, si el sistema de EFTP no ofrece este tipo de certificación, es posible recurrir a otras instancias públicas para su provisión, aunque en tales casos la credibilidad de la institución emisora será determinante.

Finalmente, en una **sexta etapa**, las trayectorias formativas deben integrarse de manera estructurada en los distintos niveles del sistema de EFTP. El diseño de los cursos debe facilitar una articulación fluida entre la educación secundaria, la formación postsecundaria y las diferentes modalidades de formación técnica y profesional, como parte de un proceso de aprendizaje permanente. Esta integración contribuye a la escalabilidad y sostenibilidad de los cursos desarrollados, así como a su aprovechamiento eficiente por parte de las personas.

Una condición fundamental para asegurar la **pertinencia** de las soluciones de formación es garantizar la participación activa del sector productivo en todas las etapas del diseño de estas soluciones. Esto implica integrar insumos, procesos y resultados alineados con las necesidades del sector, involucrando a todos los actores relevantes del ecosistema. Las instituciones formativas deben disponer de una infraestructura moderna, materiales actualizados y un entorno de aprendizaje adecuado. La diversidad de espacios de formación —incluidos los entornos industriales— enriquece el proceso educativo y ofrece a los estudiantes una experiencia más completa. La colaboración estrecha con las industrias permite generar oportunidades de aprendizaje significativas y realistas para los participantes, mediante la implementación de programas de pasantías y aprendizajes estructurados alineados con los objetivos educativos y profesionales.

En lo que respecta a la gestión de la formación, esta debe ser eficiente y mantenerse en coordinación constante con el sector productivo para asegurar la pertinencia y actualidad de los programas.

4.3 • Tercer paso: implementar las soluciones formativas

El tercer paso de esta guía se enfoca en garantizar que las soluciones formativas sean pertinentes y efectivas.

El tercer paso de la guía se centra en la ejecución efectiva de programas de formación adaptados a las necesidades de los participantes. Esto incluye el uso de modalidades flexibles, como clases presenciales, virtuales o híbridas, y la implementación de certificaciones modulares que permitan un aprendizaje progresivo. Además, este paso promueve la accesibilidad y la inclusión social mediante estrategias innovadoras, como el uso de aulas móviles y plataformas digitales, para garantizar que las soluciones lleguen a comunidades diversas y respondan eficazmente a las demandas del mercado laboral asociado a la transición verde.

Las soluciones formativas difieren en su estructura y formato, por lo tanto, no existe una única forma de implementarlas. El Cuadro 3 presenta los elementos clave que los responsables de políticas deberían tener en cuenta.

CUADRO 3 • ASPECTOS CLAVE PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS SOLUCIONES FORMATIVAS

ASPECTO DE LA IMPLEMENTACIÓN	EJEMPLOS DE OPCIONES
Modalidad de impartición	Presencial, virtual, híbrida.
Tipo de certificación	Completa, modular y acumulable.
Forma de entrega	Enfoque dual, mentorías con asesorías personalizadas, mentorías grupales–comunidades de práctica, prácticas de trabajo profesionalizantes, día de campo.
Espacios donde se desarrollan los cursos	Centros de formación técnico y profesional, escuelas o liceos técnicos, empresas, lugar de trabajo, combinaciones entre diferentes opciones.
Actores responsables de ejecutar los cursos	Docentes del sistema ETFP, proveedores externos con experiencia en formación, esquemas combinados (formación en cascada).
Medios innovadores para entregar los contenidos	Plataforma, grupos de WhatsApp, aplicaciones específicas, material impreso.
Inversión en equipos e infraestructura	Simuladores, maquetas, otros equipos y tecnología, laboratorio de innovación.
Estrategias de marketing y branding	Redes sociales, sistemas de formación técnico y profesional.

Fuente: Elaboración propia con base en Prada y Rucci (2023).

Un elemento clave en la implementación de las soluciones formativas es su modalidad de impartición (presencial, remota o mixta). Por ejemplo, el programa en energías renovables y electromovilidad implementado en Panamá adoptó una modalidad de enseñanza híbrida, que combinó clases virtuales y presenciales con el uso de un aula móvil itinerante. Esta estrategia permitió llevar la formación práctica a comunidades rurales que carecen de instalaciones adecuadas para ofrecer este tipo de formación técnica. Así, el programa logró ampliar el alcance de las oportunidades de aprendizaje, llegando a un público más diverso y geográficamente disperso (para más detalles, véase el Anexo 2).

El tipo de certificación (pudiendo llevar a una certificación modular o completa) es otro aspecto clave de la implementación de las soluciones formativas. Los cursos pueden organizarse mediante módulos cortos y autocontenidos, permitiendo a los estudiantes avanzar a su propio ritmo. Al completar cada módulo, los participantes pueden obtener una certificación parcial, lo que facilita el reconocimiento progresivo de sus competencias y motiva la continuidad en el proceso de apren-

dizaje. Algunos países utilizan una estructura de microaprendizaje, que consiste en la producción de pequeñas cápsulas de contenido enfocadas en desarrollar temas específicos y cuyo formato y características es de fácil acceso desde cualquier dispositivo electrónico. Esto suele estar acompañado de microcredenciales, que otorgan créditos por bloques de aprendizaje más pequeños y se pueden acumular para obtener certificaciones y calificaciones más completas, sin necesidad de completarlos de manera inmediata uno tras otro. Los programas más modulares podrían contribuir a reducir la probabilidad de que los participantes abandonen los programas más largos.

La modalidad de impartición y el tipo de certificación son elementos que aportan flexibilidad a las soluciones formativas, permitiendo adaptarlas a las necesidades de los participantes. La elección de estos aspectos debe considerar las características del público objetivo, asegurando que las oportunidades de aprendizaje se ofrezcan en horarios y ubicaciones accesibles. Esto facilita una formación más inclusiva y eficaz, adecuada para diferentes contextos y perfiles de estudiantes.

También se debe definir la forma de entrega de los cursos. La evidencia sugiere que las personas aprenden mejor en contextos vinculados a los ambientes de trabajo, reales o virtuales (OCDE, 2023). Esto implica considerar la inclusión de diferentes modalidades de prácticas en el lugar de trabajo. Una opción son los modelos de aprendizaje dual, más o menos estructurada, que combinan la formación teórica con la práctica en el trabajo (Amaral et al., 2017). Se pueden implementar mentorías o asesorías en el lugar de trabajo, talleres para aprender haciendo prácticas profesionalizantes y oportunidades de pasantías, actividades de día de campo, entre otras opciones (Prada y Rucci, 2023). La elección de estas opciones depende de las características de los participantes y las competencias a adquirir, por ejemplo, si son trabajadores o estudiantes, su edad, entre otros aspectos. Asimismo, esta decisión está estrechamente relacionada con la selección de los espacios donde se desarrollarán los cursos, que pueden incluir centros de formación técnica y profesional, escuelas, empresas, o una combinación de estas opciones.

Los actores responsables de ejecutar los cursos son otro elemento clave a definir en la implementación de las soluciones formativas. Estos pueden ser impartidos por docentes del sistema de EFTP o por proveedores externos, como instituciones especializadas, empresas del sector productivo, organizaciones no gubernamentales, o consultoras con experiencia en áreas específicas de formación. También es posible combinar ambos mediante un esquema en cascada, donde los proveedores externos capacitan a instructores del sistema de EFTP, quienes posteriormente imparten los cursos a los participantes en una segunda etapa. Por ejemplo, el programa de certificación en energía renovable llevado a cabo en Belice se desarrolló en dos etapas. En la primera, la Nova Scotia Community College (NSCC) de Canadá capacitó a docentes y formadores de la EFTP de Belice, proporcionándoles conocimientos avanzados en energías renovables y eficiencia energética, además de fortalecer su enfoque pedagógico. En la segunda etapa, los docentes capacitados del sistema de EFTP impartieron los cursos directamente a los participantes, asegurando así una transferencia de conocimiento efectiva y adaptada al contexto local.

GRÁFICO 13 • CLAVES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS SOLUCIONES FORMATIVAS



Fuente: Elaboración propia.

La implementación de los cursos requiere innovar en los medios para entregar los contenidos de aprendizaje. Las opciones más utilizadas para garantizar la entrega efectiva de los contenidos a poblaciones diversas van desde plataformas en línea, aplicaciones específicamente diseñadas para los cursos y grupos de WhatsApp, combinaciones sincrónicas o asincrónicas, hasta la entrega de material impreso. La elección de los medios adecuados dependerá de las características individuales de los participantes, que pueden afectar su capacidad para utilizar estos recursos, así como de la duración y otras especificaciones de los cursos.

La inversión en equipos e infraestructura para los cursos es otro elemento para definir en la implementación de soluciones formativas. Esto incluye la identificación de herramientas necesarias para garantizar una transferencia de conocimientos efectiva y acorde con las habilidades que se busca desarrollar. Por ejemplo, esto puede implicar el uso de simuladores, maquetas, y laboratorios de innovación que permitan a los participantes aplicar conceptos teóricos en un entorno práctico. Los simuladores, por ejemplo, son útiles para replicar entornos laborales complejos o riesgosos, como los que se encuentran en la industria energética o de manufactura. Las maquetas, por su parte, facilitan la visualización y manipulación de equipos, como ser los sistemas de riego en la agricultura. Los laboratorios de innovación permiten experimentar con nuevas tecnologías y metodologías, fomentando el aprendizaje activo y la resolución de problemas. Es central que la elección de estos equipos esté alineada con los objetivos de aprendizaje y las demandas del mercado laboral, garantizando que los estudiantes adquieran habilidades relevantes y aplicables. Además, se debe considerar la sostenibilidad de la inversión, asegurando que los equipos puedan ser utilizados durante un período prolongado y adaptarse a las necesidades cambiantes de los programas formativos. La planificación también debe incluir estrategias para el mantenimiento y actualización de los equipos, así como la capacitación de los instructores en su uso.¹³

13. Al tomar las decisiones de infraestructura alineadas a las necesidades de habilidades, es recomendable considerar también el potencial de implementar soluciones que sean climáticamente sostenibles. Algunos ejemplos de estas soluciones se pueden encontrar en Bos y Schwartz (2023).

Finalmente, las estrategias de marketing y branding desempeñan un papel importante en la promoción y difusión de soluciones formativas para alcanzar mayores tasas de matriculación. Estas estrategias no solo deben centrarse en la promoción del contenido técnico de los cursos, sino también en comunicar su relevancia para el contexto actual, como su contribución al desarrollo sostenible y la transición verde. La comunicación clara sobre la accesibilidad y flexibilidad de los programas, incluyendo horarios adaptables, modalidades diversas (virtual, presencial o mixta), y ubicaciones, permite atraer a un público más amplio y diverso. Complementar estas estrategias con casos de éxito, testimonios de participantes y alianzas estratégicas con empresas, organizaciones y gobiernos fortalece la percepción de legitimidad y calidad de los programas, facilitando su aceptación en distintos sectores de la sociedad.

Las opciones de implementación discutidas hasta ahora están condicionadas por la gobernanza y el marco institucional en el que se concibe el programa. Si las soluciones formativas se desarrollan desde el inicio dentro del sistema de EFTP, la elección de aspectos como la modalidad, tipo de certificación, forma de entrega de los cursos, actores responsables de impartir los cursos, entre otros, está condicionada por las normas y regulaciones del propio sistema de EFTP. En este caso, hay menos flexibilidad en las opciones de implementación, ya que los cursos deben adecuarse a los marcos existentes. Por ejemplo, en el programa de formación de tecnología en Argentina, los paquetes formativos no se podían incluir como parte del currículo de la escuela secundaria agraria. En su lugar, se incorporaron como talleres opcionales en horarios extracurriculares, los cuales fueron elegidos por la mayoría de los estudiantes (Prada y Rucci, 2023).

Por otro lado, si las soluciones formativas no se enmarcan en el sistema de EFTP desde el inicio, hay mayor flexibilidad en las decisiones sobre la implementación. Sin embargo, una vez desarrollados, surge el desafío de integrar estos cursos en la oferta formativa actual. Esto puede requerir un proceso adicional de validación y ajuste para cumplir con las normas del sistema EFTP. En este contexto, es importante planificar estratégicamente cómo se llevará a cabo esta integración para garantizar que las innovaciones y flexibilidades obtenidas durante la fase piloto no se pierdan al formalizar los cursos dentro del sistema EFTP. En este sentido, las colaboraciones entre instituciones del sistema EFTP y actores del sector productivo pueden facilitar este proceso de integración, asegurando que las nuevas ofertas formativas sean reconocidas formalmente y puedan beneficiar a una mayor cantidad de participantes.

4.4 • Cuarto paso: asegurar la calidad y la mejora continua de las soluciones formativas

El cuarto paso de esta guía se enfoca en garantizar que las soluciones formativas sean pertinentes y efectivas.

El cuarto paso de esta guía se enfoca en garantizar que las soluciones formativas sean pertinentes y efectivas. Una estrategia de formación de capital humano debe estar orientada a lograr resultados finales. Aunque estos resultados pueden variar según el contexto, en términos generales, están enfocados en ofrecer una formación de calidad y pertinente, desarrollando habilidades que se apliquen en las actividades productivas, contribuyendo así al empleo y la productividad. Asimismo, debe promover una mejora continua basada en evidencia. Se trata de un proceso dinámico, en donde la generación de información con base en la evidencia retroalimenta y empodera a las partes interesadas de cara a la toma de decisiones informadas (Banco Mundial, UNESCO y OIT, 2023).

Los resultados a los que aspira una estrategia de formación de capital humano se definen al inicio, en la etapa del diseño. La teoría de cambio es una metodología que ayuda a describir cómo y por qué se espera que esta estrategia conduzca a un cambio deseado: en este caso, que los participantes de los paquetes formativos aprendan nuevas y mejores habilidades, las cuales se apliquen en sus contextos laborales, contribuyendo a mejorar su productividad y la empleabilidad. La teoría del cambio ayuda a establecer vínculos claros entre a **quién** se dirige la estrategia de formación (estudiantes o trabajadores), **qué** habilidades se desarrollarán (técnicas, transversales, socioemocionales), **cómo** se impartirá el aprendizaje (tipo de solución formativa) y cuáles son los **insumos y procesos** necesarios para alcanzar los resultados deseados (Gráfico 14). En otras palabras, ayuda a comprender cómo una estrategia de formación de capital humano planea alcanzar a los resultados deseados.

El mejor momento para aplicar la teoría del cambio es al inicio de una estrategia de capital humano, ya que permite reunir a las partes interesadas para definir una visión común, los resultados deseados y la ruta para alcanzarlos.

GRÁFICO 14 • APLICACIÓN DE LA TEORÍA DEL CAMBIO



Fuente: Elaboración propia.

La capacidad de alcanzar los resultados deseados y la mejora continua depende de múltiples factores. Uno de ellos es el establecimiento de mecanismos que permitan: (i) asegurar la calidad de los insumos y procesos involucrados; y (ii) monitorear y evaluar los resultados. Estos mecanismos resultan de especial importancia para el desarrollo de habilidades en el contexto de la transición verde. Por un lado, las rápidas transformaciones en la naturaleza de las tareas laborales y las demandas de habilidades durante la transición requieren una estrategia de formación de capital humano que responda de forma oportuna y eficiente. Los mecanismos de aseguramiento de la calidad, monitoreo y evaluación ayudan a que las soluciones formativas alcancen excelencia y pertinencia. Por otro lado, las soluciones formativas en la transición verde suelen comenzar como pilotos. El monitoreo y la evaluación permite identificar fortalezas y áreas de mejora, proporcionando evidencia que sustenta decisiones informadas para su posterior ampliación o escalabilidad.

Aunque no existe una ruta única para establecer estos mecanismos, ya que depende de varios factores (incluyendo el sistema ETFP de cada país, la gobernanza de las instituciones y el sector económico), este apartado sugiere pasos centrales y ofrece buenas prácticas para guiar a los formuladores de políticas en este proceso.

4.4.1 • El sistema de aseguramiento de la calidad

Una estrategia de formación de capital humano debe aspirar a la excelencia. De esta manera, además de diseñar las soluciones de formación con los más altos estándares de calidad, la estrategia debería descansar en un sistema de aseguramiento de la calidad que garantice la calidad: (i) de las instituciones de enseñanza y capacitación involucradas en la oferta de las soluciones de formación; (ii) del aprendizaje en el lugar de trabajo y su integración con el aprendizaje adquirido en otros espacios; (iii) de las acreditaciones, los títulos y las certificaciones ofrecidas en cada tipo de solución formativa; y (iv) de los procesos de formación, enseñanza y capacitación (Amaral et al., 2017).

Una estrategia de formación de capital humano tiene que estar alineada a los marcos de aseguramiento de la calidad vigentes (conocidos en inglés como *quality assurance frameworks*). Estos marcos proporcionan un conjunto de directrices y estándares que orientan el desarrollo e impartición de las soluciones formativas, garantizando niveles predefinidos de calidad, validez y efectividad (Amaral et al., 2017; UNESCO, 2017). Con diferentes alcances, estos comprenden, principalmente: (i) los marcos de cualificaciones, que organizan los niveles y tipos de cualificaciones académicas y profesionales, y articulan las trayectorias de aprendizaje; (ii) los protocolos para asegurar la credibilidad de las evaluaciones y certificaciones de habilidades; y, (iii) los estándares de acreditación para asegurar la calidad de la formación ofrecida por las instituciones de formación (Banco Mundial, UNESCO y OIT, 2023; Amaral et al., 2017; UNESCO, 2017).

Los marcos de aseguramiento de calidad difieren entre los países en múltiples dimensiones. Algunos cuentan con instituciones y procesos sólidos para garantizar la calidad en el sistema ETFP, como Australia, Reino Unido, Alemania y otros países de Europa (Amaral et al., 2017). Un ejemplo es el Marco de Referencia Europeo de Garantía de Calidad para la Educación y Formación Profesional (EQAVET), el cual se basa en un ciclo de aseguramiento y mejora de la calidad en cuatro etapas (planificación, implementación, evaluación/valoración y revisión/revisión). También utiliza indicadores aplicables a la gestión de la calidad tanto a nivel del sistema de ETFP como de los proveedores de ETFP. Este marco ha impulsado el desarrollo de diversos enfoques de aseguramiento de calidad en los países europeos, adaptados a sus necesidades y circunstancias locales (Comisión Europea, 2024).

Otros marcos de aseguramiento de la calidad, en lugar de centrarse en la calidad del sistema ETFP en su conjunto, se han focalizado en asegurar la calidad de los programas de formación. Un ejemplo es el Marco de Calidad de la Association for Career and Technical Education (ACTE), aplicado en Estados Unidos, que está diseñado para programas educativos técnicos a nivel secundario y postsecundario, tanto individuales como locales. Incluye criterios y mejores prácticas para establecer estándares de calidad en los planes de estudio, el proceso de aprendizaje, y la capacitación de instructores. Además, propone criterios para evaluar a los estudiantes y garantizar que los programas estén alineados con las demandas del mercado laboral (ACTE, 2018).

Una estrategia de capital humano tiene también que recurrir a instancias de validaciones externas mediante evaluadores independientes o comités de evaluación compuestos por representantes de la industria y centros de capacitación externos. Tras la validación externa, el organismo emite una acreditación junto con recomendaciones o ajustes necesarios.

En el contexto de la transición verde, una gestión de certificación ágil que desarrolle criterios y estándares que puedan actualizarse para reflejar los avances tecnológicos y las mejores prácticas es un aspecto muy relevante. Se pueden distinguir entre al menos los siguientes tres tipos de certificaciones:

- **Certificación de saberes adquiridos:** Emitida por la institución correspondiente del sistema de ETFP, es una condición necesaria en todo proceso formativo, ya que valida los conocimientos y habilidades adquiridos por los participantes durante su formación.
- **Certificación habilitante para trabajar:** Garantiza que la persona está capacitada para desempeñar oficios o ciertas actividades, cumpliendo con los estándares necesarios para realizar su trabajo de manera competente. Por ejemplo, la certificación de un gasista garantiza que la persona está capacitada para instalar, mantener y reparar sistemas de gas de manera segura y eficiente.
- **Certificación verde:** Garantiza que individuos, empresas o productos cumplen con criterios de sostenibilidad ambiental, como la implementación de prácticas sostenibles, el uso eficiente de recursos, el cumplimiento de estándares ambientales, etcétera. Estas certificaciones suelen ser particularmente útiles cuando un puesto de trabajo existente se modifica para reducir el daño ambiental de la actividad. Un ejemplo son las certificaciones que aseguran que los productos, como los ecoproductos agrícolas, cumplen con estándares ambientales. Otro son las certificaciones a las personas que aseguran que los trabajadores poseen los conocimientos y competencias necesarios para desempeñar su labor de forma sostenible con el medio ambiente, como es el caso de la certificación de un gasista verde.

Las certificaciones verdes son especialmente importantes para la transición porque brindan una señal al mercado. Garantizan, por ejemplo, que los productos pueden diferenciarse en los mercados internacionales y nacionales, facilitando la elección de los consumidores y el acceso de las empresas a ciertos segmentos o nichos de mercado. Este reconocimiento no solo promueve prácticas sostenibles, sino que también puede generar mayores ganancias para las empresas, al aumentar su competitividad en mercados donde la sostenibilidad es valorada. Las certificaciones también son importantes para los trabajadores, puesto que permiten validar las habilidades acumuladas a lo largo de las trayectorias formativas y garantizan la portabilidad de las habilidades a diferentes ocupaciones y sectores económicos. Por último, las certificaciones a los formadores valida sus conocimientos, permitiéndoles convertirse en nuevos formadores. Esto ayuda a escalar los paquetes formativos y a hacerlos sostenible en el tiempo, incluso después de que concluya el financiamiento del proyecto piloto.

4.4.2 • El monitoreo

Otro de los pilares para que una estrategia de formación de capital humano alcance los resultados deseados y la mejora continua es el monitoreo. El monitoreo consiste en asegurar que la estrategia se está diseñando e implementando de acuerdo con estándares de calidad válidos y según los procedimientos planificados. Además, permite tomar medidas correctivas de manera oportuna ante las desviaciones y promueve una mejora continua.

El Gráfico 15 describe las principales etapas del monitoreo. La primera consiste en desarrollar la teoría del cambio para identificar insumos y procesos claves y vinculados lógicamente para alcanzar los resultados deseados. Una herramienta que se puede utilizar para esto es la matriz de planificación, la cual describe de manera sencilla características como los tiempos, riesgos y responsables de estos insumos y procesos (Siles y Mondelo, 2018). En este paso también es importante diseñar una herramienta que permita identificar y visualizar los estándares de calidad de los insumos y procesos.

GRÁFICO 15 • ETAPAS DEL PROCESO DE MONITOREO

ETAPA	FUENTES DE INFORMACIÓN
1 TEORÍA DE CAMBIO Identificar proceso e insumos clave y estándares de calidad. 	Marcos de aseguramiento de la calidad. Información interna sobre la estrategia. Buenas prácticas internacionales y herramientas. Proyectos similares. Entrevistas a expertos. Línea base. Datos administrativos. Recolección de datos durante la implementación (encuestas, entrevistas, observaciones, etc.).
2 INDICADORES Definir indicadores sobre el logro de hitos en etapas clave de la implementación. 	
3 SUPERVISIÓN Monitorear el progreso de esos indicadores y los estándares de calidad. 	

Fuente: Elaboración propia.

La segunda etapa implica definir los indicadores que permitan medir el avance de los insumos y procesos clave de esta estrategia. Una herramienta útil para ello es la matriz de resultados, elaborada durante el diseño de la estrategia, que utiliza un modelo lógico para definir la relación entre los insumos, procesos e indicadores (Siles y Mondelo, 2018). Debido a que las soluciones formativas varían en su estructura y formato, los indicadores deben adaptarse a cada caso en particular. Algunos indicadores centrales son la asistencia de los participantes, la entrega en tiempo y forma de los recursos formativos, la cobertura de los temas del plan de estudio, la cantidad de individuos certificados, entre otros. También es necesario verificar que los paquetes formativos sean pertinentes para los usuarios. Para ello, se sugiere monitorear la percepción de los formadores y los individuos que reciben la formación sobre la relevancia de los paquetes y los recursos formativos, como también su nivel de satisfacción.

Además de la construcción de los indicadores, es necesario especificar las fuentes de información, el método y la frecuencia de recolección de datos. Entre las fuentes se incluyen datos administrativos, encuestas, entrevistas o grupos focales con actores clave como implementadores y participantes, entre otras (Gibson, 2021). Al igual que en las etapas anteriores, la colaboración entre los diferentes actores del ecosistema es fundamental para aprovechar la disponibilidad de datos administrativos y los instrumentos de recolección, lo que ayuda a reducir los costos económicos y logísticos del monitoreo.

Finalmente, la tercera etapa consiste en el monitoreo o supervisión de estos indicadores y de los estándares de calidad en la medida que avanza la implementación de la estrategia de capital humano.

4.4.3 • La evaluación

La evaluación busca medir los resultados alcanzados por una estrategia de formación de capital humano, aportando información sobre su efectividad y contribuyendo a la toma informada de decisiones. La teoría del cambio comienza con la identificación de los resultados deseados. Si bien estos resultados pueden variar según el contexto y el sector estratégico específico, los objetivos principales suelen ser el desarrollo de habilidades y aprendizaje, la capacidad de los participantes para aplicar lo aprendido en sus contextos laborales, y la mejora en su desempeño, productividad y empleabilidad.

Un desafío es definir el momento en que se llevará a cabo la evaluación. Es probable que, en el contexto de la transición verde, los resultados se manifiesten a mediano y largo plazo. Por un lado, la aplicación de nuevos conocimientos o técnicas en las actividades cotidianas no es inmediata, sino que requiere un proceso de asimilación que puede llevar tiempo. Por otro lado, se espera que la formación incremente la productividad de los trabajadores, lo que se reflejará en mejores oportunidades laborales. Esto implica que puedan acceder a puestos de mayor jerarquía o responsabilidades en el mismo lugar de trabajo, o que puedan adaptar sus habilidades para acceder a nuevos puestos en otros sectores económicos. Sin embargo, estos procesos, no suelen ocurrir inmediatamente posterior a finalizar los paquetes formativos, sino que llevan más tiempo.

El Gráfico 16 describe las etapas para realizar la evaluación. La primera implica usar la teoría del cambio para describir la lógica causal de cómo y por qué se espera que una estrategia de formación de capital humano alcance los resultados deseados.

GRÁFICO 16 • ETAPAS DEL PROCESO DE EVALUACIÓN



Fuente: Elaboración propia.

La segunda etapa implica identificar los resultados que se desean alcanzar y construir indicadores de desempeño para medirlos. Estos indicadores se focalizan en medir el aprendizaje de los participantes, en qué medida aplican las nuevas habilidades y conocimientos en las actividades laborales, y en cómo el desarrollo de mejores y nuevas habilidades contribuye a aumentar su productividad y empleabilidad.

La tercera etapa consiste en seleccionar la metodología o estrategia de evaluación. Existen diferentes metodologías y su elección depende de diversos factores como la disponibilidad de datos y la escala. En muchas ocasiones, especialmente en el contexto de la transición verde, las soluciones formativas comienzan como pilotos con una escala reducida (para mayores detalles se recomienda consultar los recursos disponibles en el sitio [web del BID](#)). La evaluación debería llevarse a cabo por un tercero externo a la organización implementadora para garantizar la independencia y credibilidad de los resultados.

Finalmente, la cuarta etapa implica diseñar los instrumentos y mecanismos de recolección de la información. Independientemente de la metodología seleccionada, la evaluación involucra como mínimo dos momentos en los cuales se recolecta la información necesaria para medir los resultados. Estos momentos son al inicio de los paquetes formativos, conocido como línea de base, y al finalizar los paquetes formativos, conocido como línea de seguimiento. Ambos instrumentos recolectan la información necesaria para construir los indicadores de resultados y compararlos antes de comenzar los paquetes formativos y al finalizarlos.

La línea base proporciona un punto de partida para medir los indicadores de resultados al inicio del proyecto y evaluar los cambios logrados con los paquetes formativos y, además, genera un diagnóstico especialmente valioso en el contexto de la transición verde, donde la información sobre las habilidades de los trabajadores y los formadores suele ser limitada. Suele recopilar información sobre las características de los participantes y formadores, sus conocimientos iniciales, los procesos productivos, las prácticas laborales, la utilización de tecnologías, etcétera. La línea de seguimiento, por otro lado, recopila información con la que medir el progreso de los resultados. Aunque la línea de seguimiento se recopila al finalizar los programas de formación, es posible llevar a cabo líneas de seguimiento adicionales si para evaluar el impacto del programa sobre resultados a mediano y largo plazo.

El monitoreo y la evaluación no se limitan a la simple recopilación de evidencias aisladas (Alcázar y Rosas-Shady, 2019), sino que son procesos integrales que se aplican en todas las etapas de una estrategia de capital humano, asegurando la calidad de las soluciones formativas y verificando la coherencia entre los resultados obtenidos y los objetivos establecidos (Alcázar y Rosas, 2019). Con base en este proceso es posible extraer lecciones aprendidas y utilizarlas para la mejora o expansión de la intervención en el futuro.

GRÁFICO 17 • PASOS RESUMIDOS DE LA GUÍA PARA EL DISEÑO DE UNA ESTRATEGIA DE FORMACIÓN DE CAPITAL HUMANO PARA LA TRANSICIÓN VERDE





5 • ¿Y ahora qué? El tiempo para actuar es ahora

La transición verde no solo plantea retos significativos en términos de transformación económica, social y ambiental, sino que también abre una ventana de oportunidad única para repensar el desarrollo en América Latina y el Caribe. La guía presentada busca ofrecer una hoja de ruta práctica y adaptada a las realidades de la región, asegurando que los países puedan cerrar las brechas de habilidades necesarias para esta transformación.

El rol del capital humano en la transición

Desarrollar las capacidades de la fuerza laboral es un componente esencial para garantizar el éxito de la transición verde. Desde la identificación de sectores estratégicos hasta la implementación de soluciones formativas inclusivas y sostenibles, cada paso descrito en esta guía refuerza la idea de que la inversión en capital humano no es solo una necesidad, sino una oportunidad para impulsar la competitividad, reducir desigualdades y fortalecer la resiliencia frente a los impactos del cambio climático.

Lecciones aprendidas y recomendaciones

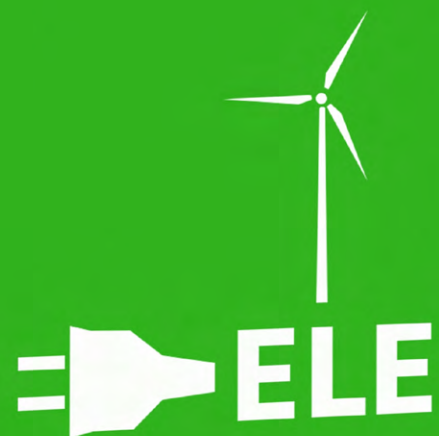
Las experiencias descritas en esta publicación demuestran que el desarrollo de habilidades puede ser un catalizador para acelerar la transición verde y garantizar que los beneficios económicos y sociales sean amplios y equitativos. Entre las lecciones clave destacan la importancia de involucrar a todos los actores del ecosistema, la necesidad de soluciones formativas flexibles y modulares, y el valor de los sistemas de monitoreo y evaluación para garantizar una mejora continua.

El compromiso con el futuro

En última instancia, el éxito de la transición verde dependerá del compromiso sostenido de los gobiernos, las empresas, las instituciones educativas y la sociedad civil para trabajar en conjunto, diseñar estrategias inclusivas y priorizar inversiones en educación y formación. Solo así será posible construir un futuro sostenible que combine el crecimiento económico con la protección ambiental y el bienestar social.

Un llamado a la acción

Este documento es un primer paso hacia el diseño de estrategias efectivas para la transición verde. Invitamos a los responsables de políticas, líderes empresariales y demás actores clave a adoptar estas recomendaciones y a convertirlas en acciones concretas. El tiempo para actuar es ahora, y el desarrollo del capital humano es el camino para transformar los desafíos en oportunidades y asegurar que la transición verde sea justa, inclusiva y sostenible para todos.



Anexo 1 • El potencial de la transición verde generando oportunidades de empleo: una aplicación para países de ALC

La identificación de las habilidades necesarias asociadas con la transición verde es un proceso altamente específico y depende del contexto del país y del sector económico bajo análisis. No obstante, un punto de partida para dimensionar los requerimientos de habilidades consiste en estimar las oportunidades de empleo asociadas con la transición verde.

Haciendo uso de información pública disponible, en este anexo se llevan cabo ejercicios, para aproximar cuantitativamente las oportunidades de empleo que surgirían como resultado de cambios en la matriz energética en Argentina, Bahamas y Trinidad y Tobago. La selección de estos tres países se basa en las diferencias en términos de enfoques y metas para alcanzar cambios en la matriz energética, así como en la variabilidad en la disponibilidad de información pública.

Para realizar este análisis se utilizó como referencia la última actualización disponible de las NDC por país, disponible en el registro público de las NDC ([Nationally Determined Contributions Registry](#)) a cargo de la secretaría de las Naciones Unidas por el cambio climático. Ya que las NDC constituyen compromisos no vinculantes, de manera complementaria se realizó una revisión de la integración de estos compromisos en políticas y planes nacionales a través de documentos oficiales por país concernientes a la transformación energética asociada con el cumplimiento de las NDC (Cuadro A1.1).

CUADRO A1.1 • COMPROMISOS DE TRANSFORMACIÓN ENERGÉTICA POR PAÍS

PAÍS	AÑO ACTUALIZACIÓN NDC	HORIZONTE TEMPORAL	META NDC: EMISIONES DE GEI O GENERACIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE	ESCENARIOS PARA EL CÁLCULO DE OPORTUNIDADES DE EMPLEO	INTEGRACIÓN CON POLÍTICAS Y PLANES NACIONALES
Argentina	02/11/2021 (3 ^{ra} versión)	10 años (entre 2020 y 2030).	Reducción a 349 Mt CO ₂ en el año 2030	Dos escenarios: REN20: Transición energética con capacidades nacionales, que alcanza un 20% de generación de energía renovable al 2030. REN30: Transición energética con capacidades nacionales, que alcanza un 30% de generación de energía renovable al 2030.	Resolución 1036-2021
Bahamas	07/11/2022 (2 ^{da} versión)	10 años (entre 2020 y 2030).	Reducción las emisiones de gases de efecto invernadero en un 30%. Incorporar un 30% de energías renovables en la mezcla energética.	Dos escenarios: REN30: 30% de generación de energía con tecnologías renovables hasta 2030. MAX: Si se alcanza el máximo potencial de generación de energía renovable por tecnología.	N/A
Trinidad y Tobago	22/02/2018 (1 ^{ra} versión)	17 años (entre 2013 y 2030) Business as usual: 2013	Reducción de GEI al 15% por debajo de los niveles de emisiones BAU para el 31 de diciembre de 2030.	Dos escenarios: 1 TECH: Usando una tecnología de generación de energía renovable (eólica). 2TECH: Utilizando dos tecnologías de generación de energía renovable (eólica y solar)	N/A

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en el cuadro, Argentina incorpora las metas establecidas en su NDC en sus políticas nacionales a través de una resolución ministerial y cuenta, además, con simulaciones propias de generación de energía renovable por tecnología en dos escenarios diferentes (REN20 y REN30). Bahamas no cuenta con la integración de sus compromisos en las políticas nacionales. Sin embargo, estudios externos estimaron el potencial de generación de energía renovable por tecnología que puede ser utilizado como referencia para los cálculos. Finalmente, Trinidad y Tobago no integra las metas de su NDC en sus políticas y planes nacionales, y se desconoce el potencial de generación de energía renovable. Además, sus metas están expresadas en reducción de emisiones de GEI en lugar de composición de la matriz energética.

A1.1 • Estimación de empleo directo utilizando multiplicadores

Como primer ejercicio se calcularon las oportunidades de empleo directo por año para los escenarios detallados por país. Para realizar estos cálculos, se utilizaron los multiplicadores de empleo directo detallados en Wei et al. (2010) que permiten un cálculo simple respaldado en publicaciones académicas.¹⁴

Esta metodología resulta sumamente útil si se requiere realizar una aproximación rápida de las oportunidades de empleo. Además, está basada en las metas de transformación energética y permite desagregar los resultados por tecnología de generación de energía renovable, que se muestran en el Cuadro A1.2. La subsección 4 de este anexo describe con mayores detalles la metodología utilizada.¹⁵

CUADRO A1.2 • OPORTUNIDADES DE EMPLEO DIRECTO ANUALES POR TECNOLOGÍA

TECNOLOGÍA	ARGENTINA		BAHAMAS		TRINIDAD Y TOBAGO	
	REN20	REN30	REN30	MAX	1TECH	2TECH
Eólica	214	391	71	104	68	19
Solar Fotovoltaica	362	533	125	183		62
Biomasa	82	82	1	2		
Termoeléctrica	103	103				
Hidroeléctrica	416	416				
TOTAL	1178	1527	197	289	68	81

Fuente: Elaboración propia.

Notas: REN20 = 20% de la matriz energética del país en energía renovable para 2030; REN30 = 30% de la matriz energética en energía renovable para 2030; MAX = Usando el máximo potencial de energía renovable del país; 1TECH: Uso de 1 sola tecnología para la producción de energía renovable (eólica); 2TECH: Uso de 2 tecnologías para la producción de energía renovable (eólica y solar). Las estimaciones de empleo para cada país reflejan un trabajador empleado a tiempo completo (*full time equivalent*) durante un año.

14. Los pasos para realizar estas estimaciones se encuentran detallados en la subsección A1.4.

15. Como se describe en la Subsección A1.4, para estimar dichos multiplicadores, Wei et al. (2010) recopilaron datos de diferentes estudios para construir los multiplicadores. Las limitaciones de estos multiplicadores es que fueron estimados utilizando como referencia estudios con datos de Estados Unidos y Europa.

A1.2 • Estimaciones de empleo directo utilizando modelos insumo-producto

Como siguiente ejercicio, se estimaron las oportunidades de empleo directo mediante el uso de los modelos insumo-producto I-JEDI (*International Jobs and Economic Development Impact*),¹⁶ los cuales permiten personalizar los datos para las estimaciones, además de distinguir entre las oportunidades de empleo directo para las fases de construcción y operación e incluso calcular niveles de empleo indirecto e inducido. Los modelos I-JEDI también pueden adaptarse al contexto del país bajo análisis, dependiendo de la cantidad de información disponible.

La distinción entre las oportunidades de empleo por fases importantes clave, ya que la fase de construcción generalmente implica un mayor número de oportunidades de empleo durante un período relativamente corto mientras que la fase de operación, que comienza una vez que la construcción ha finalizado, suele requerir menos trabajadores con puestos que son mantenidos durante la vida útil del proyecto. El Cuadro A1.3 muestra las oportunidades de empleo directo por año estimadas para la fase de construcción y operación para Argentina, Bahamas y Trinidad y Tobago.¹⁷

**CUADRO A1.3 • OPORTUNIDADES DE EMPLEO DIRECTO POR AÑO
DIFERENCIANDO ENTRE LAS FASES DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN**

TECNOLOGÍA	ARGENTINA				BAHAMAS				TRINIDAD Y TOBAGO			
	REN20		REN30		REN30		MAX		1TECH		2TECH	
	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C	O
Eólica	733	188	1,342	344	244	63	357	92	235	60	66	17
Solar Fotovoltaica	230	65	338	96	277	79	116	33			39	11
Biomasa	108	216	108	216	10	27	2	5				
Termoeléctrica	57	2	57	2								
Hidroeléctrica	416	416	416	416								
TOTAL	1,543	887	2,260	1,074	531	168	475	130	235	60	105	28

Fuente: Elaboración propia.

Notas: C = Fase de construcción; O = Fase de operación. REN20 = 20% de la matriz energética del país en energía renovable para 2030; REN30 = 30% de la matriz energética en energía renovable para 2030; MAX = Usando el máximo potencial de energía renovable del país; 1TECH: Uso de 1 sola tecnología para la producción de energía renovable (eólica); 2TECH: Uso de 2 tecnologías para la producción de energía renovable (eólica y solar). Cada oportunidad de empleo refleja 1 trabajador empleado a tiempo completo (*full time equivalent*) durante un año.

16. El modelo original fue desarrollado para los Estados Unidos (JEDI) y luego expandido para ser utilizado de manera internacional (I-JEDI). Los modelos I-JEDI son herramientas de acceso libre desarrolladas por el Laboratorio Nacional de Energía Renovable de Estados Unidos (NREL) con el apoyo de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) bajo el programa EC-LEDS (*USAID Enhancing Capacity for Low Emission Development Strategies*).

17. Tomar en cuenta que estas estimaciones de oportunidades de empleo no incluyen el personal involucrado en las fases de planeación y adquisiciones de los proyectos.

A1.3 • Perfiles ocupacionales necesarios para lograr la transición energética

Haciendo uso de los patrones ocupacionales para la generación de energía renovable estimados por IRENA (International Renewable Energy Agency), es posible desagregar las oportunidades de empleo estimadas previamente con los modelos insumo-producto I-JEDI según ocupación, distinguiendo entre las fases de construcción y operación por tecnología. Estos perfiles ocupacionales están disponibles para las tecnologías eólica, solar fotovoltaica e hidroeléctrica. No obstante, el cálculo asume que el empleo se generará de manera uniforme a lo largo del horizonte temporal, en lugar de considerar un crecimiento gradual. Para ello, se establece una meta final y se distribuye equitativamente entre los años del período analizado, bajo el supuesto de que la generación de empleo alcanzará su máximo potencial de inmediato, sin una fase progresiva de adopción. Este enfoque simplifica el análisis y permite establecer estimaciones iniciales que, aunque no consideran variaciones en el tiempo, resultan útiles para proyectar el impacto potencial a largo plazo.

Para la fase de construcción (Cuadro A1.4), las oportunidades de empleo en su mayoría están compuestas por constructores, personal técnico, además de mano de obra no calificada (trabajadores que ayudan con el levantamiento/carga y la asistencia en actividades de construcción). Por ejemplo, para una planta de energía eólica, aproximadamente el 48% de las oportunidades de empleo de construcción se enfocan en la preparación del área de instalación y en obra civil, y el 30% en ensamblar el equipo, mientras que, para una planta solar, estos porcentajes son del 56% y del 24%, respectivamente (IRENA, 2017a, 2017b y 2023).

CUADRO A1.4 • OPORTUNIDADES DE EMPLEO DIRECTO POR OCUPACIÓN Y TECNOLOGÍA PARA LA FASE DE CONSTRUCCIÓN POR AÑO

TECNOLOGÍA	ARGENTINA		BAHAMAS		TRINIDAD Y TOBAGO	
	REN20	REN30	REN30	MAX	1 TECH	2TECH
Eólica	733	1,342	244	357	235	66
• Expertos en logística	7	13	2	4	2	1
• Expertos ambientales	15	27	5	7	5	1
• Expertos en salud, seguridad y control de calidad	29	54	10	14	9	3
• Ingenieros y capataces de construcción	51	94	17	25	16	5
• Trabajadores que manejan grúas, camiones, etc.	66	121	22	32	21	6
• Trabajadores de construcción y personal técnico	564	1033	188	275	181	51
Solar Fotovoltaica	230	338	277	116		39
• Expertos ambientales	2	3	3	1		0
• Control de calidad	2	3	3	1		0
• Trabajadores de construcción y personal técnico	207	304	249	104		35
• Ingenieros y capataces de construcción	14	20	17	7		2
• Expertos en salud y seguridad	5	7	6	2		1
Hidroeléctrica	416	416				
• Maquinistas administrativos y personal financiero	21	21				
• Personal de contratos, adquisiciones y logística local	29	29				
• Conductores	8	8				
• Gerentes de proyecto	8	8				
• Dibujantes, ingenieros de diseño, ingenieros de sitio y topógrafos	50	50				
• Mano de obra no calificada	220	220				
• Maquinistas	12	12				
• Técnicos y electricistas	12	12				
• Movilizadores comunitarios y personal del comité de electrificación de aldeas	42	42				

Fuente: Elaboración propia.

Notas: La proporción de oportunidades de empleo por ocupación fueron estimadas usando como referencia [IRENA \(2017a\)](#) para la generación de energía eólica, [IRENA \(2023\)](#) para la generación de energía hidroeléctrica tomando como estándar una planta de 500Kw; y para la energía se usó como referencia las proporciones para energía solar fotovoltaica de [IRENA \(2017b\)](#). Ya que las proporciones utilizadas por IRENA para estimar las ocupaciones por tecnología son aproximaciones y se utilizan números enteros para representar trabajadores/oportunidades, en algunos casos es posible que la suma de un número mayor o menor por 1 al total.

En cuanto a la fase de operación (Cuadro A1.5) existe mayor heterogeneidad entre las ocupaciones según tecnología en comparación con la fase de construcción. De acuerdo con IRENA (2017a, 2017b y 2023), para plantas de energía hidroeléctrica el personal técnico constituye la mayor parte de las oportunidades de empleo (40%). De manera similar, el 47% de las oportunidades de empleo en operación para la generación de energía eólica se concentran en técnicos y operadores. Sin embargo, para el caso de las plantas de energía solar fotovoltaica el personal técnico solo representa alrededor del 16%, ya que las oportunidades de empleo se enfocan en su mayoría (48%) en trabajadores de construcción encargados de la limpieza de los paneles solares.

CUADRO A1.5 • OPORTUNIDADES DE EMPLEO DIRECTO POR
OCUPACIÓN Y TECNOLOGÍA PARA LA FASE DE OPERACIÓN

TECNOLOGÍA	ARGENTINA		BAHAMAS		TRINIDAD Y TOBAGO	
	REN20	REN30	REN30	MAX	1TECH	2TECH
Eólica	188	344	63	92	60	17
• Dirección	4	7	1	2	1	0
• Expertos ambientales	6	10	2	3	2	1
• Abogados, expertos en regulación energética	6	10	2	3	2	1
• Personal contable administrativo	9	17	3	5	3	1
• Expertos en seguridad	10	19	3	5	3	1
• Personal técnico	10	19	3	5	3	1
• Trabajadores de la construcción	15	28	5	7	5	1
• Operadores	77	141	26	38	25	7
• Ingenieros	51	93	17	25	16	5
Solar Fotovoltaica	65	96	79	33		11
• Personal administrativo y contable	1	1	1	0		0
• Abogados, expertos en regulación y gestión energética	1	1	1	0		0
• Trabajadores de la construcción	31	46	38	16		5
• Expertos en seguridad	12	18	15	6		2
• Ingenieros industriales, eléctricos y de telecomunicaciones	10	14	12	5		2
• Operadores	5	8	6	3		1
• Personal técnico	5	8	6	3		1
Hidroeléctrica	416	416				
• Personal administrativo y financiero	17	17				
• Personal de contratos, adquisiciones y logística local	54	54				
• Conductores	1	1				
• Gerentes de proyecto	8	8				
• Ingenieros de diseño y de sitio	29	29				
• Mano de obra no calificada	29	29				
• Maquinistas, electricistas, técnicos, operadores, albañiles y mano de obra calificada	241	241				
• Movilizadores comunitarios y personal del comité de electrificación de aldeas	37	37				

Fuente: Elaboración propia.

Notas: La proporción de oportunidades de empleo por ocupación fueron estimadas usando como referencia [IRENA\(2017a\)](#) para la generación de energía eólica, [IRENA \(2023\)](#) para la generación de energía hidroeléctrica tomando como estándar una planta de 500Kw; y para la energía solar, biomasa y termoeléctrica se usó como referencia las proporciones para energía solar fotovoltaica de [IRENA \(2017b\)](#). Ya que las proporciones utilizadas por IRENA para estimar las ocupaciones por tecnología son aproximaciones y se utilizan números enteros para representar trabajadores/oportunidades, en algunos casos es posible que la suma de un número mayor o menor por 1 al total.

Los resultados obtenidos para la fase de operación muestran que, independientemente de la tecnología empleada, las plantas generadoras de energía renovable requieren habilidades técnicas específicas para su operación y mantenimiento. Ya sea como operadores, personal técnico, mano de obra calificada, o trabajadores de la construcción asociados al mantenimiento de las plantas, estas ocupaciones demandan habilidades para el trabajo asociadas con la tecnología en cuestión.

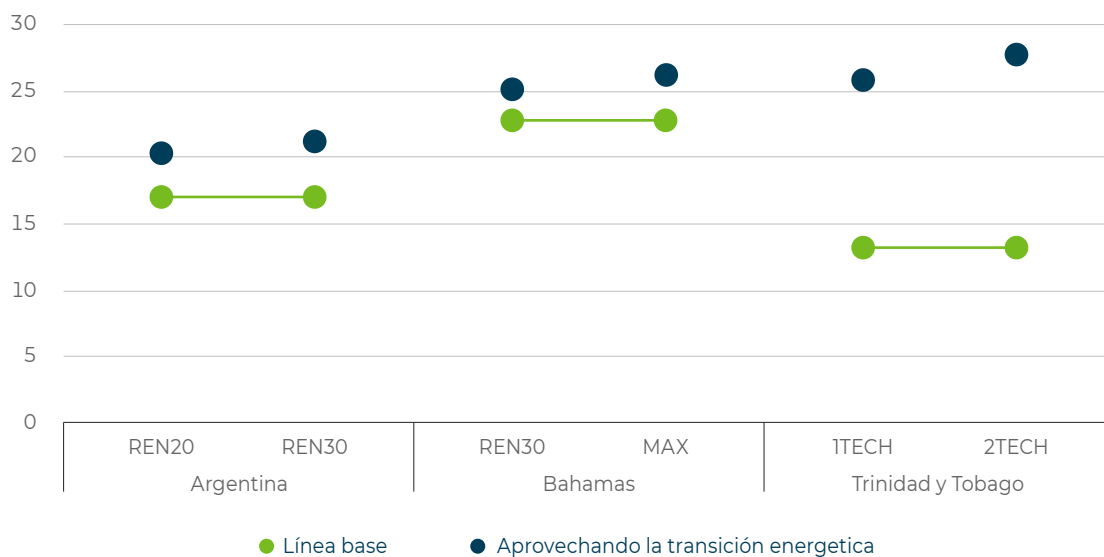
Por ello, resulta imprescindible incluir el desarrollo de habilidades para el trabajo como estrategia para aprovechar las oportunidades que la transición verde tiene en la región. Es en este escenario, la educación y formación técnica y profesional constituye una piedra angular por su flexibilidad, capacidad de innovación y conexión con el sector productivo.

A1.3 • Potencial para reducir la brecha de género

Adicionalmente, se llevó a cabo un ejercicio ilustrativo sobre el potencial de las oportunidades de empleo generadas para reducir la brecha de género. Para ello, se calculó cuánto podría reducirse la brecha de género en el sector energético por país y escenario, bajo el supuesto de que todas las nuevas oportunidades de empleo directo generadas anualmente fueran cubiertas exclusivamente con participación laboral femenina.

Los resultados de este ejercicio se muestran en el Gráfico A1.1. Se estima que la transición energética en Argentina podría generar 1527 nuevos puestos de trabajo en un año. Si estos fueran ocupados exclusivamente por mujeres, la participación laboral femenina en el sector energético aumentaría del 17% al 22,21%, reduciendo la brecha de género hasta en 4,26 puntos porcentuales (pp). En Bahamas, la transición energética podría crear 289 puestos de trabajo en un año. De manera similar, si estos fueran ocupados exclusivamente por mujeres, la participación femenina en el sector energético pasaría del 22,78% al 26,16%, disminuyendo la brecha de género en hasta 3,38 pp. Por su parte, en Trinidad y Tobago, la transición energética tendría el potencial de generar 81 nuevos empleos anuales. Si estos fueran ocupados exclusivamente por mujeres, la participación femenina en el sector energético se incrementaría del 13,18% al 27,74%, logrando una reducción de la brecha de género de hasta 14,56 pp.

GRÁFICO A1.1 • PARTICIPACIÓN FEMENINA ANUAL EN LA FUERZA LABORAL EMPLEADA DEL SECTOR ENERGÉTICO POR PAÍS Y ESCENARIO (EN PORCENTAJES)



Fuente: Elaboración propia.

Notas: La brecha de género de la línea base para Argentina corresponde al año 2019 y fue extraída de [Beaujon et al. \(2022\)](#); para el caso de Bahamas corresponde al año 2019 y fue extraída del [Reporte - Fuerza Laboral \(2019\)](#); y para Trinidad y Tobago corresponde al año 2023 y fue extraída del [Reporte de Fuerza Laboral del Sector Energético \(2023\)](#). Las oportunidades de empleo generadas anualmente por país corresponden a las estimadas de manera agregada utilizando la metodología de Wei et al. (2010) descritas en el Cuadro A1.2.

A1.4 • Nota metodológica para estimar las oportunidades de empleo para lograr cambios en la matriz energética

A continuación, se describen las técnicas y procesos utilizados para obtener los resultados presentados en este anexo.

Para calcular el potencial de generación de energía anual necesario para cumplir con las metas de generación de energía renovable por país y escenario, se convirtieron las metas por país usualmente expresadas en MW (megavatios) hacia GWh (gigavatios hora) a través de la siguiente fórmula, donde FC indica el Factor de Capacidad:

$$GWh = \frac{MW * 24 * 365 * FC}{1000}$$

Se asume que la planta funciona 24 horas al día los 365 días del año. Debido a que la cantidad de electricidad que genera una planta eléctrica depende de su capacidad de generación eléctrica y del tiempo que operen los generadores individuales de la planta a una capacidad específica, una medida de la capacidad de generación eléctrica en relación con la generación de electricidad es el factor de capacidad ([EIA](#)). Para nuestros cálculos, se utilizaron los factores de capacidad indicados en el Cuadro A1.6.

CUADRO A1.6 • FACTORES DE CAPACIDAD POR PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA

TECNOLOGÍA	FACTOR DE CAPACIDAD	VIDA ÚTIL DE LA PLANTA
Biomasa	85%	40 años
Eólica	35%	25 años
Hidroeléctrica	55%	40 años
Solar fotovoltaica	40%	25 años
Termoeléctrica	90%	40 años

Fuente: Wei et al. (2010).

A partir de esta información, se determinó el potencial de generación por tecnología esperada para cada país y escenario (Cuadro A1.7). Las estimaciones se realizaron de manera anual asumiendo que el potencial de generación de energía es alcanzado desde el inicio del proyecto. Es decir, una vez establecida la meta de generación de energía, fue dividida por los años del horizonte temporal de la meta que usualmente considera el año 2030.

**CUADRO A1.7 • INCORPORACIÓN ANUAL DE POTENCIA POR TECNOLOGÍA EN GWH
PARA CUMPLIR CON LAS METAS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE**

TECNOLOGÍA	ARGENTINA		BAHAMAS		TRINIDAD Y TOBAGO	
	REN20	REN30	REN30	MAX	1TECH	2TECH
Biomasa	1258	2303	418.4	613.2	402.7	113.3
Eólica	416	613	143.5	210.2		70.9
Hidroeléctrica	393	393	5.2	7.4		
Solar fotovoltaica	414	414				
Termoeléctrica	1540	1540				

Fuente: Elaboración propia.

Para determinar las oportunidades de empleo, en el primer ejercicio se utilizaron los multiplicadores de empleo directo detallados en Wei et al. (2010). Estos multiplicadores (Cuadro A1.8) permiten el cálculo de oportunidades de empleo expresadas en el número de trabajadores a tiempo completo (*full time equivalent*) necesarios durante un año por tipo de tecnología.

Para estimar dichos multiplicadores, Wei et al. (2010) recopilaron datos de 15 estudios diferentes y estandarizaron la información como el promedio de oportunidades laborales por unidad de energía expresada en GWh generada a lo largo de la vida útil de las instalaciones combinando las fases de construcción instalación y mantenimiento, y la de operación, mantenimiento y procesamiento de combustible. Las limitaciones de estos multiplicadores es que fueron estimados utilizando como referencia estudios con datos de Estados Unidos y Europa.

CUADRO A1.8 • MULTIPLICADORES DE EMPLEO DIRECTO PROMEDIO POR TECNOLOGÍA

TECNOLOGÍA	MULTIPLICADOR DE EMPLEO DIRECTO PROMEDIO POR GWH
Biomasa	0.21
Eólica	0.17
Hidroeléctrica	0.27
Solar fotovoltaica	0.87
Termoeléctrica	0.25

Fuente: Wei et al. (2010).

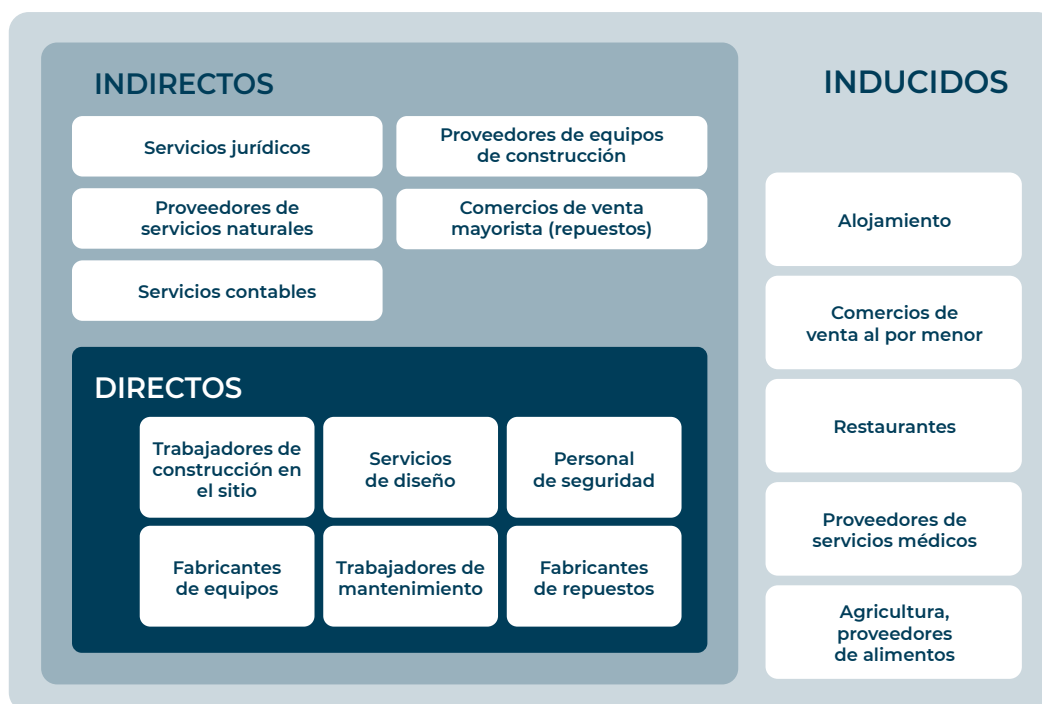
Para desagregar las oportunidades de empleo entre las fases de construcción y operación, además de utilizar una herramienta más alienada a la realidad de la región, se utilizaron los modelos de impacto en el desarrollo económico y empleos, conocidos como [I-JEDI \(International Jobs and Economic Development Impact\)](#).¹⁸ Estos modelos de acceso libre son herramientas desarrolladas por el Laboratorio Nacional de Energía Renovable de Estados Unidos (NREL) con el apoyo de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) bajo el programa EC-LEDS (USAID Enhancing Capacity for Low Emission Development Strategies).

Los modelos I-JEDI tienen por objetivo estimar los impactos económicos y de empleo de proyectos de generación de energía eólica, solar, de biomasa y geotérmica. Esto se logra a través de perfiles de inversión vinculados tanto a la fase de construcción como a la operación de estos proyectos, empleando para ello modelos de insumo-producto (Keyser et al., 2016). Estos modelos son lo suficientemente flexibles para implementarse en cualquier país, debido a la opción de personalización de insumos para las estimaciones, además de la existencia de perfiles prediseñados para dos países de la región (Colombia y México). Las estimaciones presentadas en las subsecciones anteriores se realizaron utilizando el perfil de México, el cual fue adaptado por la Secretaría de Energía y la Empresa Estatal de Servicios Públicos para incorporar costos y características específicas del contexto local.

Los modelos I-JEDI permiten estimar las oportunidades de empleo en tres diferentes categorías (Gráfico A1.2), los impactos directos, los impactos indirectos que resultan de la actividad económica potencial entre las industrias como resultado de los gastos del proyecto; y finalmente los impactos inducidos que son generados a través de actividades potenciales derivadas de los gastos de los hogares con ganancias de los trabajadores como resultado de los impactos directos e indirectos. Para las estimaciones realizadas únicamente se tomaron en cuenta los impactos directos en términos de oportunidades de empleo. Sin embargo, estos modelos podrían ser utilizados para considerar las oportunidades de empleo indirectas e inducidas de ser necesario.

18. El modelo original fue desarrollado para los Estados Unidos (JEDI) y luego expandido para ser utilizado de manera internacional (I-JEDI).

GRÁFICO A1.2 • TIPOS DE IMPACTO EN OPORTUNIDADES DE EMPLEO - MODELOS I-JEDI



Fuente: Elaboración propia con base en Keyser et al. (2016).

Una limitación de esta metodología es la incapacidad para diferenciar si las oportunidades de empleo son nuevas o reasignaciones. Por lo tanto, los resultados reflejan un recuento total de las oportunidades de empleo derivadas del cambio de matriz energética independientemente de si los empleos son nuevos o reasignaciones.

A1.5 • Reflexiones acerca de las oportunidades de empleo para lograr cambios en la matriz energética

Los ejercicios presentados en este anexo ilustran el potencial de la transición verde para generar oportunidades de empleo y resaltan la importancia de incorporar el desarrollo de habilidades laborales como una estrategia para aprovechar estos beneficios en la región.

Es evidente que las oportunidades de empleo en el sector energético no se limitan a trabajadores con educación terciaria especializada en tecnologías renovables. Existen requerimientos desde puestos de entrada y hacia adelante, con una demanda crítica de técnicos calificados, quienes representan una parte significativa de la mano de obra requerida. En este contexto, mientras que

los expertos con educación terciaria, como los ingenieros, pueden ser más fácilmente “importados”, los técnicos, que suelen provenir de la mano de obra local, representan una oportunidad para fortalecer el mercado laboral nacional a través del desarrollo de habilidades para el trabajo.

También es importante considerar que la transición verde involucra no solo la generación de nuevas oportunidades de empleo, sino el desplazamiento de estas. Es decir, los nuevos empleos no necesariamente se crean en los mismos lugares donde se pierde empleo, ni las habilidades demandadas son automáticamente transferibles (IEA, 2021). Por lo tanto, el desarrollo de habilidades en tecnologías renovables, así como el *upskilling* y *reskilling*, son fundamentales para lograr una transición verde exitosa.

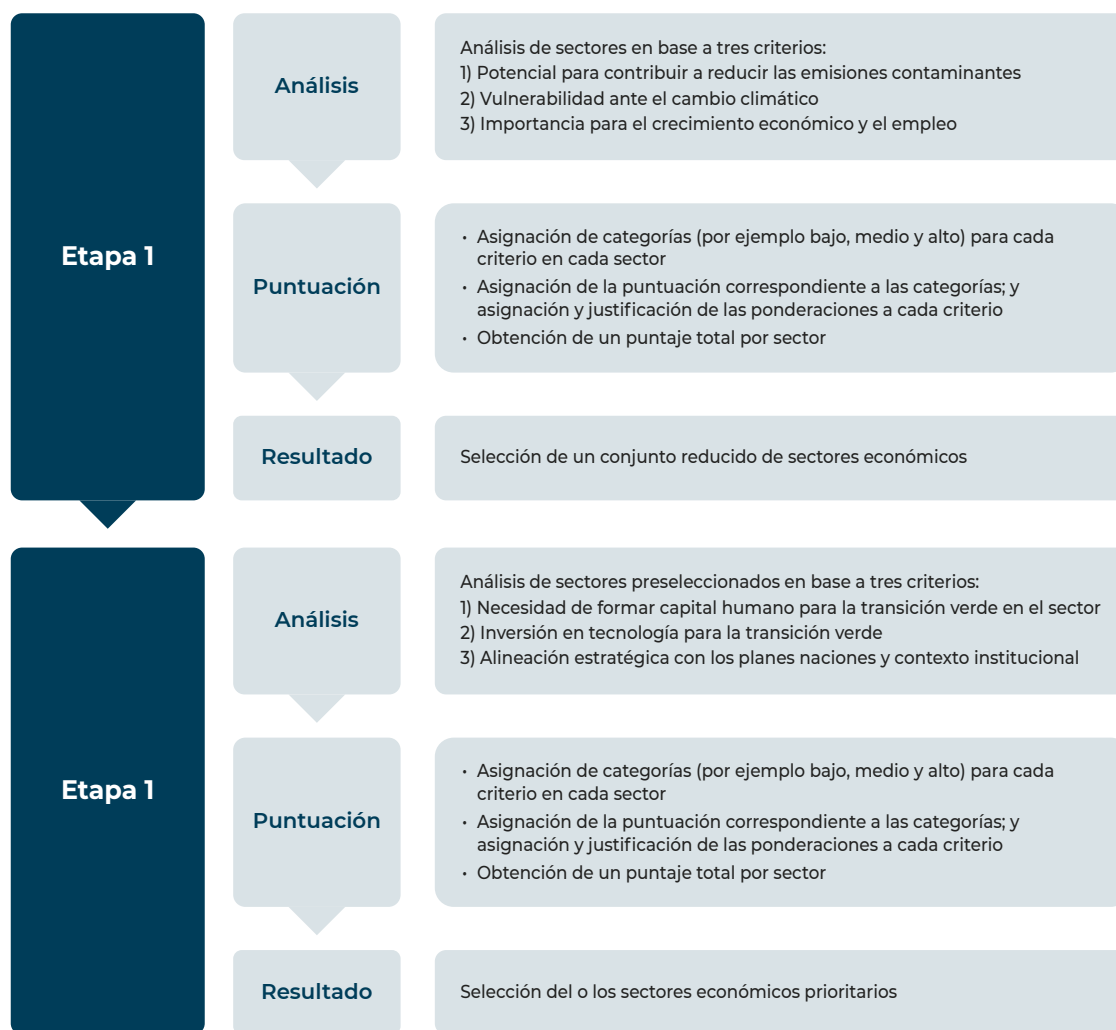
Anexo 2 • Guía para seleccionar sectores económicos estratégicos

Este anexo propone una metodología para identificar sectores estratégicos para implementar una estrategia de formación de capital humano en habilidades verdes. El objetivo de esta metodología es estructurar y organizar el análisis de los sectores económicos, evaluar sus características más relevantes y proporcionar una justificación para la selección de ciertos sectores sobre otros. En lugar de enfocar la atención en la selección de un sector específico, el propósito es establecer un proceso de comparación consistente entre sectores, que permita identificar criterios relevantes para su priorización. Esto se debe a que la decisión final de priorizar ciertos sectores puede no depender únicamente de este análisis, y algunos aspectos pueden recibir diferente preponderancia según las preferencias del equipo técnico o de los responsables de políticas y el contexto de cada país.

La metodología propuesta se divide en dos etapas de análisis (véase el Gráfico A2.1). En la primera etapa, se realiza una preselección de sectores considerando tres criterios: (i) el potencial del sector para contribuir a reducir las emisiones de GEI u otras emisiones contaminantes; (ii) la vulnerabilidad ante el cambio climático; y (iii) la importancia del sector para el crecimiento económico y el empleo. Para ello, se sugiere asignar ponderaciones a cada criterio, justificarlas adecuadamente y definir un sistema de puntuación para clasificar los sectores en diferentes categorías (por ejemplo, “alto”, “medio” y “bajo”, con 3 puntos para “alto”, 2 para “medio” y 1 para “bajo”). Mediante la combinación de las ponderaciones y puntuaciones, es posible calcular un puntaje total que permitirá ordenar los sectores y priorizar aquellos más relevantes. Como resultado de esta etapa, se seleccionará un conjunto reducido de sectores que serán analizados con mayor profundidad en la segunda etapa.

En una segunda etapa, se analizan los sectores preseleccionados con base en otros tres criterios específicos: (iv) la necesidad de formar capital humano para la transición verde en el sector; (v) la inversión en tecnología para la transición verde; y (vi) la alineación estratégica con los planes nacionales y contexto institucional. Para ordenar a los sectores, al igual que en la primera etapa, una opción es asignar y justificar las ponderaciones para cada criterio, así como establecer una puntuación para clasificar los sectores en categorías. La combinación de estas ponderaciones y puntuaciones permitirá calcular un puntaje total, facilitando la priorización de los sectores según su relevancia estratégica.

GRÁFICO A2.1 • METODOLOGÍA DE SELECCIÓN DE SECTORES PRIORITARIOS



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se describen estos criterios, junto con sugerencias de indicadores, fuentes de información y metodologías para llevar a cabo el análisis.

Primera etapa de análisis

I) Potencial del sector para contribuir a reducir las emisiones de GEI u otras emisiones contaminantes

Este criterio implica evaluar el potencial de cada sector para reducir las emisiones de GEI u otras emisiones contaminantes, con el fin de identificar los sectores con mayores oportunidades para avanzar en la transición verde. Las emisiones contaminantes se refieren a las emisiones de GEI, la contaminación del agua, la contaminación atmosférica, la degradación de los suelos y la generación de residuos sólidos. Es importante evaluar no tan solo las emisiones contaminantes actuales, sino también las futuras emisiones si no se implementan cambios en los procesos productivos.

El Cuadro A2.1 presenta una serie de indicadores para guiar este análisis, clasificados en cuantitativos y cualitativos. Esta lista no es exhaustiva, sino que sirve como una guía ilustrativa; la pertinencia de cada indicador puede variar según el contexto y el sector analizado. Entre los indicadores incluidos se encuentran la cantidad de emisiones de GEI o huella de carbono,¹⁹ las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), la tasa de erosión del suelo, el contenido de materiales nocivos en el suelo (por ejemplo, materia orgánica, metales pesados como plomo y mercurio), la salinización, toneladas de metales pesados, disolventes, y otros residuos que contaminan el agua y la generación de residuos sólidos por sector económico. Para evaluar las futuras emisiones contaminantes de los sectores se recomienda recolectar información sobre las proyecciones de estos indicadores.

Posibles fuentes de información son [Our World in Data](#), las bases de datos de [Climate Watch Data](#), [OCDE](#), FAO, organismos nacionales, informes sectoriales y publicaciones académicas.

19. La huella de carbono mide las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la producción.

CUADRO A2.1 • INDICADORES SUGERIDOS PARA ORIENTAR EL ANÁLISIS

CRITERIO	INDICADOR	CUANTITATIVO	CUALITATIVO
Potencial del sector para contribuir a reducir las emisiones contaminantes	Cantidad de emisiones de GEI	X	
	Cantidad de emisiones de CO ₂	X	
	Generación de residuos sólidos urbanos	X	
	Generación de residuos plásticos	X	
	Futuras emisiones contaminantes		X
Vulnerabilidad al cambio climático	Tasa de erosión del suelo	X	
	Contenido de materiales nocivos en el suelo	X	
	Salinización del suelo	X	
	Toneladas de metales pesados, disolventes, y otros residuos que contaminan el agua	X	
	Toneladas de residuos sólidos generados	X	
	Utilización de agua (millones de m ³)	X	
	Huella hídrica azul	X	
	Utilización de combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas)	X	
	Efectos del cambio climático en la producción del sector		X
Importancia para el crecimiento económico y el empleo	Agregado bruto (VAB)	X	
	Participación del sector en el producto interno bruto (PIB)	X	
	Exportaciones	X	
	Ventas en el mercado doméstico	X	
	Cantidad de ocupados	X	
	Cantidad de ocupados en relación con el VAB	X	
	Encadenamientos productivos	X	X
	Proyecciones de crecimiento		X
Necesidad de formar capital humano para la transición verde	Análisis de habilidades requeridas en los procesos productivos		X
	Análisis de las habilidades actuales de la fuerza laboral		X
	Análisis de la oferta formativa vigente		X
Inversión en tecnología para la transición verde	Cantidad de tecnologías para la transición verde utilizadas en la producción	X	
	Caracterización de las tecnologías para la transición verde		X
	Porcentaje de empresas que utilizan estas tecnologías	X	
Alineación estratégica con los planes nacionales y contexto institucional	Cantidad de veces que el sector es mencionado en los documentos nacionales	X	
	Instituciones alineadas a los intereses de una estrategia de formación de capital humano		X
	Instituciones con experiencia para colaborar en la implementación de una estrategia de formación de capital humano		X

Fuente: Elaboración propia.

II) Vulnerabilidad al cambio climático

Este criterio evalúa la vulnerabilidad de los sectores económicos al cambio climático, considerando dos aspectos. El primero es la exposición de cada sector a fenómenos climáticos como inundaciones, sequías, tormentas y olas de calor, evaluando la frecuencia y severidad de estos eventos. El segundo se centra en cómo estos cambios climáticos afectan las operaciones y la producción en cada uno de los sectores. El análisis comienza examinando el proceso productivo en sus distintas etapas e identificando dónde y cómo intervienen los recursos naturales.

Luego, se recomienda evaluar la dependencia del sector de los recursos naturales, cuantificando su uso. Para esto, se pueden aplicar los indicadores propuestos en el Cuadro A2.1, que incluyen el consumo de agua, la huella hídrica azul²⁰ y el uso de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas) en la producción.

A continuación, se aconseja identificar los principales efectos del cambio climático en la producción de los distintos sectores económicos. Se espera que este análisis arroje una perspectiva general de posibles impactos del cambio climático en la producción. Por ejemplo, en la agricultura, el cambio climático disminuye la disponibilidad de agua, lo que reduce el crecimiento promedio de los rendimientos y la producción agrícola. En el sector pesquero, por ejemplo, la acidificación y el calentamiento de los océanos son factores que agravarán las tensiones en ecosistemas marinos ya vulnerables debido a la contaminación y la sobreexplotación pesquera.

Para realizar este análisis, se recomienda utilizar evaluaciones y documentos existentes, que a menudo se encuentran en las comunicaciones y planes nacionales contra el cambio climático. En la mayoría de los países ya se dispone de información sobre los impactos del cambio climático. Por ejemplo, en sus estrategias de desarrollo nacional, varios países han descrito su perfil de vulnerabilidad y/o capacidad de adaptación con respecto a los futuros impactos en el cambio climático. También se puede recurrir a estudios realizados por bancos de desarrollo, ONG y la academia. Por ejemplo, estudios como los de Prager et al. (2020) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM, 2024) analizan los efectos del cambio climático en la producción agrícola en varios países de América Latina. El equipo a cargo de este análisis puede evaluar esta información y analizarla con los grupos de partes interesadas. Si no se dispone de una evaluación específica para el país, se pueden emplear estudios de otros contextos, teniendo en consideración las advertencias pertinentes. Es aconsejable analizar la información disponible sobre los impactos del cambio climático en conjunto con los grupos de interés, y consultar a investigadores, expertos sectoriales y consultores ambientales para obtener datos precisos.

20. La huella hídrica mide el volumen de agua fresca apropiada y no devuelta al sistema, tomando en cuenta los volúmenes de agua consumida y contaminada.

III) Importancia del sector para el crecimiento económico y el empleo

Este criterio evalúa la importancia relativa de cada sector en la **actividad económica y el empleo**. Se busca que los sectores preseleccionados no solo sean estratégicos para la transición verde desde una perspectiva ambiental, sino que también contribuyan al crecimiento económico y a la generación de empleo. El objetivo es crear un círculo virtuoso de crecimiento sostenible, empleo y desarrollo de habilidades.

El Cuadro A2.1 presenta indicadores para orientar el análisis, incluyendo el valor agregado bruto (VAB), la participación del sector en el producto interno bruto (PIB), las exportaciones del sector, el nivel de ventas en el mercado interno, entre otros. Para complementar este análisis, se sugiere evaluar las proyecciones de crecimiento del VAB y del empleo en cada sector, así como las perspectivas comerciales tanto a nivel nacional como internacional.

La información necesaria para este análisis proviene de diversas fuentes, tales como informes y bases de datos publicados por instituciones gubernamentales (en particular, los ministerios de Hacienda, Desarrollo Productivo y Relaciones Exteriores), cámaras de comercio e industria, bancos de desarrollo, centros de investigación y artículos académicos.

También se recomienda analizar los encadenamientos productivos hacia atrás y hacia adelante, los cuales describen la interdependencia entre los distintos sectores de una economía. Estos encadenamientos revelan el papel de cada sector dentro de la cadena de valor y su relación con otros procesos productivos, en función de los bienes o servicios que demanda de otros sectores.²¹ El análisis de estos encadenamientos se realiza generalmente mediante matrices insumo-producto (MIP), que detallan las transacciones entre los diferentes sectores económicos. Estas matrices permiten calcular indicadores clave como los coeficientes técnicos, multiplicadores de producción y empleo, así como los índices de encadenamiento hacia atrás y hacia adelante. Para obtener estos indicadores, es recomendable consultar informes sectoriales que hayan realizado estas estimaciones.

21. Existen dos tipos principales de encadenamientos productivos: hacia atrás y hacia adelante. Los encadenamientos hacia atrás identifican qué sectores proveen los bienes y servicios que un sector utiliza como insumos, lo que refleja la capacidad de un sector para impulsar la producción en otros sectores a través de su demanda de insumos. Por otro lado, los encadenamientos hacia adelante describen cómo un sector transfiere sus productos a otros sectores, que los emplean como insumos intermedios en sus propias actividades económicas.

Segunda etapa de análisis:

En esta etapa el análisis se enfoca en el grupo reducido de sectores económicos preseleccionados evaluando los siguientes criterios.

IV) Necesidad de capital humano para la transición verde

Esto criterio requiere analizar qué sectores enfrentan mayores necesidades de formación del capital humano para avanzar en la transición verde, dado que se requiere una fuerza de trabajo con el talento necesario para aplicar prácticas sostenibles de manera eficiente. La formación en habilidades para la transición verde puede representar una barrera más significativa para algunos sectores que para otros, por lo que este criterio busca determinar cuáles son los sectores más prioritarios en ese aspecto. Por ejemplo, los trabajadores de la construcción pueden necesitar menos formación en habilidades para la transición verde que los trabajadores en oficios especializados, como los de energías renovables, que precisan de competencias específicas para instalar, operar o mantener paneles solares. Para analizar el requerimiento de habilidades se aconseja considerar, entre otros factores, los procesos productivos y el uso de tecnología (véase el Anexo 1 para mayores detalles).

Se sugiere analizar las necesidades de formación en función de los procesos productivos, el uso de tecnología y la oferta formativa vigente en el sector. El Cuadro A2.1 propone indicadores que pueden guiar este análisis.

En relación con las fuentes de información, se recomienda llevar a cabo entrevistas con actores clave de los sectores seleccionados, incluyendo representantes del sector público, del sector privado, instituciones de formación técnico-profesional y expertos en el sector. Se sugiere combinar esta información con informes sectoriales y estudios académicos.

Asimismo, se recomienda analizar el ecosistema de aprendizaje en los sectores preseleccionados, identificando la oferta formativa disponible y su alineación con las habilidades requeridas para la transición verde en cada sector.

El Recuadro A.21 ilustra aspectos de este análisis destacando las necesidades de formación identificadas en el sector agropecuario durante el piloto orientado al desarrollo de habilidades para un uso más eficiente del agua en Chile.

RECUADRO A2.1 • HABILIDADES EN EL USO DEL AGUA EN EL SECTOR AGRÍCOLA DE CHILE

Uno de los principales desafíos que enfrenta la agricultura en Chile es mejorar la eficiencia en el uso del agua, especialmente en un contexto de creciente escasez hídrica (Odepa, 2018). Además, el sector se enfrenta a otros retos relacionados con la sostenibilidad, como la implementación de prácticas agrícolas responsables y la adopción de tecnologías avanzadas para una agricultura automatizada y precisa (Odepa, 2018).

En cuanto a la gestión del agua, las entrevistas con actores clave del sector revelan importantes brechas entre la disponibilidad de tecnologías y su implementación práctica (Bofill y Maino, 2024). Esta situación coincide con las recomendaciones de informes sectoriales gubernamentales. Por ejemplo, el informe de la Mesa Nacional del Agua (2022) destaca la pérdida de eficiencia en los sistemas de riego poco después de su instalación. Entre las principales razones se destacan el desconocimiento de los agricultores sobre los beneficios económicos de un uso más eficiente del agua y sobre cuestiones básicas de mantenimiento y operación de estos equipos, así como la falta de capacitación formal.

Los entrevistados subrayan la importancia de desarrollar habilidades para utilizar nuevas tecnologías que permitan enfrentar mejor la escasez de agua y el cambio climático. Dado que el sector agrícola está compuesto principalmente por trabajadores de mayor edad, es esencial mantener una actualización constante sobre los avances tecnológicos y las nuevas habilidades requeridas (Bofill y Maino, 2024).

Además, la precariedad laboral en el sector, la alta tasa de informalidad y el bajo nivel educativo de los trabajadores representan tanto un desafío como una oportunidad. Esto sugiere la necesidad de desarrollar estrategias enfocadas en la formación y transferencia de conocimientos para mejorar la eficiencia en el uso del agua.

V) Inversión en tecnologías verdes

Este criterio busca identificar las tecnologías utilizadas para la transición verde en cada subsector preseleccionado. Propone caracterizar estas tecnologías según su aplicación en los procesos productivos, su escala, el tipo de tecnología utilizada (como sistemas de energía renovable, riego tecnificado o variedades de semillas resistentes a la sequía, entre otras) y su finalidad. Además, propone evaluar el potencial del sector para adoptar tecnologías verdes en el futuro. Esta dimensión está estrechamente relacionada con la capacidad del sector para ajustar sus prácticas y operaciones frente al cambio climático, así como con el empleo y el capital humano requerido, ya que la inversión en tecnología es más efectiva cuando va acompañada de formación que les permita utilizar y mantener los equipos de manera eficiente.

El Cuadro A2.1 sugiere indicadores para orientar este análisis, entre los que se encuentra el porcentaje estimado de empresas que utilizan estas tecnologías. Para llevar a cabo este análisis, se recomienda utilizar encuestas sobre la dinámica de inversión en innovación y desarrollo empresarial y otro tipo de encuestas publicadas por el sector público, el privado o consultores expertos, así como recurrir a informes sectoriales y publicaciones académicas. Es aconsejable complementar esta información con entrevistas a actores clave, como empresarios, representantes de cámaras y expertos en cada sector preseleccionado.

El Recuadro 2 presenta un ejemplo simple del análisis de este criterio, aplicado a tecnologías que promueven un uso eficiente del agua en dos sectores preseleccionados: el sector minero y el agrícola. Este ejemplo forma parte de un piloto orientado al desarrollo de habilidades para fomentar un uso más eficiente del agua en Chile.

RECUADRO A2.2 • EL USO DE TECNOLOGÍA PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA EN EL SECTOR AGRÍCOLA Y MINERO EN CHILE

El sector minero en Chile se distingue por realizar significativas inversiones en tecnología. Entre las más relevantes se encuentra el reciclaje y reutilización del agua. Las empresas mineras han implementado sistemas avanzados de reciclaje y tratamiento de aguas residuales para reutilizar el agua en sus operaciones (Bofill y Maino, 2024).

Otro importante avance tecnológico en el uso del agua en ese sector son las tecnologías de medición y monitoreo en tiempo real. Estas herramientas se han vuelto fundamentales para controlar y gestionar de manera eficiente el uso del agua en la industria (Bofill y Maino, 2024). Esto incluye la instalación de sensores y sistemas de telemetría para supervisar los flujos de agua y las condiciones de calidad. Asimismo, la gestión de big data e inteligencia artificial que las empresas mineras han adoptado para recopilar y analizar grandes volúmenes de información relacionada con el uso del agua permiten tomar decisiones basadas en datos para optimizar el consumo de agua y reducir el desperdicio. Según Accenture (2022), un 41% de los ejecutivos de grandes empresas mineras afirma usar inteligencia artificial e internet de las cosas en sus negocios. Además, debido a la estructura del sector, que está compuesto por pocas empresas con poder de mercado, el conocimiento se transfiere internamente dentro de las empresas, garantizando así que la tecnología se emplee en los procesos productivos.

En el sector agrícola la tecnología ha avanzado rápidamente para ofrecer herramientas para una gestión más eficiente del agua, existiendo en el país diversas iniciativas y proveedores de sistemas de riego inteligente como goteo, aspersión controlados por sensores y riego de precisión. Adicionalmente, hay una oferta local de dispositivos como sensores y sistemas de monitoreo para medir la humedad del suelo y las condiciones climáticas que facilitan una gestión más precisa del riego. Por otro lado, en zonas costeras y de escasez hídrica, si bien de manera incipiente, se está investigando y adoptando tecnologías de desalinización.

El riego por goteo (o microrriego) es el sistema de riego más utilizado en Chile, y el mundo (CNR, 2023), por lo que los avances tecnológicos para su uso son relevantes. El riego de precisión se presenta con menor prevalencia, aunque tiene ventajas notables en la eficiencia del uso de agua.

Finalmente, se está avanzando en la reutilización y reciclaje de aguas residuales, con empresas agrícolas que han implementado sistemas de tratamiento de aguas residuales para recuperar y reutilizar este recurso en sus operaciones, reduciendo la demanda de agua fresca y contribuyendo a la conservación del recurso hídrico y cumpliendo regulaciones ambientales.

El sector agrícola tiene pequeños y medianos productores que acceden a tecnología de eficiencia, en gran parte gracias a cofinanciamiento público, pero no se las acompaña con la formación en las habilidades necesarias para optimizar su uso (Bofill y Maino, 2024). Para este público es necesaria una oferta de formación en habilidades que pueda potenciar y complementar esas inversiones en tecnología, buscando lograr una mayor eficiencia en el uso del recurso hídrico.

VI) Alineación estratégica con los planes nacionales y contexto institucional

Este criterio evalúa dos aspectos: la alineación estratégica del sector con los planes nacionales para avanzar con la transición verde; y las instituciones relevantes del sector. El primer aspecto consiste en analizar cómo los sectores preseleccionados se alinean con los planes y estrategias gubernamentales para la transición verde. Como se menciona en la Sección 2 del trabajo, muchos países de ALC se han comprometido a elaborar planes de acción climática para reducir emisiones y adaptarse a los efectos del cambio climático, incluyendo medidas de adaptación y planes de diversificación económica para reducir emisiones de GEI. Por lo tanto, la selección de sectores estratégicos debe estar en consonancia con los planes nacionales de mitigación y adaptación al cambio climático. Para analizar la alineación de los sectores preseleccionados con estos planes se recomienda revisar las estrategias, planes y comunicaciones nacionales sobre cambio climático, así como los documentos que identifican los sectores priorizados por el gobierno con el objetivo de promover una economía sostenible. Se espera como resultado de este análisis un ordenamiento de los sectores según su priorización en los documentos nacionales. El Cuadro 1 presenta indicadores para orientar este análisis.

El segundo aspecto se centra en analizar el ecosistema de actores para priorizar sectores con mayor potencial de formar alianzas que faciliten la implementación de soluciones formativas en el terreno. Este análisis no pretende ofrecer una descripción exhaustiva de todos los actores institucionales, ya que esto se abordará en el segundo paso de la estrategia de formación de capital humano en el sector seleccionado (véase la Sección 4.2 del trabajo). En lugar de ello, se enfoca en identificar los actores relevantes y evaluar si sus intereses están alineados con la estrategia.

Para realizar este análisis, se recomienda primero **identificar y categorizar** los actores relevantes, incluyendo organizaciones gubernamentales, empresas, ONGs e instituciones del sistema ETFP. Es importante recopilar información sobre cada actor, incluyendo su misión y áreas de interés. Posteriormente, se recomienda analizar si estos actores muestran **interés en la implementación de una estrategia** de formación de capital humano en el sector y evaluar su **experiencia** en colaboraciones previas para determinar su disposición **y capacidad para colaborar con la implementación** de esta estrategia en el territorio.

Se sugiere consultar informes y documentos sobre las instituciones, revisar sus sitios web para identificar sus intereses y experiencia, y llevar a cabo entrevistas semiestructuradas con actores clave para obtener información directa sobre sus capacidades e intereses.

Del análisis de los tres criterios de esta segunda etapa se espera obtener una lista de sectores preseleccionados, clasificados en, por ejemplo, categorías de baja, media y alta en función de cada criterio. Posteriormente, al igual que en la primera etapa, se aconseja asignar y justificar las ponderaciones para cada criterio y definir las puntuaciones correspondientes a cada categoría, manteniendo la consistencia con la metodología utilizada previamente. Al combinar estas ponderaciones y puntuaciones, se generará un puntaje total que permitirá ordenar los sectores y determinar cuáles son prioritarios.

Anexo 3 • Ecosistema de actores para la formación de capital humano en la transición verde: ejemplos seleccionados de formatos institucionales

Los países han adoptado diversas formas institucionales para facilitar la colaboración entre los actores clave del ecosistema en el diseño e implementación de estrategias de formación de capital humano para la transición verde. Según la OIT (2018), pueden identificarse dos enfoques principales. El primero consiste en la creación de nuevos organismos o consejos dedicados específicamente al desarrollo de habilidades para la transición verde, conocidos como *green skill councils* o mesas de trabajo. El segundo enfoque incorpora el desarrollo de habilidades verdes en los mecanismos ya existentes de formación de capacidades en general.

La forma en que se establecen estas instituciones varía entre países. De acuerdo con una revisión de normativas y políticas relacionadas con habilidades para la transición verde en 27 países de distintos niveles de desarrollo, la OIT (2018) señala que, mientras en los países desarrollados estas instituciones ya están consolidadas, en varias economías en desarrollo o emergentes aún no se han implementado, han sido establecidas recientemente o funcionan solo en el marco de proyectos financiados por donantes, con un enfoque sectorial específico.

En Alemania, por ejemplo, se ha creado el Consejo Nacional de Sostenibilidad (*German Council for Sustainable Development*), conformado por un equipo interdisciplinario con representantes de la sociedad civil, el sector empresarial, la comunidad científica y el sector público. Este consejo se enfoca en los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), incluyendo la promoción de la formación técnica y profesional (GIZ, 2022).

En 2011, Irlanda estableció el *Irish Green Building Council* (IGBC), integrado por entidades del sector público, organizaciones y empresas de toda la cadena de valor del sector de la construcción, incluyendo arquitectos, ingenieros, contratistas, universidades, institutos profesionales, ONG, autoridades locales y empresas energéticas. El objetivo del IGBC es promover prácticas sostenibles en el sector. La entidad ha desarrollado una hoja de ruta para descarbonizar la construcción, con un plan de acción para reducir a la mitad las emisiones del sector hacia 2030 y alcanzar la neutralidad de carbono para 2050. Entre sus principales actividades se encuentra la creación de programas formativos sobre sostenibilidad en los procesos productivos del sector, así como la capacitación en temas como certificación de edificios verdes y análisis de carbono a lo largo del ciclo de vida (Unión Europea, 2023).

En 2015, India estableció el *Skill Council for Green Jobs*, compuesto por representantes de ministerios gubernamentales, asociaciones empresariales, empresas y expertos académicos. Este consejo actúa como organismo de coordinación nacional para el desarrollo de habilidades verdes.

Su mandato incluye identificar brechas de competencias en la industria, desarrollar estándares ocupacionales nacionales y elaborar planes de estudio y certificaciones para formadores, estudiantes y trabajadores de la economía verde. Sus áreas de intervención abarcan sectores como energías renovables, transporte, gestión de residuos, construcción y gestión del agua (OIT, 2024).

Otro ejemplo es Uruguay, que, al reconocer la electromovilidad como un sector clave en su segunda transición energética, creó en 2022 una mesa de coordinación para impulsar el desarrollo de las habilidades necesarias en este ámbito. El esfuerzo se centra especialmente en la electrificación del transporte y en la gestión y uso de baterías. La mesa está integrada por el Ministerio de Industria, Energía y Minería, la Universidad del Trabajo de Uruguay (UTU), el Instituto Nacional de Empleo y Formación Profesional (INEFOP), la Cámara de Comercio Uruguayo-Alemana y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Su objetivo es generar un espacio de diálogo y colaboración entre los actores clave para diseñar un currículo formativo consensuado, alineado con las necesidades específicas del sector de electromovilidad. Asimismo, busca establecer una ruta clara de competencias y habilidades que permita vincular las credenciales (diplomas, títulos, certificaciones, etc.) con los logros de aprendizaje y la inserción laboral (Correa et al., 2024).

Cada actor tiene funciones específicas dentro de la mesa. El Ministerio coordina a las distintas partes; la UTU actúa como proveedor de educación técnica, liderando el diseño pedagógico, la implementación y la coordinación de cursos a nivel medio superior y terciario, así como de programas complementarios, y también proporciona las instalaciones necesarias para la formación. INEFOP y el sector privado participan en el diseño y desarrollo de los módulos formativos, tomando en cuenta las necesidades de capacitación identificadas por el sector y los perfiles requeridos para fomentar las tecnologías vinculadas con la electromovilidad. Además, la mesa desempeña un papel en el aseguramiento de la calidad de los programas diseñados (Correa et al., 2024). Hasta la fecha, se han definido nueve perfiles profesionales y 24 módulos formativos. Algunos ejemplos de estos perfiles incluyen: técnico en mantenimiento eléctrico de vehículos de transporte público, técnico en mantenimiento eléctrico de vehículos eléctricos menores y gestor de baterías (Correa et al., 2024).

De forma similar, Chile ha establecido recientemente una mesa de coordinación para promover el empleo y el desarrollo de habilidades en el sector del hidrógeno verde. Esta instancia está conformada por SOFOFA (Federación Gremial que agrupa a empresas y gremios del sector industrial), la Asociación Chilena de Hidrógeno (H2 Chile), el Ministerio del Trabajo, el Ministerio de Energía, la Cámara Chilena de la Construcción, y cuenta con el apoyo del BID. Su objetivo es alinear los esfuerzos públicos y privados para estimar la demanda futura de empleo, desarrollar e implementar iniciativas que generen oportunidades laborales, y fomentar las habilidades necesarias para el crecimiento de este sector.

Por último, en Barbados, una colaboración sólida entre los principales grupos de actores está impulsando la transición hacia una economía verde. Entre estos actores se incluyen agencias gubernamentales (como ministerios, el Consejo de TVET de Barbados y las instituciones nacionales de formación), empresas del sector privado, organizaciones internacionales y ONG (OIT, 2018).

Anexo 4 • El diseño de trayectorias formativas en los pilotos de Belice y Panamá

Belice

El Gobierno de Belice ha iniciado una transición hacia una matriz energética más sostenible, con la meta de que, para 2030, el 85% de la electricidad del país provenga de fuentes renovables. Esta ambiciosa meta no solo representa un hito en el ámbito de las energías limpias, sino también una oportunidad para la creación de empleos y el establecimiento de un futuro más sostenible para el país (Findlater et al., 2024).

Como punto de partida, Belice identificó al sector energético como prioritario dentro de su estrategia de formación de capital humano para la transición verde. Sin embargo, el logro de esta meta (y de una adopción amplia de tecnologías y prácticas sostenibles) depende en gran medida de contar con las habilidades necesarias en la fuerza laboral. Por ello, el siguiente paso fue diseñar contenidos formativos adecuados para cerrar las brechas identificadas.

Para ello, se conformó un ecosistema de actores clave, integrado por el Nova Scotia Community College (NSCC), el instituto de EFTP de la Ciudad de Belice, el Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología (MoECST) y representantes del sector privado. Este grupo tuvo un rol central en la identificación de brechas en ocupaciones, habilidades y oferta formativa, así como en el diseño de trayectorias formativas pertinentes.

El análisis conjunto reveló necesidades de capacitación en áreas como instalación, operación y mantenimiento de infraestructuras de energía renovable y eficiencia energética (Findlater et al., 2024). En cuanto a la oferta educativa, se identificó la necesidad de contar con certificaciones técnicas en energías renovables, así como de fortalecer el enfoque técnico-pedagógico de la EFTP.

En respuesta, los actores involucrados colaboraron estrechamente. El NSCC lideró el desarrollo del primer programa certificado en energías renovables del país, garantizando que sus contenidos respondieran a las necesidades de la industria y mejoraran las oportunidades de empleo para los egresados. Este programa, de dos años de duración, combina formación teórica y práctica, con una participación activa de empresas del sector durante toda su implementación.

Por su parte, el instituto de EFTP de la Ciudad de Belice y el MoECST trabajaron junto al NSCC para fortalecer las capacidades institucionales y asegurar la sostenibilidad del programa más allá del piloto, incorporándolo en la oferta regular del sistema de EFTP. Dado que se trata de un sector incipiente en el país y que existe una necesidad de transformación del modelo educativo técnico-profesional hacia un enfoque más aplicado y centrado en el estudiante, también se diseñó un programa intensivo de formación de docentes y formadores, con una duración de un año y

medio. Este programa busca fortalecer tanto los conocimientos técnicos como las competencias pedagógicas del personal docente.

El sector privado participó activamente en el diseño y ejecución del programa, contribuyendo a alinear los cursos con las necesidades de la industria local y explorando oportunidades de capacitación en el entorno laboral para aumentar la empleabilidad de los graduados.

Con su tamaño poblacional reducido, Belice representa un escenario propicio para el desarrollo de cursos escalables, adaptables y transferibles en el ámbito de las energías renovables a otros países del Caribe. El proyecto busca capitalizar esta experiencia y compartir buenas prácticas a nivel regional, mediante el lanzamiento de una plataforma digital y el establecimiento de una comunidad de práctica (Prada y Rucci, 2023; Findlater et al., 2024).

Panamá

El Gobierno de Panamá ha avanzado en el desarrollo e implementación de su agenda estratégica de transición energética, estableciendo metas específicas en los ámbitos de energías renovables y movilidad eléctrica. En particular, se propuso alcanzar una capacidad instalada del 4,3% en generación distribuida de energía solar para instalaciones de hasta 2 MW, frente al 1% registrado al momento del diagnóstico. En el caso de la movilidad eléctrica, el país contaba con apenas 30 unidades en circulación, lo que representa una penetración del 0,005%. El objetivo era elevar esta cifra al 10% para el año 2024.

Para alcanzar estas metas, resulta indispensable cerrar las brechas de habilidades existentes en la fuerza laboral del sector energético. En este contexto, el Gobierno de Panamá, en coordinación con el Instituto Nacional de Formación Profesional y Capacitación para el Desarrollo Humano (INADEH) y con apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), estableció una mesa sectorial orientada a identificar las necesidades de formación. Esta instancia analizó tanto las metas propuestas como la oferta formativa existente, con el objetivo de desarrollar paquetes formativos pertinentes.

El diagnóstico evidenció que la fuerza laboral carecía de conocimientos clave para el diagnóstico y mantenimiento de vehículos eléctricos, lo que limitaba la capacidad de respuesta ante la creciente demanda en este campo. Asimismo, se identificó la necesidad de formar técnicos en medidas de seguridad asociadas a fallas eléctricas, baterías y motores eléctricos. Por otro lado, se constató una escasez de personal capacitado en instalación y mantenimiento de sistemas de generación distribuida solar, cuya demanda va en aumento, particularmente desde el sector privado (Prada y Rucci, 2023).

Con base en este análisis, la mesa sectorial diseñó dos programas de formación técnica enfocados en: (i) la recapitación de mecánicos automotrices en diagnóstico y mantenimiento de vehículos

eléctricos; y (ii) la capacitación de técnicos para la instalación y mantenimiento de sistemas solares y cargadores para vehículos eléctricos (Prada y Rucci, 2023). Se optó por una modalidad mixta de formación, combinando clases virtuales con el uso de un aula móvil que recorre zonas rurales para impartir la formación práctica. Además, se contempló la posibilidad de incluir prácticas en empresas, con el fin de mejorar los aprendizajes y fortalecer la empleabilidad de los participantes.

Paralelamente, se diseñaron e implementaron programas de formación de formadores dirigidos al personal docente del INADEH, centrados en contenidos técnicos vinculados con la transición energética. Esta iniciativa busca garantizar la sostenibilidad del programa más allá del período de ejecución financiado.

Cada actor de la mesa desempeñó un rol fundamental en el proceso. El INADEH lideró el diseño de los programas, ejecutó las formaciones y los integró a su oferta educativa institucional. La Secretaría Nacional de Energía (SNE) brindó apoyo técnico y facilitó el diálogo entre los sectores público y privado. Por su parte, el sector privado colaboró en el diseño curricular y respaldó la implementación de la primera cohorte de los programas de formación (Prada y Rucci, 2023).



Referencias

- Accenture. 2022. *La humanización de la tecnología: la IA eleva el potencial humano a un nuevo nivel. Technology Vision 2024*. <https://www.accenture.com/es-es/insights/technology/technology-trends-2024>.
- ACTE (Association for Career and Technical Education). 2018. *ACTE Quality CTE Program of Study Framework*. C. Imperatore y A. Hyslop. <https://www.acteonline.org/wp-content/uploads/2024/05/HighQualityCTEFramework2018.pdf>.
- Adecco. 2021. *Skills for the Green Economy*. [https://www.adeccogroup.com/-/media/project/adecco-group/adeccogroup/latest-images/tag-skills-for-the-green-economy-january-2021-\(2\).pdf](https://www.adeccogroup.com/-/media/project/adecco-group/adeccogroup/latest-images/tag-skills-for-the-green-economy-january-2021-(2).pdf).
- Alcázar, M. y D. Rosas-Shady. 2019. "Cerrar la brecha de habilidades exige el compromiso de todos". *Factor Trabajo* (blog del Banco Interamericano de Desarrollo). Washington, DC: BID. <https://blogs.iadb.org/trabajo/es/cerrar-la-brecha-de-habilidades-exige-el-compromiso-de-todos>.
- Alfonso, M., A. Bagolle, D. Baptista, M. S. Bos, A. Fazekas, L. Schwartz, A. Vogt-Schilb y M. Urquidí. 2023. *Hacia una transición justa en América Latina y el Caribe*. Washington, DC: BID. <https://publications.iadb.org/en/advancing-just-transition-latin-america-and-caribbean>.
- Amaral, N., G. Fieldsend, M. F. Prada y G. Rucci. 2017. *Hacia la formación de mejores competencias: Sistemas para la productividad y el crecimiento*. Nota Técnica N.º IDB-TN-1328. Washington, DC: BID. <https://publications.iadb.org/es/publicacion/17306/hacia-la-formacion-de-mejores-competencias-sistemas-para-la-productividad-y-el>.
- Auktor, G. V. 2020. *Green Industrial Skills for a Sustainable Future*. Viena: Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI).
- Bagolle, A., Costella, C., y Goyeneche, L. 2023. *Social Protection and Climate Change: How Can We Protect the Most Vulnerable Households Against New Climate Threats?*. Resumen de Políticas N.º IDB-PB-00375. Washington, DC: BID. <https://publications.iadb.org/en/social-protection-and-climate-change-how-can-we-protect-most-vulnerable-households-against-new>
- Balza, L. H. 2023. *The Energy Sector in Latin America and the Caribbean*. Washington, DC: BID. Documento no publicado.
- Banco Mundial, UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) y OIT (Organización Internacional del Trabajo). 2023. *Building Better Formal TVET Systems: Principles and Practice in Low- and Middle-Income Countries*. V. Levin, I. V. Santos,

- M. Weber, S. A. Iqbal, A. Aggarwal, P. J. Comyn, H. Katayama y M. A. Hoftijzer. Washington, DC: Banco Mundial. <http://documents.worldbank.org/curated/en/099071023170038531>.
- Baptista, D., J. M. Sandoval Ayala, H. Noh y R. Novella. 2024. *Los mercados laborales y el cambio climático: ¿Cómo adaptar las políticas laborales y mejorar las oportunidades de empleo?* Resumen de Políticas N.º IDB-PB-0400. Washington, DC: BID. <http://dx.doi.org/10.18235/0012889>.
- Beaujon Marin, A., D. López y F. M. Méndez. 2022. *Género y energía en Argentina: la participación de las mujeres en el sector de generación eléctrica*. Nota técnica N.º IDB-TN-02545. Washington, DC: BID. <https://publications.iadb.org/es/publications/spanish/viewer/Genero-y-energia-en-Argentina-la-participacion-de-las-mujeres-en-el-sector-de-generacion-electrica.pdf>
- Beaudry, P., M. Doms y E. Lewis. 2010. "Should the Personal Computer Be Considered a Technological Revolution? Evidence from U.S. Metropolitan Areas". *Journal of Political Economy* 118 (5): 988–1036. <https://doi.org/10.1086/658371>.
- Blackman, A., E. A. Cavallo, B. Hoffmann y A. Vogt-Schilb. 2025. *Peligro y Promesa: Enfrentar el Cambio Climático en América Latina y el Caribe*. Washington, DC: BID. <https://doi.org/10.18235/0013427>.
- Bofil, M. J. y L. Maino. 2024. *El Agua: Agregando Valor Sostenible en Habilidades y Empleo. Informe de Brechas: Los Sectores Productivos y el Recurso Hídrico*. Manuscrito no publicado. CoMov, Chile.
- Bos, M. S. y L. Schwartz (2023). Educación y cambio climático: ¿cómo desarrollar habilidades para la acción climática en la edad escolar? Resumen de políticas n.º IDB-PB-00376. Washington, DC: BID. <https://publications.iadb.org/en/education-and-climate-change-how-develop-skills-climate-action-school-age>.
- Cañizares, J. D., M. F. Prada y F. Saavedra-Caballero. 2025. *Informe de Resultados de la Evaluación del Programa PALMIPILOS*. Mimeo.
- Cavallo, E., A. Powell y T. Serebrisky. 2020. *De estructuras a servicios: El camino a una mejor infraestructura en América Latina y el Caribe*. Publicación del Banco Interamericano de Desarrollo. Washington, DC: BID. <http://dx.doi.org/10.18235/0002506>.
- Cedefop (Centro Europeo para el Desarrollo de la Formación Profesional) y OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). 2022. *Apprenticeships for greener economies and societies*. Luxemburgo: Publications Office of the European Union. Cedefop reference series; No 122. <http://data.europa.eu/doi/10.2801/628930>.
- Cedefop (Centro Europeo para el Desarrollo de la Formación Profesional). 2015. *Skills, Qualifications and Jobs in the EU: The Making of a Perfect Match? Evidence from Cedefop's European*

- Skills and Jobs Survey*. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. <https://www.cedefop.europa.eu/en/publications/3072>.
- . 2019. *Skills for Green Jobs, 2018 Update: European Synthesis Report*. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. https://www.cedefop.europa.eu/files/3078_en.pdf.
- . 2021. The green employment and skills transformation: insights from a European Green Deal skills forecast scenario. Luxembourg: Publications Office. <http://data.europa.eu/doi/10.2801/112540>.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). 2023. *Extracción e industrialización del litio: oportunidades y desafíos para América Latina y el Caribe*. Libros y Documentos Institucionales. Santiago de Chile: CEPAL. <https://hdl.handle.net/11362/48964>.
- CNR (Comisión Nacional de Riego). 2023. *Riego presurizado con ERNC. Cartilla Divulgativa*. Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. <https://www.cnr.gob.cl/?mdocs-file=19987>.
- Comisión Europea. 2023. *A Cities Guide to Reskilling the Local Workforce: Introduction to Launching a Local or Regional Skills Partnership*. M. Blank, T. Janisch, N. van der Linden, E. Lincklaen Arriëns y P. de Bas (Capgemini Invent). European Innovation Council and SMEs Executive Agency (EISMEA), Directorate General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs (GROW). Bruselas: Comisión Europea. <https://www.intelligentcitieschallenge.eu/sites/default/files/2023-03/A%20pragmatic%20guide%20to%20reskilling%20-%20FINAL.pdf>.
- Consoli, D., Marin, G., Marzucchi, A., y Vona, F. 2016. “Do green jobs differ from non-green jobs in terms of skills and human capital?”. *Research Policy*, 45(5), 1046-1060. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.02.007>
- Correa, C., G. Rucci y M. Tolis. 2024. “Tres lecciones sobre el capital humano que se necesita para la transición energética”. *Factor Trabajo* (blog del Banco Interamericano de Desarrollo). Washington, DC: BID. <https://blogs.iadb.org/trabajo/es/capital-humano-para-la-transicion-energetica-que-nos-ensena-uruguay/>.
- den Nijs, S. y S. Tyros. 2023. *Green Technology Adoption and Skill Reallocation*. Serie de Documentos de Discusión del Tinbergen Institute N° 23-075/VI. Ámsterdam: Tinbergen Institute. <https://papers.tinbergen.nl/23075.pdf>.
- Dix-Carneiro, R. 2014. “Trade Liberalization and Labor Market Dynamics.” *Econometrica* 82 (3): 825–885.
- Echeverría, L. y G. Rucci. 2022. ¿Qué Suma la Ciencia de Datos a la Identificación y Anticipación de la Demanda de Habilidades? Nota Técnica IDB-TN-2591. Washington, DC: BID. <https://doi.org/10.18235/0004554>.

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), FIDA (Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola), OPS (Organización Panamericana de la Salud), PMA (Programa Mundial de Alimentos) y UNICEF (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia). 2023. *América Latina y el Caribe - Panorama Regional de la Seguridad Alimentaria y la Nutrición 2023: Estadísticas y tendencias*. Santiago de Chile: FAO. <https://doi.org/10.4060/cc8514es>.
- Findlater, E., E. Näslund-Hadley, I. Acosta, M. F. Prada y M. Eckardt. 2024. *Desarrollando el talento humano para la transición verde: la transformación en la educación técnica y formación profesional en Belice*. Washington, DC: BID. <http://dx.doi.org/10.18235/0005499>.
- Garg, T., M. Jagnani y V. Taraz. 2020. "Temperature and Human Capital in India." *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists* 7: 1113–1150. <https://doi.org/10.1086/710066>.
- Gibson, M. 2021. *Implementation Monitoring*. Cambridge, MA: J-PAL (Abdul Latif Jameel Poverty Action Lab). <https://www.povertyactionlab.org/resource/implementation-monitoring>.
- GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit). 2022. *Skills for a Just Transition to a Greener Future*. Documento de discusión, FAKT Consult. A. Daas, A. Hornberger y A. Speicher. Bonn y Eschborn, Alemania: GIZ. https://www.giz.de/fachexpertise/downloads/27_giz2022-0387en-just-transition-green-future.pdf.
- Graff Zivin, J., S. M. Hsiang y M. Neidell. 2018. "Temperature and Human Capital in the Short and Long Run." *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists* 5 (1): 77–105. <https://doi.org/10.1086/694177>.
- Gobierno de la República de Trinidad y Tobago. 2023. *Reporte de Fuerza Laboral del Sector Energético (2023)*. https://data.gov.tt/cs_CZ/dataset/labour-force-survey-lfs-bulletins.
- IDOS (Instituto Alemán de Desarrollo y Sostenibilidad). 2022. *NDC Explorer (v. 3.0)*. <https://klimalog.idos-research.de/ndc/>
- IEA (Agencia Internacional de la Energía). 2021. *People-Centred Transitions: World Energy Outlook 2021*. París: IEA. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021>.
- . 2023. *Latin America Energy Outlook 2023*. París: IEA. <https://www.iea.org/reports/latin-america-energy-outlook-2023>. Licencia: CC BY 4.0.
- International Energy Agency. (2023). *Global CO₂ emissions by sector, 2019-2022*. IEA. <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-co2-emissions-by-sector-2019-2022>

- IRENA (Agencia Internacional de Energías Renovables). 2017a. *Renewable Energy Benefits: Leveraging Local Capacity for Onshore Wind*. Abu Dabi: IRENA. <https://www.irena.org/publications/2017/Jun/Renewable-Energy-Benefits-Leveraging-Local-Capacity-for-Onshore-Wind>.
- . 2017b. *Renewable Energy Benefits: Leveraging Local Capacity for Solar PV*. Abu Dabi: IRENA. <https://www.irena.org/publications/2017/Jun/Renewable-Energy-Benefits-Leveraging-Local-Capacity-for-Solar-PV>.
- . 2023. *Renewable Energy Benefits: Leveraging Local Capacity for Small-Scale Hydropower*. Abu Dabi: IRENA. <https://www.irena.org/Publications/2023/Sep/Renewable-energy-benefits-Leveraging-local-capacity-for-small-scale-hydropower>.
- Jafino, B. A., S. Hallegatte, J. Rozenberg y B. Walsh. 2020. *Revised Estimates of the Impact of Climate Change on Extreme Poverty by 2030*. Research Working Paper N° 9417. Washington, DC: Banco Mundial. <https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/ad7eeab7-d3d8-567d-b804-59d620c3ab37/content>.
- Kalra, N., E. Molina-Pérez, J. Syme, F. Esteves, H. Cortés, M. T. Rodríguez-Cervantes, V. M. Espinoza-Juárez, M. Jaramillo, R. Baron, C. Alatorre, M. Buttazzoni y A. Vogt-Schilb. 2023. *Costos y Beneficios de Lograr la Carbono-Neutralidad en América Latina y el Caribe*. <https://doi.org/10.18235/0005330>.
- Keyser, D., F. Flores-Espino, C. Uriarte, S. Cox y C. Uriarte. 2016. *User Guide for the International Jobs and Economic Development Impacts Model: Enhancing Capacity for Low Emission Development Strategies (EC-LEDS)*. <https://doi.org/10.2172/1326732>.
- Kjellstrom, T., B. Lemke y J. Lee. 2019. "Workplace Heat: An Increasing Threat to Occupational Health and Productivity." *American Journal of Industrial Medicine* 62 (12). <https://doi.org/10.1002/ajim.23051>.
- LinkedIn. 2023. *Global Green Skills Report 2023*. <https://economicgraph.linkedin.com/research/global-green-skills-report>.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment). 2005. *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis; a Report of the Millennium Ecosystem Assessment*. Millennium Ecosystem Assessment Series. Washington, DC: Island Press.
- Mesa Nacional del Agua. 2022. *Mesa Nacional del Agua: Informe Final*. <https://derechoygestionaguas.uc.cl/es/documentos/new/507-2022-mesa-nacional-del-agua-informe-final>.
- Mininni, G. y R. Hiteva. 2023. "Place-Based Solutions for Net Zero: Gender Considerations on 'Green' Skills". *International Conference on Gender Research*, 185–XII. Academic Conferences International Limited.

- Ministerio de Industria, Energía y Minería de Uruguay. 2024. *Plan Nacional de Adaptación a la Variabilidad y al Cambio Climático, 2024*. <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/NAP-Uruguay-Energy-2024.pdf>.
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador. 2023. *Política Nacional de Movilidad Urbana Sostenible: Documento Síntesis de la PNMUS 2023*. <https://www.euroclima.org/en/component/edocman/politica-nacional-de-movilidad-urbana-sostenible-del-ecuador-sintesis/viewdocument/550?Itemid=>.
- Ministerio de Obras Públicas de Chile (2013). *Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012 – 2025*. https://www.mop.gob.cl/archivos/2021/04/Estrategia_Nacional_Recursos_Hidricos_DGA.pdf
- Näslund-Hadley, E., R. Bando y P. Gertler. 2018. *Inquiry and Problem-Based Pedagogy: Evidence from 10 Field Experiments*. IDB Working Paper Series N° IDB-WP-00958. Washington, DC: BID. <http://dx.doi.org/10.18235/0001491>.
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) y FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2022. *OCDEFAO Perspectivas Agrícolas 20222031*. París: Publicaciones de la OCDE. <https://doi.org/10.1787/820ef1bb-es>.
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). 2011. *Towards Green Growth: Monitoring Progress. OECD Indicators*. https://www.oecd.org/en/publications/towards-green-growth-monitoring-progress_9789264111356-en.html.
- . 2021. *The Inequalities-Environment Nexus: Towards a People-Centred Green Transition*. París: OCDE.
- . 2023. *Perspectivas Económicas de América Latina 2023: Invirtiendo para un Desarrollo Sostenible*. París: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/5cf30f87-es>.
- Odepa (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias). 2018. *Agricultura Chilena: Reflexiones y Desafíos al 2030*. <https://www.odepa.gob.cl/publicaciones/documentos-e-informes/agricultura-chilena-reflexiones-y-desafios-al-2030>.
- OIKO. 2022. *Informe sobre la Metodología Utilizada para la Selección y Priorización de Sectores: Asistencia Técnica para la Evaluación de Necesidades Tecnológicas (ENT) y un Plan de Acción Tecnológico (PAT) para Paraguay*. <https://www.ctc-n.org/system/files/dossier/3b/2.2.1a%20%28iii%29%20Informe%20sobre%20metodología%2024-10-22.pdf>.
- OIT (Organización Internacional del Trabajo). 2017. *Advancing green human capital: A framework for policy analysis and guidance*. <https://researchrepository.ilo.org/esploro/outputs/encyclopediaEntry/Advancing-green-human-capital-a-framework/995219451802676>.

- . 2018. *Skills for the Green Transition*. https://webapps.ilo.org/weso-greening/documents/WESO_Greening_EN_chap5_web.pdf.
- . 2019. *Greening TVET and Skills Development: A Practical Guidance Tool*. Ginebra: OIT. <https://www.ilo.org/publications/greening-tvet-and-skills-development-practical-guidance-tool>.
- . 2021. *A Resource Guide on Sector Skills Bodies: Developed by the ILO Skills & Employability Branch*. Ginebra: OIT. <https://www.ilo.org/publications/resource-guide-sector-skills-bodies>.
- . 2024. *Green Jobs and Just Transition Policy Readiness Assessment in India: Policy Brief*. <https://www.ilo.org/resource/brief/green-jobs-and-just-transition-policy-readiness-assessment-india-0>.
- . 2025. *Integrating Skills for Just Transition in NDCs: Internal Guide*. https://www.ilo.org/sites/default/files/2025-03/ILO%20Internal%20Guide_Integrating%20skills%20for%20just%20transition%20in%20NDCs_Final%20Version_27032025%20%282%29.pdf.
- OMM (Organización Meteorológica Mundial). 2024. *Estado del Clima en América Latina y el Caribe 2023*. Ginebra: OMM. https://sissa.crc-sas.org/wp-content/uploads/2024/06/State_of_the_Climate_in_LAC_2023_es.pdf.
- Park, R. J., J. Goodman, M. Hurwitz y J. Smith. 2020. "Heat and Learning." *American Economic Journal: Economic Policy* 12 (2): 306–339. <https://doi.org/10.1257/pol.20180612>.
- Parra, M., L. Higuera y A. Rodríguez. 2019. *Evaluación de Potencial de Crecimiento Verde: Departamento del Meta*. Bogotá: Global Green Growth Institute Colombia (GGGI). https://gggi.org/wp-content/uploads/2019/10/EPCV_Meta.pdf.
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2010. *Manual para Realizar una Evaluación de Necesidades en Materia de Tecnología para el Cambio Climático*. Nueva York: PNUD. https://www.unclearn.org/wp-content/uploads/library/undp90_spn_0.pdf.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 2010. *Perspectivas del Medio Ambiente en América Latina y el Caribe: GEO-ALC 3*. PNUMA. http://centro.paot.org.mx/documentos/pnuma/GEO_ALC_3_WEB_VERSION_C.pdf.
- Porter, M. E. y C. van der Linde. 1995. "Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship." *Journal of Economic Perspectives* 9 (4): 97–118. <https://doi.org/10.1257/jep.9.4.97>.
- Prada, M. F. y G. Rucci. 2023. *Habilidades para el Trabajo en América Latina y el Caribe: Impulsar el Talento para un Futuro Sostenible y Equitativo*. Washington, DC: BID. <http://dx.doi.org/10.18235/0005160>.

- Prager, S., Almeida, J., Rios, A. R., Schiek, B., y Gonzalez, C. E. 2020. *Vulnerability to climate change and economic impacts in the agriculture sector in Latin America and the Caribbean*. Nota Técnica N.º IDB-TN-01915. Cali, Colombia: InterAmerican Development Bank (IDB). <https://publications.iadb.org/publications/english/document/Vulnerability-to-Climate-Change-and-Economic-Impacts-in-the-Agriculture-Sector-in-Latin-America-and-the-Caribbean.pdf>
- RELINK. 2024. ¿Qué es ESCO y por qué es importante para Chile? <https://www.relink.cl/blog/que-es-esco-y-por-que-es-importante-para-chile>. <https://www.relink.cl/blog/que-es-esco-y-por-que-es-importante-para-chile>.
- Remerscheid C., y Kotecha S., 2024. *Empowering Women in Clean Energy: Advancing and Retaining an Equitable Workforce*. https://energyalliance.org/wp-content/uploads/2024/02/Empowering-Women-in-Clean-Energy_ShortlistFeb-2024.pdf
- Rosas-Shady, D., N. Aymami, R. Carvallo, G. Fieldsend, F. Grafe y D. Richard. 2020. *Consejos Sectoriales de Competencias: Guía Metodológica*. Washington, DC: BID. <http://dx.doi.org/10.18235/0002198>.
- Sabarwal, S., S. Venegas Marín, M. H. Spivack y D. Ambasz. 2024. *Choosing Our Future: Education for Climate Action*. Washington, DC: Banco Mundial. <https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/9d1c318a-bcd3-49fa-b1c6-cc03e18d4670/content>.
- Saget, C., A. Vogt-Schilb y T. Luu. 2020. *El Empleo en un Futuro de Cero Emisiones Netas en América Latina y el Caribe*. <https://doi.org/10.18235/0002509>.
- Sern, L. C., Zaime, A. F. y Foong, L. M. 2018. "Green Skills for Green Industry: A Review of Literature". *Journal of Physics: Conference Series*, 1019(1): 012030. IOP Publishing. Junio.
- Siles, R. y E. Mondelo. 2018. *Herramientas y Técnicas para la Gestión de Proyectos de Desarrollo PM4R: Certificación Project Management Associate (PMA). Guía de Aprendizaje*. Banco Interamericano de Desarrollo (BID) e Instituto Interamericano para el Desarrollo Económico y Social (INDES).
- SOFOFA. 2024. *Entregable 2: Industry Overview and Desired Objective Report*. Manuscrito no publicado.
- Sung, B. y S. D. Park. 2018. "Who Drives the Transition to a Renewable-Energy Economy? Multi-Actor Perspective on Social Innovation." *Sustainability* 10 (2): 448. <https://doi.org/10.3390/su10020448>.
- The Department of Statistics of Bahamas. 2019. *Reporte de la Fuerza Laboral*. https://www.bahamas.gov.bs/wps/wcm/connect/819a4a40-602b-47a3-9da7-c90eeae0f679/Labour+Force+Report+May_2019.pdf?MOD=AJPERES.

- TRNTARYET (A&V Consultores). 2022. *Desarrollo de Capacidades en Movilidad Urbana Sostenible en Ecuador*. Mimeo no publicado.
- Tyros, S., D. Andrews y A. de Serres. 2023. *Doing Green Things: Skills, Reallocation, and the Green Transition*. Economics Department Working Papers N° 1763. París: OCDE. [https://one.oecd.org/document/ECO/WKP\(2023\)16/en/pdf](https://one.oecd.org/document/ECO/WKP(2023)16/en/pdf).
- UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura). 2017. *Guidelines for the Quality Assurance of TVET Qualifications in the Asia-Pacific Region*. Oficina de la UNESCO en Bangkok y Oficina Regional de Educación para Asia y el Pacífico. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000259281>.
- . 2020. *UNESCO-UNEVOC Study on the Trends Shaping the Future of TVET Teaching*. <https://doi.org/10.54675/MMQE7367>.
- . 2021. *Skills Development and Climate Change Action Plans: Enhancing TVET's Contribution*. París: UNESCO y UNESCO-UNEVOC (UNEVOC International Centre for Technical and Vocational Education and Training). https://unevoc.unesco.org/pub/skills_development_and_climate_change_action_plans.pdf.
- Unión Europea. 2023. *Green Skills Roadmap Flanders: Best Practices Report*. Directorate-General for Structural Reform Support. Bruselas: UE. <https://reform-support.ec.europa.eu/system/files/2023-10/D3%20Best%20practice%20report%20-%20Green%20skills%20roadmap%20Flanders%20-%20TSI%201BE27.pdf>.
- Vogt-Schilb, A. 2021. *Un Crecimiento Sostenible Más Sólido*. En E. Cavallo y A. Powell (coords.), *Oportunidades para un Mayor Crecimiento Sostenible tras la Pandemia*. Informe Macroeconómico de América Latina y el Caribe 2021. Washington, DC: BID. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/viewer/Informe-macroeconomico-de-America-Latina-y-el-Caribe-2021-Oportunidades-para-un-mayor-crecimiento-sostenible-tras-la-pandemia.pdf>.
- Vona, F. 2021. *Labour Markets and the Green Transition: A Practitioner's Guide to the Task-Based Approach*. En F. Biagi y A. Bitat (eds.). Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC126681>.
- Wei, M., S. Patadia y D. M. Kammen. 2010. "Putting Renewables and Energy Efficiency to Work: How Many Jobs Can the Clean Energy Industry Generate in the US?" *Energy Policy* 38 (2): 919–931. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.10.044>.



BID

Mejorando vidas