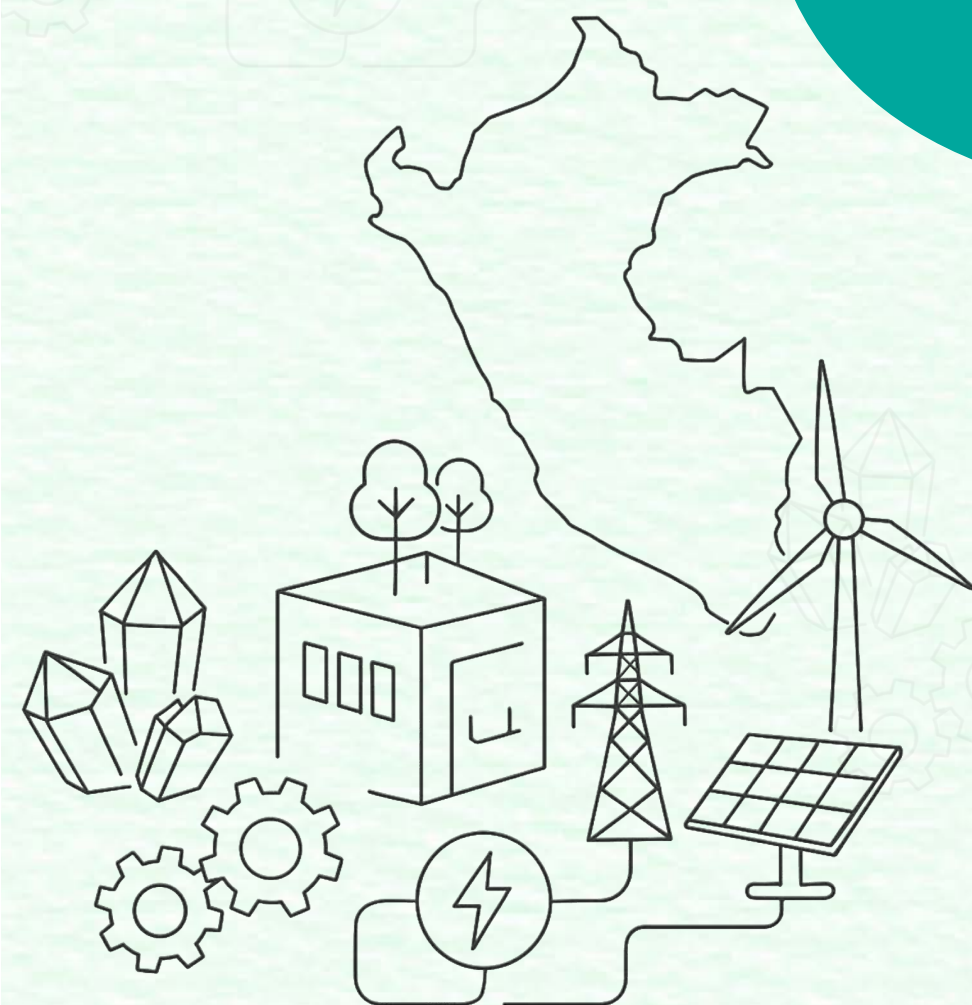


Nueva minería y nueva industria

*Procesamiento y
manufacturas verdes para
la transición energética
en Perú.*



Nueva minería y nueva industria:

*procesamiento y manufacturas verdes
de la transición energética en Perú*



Nueva minería y nueva industria:

procesamiento y manufacturas verdes de la transición energética en Perú

Corporación para el Desarrollo de Políticas Energéticas para las Transiciones Justas, POLEN Transiciones Justas

Bogotá - Colombia, abril de 2026

www.polentj.org

Autores:

Leonardo Rojas
Daniela Pacheco

Diseño:

Juan Sebastián Céspedes

Cítese como:

POLEN Transiciones Justas (2026) *Nueva minería y nueva industria: procesamiento y manufacturas verdes de la transición energética en Perú*. Leonardo Rojas, Daniela Pacheco.



Esta es una obra de acceso abierto distribuida bajo la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>). Los usuarios pueden reproducir, distribuir, adaptar y desarrollar el contenido de la obra original, conforme a los términos de la licencia mencionada.

POLEN Transiciones Justas debe ser claramente reconocido como titular de la obra original. Los usuarios no están autorizados a reproducir el logo de POLEN Transiciones Justas en sus obras.

Tabla de contenido

1. Introducción	5
2. Contexto productivo:	7
3. <i>Hacia una definición de las cadenas de valor verdes. Tecnologías asociadas a fuentes no convencionales de energía renovable:</i>	11
3.1. Hidrógeno	11
3.2. Energía eléctrica	12
3.3. Electromovilidad	13
3.4. Industria cementera y sector de la construcción	14
4. Sectores estratégicos para una reindustrialización verde	15
5. Reindustrialización verde podría generar incrementos de hasta 3,4% del producto	16
6. Definición de criterios de potencialidad	18
7. Recomendaciones	19
8. Referencias	20
9. Anexos	22
9.1. Anexo 1. Metodología	22
9.2. Anexo 2. Radares	23

1. Introducción

Perú enfrenta una doble tarea estratégica: reducir su alta vulnerabilidad climática y transformar su estructura productiva hacia una mayor complejidad tecnológica y valor agregado. Para ello, el país cuenta hoy con un andamiaje de política pública productiva que puede operar de forma coherente: la Política Nacional de Competitividad y Productividad (PNCP), que incorpora la sostenibilidad ambiental en la operación económica y habilita instrumentos de economía circular; y la Política Nacional de Desarrollo Industrial (PNDI), que orienta el aumento de productividad manufacturera, la complejidad de los bienes producidos e infraestructura.

La reindustrialización verde es el puente entre ambas agendas. Por un lado, la economía peruana es altamente dependiente de exportaciones de recursos primarios. A su vez, el tejido empresarial está compuesto esencialmente por mipymes y presenta importantes niveles de informalidad. En este sentido, avanzar hacia manufacturas limpias y servicios tecnológicos asociados (eficiencia energética, renovables, hidrógeno, electromovilidad, gestión de materiales) permite diversificar la base productiva, reducir exposición a choques externos y crear empleo de calidad.

En línea con los enfoques promovidos por ONUDI, la consolidación de dichas estrategias requiere un “campo de juego” predecible para la inversión: incentivos a I+D y a la adopción tecnológica; normas técnicas y compras públicas que traccionen demanda de bienes eficientes; parques y zonas económicas industriales especiales con criterios de sostenibilidad; y mecanismos de financiamiento verde.

El país ya cuenta con diversas políticas de priorización de eslabones de manufactura con mayor potencial de encadenamiento local y reducción de emisiones, así como de activación de instrumentos de escala (parques industriales ecoeficientes, incentivos tributarios a I+D) para la adopción tecnológica y el fortalecimiento del contenido local. En síntesis, el tránsito del modelo lineal hacia la Economía Circular constituye un eje

central en dichas políticas: Estado, gremios y consumidores lo reconocen como condición transversal para elevar productividad de los recursos, cumplir metas climáticas y abrir nuevos nichos manufactureros.

Este documento se presenta una caracterización general de la estructura productiva de la economía peruana, es decir, un análisis sectorizado de la matriz productiva. Asimismo, se identifican los sectores vinculados a potenciales escenarios de transición energética y de reindustrialización verde. De igual manera, se describen las diferentes tecnologías asociadas a la transición energética, las cadenas de valor de cada una de ellas y su respectivo funcionamiento.

Tomando en cuenta las características propias de la economía peruana, se desglosan los diferentes eslabones que componen la cadena de valor de estas tecnologías y se analizan los sectores económicos que hacen parte de cada uno. Esto permite identificar un posible flujo o una potencial cadena de valor local que potenciará el desarrollo y la producción de estas tecnologías, tanto en lo que corresponde a la oferta como a la demanda energética.

En ese sentido, el documento presenta escenarios de evaluación de políticas públicas basados en la definición de las tecnologías potenciales para la transición energética, así como el tipo de vinculación con diferentes sectores económicos, la producción nacional y la demanda final de cada uno de los sectores. Los escenarios son:

- En primer lugar, una transición energética vinculada a un proceso de reindustrialización verde completo, es decir, abordando la mayor cantidad de eslabones identificados como eslabones verdes de la cadena de valor.
- En segundo lugar, otros escenarios asociados al impulso de diferentes subgrupos de sectores, que permitirían identificar los eslabones potenciales como foco de una estrategia de transformación productiva verde.

Con base en los resultados obtenidos de los diferentes escenarios, así como en las características propias de los sectores que componen cada eslabón de la cadena de valor, se realiza una evaluación que contempla variables económicas, de género y socioambientales en los distintos sectores productivos, con el fin de ofrecer un panorama general de sus potencialidades. A partir de ello, se emiten un conjunto de recomendaciones de política que servirían como insumos para los hacedores de política y para los diferentes actores del sector productivo.

2. Contexto productivo:

Perú dispone de una base productiva y de servicios que, desde la perspectiva económico-industrial, constituye una base significativa para acelerar el proceso de reindustrialización verde. La combinación de dotación mineral (cobre y zinc), capacidades metalmecánicas, concentración empresarial en Lima y polos regionales seleccionados, junto con una matriz eléctrica relativamente baja en emisiones, configuran condiciones para fomentar manufacturas y servicios ligados a la transición energética, elevando la complejidad productiva con foco en bienes y servicios de menor intensidad de carbono.

En el segmento eléctrico, la expansión y modernización de redes inducen demanda por equipos de media y baja tensión. Este nicho permite capturar valor mediante economías de escala, así como articular servicios de ingeniería, de operación y mantenimiento. La misma lógica se aplica a los componentes asociados a la energía solar y eólica. En este caso, la relación entre la demanda y la logística nacional reduce costos de transacción y aprendizaje.

Con respecto a la cadena productiva del Hidrógeno Verde, el país ya está construyendo la Hoja de Ruta para la consolidación de oportunidades de inversión en bienes de capital y bienes intermedios, inicialmente orientados a usos térmicos industriales y pilotos mineros. Este antecedente es fundamental, ya que se evidencia que la eficiencia energética en procesos industriales ha generado retornos privados rápidos, especialmente en los sectores de minería, alimentos, construcción y servicios de agua. La aplicación de esta tecnología se da en el calor de proceso, ya que hay espacio para calderas alimentadas con biomasa o biogás, hornos eléctricos y bombas de calor industriales, así como para soluciones de recuperación de calor residual, combinando manufactura metálica, recipientes a presión y automatización.

Dada la estructura productiva de Perú, así como demandas ambientales en la gestión del agua y la circularidad de procesos en minería y agroindustria, se requieren plantas modulares de tratamiento, recir-

culación y reducción de descargas. A esto se suman el reciclaje y la remanufactura: recuperación de metales y plásticos, tratamiento de baterías usadas, reacondicionamiento de tableros y equipos eléctricos, entre otros. En etapas posteriores de la cadena productiva del cobre y del zinc, la producción de conductores, cables, barras, conectores, procesos de galvanizado y recubrimientos para infraestructura y energías renovables pueden ampliar el contenido local y mejorar la matriz tecnológica del país.

Para materializar este potencial se requieren condiciones habilitantes de política productiva: localización eficiente mediante parques industriales modernos próximos a nodos logísticos y mineros, estándares que eleven calidad y faciliten el acceso a mercados, financiamiento verde accesible para pequeñas y medianas empresas que cubran inversiones en líneas y equipos, y formación de capital humano.

Con respecto a la dimensión financiera, Perú ya cuenta con una trayectoria sólida para escalar el financiamiento de la reindustrialización verde. Desde el sector público, el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) incorporó módulos de riesgo climático, criterios de mitigación y adaptación, y valorización de servicios ecosistémicos en la inversión pública. Como política estatal, se han promovido compras públicas sostenibles y articulación de instrumentos como planes climáticos sectoriales, además de ajustar políticas arancelarias y tributarias para internalizar la nocividad de combustibles fósiles.

En paralelo, el sector privado ha liderado esquemas pioneros orientados a pequeñas y medianas empresas, como la Línea de Crédito Ambiental respaldada por cooperación internacional, que financia tecnologías limpias con retornos vía eficiencia energética y uso del agua. Esta combinación evidencia que el país puede movilizar capital hacia bienes y servicios de menor huella ambiental, por lo que queda por continuar la trayectoria de reducción del costo de capital y bancarizar proyectos manufactureros verdes de mayor

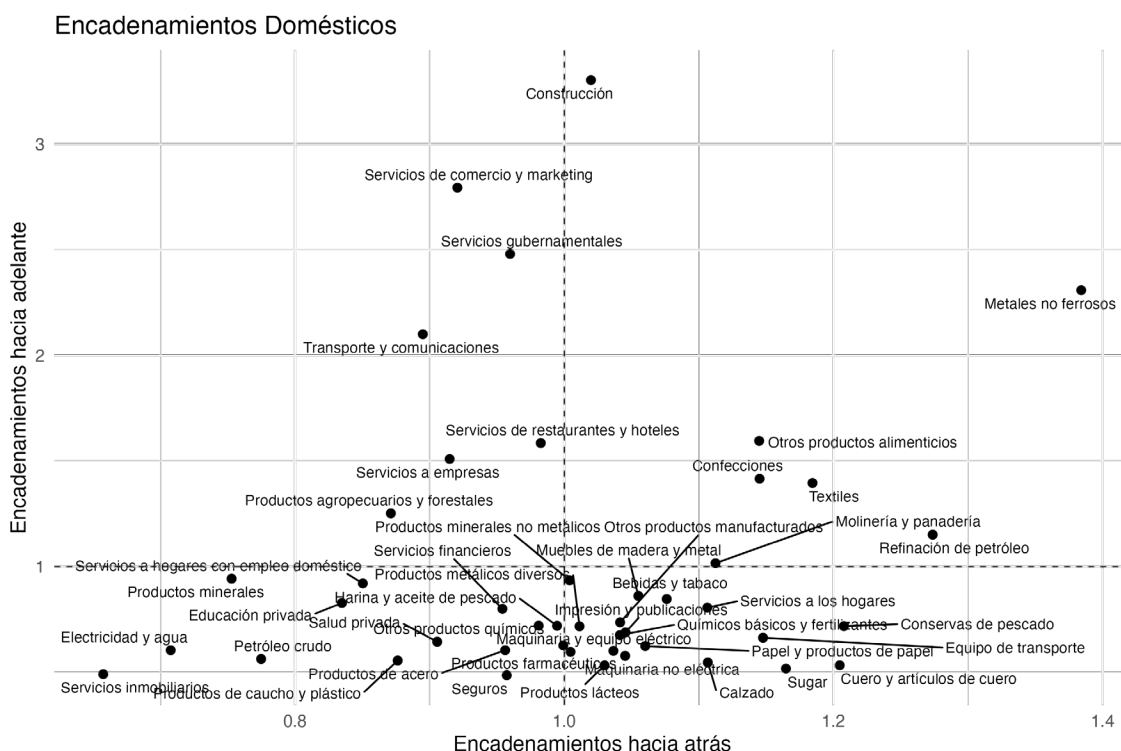
tamaño.

Con el objetivo de mapear las cadenas de valor asociadas a las tecnologías verdes para la reindustrialización, se proponen diagramas de dispersión basados en los índices de Rasmussen, los cuales muestran cómo cada actividad se inserta en la red productiva: el eje horizontal (encadenamiento hacia atrás) mide la intensidad relativa de compras a insumos intermedios y el eje vertical (encadenamiento hacia adelante) capta cuánto de su producción se usa como insumo por otros sectores. Las líneas punteadas en el valor 1 delimitan el promedio de la economía: los valores que se encuentren por encima indican encadenamientos superiores al promedio, es decir, tienen un potencial para posicionarse como claves de la reindustrialización. A su vez, los cuadrantes indican sectores para anclar inversión,

de alta especialización, amplia demanda, suministro de insumos, etc.

Usar este índice es especialmente útil para estudios socioeconómicos de reindustrialización verde y de transición energética porque ofrece un análisis comparable de la capacidad de cada sector para propagar choques de inversión a lo largo de la economía. Así mismo, se distingue entre encadenamientos totales y domésticos, por tanto, prioriza eslabones con mayor estructura interna para políticas locales, desarrollo de proveedores y compras públicas.

Gráfico 1. Índice Rasmussen encadenamientos domésticos

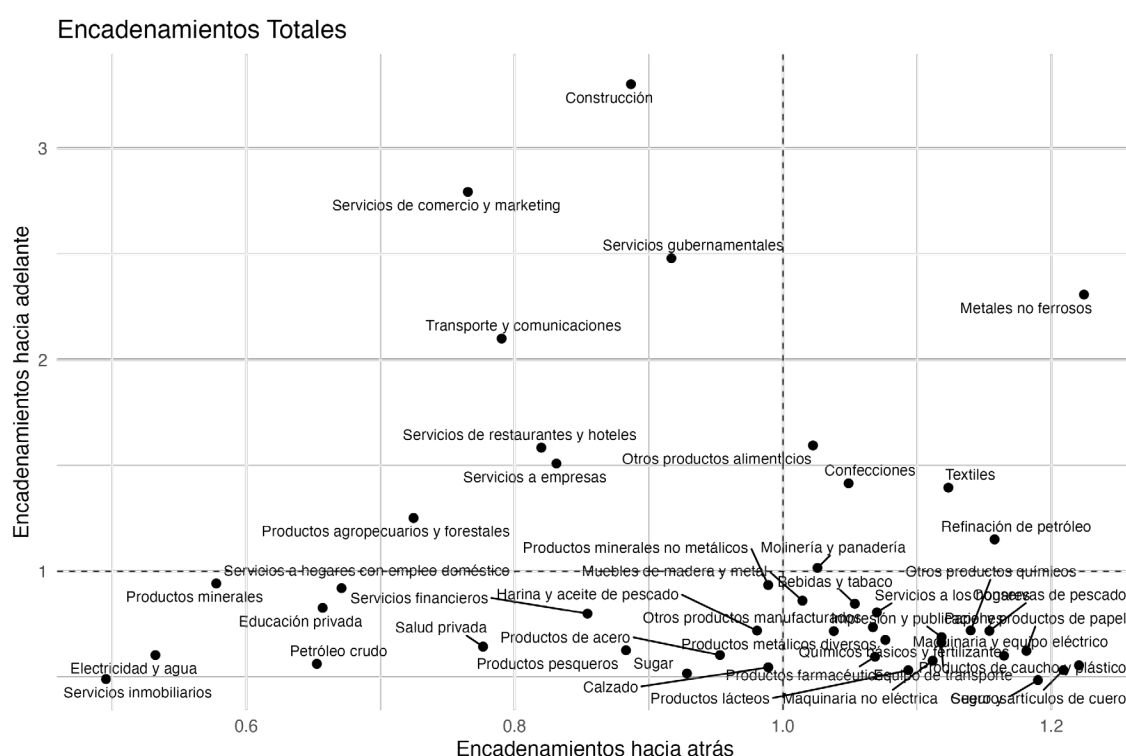


Fuente: construcción propia.

En los encadenamientos domésticos de Perú resaltan sectores habilitantes como construcción y metales no ferrosos, que funcionan como proveedores transversales para el resto de la economía y sostienen la expansión de infraestructura asociada a tecnologías de transición. También se observan sectores industriales intermedios con articulación relevante, como productos metálicos, metales básicos y químicos, que

conectan insumos minerales con manufactura y servicios productivos. En contraste, la minería aparece como un eje central por su peso y capacidad de tracción, pero con integración interna que puede ser insuficiente si la producción se concentra en extracción sin transformación.

Gráfico 2. Índice Rasmussen encadenamientos totales



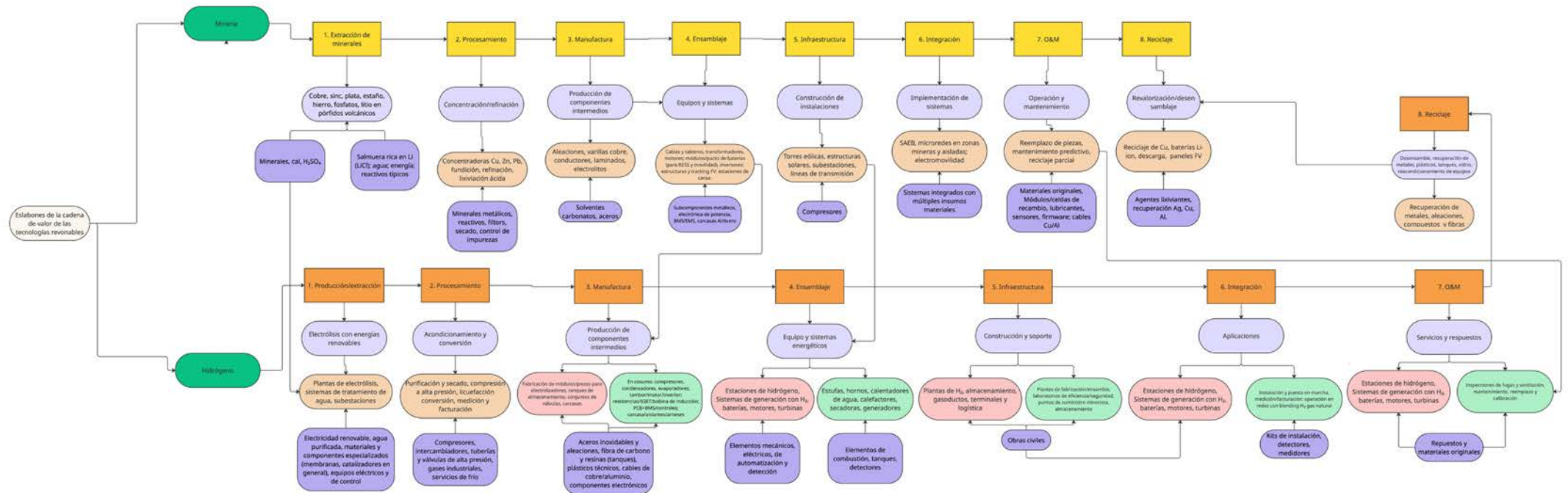
Fuente: construcción propia.

En los encadenamientos totales de Perú se observa una mayor intensidad de articulación productiva que en los domésticos, lo que indica que parte del arrastre sectorial se materializa a través de insumos provenientes del exterior. Los sectores que más destacan como ejes de transmisión hacia el resto de la economía son los metales no ferrosos y la construcción, por su capacidad de abastecer múltiples actividades y sostener el despliegue de infraestructura para tecnologías de transición. También destacan productos metálicos, metales básicos y químicos como sectores intermedios con potencial de conectar recursos naturales con transformación industrial, aunque su desempeño total

sugiere dependencia relevante de insumos y equipos importados. La minería aparece como una base estructural del sistema productivo, pero su contribución al desarrollo interno mejora de forma sustantiva cuando se acompaña de procesamiento y refinación, que amplían encadenamientos, proveedores y empleo.

A continuación, se presenta el diagrama de flujo de la cadena productiva de tecnologías verdes para la reindustrialización en Perú, que detalla los eslabones y segmentos tanto de los principales energéticos de la transición energética, así como de los productos usados tanto para la oferta como para la demanda energética.

Gráfico 3. Diagrama de flujo energético y eslabones estratégicos



Fuente: construcción propia.

El diagrama sintetiza la cadena de valor de tecnologías renovables con énfasis en ocho sectores: parte de minería con extracción de salmueras y provisión de minerales críticos, y avanza al procesamiento con refinación y conversión para obtener compuestos de cobre zinc y plomo. Estos insumos pasan a manufactura de materiales activos e intermedios y luego al ensamblaje de equipos y sistemas cables, transformadores, baterías y módulos, intensivo en aluminio, cobre y electrónica de potencia, aplicables tanto a

torres eólicas, estructuras solares como a líneas de transmisión. La etapa de infraestructura e integración habilita la instalación y operación de sistemas de almacenamiento de energía eléctrica con baterías, microrredes y electromovilidad. Finalmente, la operación y mantenimiento, y el reciclaje aseguran continuidad del servicio y recuperación de materiales críticos, reduciendo dependencia de insumos vírgenes y fortaleciendo la circularidad.

3. Hacia una definición de las cadenas de valor verdes. Tecnologías asociadas a fuentes no convencionales de energía renovable:

Teniendo en cuenta el diagrama de flujo presentado anteriormente, en este apartado se analiza el contexto y la potencialidad de las tecnologías para la reindustrialización desde la oferta y la demanda doméstica:

3.1. Hidrógeno

El hidrógeno verde se está posicionando como una de las principales apuestas del Perú para avanzar en su transición energética y reducir su dependencia de los combustibles fósiles. Para el año 2025, el plan se centra en pavimentar el camino hacia la implementación del hidrógeno verde a través de un trabajo multisectorial liderado por el Ministerio de Energía y Minas (MINEM). Se busca generar alianzas público-privadas, fortalecer la cooperación internacional en investigación y fomentar la capacitación en universidades para preparar a profesionales en esta tecnología emergente.

Hacia el 2030, el país pretende sentar las bases de un

mercado local sólido con una oferta de al menos 1 GW de capacidad instalada en electrolizadores y un precio objetivo de 1,5 USD/kg de hidrógeno verde. Además, se estima que se movilizarán más de 3.000 millones de dólares en inversión privada para proyectos de investigación y desarrollo. Esta etapa también contempla el lanzamiento de proyectos piloto nacionales y la atracción de financiamiento por más de 20 millones de dólares para iniciativas escalables y replicables.

El despliegue a gran escala de este energético está previsto para el año 2050, con una capacidad instalada superior a los 12 GW y una reducción significativa en su costo de producción, alcanzando un precio de 1 USD/kg. Asimismo, se espera lograr la sustitución total

de combustibles fósiles en las industrias del acero y el cemento, además de la incursión en el transporte marítimo y la aviación.

También se propone el desarrollo de incentivos tributarios, la implementación de zonas francas y regímenes especiales para impulsar la industria, así como la regulación de la inyección de hidrógeno en redes de gas natural.

El mercado potencial del hidrógeno verde en el Perú abarca distintos sectores, incluyendo la exportación a través de acuerdos estratégicos con otros países y el desarrollo de infraestructura para su transporte y almacenamiento. En el ámbito local, se proyecta que para 2040 haya al menos un 40% de penetración en la industria, así como una migración hacia un transporte terrestre más sostenible con la incorporación de trenes, montacargas y más de 2.500 vehículos de carga impulsados por hidrógeno.

3.2. Energía eléctrica

La electrificación es el ancla técnico-productiva de la reindustrialización verde en Perú y exige aumentar capacidad firme y flexibilidad del sistema: refuerzo de transmisión, modernización de subestaciones con automatización digital e incremento de capacidad y regulación en barras industriales. En distribución, la prioridad es reducir pérdidas, desplegar medición avanzada y gestión de demanda para preservar continuidad y calidad de potencia. Este perfil crea una frontera manufacturera en equipos de media y baja tensión (celdas y tableros, transformadores de bajas pérdidas, cables, filtros, medidores y telecontrol).

Del lado de la demanda, la electrificación del calor de baja y media temperatura y la eficiencia en motores abren espacio para producción nacional en motores, variadores, bombas y ventiladores de alto rendimiento, arrancadores suaves y recuperación de calor. Para capturar estas oportunidades, la política productiva debe alinear normalización y certificación (eficiencia mínima, límites de armónicos, compatibilidad electromagnética con reconocimiento regional), economías de localización mediante parques industriales con infraestructura eléctrica robusta y laboratorios compartidos, y financiamiento productivo verde que priorice CAPEX en equipos eléctricos, almacenamiento y digitalización, apoyado en contratos por desempeño.

Para 2025, la prioridad es preparar el terreno para escalar: acelerar la conexión de los proyectos solares y eólicos que ingresan al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional, completar ampliaciones de subestaciones y líneas priorizadas por el Comité de Operación Económica del Sistema en su Actualización

del Plan de Transmisión 2025–2034, y uniformizar especificaciones técnicas para equipos de media y baja tensión. Este esfuerzo de redes es clave en Lima Metropolitana y corredores minero-industriales donde se concentran nuevos consumos y generación renovable.

Hacia 2030, el objetivo es consolidar una matriz con más renovables variables y mayor confiabilidad. El gobierno ha señalado nuevas subastas y carteras de proyectos que sumarían cientos de megavatios en el corto plazo; en 2024 ya se incorporaron aproximadamente 507 MW entre solar y eólica. En paralelo, comienzan a difundirse soluciones de almacenamiento y gestión de la demanda: casos como el sistema de baterías de 4 MW/8 MW en una operación minera, evidencian la viabilidad de modelos de negocio orientados a reducir costos y mejorar la calidad del suministro, al tiempo que generan oportunidades industriales en la producción de gabinetes, contenedores y tableros, así como en servicios de integración, operación y mantenimiento.

Con esta base, la electrificación de procesos en baja y media temperatura en minería, alimentos y bebidas, cemento (ver sección 3.1.4) y agua puede capturar ahorros y reducir emisiones, siempre que se combine con contratos eléctricos de largo plazo que den certidumbre al CAPEX en equipos.

Para 2040, el despliegue entra en fase de madurez: se completa la modernización de subestaciones y enlaces estratégicos definidos por el Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional (COES), se expanden microrredes industriales con generación distribuida y almacenamiento, y se integran

sistemas avanzados de gestión de demanda. La política industrial deja de ser un acompañante y pasa a impulsar la sustitución de importaciones en manufacturas eléctricas: transformadores de media y baja tensión, celdas y tableros, cableado especializado, protecciones, inversores y cargadores, junto con servicios de ingeniería, pruebas de conformidad y mantenimiento.

Finalmente, se proyecta que, para 2050, la electrificación cubra la mayor parte de las necesidades energéticas finales en industria y edificios, con una flota de transporte de alta penetración eléctrica y una red resiliente soportada por almacenamiento distribuido. La combinación de renovables, redes modernas y eficiencia busca cerrar la brecha de emisiones del sector energético y, a la vez, sostener un tejido manufacturero más complejo. En términos de eslabones concretos para la reindustrialización, el contexto peruano abre oportunidades en tres frentes:

Generación y conexión: fabricación y ensamble de estructuras y soportes para plantas solares y eólicas, cajas de conexión, conjuntos de interconexión y contenedores eléctricos, apalancados por la cartera renovable en curso.

Redes y calidad de energía: demanda sostenida por transformadores, celdas y tableros, barras colectoras, sistemas de compensación, medidores e infraestructura de canalización, en línea con las ampliaciones del plan de transmisión.

Almacenamiento y electrónica de potencia: gabinetes, bastidores, sistemas de ventilación y acondicionamiento, inversores y rectificadores, integración hardware–software y servicios de operación, respaldados por casos reales en minería y por la perspectiva de replicación en otros nodos industriales.

3.3. Electromovilidad

En Perú, la electromovilidad es un sector identificado por la PNDI como una palanca para elevar productividad y complejidad manufacturera; su despliegue articula eslabones industriales y de servicios con demanda doméstica en corredores urbanos, logísticos y mineros. El Reglamento para la Instalación y Operación de la Infraestructura de Carga de la Movilidad Eléctrica (DS 036-2023-EM) ya está vigente y define requisitos técnicos y de seguridad para estaciones públicas y privadas, habilitando la inversión en redes de recarga asociadas a flotas de buses, distribución urbana y operaciones industriales. El MINEM establece títulos, artículos y anexos que ordenan estándares, conexión y operación, reduciendo incertidumbre regulatoria para fabricantes, integradores y operadores de carga.

Sobre esta base normativa, la cadena de valor prioritaria combina manufactura, integración y servicios: la movilidad eléctrica impulsa la fabricación y el ensamble de cargadores AC/DC, gabinetes, arneses y conectores, además del desarrollo de sistemas de protección, medición y comunicaciones; a ello se suman obras civiles, instalación eléctrica, software de gestión y operación comercial de redes de carga. El reglamento

que fija los requisitos para la instalación y operación de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos ya está vigente, lo que permite desplegar inversión en recarga pública y privada vinculada a flotas urbanas e industriales. Además, lineamientos técnicos y de política sectorial (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN); propuestas de plan nacional) refuerzan la estandarización de equipos y la interoperabilidad, condiciones para escalar líneas locales de tableros, protecciones, cableado y componentes electrónicos, y para desarrollar servicios acreditados de ensayo y certificación.

Con la entrada en vigor del Reglamento para infraestructura de carga (DS 036-2023-EM), la demanda de electromovilidad en Perú muestra una aceleración cuantificable: en 2024 se vendieron 6.602 vehículos electrificados (récord histórico al considerarse un crecimiento del 47,2% anual) y la penetración en mercado cerró en 3,9%, según la Asociación Automotriz del Perú (AAP); al tercer trimestre de 2025 ya se había superado el total de ventas del 2024, y los BEV+PHEV acumulaban 923 unidades (más del 85% interanual), lo que confirma un cambio de pendiente en

flotas urbanas y utilitarias. En infraestructura, diversas fuentes reportan entre 64 y 65 estaciones de carga operativas a nivel nacional, con despliegues concentrados en Lima y corredores logísticos.

3.4. Industria cementera y sector de la construcción

La cadena del cemento en Perú concentra emisiones tanto de proceso (transformación de carbonato de calcio en el insumo intermedio del cemento) como de combustión (hornos y secado), por lo que su hoja de ruta de descarbonización combina medidas de eficiencia, sustitución de insumos y cambio tecnológico, en línea con los lineamientos de ONUDI para industrias intensivas en energía y carbono. En el corto plazo (2025–2030), el margen más costo-efectivo está en: eficiencia energética hacia mejoras en calcinadores, quemadores, aislamiento y refractarios, reducción de la proporción del insumo intermedio del cemento mediante mayor uso de materiales cementantes suplementarios, producción de cementos compuestos y sustitución de combustibles hacia combustibles alternativos (biomasa) con sistemas de tratamiento, dosificación y control de emisiones.

Estas palancas reducen simultáneamente la intensidad de carbono por tonelada del insumo intermedio/cemento y el costo energético unitario, y movilizan encadenamientos manufactureros y de servicios: preparación de puzolanas y arcillas calcinadas, líneas de molienda de alta eficiencia, hornos de calcinación de arcillas, equipos de preparación de combustibles alternativos, sistemas de recuperación de calor residual y servicios de ensayo, certificación y monitoreo ambiental.

En una fase intermedia (2030–2040), la agenda se desplaza a medidas de mayor complejidad tecnológica y de integración con el sistema energético: electrificación de consumos auxiliares y de molienda, ventilación y bombeo, con contratos eléctricos competitivos, flexibilización operativa para integrarse con renovables y despliegue ampliado de combustibles alternativos mediante cadenas formales de tratamiento de residuos municipales y agroindustriales (estaciones de transfe-

rencia, secado, homogeneización, control de cloro y metales). En paralelo, la industria puede avanzar en captura de CO₂, priorizando pilotos en hornos con buen factor de utilización y logística de disposición mientras madura la infraestructura para el transporte y almacenamiento. Esta etapa crea nueva demanda para proveedores locales de equipos térmicos, sistemas de manejo de sólidos, instrumentación y servicios de O&M especializados.

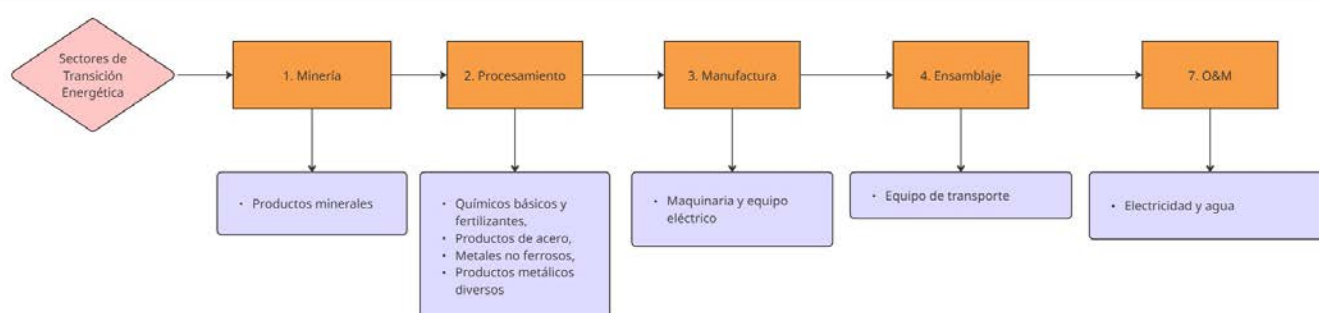
Hacia 2040–2050, la convergencia de fases intermedias más eficientes, baja proporción de ese insumo en las mezclas finales, combustibles con menor contenido de carbono y captura parcial de CO₂ debería acercar a la industria a trayectorias compatibles con metas nacionales. El vector eléctrico —más limpio y confiable— habilita líneas de molienda y plantas de concreto premezclado, así como logística de bajas emisiones y compras públicas con criterios de bajo carbono y desempeño mecánico, que a su vez crean demanda para cementos compuestos y concretos con menor intensidad de emisiones.

En términos de reindustrialización, estos cambios abren eslabones claros: fabricación local de equipos de preparación de puzolanas/arcillas, reactores de calcinación, clasificadores, intercambiadores, turbomáquinas y tableros, líneas de biomasa (trituration, separación, dosificación), instrumentación ambiental y servicios de laboratorio y certificación (resistencia, durabilidad, huella de carbono), además de ingeniería y O&M de plantas auxiliares. Con normas técnicas actualizadas, señales de demanda y financiamiento verde para CAPEX de eficiencia y sustitución de insumos, la industria cementera peruana puede reducir su intensidad de emisiones y, a la vez, impulsar un conjunto de proveedores industriales locales con potencial de escalar a mercados andinos.

4. Sectores estratégicos para una reindustrialización verde

A partir de la matriz insumo-producto, se han identificado ocho actividades económicas de los sectores disponibles, como potenciales para los distintos eslabones de la cadena de valor de los productos asociados a la transición energética y a un proceso de reindustrialización verde.

Gráfico 3. Diagrama de flujo de energéticos y eslabones estratégicos



Fuente: construcción propia.

El diagrama anterior organiza los sectores priorizados de transición energética a lo largo de la cadena de valor. En el eslabón 1, minería, se ubican la extracción de minerales metalíferos y la extracción de otras minas y canteras, como base de insumos estratégicos. En el eslabón 2, procesamiento, se incluyen la fabricación de sustancias químicas básicas, abonos y compuestos inorgánicos y nitrogenados, así como la producción de plásticos y caucho sintético, junto con la fabricación de productos minerales no metálicos y de productos metálicos básicos y elaborados. El eslabón 3, manufactura, comprende la fabricación de equipo eléctrico, productos informáticos, electrónicos y ópticos, y la fabricación, instalación, mantenimiento y reparación especializada de maquinaria y equipo. El eslabón 4, ensamblaje, incorpora la fabricación de

vehículos automotores, remolques y semirremolques y otros equipos de transporte, como fase de integración productiva de mayor complejidad. En operación y mantenimiento, se agrupan generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica y la gestión de agua y saneamiento, mientras que el eslabón 8, reciclaje, corresponde a la recuperación de materiales, clave para fortalecer el valor agregado doméstico.

5. Reindustrialización verde podría generar incrementos de hasta 3,4% del producto.

A partir de la información oficial disponible, y como parte de un ejercicio orientado a evaluar posibles medidas para dinamizar los sectores económicos asociados a la TEJ, se estimaron los impactos económicos y ambientales derivados del fortalecimiento de la demanda y del aumento en la participación de la producción nacional en sustitución de la producción extranjera.

A continuación, se presenta un análisis cuantitativo de los escenarios proyectados.

5.1. Aumento de demanda final por grupo de sectores podría generar incrementos del producto de hasta 3,4% y hasta 2,9% en el empleo:

Gráfico 3. Diagrama de flujo energéticos y eslabones estratégicos

Escenario	Producción total	Emisiones CO ₂	Empleo total	Gas natural	Carbón	Petróleo	Hidroeléctrica	Electricidad solar, mareomotriz y undimotriz	Biomasa
Base (sin choques)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Escenario 1: Reindustrialización verde (todos)	5,0	4,3	4,6	25,0	13,3	5,0	43,0	1,8	17,5
Escenario 2: Reindustrialización materias primas TE	3,4	2,9	3,1	9,4	2,8	2,0	0,4	0,1	3,0
Escenario 3: Reindustrialización manufacturas TE	0,6	0,6	1,2	0,4	1,6	0,6	0,1	0,0	0,3
Escenario 4: Reindustrialización otros TE	1,0	0,8	0,3	15,1	8,8	2,4	42,6	1,7	14,3

Fuente: construcción propia.

El choque analizado muestra impactos positivos frente al escenario base (0), con un movimiento a la par entre el crecimiento de la producción y el aumento de las emisiones de CO₂ en todos los escenarios, aunque con diferencias en intensidad según la política industrial evaluada.

El Escenario 1 (reindustrialización verde total) maximiza el efecto macroeconómico, con incrementos de hasta 4,98% en la producción y 4,62% en el empleo. Este resultado está acompañado de una fuerte expansión de los sectores energéticos, particularmente la

energía hidroeléctrica, el gas natural y la biomasa, consistente con un shock intensivo en infraestructura. No obstante, este escenario también presenta el mayor incremento en emisiones (4,3%).

El Escenario 2 (materias primas de transición energética) mantiene un desempeño alto, con aumentos significativos en producción (3,38%) y empleo (3,14%) considerando el aumento de 2,86 en la generación de emisiones de CO₂ y los menores requerimientos energéticos relativos, la política industrial asociada a las materias primas de la transición energética sería la

más eficiente en términos energéticos.

El Escenario 3 (manufacturas de transición energética) presenta el menor impacto en la producción (0,56%), pero el único en el que la creación de empleo (1,22%) es superior a la variación de la producción, este comportamiento es consistente con sectores manufactureros más intensivos en trabajo.

Finalmente, el Escenario 4 (otros sectores de transición energética) evidencia un crecimiento moderado de la producción (1,04%), pero con una baja absorción de empleo (0,26%). A nivel energético, destaca una fuerte expansión de la energía hidroeléctrica, junto con incrementos relevantes en gas natural y carbón, este resultado indica que este tipo de reindustrialización genera crecimiento económico sin un incremento proporcional en el empleo.

5.2. Aumento de la demanda y sustitución de importaciones incrementan el producto en hasta 3,79% y el empleo en hasta 3,27%.

Gráfico 3. Diagrama de flujo energéticos y eslabones estratégicos

Escenario	Producción total	Emisiones CO ₂	Empleo total	Gas natural	Carbón	Petróleo	Hidroeléctrica	Electricidad solar, mareomotriz y undimotriz	Biomasa
Base (sin choques)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Choque combinado G1 (Extracción y procesamiento)	3,8	3,3	3,9	9,7	3,2	2,4	0,5	0,2	3,3
Choque combinado G2 (Manufacturas)	0,9	0,9	1,7	0,6	1,9	0,8	0,2	0,1	0,5
Choque combinado G3 (Operación y mantenimiento)	1,1	0,9	0,3	15,1	8,8	2,4	42,6	1,7	14,3
Choque combinado TEJ (todos)	5,7	5,0	5,9	25,4	14,0	5,7	43,2	1,9	18,0

Fuente: construcción propia.

En este segundo ejercicio, que incorpora simultáneamente un aumento de la demanda y una política de sustitución de importaciones, se observan impactos positivos frente al escenario base (0), con una relación consistente entre el crecimiento de la producción y el aumento de las emisiones de CO₂, al igual que en el primer choque. No obstante, este choque genera efectos más grandes, alcanzando incrementos de hasta 5,73% en la producción, 5,92% en el empleo y con unas emisiones de CO₂ de 5,04% en el escenario agregado.

El escenario G1 (extracción y procesamiento) muestra el mejor desempeño después del escenario agregado, con incrementos significativos en producción (3,79%) y empleo (3,90%), lo que confirma el papel central de las actividades primarias y de transformación inicial dentro de una estrategia de sustitución de importaciones. Por su parte, el escenario G2 (manufacturas) exhibe un crecimiento más moderado en producción (0,87%), pero con una mayor creación relativa en empleo (1,73%), el impacto energético es el menor de todo el ejercicio, de forma similar que en el choque

anterior.

Finalmente, el escenario G3 (operación y mantenimiento) presenta un crecimiento limitado en producción (1,06%) y bajo impacto en empleo (0,28%), pero destaca por una fuerte expansión en energía hidroeléctrica, acompañada de incrementos relevantes en gas natural y carbón. En conjunto, los resultados indican que la combinación de estímulos a la demanda y sustitución de importaciones amplía los efectos macroeconómicos de la reindustrialización, pero también refuerza la dependencia de insumos energéticos y el incremento de las emisiones de CO₂.

6. Definición de criterios de potencialidad

Partiendo de los resultados presentados previamente, en los que se muestran los escenarios frente a los dos choques, en este apartado se presenta un conjunto de criterios que permiten definir la potencialidad de cada uno de los sectores que forman parte de los eslabones y de la cadena de valor agregada. Por tanto, se consideran diferentes variables para incluir una caracterización amplia respecto a qué sectores pueden generar los impactos más relevantes, tanto en términos de ingreso, empleo y desempeño ambiental, en lo que corresponde al consumo energético, al consumo de agua y a las emisiones producidas.

• Impacto ambiental

Con el fin de estimar los impactos ambientales, se presentan esquemas por “radares” (Anexo 2) que permiten visualizar el consumo de recursos naturales (agua, carbón mineral, gas natural, petróleo) y generación en gramos de CO₂ por sector y eslabón de la cadena productiva.

Los indicadores de radares ambientales muestran que el mayor sector de carga ambiental absoluta e intensiva es el de ‘productos de acero’ que registra 0,000327 Gg CO₂ e, con un uso de 1,47E-07 mm³ de agua azul por producto, y siendo el que más consume petróleo de los sectores analizados. En el extremo opuesto, el sector de ‘productos minerales’ exhibe baja intensidad de gases de efecto invernadero 0,000211 Gg CO₂ e por producto y un consumo de agua por producto de 9,35E-08 mm³.

Considerando las emisiones de gases de efecto invernadero en términos absolutos, el sector con mayores emisiones es el de ‘equipo de transporte’ (0,000334 Gg CO₂ e), seguido por ‘productos de acero’ (0,000327 Gg CO₂ e). Con respecto al uso de agua, el sector con mayor consumo es el de ‘equipo de transporte’, con

1,49E-07 mm³ por producto. Es decir, aunque el sector de mayor carga ambiental sea el de productos de acero, el equipo de transporte presenta el mayor consumo en dos de los recursos ambientales analizados. En cuanto al consumo de petróleo, destacan los sectores de ‘productos de acero’ y de ‘maquinaria y equipo eléctrico’.

En síntesis, con base en los indicadores de intensidades, los sectores estratégicos para la activación de encadenamientos sostenibles son: productos minerales, metales no ferrosos y químicos básicos y fertilizantes. Al cruzar intensidades con encadenamientos (totales y domésticos) del índice Rasmussen, los sectores ancla para maximizar abatimiento y arrastre son: metales no ferrosos, la construcción y la refinación de petróleo, que se ubican en el cuadrante de sectores clave, señalando una base industrial escalable hacia componentes y servicios industriales. En contraste, la ubicación de los equipos de transporte y químicos básicos y fertilizantes sugieren una inserción doméstica incompleta y una oportunidad de política para profundizarlos, por lo que se concluye que la descarbonización de la generación eléctrica y la electrificación en los sectores con mayor encadenamiento concentra el mayor retorno socioambiental y productivo, habilitando contenido local, aprendizaje tecnológico y empleo de calidad para la reindustrialización sin extractivismo.

7. Recomendaciones

Partiendo de los resultados previamente analizados, se concluye que, desde la perspectiva de la oferta, se recomienda impulsar una política de reindustrialización focalizada en la extracción y procesamiento de minerales estratégicos como el cobre y el zinc, complementada con estrategias de sustitución de importaciones. Esta orientación permitiría alcanzar un crecimiento en el producto de hasta 3,79%, con menores emisiones relativas CO₂ y un consumo energético inferior frente a los otros tipos de política industrial centrados en otros eslabones. En este marco, resulta clave avanzar hacia una transformación productiva que evite la exportación de minerales como materia prima, promoviendo su procesamiento local en bienes intermedios y finales, como conductores eléctricos, bobinas, aleaciones e insumos químicos, con el fin de fortalecer encadenamientos productivos y generar mayor valor agregado. Además, el hidrógeno verde se configura como una apuesta estratégica complementaria, en tanto le apunta a dos factores claves: diversificar la matriz energética y habilitar nuevos encadenamientos productivos asociados a electrolizadores, almacenamiento y transporte energético.

Asimismo, se requiere fortalecer las capacidades institucionales y productivas mediante el apoyo a la iniciativa empresarial comprometida con la transición energética, la inversión en investigación, desarrollo e innovación, y la reconversión laboral con énfasis en las tecnologías de transición. En esta línea, es fundamental promover alianzas público-privadas, centros de investigación y universidades que faciliten la transferencia de capacidades hacia actividades de procesamiento y manufactura avanzada. Dado el contexto de alta vulnerabilidad climática que enfrenta el país, la estrategia debe incorporar criterios de justicia ambiental, asegurando que las comunidades más afectadas por el extractivismo y el cambio climático participen de

los beneficios de la transición energética, mediante mejoras en sus condiciones de vida y acceso a nuevas oportunidades productivas.

Desde la perspectiva de la demanda, se recomienda fortalecer instrumentos que fomenten la producción local verde, como lo son las compras públicas con un enfoque que permita y promueva la transferencia tecnológica con el fin de consolidar nuevos mercados para la producción nacional. Este enfoque debe articularse con la continuidad de políticas de inversión pública sostenible en el marco del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), el cual ya incorpora criterios de riesgo climático, diferenciación de proyectos y tasas de descuento ajustadas, fortaleciendo así la coherencia entre objetivos productivos y ambientales.

Finalmente, resulta clave profundizar los mecanismos de financiamiento productivo, tanto desde la oferta como desde la demanda. Por un lado, es necesario fortalecer la capacidad del sistema financiero para canalizar recursos hacia sectores estratégicos para la transición energética y la reindustrialización, por el otro, facilitar el acceso al crédito para las unidades productivas mediante garantías, reducción de tasas de interés, capacitación empresarial y promoción de prácticas de eficiencia energética.

8. Referencias:

Asociación Automotriz del Perú. (2021). Plan Nacional de Electromovilidad (p. 23) [Reporte]. AAP. <https://cpem.pe/docs/plan-nacional-electromovilidad.pdf>.

Climate Action Tracker. (2024). Perú—Policies & Action. Climate Action Tracker. <https://climateactiontracker.org/countries/peru/policies-action/>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2024). Minerales críticos para la transición energética y la electromovilidad: Oportunidades para el desarrollo económico con desafíos socioambientales. CEPAL. <https://www.cepal.org/es/enfoques/minerales-criticos-la-transicion-energetica-la-electromovilidad-oportunidades-desarrollo>

Consejo Nacional de Competitividad y Formalización. (2019). Política Nacional de Competitividad y Productividad 2019–2030 [Documento de Política]. <https://portal.concytec.gob.pe/images/publicaciones/politicas/Politica-Nacional-de-Competitividad-y-Productividad-2019-2030.pdf>

Decreto Supremo que aprueba el Reglamento para la Instalación y Operación de la Infraestructura de Carga de la Movilidad Eléctrica, Decreto Supremo N.º 036-2023-EM (2023). <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/6010633/5325447-ds-036-2023-em-reglamento-icme.PDF?v=1709847912>

Global Green Growth Institute. (2016). Peru: Green Growth Potential Assessment (p. 71) [Report]. GGGI. <https://ggi.org/wp-content/uploads/2018/01/GGPA-Peru-Report.pdf>

H2 Perú. (2024). Hidrógeno de bajas emisiones en el Perú: Una propuesta de H2 Perú para la transición energética y el desarrollo sostenible [Presentación técnica]. Asociación Peruana de Hidrógeno. <https://h2.pe/noticias/h2-peru-publica-su-propuesta-de-hoja-de-ruta-de-hidrogeno-verde-en-el-peru/>

Hoja de Ruta hacia una Economía Circular en el Sector Industria, Decreto Supremo N.º 003-2020-PRODUCE (2020). <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/533350/-437321839617556210520200221-19033-1dtecvio.pdf?v=1582305650>

Ministerio del Ambiente. (2020). Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional. Gobierno del Perú. Ministerio del Ambiente. <https://www.minam.gob.pe/cambioclimatico/ndc/>

Ministerio del Ambiente. (2025). Política Nacional: Estrategia Nacional contra el Cambio Climático hasta 2050. Gobierno del Perú. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/7767750/6562767-politica-nacional-estrategia-nacional-ante-cambio-climatico-al-2050.pdf?v=1741880813>

Partnership for Action on Green Economy. (2017). Perú: Crecimiento verde. Análisis cuantitativo de políticas verdes en sectores seleccionados de la economía. UN-PAGE. <https://www.ilo.org/es/publications/peru-crecimiento-verde-analisis-cuantitativo-de-politicas-verdes-en>

Política Nacional de Desarrollo Industrial al 2030, Decreto Supremo N.º 016-2022-PRODUCE (2022). <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3818987/D.S.%20N%C2%BA%20016-2022-PRODUCE.pdf?v=1669324157>

Política Nacional: Estrategia Nacional ante el Cambio Climático al 2050. Decreto Supremo N.º 012-2024-MINAM, N.º 012-2024. Recuperado de https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/7287707/preview_6228754-decreto-supremo-012-2024-minam.jpg?v=1732718056

Quirós, J. (2024). Evento de cierre proyecto “Análisis de las condiciones del marco normativo y político en Perú para la producción de hidrógeno verde” [Presentación técnica]. <https://eficienciaenergetica.minem.gob.pe/Content/fileman/Uploads/HIDR%C3%93GENO%20VERDE/Presentaci%C3%B3n%20Jairo%20Quiros-Tor-tos%20-%20UCR.pdf>

Rojas, L. (2025). Peru’s economy needs to unlock its green potential. Atlantic Council. <https://www.atlanticcouncil.org/in-depth-research-reports/books/perus-economy-needs-to-unlock-its-green-potential/>

Serrate, L., Iturriza, A., & Urquidi, M. (2023). Hacia el empleo verde en Perú: Ejemplos del potencial de las inversiones en sostenibilidad para creación de empleo equitativo e inclusivo (Informe NOTA TÉCNICA No IDB-TN-2858; p. 42). BID - División de Mercados Laborales. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Hacia-el-empleo-verde-en-Peru-ejemplos-del-potencial-de-las-inversiones-en-sostenibilidad-para-creacion-de-empleo-equitativo-e-inclusivo.pdf>

United Nations Climate Change. (2025). Tercera Contribución Determinada a Nivel Nacional del Perú. UNCC. https://unfccc.int/sites/default/files/2025-11/Documento%20NDC%203.0_UNFCCC.pdf

9. Anexos

9.1. Anexo 1. Metodología

El análisis de la economía peruana se construyó a partir de la base de datos insumo-producto multirregional EORA para el año 2017, incorporando las matrices complementarias y cuentas satélite disponibles en dicha base. La información de empleo se obtuvo de la Encuesta Nacional de Hogares (ENAHOG), cuyos datos fueron armonizados con la clasificación sectorial de EORA para garantizar consistencia en el análisis. La cobertura sectorial comprende 46 sectores, para los cuales se dispone de información homogénea en las dimensiones económica, laboral y ambiental.

A partir de la matriz de transacciones intermedias y del vector de producción (x), se estimaron las matrices de coeficientes técnicos (A), que expresan los requerimientos directos de insumos por unidad de producto de cada sector.

A partir de las matrices de transacciones intermedias domésticas e importadas y del vector de producción (x) se calcularon las matrices de coeficientes técnicos domésticos (A^d) e importados (A^m). La matriz de coeficientes totales se define como $A = A^d + A^m$.

El nivel de producción sectorial se determina mediante:

$$x = (I - A)^{-1} y$$

donde I es la matriz identidad e y el vector de demanda final. Con base en la inversa de Leontief $(I - A)^{-1}$, se calcularon los encadenamientos hacia adelante y hacia atrás de Rasmussen-Hirschman (Rasmussen, 1956; Hirschman, 1958), que permiten identificar los sectores con mayor capacidad de arrastre sobre la demanda de insumos y aquellos con mayor poder de difusión sobre el conjunto de la estructura productiva.

Complementariamente, se estimaron multiplicadores de producción e intensidades sectoriales de empleo y variables ambientales. Las intensidades de empleo se derivaron de la ENAHOG, armonizada con la clasificación sectorial de EORA. Las intensidades ambientales —emisiones, uso de agua, energéticos y recursos naturales— se calcularon como la razón entre el valor de cada variable y el vector de producción sectorial, obteniendo así medidas relativas de uso de agua, fuentes renovables, carbón mineral, gas natural, derivados del petróleo, biocombustibles y electricidad por unidad de producto.

El cálculo de requerimientos totales se expresa formalmente como:

$$Q = q (I - A)^{-1} y$$

donde q es una matriz de intensidades de dimensión $m \times n$, m es el número de variables analizadas (empleo, emisiones, agua y energéticos) y n el número de sectores, las filas de esta matriz recogen los coeficientes de uso directo por unidad de producción para cada variable. La matriz resultante Q contiene los requerimientos totales (directos e indirectos) inducidos por la demanda final, lo que permite identificar simultáneamente los sectores con mayor arrastre productivo, mayores requerimientos energéticos e hídricos, mayores cargas de emisiones y

mayor potencial de generación de empleo (Rasmussen, 1956; Hirschman, 1958; Kagawa et al., 2015; Lenzen et al., 2012).

La combinación de estos indicadores ofrece una visión integrada de la estructura productiva peruana, en la que la capacidad de difusión económica de cada sector se evalúa junto con su desempeño en términos laborales y ambientales —consumo energético, uso de agua y emisiones vinculadas al proceso productivo.

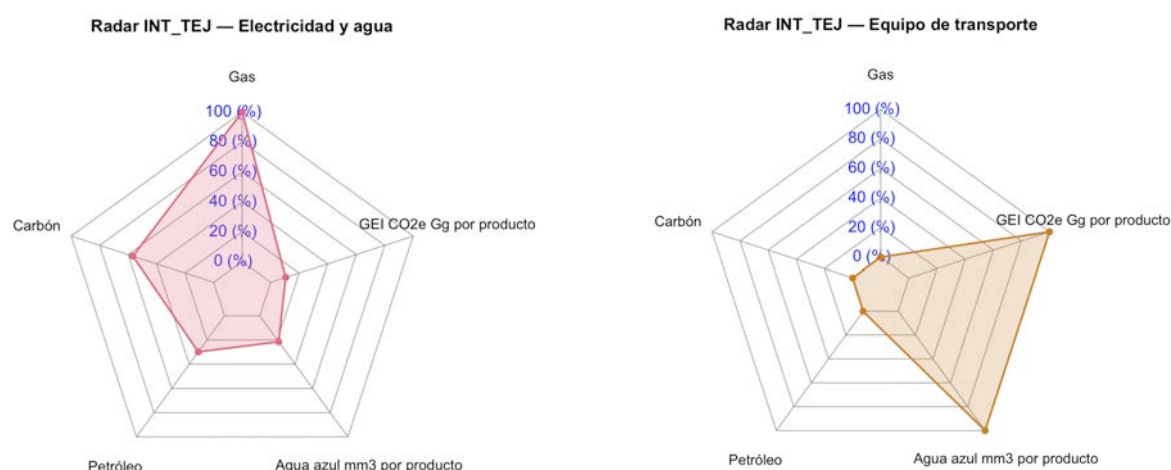
Con base en estos resultados, los sectores analizados se agruparon en cuatro categorías según su posición dentro de la cadena de valor de la transición energética:

- Grupo 1: Todos los sectores identificados como parte de la cadena de valor de la transición energética.
- Grupo 2: Sectores asociados a los eslabones de minería y procesamiento de materiales críticos para la transición energética.
- Grupo 3: Sectores vinculados a la manufactura y ensamblaje de componentes y equipos asociados a la transición energética.
- Grupo 4: Sectores correspondientes a los eslabones de operación y mantenimiento de tecnologías limpias.

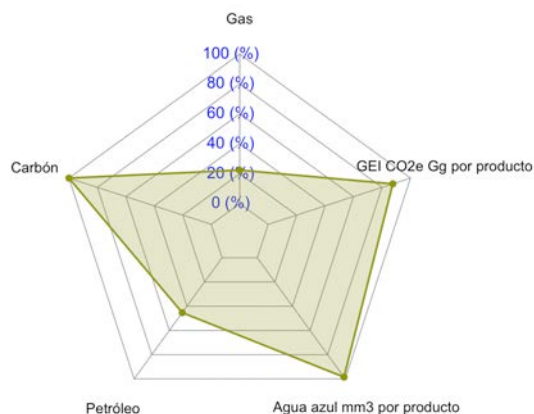
Para cada grupo se simularon dos tipos de choques. El primero aplicó un incremento del 50% en la demanda final de los sectores seleccionados, tomando como referencia las proyecciones descritas en secciones previas.

El segundo modeló una reducción del 30% en el componente importado de los sectores de manufactura y ensamblaje (equivalente a una sustitución por producción nacional) para evaluar el efecto de políticas de contenido local sobre los encadenamientos productivos. La combinación de ambos choques con los cuatro grupos genera ocho escenarios que permiten comparar intervenciones de alcance general con alternativas focalizadas en segmentos específicos de la cadena.

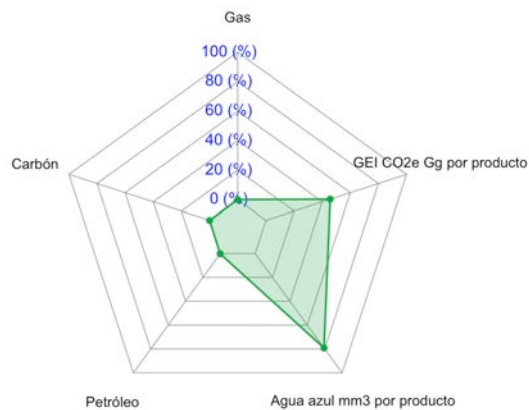
9.2. Anexo 2. Radares



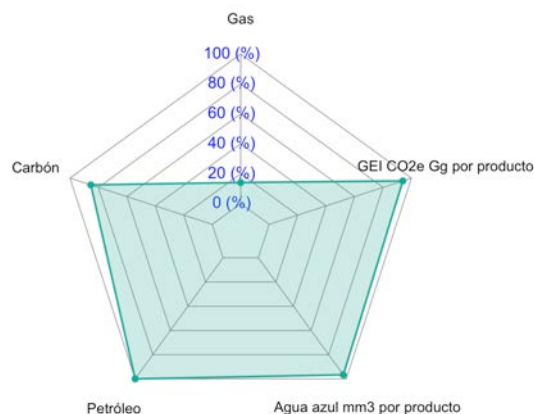
Radar INT_TEJ — Maquinaria y equipo eléctrico



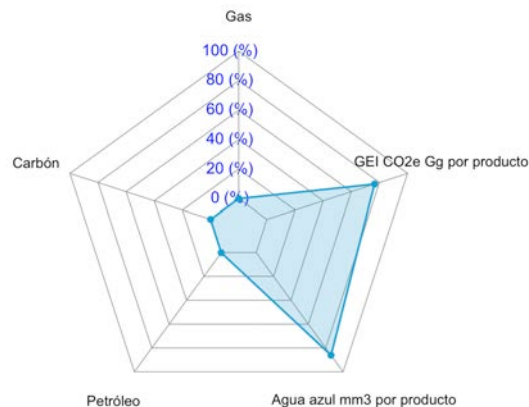
Radar INT_TEJ — Metales no ferrosos



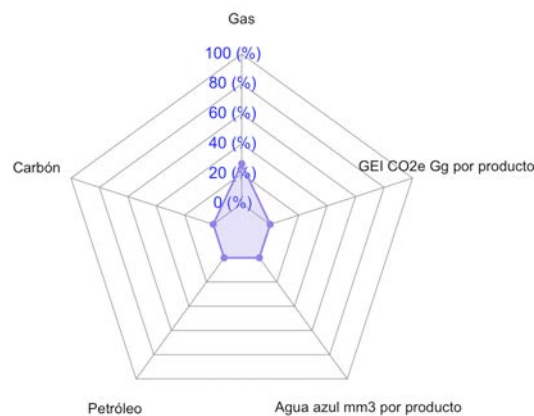
Radar INT_TEJ — Productos de acero



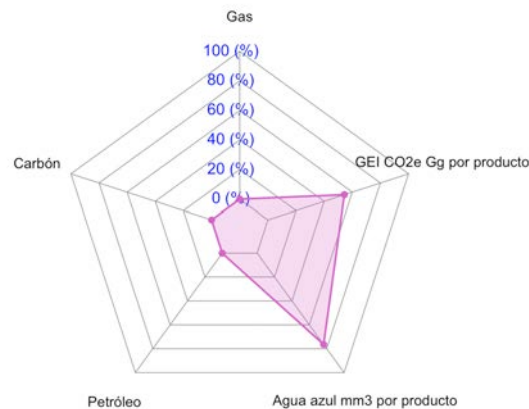
Radar INT_TEJ — Productos metálicos diversos



Radar INT_TEJ — Productos minerales



Radar INT_TEJ — Químicos básicos y fertilizantes





 @polentjcol

 @polentjcol

 POLEN Transiciones Justas

 www.polentj.org