



CONSULTORÍA ADIM-2030

# Propuesta Preliminar de la ADIM 2030

## Entregable 4 — ADIM-2030

...

Agenda de Descarbonización de las Industrias Manufactureras al 2030 (ADIM-2030)

Encargada por PNUD Perú en coordinación con la

Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria (DGAAMI)

Ministerio de la Producción (PRODUCE)

Consultor responsable: Ricardo Pareja Soto

14 de septiembre de 2026

# Índice

| Sección                                                                     | Página |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------|
| RESUMEN EJECUTIVO                                                           | 3      |
| 1. INTRODUCCIÓN                                                             | 8      |
| 2. MARCO ESTRATÉGICO Y DE POLÍTICA PÚBLICA                                  | 10     |
| 3. DIAGNÓSTICO DE LA DESCARBONIZACIÓN DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA PERUANA | 18     |
| 4. VISIÓN Y OBJETIVOS DE LA AGENDA                                          | 30     |
| 5. ESCENARIOS DE DESCARBONIZACIÓN                                           | 38     |
| 6. LÍNEAS ESTRATÉGICAS DE INTERVENCIÓN                                      | 45     |
| 7. PORTAFOLIO DE ACCIONES ESTRATÉGICAS DE DESCARBONIZACIÓN                  | 49     |
| 8. HABILITADORES PARA LA DESCARBONIZACIÓN DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA     | 56     |
| 9. GOBERNANZA E IMPLEMENTACIÓN                                              | 68     |
| 10. SISTEMA DE MONITOREO, REPORTE Y EVALUACIÓN                              | 74     |
| 11. HOJA DE RUTA DE IMPLEMENTACIÓN                                          | 76     |
| Anexos                                                                      | 78     |

# RESUMEN EJECUTIVO

## Agenda de Descarbonización de las Industrias Manufactureras al 2030 (ADIM 2030)

La Agenda de Descarbonización de las Industrias Manufactureras al 2030 (ADIM 2030) es un instrumento público, voluntario y de carácter promocional que orienta la reducción progresiva de las emisiones de gases de efecto invernadero en la industria manufacturera peruana. No constituye una norma obligatoria ni sancionadora, sino una hoja de ruta que ordena prioridades, metas, líneas de acción y mecanismos de apoyo para que empresas, gremios e instituciones transiten hacia una industria baja en carbono, competitiva y alineada con los compromisos climáticos del país.

### 1. Relevancia estratégica y vínculo con los compromisos climáticos

La ADIM 2030 se enmarca en el Acuerdo de París y en las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC), a través de las cuales el Perú ha establecido metas absolutas de emisiones al 2030 y una trayectoria hacia la neutralidad de carbono al 2050. La agenda traduce estos compromisos en acciones concretas de descarbonización industrial, articulando las ocho medidas de mitigación bajo responsabilidad del Ministerio de la Producción (PRODUCE) y complementándolas con acciones estratégicas transversales y sectoriales adicionales.

En el plano interno, la ADIM 2030 se alinea con la Ley Marco sobre Cambio Climático, la Estrategia Nacional ante el Cambio Climático al 2050 (ENCC 2050), la Política Nacional del Ambiente, el Plan Nacional de Competitividad y Productividad y la Hoja de Ruta de Economía Circular de las Industrias Manufactureras y Comercio Interno al 2030. Esta articulación asegura que la descarbonización industrial contribuya directamente al cumplimiento de las metas climáticas nacionales, mientras impulsa la productividad, innovación y acceso a mercados internacionales que exigen productos de baja huella de carbono.

### 2. Problemática y principales fuentes de emisiones

El diagnóstico de la ADIM 2030 se construye a partir del Inventario Nacional de GEI 2000-2021 y del Balance Nacional de Energía 2021, definiendo un perímetro analítico de 15.707,5 kt CO<sub>2</sub>eq para la industria manufacturera en 2021, sin minería y con la construcción que el inventario no permite separar, que integra procesos industriales, combustión estacionaria y aguas residuales industriales. En este perímetro, los procesos industriales representan el 46,9 % de las emisiones, la combustión estacionaria el 46,4 % y las aguas residuales el 6,7 %, evidenciando el peso combinado de los procesos químicos y de la energía en la huella del sector.

La concentración de emisiones en procesos industriales (IPPU) es especialmente marcada: la producción de cemento explica alrededor del 70 % de las emisiones de proceso, mientras los refrigerantes hidrofluorocarbonos (HFC) asociados a refrigeración y aire acondicionado aportan cerca del 15,8 %, sumando juntos más del 85 % de las emisiones IPPU. A esto se añaden la cal, los metales (acero y zinc),

las cerámicas y ladrilleras, el vidrio, el ácido nítrico y las aguas residuales de pulpa y papel, alimentos y bebidas, que configuran un conjunto de subsectores donde la descarbonización requiere combinar cambios tecnológicos, eficiencia energética, sustitución de combustibles, mejor gestión de residuos y fortalecimiento de la gobernanza.

### 3. Proceso participativo de formulación

La elaboración de la ADIM 2030 se sustenta en una base técnica robusta y en un proceso participativo amplio. Se realizaron ocho talleres en Lima y en regiones como Trujillo y Arequipa, con la participación de más de cien representantes de empresas, gremios, instituciones públicas y academia, así como encuestas y otros mecanismos de consulta.

Este proceso permitió contrastar la evidencia cuantitativa del inventario y del balance energético con la experiencia de los actores, identificar barreras (regulatorias, financieras, tecnológicas, de información y capacidades) y condiciones habilitantes, y recoger propuestas de acciones estratégicas sectoriales y transversales. La agenda fue retroalimentada por la Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria (DGAAMI) y se socializará con los actores, asegurando coherencia institucional, legitimidad y trazabilidad en la construcción de la hoja de ruta.

### 4. Visión y objetivos al 2030

La ADIM 2030 plantea una visión de industria manufacturera que, al año 2030, ha incorporado la descarbonización como eje estructural de su estrategia de negocio, integrándola con la competitividad, la modernización tecnológica y la economía circular.

**El objetivo general de la agenda es orientar la transición de la manufactura hacia una producción baja en carbono, mediante un conjunto integrado de acciones estratégicas normativas, tecnológicas, financieras, de información, de capacidades y de medición, reporte y verificación (MRV).** Los nueve objetivos específicos (4.3) son: fortalecer el marco normativo y la gobernanza; reducir las emisiones de proceso de cemento, cal y ladrillos; promover la eficiencia energética y la electrificación; acelerar la transición hacia refrigerantes de menor impacto climático; promover la economía circular; consolidar los sistemas de MRV; movilizar financiamiento e incentivos; fortalecer capacidades; y consolidar la articulación público-privada y el seguimiento de la Agenda.

### 5. Medidas de mitigación NDC bajo responsabilidad de PRODUCE

Las ocho medidas de mitigación NDC lideradas por PRODUCE constituyen la columna vertebral de la ADIM 2030 para la descarbonización industrial. Se distribuyen entre el sector de procesos industriales y uso de productos (PIUP) y el sector energía – combustión estacionaria, cubriendo principalmente cemento, refrigerantes, ácido nítrico y eficiencia energética en cementeras y ladrilleras.

**Tabla 1. Medidas NDC de PRODUCE por sector del inventario**

| N° | Sector responsable          | Sector del inventario                    | Código NDC | Descripción de la medida                                                                                                               |
|----|-----------------------------|------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 59 | Ministerio de la Producción | Procesos industriales y uso de productos | PIUP1      | Sustitución de clínker para disminuir la relación clínker/cemento mediante la producción de cementos adicionados (Factor clínker).     |
| 60 | Ministerio de la Producción | Procesos industriales y uso de productos | PIUP2      | Reemplazo de refrigerantes por alternativas de menor potencial de calentamiento global.                                                |
| 61 | Ministerio de la Producción | Procesos industriales y uso de productos | PIUP3      | Reducción de las emisiones de óxido nitroso en la industria de fabricación de ácido nítrico.                                           |
| 62 | Ministerio de la Producción | Energía – combustión estacionaria        | ECE16      | Uso de combustibles derivados de residuos como sustituto de combustibles fósiles en hornos de producción de clínker (coprocesamiento). |
| 63 | Ministerio de la Producción | Energía – combustión estacionaria        | ECE17      | Mejora de la eficiencia energética en los procesos de producción de cemento para reducir el consumo de energía eléctrica.              |
| 64 | Ministerio de la Producción | Energía – combustión estacionaria        | ECE15      | Cambio a hornos de mayor eficiencia energética en hornos ladrilleros industriales.                                                     |
| 65 | Ministerio de la Producción | Energía – combustión estacionaria        | ECE14      | Instalación de ventiladores y cambio de hornos de inversión en ladrilleras artesanales.                                                |
| 66 | Ministerio de la Producción | Energía – combustión estacionaria        | ECE18      | Eficiencia energética a través de intervenciones integrales en el sector industrial manufacturero.                                     |

**Tabla 2. Reducción estimada al 2030 por medida NDC**

| Código NDC | Subsector principal                          | Reducción estimada al 2030 (Mt CO <sub>2</sub> eq) |
|------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| PIUP1      | Cemento – procesos industriales              | 0,954                                              |
| PIUP2      | Refrigeración y aire acondicionado (HFC)     | 1,650                                              |
| PIUP3      | Industria de ácido nítrico                   | 0,029                                              |
| ECE16      | Producción de clínker – coprocesamiento      | 0,175                                              |
| ECE17      | Producción de cemento – eficiencia eléctrica | 0,119                                              |
| ECE15      | Ladrilleras industriales                     | 0,480                                              |
| ECE14      | Ladrilleras artesanales                      | 0,210                                              |

| Código NDC | Subsector principal                         | Reducción estimada al 2030 (Mt CO <sub>2</sub> eq) |
|------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| ECE18      | Manufactura diversa – eficiencia energética | 0,018                                              |

**Tabla 3. Enfoque de acción de las medidas NDC**

| Código NDC | Tipo de intervención principal      | Tipo de emisión abordada                                    |
|------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| PIUP1      | Sustitución de insumos y tecnología | Emisiones de proceso por calcinación de caliza (clínker).   |
| PIUP2      | Sustitución de sustancias           | Emisiones de HFC de alto potencial de calentamiento global. |
| PIUP3      | Mejora tecnológica                  | Emisiones de N <sub>2</sub> O en procesos químicos.         |
| ECE16      | Cambio de combustible               | Emisiones por combustión en hornos de clínker.              |
| ECE17      | Eficiencia energética               | Emisiones asociadas al consumo eléctrico (alcance 2).       |
| ECE15      | Modernización de hornos             | Emisiones por combustión en ladrilleras industriales.       |
| ECE14      | Ventilación y cambio de hornos      | Emisiones por combustión en ladrilleras artesanales.        |
| ECE18      | Paquetes integrales de eficiencia   | Emisiones energéticas en manufactura diversa.               |

En conjunto, estas ocho medidas representan una reducción estimada de 3,635 Mt CO<sub>2</sub>eq al año 2030, según el listado vigente de medidas NDC aprobado por el Decreto Supremo N.º 019-2025-MINAM, construido sobre la Programación Tentativa Sectorial de Mitigación (PTS, 2018) y las programaciones tentativas actualizadas de las medidas de refrigerantes y de óxido nitroso (PRODUCE, diciembre de 2022). La ADIM 2030 busca asegurar su cumplimiento, acelerar su implementación mediante habilitantes y ampliar su alcance a otros subsectores con potencial de mitigación.

## 6. Actores clave y horizonte de ejecución

La puesta en marcha de la ADIM 2030 se apoya en una arquitectura de actores liderada por PRODUCE y MINAM, complementada por MEF, gobiernos regionales, gremios empresariales, empresas manufactureras, academia, CITE, cooperación internacional y el sistema financiero. PRODUCE conduce la política industrial y las medidas NDC sectoriales, mientras que MINAM garantiza la coherencia con la política climática, los inventarios y los sistemas de transparencia y financiamiento climático.

El horizonte de ejecución se estructura en dos tramos: corto plazo (2026–2028), orientado a consolidar el andamiaje normativo, institucional, financiero y de información (MRV, normas técnicas, plataformas de datos, programas piloto de eficiencia y combustibles limpios); y mediano plazo (2029–2030), centrado en escalar las acciones estratégicas, consolidar rutas tecnológicas en subsectores clave y demostrar reducciones verificables de emisiones. Este cronograma busca que, hacia 2030, la industria manufacturera haya materializado el potencial de mitigación comprometido en las NDC y avanzado en acciones adicionales derivadas de la ADIM 2030.

## **7. Mensaje clave para la competitividad de la industria manufacturera**

La ADIM 2030 plantea un mensaje central: descarbonizar la industria manufacturera no es únicamente una exigencia climática, sino una condición para preservar y fortalecer la competitividad del sector y su aporte al desarrollo nacional. En un contexto de clubes climáticos, posibles ajustes en frontera por contenido de carbono y criterios ambientales cada vez más exigentes en mercados y financiamiento, una manufactura que reduce su huella de carbono estará mejor posicionada para mantener acceso a mercados, atraer inversión y generar empleo de calidad.

La agenda muestra que medidas como la reducción del factor clínker en cementos, la modernización de hornos ladrilleros, la sustitución de refrigerantes de alto potencial de calentamiento global, la eficiencia energética y la economía circular son palancas claras de competitividad: disminuyen costos operativos, mejoran el desempeño ambiental, diferencian productos y refuerzan la reputación de las empresas peruanas. En este sentido, la descarbonización industrial es un requisito para que la industria manufacturera siga siendo motor del crecimiento, de la innovación y de la generación de empleo, y una contribución decisiva al cumplimiento de los compromisos climáticos del Perú.

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Propósito de la Agenda

La Agenda de Descarbonización de las Industrias Manufactureras al 2030 (ADIM 2030) es un instrumento público, voluntario y promocional que orienta la reducción progresiva de emisiones de gases de efecto invernadero en la industria manufacturera peruana. No es una norma obligatoria ni sancionadora, sino una hoja de ruta que ordena prioridades, metas, líneas de acción e instrumentos de apoyo para que empresas, gremios e instituciones avancen en la transición hacia una industria baja en carbono, competitiva y alineada con los compromisos climáticos del país.

## 1.2 Alcance

El alcance de la ADIM 2030 cubre las emisiones de la industria manufacturera que, en el inventario nacional de gases de efecto invernadero, se distribuyen en tres grandes frentes: combustión estacionaria en instalaciones industriales (categoría 1.A.2 del sector Energía), procesos industriales y uso de productos (IPPU/PIUP, categorías 2.A–2.F) y aguas residuales industriales (categoría 5.D.2 del sector Desechos). La agenda se enfoca en los subsectores con mayor peso en las emisiones de proceso y de consumo energético –principalmente cemento, refrigerantes HFC, cal, ladrilleras, metalurgia, alimentos y bebidas, textiles, químicos, fertilizantes, cuero, agroindustria, cerámicos y vidrio, entre otros–, sin excluir la posibilidad de incorporar progresivamente otros rubros industriales conforme se disponga de mejor información y capacidades.

## 1.3 Metodología de elaboración

La ADIM 2030 se formula sobre una base técnica consolidada en el Informe de Diagnóstico, que responde a cinco preguntas clave: dónde están las emisiones del sector, qué está comprometido para reducirlas, qué las traba, qué señalaron los actores y cómo priorizar las medidas. Para ello se utilizó la taxonomía del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) y el Inventario Nacional de GEI como referencia central, complementados con el Balance Nacional de Energía y cálculos por planta que identifican emisores concretos en subsectores como cemento, metales, cal, vidrio y química, asegurando consistencia entre fuentes y trazabilidad de los datos. La formulación de la agenda también incorpora el análisis de las medidas NDC vigentes, los instrumentos de política sectorial y las condiciones habilitantes, de modo que las líneas de acción se apoyen en marcos regulatorios y económicos ya existentes.

El proceso de elaboración de la ADIM 2030 se organiza en cinco fases:

1. **Conceptualización de la agenda.** Definición del propósito, alcance y enfoque de la ADIM 2030, identificando los subsectores prioritarios, los tipos de emisiones a abordar y la relación con los compromisos nacionales e internacionales de cambio climático. En esta fase se precisan las

preguntas clave del diagnóstico, los criterios de priorización y la estructura general del instrumento.

2. **Organización y recopilación de información mediante un proceso participativo.** Levantamiento y consolidación de información técnica y sectorial a través de una combinación de fuentes: análisis del inventario nacional de GEI, del Balance Nacional de Energía y de datos por planta, complementados con un proceso participativo que incluye talleres con actores clave de la industria manufacturera, gremios, instituciones públicas, academia y cooperación internacional, así como encuestas y otros mecanismos de consulta. Esta fase permite contrastar la evidencia cuantitativa con la experiencia de los actores, identificar barreras y condiciones habilitantes y recoger propuestas de acciones estratégicas.
3. **Retroalimentación con la Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria (DGAAMI).** Discusión y validación técnica de los hallazgos del diagnóstico y de los lineamientos preliminares de la agenda con la DGAAMI, como autoridad ambiental del sector industrial. Esta fase asegura que la ADIM 2030 se articule coherentemente con los instrumentos y responsabilidades sectoriales existentes, y que las propuestas de acciones estratégicas y habilitadores se ajusten a las capacidades y prioridades institucionales.
4. **Redacción de la propuesta y devolución a los actores participantes.** Elaboración del documento de propuesta de la ADIM 2030, estructurado en capítulos y acciones estratégicas, sobre la base de la información técnica y de la retroalimentación institucional. El borrador se devuelve a los actores que participaron en el proceso (empresas, gremios, instituciones públicas, academia y otros) para recoger comentarios, ajustes y aportes adicionales, reforzando el carácter participativo y colaborativo de la agenda.
5. **Documento final y diagramado de la ADIM 2030.** Integración de la retroalimentación recibida, cierre técnico de la propuesta y preparación del documento final, incluyendo edición y diagramación para su publicación y difusión. Esta fase culmina en una versión de la ADIM 2030 que combina rigor técnico, claridad comunicacional y trazabilidad del proceso, lista para ser utilizada como hoja de ruta de descarbonización de la industria manufacturera al 2030.

## 1.4 Proceso participativo

La elaboración de la ADIM 2030 se sustenta en un proceso participativo que incluyó ocho talleres con más de cien participantes de empresas, gremios, instituciones públicas y academia, tanto en Lima como en regiones como Trujillo y Arequipa. Estos talleres permitieron recoger aportes sobre diagnóstico, barreras, condiciones habilitantes y propuestas de acciones, incorporando perspectivas sectoriales (cemento, refrigerantes HFC, cal, ladrilleras, metalurgia, alimentos y bebidas, textiles, químicos, fertilizantes, cuero, agroindustria, cerámicos y vidrio, entre otros) y temas transversales como economía circular, huella de carbono, MRV, financiamiento y gobernanza. Los resultados fueron sistematizados y utilizados para validar y enriquecer la priorización técnica, asegurando que la agenda refleje tanto la evidencia cuantitativa como la experiencia y expectativas de los actores involucrados.

## 2. MARCO ESTRATÉGICO Y DE POLÍTICA PÚBLICA

### 2.1 Contexto internacional

#### Acuerdo de París

La ADIM 2030 se inscribe en el marco del Acuerdo de París, que establece la meta global de limitar el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C y proseguir esfuerzos para limitarlo a 1,5 °C, mediante contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC) revisadas periódicamente. Este acuerdo exige que los países fortalezcan sus sistemas de medición, reporte y verificación (MRV) de emisiones y diseñen estrategias de largo plazo para alcanzar la neutralidad de carbono hacia mediados de siglo, lo que otorga a la descarbonización industrial un rol clave en la trayectoria peruana de reducción de emisiones.

#### Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC)

Las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC), por sus siglas en inglés, son el instrumento central mediante el cual cada país expresa su compromiso climático en el marco del Acuerdo de París. A través de las NDC, los Estados establecen metas y trayectorias para reducir emisiones de gases de efecto invernadero, fortalecer la adaptación frente a los impactos del cambio climático y avanzar hacia la neutralidad de carbono a mediados de siglo. En el caso del Perú, la actualización de las NDC define metas absolutas de emisiones al 2030 y un conjunto de medidas específicas por sector, entre ellas las ocho bajo responsabilidad de PRODUCE que la ADIM 2030 toma como referencia para estructurar su agenda de descarbonización industrial. En el contexto internacional de la ADIM 2030, las NDC funcionan como el “puente” entre la política global del Acuerdo de París y las decisiones concretas de inversión, regulación y tecnología en la industria manufacturera: lo que la agenda industrial haga o deje de hacer se medirá, en última instancia, contra el cumplimiento de estos compromisos climáticos nacionales.

Las NDC abarcan distintos tipos de acción climática. Por un lado, recogen medidas de mitigación, que buscan reducir o evitar emisiones de GEI en sectores como energía, industria, transporte, agricultura y residuos; la ADIM 2030 se inscribe principalmente en este componente, al ordenar medidas para procesos industriales, consumo de energía y gestión de refrigerantes en la manufactura. Por otro lado, incluyen medidas de adaptación, orientadas a disminuir la vulnerabilidad frente a eventos extremos, estrés hídrico, cambios en patrones de temperatura y precipitación, y otros impactos, lo que para la industria se traduce en mejor gestión del agua, infraestructura resiliente y diversificación de fuentes de energía y materias primas. Además, las discusiones sobre daños y pérdidas (loss and damage) reconocen que, aún con mitigación y adaptación, habrá impactos inevitables que requieren mecanismos de apoyo financiero y técnico, especialmente para países vulnerables; este marco refuerza la necesidad de que la industria reduzca sus propias emisiones y aumente su resiliencia para no agravar estos daños. En este entramado, el Artículo 6 del Acuerdo de París abre la puerta a la cooperación internacional basada en resultados de mitigación transferidos y mercados de carbono, lo que implica que las medidas de

descarbonización industrial que la ADIM 2030 impulse podrían, si cuentan con un sistema robusto de medición, reporte y verificación, acceder a esquemas de financiamiento y créditos de carbono, reforzando la viabilidad económica de proyectos en cemento, ladrilleras, eficiencia energética y otras áreas. De este modo, la agenda industrial peruana se vincula no solo con las metas internas de las NDC, sino también con las oportunidades y exigencias de un régimen climático internacional cada vez más centrado en resultados verificables y cooperación basada en carbono.

## **Balance Global**

El mecanismo de Balance Global del Acuerdo de París revisa cada cinco años el progreso colectivo hacia las metas climáticas, lo que implica para el Perú la necesidad de demostrar avances concretos en la reducción de emisiones de sectores intensivos como la industria manufacturera. La ADIM 2030 ayuda a organizar la respuesta del sector industrial frente a este escrutinio internacional, definiendo líneas de acción, indicadores y posibles contribuciones empresariales voluntarias que puedan ser cuantificadas y reportadas en futuros ciclos de balance global.

## **Climate Club**

A nivel internacional han surgido iniciativas como el “Climate Club” y otros esquemas de cooperación y presión regulatoria que vinculan el desempeño climático de los sectores industriales con acceso a mercados, financiamiento y tecnologías. La ADIM 2030 busca posicionar a la industria manufacturera peruana en esta nueva geografía regulatoria, reduciendo riesgos de medidas de ajuste en frontera y aprovechando oportunidades de inversión e innovación asociadas a la producción baja en carbono.

## **Transición industrial baja en carbono**

La transición industrial baja en carbono se apoya en palancas tecnológicas como la eficiencia térmica y eléctrica, la sustitución de combustibles fósiles por alternativas de menor huella, el uso de materiales cementicios suplementarios, la electrificación de procesos y la captura, utilización y almacenamiento de carbono (CCUS). La ADIM 2030 incorpora estas rutas tecnológicas, inspirándose en hojas de ruta sectoriales internacionales y adaptándolas al contexto peruano, de manera que la industria pueda mantener su competitividad al tiempo que reduce sus emisiones.

## **Otros**

Además del Acuerdo de París, la agenda se enmarca en instrumentos internacionales como el Protocolo de Montreal y su Enmienda de Kigali para la reducción de HFC, las directrices del IPCC para inventarios nacionales y protocolos corporativos como el GHG Protocol y las guías sectoriales del cemento. Estos referentes proporcionan metodologías, estándares de MRV y experiencias de reducción de emisiones que la ADIM 2030 aprovecha para definir criterios de medición, líneas de acción y mecanismos de cooperación técnica con organismos internacionales y redes sectoriales.

## 2.2 Marco nacional

### Ley Marco sobre Cambio Climático

La Ley Marco sobre Cambio Climático N.º 30754, promulgada en 2018, establece los principios, enfoques y disposiciones generales para la gestión integral, participativa y transparente de las medidas de mitigación y adaptación al cambio climático en el Perú, definiendo obligaciones para todos los sectores, incluido el industrial. Su reglamento, aprobado en 2019, detalla las funciones del Ministerio del Ambiente (MINAM) como autoridad nacional y de las autoridades sectoriales, regionales y locales, precisando que cada sector debe formular políticas, estrategias y planes de acción climáticos en el marco de sus competencias. Para la industria manufacturera, este marco significa que PRODUCE tiene la responsabilidad de diseñar e implementar medidas de reducción de emisiones y de gestión de riesgos climáticos, y que instrumentos como la ADIM 2030 operan como piezas sectoriales que contribuyen al cumplimiento de la Ley, aportando insumos técnicos y programáticos para la actualización de planes como el Plan Nacional de Mitigación y Adaptación y otros instrumentos sectoriales vinculados.

### ENCC 2050 y procesos industriales

La Política Nacional: Estrategia Nacional ante el Cambio Climático al 2050 (ENCC 2050), aprobada mediante Decreto Supremo N.º 012-2024-MINAM, es el principal instrumento de largo plazo del país para enfrentar el cambio climático y es de cumplimiento obligatorio para las entidades públicas y aplicable a actores privados. Entre sus siete objetivos prioritarios, la ENCC 2050 incluye expresamente la reducción de emisiones de GEI en los procesos industriales y en el uso de sustancias químicas refrigerantes, lo que coloca al sector manufacturero y al uso de HFC bajo un paraguas de política nacional claro y vinculante. En este contexto, la ADIM 2030 funciona como la traducción sectorial de ese objetivo prioritario: concreta acciones específicas en cemento, cal, ladrillos, metales y refrigerantes, y se articula con acciones de otros sectores —energía, residuos, transporte— que influyen sobre las emisiones industriales, asegurando que la descarbonización manufacturera se implemente de manera coherente con la trayectoria de carbono-neutralidad y reducción de daños y pérdidas que el país se ha fijado al 2050.

### NDC Perú

Las NDC actualizadas del Perú establecen metas absolutas de emisiones al 2030 y un listado oficial de medidas de mitigación, dentro del cual se incluyen ocho medidas bajo responsabilidad directa del Ministerio de la Producción (PRODUCE). Estas medidas están detalladas en el Decreto Supremo N.º 019-2025-MINAM<sup>1</sup>, que aprueba el listado vigente de medidas de mitigación y adaptación de las NDC, y se distribuyen entre los sectores de procesos industriales y uso de productos y el sector energía-combustión estacionaria.

---

<sup>1</sup> <https://www.gob.pe/institucion/minam/normas-legales/7228637-019-2025-minam>

En el bloque de procesos industriales y uso de productos, PRODUCE conduce tres medidas: PIUP1, que impulsa la sustitución de clínker para disminuir la relación clínker/cemento mediante la producción de cementos adicionados; PIUP2, que promueve el reemplazo de refrigerantes por alternativas de menor potencial de calentamiento global; y PIUP3, orientada a la reducción de emisiones de óxido nítrico en la industria de fabricación de ácido nítrico. En el bloque de energía, combustión estacionaria, PRODUCE lidera cinco medidas: ECE16, que fomenta el uso de combustibles derivados de residuos como sustituto de combustibles fósiles en hornos de producción de clínker (coprocesamiento); ECE17, que mejora la eficiencia energética en los procesos de producción de cemento para reducir el consumo de energía eléctrica; ECE15, que promueve el cambio a hornos de mayor eficiencia energética en hornos ladrilleros industriales; ECE14, que impulsa la instalación de ventiladores y el cambio de hornos de inversión en ladrilleras artesanales; y ECE18, que desarrolla intervenciones integrales de eficiencia energética en el sector industrial manufacturero.

En conjunto, las ocho medidas de mitigación bajo responsabilidad de PRODUCE representan una reducción estimada de 3,635 Mt CO<sub>2</sub>eq al año 2030 —cifra que incluye el reemplazo de refrigerantes, de alcance nacional, por lo que no es íntegramente atribuible a la manufactura (5.5)—, según las trayectorias de la Programación Tentativa Sectorial de Mitigación (PTS, 2018) y las programaciones tentativas actualizadas de las medidas de refrigerantes y de óxido nítrico (PRODUCE, diciembre de 2022), sobre el listado de medidas consolidado en el Decreto Supremo N.º 019-2025-MINAM. La ADIM-2030 se apoya en este paquete como columna vertebral de la agenda: articula y amplía las medidas NDC, tomando como punto de partida su potencial de mitigación, estado de implementación y condiciones habilitantes, de manera que la acción sectorial de descarbonización contribuya directamente y de forma verificable al cumplimiento de las metas climáticas nacionales al 2030.

A continuación se presenta el listado de las ocho medidas NDC bajo responsabilidad de PRODUCE:

- PIUP1 – Sustitución de clínker para disminuir la relación clínker/cemento produciendo cementos adicionados (Factor Clínker). Sector del inventario: procesos industriales y uso de productos (PIUP). Reducción estimada al 2030: 0,954 Mt CO<sub>2</sub>eq.
- PIUP2 – Reemplazo de refrigerantes por alternativas de menor potencial de calentamiento global. Sector del inventario: procesos industriales y uso de productos (PIUP). Reducción estimada al 2030: 1,650 Mt CO<sub>2</sub>eq.
- PIUP3 – Reducción de las emisiones de óxido nítrico en la industria de fabricación de ácido nítrico. Sector del inventario: procesos industriales y uso de productos (PIUP). Reducción estimada al 2030: 0,029 Mt CO<sub>2</sub>eq.
- ECE16 – Uso de combustibles derivados de residuos como sustituto de combustibles fósiles en hornos de producción de clínker (coprocesamiento). Sector del inventario: energía (combustión estacionaria). Reducción estimada al 2030: 0,175 Mt CO<sub>2</sub>eq.
- ECE17 – Mejora de la eficiencia energética en los procesos de producción de cemento para reducir el consumo de energía eléctrica. Sector del inventario: energía (combustión estacionaria). Reducción estimada al 2030: 0,119 Mt CO<sub>2</sub>eq.

- ECE15 – Cambio a hornos de mayor eficiencia energética en hornos ladrilleros industriales. Sector del inventario: energía (combustión estacionaria). Reducción estimada al 2030: 0,480 Mt CO<sub>2</sub>eq.
- ECE14 – Instalación de ventiladores y cambio de hornos de inversión en ladrilleras artesanales. Sector del inventario: energía (combustión estacionaria). Reducción estimada al 2030: 0,210 Mt CO<sub>2</sub>eq.
- ECE18 – Eficiencia energética a través de intervenciones integrales en el sector industrial manufacturero. Sector del inventario: energía (combustión estacionaria). Reducción estimada al 2030: 0,018 Mt CO<sub>2</sub>eq.

| N° | Sector responsable          | Sector del inventario                    | Código medida NDC | Descripción de la medida                                                                                                               | Reducción al 2030 (Mt CO <sub>2</sub> eq) |
|----|-----------------------------|------------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 59 | Ministerio de la Producción | Procesos industriales y uso de productos | PIUP1             | Sustitución de clínker para disminuir la relación clínker/cemento produciendo cementos adicionados (Factor Clínker).                   | 0,954                                     |
| 60 | Ministerio de la Producción | Procesos industriales y uso de productos | PIUP2             | Reemplazo de refrigerantes por alternativas de menor potencial de calentamiento global.                                                | 1,650                                     |
| 61 | Ministerio de la Producción | Procesos industriales y uso de productos | PIUP3             | Reducción de las emisiones de óxido nítrico en la industria de fabricación de ácido nítrico.                                           | 0,029                                     |
| 62 | Ministerio de la Producción | Energía                                  | ECE16             | Uso de combustibles derivados de residuos como sustituto de combustibles fósiles en hornos de producción de clínker (coprocesamiento). | 0,175                                     |
| 63 | Ministerio de la Producción | Energía                                  | ECE17             | Mejora de la eficiencia energética en los procesos de producción de cemento para reducir el consumo de energía eléctrica.              | 0,119                                     |
| 64 | Ministerio de la Producción | Energía                                  | ECE15             | Cambio a hornos de mayor eficiencia energética en hornos ladrilleros industriales.                                                     | 0,480                                     |
| 65 | Ministerio de la Producción | Energía                                  | ECE14             | Instalación de ventiladores y cambio de hornos de inversión en ladrilleras artesanales.                                                | 0,210                                     |

| N° | Sector responsable          | Sector del inventario | Código medida NDC | Descripción de la medida                                                                           | Reducción al 2030 (Mt CO <sub>2</sub> eq) |
|----|-----------------------------|-----------------------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 66 | Ministerio de la Producción | Energía               | ECE18             | Eficiencia energética a través de intervenciones integrales en el sector industrial manufacturero. | 0,018                                     |

## Política Nacional del Ambiente

La Política Nacional del Ambiente reconoce el cambio climático y la contaminación atmosférica como problemas prioritarios y plantea lineamientos para reducir emisiones, mejorar la gestión de residuos y promover la eficiencia en el uso de recursos. La ADIM 2030 contribuye a estos objetivos mediante líneas de intervención en descarbonización de procesos, economía circular y gestión de refrigerantes, articulando la agenda industrial con las metas ambientales más amplias del país.

## Política Nacional de Competitividad

El Plan Nacional de Competitividad y Productividad incorpora la economía circular y la sostenibilidad como componentes de la competitividad empresarial e incluye hitos como la aprobación de hojas de ruta sectoriales de economía circular. La ADIM 2030 dialoga con este marco, mostrando que la descarbonización industrial puede ser una palanca de productividad, innovación y acceso a mercados, y se articula directamente con acciones de competitividad vinculadas a eficiencia energética, producción limpia y certificaciones ambientales.

## Hoja de Ruta de Economía Circular

La Hoja de Ruta de Economía Circular de las Industrias Manufactureras y Comercio Interno al 2030 establece la visión de alta eficiencia en el uso de recursos y prácticas de economía circular en la industria. La ADIM 2030 se encaja en este instrumento, especialmente en acciones estratégicas vinculadas a acuerdos de producción más limpia, valorización de residuos, sinergias industriales y mejora de la eficiencia hídrica y energética, aprovechando que las instancias responsables de la agenda comparten la gobernanza de ambos procesos.

## Plan Nacional de Infraestructura Sostenible

Los desarrollos recientes en planificación de infraestructura –incluyendo enfoques de infraestructura resiliente y sostenible al cambio climático– reconocen la necesidad de incorporar criterios de bajas emisiones y resiliencia en carreteras, vivienda e infraestructura productiva. La ADIM 2030 se articula con estos esfuerzos al promover materiales y procesos industriales de menor huella de carbono, como cementos adicionados y soluciones de construcción verde, que pueden ser incorporados en normas técnicas, especificaciones de obras públicas y proyectos de infraestructura.

## Acuerdos de Producción Más Limpia

Los Acuerdos de Producción Más Limpia (AP+L) constituyen un instrumento voluntario de promoción mediante el cual PRODUCE puede acordar con empresas, grupos de empresas, gremios o asociaciones del ámbito de la industria manufacturera y el comercio interno metas y acciones específicas que trascienden el cumplimiento de la normativa ambiental vigente. Su finalidad es mejorar la ecoeficiencia, optimizar el uso de recursos y fortalecer el equilibrio entre la gestión productiva y la protección ambiental; sin embargo, no reemplazan las obligaciones ambientales exigibles a los titulares de las actividades.

En el marco de la ADIM 2030, los AP+L se consolidan como una plataforma operativa para implementar y escalar compromisos de descarbonización, economía circular, eficiencia energética e hídrica, gestión y reúso de aguas residuales industriales, sustitución de refrigerantes y reducción de emisiones en subsectores prioritarios. La ADIM 2030 promoverá su articulación con la Hoja de Ruta Nacional de Economía Circular, la Política Nacional de Desarrollo Industrial al 2030, el régimen de licencias y cuotas de HFC, la Huella de Carbono Perú y los mecanismos de medición, reporte y verificación, priorizando metas verificables, indicadores cuantificables y mecanismos de seguimiento y reconocimiento. De esta manera, se busca aprovechar instrumentos ya existentes, evitar la creación de estructuras paralelas y reforzar la coherencia institucional, la competitividad empresarial y la eficacia de la acción climática industrial

## Otros

El marco nacional relevante para la ADIM 2030 incluye además la Hoja de Ruta Nacional de Economía Circular, la Política Nacional de Desarrollo Industrial al 2030, los Acuerdos de Producción Más Limpia, el régimen de licencias y cuotas de HFC y esquemas de reconocimiento como la Huella de Carbono Perú. La ADIM 2030 propone articular estos instrumentos, utilizarlos como plataformas para implementar acciones de descarbonización en la industria y evitar la creación de estructuras paralelas, reforzando la coherencia institucional y la eficacia de la acción climática industrial.

## 2.3 Vinculación con los compromisos nacionales

La descarbonización de la industria manufacturera peruana no se plantea en un vacío, sino como parte de los compromisos climáticos que el país ha asumido en el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y del Acuerdo de París. En primer lugar, la Política Nacional ante el Cambio Climático al 2050 (ENCC 2050) establece como objetivo prioritario la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en los procesos industriales y en el uso de sustancias químicas refrigerantes, bajo la conducción de los sectores competentes. La ADIM 2030 se alinea directamente con este objetivo, al concentrar su acción en los dos grandes focos del inventario industrial: las emisiones de proceso (cemento, cal, metales, cerámicas, vidrio, química) y los refrigerantes fluorados utilizados en refrigeración y aire acondicionado, que en conjunto conforman las emisiones de procesos industriales y uso de productos (IPPU), casi la mitad del perímetro analítico de la industria manufacturera (3.2).

En segundo lugar, las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC) del Perú, actualizadas mediante decreto supremo, contienen un listado oficial de medidas de mitigación que incluye ocho medidas bajo responsabilidad del sector producción: tres de procesos industriales (sustitución de clínker en cemento, reemplazo de refrigerantes de alto potencial de calentamiento global y reducción de óxido nítrico en la fabricación de ácido nítrico) y cinco vinculadas al consumo de energía (dos medidas para ladrilleras artesanales e industriales, dos para el subsector cementero –coprocesamiento de combustibles derivados de residuos y eficiencia energética– y una medida transversal de eficiencia energética en la manufactura). La ADIM 2030 se concibe como el instrumento sectorial que articula estas medidas, ordena sus prioridades y plantea condiciones habilitantes, de modo que el potencial de mitigación comprometido en las NDC pueda materializarse efectivamente al 2030.

La ADIM 2030 también se vincula con otros instrumentos nacionales que refuerzan sus objetivos. La Hoja de Ruta de Economía Circular de las Industrias Manufactureras y Comercio Interno al 2030 establece una visión en la que las empresas manufactureras alcanzan altos niveles de eficiencia en el uso de recursos, consolidando negocios competitivos mediante prácticas y modelos de economía circular. Este enfoque se complementa con las metas de descarbonización industrial, ya que la reducción del factor clínker en cemento, la valorización de residuos para coprocesamiento, el reaprovechamiento de subproductos y la optimización en el uso del agua y la energía son medidas que simultáneamente reducen emisiones y mejoran la eficiencia de recursos. La ADIM 2030 aprovecha esta sinergia, articulándose con la hoja de ruta y con la Política Nacional de Desarrollo Industrial al 2030, que vincula productividad, modernización tecnológica y economía circular como ejes de la política industrial.

Finalmente, la vinculación con los compromisos nacionales se expresa también en la articulación con instrumentos operativos existentes, como los Acuerdos de Producción Más Limpia, la Huella de Carbono Perú y otros esquemas de reconocimiento y reporte voluntario. La ADIM 2030 busca extender este tipo de mecanismos hacia otros subsectores relevantes y fortalecer los sistemas de medición, reporte y verificación, de manera que las contribuciones del sector industrial a las metas climáticas nacionales sean cuantificables, comparables y reconocidas en los procesos de transparencia y balance global.

### **3. DIAGNÓSTICO DE LA DESCARBONIZACIÓN DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA PERUANA**

#### **3.1 Caracterización del sector**

##### **Participación económica**

La industria manufacturera peruana constituye uno de los pilares de la economía nacional, aportando de manera relevante al producto interno bruto, al valor agregado y a las exportaciones de bienes. Dentro del conjunto de actividades productivas, la manufactura articula cadenas de valor que van desde la producción de insumos básicos (cemento, cal, metales, químicos) hasta bienes de consumo masivo (alimentos, bebidas, textiles, cuero, plásticos), generando encadenamientos hacia atrás y hacia adelante con sectores como minería, construcción, agroindustria y servicios. Este peso económico explica que la descarbonización industrial no sea un tema marginal, sino un componente central de la competitividad y del crecimiento sostenible del país, especialmente en un contexto de transición global hacia productos y cadenas de suministro bajas en carbono.

En términos energéticos, el sector industrial concentra una parte importante del consumo nacional de energía, incluyendo combustibles fósiles sólidos, líquidos y gaseosos, biomasa y electricidad. Esta composición energética y la intensidad de uso de energía en procesos térmicos y eléctricos refuerzan la necesidad de abordar simultáneamente eficiencia energética, sustitución de combustibles y electrificación de procesos, de manera que la reducción de emisiones vaya de la mano con la reducción de costos operativos y la mejora del desempeño productivo.

##### **Empleo**

La industria manufacturera es también una fuente significativa de empleo directo e indirecto, especialmente en áreas urbanas y en corredores industriales regionales. Aporta puestos de trabajo calificados y no calificados en plantas de producción, servicios conexos, logística, mantenimiento, laboratorio e ingeniería, así como en empresas proveedoras de insumos, equipos y servicios asociados. Esta base laboral incluye desde grandes empresas formales con organización consolidada hasta pequeñas y medianas empresas y unidades de producción artesanal, como en el caso de las ladrilleras y ciertos rubros de alimentos, textiles y cal.

La diversidad de tamaños y niveles de formalidad implica que las medidas de descarbonización deben considerar la heterogeneidad de capacidades técnicas, de acceso a financiamiento y de gestión empresarial. En las grandes empresas, la descarbonización se vincula a estrategias corporativas de sostenibilidad, cumplimiento de estándares internacionales y gestión de riesgos de mercado; en las MIPYME y sectores informales, el reto es combinar mejoras tecnológicas con apoyo en financiamiento,

asistencia técnica y formalización, evitando que la transición climática se convierta en una carga que expulse empleo en lugar de transformarlo.

## **Subsectores relevantes**

Desde la perspectiva de emisiones de gases de efecto invernadero, la industria manufacturera peruana no es homogénea: concentra la mayor parte de sus emisiones en unos pocos subsectores y plantas. En los procesos industriales (categoría IPPU), la producción de cemento explica la gran mayoría de las emisiones de proceso, seguida por los refrigerantes utilizados en refrigeración y aire acondicionado, y en menor medida por la producción de cal, metales (acero y zinc), cerámicas y ladrillos, vidrio, ceniza de sosa y química (ácido nítrico). Además, las aguas residuales industriales de sectores como pulpa y papel, alimentos y bebidas representan un volumen importante de emisiones de metano, y la combustión estacionaria en hornos y calderas de diversos subsectores completa el cuadro de emisiones asociadas al uso de energía.

## **Otros aspectos relevantes**

Además del peso económico, del empleo y de la distribución sectorial de las emisiones, la caracterización de la industria manufacturera peruana incorpora elementos estructurales que condicionan la descarbonización. Entre ellos destacan la coexistencia de empresas con alta capacidad técnica y de innovación con segmentos informales o con bajos niveles de productividad; la concentración de ciertas emisiones en pocas plantas de gran tamaño frente a la dispersión de otras en numerosas unidades pequeñas; y la presencia de marcos normativos ambientales y de economía circular que avanzan en algunos subsectores y quedan rezagados en otros.

Esta concentración es especialmente marcada en las emisiones de proceso: de un tejido de más de 197 mil empresas manufactureras, diez compañías —de los rubros cemento, cal, siderurgia, zinc y vidrio— concentran cerca del 80 % de las emisiones de procesos industriales (IPPU) de 2021 (inventario por planta del diagnóstico, reconciliado contra el Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero (RAGEI) PIUP 2021).

También son relevantes las condiciones territoriales y de recursos: la disponibilidad de biomasa y de fuentes renovables, el estrés hídrico en determinadas cuencas, la accesibilidad a infraestructura energética y de transporte, y la exposición a riesgos climáticos que afectan tanto la continuidad de las operaciones como los patrones de demanda de materiales e insumos. Estos factores, junto con la evolución de la demanda interna y externa por productos con menor huella de carbono, configuran un entorno en el que la descarbonización de la industria manufacturera no sólo responde a una agenda climática, sino también a una lógica de adaptación, competitividad y desarrollo regional.

### 3.2 Perfil de emisiones de GEI

El perfil de emisiones de la industria manufacturera peruana se construye sobre el inventario 2021<sup>2</sup> —la fuente más reciente con desagregación reconciliada contra el RAGEI—, complementado con el Balance Nacional de Energía 2021 para el lado del consumo energético. Todas las cifras están en kt CO<sub>2</sub>eq con potenciales de calentamiento global (PCG) del Quinto Informe de Evaluación del IPCC (AR5).

#### Emisiones totales 2021 y principales tendencias históricas

El Inventario Nacional de GEI (INGEI) no publica un total separado y exclusivo para la industria manufacturera. Para este diagnóstico se construyó un perímetro analítico de 15.707,5 kt CO<sub>2</sub>eq, sumando las emisiones de procesos industriales (IPPU), combustión estacionaria (1.A.2) y aguas residuales industriales (5.D.2). De la combustión se descuenta la minería y canteras (1.A.2.g.iii, 1.386,64 kt CO<sub>2</sub>eq en 2021), que no es industria manufacturera. La construcción no puede separarse, porque el inventario la reporta dentro de la subcategoría «Otros»; por ello, el total y los porcentajes que siguen constituyen una aproximación analítica y no una cifra oficial de emisiones de la manufactura.

**Tabla - Perímetro analítico de emisiones de la industria manufacturera, 2021**

| Componente del perímetro                                             | kt CO <sub>2</sub> eq | % del perímetro |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------|
| Procesos industriales (IPPU, categorías 2.A–2.F)                     | 7.373,7               | 46,9 %          |
| Combustión estacionaria sin minería (1.A.2; incluye la construcción) | 7.283,5               | 46,4 %          |
| Aguas residuales industriales (5.D.2, sector Desechos)               | 1.050,3               | 6,7 %           |
| Total                                                                | 15.707,5              | 100 %           |

Fuente: INGEI 2000-2021 (MINAM); la minería se descuenta con su cifra propia del inventario.

Salvedad de lectura: la combustión (1.A.2) es casi la mitad del perímetro analítico, pero el inventario nacional no la desagrega de manera completa ni permite aislar la manufactura: más del 90 % queda agrupado en la subcategoría “Otros” (1.A.2.g.viii), que reúne el consumo de combustibles de la construcción y de los demás subsectores manufactureros sin distinción. Por eso el diagnóstico por subsector se construye sobre los procesos industriales (IPPU) y las aguas residuales (5.D.2), que sí tienen desagregación, y se señala la vía de reducción vinculada a la combustión donde corresponde.

En cuanto a la tendencia del período 2000-2021, las tres componentes del perímetro evolucionaron de manera diferenciada. La combustión sin minería (1.A.2) aumentó apenas 1,14 % entre 2000 y 2021, hasta 7.283,46 kt CO<sub>2</sub>eq, aunque con una caída en 2020 y un rebote de 27,74 % en 2021. Los procesos industriales (IPPU) crecieron 170,47 % —de 2.726,22 a 7.373,73 kt—, impulsados principalmente por el cemento y el aumento sostenido de los HFC. Las aguas residuales industriales (5.D.2) crecieron de forma

<sup>2</sup> Se emplea el inventario 2021 por ser la última observación oficial con desagregación reconciliada contra el RAGEI. El ciclo de reporte nacional tiene un rezago cercano a tres años: el RAGEI-PIUP 2021 se finalizó en noviembre de 2024 y el BTR1 Perú 2024 (diciembre de 2024) también reporta 2021 como su último año de inventario.

más moderada, 21,70 % —de 863,03 a 1.050,30 kt—. El crecimiento de largo plazo del perímetro se concentra, por tanto, en los procesos industriales. Dentro del IPPU, dos dinámicas diferenciadas: el cemento sigue el ciclo productivo (cae en 2020 por la pandemia y rebota en 2021), mientras que los HFC de refrigeración crecen de forma sostenida e independiente del ciclo (+6.043,9 % desde 2000), la trayectoria más pronunciada del inventario.

### Emisiones por subsector

La desagregación por subsector se apoya en los procesos industriales (IPPU 2021, 7.373,7 kt CO<sub>2</sub>eq), donde las emisiones son atribuibles a cada actividad. La concentración es marcada: dos puntos —la producción de cemento (70,41 %) y los HFC de refrigeración (15,78 %)— suman el 86 % del IPPU; el resto de subsectores, sumados, no llega al 14 %.

- Cemento y cal: el cemento emite 5.191,49 kt CO<sub>2</sub>eq (70,41 % del IPPU) por la calcinación de caliza para producir clínker, y la cal 535,79 kt (7,27 %). La concentración es aún mayor a nivel de planta: según el inventario propio por planta —reconciliado contra el RAGEI—, UNACEM Atocongo representa por sí sola el 32,9 % de todo el IPPU nacional, y las seis plantas de cemento del país explican la totalidad de la categoría 2.A.1.
- Ladrillos (cerámicas, 2.A.4.a): 116,74 kt CO<sub>2</sub>eq de proceso (1,58 % del IPPU). Por el tipo de proceso —no por una desagregación del inventario—, es además uno de los subsectores intensivos en carbón, cuya emisión de combustión se aborda en “Emisiones por fuentes”.
- Papel y cartón: sin emisiones de proceso IPPU relevantes; su principal aporte al inventario es de aguas residuales industriales (5.D.2).
- Alimentos y bebidas: igual que papel y cartón, su emisión relevante no es de proceso sino de aguas residuales industriales, de las que es uno de los dos aportantes principales.
- Textil: el inventario no reporta emisiones de proceso para este subsector; sus emisiones provienen principalmente de la combustión de calderas que —como el resto de la combustión industrial— no es atribuible por subsector con la información oficial disponible.
- Químicos (ácido nítrico, 2.B): 28,90 kt CO<sub>2</sub>eq de N<sub>2</sub>O (0,39 % del IPPU).
- Metalmecánica — producción de metales (2.C, hierro/acero y zinc): 260,42 kt CO<sub>2</sub>eq (3,53 % del IPPU). El cálculo por planta muestra que el zinc (157,77 kt) emite más que el acero (102,65 kt).
- Otros: vidrio 32,75 kt (0,44 %), ceniza de sosa 25,56 kt (0,35 %) y un residual de ~18,7 kt de carburo de calcio y otros carbonatos menores no reportados por separado en el inventario. Por este residual, la suma de las subcategorías desagregadas (7.354,99 kt) no iguala exactamente el total IPPU (7.373,73 kt); la diferencia se consigna aquí para no afirmar una precisión que el inventario no da.

Nota: los HFC de refrigeración y aire acondicionado (1.163,35 kt, 15,78 % del IPPU) no corresponden a un subsector productivo sino al consumo transversal de gases fluorados; se tratan en “Emisiones por fuentes / Refrigerantes”.

## Emisiones por fuentes

- Energía (combustión estacionaria, 1.A.2, sin minería; incluye, junto con la manufactura, la construcción): 7.283,5 kt CO<sub>2</sub>eq — 46,4 % del perímetro analítico. El Balance Nacional de Energía 2021 permite identificar qué combustibles se consumen (aunque no qué subsector los consume): de los 164.472 TJ del sector industrial, el gas natural es el 32,8 %, la electricidad el 27,2 % (que es alcance 2 —la emite el sistema eléctrico, no la planta—), el carbón mineral el 13,2 %, el GLP el 9,4 % y el diésel el 6,8 %. Los combustibles de carbono alto (carbón mineral, coque y carbón vegetal) suman 14,7 % y se asocian principalmente, por el tipo de proceso, a cemento y ladrilleras —los dos subsectores con medida NDC de sustitución de combustible—. El gas natural es el energético de mayor crecimiento, en sustitución del petróleo industrial: una tendencia de mercado que reduce emisiones de forma parcial, pero no incide sobre las emisiones de proceso.
- Procesos industriales (IPPU): 7.373,7 kt CO<sub>2</sub>eq — 46,9 % del perímetro analítico. Proviene de reacciones físico-químicas —calcinación de caliza para producir clínker y cal, reducción en la producción de metales, uso de gases fluorados— y son el núcleo desagregable por subsector del diagnóstico.
- Refrigerantes (HFC, 2.F.1): 1.163,35 kt CO<sub>2</sub>eq — 15,78 % del IPPU (≈7,4 % del perímetro analítico). El 100 % corresponde al uso de gas importado (no hay producción nacional). Dominan el HFC-134a, el HFC-125 y el HFC-143a. Es el componente de trayectoria más pronunciada del inventario.
- Residuos — aguas residuales industriales (5.D.2): 1.050,3 kt CO<sub>2</sub>eq de CH<sub>4</sub> — 6,7 % del perímetro analítico, sobre todo de pulpa y papel y de alimentos y bebidas. Es el tercer emisor del perímetro, por encima de cal, vidrio, cerámica, química y sosa sumados; pertenece al sector Desechos del inventario, no a IPPU, aunque lo emite la misma industria manufacturera.
- Otros: el inventario no registra fuentes adicionales de GEI materiales atribuibles a la industria manufacturera más allá de las tres anteriores.

Fuentes: INGEI 2000-2021 (MINAM) e inventario por planta reconciliado contra el RAGEI PIUP 2021 y RAGEI 5.D.2; consumo energético del Balance Nacional de Energía 2021 (MINEM/DGEE). PCG del IPCC AR5. La separación zinc/acero y el inventario por planta son cálculo propio reconciliado contra el RAGEI, no dato directo del INGEI. La combustión (1.A.2) no se reparte por subsector en ninguna fuente pública oficial e incluye, junto con la manufactura, la construcción, sin desagregación entre ellas; la minería se descuenta con su cifra propia (1.A.2.g.iii). Por eso el perímetro analítico de 15.707,5 kt es una construcción del diagnóstico y no un total oficial exclusivo de la manufactura.

## 3.3 Análisis de línea base

Este análisis se ancla en el concepto país del BTR1 Perú 2024 (Primer Informe Bienal de Transparencia, MINAM) y en el INGEI 2000-2021, no en cifras propias. Para la ADIM se adopta 2021 como año de referencia diagnóstico —la última observación oficial disponible del inventario—, coherente con el perímetro analítico definido en 3.2, y es el punto de partida sobre el que se leen las tendencias y, más

adelante, los escenarios del capítulo 5. Dos aclaraciones de encuadre acompañan esta elección: la meta de la NDC 2.0 del Perú (no exceder 208,8 MtCO<sub>2</sub>eq netas al 2030) es una meta nacional, expresada como nivel absoluto, sin año base ni desagregación por sector; y el BTR1 no presenta proyecciones nacionales ni sectoriales. Por eso este apartado se apoya en las tendencias históricas efectivamente observadas y encuadra como estimación indicativa —con supuestos transparentes— cualquier lectura hacia el futuro, sin competir con las cifras oficiales de la NDC.

- Tendencias históricas

En 2021 las emisiones netas del Perú fueron de 194.895,53 kt CO<sub>2</sub>eq. Su distribución por sector: uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS) 43,51 %, Energía 31,82 %, Agricultura 15,28 %, Desechos 5,61 % y PIUP (procesos industriales y uso de productos) 3,78 % (7.373,73 kt CO<sub>2</sub>eq).

El PIUP es el sector de menor peso en el total nacional, pero el de mayor crecimiento histórico: +170,47 % respecto al año 2000 y +57,58 % respecto a 2020 (rebote tras la caída de la pandemia). Hitos seleccionados de la serie 2000-2021 (kt CO<sub>2</sub>eq): 2.726,22 (2000) → 4.017,93 (2010) → 5.577,50 (2015) → 6.110,98 (2018) → 6.688,27 (2019) → 4.679,39 (2020) → 7.373,73 (2021). Es la trayectoria de crecimiento más pronunciada entre los sectores del inventario.

Precisión importante para no confundir agregados: la combustión industrial (categoría 1.A.2) está contabilizada dentro del sector Energía del inventario nacional (62.018,86 kt CO<sub>2</sub>eq, 31,82 % del total), cuya principal fuente de emisión es el Transporte (26.212,82 kt). Por tanto, el "sector Energía" del inventario no equivale a la industria manufacturera, y la parte industrial de la combustión no se reporta de forma desagregada (ver 3.2).

- Línea base 2021

La línea base sectorial de la ADIM 2030 corresponde al año 2021, última observación oficial del Inventario Nacional de GEI (INGEI 2000-2021, MINAM). Se construye sobre el perímetro analítico de la industria manufacturera definido en 3.2: 15.707,5 kt CO<sub>2</sub>eq, integrados por procesos industriales (7.373,7 kt; 46,9 %), combustión estacionaria sin minería (7.283,5 kt; 46,4 %) y aguas residuales industriales (1.050,3 kt; 6,7 %). La meta nacional de la NDC no define líneas base sectoriales; el marco de MRV prevé que las autoridades sectoriales las elaboren y actualicen, y esta línea base cumple ese papel para la manufactura.

- Proyección tendencial al 2030

El BTR1 Perú 2024 no presenta proyecciones nacionales ni sectoriales (sección 2.6). La referencia oficial para leer la evolución del sector al 2030 son los potenciales de reducción de las ocho medidas de mitigación bajo responsabilidad de PRODUCE establecidos en el Decreto Supremo N.º 019-2025-MINAM, que suman 3,635 MtCO<sub>2</sub>eq al 2030 (detalle por medida en 2.2 y 5.3). Un escenario tendencial sectorial propio, con año base 2021, queda sujeto a la información de referencia sectorial de PRODUCE (5.1).

- Intensidades de carbono

El BTR/INGEI no reporta una intensidad de carbono específica del sector manufacturero. Puede construirse como indicador indicativo (emisiones del sector sobre valor agregado manufacturero), teniendo presente que en 2023 el PBI no primario del país se contrajo, principalmente en manufactura y construcción (BTR, caracterización macroeconómica). Se deja como indicador a construir con supuestos explícitos, no como dato oficial.

- Productividad energética

Tampoco existe un indicador oficial de productividad energética del sector en el BTR. El insumo disponible es el consumo energético del Balance Nacional de Energía 2021; un indicador de productividad (valor agregado por unidad de energía consumida) requeriría cruzar ese consumo con las cuentas de PBI sectorial y se consigna como ejercicio indicativo.

- Consumo energético

Según el Balance Nacional de Energía 2021 (MINEM), el sector industrial consumió 164.472 TJ, con predominio de gas natural (32,8 %), electricidad (27,2 %) y carbón mineral (13,2 %); el detalle por energético se presenta en 3.2. Es el dato de base para leer la evolución del consumo, con la salvedad de que el BNE lo desagrega por fuente energética y no por subsector.

- Otros

No se incorporan estimaciones propias que compitan con las cifras de la NDC.

Fuentes: BTR1 Perú 2024 (MINAM) —distribución y tendencias de emisiones por sector, Tabla 2.4 de descripción de la NDC, sección 2.6 sobre proyecciones—; INGEI 2000-2021; Balance Nacional de Energía 2021 (MINEM). Las lecturas hacia el futuro son estimaciones indicativas con supuestos transparentes, no cifras oficiales de la NDC.

### **3.4. Barreras para la descarbonización de la industria manufacturera**

La descarbonización de la industria manufacturera peruana enfrenta un conjunto de barreras que, en muchos casos, no son tecnológicas sino regulatorias, financieras, de información y de capacidades, y que se repiten transversalmente en los distintos subsectores. Estas barreras explican por qué medidas que son técnicamente viables y, en algunos casos, rentables desde el punto de vista privado avanzan más lento de lo que permitirían su potencial y los compromisos climáticos del país.

#### **Barreras regulatorias y de gobernanza**

En el plano regulatorio, varios actores del proceso han señalado que la legislación vigente no resulta plenamente aplicable a los proyectos de descarbonización industrial, porque fue diseñada con otros objetivos y no recoge las especificidades de tecnologías como el coprocesamiento, el uso de biomasa como combustible, la sustitución de refrigerantes o la modernización de hornos artesanales. La ausencia de mecanismos de consulta y articulación sistemática con el propio sector industrial agrava este problema: las normas ambientales y técnicas se elaboran muchas veces sin un diálogo estructurado con

las empresas y gremios, lo que genera desajustes entre los requerimientos regulatorios y las condiciones reales de operación de las plantas.

Un ejemplo crítico es el marco de residuos para el coprocesamiento: la regulación actual no facilita el uso de residuos y combustibles derivados de residuos como insumos en hornos industriales, manteniendo vacíos o rigideces que se traducen en coprocesamiento prácticamente nulo a pesar de su alto potencial de reducción de emisiones. De manera similar, persisten brechas en la regulación de biomasa y de otros energéticos alternativos, que no cuentan con lineamientos claros sobre su sostenibilidad, trazabilidad y factores de emisión, lo que desalienta su uso como sustitutos de combustibles fósiles. Estas barreras se ven agravadas por la informalidad: los segmentos informales quedan fuera del alcance efectivo de la regulación, de modo que la existencia de normas no garantiza su cumplimiento ni su impacto sobre una fracción importante del tejido industrial.

## **Barreras de financiamiento y acceso a recursos**

En financiamiento, la industria enfrenta dificultades para acceder a recursos que le permitan acometer inversiones en eficiencia energética, cambio de combustibles, modernización de equipos o adopción de nuevas tecnologías, a pesar de que las evaluaciones económicas de varias medidas muestran tasas internas de retorno privadas altas y valores presentes netos positivos. Las empresas, especialmente las de menor tamaño y las que operan en segmentos informales o semiformales, no suelen contar con capacidades técnicas para formular términos de referencia robustos, preparar proyectos bancables o postular a fondos de financiamiento climático, lo que limita su acceso tanto al crédito comercial como a líneas verdes y a recursos internacionales.

Se ha señalado la necesidad de que el Estado facilite el acceso a financiamiento mediante esquemas que combinen recursos no reembolsables (grants) en etapas iniciales con crédito para inversiones estructurales, de modo que el riesgo percibido se reduzca y las empresas puedan asumir proyectos de modernización sin comprometer su estabilidad financiera. La ausencia de estos mecanismos y la falta de articulación entre la agenda climática y el sistema financiero hacen que los proyectos de descarbonización compitan en desventaja frente a otras inversiones, aun cuando sean rentables en el largo plazo. Este problema es particularmente agudo en sectores como ladrilleras artesanales, donde la inversión requerida es relativamente baja pero la capacidad de acceso a financiamiento es mínima, y en subsectores emergentes o con alta informalidad, que no califican fácilmente para productos financieros estándar.

## **Barreras de información, MRV y capacidades técnicas**

En cuanto a información y capacidades, una barrera recurrente es la falta de sistemas de medición, reporte y verificación (MRV) que sean aplicables, accesibles y basados en indicadores y factores de emisión locales. Sin MRV adecuado, las empresas encuentran difícil medir su huella de carbono, cuantificar el impacto de las medidas que implementan y demostrar resultados ante el Estado, la banca o compradores internacionales. Además, la información técnica disponible muchas veces está dispersa, limitada o concentrada en subsectores con más desarrollo de conocimiento, como el cemento, que

cuenta con hojas de ruta, estudios y bases de datos internacionales (por ejemplo, trabajos de organismos especializados) que facilitan la identificación de proyectos y la evaluación de su impacto. Otros sectores, en cambio, deben “buscar en forma individual” sin contar con compilaciones semejantes, lo que encarece y ralentiza el diseño de acciones de mitigación.

La falta de MRV simple y estandarizado se combina con brechas de capacidades técnicas en empresas y servicios especializados. En subsectores como refrigerantes y aire acondicionado, por ejemplo, la transición hacia gases de menor potencial de calentamiento global exige que técnicos y especialistas se formen en el manejo de nuevas sustancias, con características y niveles de peligrosidad distintos a los actuales. Esta necesidad de entrenamiento, de actualización de currículos y de certificaciones específicas constituye una barrera real para la descarbonización, porque sin capacidades adecuadas el cambio de tecnología puede generar riesgos de seguridad, falla de equipos o resistencia sectorial. Algo similar ocurre con la medición de huella de carbono y con la evaluación económica de proyectos, donde muchas empresas carecen de herramientas y conocimientos para incorporar estos elementos en su gestión.

## **Barreras de mercado y demanda**

Finalmente, el mercado y la demanda también plantean barreras. La ausencia de esquemas de compras públicas que privilegien productos con menor huella de carbono y origen local limita la señal de demanda hacia la industria manufacturera que invierte en descarbonización. Sin criterios de sostenibilidad en licitaciones y contratos públicos, los productos bajos en emisiones compiten únicamente por precio, y la adopción de tecnologías y procesos más limpios no se ve recompensada por el mercado. Esto se refleja en sectores como el cemento y los materiales de construcción, donde la masificación de cementos y concretos “verdes” depende en gran medida de que los proyectos de infraestructura, especialmente públicos, reconozcan y valoren su menor intensidad de carbono.

Además, la informalidad distorsiona la competencia: empresas que operan sin cumplir normas ambientales ni laborales pueden ofrecer productos más baratos, desplazando a aquellas que sí invierten en descarbonización y cumplimiento regulatorio. La falta de incentivos y de reconocimiento para las industrias que tienen planes de acción climática y sistemas de medición de su huella refuerza esta situación. Sin mecanismos de mercado que diferencien positivamente a los productos y empresas con mejor desempeño climático, la descarbonización se percibe como un esfuerzo voluntario, más asociado a reputación o a exigencias de compradores internacionales que a señales claras de demanda interna.

Estas barreras, sumadas, muestran que la ADIM 2030 debe trabajar simultáneamente en regulación, financiamiento, información, capacidades y mercado, y que la solución no pasa solo por tecnologías disponibles, sino por construir las condiciones habilitantes que permitan que esas tecnologías y prácticas se adopten masivamente en la industria manufacturera peruana.

## **3.5 Oportunidades para la descarbonización de la industria manufacturera**

La descarbonización de la industria manufacturera peruana no solo responde a obligaciones climáticas, sino que abre un conjunto amplio de oportunidades tecnológicas, comerciales y de innovación, tanto en

el mercado interno como en los mercados internacionales, convirtiendo a la agenda de descarbonización en un espacio natural para modernizar procesos, mejorar eficiencia, diversificar productos y fortalecer la competitividad de la industria peruana.

## **Oportunidades tecnológicas**

En el plano tecnológico, la ADIM 2030 parte de un conjunto de palancas ya identificadas en el diagnóstico: reducción del factor clínker en cemento, sustitución de combustibles fósiles por alternativas de menor huella (gas natural, biomasa adecuadamente gestionada, combustibles derivados de residuos), eficiencia energética en procesos térmicos y eléctricos, modernización de hornos ladrilleros, mejoras en el tratamiento de aguas residuales y sustitución de refrigerantes de alto potencial de calentamiento global por opciones alternativas. Estas opciones, muchas de ellas probadas internacionalmente, permiten reducir emisiones al tiempo que mejoran la eficiencia de recursos y reducen costos operativos.

Adicionalmente, la transición industrial baja en carbono se apoya en rutas tecnológicas emergentes como la electrificación de procesos, la digitalización y monitoreo avanzado del consumo energético, y en el horizonte de largo plazo, la captura, utilización y almacenamiento de carbono (CCUS) para sectores con emisiones de proceso difíciles de abatir como el cemento. Si bien algunas de estas tecnologías aún presentan barreras de costo e infraestructura, su seguimiento y preparación gradual en la agenda posiciona a la industria peruana para aprovechar oportunidades futuras de innovación y colaboración tecnológica.

## **Oportunidades comerciales**

La descarbonización abre oportunidades comerciales al permitir que la industria manufacturera ofrezca productos con menor huella de carbono y mayor valor agregado ambiental, en un contexto donde los mercados –especialmente los vinculados a cadenas globales de suministro– incrementan sus exigencias en sostenibilidad. Cementos y concretos de bajo carbono, materiales de construcción verdes, alimentos y textiles con certificaciones de huella reducida, productos químicos y fertilizantes de menor impacto climático, y bienes manufacturados con contenido de reciclaje y economía circular pueden acceder a nichos de mercado más exigentes y obtener mejores condiciones comerciales.

En el mercado interno, la incorporación de criterios de sostenibilidad en compras públicas y proyectos de infraestructura abre un espacio concreto para que productos de menor huella de carbono se conviertan en estándar en obras públicas, reduciendo la vulnerabilidad de la industria frente a futuras regulaciones climáticas y mejorando su reputación ante consumidores y ciudadanos. En mercados regionales y globales, la capacidad de demostrar desempeño climático mediante MRV y certificaciones puede convertirse en un factor de diferenciación y en un requisito para mantener acceso a determinados segmentos de clientes.

## Oportunidades de innovación

La agenda de descarbonización también actúa como catalizador de innovación en procesos, productos y modelos de negocio. La necesidad de reducir emisiones y de aprovechar mejor los recursos impulsa la búsqueda de soluciones innovadoras en áreas como sustitución de materias primas, diseño de productos de mayor durabilidad, integración de materiales reciclados, optimización de rutas logísticas y desarrollo de servicios asociados (por ejemplo, gestión de energía, auditorías de carbono, recuperación de residuos). Esta innovación no se limita a grandes empresas: las MIPYME pueden encontrar oportunidades en nichos de economía circular, en servicios técnicos especializados y en soluciones adaptadas a contextos locales.

La articulación con la red de Centros de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica (CITE), con la academia y con programas de investigación y desarrollo permite que la ADIM 2030 se convierta en una plataforma para proyectos de innovación aplicada, pilotos y demostraciones tecnológicas que luego puedan escalar. Este enfoque contribuye a fortalecer capacidades nacionales, generar conocimiento propio y reducir la dependencia exclusiva de tecnologías importadas, adaptando soluciones a las condiciones específicas del país.

## Oportunidades en mercados internacionales

En los mercados internacionales, la descarbonización industrial ofrece oportunidades de posicionamiento y de reducción de riesgos. La evolución de acuerdos como el Acuerdo de París, los mecanismos de balance global y las iniciativas de clubes climáticos apunta hacia una mayor integración entre desempeño climático y acceso a mercados, financiamiento y tecnologías. En este contexto, una industria manufacturera que reduce su huella de carbono y demuestra avances verificables en descarbonización puede mejorar su atractivo para inversionistas, socios comerciales y cadenas globales que buscan reducir sus propias emisiones.

Además, algunos sectores, como el cemento y el acero, están sujetos a crecientes presiones regulatorias en mercados avanzados, incluyendo posibles medidas de ajuste en frontera basadas en contenido de carbono. Anticiparse a estos cambios mediante hojas de ruta de descarbonización y mejoras de desempeño reduce el riesgo de barreras comerciales futuras y abre oportunidades para participar en mercados que valoran productos de menor huella, así como para atraer cooperación técnica y financiamiento climático vinculado al cumplimiento de objetivos globales de reducción de emisiones.

## Otras oportunidades

Más allá de las dimensiones tecnológicas, comerciales, de innovación y de mercados internacionales, la descarbonización industrial genera otras oportunidades relevantes. Entre ellas, destacan la mejora de la calidad del aire y de las condiciones de salud en zonas industriales, la reducción de conflictos socioambientales asociados a emisiones y residuos, y el fortalecimiento de la gobernanza y de la confianza entre Estado, empresas y sociedad. La agenda también puede contribuir a la creación de empleo en sectores emergentes de servicios ambientales, tecnologías limpias y economía circular, y a la

modernización de la política industrial al incorporar criterios de sostenibilidad como parte de la competitividad.

En conjunto, estas oportunidades refuerzan la idea de que la ADIM 2030 no es solo un instrumento para cumplir metas climáticas, sino una hoja de ruta para transformar la industria manufacturera peruana hacia modelos de producción más eficientes, innovadores y competitivos, capaces de responder a las exigencias de un entorno económico cada vez más orientado hacia la sostenibilidad.

## 4. VISIÓN Y OBJETIVOS DE LA AGENDA

### 4.1 Visión al 2030

La ADIM-2030 expresa la visión compartida de una industria manufacturera peruana que, hacia el año 2030, avanza de manera decidida en su descarbonización. En este horizonte, las empresas de los distintos subsectores industriales han incorporado la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero como un eje central de su estrategia de negocio, integrándose con la mejora de la productividad, la innovación tecnológica y la adopción de prácticas de economía circular.

Para el año 2030, la agenda habrá consolidado un marco claro de prioridades, metas, líneas de acción e instrumentos de apoyo que articulan al Estado, a las empresas y a los gremios en torno al compromiso de descarbonizar la industria manufacturera. Este marco permitirá orientar inversiones, actualizar normas, movilizar financiamiento y fortalecer capacidades de manera coherente, de modo que la reducción de emisiones deje de ser un esfuerzo aislado y se convierta en parte de la cultura empresarial y de la política industrial del país.

En esta visión, descarbonizar la industria no es solo una responsabilidad frente al cambio climático, sino también una condición para mantener y fortalecer la competitividad de largo plazo. La industria manufacturera peruana se posiciona como un actor capaz de ofrecer productos de menor huella de carbono, alineados con las exigencias de mercados nacionales e internacionales, reduciendo riesgos de rezago regulatorio y aprovechando oportunidades de acceso a nuevos nichos, financiamiento verde y cooperación técnica.

Al mismo tiempo, la ADIM-2030 impulsa una cultura orientada a la sostenibilidad y a la economía circular, en la que el uso eficiente de la energía y de los materiales, la valorización de residuos, la mejora de la calidad ambiental y la atención a los impactos sociales forman parte de las decisiones empresariales cotidianas. Bajo esta visión, la industria manufacturera peruana contribuye de manera tangible a los objetivos climáticos nacionales y globales, y se reconoce como un referente regional en transición justa y baja en carbono, combinando responsabilidad climática, competitividad y desarrollo sostenible.

### 4.2 Principios orientadores

Los principios orientadores de la ADIM-2030 definen la forma en que la industria manufacturera peruana encara su descarbonización: no solo como una obligación climática, sino como una oportunidad para reforzar su competitividad, reducir simultáneamente contaminación y emisiones, impulsar una transición justa, acelerar la innovación –especialmente en energías renovables y sustitución de combustibles fósiles por biomasa sostenible– y consolidar la economía circular como parte de la cultura empresarial. Estos principios se articulan con el marco normativo y de política pública vigente y sirven como guía para que las acciones de la agenda mantengan coherencia entre desempeño económico, ambiental y social.

Los cinco principios corresponden a los propuestos por PRODUCE para el índice de la Agenda, y cada uno se adapta de un instrumento de política: competitividad e innovación, de la Política Nacional de Desarrollo Industrial al 2030 y de la Política Nacional de Competitividad y Productividad; sostenibilidad, de la Política Nacional del Ambiente y del Reglamento de Gestión Ambiental para la Industria Manufacturera y Comercio Interno (D.S. N.º 017-2015-PRODUCE); transición justa, del Acuerdo de París, que en su preámbulo reconoce los imperativos de una transición justa de la fuerza laboral; y economía circular, de la Hoja de Ruta de Economía Circular de las Industrias Manufactureras y Comercio Interno al 2030 (D.S. N.º 018-2025-PRODUCE).

## **Competitividad**

En el contexto de la industria manufacturera peruana, la competitividad se entiende como la capacidad de las empresas para producir bienes de calidad a costos eficientes, acceder a mercados internos y externos y adaptarse a las exigencias de la transición ecológica sin perder dinamismo productivo. Este principio se articula con la Política Nacional de Desarrollo Industrial y con la Política Nacional de Competitividad y Productividad, que resaltan la mejora de la productividad, la innovación tecnológica y la adopción de modelos circulares como condiciones esenciales para sostener el crecimiento económico y la inserción del país en cadenas de valor globales.

Bajo este principio, la descarbonización no se concibe como una carga regulatoria, sino como una oportunidad para reforzar la competitividad de la industria. La producción local de cemento y otros materiales con factores clínker más bajos y costos competitivos, por ejemplo, permite reducir la vulnerabilidad frente a importaciones de clínker y productos de mayor huella de carbono, posicionando a la industria nacional como proveedor preferente en proyectos de infraestructura sostenible. De manera similar, la modernización de hornos ladrilleros y la eficiencia energética en alimentos, textiles y metalurgia reducen costos operativos y mejoran el desempeño ambiental, diferenciando positivamente a las empresas que invierten en tecnologías limpias.

El principio de competitividad implica, además, el fortalecimiento de instrumentos financieros y no financieros que faciliten la reconversión tecnológica, especialmente en micro, pequeñas y medianas empresas. Programas de cofinanciamiento para innovación, fondos para validación tecnológica y esquemas de apoyo a proveedores forman parte de una arquitectura institucional que busca que la transición hacia una industria baja en carbono mejore, y no deteriore, la posición competitiva del sector manufacturero peruano.

## **Sostenibilidad**

La sostenibilidad, como principio orientador, se vincula directamente con el mandato de compatibilizar desarrollo económico, inclusión social y protección del ambiente. En la industria manufacturera, este principio se operativiza mediante normas de gestión ambiental específicas que buscan asegurar que las operaciones industriales se adecúen progresivamente a estándares más exigentes de prevención, mitigación y compensación de impactos.

En este marco, la descarbonización industrial se reconoce como una contribución concreta a la sostenibilidad, al reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y al mismo tiempo disminuir la contaminación local. Una industria mal gestionada genera emisiones de CO<sub>2</sub> y contaminantes atmosféricos; la descarbonización implica abordar ambos objetivos de manera conjunta: reducción de emisiones globales y mejora de la calidad del aire en entornos urbanos e industriales. En sectores como azúcar, curtiembres, textiles o tratamiento de aguas, la incorporación de tecnologías limpias y el aprovechamiento de subproductos como biomasa evitan quemar al aire libre y vertimientos inadecuados, mejorando la salud de comunidades y ecosistemas.

El principio de sostenibilidad también exige evaluaciones ambientales, indicadores de desempeño y mecanismos de monitoreo que permitan medir el avance hacia metas de reducción de emisiones y de mejora del desempeño ambiental. Asimismo, refuerza la necesidad de alinear la normativa sectorial con los compromisos climáticos del Perú y de fortalecer la articulación entre PRODUCE, MINAM y otros sectores en torno a una agenda común de industria verde.

## **Transición justa**

La transición justa se reconoce cada vez más como un principio que busca asegurar que los procesos de descarbonización no generen impactos negativos desproporcionados en trabajadores, comunidades y empresas más pequeñas. En la industria manufacturera, esto implica diseñar e implementar medidas de reconversión productiva que consideren el empleo, la formación profesional y la inclusión de mypes y pymes en la nueva economía baja en carbono.

Este principio se articula con los objetivos de competitividad y economía circular al promover una transición ordenada que no excluya a los actores más vulnerables de las cadenas productivas. La reconversión de matrices energéticas hacia fuentes renovables, la modernización de hornos artesanales o la sustitución de refrigerantes requieren acompañarse de capacitación, asistencia técnica y apoyo financiero para que los trabajadores y pequeños productores puedan adaptarse sin perder sus medios de vida. La política industrial y los instrumentos vinculados a la economía circular resaltan la importancia de brindar programas de innovación y financiamiento adaptados a las realidades territoriales y empresariales, de modo que la modernización tecnológica no se traduzca en pérdida de empleo o concentración excesiva del mercado.

La transición justa también supone mecanismos de diálogo social y participación, donde trabajadores, empresas, gobiernos regionales y locales acuerden hojas de ruta sectoriales que equilibren las metas de descarbonización con la protección de medios de vida. Las iniciativas de industria verde impulsadas por el sector producción incorporan componentes de capacitación y reconversión laboral que buscan garantizar que la fuerza laboral acompañe y se beneficie de los cambios tecnológicos y regulatorios.

## **Innovación**

La innovación es un principio transversal a la política industrial y a la agenda de descarbonización, entendida como la capacidad de generar, adaptar y difundir nuevas tecnologías, procesos y modelos de

negocio que permitan reducir emisiones y aumentar la productividad. La transición hacia energías renovables (RER), la electrificación de procesos y la conversión de combustibles fósiles a fuentes renovables y biomasa sostenible son ejemplos claros de innovación aplicada a la descarbonización industrial.

En la industria manufacturera peruana, el consumo eléctrico es relevante y ofrece oportunidades para integrar energías renovables mediante contratos de suministro de largo plazo, generación distribuida o mejoras en gestión energética. La innovación también se refleja en la valorización de residuos industriales –como bagazo de azúcar, recortes de cuero, fibras textiles, lodos de plantas de tratamiento– que pueden convertirse en fuentes de energía de baja huella de carbono o en insumos para nuevos productos. Programas de apoyo a la innovación, la red CITE y la academia ofrecen cofinanciamiento y asistencia técnica para proyectos que transforman estos residuos en soluciones de economía circular y descarbonización.

Este principio implica que las empresas adopten estrategias de innovación incremental y disruptiva, combinando mejoras en procesos existentes con el desarrollo de nuevas líneas de negocio basadas en servicios, remanufactura y productos ecodiseñados. La innovación se extiende a la gestión, promoviendo sistemas de gestión energética, certificaciones ambientales y plataformas digitales para trazabilidad y monitoreo de indicadores de sostenibilidad, lo que permite tomar decisiones basadas en datos y alinear mejor las inversiones con los objetivos de la ADIM 2030.

## **Economía circular**

La economía circular es uno de los pilares normativos más claros para la industria manufacturera en el Perú, al definir un modelo que maximiza el valor de los recursos, prolonga la vida útil de materiales y productos y reduce la generación de residuos. Aplicada a la descarbonización, la economía circular se manifiesta en el aprovechamiento de biomasa y residuos industriales –por ejemplo, en sectores como azúcar, calzado, textiles o tratamiento de aguas– que hoy pueden terminar en quemas al aire libre o disposiciones inadecuadas, pero que tienen potencial para usarse como energía de baja huella de carbono o como nuevos insumos productivos.

Bajo este principio, las empresas manufactureras son orientadas a rediseñar productos para facilitar su reparación, reutilización y reciclaje, mejorar la eficiencia en el uso de materias primas y energía, y desarrollar cadenas de valor basadas en el aprovechamiento de descartes. El uso sostenible de biomasa, la valorización de residuos textiles, la recuperación de lodos y subproductos de plantas de tratamiento y la integración de materiales reciclados en nuevos productos son ejemplos concretos de economía circular que reducen emisiones y fortalecen la sostenibilidad económica de las empresas.

La economía circular se vincula estrechamente con la descarbonización industrial, al reducir la demanda de materia prima virgen, disminuir el consumo energético asociado a la producción primaria y facilitar el uso de insumos secundarios con menor huella de carbono. A través de programas de apoyo a mypes y pymes, plataformas de aprendizaje y espacios de articulación público-privada, se busca que la economía circular se convierta en un estándar de operación en la industria manufacturera, contribuyendo simultáneamente a la competitividad, la sostenibilidad y la transición justa.

En la siguiente tabla se presenta una síntesis de los principios orientadores con mensajes claves y ejemplos para una mejor comprensión.

| Principio         | Mensaje clave                                                                                                       | Ejemplos sectoriales                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Competitividad    | Descarbonizar fortalece la competitividad, reduce costos y diferencia productos de menor huella ambiental.          | Cemento: producción local con menor factor clinker y costos competitivos frente a importaciones de clinker. Ladrillos: hornos más eficientes que reducen el consumo de combustible. Alimentos y bebidas: mejoras en eficiencia energética en plantas de procesamiento.                                                                                                                                          |
| Sostenibilidad    | La descarbonización aborda a la vez la reducción de emisiones y de contaminación local, mejorando salud y ambiente. | Azúcar y agroindustria: uso de bagazo y otros residuos como energía en lugar de quemar al aire libre. Textiles y curtiembres: mejor tratamiento de aguas residuales y sustitución de insumos contaminantes. Industrias con malas prácticas: modernización para reducir emisiones de CO <sub>2</sub> y contaminantes atmosféricos.                                                                               |
| Transición justa  | La transición baja en carbono debe incluir a trabajadores, mypes y pymes, evitando impactos desproporcionados.      | Ladrilleras artesanales: programas de modernización de hornos acompañados de capacitación y apoyo financiero. Refrigeración y aire acondicionado: formación técnica para el manejo de nuevos refrigerantes. Mypes industriales: acceso a asistencia técnica y financiamiento para la reconversión tecnológica.                                                                                                  |
| Innovación        | Innovar en tecnologías, procesos y modelos de negocio permite reducir emisiones y abrir nuevas oportunidades.       | Energía: conversión de combustibles fósiles a energías renovables (RER) y biomasa sostenible en cementeras, metalurgia y alimentos. Economía circular: proyectos de valorización de residuos (bagazo, recortes de cuero, fibras textiles, lodos de tratamiento) como insumos o energía de baja huella. Digitalización: sistemas de gestión energética y monitoreo de huella de carbono en plantas industriales. |
| Economía circular | Aprovechar biomasa y residuos industriales como recursos, reducir insumos vírgenes y cerrar ciclos productivos.     | Azúcar: uso de bagazo como combustible o materia prima para nuevos productos. Calzado y textiles: aprovechamiento de recortes y fibras para nuevos insumos. Tratamiento de aguas: recuperación de lodos para uso energético o agrícola. Construcción: incorporación de residuos y subproductos en materiales de menor huella de carbono.                                                                        |

## 4.3 Objetivos

### Objetivo general

Orientar la transición de la industria manufacturera peruana hacia una producción baja en emisiones de gases de efecto invernadero al año 2030, mediante un paquete integrado de acciones estratégicas normativas, tecnológicas, de financiamiento, información, capacidades y medición-reporte-verificación (MRV) que articule al sector público, las empresas y los gremios. La agenda busca que esta transición fortalezca la competitividad, impulse la economía circular, reduzca daños y pérdidas asociados al cambio climático y contribuya de manera concreta al cumplimiento de los compromisos climáticos y de resiliencia del país. En esta Agenda, resiliencia es la capacidad de la industria manufacturera de sostener su producción y su competitividad frente a los efectos del cambio climático y a las exigencias de una economía baja en carbono.

Tres términos de los objetivos específicos: los refrigerantes de bajo potencial de calentamiento global (PCG) son los que, por unidad de masa, retienen mucho menos calor que los HFC a los que reemplazan; la electrificación es la sustitución de combustibles fósiles por electricidad en procesos térmicos y motrices; y la recarbonatación de la cal es la reabsorción de CO<sub>2</sub> atmosférico que ocurre cuando la cal se usa expuesta al aire, durante la vida útil del producto.

### Objetivos específicos

**Objetivo específico 1.** Fortalecer el marco normativo, técnico, institucional y de gobernanza para habilitar y escalar las acciones de descarbonización de la industria manufacturera, priorizando la reducción del factor clínker, el coprocesamiento y uso de biomasa sostenible, la modernización de hornos, la gestión de refrigerantes de bajo potencial de calentamiento global, la eficiencia energética, la electrificación y el reconocimiento técnico de procesos como la recarbonatación de la cal.

**Objetivo específico 2.** Reducir las emisiones de los procesos industriales de cemento, cal y ladrillos mediante cementos con menor contenido de clínker, combustibles alternativos y biomasa en sus hornos, la modernización de ladrilleras y metodologías para reconocer la recarbonatación de la cal, sin que esta sustituya la reducción de emisiones en planta.

**Objetivo específico 3.** Promover la eficiencia energética industrial, la electrificación y el acceso a energía de menor intensidad de carbono, mediante sistemas de gestión energética, auditorías, mejoras de equipos y procesos térmicos y eléctricos, modernización de instalaciones, acceso a electricidad baja en carbono y sustitución progresiva de combustibles fósiles en las plantas manufactureras.

**Objetivo específico 4.** Acelerar la transición hacia refrigerantes y sistemas de refrigeración de menor impacto climático en la industria manufacturera, impulsando la sustitución de sustancias de alto potencial de calentamiento global, la reducción de fugas, la recuperación y disposición ambientalmente adecuada de gases fluorados, el reemplazo de equipos ineficientes y la formación técnica especializada para una operación segura.

**Objetivo específico 5.** Promover la economía circular y el uso eficiente de recursos mediante la valorización de residuos y subproductos, el coprocesamiento ambientalmente seguro, el uso sostenible de biomasa, la reducción de materias primas vírgenes, la reutilización de materiales y el ecodiseño de procesos y productos de menor huella de carbono.

**Objetivo específico 6.** Desarrollar y consolidar sistemas de medición, reporte y verificación (MRV) de emisiones, consumo energético, uso de refrigerantes, valorización de residuos y desempeño de las acciones de descarbonización, mediante guías sectoriales, factores de emisión pertinentes, indicadores comparables, plataformas de información y articulación con la Huella de Carbono Perú.

**Objetivo específico 7.** Movilizar financiamiento, incentivos económicos y asistencia técnica para viabilizar inversiones en tecnologías limpias, eficiencia energética, sustitución de combustibles, gestión de refrigerantes, economía circular, modernización de hornos y mejoras de proceso, con especial atención a las micro, pequeñas y medianas empresas y a los subsectores con mayores barreras de acceso a capital.

**Objetivo específico 8.** Fortalecer las capacidades técnicas, empresariales e institucionales de empresas, gremios, técnicos, CITE, academia y entidades públicas para diseñar, implementar, operar, mantener y monitorear acciones de descarbonización, incluyendo competencias en eficiencia energética, combustibles alternativos, refrigerantes de bajo PCG, MRV, economía circular, gestión de proyectos y acceso a financiamiento verde.

**Objetivo específico 9.** Consolidar mecanismos de articulación público-privada, participación y seguimiento que permitan coordinar la implementación de la ADIM 2030, promover Acuerdos de Producción Más Limpia, facilitar el intercambio de información y buenas prácticas, y ajustar periódicamente las acciones de la Agenda según resultados, barreras emergentes y oportunidades tecnológicas.

## 4.4 Teoría de cambio de la Agenda

La teoría de cambio ordena la lógica causal de la ADIM-2030 siguiendo la cadena de resultados que emplea el planeamiento estratégico del Estado peruano (enfoque del Centro Nacional de Planeamiento Estratégico, CEPLAN): de los insumos y las condiciones habilitantes a las actividades y productos, de estos a los resultados intermedios y, finalmente, al impacto. Su valor es hacer explícitos los supuestos que deben cumplirse para que cada eslabón derive en el siguiente; no es un capítulo extenso, sino el hilo que conecta los objetivos (4.3), el portafolio de acciones estratégicas (capítulo 7) y los habilitadores (capítulo 8).

Cadena de resultados de la Agenda:

- Condiciones habilitantes e insumos: marco normativo actualizado, instrumentos de financiamiento e incentivos, un sistema de medición, reporte y verificación (MRV), capacidades técnicas e institucionales y articulación público-privada. Son la base sin la cual las medidas no

llegan a implementarse; el diagnóstico las identifica, además, como las barreras decisivas del sector (supuesto crítico de toda la cadena).

- Intervenciones (medios): el portafolio de acciones estratégicas de descarbonización — normativas, de información y MRV, tecnológicas, de financiamiento y de capacidades—, construido de abajo hacia arriba —primero las medidas concretas y luego las líneas estratégicas— y con el cemento como caso ancla.
- Productos: normas técnicas y ambientales adecuadas; plataforma de datos y guías de huella de carbono; proyectos y pilotos tecnológicos en operación; líneas de financiamiento verde disponibles; profesionales y empresas capacitados.
- Resultados intermedios (los efectos que la Agenda busca producir): reducción de las emisiones de GEI asociadas a la manufactura; incremento de la eficiencia energética y del uso eficiente de recursos; adopción de tecnologías bajas en carbono; fortalecimiento de las capacidades técnicas e institucionales para la transición industrial; y mejora de la competitividad de la industria manufacturera peruana.
- Impacto: contribución al cumplimiento de los compromisos climáticos nacionales —la meta de la NDC 2.0 al 2030 (208,8 MtCO<sub>2</sub>eq) y la meta actualizada de la NDC 3.0 al 2035 (no exceder 179 MtCO<sub>2</sub>eq), en la trayectoria de neutralidad al 2050—, con una industria manufacturera más competitiva, circular y baja en carbono.

En la lógica CEPLAN, el grado de gobernabilidad decrece a lo largo de la cadena, y conviene distinguirlo: la Agenda controla sus productos —los genera directamente—, influye sobre los resultados intermedios —que dependen también del comportamiento de las empresas y de otros sectores— y contribuye al impacto —uno de varios factores que determinan el cumplimiento de las metas climáticas nacionales—. Esta distinción evita atribuir a la Agenda, por sí sola, resultados que son de responsabilidad compartida.

Supuestos y secuencia: la cadena se sostiene si las condiciones habilitantes se destraban a tiempo, en especial las regulatorias y de financiamiento que el diagnóstico señala como decisivas; una rentabilidad privada favorable en algunas medidas no basta por sí sola para movilizar la inversión (ver 5.8). Por eso la implementación prioriza en el corto plazo las medidas habilitantes y el MRV, y escala de forma progresiva hacia las metas de 2030 y 2035 y la trayectoria de neutralidad al 2050; el detalle temporal se desarrolla en el capítulo 11.

## 5. ESCENARIOS DE DESCARBONIZACIÓN

Los escenarios de este capítulo se construyen con tres insumos: las ocho medidas comprometidas del listado NDC vigente (D.S. 019-2025-MINAM), únicas con potencial cuantificado en los documentos técnicos de PRODUCE; las fichas sectoriales del portafolio de la ADIM (capítulo 7.2), que refuerzan esas acciones o amplían la cobertura a subsectores sin medida propia; y las diecisiete acciones estratégicas transversales (capítulo 7.1), habilitantes que no suman potencial propio pero condicionan que los demás se materialicen. El punto de partida es 2021, año de referencia diagnóstico (3.3).

### 5.1 Escenario tendencial (BAU)

Esta sección responde una pregunta: ¿cuánto emitiría el sector si no se hiciera nada nuevo? Esa trayectoria no está disponible todavía. El BTR1 Perú 2024 no publica proyecciones nacionales ni sectoriales (3.3), y las líneas base que traen los documentos técnicos de PRODUCE son por medida: se traslapan entre sí, emplean supuestos de años distintos y algunas mezclan emisiones directas e indirectas, por lo que no pueden sumarse para obtener el total del sector. El BAU sectorial toma 2021 como año base y parte de la línea base de 3.3 (15.707,5 kt CO<sub>2</sub>eq), alineada con el perímetro de 3.2. Su proyección al 2030 requiere la información de referencia sectorial de PRODUCE, en proceso de validación conjunta; esta versión fija el año base y deja la trayectoria sujeta a esa disponibilidad.

Cuando se construya, la regla será: mantener las intensidades y la penetración tecnológica de 2021 y proyectar solo el crecimiento de la actividad; el efecto de las medidas se contabiliza en la mitigación (5.2), no en el BAU, para evitar el doble conteo.

### 5.2 Escenario de mitigación

Esta sección define los cuatro futuros posibles del sector, del menos al más ambicioso:

| Escenario           | Qué supone                                                                                | Potencial anual al 2030                                                                                                 | Abatimiento acumulado   | Tratamiento en esta versión          |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| 1. Referencia (BAU) | Sin nuevas acciones                                                                       | —                                                                                                                       | —                       | No cuantificado (véase 5.1)          |
| 2. Cumplimiento     | Las 8 medidas comprometidas siguen las trayectorias de los documentos técnicos de PRODUCE | 3,62 MtCO <sub>2</sub> eq/año (agregado de siete de las ocho medidas; la eficiencia transversal se reporta aparte, 5.3) | Según trayectoria (5.3) | Estimado con las fuentes disponibles |

| Escenario         | Qué supone                                                                                                                                                                                              | Potencial anual al 2030              | Abatimiento acumulado             | Tratamiento en esta versión                                          |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 3. ADIM acelerada | Las mismas 8 medidas se alcanzan antes por efecto de las transversales y fichas de refuerzo de la Agenda. Ejemplo: una norma de cementos adicionados adelanta la meta del factor clínker de 2030 a 2028 | Igual (3,62)                         | Mayor (la reducción ocurre antes) | Descripción cualitativa                                              |
| 4. ADIM ampliada  | Medidas nuevas en subsectores sin medida sectorial propia o dedicada (cal, vidrio, metales, textil y otros productos cerámicos no cubiertos por la ficha de ladrillos) (CA1)                            | Mayor que 3,62 (potencial adicional) | Mayor                             | No cuantificado; sujeto a las fichas de cobertura nueva <sup>3</sup> |

La diferencia entre los escenarios 3 y 4 delimita el aporte de la Agenda: acelerar lo comprometido aumenta el abatimiento acumulado sin variar el potencial anual al 2030; ampliar la cobertura eleva ese potencial. La brecha entre el escenario 2 y los escenarios 3-4 es el valor agregado que la ADIM deberá demostrar a medida que su portafolio se cuantifique.

### 5.3 Potencial de abatimiento / reducción de emisiones

Esta sección cuantifica el escenario de cumplimiento: cuánto reduce cada medida comprometida y cuánto suman. Se listan las ocho medidas comprometidas; el agregado de 3,62 MtCO<sub>2</sub>eq/año corresponde a siete de ellas, porque la eficiencia energética transversal (ECE18) se reporta por separado para evitar un posible doble conteo.

| Código | Medida                     | Subsector                              | Reducción 2030 (MtCO <sub>2</sub> eq/año) | Estado en el BTR1                            | Ficha cap. 7 |
|--------|----------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------|
| PIUP2  | Reemplazo de refrigerantes | HFC / refrigeración (alcance nacional) | 1,650                                     | No reportada como en implementación          | R1 (parcial) |
| PIUP1  | Sustitución de clínker     | Cemento                                | 0,954                                     | Reportada como en implementación (Tabla 2.9) | C1           |

<sup>3</sup> Referencia ilustrativa del potencial adicional (no es una cifra oficial): los subsectores sin medida propia emiten del orden de 0,85 MtCO<sub>2</sub>eq/año de proceso (cal 0,54, metales 0,26, vidrio 0,03, ceniza de sosa 0,03; ver 3.2); cada 10 % de reducción de esas emisiones equivaldría a 0,085 MtCO<sub>2</sub>eq/año adicionales. No incluye la combustión de esos subsectores, no representa todo el universo sin cobertura y, por ahora, solo la cal cuenta con fichas (CA1 a CA3).

| Código | Medida                                         | Subsector           | Reducción 2030 (MtCO <sub>2</sub> eq/año) | Estado en el BTR1                   | Ficha cap. 7 |
|--------|------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------|--------------|
| ECE15  | Reemplazo tecnológico ladrilleras industriales | Ladrilleras         | 0,480                                     | Sin desglose en el BTR1             | L1           |
| ECE14  | Mejora tecnológica ladrilleras artesanales     | Ladrilleras         | 0,210                                     | Sin desglose en el BTR1             | L1           |
| ECE16  | Coprocesamiento                                | Cemento             | 0,175                                     | Sin desglose en el BTR1             | C2           |
| ECE17  | Eficiencia energética en cemento               | Cemento             | 0,119                                     | Sin desglose en el BTR1             | C3           |
| PIUP3  | Reducción de N <sub>2</sub> O en ácido nítrico | Química             | 0,029                                     | No reportada como en implementación |              |
| ECE18  | Eficiencia energética transversal              | Manufactura (todos) | 0,018                                     | Sin desglose en el BTR1             |              |

Sumadas año a año, las medidas trazan la siguiente trayectoria de reducción (MtCO<sub>2</sub>eq/año; excluye la eficiencia transversal por su posible traslape con las medidas de cemento y ladrilleras):

| Año  | Reducción anual (MtCO <sub>2</sub> eq) |
|------|----------------------------------------|
| 2021 | 0,18                                   |
| 2022 | 0,40                                   |
| 2023 | 0,59                                   |
| 2024 | 1,04                                   |
| 2025 | 1,87                                   |
| 2026 | 2,31                                   |
| 2027 | 2,75                                   |
| 2028 | 3,01                                   |
| 2029 | 3,08                                   |
| 2030 | 3,62                                   |

La reducción comprometida crece de 0,18 MtCO<sub>2</sub>eq en 2021 a 3,62 MtCO<sub>2</sub>eq/año en 2030; el incremento entre 2024 y 2025 corresponde a la entrada en régimen de refrigerantes y ladrilleras. Tres palancas concentran el 99 % del potencial: refrigerantes (1,65), cemento (1,25, sumando sus tres medidas) y ladrilleras (0,69). Fuera de ellas y del ácido nítrico, el único instrumento vigente es la eficiencia transversal (0,018), lo que configura una brecha de cobertura en los subsectores sin medida sectorial propia—cal, vidrio, metales, textil y otros productos cerámicos no cubiertos por la ficha de ladrilleras— que el portafolio de la ADIM comienza a atender (5.2, escenario ampliado). El abatimiento acumulado que modelan las fuentes en toda su serie 2010-2030 asciende a 18,84 MtCO<sub>2</sub>eq y corresponde a las medidas comprometidas; el aporte incremental de la Agenda —aceleración y ampliación (5.2)— no está cuantificado en esta versión.

**Método y fuentes.** La reducción de cada medida es la diferencia entre su línea base y su escenario de mitigación, tabuladas año a año en la PTS (2018) y en las programaciones tentativas actualizadas de 2022<sup>4</sup>. Para evitar el doble conteo: la eficiencia transversal se reporta por separado; el factor clínker emplea el total de la PTS y no la suma de sus componentes; los refrigerantes emplean el valor de la programación tentativa actualizada de la medida de mitigación sobre refrigerantes (1,65, en reemplazo del 0,89 de la PTS 2018); las fichas del capítulo 7 refuerzan estas mismas palancas sin sumar potencial aparte, y las reducciones inducidas por las transversales se contabilizan en la medida sectorial que las materializa. La correspondencia entre el reemplazo de refrigerantes (PIUP2) y la ficha R1 es parcial: la medida comprometida es de alcance nacional —incluye la refrigeración residencial, comercial, automotriz y de transporte, además de la industrial—, por lo que su potencial de 1,65 MtCO<sub>2</sub>eq/año no es atribuible íntegramente a la industria manufacturera.

## 5.4 Curvas de costo marginal de abatimiento (MACC)

Una curva de costo marginal de abatimiento para la industria manufacturera peruana no se encuentra disponible en esta versión. Los documentos técnicos de PRODUCE aportan indicadores de rentabilidad por medida (5.8), pero no costos por tonelada de CO<sub>2</sub> evitada, y las referencias internacionales disponibles (los Technology Papers de la European Cement Research Academy, ECRA, 2022, para el cemento) corresponden a una planta de referencia europea, por lo que no permiten construir una curva representativa del país. Su elaboración requiere, para cada medida y con datos de plantas peruanas: el costo de inversión, los costos de operación y mantenimiento, los ahorros de energía o de insumos, el potencial anual de reducción en tCO<sub>2</sub>eq, la vida útil de la tecnología y la tasa de descuento aplicable. Los potenciales ya están disponibles en las programaciones tentativas de PRODUCE (5.3); los costos deben levantarse con las empresas y los gremios de cada subsector.

## 5.5 Contribución a las NDC

Esta sección sitúa el aporte del sector frente a las metas climáticas del país:

| Meta nacional          | Nivel                                       | Fuente                     |
|------------------------|---------------------------------------------|----------------------------|
| NDC 2.0 — al 2030      | No exceder 208,8 MtCO <sub>2</sub> eq netas | BTR1 Perú 2024             |
| NDC 3.0 — al 2035      | No exceder 179 MtCO <sub>2</sub> eq         | MINAM, nov-2025            |
| Neutralidad de carbono | Al 2050                                     | Trayectoria de largo plazo |

La reducción agregada de las medidas comprometidas bajo PRODUCE (5.3) alcanza 3,62 MtCO<sub>2</sub>eq/año al 2030. Esta cifra no es íntegramente atribuible a la manufactura: incluye el reemplazo de refrigerantes (1,65 MtCO<sub>2</sub>eq/año), medida de alcance nacional, por lo que no es directamente comparable con la participación del PIUP en el inventario (3,78 %). Es, en todo caso, una contribución acotada respecto del

<sup>4</sup> A modo de ilustración, para el reemplazo de refrigerantes (MtCO<sub>2</sub>eq): línea base 2030 = 4,38; escenario de mitigación = 2,73; reducción = 1,65. Elaboración propia a partir de las series anuales de la PTS (PRODUCE/DGAAMI, 2018) y de la programación tentativa actualizada de la medida de mitigación sobre refrigerantes (PRODUCE, diciembre de 2022).

total nacional, pero relevante por concentrarse en palancas de alto potencial y baja línea base tecnológica. En cuanto a su estado, PRODUCE informa que cinco de las ocho medidas se encuentran en implementación y reportadas al MINAM: la contribución del sector es una acción en curso, no solo un compromiso. En el BTR1 2024, la sustitución de clínker (PIUP1) figura expresamente como en implementación y el estado de las medidas de combustión no se desglosa.

5.6 Contribución a los objetivos de largo plazo

Más allá de 2030, el subsector cementero se alinea con una trayectoria de descarbonización profunda orientada a la carbono neutralidad al 2050. Como principal referencia sectorial regional, **la Hoja de Ruta Carbono Neutralidad 2050 para América Latina**, elaborada por la Federación Interamericana del Cemento (FICEM), plantea una transición integral basada en la reducción del factor clínker, el coprocesamiento y uso de combustibles alternativos, la eficiencia energética, el abastecimiento eléctrico renovable, la incorporación progresiva de hidrógeno verde y el desarrollo de tecnologías complementarias, como la captura, uso y almacenamiento de carbono.

En el Perú, esta orientación se expresa en la Hoja de Ruta Net Zero 2050 del cemento, desarrollada en articulación con ASOCEM, FICEM y empresas del sector —UNACEM, Pacasmayo y Yura—, y vinculada con la reducción del factor clínker considerada en la medida PIUP1 de la NDC. Para efectos de la presente estrategia, se consideran las siguientes palancas de contribución indicativa:

| Palanca de descarbonización                           | Aporte estimado a la reducción |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Reducción del factor clínker, vinculada con PIUP1     | ~15 %                          |
| Coprocesamiento y sustitución de combustibles fósiles | ~13 %                          |
| Uso de electricidad renovable                         | ~5 %                           |
| Mejora de la eficiencia térmica                       | ~2 %                           |
| Incorporación de hidrógeno verde                      | ~1 %                           |

Fuente: Hoja de Ruta Carbono Neutralidad 2050 para América Latina (FICEM) y Hoja de Ruta Net Zero 2050 del cemento del Perú (ASOCEM-FICEM). Dos palancas tienen medida equivalente en la Programación Tentativa Sectorial de Mitigación de PRODUCE: la reducción del factor clínker (PIUP1) y el coprocesamiento (ECE16). La eficiencia térmica, la electricidad renovable y el hidrógeno verde no la tienen; la medida de eficiencia en cemento (ECE17) se orienta al consumo eléctrico.

Estas cinco palancas representan una selección parcial de la trayectoria de largo plazo y, en conjunto, concentran alrededor del 36 % de la reducción prevista. La Hoja de Ruta de FICEM reconoce que la carbono neutralidad al 2050 requiere complementar estas medidas con otras soluciones, entre ellas nuevas adiciones y materiales cementicios, electrificación, captura, uso y almacenamiento de carbono (CCUS), recarbonatación del concreto, economía circular y soluciones basadas en la naturaleza.

Por tanto, la cuantificación presentada debe entenderse como referencial y sujeta a la disponibilidad de información, madurez tecnológica, condiciones regulatorias y acceso a financiamiento. Para los demás subsectores manufactureros bajo el ámbito de PRODUCE, aún no se dispone de hojas de ruta sectoriales al 2050 con un nivel de desarrollo y cuantificación equivalente. En la región, las experiencias que abarcan

otras industrias son instrumentos más amplios: en Colombia, el Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Sectorial del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (Resolución 1066 de 2021) identifica como mayores emisores a los minerales no metálicos, los metales y la química; en Costa Rica, el eje 6 del Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050, «Sector industrial de bajas emisiones», plantea transformar las fuentes de energía de la industria al 2050. La falta de hojas de ruta por subsector constituye una oportunidad para impulsar procesos graduales de prospectiva, definición de metas y construcción de trayectorias de descarbonización específicas.

## 5.7 Metas de descarbonización de la industria manufacturera

Las metas se estructuran por indicador, con horizonte 2030 y, para la reducción absoluta, 2035, en línea con la NDC 3.0; sus valores se fijarán una vez confirmada la información de referencia sectorial con PRODUCE.

| Indicador                                                           | Horizontes  | Estado del valor                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Reducción de emisiones absolutas de GEI                             | 2030 / 2035 | Referencia indicativa 2030: abatimiento comprometido ( $\approx 3,62 \text{ MtCO}_2\text{eq/año}$ , 5.3); valores finales sujetos a disponibilidad de información |
| Reducción de intensidad de emisiones (por unidad de valor agregado) | 2030        | No cuantificado en esta versión (requiere cruce con el PBI sectorial, 3.3)                                                                                        |
| Incremento de eficiencia energética                                 | 2030        | No cuantificado en esta versión                                                                                                                                   |
| Participación de energías limpias / bajas en carbono                | 2030        | No cuantificado en esta versión                                                                                                                                   |
| Penetración de tecnologías bajas en emisiones                       | 2030        | No cuantificado en esta versión                                                                                                                                   |

## 5.8 Beneficios económicos y de competitividad de la descarbonización

Esta sección responde cuánto conviene económicamente descarbonizar. La evaluación referencial de la PTS 2018 muestra rentabilidad privada alta en las medidas evaluadas, lo que matiza la idea de que descarbonizar es siempre un sobre costo:

| Medida                           | TIR privada     | TIR social | Ficha cap. 7 |
|----------------------------------|-----------------|------------|--------------|
| ECE14 — ladrilleras artesanales  | 280 %           | 121 %      | L1           |
| ECE16 — coprocesamiento          | 74 %            | 87 %       | C2           |
| PIUP1 — factor clínker           | 60 %            | 278 %      | C1           |
| ECE15 — ladrilleras industriales | 60 %            | 94 %       | L1           |
| ECE17 — eficiencia cemento       | 39 %            | 61 %       | C3           |
| PIUP2 — refrigerantes            | — (solo social) | 84 %       | R1           |

Salvedades: son evaluaciones referenciales de la PTS 2018, que priorizó siete medidas; la reducción de óxido nítrico en ácido nítrico (PIUP3) se incorporó con su programación tentativa de diciembre de 2022, cuando también se actualizó la de refrigerantes (PIUP2). No constituyen un cálculo nacional actualizado;

en las medidas de cemento corresponden a una planta modelo y no al portafolio nacional; la muestra es parcial (refrigerantes solo con evaluación social; ácido nítrico y eficiencia transversal sin evaluar; el resto de subsectores sin modelar); y una TIR alta no elimina las barreras de capital inicial, acceso a crédito y riesgo que el diagnóstico documenta como decisivas, sobre todo en empresas pequeñas e informales.

Fuentes: D.S. 019-2025-MINAM (listado NDC vigente); Programación Tentativa Sectorial de Mitigación (PRODUCE/DGAAMI, 2018); programaciones tentativas actualizadas de las medidas de refrigerantes y de óxido nítrico (PRODUCE/DGAAMI, diciembre de 2022); BTR1 Perú 2024; Hoja de Ruta Net Zero 2050 del cemento (ASOCEM-FICEM); portafolio de medidas de la ADIM (capítulo 7 de este documento). Las cifras de escenario derivan de dichos documentos técnicos, con las reglas de agregación indicadas en 5.3. El escenario tendencial sectorial absoluto queda sujeto a la disponibilidad de la información de referencia sectorial de PRODUCE.

## 6. LÍNEAS ESTRATÉGICAS DE INTERVENCIÓN

### Línea 1. Eficiencia energética industrial

Esta línea se orienta a reducir el consumo específico de energía y la intensidad de emisiones asociada a los procesos productivos, manteniendo o mejorando la productividad y competitividad de la industria manufacturera. Promueve que la gestión energética se incorpore como una práctica sistemática de las empresas, mediante diagnósticos, auditorías, sistemas de gestión, indicadores de desempeño, mantenimiento, optimización operativa y modernización de equipos térmicos y eléctricos.

La línea prioriza intervenciones en los subsectores con alto consumo de energía y oportunidades de reducción, particularmente en las plantas cementeras y de cal, las ladrilleras artesanales e industriales, y los sistemas de refrigeración de la industria manufacturera. Comprende acciones como los programas integrales de eficiencia energética en plantas cementeras (C3), la gestión energética en plantas de cal (CA2), la modernización de hornos ladrilleros (L1) y el reemplazo de equipos de refrigeración por sistemas de mayor eficiencia energética (R2).

También busca mejorar la disponibilidad de información sobre consumos específicos de energía, fortalecer capacidades técnicas y facilitar el acceso a tecnologías y financiamiento para inversiones de eficiencia. De esta manera, la línea contribuye a reducir costos operativos, mejorar la competitividad de las empresas y disminuir tanto las emisiones directas de combustión como las emisiones indirectas asociadas al consumo eléctrico.

### Línea 2. Electrificación y energías limpias

Esta línea reúne las acciones destinadas a disminuir la intensidad de carbono del consumo energético industrial mediante la electrificación de procesos técnicamente viables, el acceso a electricidad de menor intensidad de carbono, la incorporación de energías renovables y la sustitución progresiva de combustibles fósiles por alternativas de menor huella.

La línea se aplica a procesos térmicos y motrices de la industria manufacturera, incluyendo hornos de cemento y cal, instalaciones de ladrillos, equipos eléctricos y sistemas de refrigeración. Comprende el acceso a electricidad baja en carbono y la mejora de la gestión energética en plantas de cal (CA2), la sustitución de combustibles en ladrilleras (L1), el coprocesamiento y empleo de biomasa sostenible en hornos cementeros (C2), la habilitación del uso de combustibles alternativos en hornos de cal (CA1) y la renovación de equipos de refrigeración por tecnologías más eficientes (R2).

Su implementación requiere mejoras de infraestructura energética, esquemas de suministro eléctrico de largo plazo, criterios de sostenibilidad para biomasa y residuos valorizables, asistencia técnica y mecanismos de financiamiento adecuados. La línea busca que la reducción de emisiones energéticas se produzca sin comprometer la seguridad de operación, la calidad del producto ni la competitividad empresarial.

### **Línea 3. Descarbonización de procesos industriales**

Esta línea se concentra en reducir las emisiones directamente asociadas a las transformaciones físico-químicas y a los procesos productivos intensivos en carbono. Actúa mediante cambios en materias primas, tecnologías, configuraciones de proceso y prácticas operativas que reduzcan estructuralmente las emisiones difíciles de abatir; la reducción del consumo de energía corresponde a la línea 1.

En el subsector cemento, comprende la reducción del factor clínker mediante la producción y uso de cementos adicionados (C1), así como el coprocesamiento de residuos y biomasa en hornos (C2). En el subsector cal, incluye la sustitución de combustibles fósiles en hornos (CA1) y el desarrollo de metodologías para el reconocimiento y contabilización de la recarbonatación de la cal durante la vida útil de sus productos (CA3). En ladrilleras, incorpora la modernización de hornos y el cambio de combustibles (L1).

La línea también comprende la articulación de normas técnicas, especificaciones de producto, estándares de desempeño y mecanismos de mercado que permitan la adopción de materiales y procesos de menor huella de carbono. Su propósito es que los sectores intensivos en emisiones avancen desde mejoras incrementales hacia trayectorias compatibles con una descarbonización profunda, asegurando rigor técnico en la cuantificación de resultados y evitando que mecanismos de contabilización sustituyan la reducción efectiva de emisiones en planta.

### **Línea 4. Economía circular y uso eficiente de recursos**

Esta línea promueve la transición hacia modelos industriales en los que los residuos, subproductos y materiales secundarios se gestionan como recursos, reduciendo el consumo de materias primas vírgenes, la generación de residuos y la huella de carbono de los procesos productivos.

La línea prioriza la valorización de residuos y biomasa para uso energético o como insumos industriales, el coprocesamiento ambientalmente seguro en hornos cementeros y de cal, la reutilización de subproductos, el ecodiseño, la prolongación de la vida útil de materiales y la generación de sinergias entre empresas y cadenas de valor. En el portafolio sectorial, se expresa especialmente en el coprocesamiento de residuos y biomasa en hornos cementeros (C2) y en la habilitación de combustibles alternativos y biomasa sostenible en hornos de cal (CA1).

Su implementación requiere reglas claras para la clasificación, trazabilidad, transporte, acondicionamiento y uso de residuos y biomasa, así como estándares ambientales, sistemas de control y mecanismos de articulación entre generadores, gestores de residuos y empresas manufactureras. La línea busca generar beneficios simultáneos: reducción de emisiones, menor presión sobre la disposición final, ahorro de recursos, innovación empresarial y desarrollo de nuevas cadenas de valor circulares.

### **Línea 5. Gestión de refrigerantes y gases fluorados**

Esta línea aborda el manejo responsable de refrigerantes y gases fluorados utilizados en sistemas de refrigeración, congelamiento, climatización y otros usos industriales, debido a su elevado potencial de

calentamiento global y a las emisiones fugitivas que pueden producirse durante la instalación, operación, mantenimiento, reparación, recuperación y disposición de equipos.

La línea se implementa mediante dos acciones sectoriales complementarias. La primera es la sustitución de refrigerantes de alto potencial de calentamiento global por alternativas de menor impacto climático y el fortalecimiento de capacidades técnicas para prevenir fugas y asegurar el manejo adecuado de gases (R1). La segunda es el reemplazo progresivo de equipos de refrigeración por sistemas de mayor eficiencia energética y refrigerantes de bajo PCG, con prioridad en instalaciones industriales de alta antigüedad, intensidad de uso o riesgo de fugas (R2).

La línea incorpora el fortalecimiento de inventarios, registros de equipos y gases, protocolos de mantenimiento, recuperación y disposición final, capacitación y certificación de técnicos, mecanismos de seguridad y acceso a tecnologías compatibles con las condiciones de operación de la industria manufacturera. Su objetivo es reducir simultáneamente las emisiones directas de gases fluorados y el consumo eléctrico asociado a la refrigeración industrial.

## **Línea 6. Innovación y desarrollo tecnológico**

Esta línea impulsa la investigación, adaptación, demostración, validación y difusión de tecnologías, procesos y modelos de negocio que permitan reducir emisiones y mejorar la productividad en la industria manufacturera. Comprende tanto soluciones maduras que requieren mayor difusión como tecnologías emergentes que demandan pilotos, validación local y desarrollo de capacidades antes de su escalamiento.

La línea apoya la implementación de tecnologías de eficiencia energética, electrificación, combustibles alternativos, aprovechamiento de biomasa y residuos, producción de materiales de menor huella, sistemas de refrigeración de bajo PCG y alta eficiencia, digitalización de procesos y soluciones de monitoreo de consumo energético y emisiones. En el subsector cal, incluye la generación de evidencia técnica y metodologías de medición para la recarbonatación (CA3); en refrigerantes, el desarrollo y adopción de sistemas de bajo PCG y alta eficiencia (R2).

La red CITE, la academia, los gremios empresariales, las empresas y la cooperación internacional son actores clave para el desarrollo de pilotos, la transferencia tecnológica y la generación de conocimiento adaptado a las condiciones del país. La línea busca reducir la incertidumbre técnica y financiera de nuevas soluciones y acelerar su transformación en inversiones replicables y escalables.

## **Línea 7. Fortalecimiento de capacidades**

Esta línea se orienta a desarrollar las capacidades técnicas, de gestión y de cumplimiento necesarias para que empresas, trabajadores, técnicos, gremios, instituciones públicas, CITE y academia puedan implementar efectivamente las acciones de la ADIM 2030.

Prioriza programas de formación, asistencia técnica, certificación y difusión de buenas prácticas en eficiencia energética, gestión de procesos térmicos, modernización de hornos, uso seguro de

combustibles alternativos y biomasa, economía circular, gestión de refrigerantes de bajo PCG, prevención de fugas, recuperación de gases, medición de huella de carbono, MRV y formulación de proyectos de inversión.

En el portafolio sectorial, esta línea se vincula directamente con R1, que incorpora el fortalecimiento de capacidades técnicas como condición para sustituir refrigerantes de alto PCG de manera segura, y con L1, que requiere capacitación y acompañamiento para la modernización de ladrilleras. También resulta determinante para que las empresas de cemento y cal adopten tecnologías de eficiencia, coprocesamiento, gestión energética y contabilización de recarbonatación.

La línea busca reducir la brecha entre la disponibilidad de tecnologías y la capacidad efectiva de utilizarlas, operarlas y mantenerlas, asegurando que la transición industrial sea segura, inclusiva y compatible con la creación y reconversión de empleo de calidad.

## **Línea 8. Condiciones habilitantes y gobernanza**

Esta línea agrupa los instrumentos regulatorios, financieros, de información, de mercado, de coordinación y de seguimiento necesarios para viabilizar y sostener la descarbonización industrial a escala. No se limita a una tecnología o subsector, sino que crea las condiciones para que las demás líneas y acciones sectoriales puedan ejecutarse de forma efectiva, verificable y continua.

Comprende la actualización y armonización de normas ambientales, técnicas y sectoriales; la habilitación regulatoria del coprocesamiento, la biomasa sostenible, los refrigerantes alternativos y los materiales de menor huella; el fortalecimiento de la infraestructura de calidad; la implementación de sistemas de MRV y plataformas de transparencia; el acceso a financiamiento verde e incentivos; y la generación de señales de mercado mediante compras públicas sostenibles, etiquetas, reconocimientos y Acuerdos de Producción Más Limpia.

La línea establece además mecanismos de articulación entre PRODUCE, MINAM, MINEM, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, INACAL, OEFA, OSINERGMIN, gobiernos regionales y locales, gremios, empresas, CITE, academia, entidades financieras y cooperación internacional. Busca consolidar mesas técnicas sectoriales y mecanismos de seguimiento participativo que permitan resolver barreras, coordinar responsabilidades, monitorear resultados y actualizar la Agenda según avances tecnológicos, regulatorios y de mercado.

## 7. PORTAFOLIO DE ACCIONES ESTRATÉGICAS DE DESCARBONIZACIÓN

**Términos utilizados.** En este documento, *línea estratégica de intervención* es cada uno de los ocho ámbitos del capítulo 6; *acción estratégica* es cada intervención del portafolio de la Agenda, transversal (7.1) o sectorial (7.2); y *medida* se reserva para las ocho medidas de mitigación NDC bajo responsabilidad de PRODUCE.

### Criterios de priorización

Las acciones estratégicas transversales y sectoriales de la ADIM-2030 se han construido a partir de un proceso técnico-participativo que combina el análisis del inventario de emisiones y de la política climática nacional con los aportes de empresas, gremios, entidades públicas, academia y cooperación. Sobre esta base se definió un conjunto de criterios de priorización que orientan qué acciones estratégicas se incorporan en la agenda y cómo se ordenan dentro del portafolio.

En primer lugar, se considera el potencial de reducción de emisiones de GEI, identificando aquellas acciones que actúan sobre los focos más intensivos (por ejemplo, cemento, ladrilleras o refrigerantes) y que permiten obtener reducciones cuantificables y verificables en el horizonte 2030. La relación costo-efectividad y la madurez tecnológica aseguran que las acciones priorizadas logren reducciones relevantes a costos razonables y con tecnologías probadas o en etapas avanzadas de desarrollo, evitando soluciones cuya implementación sea incierta o extremadamente costosa. La factibilidad de implementación y la disponibilidad de financiamiento incorporan los aportes de los actores claves sobre barreras regulatorias, de mercado y de capacidades, de modo que se prioricen aquellas acciones que el sector industrial puede efectivamente ejecutar con los instrumentos, recursos y arreglos institucionales existentes o plausibles.

Adicionalmente, se valoran el impacto sobre la competitividad y los beneficios sociales y ambientales, privilegiando acciones estratégicas que, además de reducir emisiones, mejoren la eficiencia energética y de recursos, reduzcan contaminación local, fortalezcan la seguridad y salud ocupacional, y aporten a la generación de empleo y la innovación. El potencial de escalabilidad y replicabilidad se usa para distinguir acciones estratégicas que puedan expandirse desde pilotos y casos ancla hacia un número mayor de empresas y regiones, ampliando el impacto de la agenda más allá de intervenciones puntuales. Finalmente, la contribución explícita a las NDC y los objetivos climáticos nacionales asegura que tanto las acciones estratégicas transversales como las sectoriales se alineen con los compromisos del Perú bajo el Acuerdo de París, de manera que la implementación de la ADIM-2030 aporte de forma directa y trazable al cumplimiento de las metas de mitigación y, de manera complementaria, a los objetivos de adaptación y reducción de daños y pérdidas.

## 7.1. Acciones Estratégicas transversales

### 7.1.1. Listado de acciones estratégicas transversales identificadas por líneas estratégicas de intervención

La siguiente tabla presenta el listado de acciones estratégicas transversales de la ADIM-2030, organizadas por líneas estratégicas de intervención que articulan regulación, información, transformación tecnológica, financiamiento y fortalecimiento de capacidades. Estas acciones se han identificado y priorizado a partir del análisis técnico de la industria manufacturera y de la recopilación de información durante el proceso participativo de la agenda, que incluyó talleres, encuestas y aportes de actores clave del sector público, empresarial, gremial y académico.

La tabla correlaciona los cinco tipos de acciones estratégicas transversales identificados con cada una de sus 17 acciones estratégicas específicas y con la o las líneas estratégicas de intervención del capítulo 6 a las que contribuyen principalmente.

| Tipo de acción estratégica transversal       | Acción estratégica transversal específica                                                                  | Línea(s) estratégica(s) de intervención (cap. 6) a la(s) que contribuye                                                                                        |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Acciones normativas</b>                   | Acción 1.1 – Actualización de normas técnicas y especificaciones para cementos y concretos de bajo carbono | <ul style="list-style-type: none"> <li>• L3: Descarbonización de procesos industriales</li> <li>• L4: Economía circular y uso eficiente de recursos</li> </ul> |
|                                              | Acción 1.2 – Revisión y armonización de regulaciones ambientales que afectan proyectos de descarbonización | <ul style="list-style-type: none"> <li>• L8: Condiciones habilitantes y gobernanza</li> <li>• L3: Descarbonización de procesos industriales</li> </ul>         |
|                                              | Acción 1.3 – Marco regulatorio para coprocesamiento y economía circular en cemento y otras industrias      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• L4: Economía circular y uso eficiente de recursos</li> <li>• L3: Descarbonización de procesos industriales</li> </ul> |
| <b>Acciones de información y MRV</b>         | Acción 2.1 – Fortalecimiento y ampliación del sistema de Huella de Carbono para industria manufacturera    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• L8: Condiciones habilitantes y gobernanza</li> <li>• L7: Fortalecimiento de capacidades</li> </ul>                    |
|                                              | Acción 2.2 – Plataforma de datos y transparencia para emisiones industriales                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• L8: Condiciones habilitantes y gobernanza</li> </ul>                                                                  |
|                                              | Acción 2.3 – Guías sectoriales de cálculo de huella de carbono                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• L8: Condiciones habilitantes y gobernanza</li> <li>• L7: Fortalecimiento de capacidades</li> </ul>                    |
| <b>Acciones tecnológicas y de innovación</b> | Acción 3.1 – Programas de eficiencia energética y combustibles limpios                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• L1: Eficiencia energética industrial</li> <li>• L2: Electrificación y energías limpias</li> </ul>                     |

| <b>Tipo de acción estratégica transversal</b>  | <b>Acción estratégica transversal específica</b>                                                     | <b>Línea(s) estratégica(s) de intervención (cap. 6) a la(s) que contribuye</b>                                                                                                                           |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | Acción 3.2 – Pilotos de economía circular y valorización de residuos                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• L4: Economía circular y uso eficiente de recursos</li> <li>• L6: Innovación y desarrollo tecnológico</li> </ul>                                                 |
|                                                | Acción 3.3 – Asistencia técnica para tecnologías de descarbonización                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• L3: Descarbonización de procesos industriales</li> <li>• L7: Fortalecimiento de capacidades</li> </ul>                                                          |
| <b>Acciones de financiamiento e incentivos</b> | Acción 4.1 – Incentivos tributarios y financieros para inversiones en descarbonización               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• L8: Condiciones habilitantes y gobernanza</li> <li>• L2: Electrificación y energías limpias</li> <li>• L3: Descarbonización de procesos industriales</li> </ul> |
|                                                | Acción 4.2 – Criterios de descarbonización industrial en taxonomía verde                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• L8: Condiciones habilitantes y gobernanza</li> </ul>                                                                                                            |
|                                                | Acción 4.3 – Cofinanciamiento para pilotos de descarbonización                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• L6: Innovación y desarrollo tecnológico</li> <li>• L3: Descarbonización de procesos industriales</li> </ul>                                                     |
| <b>Acciones de capacidades y gobernanza</b>    | Acción 5.1 – Capacitación en diseño y uso de cementos verdes                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• L7: Fortalecimiento de capacidades</li> <li>• L3: Descarbonización de procesos industriales</li> </ul>                                                          |
|                                                | Acción 5.2 – Capacidades empresariales en medición de huella y estrategias de reducción              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• L7: Fortalecimiento de capacidades</li> <li>• L8: Condiciones habilitantes y gobernanza</li> </ul>                                                              |
|                                                | Acción 5.3 – Mesas técnicas sectoriales para la agenda de descarbonización                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• L8: Condiciones habilitantes y gobernanza</li> <li>• L7: Fortalecimiento de capacidades</li> </ul>                                                              |
|                                                | Acción 5.4 – Fortalecimiento de la infraestructura de la calidad                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• L8: Condiciones habilitantes y gobernanza</li> <li>• L7: Fortalecimiento de capacidades</li> </ul>                                                              |
|                                                | 5.5 – Implementación de Acuerdos de Producción Más Limpia (AP+L) para la descarbonización industrial | <ul style="list-style-type: none"> <li>• L8: Condiciones habilitantes y gobernanza</li> <li>• L3: Descarbonización de procesos industriales</li> </ul>                                                   |

En conjunto, este listado de acciones estratégicas transversales de la ADIM 2030 comprende 17 acciones distribuidas en cinco tipos: 3 normativas (1.1–1.3), 3 de información y MRV (2.1–2.3), 3 tecnológicas y de innovación (3.1–3.3), 3 de financiamiento e incentivos (4.1–4.3) y 5 de capacidades y gobernanza (5.1–5.5), lo que da un total de 17 acciones estratégicas transversales.

Estas acciones estratégicas transversales contribuyen a siete de las ocho líneas estratégicas de intervención del capítulo 6 (L1, L2, L3, L4, L6, L7 y L8), con mayor concentración en L3 (Descarbonización de procesos industriales) y L8 (Condiciones habilitantes y gobernanza), que articulan la mayoría de las acciones normativas, de financiamiento y de capacidades.

La Línea Estratégica de Intervención 5 (Gestión de refrigerantes y gases fluorados) no se contempla en este listado de acciones estratégicas transversales, dado que su abordaje se concreta mediante dos acciones estratégicas sectoriales específicas —las acciones R1 y R2, Sustitución de refrigerantes de alto potencial de calentamiento global y fortalecimiento de capacidades técnicas; y Reemplazo de equipos de refrigeración por sistemas de alta eficiencia energética en la industria manufacturera—, presentadas en el subcapítulo 7.2.

### **7.1.2. Fichas de acciones estratégicas transversales identificadas.**

En los anexos, se incluyen las fichas detalladas de todas las acciones estratégicas transversales identificadas, desarrolladas conforme al modelo de ficha aprobado para la agenda. Estas fichas corresponden a las acciones listadas en el subcapítulo 7.1.1 y ofrecen, para cada una, información sobre tipo de acciones, subsectores involucrados, fuentes de emisiones que aborda, descripción, actores responsables, horizonte temporal, indicadores, co-beneficios y condiciones habilitantes, facilitando su implementación y seguimiento.

## **7.2. Acciones Estratégicas por sector**

### **7.2.1. Listado de acciones estratégicas sectoriales priorizadas por líneas estratégicas de intervención**

La siguiente tabla presenta el listado de acciones estratégicas sectoriales priorizadas de la ADIM-2030 para cemento, cal, ladrillos y refrigerantes, organizadas según su contribución a las fuentes de emisiones más relevantes de la industria manufacturera. Estas acciones han sido seleccionadas considerando criterios de potencial de reducción de gases de efecto invernadero, costo efectividad, madurez tecnológica, factibilidad de implementación y alineamiento con las NDC y el diagnóstico técnico del sector. El cuadro sintetiza, para cada subsector, las principales palancas de descarbonización y el tipo de emisiones que abordan, ofreciendo una visión clara de dónde se concentrará el esfuerzo sectorial al 2030.

**Tabla – Acciones estratégicas sectoriales priorizadas y alcance.**

| <b>Acción Estratégica Sectorial</b>                                               | <b>Subsector</b> | <b>Fuentes de emisiones que aborda (inventario)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Alcance</b>                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Líneas estratégicas de intervención (capítulo 6) a las que contribuye</b>                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1. Reducción del factor clínker en cementos producidos                           | Cemento          | IPPU: Proceso de calcinación de clínker (2.A.1).<br><br>1.A.2: Combustión en hornos, indirecta, al reducir clínker.                                                                                                                                                                                                          | Porcentaje de las emisiones de proceso del cemento asociadas al contenido de clínker.                                                                                                                                                            | L3. Descarbonización de procesos industriales<br><br>L4. Economía circular y uso eficiente de recursos                                               |
| C2. Coprocesamiento de residuos y biomasa en hornos cementeros                    | Cemento          | 1.A.2: Combustión en hornos de clínker, al sustituir combustibles fósiles por residuos y biomasa.<br><br>Emisiones asociadas a disposición de residuos fuera del inventario industrial.                                                                                                                                      | Porcentaje de las emisiones de combustión del subsector cemento que podrían ser cubiertas por sustitución térmica; porcentaje adicional de emisiones evitadas por valorización de residuos según escenarios del estudio de FICEM.                | L2. Electrificación y energías limpias<br><br>L3. Descarbonización de procesos industriales<br><br>L4. Economía circular y uso eficiente de recursos |
| C3. Programas integrales de eficiencia energética en plantas cementeras           | Cemento          | 1.A.2: Combustión en hornos, calderas y equipos térmicos; consumo de electricidad asociado a la producción de clínker y cemento.                                                                                                                                                                                             | Reducción potencial del consumo específico de energía térmica y eléctrica por tonelada de clínker/cemento.                                                                                                                                       | L1. Eficiencia energética industrial<br><br>L2. Electrificación y energías limpias                                                                   |
| CA1. Habilitación del uso de combustibles alternativos y biomasa en hornos de cal | Cal              | 1.A.2: Emisiones de combustión en hornos de cal, que representan cerca del 30 % de las emisiones del subsector, mediante la sustitución de combustibles fósiles por residuos y biomasa.<br><br>De manera complementaria, el metano es evitado en la disposición alternativa de los residuos de origen biológico valorizados. | Porcentaje de las emisiones de combustión del subsector cal que puede reducirse mediante la sustitución parcial de combustibles fósiles por combustibles alternativos, combustibles derivados de residuos y biomasa sostenible en hornos de cal. | L2. Electrificación y energías limpias<br><br>L3. Descarbonización de procesos industriales<br><br>L4. Economía circular y uso eficiente de recursos |

| <b>Acción Estratégica Sectorial</b>                                                    | <b>Subsector</b> | <b>Fuentes de emisiones que aborda (inventario)</b>                                                                                                                                                                                                        | <b>Alcance</b>                                                                                                                                                                                                                            | <b>Líneas estratégicas de intervención (capítulo 6) a las que contribuye</b>                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CA2. Acceso a electricidad baja en carbono y gestión energética en plantas de cal      | Cal              | Emisiones indirectas asociadas al consumo eléctrico de las plantas de cal, que representan cerca del 2 % de las emisiones del subsector.<br><br>De manera complementaria, 1.A.2: emisiones de combustión, por la vía de la gestión energética del proceso. | Reducción potencial de las emisiones indirectas vinculadas al consumo de electricidad y de las emisiones de combustión asociadas al proceso, mediante el acceso a electricidad baja en carbono y la gestión energética en plantas de cal. | L1. Eficiencia energética industrial<br><br>L2. Electrificación y energías limpias                                                            |
| CA3. Reconocimiento y contabilización de la recarbonatación de la cal                  | Cal              | IPPU: Emisiones de proceso por calcinación de caliza, que representan cerca del 68% de las emisiones del subsector, por la vía del reconocimiento de la reabsorción posterior de CO <sub>2</sub> atmosférico durante la vida útil del producto.            | Porcentaje de las emisiones de proceso del subsector cal que puede ser reconocido y contabilizado como reabsorción de CO <sub>2</sub> por recarbonatación durante la vida útil de productos y aplicaciones basados en cal.                | L3. Descarbonización de procesos industriales<br><br>L6. Innovación y desarrollo tecnológico<br><br>L8. Condiciones habilitantes y gobernanza |
| L1. Modernización de hornos ladrilleros y sustitución de combustibles                  | Ladrillos        | 1.A.2: Combustión en hornos ladrilleros artesanales e industriales.<br><br>Emisiones locales de contaminantes atmosféricos no inventario GEI.                                                                                                              | Porcentaje de las emisiones energéticas de ladrilleras cubiertas por modernización y cambio de combustibles; porcentaje de la mitigación NDC asignada a ladrilleras que se operacionaliza con esta medida.                                | L1. Eficiencia energética industrial<br><br>L2. Electrificación y energías limpias<br><br>L3. Descarbonización de procesos industriales       |
| R1. Sustitución de refrigerantes de alto PCG y fortalecimiento de capacidades técnicas | Refrigerantes    | Emisiones de refrigerantes fluorados HFC y otros gases utilizados en sistemas de refrigeración y climatización industriales; emisiones fugitivas por fugas y mala gestión.                                                                                 | Porcentaje de las emisiones del subsector refrigerantes dentro del IPPU que pueden reducirse mediante sustitución de sustancias y mejora de manejo; porcentaje de la contribución NDC de refrigerantes que se aborda con la medida.       | L5. Gestión de refrigerantes y gases fluorados<br><br>L7. Fortalecimiento de capacidades                                                      |

| <b>Acción Estratégica Sectorial</b>                                                                                | <b>Subsector</b> | <b>Fuentes de emisiones que aborda (inventario)</b>                                                                                                                                                       | <b>Alcance</b>                                                                                                                                                                                                         | <b>Líneas estratégicas de intervención (capítulo 6) a las que contribuye</b>                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| R2. Reemplazo de equipos de refrigeración por sistemas de alta eficiencia energética en la industria manufacturera | Refrigerantes    | Emisiones de refrigerantes fluorados HFC y otros gases utilizados en sistemas de refrigeración y climatización, con alto potencial de calentamiento global; emisiones fugitivas por fugas y mala gestión. | Porcentaje de los sistemas de refrigeración, congelamiento y climatización de la industria manufacturera que puede reemplazarse o reconvertirse por equipos de alta eficiencia energética y refrigerantes de bajo PCG. | L1. Eficiencia energética industrial<br>L2. Electrificación y energías limpias<br>L5. Gestión de refrigerantes y gases fluorados<br>L6. Innovación y desarrollo tecnológico |

### 7.2.2. Fichas de acciones estratégicas sectoriales priorizadas

En los anexos, se presentan las fichas completas de las acciones estratégicas sectoriales priorizadas, elaboradas conforme al modelo de ficha definido para la agenda. Estas fichas corresponden a las acciones estratégicas listadas en el subcapítulo 7.2.1 y describen, para cada subsector, el tipo de acción, las fuentes de emisiones que aborda, su descripción operativa, los actores responsables, el horizonte temporal, los indicadores de seguimiento, los co-beneficios y las principales condiciones habilitantes para su implementación.

## 8. HABILITADORES PARA LA DESCARBONIZACIÓN DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA

### 8.1 Introducción

La implementación de la ADIM 2030 requiere condiciones habilitantes que permitan convertir las acciones estratégicas sectoriales y transversales del capítulo 7 en resultados verificables de reducción de emisiones, eficiencia energética, innovación y competitividad. El portafolio actualizado combina acciones dirigidas a cemento, cal, ladrilleras y refrigerantes con acciones estratégicas transversales de normativa, MRV, financiamiento, capacidades, innovación y gobernanza.

Las barreras identificadas no se limitan a la disponibilidad tecnológica. En los subsectores priorizados persisten restricciones regulatorias, falta de estándares técnicos, dificultades de acceso a financiamiento, escasez de información y datos sectoriales, brechas de capacidades de operación y mantenimiento, insuficiente articulación institucional y señales de mercado todavía débiles para productos y procesos de menor huella de carbono.

Los habilitadores se organizan en siete ejes complementarios: i) marco normativo y gobernanza; ii) residuos, biomasa y economía circular; iii) financiamiento e incentivos; iv) información, MRV y transparencia; v) capacidades técnicas y asistencia especializada; vi) mercado, demanda e infraestructura de calidad; y vii) coordinación público-privada, implementación y seguimiento. Estos ejes permiten apoyar las ocho líneas estratégicas de intervención del capítulo 6 y las acciones C1-C3, CA1-CA3, L1, R1 y R2 del capítulo 7.

### 8.2 Marco normativo y gobernanza

Este eje busca asegurar que el marco normativo, técnico e institucional facilite —en lugar de obstaculizar— la implementación de acciones de descarbonización industrial. Resulta especialmente relevante para la producción de cemento y cal, el coprocesamiento, el uso de biomasa y combustibles alternativos, la modernización de hornos ladrilleros, la incorporación de refrigerantes de bajo PCG y la aprobación de productos y procesos innovadores de menor huella de carbono.

Las principales necesidades incluyen actualizar y armonizar normas ambientales, técnicas, energéticas y sectoriales; establecer criterios de desempeño, seguridad y trazabilidad para tecnologías y combustibles alternativos; y reducir duplicidades, vacíos e incertidumbres en los procedimientos aplicables a inversiones de descarbonización.

#### Habilitadores clave

- Actualizar normas técnicas y especificaciones de obra para facilitar el uso de cementos adicionados, concretos de menor huella y otros materiales de construcción compatibles con la reducción del factor clínker.

- Revisar y armonizar regulaciones ambientales y sectoriales que afectan proyectos de eficiencia energética, electrificación, uso de biomasa, coprocesamiento, modernización de hornos y sustitución de refrigerantes.
- Establecer criterios técnicos y procedimientos claros para el uso de combustibles alternativos y biomasa sostenible en hornos de cemento y cal, incluidos requisitos de seguridad, calidad, emisiones, trazabilidad y control.
- Desarrollar lineamientos metodológicos para el reconocimiento, estimación, reporte y verificación de la recarbonatación de la cal, diferenciando este proceso de las reducciones directas de emisiones en planta.
- Fortalecer los mecanismos de coordinación entre PRODUCE, MINAM, MINEM, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, INACAL, OEFA, OSINERGMIN y otras entidades competentes.
- Impulsar mecanismos de formalización gradual, asistencia técnica y cumplimiento progresivo para segmentos con alta dispersión productiva, especialmente ladrilleras artesanales.

### 8.3 Residuos, biomasa y economía circular

Este eje responde a las barreras relacionadas con la disponibilidad, calidad, regulación y trazabilidad de residuos y biomasa que podrían sustituir combustibles fósiles o utilizarse como insumos en procesos industriales. Es un habilitador central para el coprocesamiento en cemento (C2), la utilización de combustibles alternativos y biomasa en hornos de cal (CA1) y las acciones transversales de economía circular.

La valorización de residuos solo contribuye efectivamente a la descarbonización si se realiza bajo condiciones ambientales seguras, con control de emisiones, sostenibilidad de la biomasa y trazabilidad de las cadenas de suministro. Por ello, se requiere una articulación clara entre generadores de residuos, gestores, municipios, autoridades ambientales, empresas manufactureras y entidades de fiscalización.

#### Habilitadores clave

- Desarrollar un marco regulatorio integral para residuos destinados a coprocesamiento o valorización energética, que incluya clasificación, caracterización, trazabilidad, acondicionamiento, transporte, almacenamiento, estándares de calidad y responsabilidades.
- Establecer lineamientos para el uso de biomasa sostenible en procesos industriales, considerando origen, disponibilidad, competencia con otros usos, manejo responsable, factores de emisión y prevención de impactos ambientales o sociales.
- Elaborar guías técnicas para la sustitución térmica en hornos de cemento y cal, con parámetros de seguridad, eficiencia, calidad de producto y monitoreo ambiental.

- Promover esquemas territoriales y empresariales de articulación entre generadores de residuos, gestores autorizados y plantas industriales receptoras, priorizando residuos que no puedan ser prevenidos, reutilizados o reciclados materialmente.
- Fortalecer el monitoreo y la fiscalización de las emisiones asociadas al uso de residuos y biomasa en instalaciones industriales.
- Promover pilotos de simbiosis industrial y valorización de subproductos que permitan demostrar modelos replicables de economía circular.

## 8.4 Financiamiento e incentivos

Este eje aborda las restricciones de acceso a capital, la insuficiente preparación de proyectos y el riesgo percibido de las inversiones en descarbonización. Aunque algunas intervenciones presentan beneficios económicos de largo plazo, las empresas enfrentan costos iniciales, plazos de retorno, dificultades de acceso a crédito y falta de productos financieros adaptados a sus necesidades.

Las necesidades son distintas según el tipo de empresa y tecnología. Las grandes plantas pueden requerir instrumentos para proyectos de eficiencia, electrificación, coprocesamiento o actualización de equipos; las MIPYME y ladrilleras requieren mecanismos simplificados, asistencia técnica, financiamiento adaptado y acompañamiento para formalización; y la transición de refrigerantes puede demandar líneas para renovación de equipos, capacitación y cumplimiento de condiciones de seguridad.

### Habilitadores clave

- Crear o fortalecer líneas de financiamiento verde para eficiencia energética, electrificación, modernización de hornos, combustibles alternativos, biomasa sostenible, sustitución de refrigerantes y equipos de refrigeración de alta eficiencia.
- Combinar recursos no reembolsables para estudios, diagnósticos, pilotos y validación tecnológica con crédito, garantías o mecanismos de reducción de riesgo para inversiones de mayor escala.
- Implementar asistencia técnica para formular proyectos bancables, incluyendo diagnósticos energéticos, estudios de prefactibilidad, análisis costo-beneficio, estimaciones de reducción de emisiones y planes de inversión.
- Desarrollar incentivos tributarios, financieros o de reconocimiento para empresas que adopten tecnologías de menor huella, reporten resultados verificables y participen en Acuerdos de Producción Más Limpia.
- Articular la taxonomía verde, la banca de desarrollo, entidades financieras, fondos climáticos y programas de innovación con el portafolio de acciones de la ADIM 2030.
- Diseñar instrumentos específicos para MIPYME y ladrilleras artesanales, con procedimientos simplificados, plazos adecuados y acompañamiento técnico.

## 8.5 Información, medición y transparencia (MRV)

Este eje busca superar las brechas de información que impiden identificar oportunidades, diseñar proyectos, cuantificar reducciones, acceder a financiamiento y demostrar resultados ante el Estado, inversionistas, compradores y ciudadanía. Un sistema de MRV adecuado debe ser técnicamente riguroso, pero también proporcional a las capacidades y características de cada subsector.

El eje es transversal a todas las líneas estratégicas y adquiere especial relevancia en la medición de emisiones de proceso de cemento y cal, consumo energético, sustitución de combustibles, desempeño de hornos ladrilleros, fugas y recuperación de refrigerantes, y reconocimiento técnico de la recarbonatación de la cal.

### Habilitadores clave

- Fortalecer y ampliar la Huella de Carbono Perú para la industria manufacturera, incorporando guías, factores de emisión y herramientas adaptadas a los subsectores priorizados.
- Elaborar guías sectoriales de medición y reporte para cemento, cal, ladrillos, sistemas de refrigeración industrial y otros subsectores relevantes.
- Desarrollar metodologías y protocolos para estimar, reportar y verificar el uso de combustibles alternativos, biomasa, coprocesamiento, eficiencia energética, fugas de refrigerantes y recarbonatación de la cal.
- Implementar o fortalecer registros de equipos de refrigeración, tipos de refrigerante, mantenimiento, recuperación, gestión de fugas y disposición final de gases.
- Diseñar indicadores de desempeño energético y de emisiones por unidad de producción, que permitan comparar avances entre empresas y subsectores sin comprometer información confidencial.
- Consolidar una plataforma de datos de la ADIM 2030 que integre información de inventarios, huella de carbono, consumo energético, medidas implementadas, financiamiento, casos de éxito e indicadores de seguimiento.
- Establecer protocolos de calidad, actualización, interoperabilidad y gobernanza de los datos entre las entidades públicas y los actores privados participantes.

## 8.6 Capacidades técnicas y asistencia especializada

Este eje atiende la necesidad de contar con personal, empresas de servicio e instituciones capaces de diseñar, operar, mantener y monitorear tecnologías bajas en carbono. La transición tecnológica solo será efectiva si va acompañada de competencias adecuadas en empresas, técnicos, gremios, instituciones públicas, CITE y academia.

Las brechas son particularmente relevantes para la operación segura de refrigerantes alternativos, la detección y prevención de fugas, la recuperación de gases, la modernización de hornos ladrilleros, el uso

de biomasa y combustibles alternativos, la gestión energética en cemento y cal, el desarrollo de inventarios y MRV, y la formulación de proyectos de financiamiento verde.

#### **Habilitadores clave**

- Implementar programas de formación y certificación para técnicos de refrigeración y climatización industrial en refrigerantes de bajo PCG, seguridad, mantenimiento, recuperación de gases, control de fugas y disposición ambientalmente adecuada.
- Desarrollar programas de asistencia técnica para plantas de cemento y cal en eficiencia energética, gestión de combustibles, coprocesamiento, uso de biomasa, control de procesos y medición de emisiones.
- Fortalecer la capacitación de ladrilleras artesanales e industriales en modernización de hornos, ventilación, uso eficiente de combustibles, calidad de producto, seguridad y formalización.
- Formar capacidades en MRV, Huella de Carbono, sistemas de gestión energética, análisis de ciclo de vida, economía circular, formulación de proyectos y acceso a financiamiento climático.
- Aprovechar la red CITE, universidades, institutos técnicos, gremios y empresas como plataformas para capacitación, demostración tecnológica y transferencia de conocimientos.
- Elaborar materiales, guías y herramientas diferenciadas para grandes empresas, MIPYME, técnicos independientes, autoridades y organizaciones gremiales.

### **8.7 Mercado, demanda e infraestructura de calidad**

Este eje busca generar señales de mercado que reconozcan el valor de productos, procesos y empresas de menor huella de carbono. Sin demanda, estándares técnicos, mecanismos de reconocimiento y condiciones de competencia adecuadas, las inversiones de descarbonización pueden quedar limitadas a proyectos aislados.

La infraestructura de calidad —normas técnicas, ensayos, certificación, laboratorios, acreditación, metrología y organismos de evaluación de la conformidad— es especialmente importante para cementos adicionados, materiales de construcción de menor huella, combustibles alternativos, equipos de refrigeración y nuevas tecnologías industriales.

#### **Habilitadores clave**

- Incorporar criterios de huella de carbono, eficiencia energética, economía circular y sostenibilidad en compras públicas, licitaciones, infraestructura y proyectos de construcción.
- Actualizar normas técnicas y especificaciones de obra para facilitar el uso de cementos y concretos de menor contenido de clínker, sin comprometer seguridad, desempeño ni durabilidad.
- Fortalecer laboratorios, sistemas de ensayo, certificación y acreditación requeridos para nuevos materiales, combustibles alternativos, equipos de refrigeración y tecnologías de eficiencia.

- Promover sistemas de reconocimiento, etiquetado, sellos o mecanismos de preferencia para empresas y productos con resultados verificables de reducción de emisiones.
- Difundir casos de éxito y beneficios económicos de medidas de descarbonización, con énfasis en reducción de costos, mejora de productividad, acceso a mercados y gestión de riesgos.
- Fortalecer la fiscalización ambiental y la formalización progresiva para evitar que las empresas que invierten en cumplimiento y descarbonización compitan en desventaja frente a operadores informales.

## 8.8 Coordinación público-privada, implementación y seguimiento

Este eje responde a la necesidad de sostener una gobernanza operativa de la ADIM 2030. Las acciones de descarbonización requieren coordinación entre múltiples entidades públicas, empresas, gremios, academia, CITE, entidades financieras, gobiernos subnacionales y cooperación internacional. La falta de espacios permanentes de diálogo limita la solución de barreras, retrasa la adecuación normativa y dificulta el seguimiento de resultados.

La coordinación debe estar orientada a resultados concretos: implementación de acciones del capítulo 7, remoción de barreras, movilización de financiamiento, generación de información, fortalecimiento de capacidades y seguimiento de avances hacia las metas climáticas y sectoriales.

### Habilitadores clave

- Consolidar mesas técnicas sectoriales permanentes para cemento, cal, ladrilleras, refrigerantes y temas transversales, con participación de entidades públicas, gremios, empresas, academia, CITE y cooperación.
- Establecer una instancia de coordinación de la ADIM 2030 liderada por PRODUCE, en articulación con MINAM y las entidades competentes, para aprobar prioridades, monitorear avances y gestionar barreras intersectoriales.
- Utilizar los Acuerdos de Producción Más Limpia como instrumentos operativos para formalizar compromisos empresariales y sectoriales de eficiencia, gestión de refrigerantes, valorización de residuos, reducción de emisiones y reporte de resultados.
- Definir una hoja de ruta de implementación con responsables, hitos, recursos, indicadores y mecanismos de reporte para las acciones transversales y sectoriales.
- Realizar revisiones periódicas de la Agenda con base en evidencia, resultados de MRV, aprendizajes de pilotos, cambios regulatorios, disponibilidad tecnológica y condiciones de mercado.
- Promover mecanismos de participación, transparencia y comunicación que permitan difundir avances, casos de éxito, oportunidades de financiamiento y lecciones aprendidas.

Las siguientes tablas presentan la articulación operativa del portafolio de la ADIM 2030, vinculando las **acciones estratégicas sectoriales y transversales** del capítulo 7 con las líneas estratégicas de

intervención del capítulo 6 y con los habilitadores prioritarios desarrollados en el capítulo 8. Su propósito es mostrar que las acciones de descarbonización no operan de manera aislada: las acciones estratégicas sectoriales —dirigidas a cemento, cal, ladrilleros y refrigerantes— requieren condiciones específicas de regulación, financiamiento, información, capacidades, mercado y coordinación; mientras que las acciones transversales crean y fortalecen dichas condiciones para facilitar su implementación, escalamiento y seguimiento. En conjunto, ambas matrices permiten identificar las relaciones entre intervenciones, orientar responsabilidades institucionales y priorizar los instrumentos necesarios para materializar reducciones verificables de emisiones, mejoras de eficiencia energética y avances en competitividad y economía circular

**Tabla 8.1: Correlación de acciones estratégicas sectoriales con las líneas estratégicas y los habilitadores prioritarios**

| Acción sectorial                                              | Líneas estratégicas | Habilitadores prioritarios                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1. Reducción del factor clínker                              | L3, L4              | Normas técnicas y especificaciones de obra; infraestructura de calidad; compras públicas sostenibles; MRV de emisiones de proceso |
| C2. Coprocesamiento en cemento                                | L2, L3, L4          | Marco para residuos y biomasa; trazabilidad; control de emisiones; financiamiento; articulación de cadenas de valor               |
| C3. Eficiencia energética en cemento                          | L1, L2              | Auditorías y sistemas de gestión energética; financiamiento; asistencia técnica; indicadores de desempeño                         |
| CA1. Combustibles alternativos y biomasa en cal               | L2, L3, L4          | Regulación de residuos y biomasa; pilotos; trazabilidad; monitoreo ambiental; financiamiento                                      |
| CA2. Electricidad baja en carbono y gestión energética en cal | L1, L2              | Acceso a energía limpia; gestión energética; modernización de equipos; financiamiento y MRV                                       |
| CA3. Recarbonatación de la cal                                | L3, L6, L8          | Metodologías de cálculo y MRV; evidencia técnica; validación académica; reglas de reporte y transparencia                         |
| L1. Modernización de hornos ladrilleros                       | L1, L2, L3          | Financiamiento adaptado; capacitación; formalización gradual; asistencia técnica; sustitución de combustibles                     |
| R1. Refrigerantes de bajo PCG y capacidades                   | L5, L7              | Formación y certificación técnica; protocolos de manejo; inventarios; recuperación de gases; acceso a refrigerantes alternativos  |
| R2. Equipos de refrigeración eficientes                       | L1, L2, L5, L6      | Financiamiento para renovación; eficiencia energética; normas técnicas; proveedores; MRV de consumo y fugas.                      |

**Tabla 8.2: Correlación de acciones estratégicas transversales con las líneas estratégicas y los habilitadores prioritarios**

| <b>Acción estratégica transversal</b>                                                                     | <b>Líneas estratégicas principales</b>                                                                               | <b>Habilitadores prioritarios</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1.1. Actualización de normas técnicas y especificaciones para cementos y concretos de bajo carbono</b> | <b>L3. Descarbonización de procesos industriales</b><br><br><b>L4. Economía circular y uso eficiente de recursos</b> | <p>Actualización de normas técnicas y especificaciones de obra.</p> <p>Fortalecimiento de la infraestructura de calidad, ensayos y certificación.</p> <p>Incorporación de criterios de huella de carbono en compras públicas y proyectos de infraestructura.</p> <p>Coordinación entre PRODUCE, INACAL, MVCS, Colegio de Ingenieros, ASOCEN y empresas constructoras.</p> |
| <b>1.2. Revisión y armonización de regulaciones ambientales que afectan proyectos de descarbonización</b> | <b>L8. Condiciones habilitantes y gobernanza</b><br><br><b>L3. Descarbonización de procesos industriales</b>         | <p>Mapeo de barreras regulatorias y procedimientos aplicables.</p> <p>Armonización de normas ambientales, sectoriales y energéticas.</p> <p>Simplificación, predictibilidad y reducción de duplicidades en trámites.</p> <p>Mesas técnicas interinstitucionales con participación empresarial.</p>                                                                        |
| <b>1.3. Marco regulatorio para coprocesamiento y economía circular en cemento y otras industrias</b>      | <b>L4. Economía circular y uso eficiente de recursos</b><br><br><b>L3. Descarbonización de procesos industriales</b> | <p>Marco integral para clasificación, trazabilidad y valorización de residuos.</p> <p>Lineamientos para biomasa sostenible y combustibles derivados de residuos.</p> <p>Estándares de emisiones, control ambiental y fiscalización.</p> <p>Coordinación entre MINAM, PRODUCE, OEFA, SUNAT/Aduanas, gestores de residuos y empresas receptoras.</p>                        |
| <b>2.1. Fortalecimiento y ampliación del sistema de Huella de Carbono para industria manufacturera</b>    | <b>L8. Condiciones habilitantes y gobernanza</b><br><br><b>L7. Fortalecimiento de capacidades</b>                    | <p>Factores de emisión sectoriales actualizados.</p> <p>Guías y herramientas adaptadas a los subsectores manufactureros.</p> <p>Vinculación de la Huella de Carbono Perú con incentivos, financiamiento y reconocimiento empresarial.</p> <p>Capacitación y difusión para incrementar la participación de empresas.</p>                                                   |

| <b>Acción estratégica transversal</b>                                       | <b>Líneas estratégicas principales</b>                                                                         | <b>Habilitadores prioritarios</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>2.2. Plataforma de datos y transparencia para emisiones industriales</b> | <b>L8. Condiciones habilitantes y gobernanza</b>                                                               | <p>Plataforma digital interoperable y accesible.</p> <p>Protocolos de calidad, actualización, confidencialidad e intercambio de datos.</p> <p>Articulación de inventarios, balances de energía, Huella de Carbono, monitoreos y registros sectoriales.</p> <p>Coordinación entre PRODUCE, MINAM, OEFA, OSINERGMIN y entidades proveedoras de información.</p>       |
| <b>2.3. Guías sectoriales de cálculo de huella de carbono</b>               | <b>L8. Condiciones habilitantes y gobernanza</b><br><br><b>L7. Fortalecimiento de capacidades</b>              | <p>Información técnica y factores de emisión sectoriales disponibles.</p> <p>Participación de gremios, empresas, universidades y CITE en la elaboración de guías.</p> <p>Capacitación para el uso de metodologías y formatos de reporte.</p> <p>Actualización periódica según cambios tecnológicos, normativos y de datos.</p>                                      |
| <b>3.1. Programas de eficiencia energética y combustibles limpios</b>       | <b>L1. Eficiencia energética industrial</b><br><br><b>L2. Electrificación y energías limpias</b>               | <p>Auditorías y sistemas de gestión energética.</p> <p>Acceso a financiamiento para equipos eficientes, electrificación y sustitución de combustibles.</p> <p>Disponibilidad de proveedores, técnicos y empresas de servicios energéticos.</p> <p>Normas y lineamientos para el uso de electricidad baja en carbono, biomasa sostenible y combustibles limpios.</p> |
| <b>3.2. Pilotos de economía circular y valorización de residuos</b>         | <b>L4. Economía circular y uso eficiente de recursos</b><br><br><b>L6. Innovación y desarrollo tecnológico</b> | <p>Marco regulatorio y trazabilidad para residuos y subproductos.</p> <p>Cofinanciamiento para pilotos, demostraciones y validación tecnológica.</p> <p>Articulación entre generadores de residuos, gestores, CITE, academia y empresas manufactureras.</p> <p>Sistematización de resultados y mecanismos de escalamiento de soluciones exitosas.</p>               |

| <b>Acción estratégica transversal</b>                                                 | <b>Líneas estratégicas principales</b>                                                                                                                            | <b>Habilitadores prioritarios</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>3.3. Asistencia técnica para tecnologías de descarbonización</b>                   | <b>L3. Descarbonización de procesos industriales</b><br><br><b>L7. Fortalecimiento de capacidades</b>                                                             | <p>Red de asistencia técnica especializada desde PRODUCE, CITE, academia, gremios y consultores.</p> <p>Diagnósticos tecnológicos, energéticos y de emisiones por subsector.</p> <p>Herramientas para formulación de proyectos y estimación de reducciones de GEI.</p> <p>Articulación entre asistencia técnica, financiamiento y seguimiento de inversiones.</p>             |
| <b>4.1. Incentivos tributarios y financieros para inversiones en descarbonización</b> | <b>L8. Condiciones habilitantes y gobernanza</b><br><br><b>L2. Electrificación y energías limpias</b><br><br><b>L3. Descarbonización de procesos industriales</b> | <p>Líneas de crédito verde, garantías y mecanismos de reducción de riesgo.</p> <p>Incentivos tributarios y financieros para eficiencia, electrificación, cambio de combustibles, tecnologías limpias y economía circular.</p> <p>Asistencia para estructurar proyectos bancables.</p> <p>Articulación con banca de desarrollo, entidades financieras y fondos climáticos.</p> |
| <b>4.2. Criterios de descarbonización industrial en taxonomía verde</b>               | <b>L8. Condiciones habilitantes y gobernanza</b>                                                                                                                  | <p>Criterios técnicos y umbrales de desempeño climático por actividad industrial.</p> <p>Indicadores verificables de emisiones, eficiencia energética y economía circular.</p> <p>Articulación con MRV, Huella de Carbono Perú y sistemas de reporte.</p> <p>Aplicación progresiva en productos financieros, evaluación de inversiones y financiamiento verde.</p>            |
| <b>4.3. Cofinanciamiento para pilotos de descarbonización</b>                         | <b>L6. Innovación y desarrollo tecnológico</b><br><br><b>L3. Descarbonización de procesos industriales</b>                                                        | <p>Convocatorias de cofinanciamiento para pilotos y demostraciones tecnológicas.</p> <p>Participación de CITE, academia, empresas y cooperación internacional.</p> <p>Criterios de selección basados en potencial de reducción, replicabilidad, madurez y viabilidad económica.</p> <p>Mecanismos de evaluación, difusión y escalamiento de tecnologías validadas.</p>        |

| <b>Acción estratégica transversal</b>                                                  | <b>Líneas estratégicas principales</b>                                                                | <b>Habilitadores prioritarios</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>5.1. Capacitación en diseño y uso de cementos verdes</b>                            | <b>L7. Fortalecimiento de capacidades</b><br><br><b>L3. Descarbonización de procesos industriales</b> | <p>Contenidos formativos y guías técnicas sobre cementos adicionados y concretos de menor huella.</p> <p>Participación de INACAL, MVCS, ASOCCEM, Colegio de Ingenieros, universidades y empresas constructoras.</p> <p>Actualización de normas y especificaciones compatibles con materiales de menor clínker.</p> <p>Difusión de experiencias demostrativas en obras públicas y privadas.</p>                                                  |
| <b>5.2. Capacidades empresariales en medición de huella y estrategias de reducción</b> | <b>L7. Fortalecimiento de capacidades</b><br><br><b>L8. Condiciones habilitantes y gobernanza</b>     | <p>Programas de capacitación en Huella de Carbono, MRV, gestión energética y planes de reducción.</p> <p>Guías sectoriales, herramientas de cálculo y factores de emisión actualizados.</p> <p>Asistencia técnica para elaborar planes empresariales de descarbonización.</p> <p>Redes de aprendizaje e intercambio de experiencias entre empresas y gremios.</p>                                                                               |
| <b>5.3. Mesas técnicas sectoriales para la agenda de descarbonización</b>              | <b>L8. Condiciones habilitantes y gobernanza</b><br><br><b>L7. Fortalecimiento de capacidades</b>     | <p>Mesas sectoriales permanentes para cemento, cal, ladrilleras, refrigerantes y otros subsectores priorizados.</p> <p>Términos de referencia, agendas, responsables y mecanismos de seguimiento definidos.</p> <p>Participación de PRODUCE, MINAM, entidades técnicas, gremios, empresas, CITE, academia y cooperación.</p> <p>Articulación de acuerdos técnicos con normas, financiamiento, compras públicas y hojas de ruta sectoriales.</p> |

| <b>Acción estratégica transversal</b>                                                                      | <b>Líneas estratégicas principales</b>                                                                       | <b>Habilitadores prioritarios</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>5.4. Fortalecimiento de la infraestructura de la calidad</b>                                            | <b>L8. Condiciones habilitantes y gobernanza</b><br><br><b>L7. Fortalecimiento de capacidades</b>            | <p>Diagnóstico de brechas en laboratorios, normas, metrología, ensayos, certificación y acreditación.</p> <p>Fortalecimiento de capacidades para evaluar materiales de bajo carbono, combustibles alternativos, eficiencia energética y tecnologías de refrigeración.</p> <p>Articulación con INACAL, laboratorios, organismos de certificación, universidades y CITE.</p> <p>Ampliación de servicios especializados para empresas manufactureras.</p> |
| <b>5.5. Implementación de Acuerdos de Producción Más Limpia (AP+L) para la descarbonización industrial</b> | <b>L8. Condiciones habilitantes y gobernanza</b><br><br><b>L3. Descarbonización de procesos industriales</b> | <p>Diseño de acuerdos con metas, acciones, indicadores y mecanismos de reporte verificables.</p> <p>Articulación de los AP+L con eficiencia energética, economía circular, gestión de refrigerantes, valorización de residuos y Huella de Carbono Perú.</p> <p>Incentivos, asistencia técnica y reconocimiento para empresas adheridas.</p> <p>Seguimiento participativo con gremios, empresas, entidades públicas y actores territoriales.</p>        |

## 9. GOBERNANZA E IMPLEMENTACIÓN

Este capítulo desarrolla el marco de gobernanza e implementación de la ADIM-2030, esto es, la estructura institucional y los mecanismos de coordinación mediante los cuales la agenda se ejecuta de manera ordenada y coherente en el sector industrial manufacturero. En este capítulo se precisan las funciones de las entidades rectoras y reguladoras, de los actores implementadores y de los promotores de la agenda —incluidos PRODUCE, MINAM, otros sectores del Ejecutivo, gobiernos regionales y locales, gremios empresariales, empresas, academia y cooperación internacional—, distinguiendo sus responsabilidades en materia de conducción, regulación, ejecución, seguimiento y apoyo técnico. La tabla resumen de actores, roles y funciones clave que se presenta a continuación sistematiza esta arquitectura de gobernanza, ofreciendo una visión sintética de la distribución de competencias y de los arreglos necesarios para asegurar la implementación, el monitoreo y la actualización de la ADIM 2030 hacia el año 2030.

### Roles institucionales

#### PRODUCE

PRODUCE, a través de la Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria (DGAAMI) y de la Oficina General de Evaluación de Impacto y Estudios Económicos, es el ente rector sectorial de la ADIM 2030 y lidera la gobernanza de la agenda de descarbonización de la industria manufacturera. En su rol de regulador, le corresponde emitir y actualizar normas y directivas vinculadas a gestión ambiental industrial, Acuerdos de Producción Más Limpia y hojas de ruta sectoriales, así como proponer ajustes regulatorios que habiliten el despliegue de las acciones estratégicas identificadas (por ejemplo, para coprocesamiento, cementos adicionados y gestión de residuos industriales).

Como implementador, PRODUCE articula la puesta en marcha de las medidas de mitigación bajo su responsabilidad en las NDC (cemento, ladrilleras, eficiencia energética industrial, refrigerantes y ácido nítrico), coordina con las empresas y gremios la firma y ejecución de Acuerdos de Producción Más Limpia, y utiliza la red de CITE y otros instrumentos sectoriales para facilitar la adopción de tecnologías y prácticas de descarbonización en los subsectores prioritarios. En su rol de promotor, impulsa la agenda de descarbonización como parte de la política industrial y de competitividad, difundiendo buenas prácticas, visibilizando casos de éxito y articulando incentivos económicos, de reconocimiento y de asistencia técnica para empresas que avanzan hacia modelos de producción baja en carbono y de economía circular.

#### MINAM

El Ministerio del Ambiente es el ente rector de la política nacional de cambio climático y del sistema de inventarios y transparencia climática, lo que lo convierte en un actor clave para asegurar que la ADIM 2030 se mantenga alineada con la Estrategia Nacional ante el Cambio Climático al 2050 y con las NDC del

país. En su rol de regulador, el MINAM emite y actualiza normas y documentos técnicos que definen los inventarios nacionales de GEI, las metodologías de medición, reporte y verificación, y los marcos regulatorios sobre sustancias refrigerantes, residuos y economía circular que inciden directamente sobre la industria manufacturera.

Como implementador, el MINAM coordina la incorporación de las contribuciones sectoriales de la industria manufacturera dentro del listado oficial de medidas NDC y realiza el seguimiento de su ejecución y de su impacto en las metas nacionales, integrando los avances de la ADIM 2030 en reportes de transparencia y balances globales. En su rol de promotor, facilita el acceso a información climática, impulsa programas de reconocimiento (como la Huella de Carbono Perú y otros sellos ambientales) y articula, junto con PRODUCE y otros sectores, la movilización de financiamiento climático y de cooperación técnica, de manera que las empresas industriales encuentren un entorno favorable para invertir en descarbonización.

## **MEF**

El Ministerio de Economía y Finanzas cumple un rol crítico como regulador y promotor de las condiciones económicas y financieras que habilitan la implementación de la ADIM 2030. En su rol regulador, el MEF define marcos fiscales, presupuestarios y de inversión pública que pueden incorporar criterios de bajas emisiones, taxonomías verdes y lineamientos para el financiamiento sostenible, así como evaluar incentivos tributarios o financieros que favorezcan proyectos de eficiencia energética, economía circular y tecnologías limpias en la industria.

Como promotor, el MEF contribuye a movilizar recursos y a orientar al sistema financiero hacia la descarbonización industrial, trabajando en taxonomías verdes, estímulos al crédito y mecanismos que reduzcan las barreras de acceso a financiamiento para empresas que implementan proyectos de mitigación. Aunque no implementa directamente las acciones de la agenda, su rol es determinante para que las medidas a cargo de PRODUCE cuenten con condiciones habilitantes de inversión, estabilidad y sostenibilidad económica.

## **Gobiernos regionales**

Los gobiernos regionales actúan principalmente como implementadores y promotores en el territorio, adaptando y aterrizando la ADIM 2030 a las realidades regionales de tejido industrial, disponibilidad de recursos y vulnerabilidades climáticas. En su rol implementador, pueden incorporar criterios de descarbonización industrial en sus planes de desarrollo, agendas regionales de cambio climático y programas de apoyo a la industria, promoviendo proyectos específicos en subsectores como cemento, ladrilleras, alimentos, agroindustria, metalurgia, entre otros, presentes en sus jurisdicciones.

Como promotores, los gobiernos regionales facilitan procesos participativos, articulan mesas técnicas sectoriales y convocan a empresas, gremios y academia para discutir barreras y oportunidades de descarbonización, tal como se evidenció en los talleres realizados en Trujillo y Arequipa con el sector cementero como aliado. Aunque no son entes rectores de la política climática nacional, su acción es

clave para que la agenda tenga arraigo territorial, aproveche recursos regionales (como biomasa y fuentes renovables) y considere condiciones específicas de agua, infraestructura y capacidades locales.

## **Gremios**

Los gremios empresariales sectoriales tienen un rol central como promotores e implementadores colectivos de la ADIM 2030. En su rol promotor, pueden difundir la agenda entre sus afiliados, posicionar la descarbonización como parte de la competitividad y la sostenibilidad del sector, y facilitar el intercambio de buenas prácticas, información técnica y experiencias de implementación de acciones de eficiencia energética, economía circular y gestión de emisiones.

Como implementadores, los gremios pueden liderar desarrollos sectoriales como hojas de ruta propias, acuerdos voluntarios de reducción de emisiones, programas de capacitación y asistencia técnica, y la articulación de proyectos piloto que luego se escalen al conjunto del sector. Aunque no son reguladores, sí pueden influir en la actualización de normas técnicas y en la construcción de propuestas conjuntas al Estado, y funcionan como plataformas clave para canalizar la voz del sector privado en los procesos de diseño y ajuste de la ADIM 2030.

## **Industrias manufactureras**

Las industrias manufactureras, entendidas como las empresas y grupos empresariales que operan en los distintos subsectores (cemento, cal, metales, cerámicas y ladrillos, vidrio, química, alimentos y bebidas, textiles, cuero, agroindustria, entre otros), son los actores implementadores centrales de la ADIM 2030, dado que las emisiones que la agenda busca reducir se generan directamente en sus procesos y consumos energéticos. Su rol principal es implementar las acciones estratégicas identificadas en la agenda, ya sean vinculadas a compromisos NDC (por ejemplo, reducción del factor clínker, mejora de eficiencia energética, sustitución de combustibles, reemplazo de refrigerantes, reducción de óxido nitroso) o a acciones complementarias de economía circular, gestión de aguas residuales y adopción de tecnologías limpias.

Como implementadores, las industrias manufactureras deben diseñar, financiar y ejecutar proyectos de descarbonización en sus plantas, incorporar sistemas de gestión de energía y carbono, ajustar sus procesos productivos y realizar inversiones en tecnologías más eficientes y de menor huella de carbono. En muchos casos, su contribución se canaliza mediante Acuerdos de Producción Más Limpia, compromisos voluntarios sectoriales, programas corporativos de sostenibilidad y la participación activa en pilotos y hojas de ruta específicas. Aunque no son entes rectores ni reguladores, cumplen un rol clave como promotores internos de la descarbonización: pueden difundir buenas prácticas en sus cadenas de suministro, exigir desempeño climático a sus proveedores y utilizar la huella de carbono y otros indicadores como criterios de gestión empresarial, reforzando la conexión entre la ADIM 2030 y la competitividad de largo plazo.

## Academia

La academia y los centros de investigación tienen un rol fundamental como promotores del conocimiento y como implementadores de investigación aplicada e innovación tecnológica en apoyo a la agenda. En su rol promotor, las universidades y centros de investigación contribuyen a formar profesionales y especialistas en gestión del carbono, eficiencia energética, economía circular y tecnologías limpias, integrando contenidos de descarbonización industrial en sus programas académicos y de educación continua.

Como implementadores, generan evidencia científica y técnica sobre factores de emisión locales, desempeño de tecnologías, costos y beneficios de medidas de mitigación, y estrategias de adaptación sectorial, y pueden participar en proyectos de I+D, pilotos y demostraciones tecnológicas en conjunto con empresas y entidades públicas. Además, la academia puede apoyar en el diseño y mejora de sistemas de medición, reporte y verificación, en la evaluación independiente de resultados y en la elaboración de insumos para la actualización periódica de la ADIM 2030, consolidando un vínculo entre la agenda de política pública y la producción de conocimiento nacional.

Cuadro resumen de roles de los actores involucrados en la ADIM 2030

| Actor institucional | Rol(es) principales (rector, regulador, implementador, promotor) | Funciones clave en la ADIM 2030                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PRODUCE             | Ente rector sectorial; regulador; implementador; promotor        | Lidera la gobernanza de la ADIM 2030 en la industria manufacturera; emite y actualiza normas y directivas ambientales sectoriales; articula e implementa las medidas NDC bajo su responsabilidad (cemento, ladrilleras, eficiencia energética, refrigerantes, ácido nítrico); coordina y ejecuta Acuerdos de Producción Más Limpia; moviliza la red CITE y otros instrumentos para facilitar la adopción de tecnologías limpias; promueve la descarbonización como parte de la política industrial y de competitividad. |

| Actor institucional  | Rol(es) principales (rector, regulador, implementador, promotor)         | Funciones clave en la ADIM 2030                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MINAM                | Ente rector de la política climática; regulador; implementador; promotor | Define y conduce la política nacional de cambio climático y los inventarios de GEI; emite normas y lineamientos sobre MRV, sustancias refrigerantes, residuos y economía circular; integra las contribuciones de la industria manufacturera en las NDC y en los reportes de transparencia; asegura la coherencia de la ADIM 2030 con la ENCC 2050; difunde información climática y programas de reconocimiento (Huella de Carbono, sellos ambientales); articula financiamiento climático y cooperación técnica.                                                                                       |
| MEF                  | Regulador; promotor                                                      | Diseña marcos fiscales, presupuestarios y de inversión pública que pueden incorporar criterios de bajas emisiones y taxonomías verdes; evalúa y propone incentivos tributarios y financieros para proyectos de descarbonización industrial (eficiencia energética, economía circular, tecnologías limpias); orienta al sistema financiero hacia el financiamiento sostenible; contribuye a reducir barreras de acceso a crédito y riesgo percibido para las inversiones en mitigación.                                                                                                                 |
| Gobiernos regionales | Implementadores; promotores                                              | Adaptan y aterrizan la ADIM 2030 a las realidades territoriales de tejido industrial, recursos y vulnerabilidades climáticas; incorporan criterios de descarbonización en planes de desarrollo y agendas regionales de cambio climático; impulsan proyectos específicos en subsectores presentes en la región (cemento, ladrilleras, alimentos, agroindustria, metalurgia, etc.); facilitan procesos participativos, mesas técnicas y articulación con empresas, gremios y academia; promueven el uso de recursos locales (biomasa, renovables) y la gestión sostenible del agua y la infraestructura. |

| Actor institucional                 | Rol(es) principales (rector, regulador, implementador, promotor) | Funciones clave en la ADIM 2030                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gremios empresariales               | Implementadores colectivos; promotores                           | Difunden la ADIM 2030 entre sus afiliados y posicionan la descarbonización como parte de la competitividad del sector; lideran hojas de ruta sectoriales y acuerdos voluntarios de reducción de emisiones (por ejemplo, Hoja de Ruta Net Zero del cemento); organizan programas de capacitación y asistencia técnica; facilitan el intercambio de información y buenas prácticas; articulan propuestas comunes al Estado para actualizar normas técnicas y marcos regulatorios que habiliten la implementación de medidas.                                                                                                |
| Industrias manufactureras           | Implementadores centrales; promotores internos                   | Diseñan, financian y ejecutan proyectos de descarbonización en plantas y procesos (reducción de factor clínker, mejora de eficiencia energética, sustitución de combustibles, reemplazo de refrigerantes, reducción de óxido nitroso, economía circular, gestión de aguas residuales, tecnologías limpias); incorporan sistemas de gestión de energía y carbono; participan en Acuerdos de Producción Más Limpia y compromisos voluntarios sectoriales; difunden buenas prácticas en sus cadenas de suministro; utilizan la huella de carbono y otros indicadores como criterios de gestión empresarial y competitividad. |
| Academia y centros de investigación | Implementadores de I+D; promotores de conocimiento               | Forman profesionales y especialistas en gestión del carbono, eficiencia energética, economía circular y tecnologías limpias; generan evidencia científica y técnica sobre factores de emisión locales, desempeño tecnológico, costos y beneficios de medidas de mitigación y adaptación; participan en proyectos de investigación aplicada, pilotos y demostraciones tecnológicas en conjunto con empresas y entidades públicas; apoyan el diseño y mejora de sistemas de medición, reporte y verificación; aportan insumos para la actualización periódica de la ADIM 2030.                                              |

## 10. SISTEMA DE MONITOREO, REPORTE Y EVALUACIÓN

El sistema de monitoreo, reporte y evaluación de la ADIM-2030 se concibe como el mecanismo que permite seguir, de manera ordenada y trazable, el avance de la agenda y su contribución a los compromisos climáticos nacionales. Se estructura en torno a indicadores de resultado y de gestión, y se articula con los sistemas oficiales de información climática y sectorial, de modo que la industria manufacturera pueda reportar de forma consistente sus avances en descarbonización.

### 10.1. Indicadores de resultado

Los indicadores de resultado miden los efectos que la ADIM-2030 busca producir sobre las emisiones de GEI y el desempeño energético y tecnológico del sector industrial. Entre ellos se consideran, de manera indicativa:

- Reducción de emisiones absolutas de GEI del perímetro analítico (combustión estacionaria 1.A.2, procesos industriales y uso de productos IPPU y aguas residuales industriales 5.D.2).
- Reducción de la intensidad de emisiones por unidad de valor agregado manufacturero.
- Incremento de la eficiencia energética (reducción del consumo específico de energía térmica y eléctrica por unidad de producción en subsectores clave, como cemento y ladrilleras).
- Aumento de la participación de energías limpias y combustibles de menor huella de carbono en la matriz energética industrial.
- Penetración de tecnologías bajas en emisiones en cementeras, ladrilleras, cal, metales y otros subsectores relevantes.

Estos indicadores se construirán y afinarán a partir del Inventario Nacional de GEI, del Balance Nacional de Energía, del sistema Huella de Carbono Perú y de registros sectoriales específicos, una vez validada la información de referencia sectorial junto con PRODUCE.

### 10.2. Indicadores de gestión

Los indicadores de gestión permiten evaluar el desempeño de los instrumentos, habilitadores y acciones que la ADIM-2030 despliega para viabilizar la descarbonización industrial. De manera referencial, incluyen:

- Número de normas técnicas y reglamentos actualizados para habilitar cementos de bajo carbono, coprocesamiento de residuos, uso sostenible de biomasa y sustitución de refrigerantes.
- Número de empresas y subsectores incorporados al sistema Huella de Carbono Perú y al MRV sectorial de la industria manufacturera.
- Disponibilidad y uso de guías sectoriales de cálculo de huella de carbono y de otros instrumentos de información.

- Número de proyectos piloto y programas de eficiencia energética y combustibles limpios en operación, y volumen de inversión asociada.
- Monto de financiamiento verde movilizado hacia proyectos de descarbonización industrial.
- Número de profesionales y empresas capacitados en tecnologías limpias, gestión de la energía y del carbono, economía circular y MRV.
- Funcionamiento de mesas técnicas sectoriales y otros espacios de articulación público-privada (número de mesas instaladas, sesiones realizadas y productos emitidos).

Estos indicadores se alinean con la teoría de cambio de la agenda, distinguiendo claramente entre productos (normas, plataformas, programas, capacidades) y resultados intermedios (reducción de emisiones, adopción tecnológica, mejora de competitividad), en coherencia con el enfoque del planeamiento estratégico del Estado.

### **10.3. Actualización de la Agenda**

La ADIM-2030 incorpora un mecanismo de actualización periódica que permite ajustar la agenda a la evolución de la información, de la tecnología y del marco de política climática nacional e internacional. La actualización se basa en tres insumos principales:

- La información generada por el sistema de monitoreo, reporte y evaluación, que mostrará el grado de avance de las acciones estratégicas sectoriales y transversales, así como el desempeño de los habilitadores.
- Los cambios en los instrumentos de política climática y sectorial (actualización de las NDC, ENCC 2050, hojas de ruta sectoriales como la Hoja de Ruta Net Zero del cemento, y otros marcos relevantes).
- La retroalimentación recogida a través de las mesas técnicas sectoriales, los gremios, las empresas, los gobiernos subnacionales, la academia y la cooperación internacional.

Sobre esta base, PRODUCE, en coordinación con MINAM y los actores clave, podrá revisar metas, incorporar nuevas acciones estratégicas, redefinir prioridades y ajustar los habilitadores, manteniendo la coherencia con los compromisos climáticos del país y con la trayectoria hacia la neutralidad de carbono al 2050.

## 11. HOJA DE RUTA DE IMPLEMENTACIÓN

La hoja de ruta de implementación organiza en el tiempo las acciones de la ADIM-2030, siguiendo la lógica de la teoría de cambio y la necesidad de destrabar primero las condiciones habilitantes para luego escalar las acciones estratégicas sectoriales. Se plantean dos tramos temporales principales: corto plazo (2026–2028) y mediano plazo (2029–2030), coherentes con el horizonte de la NDC al 2030.

### 11.1. Corto plazo (2026–2028)

En el corto plazo, la prioridad de la hoja de ruta está en consolidar el andamiaje institucional, normativo, financiero y de información que permita que las acciones estratégicas sectoriales y transversales puedan implementarse efectivamente. Entre las acciones centrales se incluyen:

- Diseño e implementación del sistema robusto de medición, reporte y verificación (MRV) para la industria manufacturera, articulado con el sistema Huella de Carbono Perú y con los registros sectoriales de PRODUCE.
- Actualización de normas técnicas y reglamentos clave, incluyendo especificaciones para cementos y concretos de bajo carbono, marco regulatorio para coprocesamiento de residuos, lineamientos para uso sostenible de biomasa y normas para refrigerantes alternativos de menor potencial de calentamiento global.
- Instalación y puesta en marcha de mesas técnicas sectoriales de descarbonización industrial (cemento, ladrilleras, cal, metales, alimentos y bebidas, textiles, químicos, agroindustria, refrigerantes), con agendas de trabajo y productos definidos.
- Diseño y ejecución de programas piloto de eficiencia energética y combustibles limpios en subsectores intensivos, con énfasis en plantas cementeras y ladrilleras, aprovechando la experiencia acumulada del sector cemento en el marco de la Hoja de Ruta Net Zero 2050.
- Fortalecimiento del sistema de Huella de Carbono para la industria manufacturera, incluyendo la elaboración de guías sectoriales de cálculo y la ampliación de beneficios e incentivos asociados al reporte y reducción de emisiones.
- Activación y puesta en marcha de instrumentos de financiamiento e incentivos económicos específicos para proyectos de descarbonización industrial, con esquemas adaptados a mypes y pymes.
- Programas de capacitación y asistencia técnica en tecnologías de descarbonización, eficiencia energética, economía circular y MRV, dirigidos a empresas, profesionales y funcionarios públicos.

En este tramo, el sector cemento se consolida como caso ancla de la agenda, dado su peso en las emisiones de proceso y la existencia de rutas tecnológicas claras y de compromisos voluntarios ya formulados, proporcionando aprendizajes para el diseño de intervenciones en otros subsectores.

## 11.2. Mediano plazo (2029–2030)

En el mediano plazo, se orienta al escalamiento y consolidación de las acciones estratégicas, con el objetivo de alcanzar el potencial de mitigación comprometido en las ocho medidas NDC bajo responsabilidad de PRODUCE y de materializar los aportes adicionales de la ADIM-2030 ampliada. Las acciones clave incluyen:

- Expansión de los programas de eficiencia energética y combustibles limpios a un número mayor de plantas y subsectores, consolidando cambios tecnológicos y operativos en cementeras, ladrilleras, cal y otros rubros intensivos en energía.
- Incremento de la sustitución térmica por combustibles derivados de residuos y biomasa sostenible en hornos cementeros, de acuerdo con el marco regulatorio de coprocesamiento y con la Hoja de Ruta Net Zero del sector cemento.
- Ampliación de la modernización tecnológica de hornos ladrilleros artesanales e industriales, integrando requisitos mínimos de desempeño energético y ambiental en normas, permisos y esquemas de formalización gradual.
- Implementación más extendida de tecnologías de refrigerantes de bajo potencial de calentamiento global en sistemas de refrigeración y climatización industrial, acompañada de programas de reducción de fugas, recuperación y reciclaje.
- Profundización de proyectos de economía circular y valorización de residuos en cadenas industriales (bagazo, recortes textiles y de cuero, lodos, subproductos), con foco en modelos de negocio replicables y escalables.
- Consolidación de instrumentos financieros y mecanismos de mercado para proyectos de descarbonización industrial, incluyendo la posible articulación con esquemas de cooperación bajo el Artículo 6 del Acuerdo de París, siempre que se cuente con MRV adecuado.
- Integración de los resultados de la ADIM-2030 en los sistemas de reporte nacionales (BTR, seguimiento de NDC y ENCC 2050), mostrando de manera verificable la contribución del sector industrial manufacturero a la meta de reducción de emisiones al 2030.

En este periodo, el sistema de monitoreo, reporte y evaluación debe estar suficientemente consolidado como para cuantificar la reducción acumulada de emisiones asociada a las medidas y acciones en ejecución y a los habilitadores, y para sustentar la actualización de la agenda y la formulación de hojas de ruta de largo plazo hacia la neutralidad de carbono.

# Anexos

## Anexo de fichas de acciones estratégicas transversales identificadas

### Ficha – Acción Estratégica 1.1 (Normativa)

#### Ficha de acción estratégica transversal – Acción 1.1

| Campo                           | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre de la acción estratégica | 1.1 – Actualización de normas técnicas y especificaciones para cementos y concretos de bajo carbono                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Tipo                            | Normativa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Acción                          | Actualizar normas técnicas y especificaciones técnicas de obra para facilitar y priorizar el uso de cementos adicionados y productos de menor contenido de clínker en proyectos públicos y privados.                                                                                                                                                                                                                                |
| Subsector(es)                   | Cemento y materiales de construcción; obras públicas y privadas que utilizan concreto.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Fuentes de emisiones que aborda | Emisiones de proceso del cemento (IPPU) asociadas a la producción de clínker; emisiones de combustión estacionaria (1.A.2) ligadas a la cocción de clínker, de manera indirecta, al reducir su contenido en el producto final.                                                                                                                                                                                                      |
| Actor(es) responsable(s)        | Lídera: PRODUCE /INACAL;<br>En articulación con: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento<br>Implementa: Colegio de Ingenieros del Perú; ASOCCEM.                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Descripción                     | Desarrollar y actualizar normas técnicas peruanas y especificaciones de proyectos de infraestructura que reconozcan, habiliten y prioricen cementos de menor huella de carbono (con mayor proporción de adiciones y menor contenido de clínker), reduciendo barreras para su uso en licitaciones y obras públicas y privadas. La medida busca que los cementos de bajo carbono se conviertan en estándar técnico y no en excepción. |
| Horizonte temporal – plazo      | <b>Corto plazo (2026–2028):</b> revisión de normas existentes, elaboración de propuestas de actualización y validación técnica con actores sectoriales.<br><b>Mediano plazo (2029–2030):</b> aprobación y aplicación de normas actualizadas en proyectos públicos y privados, con seguimiento de su uso efectivo.                                                                                                                   |
| Indicadores (ejemplos)          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Número de normas técnicas y especificaciones de obra actualizadas para cementos y concretos de bajo carbono.</li> <li>Porcentaje de obras públicas que incorporan especificaciones compatibles con cementos adicionados.</li> <li>Evolución del factor clínker promedio en el país.</li> </ul>                                                                                               |

| Campo                    | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Co-beneficios            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> por tonelada de cemento producido.</li> <li>• Mayor eficiencia en el uso de recursos minerales y energéticos.</li> <li>• Mejora de la competitividad del sector cementero frente a mercados que exigen productos de menor huella de carbono.</li> </ul>                                                                  |
| Condiciones habilitantes | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibilidad de estudios técnicos sobre desempeño de cementos adicionados.</li> <li>• Coordinación entre INACAL, Colegio de Ingenieros, PRODUCE, ASOCEM y Ministerio de Vivienda.</li> <li>• Participación de proyectistas y empresas constructoras en la actualización.</li> <li>• Difusión de las nuevas normas y capacitación para su aplicación.</li> </ul> |

## Ficha – Acción Estratégica 1.2 (Normativa)

### Ficha de acción estratégica transversal – Acción 1.2

| Campo                           | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre de la acción estratégica | 1.2 – Revisión y armonización de regulaciones ambientales que afectan proyectos de descarbonización                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Tipo                            | Normativa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Acción                          | Revisar y armonizar normas sectoriales para eliminar barreras regulatorias a proyectos de descarbonización y tecnologías bajas en carbono.                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Subsector(es)                   | Transversal a subsectores industriales que implementan proyectos de eficiencia energética, cambio de combustibles, cogeneración y uso de biomasa.                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Fuentes de emisiones que aborda | Emisiones de combustión estacionaria (1.A.2) y, de manera indirecta, emisiones de proceso que pueden reducirse a través de proyectos de descarbonización habilitados por normas más coherentes.                                                                                                                                                                                                                                                |
| Actor(es) responsable(s)        | <p>Lídera: PRODUCE</p> <p>En articulación con: MINAM; OEFA; OSINERGMIN; Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Descripción                     | Identificar normas ambientales y sectoriales que generan duplicidades, desincentivos o vacíos para proyectos de descarbonización (como cogeneración, uso sostenible de biomasa, eficiencia energética) y adecuarlas para que faciliten la implementación de tecnologías bajas en carbono. La medida busca que el marco regulatorio sea claro, coherente y promotor de soluciones de descarbonización, reduciendo tiempos y costos de trámites. |

| Campo                      | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Horizonte temporal – plazo | <p><b>Corto plazo (2026–2028):</b> mapeo de normas relevantes, identificación de barreras y formulación de propuestas de armonización.</p> <p><b>Mediano plazo (2029–2030):</b> aprobación de ajustes normativos y aplicación práctica en proyectos industriales, con monitoreo de su impacto.</p>                                           |
| Indicadores (ejemplos)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de normas revisadas y armonizadas.</li> <li>• Reducción de tiempos promedio de trámite para proyectos de descarbonización.</li> <li>• Número de proyectos habilitados gracias a la simplificación regulatoria.</li> </ul>                                                                    |
| Co-beneficios              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menores costos y tiempos administrativos para proyectos ambientales y energéticos.</li> <li>• Mayor claridad jurídica para empresas y autoridades.</li> <li>• Incremento en el número de proyectos de descarbonización viables en el país.</li> </ul>                                               |
| Condiciones habilitantes   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinación efectiva entre autoridades sectoriales y ambientales.</li> <li>• Participación de empresas y gremios en la identificación de barreras.</li> <li>• Capacidad técnica para evaluar impactos de cambios normativos.</li> <li>• Mecanismos de consulta pública y transparencia.</li> </ul> |

## Ficha – Acción Estratégica 1.3 (Normativa)

### Ficha de acción estratégica transversal – Acción 1.3

| Campo                           | Contenido                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre de la acción estratégica | 1.3 – Marco regulatorio para coprocesamiento y economía circular en cemento y otras industrias                                                                                                                                            |
| Tipo                            | Normativa                                                                                                                                                                                                                                 |
| Acción                          | Desarrollar o ajustar regulaciones que habiliten y promuevan el coprocesamiento de residuos en hornos cementeros y otras instalaciones industriales.                                                                                      |
| Subsector(es)                   | Cemento; otras industrias con potencial de coprocesamiento (por ejemplo, cal, ciertas químicas y generación térmica).                                                                                                                     |
| Fuentes de emisiones que aborda | Emisiones de combustión estacionaria en hornos industriales (1.A.2), mediante sustitución de combustibles fósiles por combustibles derivados de residuos y biomasa; reducción indirecta de emisiones asociadas a disposición de residuos. |

| Campo                      | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Actor(es) responsable(s)   | <p>Lidera: MINAM; PRODUCE;</p> <p>En articulación con: OEFA; SUNAT-ADUANAS; Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento;</p> <p>Implementa: ASOCCEM.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Descripción                | <p>Establecer reglas claras para el uso de residuos y biomasa como combustibles o insumos en hornos cementeros y otras instalaciones industriales, incluyendo criterios de clasificación, estándares de emisiones, trazabilidad y responsabilidades. La medida busca que el coprocesamiento y la economía circular se desarrollen bajo condiciones ambientales seguras, reduciendo emisiones y aprovechando residuos que hoy no tienen valorización adecuada.</p> |
| Horizonte temporal – plazo | <p><b>Corto plazo (2026–2028):</b> diseño del marco regulatorio, consultas con actores y aprobación de normas base.</p> <p><b>Mediano plazo (2029–2030):</b> implementación progresiva de coprocesamiento en plantas piloto y expansión a mayor escala, con monitoreo ambiental.</p>                                                                                                                                                                              |
| Indicadores (ejemplos)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Volumen de residuos valorizados mediante coprocesamiento.</li> <li>• Porcentaje de sustitución de combustibles fósiles por combustibles derivados de residuos en hornos cementeros.</li> <li>• Número de plantas autorizadas para coprocesamiento bajo el nuevo marco.</li> </ul>                                                                                                                                        |
| Co-beneficios              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Reducción de emisiones de GEI y contaminantes locales.</u></li> <li>• Menor presión sobre rellenos sanitarios y disposición final de residuos.</li> <li>• Generación de cadenas de valor de economía circular entre gestores de residuos e industria.</li> </ul>                                                                                                                                                      |
| Condiciones habilitantes   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definición de criterios técnicos y ambientales consensuados.</li> <li>• Coordinación entre autoridades ambientales y de aduanas para flujos de residuos.</li> <li>• Capacidad de monitoreo y fiscalización.</li> <li>• Participación de empresas cementeras y otras industrias en el diseño del marco.</li> </ul>                                                                                                        |

## Ficha – Acción Estratégica 2.1 (Información / MRV)

### Ficha de acción estratégica transversal – Acción 2.1

| Campo                           | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre de la acción estratégica | 2.1 – Fortalecimiento y ampliación del sistema de Huella de Carbono para industria manufacturera                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Tipo                            | Información / MRV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Acción                          | Fortalecer y ampliar el sistema de Huella de Carbono para la industria manufacturera.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Subsector(es)                   | Transversal a todos los subsectores industriales que reporten huella de carbono.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Fuentes de emisiones que aborda | Emisiones de procesos industriales, combustión estacionaria y otras fuentes relevantes en la huella corporativa; todas aquellas que se cuantifican mediante el sistema de huella de carbono.                                                                                                                                                                                                                     |
| Actor(es) responsable(s)        | Líder: PRODUCE;<br><br>En articulación con: MINAM<br><br>Implementa: Gremios empresariales; academia.                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Descripción                     | Actualizar factores de emisión locales, desarrollar guías sectoriales y ampliar beneficios e incentivos para empresas que reportan y reducen emisiones mediante el sistema nacional de Huella de Carbono. La medida busca incrementar la participación industrial en el sistema, mejorar la calidad de la información y conectar la medición con reconocimientos, financiamiento y compras públicas sostenibles. |
| Horizonte temporal – plazo      | <b>Corto plazo (2026–2028):</b> actualización de factores de emisión y elaboración de guías sectoriales prioritarias.<br><br><b>Mediano plazo (2029–2030):</b> ampliación del número de empresas y subsectores que reportan huella; vinculación con incentivos y financiamiento.                                                                                                                                 |
| Indicadores (ejemplos)          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Número de empresas manufactureras inscritas en el sistema de Huella de Carbono.</li> <li>Número de subsectores con guías específicas.</li> <li><u>Volumen de emisiones reportadas y reducciones certificadas.</u></li> </ul>                                                                                                                                              |
| Co-beneficios                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mayor transparencia y credibilidad de la acción climática industrial.</li> <li>Facilita acceso a financiamiento verde y mercados que exigen información de huella.</li> <li>Mejora la gestión interna de emisiones en empresas.</li> </ul>                                                                                                                                |

|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Condiciones habilitantes | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plataformas digitales operativas y accesibles.</li> <li>• Capacidad técnica para desarrollar factores sectoriales.</li> <li>• Coordinación entre MINAM y PRODUCE.</li> <li>• Difusión y capacitación a empresas sobre uso del sistema.</li> </ul> |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## Ficha – Acción Estratégica 2.2 (Información / MRV)

### Ficha de acción estratégica transversal – Acción 2.2

| Campo                           | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre de la acción estratégica | 2.2 – Plataforma de datos y transparencia para emisiones industriales                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Tipo                            | Información / MRV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Acción                          | Implementar un portal de la agenda de descarbonización industrial que concentre información de emisiones, acciones y casos de éxito.                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Subsector(es)                   | Transversal a toda la industria manufacturera.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Fuentes de emisiones que aborda | Emisiones reportadas en inventarios, balances de energía, huella de carbono y monitoreos ambientales; la plataforma integra información más que intervenir directamente sobre las emisiones.                                                                                                                                                                                                |
| Actor(es) responsable(s)        | Líder: PRODUCE<br>En articulación con: MINAM; OSINERGMIN; OEFA.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Descripción                     | Integrar datos de inventarios de GEI, balances de energía, monitoreos ambientales y otros registros relevantes en una plataforma pública de transparencia y seguimiento a las metas de la ADIM 2030. La medida busca facilitar el acceso a información consolidada para empresas, autoridades y ciudadanía, reforzando la rendición de cuentas y la toma de decisiones basada en evidencia. |
| Horizonte temporal – plazo      | <b>Corto plazo (2026–2028):</b> diseño, implementación y puesta en marcha de la plataforma con datos base.<br><b>Mediano plazo (2029–2030):</b> ampliación de contenidos, funcionalidades y frecuencia de actualización.                                                                                                                                                                    |
| Indicadores (ejemplos)          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plataforma operativa y número de visitas/usuarios activos.</li> <li>• Número de datasets publicados y actualizados regularmente.</li> <li>• Uso de la plataforma en reportes y decisiones de política.</li> </ul>                                                                                                                                  |
| Co-beneficios                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora de la transparencia sobre emisiones industriales.</li> <li>• Facilita análisis comparativos y seguimiento de la agenda.</li> <li>• Apoya investigaciones y proyectos de innovación basados en datos.</li> </ul>                                                                                                                             |

| Campo                    | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Condiciones habilitantes | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinación entre instituciones proveedoras de datos.</li> <li>• Capacidades en gestión de información y sistemas.</li> <li>• Protocolos claros de actualización y calidad de datos.</li> <li>• Comunicación y difusión del portal.</li> </ul> |

## Ficha – Acción Estratégica 2.3 (Información / MRV)

### Ficha de acción estratégica transversal – Acción 2.3

| Campo                           | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre de la acción estratégica | 2.3 – Guías sectoriales de cálculo de huella de carbono                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Tipo                            | Información / MRV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Acción                          | Elaborar guías e instructivos de cálculo de huella de carbono para subsectores industriales prioritarios.                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Subsector(es)                   | Cemento; ladrillos; alimentos y bebidas; textiles; químicos; metales; papel y otros subsectores industriales relevantes.                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Fuentes de emisiones que aborda | Emisiones corporativas de alcance 1 y 2 (y, cuando sea pertinente, 3) en cada subsector; principalmente combustión, procesos y uso de productos.                                                                                                                                                                                                                                           |
| Actor(es) responsable(s)        | <p>Lidera: PRODUCE;</p> <p>En articulación con: MINAM;</p> <p>Implementa: Gremios empresariales; universidades.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Descripción                     | Desarrollar documentos y herramientas sencillas que permitan a las empresas medir su huella de carbono con metodologías consistentes y adaptadas a su realidad sectorial, incluyendo ejemplos, factores de emisión específicos y formatos de reporte. La medida busca reducir barreras técnicas para la medición y estandarizar prácticas de cálculo entre empresas de un mismo subsector. |
| Horizonte temporal – plazo      | <p><b>Corto plazo (2026–2028):</b> elaboración de guías para subsectores de mayor intensidad de emisiones.</p> <p><b>Mediano plazo (2029–2030):</b> expansión a otros subsectores y actualización periódica de guías según nueva información.</p>                                                                                                                                          |
| Indicadores (ejemplos)          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de guías sectoriales elaboradas y difundidas.</li> <li>• Número de empresas que las utilizan.</li> <li>• Calidad y consistencia de los datos de huella reportados por subsector.</li> </ul>                                                                                                                                                |

| Campo                    | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Co-beneficios            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilita la participación de empresas en sistemas de huella y programas de reducción.</li> <li>• Mejora la comparabilidad entre empresas.</li> <li>• Reduce costos de consultoría al disponer de herramientas estándar.</li> </ul>                        |
| Condiciones habilitantes | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibilidad de información técnica sectorial.</li> <li>• Participación de gremios y universidades en la elaboración.</li> <li>• Mecanismos de difusión y capacitación asociados.</li> <li>• Actualización periódica de factores de emisión.</li> </ul> |

## Ficha – Acción Estratégica 3.1 (Tecnológica)

### Ficha de acción estratégica transversal – Acción 3.1

| Campo                           | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre de la acción estratégica | 3.1 – Programas de eficiencia energética y combustibles limpios                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Tipo                            | Tecnológica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Acción                          | Diseñar programas sectoriales de eficiencia energética y sustitución de combustibles en subsectores intensivos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Subsector(es)                   | Subsectores con alto consumo energético (cemento, ladrillos, metales, alimentos y bebidas, textiles, pulpa y papel, entre otros).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Fuentes de emisiones que aborda | Emisiones de combustión estacionaria (1.A.2) asociadas al uso de combustibles fósiles en hornos, calderas y equipos térmicos; emisiones indirectas ligadas al uso ineficiente de energía eléctrica.                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Actor(es) responsable(s)        | <p>Lídera: PRODUCE;</p> <p>En articulación con: MINEM; OSINERGMIN;</p> <p>Implementa: Empresas; gremios sectoriales.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Descripción                     | Fomentar la implementación de sistemas de gestión energética, la realización de auditorías energéticas y el reemplazo de combustibles de alto contenido de carbono por alternativas de menor huella (gas natural, biomasa sostenible, electricidad), así como la adopción de equipamiento eficiente en procesos térmicos y eléctricos. La medida busca reducir el consumo energético específico y la intensidad de carbono de la matriz energética industrial. |
| Horizonte temporal – plazo      | <p><b>Corto plazo (2026–2028):</b> identificación de subsectores prioritarios, diseño de programas y ejecución de pilotos.</p> <p><b>Mediano plazo (2029–2030):</b> escalamiento de programas y consolidación de buenas prácticas en eficiencia energética y combustibles limpios.</p>                                                                                                                                                                         |

| Campo                    | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Indicadores (ejemplos)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Número de empresas que implementan sistemas de gestión energética.</li> <li>Reducción del consumo específico de energía por unidad de producción en subsectores clave.</li> <li>Porcentaje de combustibles limpios en la matriz energética industrial.</li> </ul> |
| Co-beneficios            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción de costos operativos por menor consumo de energía.</li> <li>Mejora de la calidad del aire local.</li> <li>Incremento de la competitividad por procesos más eficientes y menos intensivos en carbono.</li> </ul>                                         |
| Condiciones habilitantes | <ul style="list-style-type: none"> <li>Disponibilidad de técnicos y empresas proveedoras de servicios energéticos.</li> <li>Acceso a financiamiento para inversiones en equipos eficientes.</li> <li>Normas que faciliten el uso de combustibles limpios y biomasa sostenible.</li> </ul>                |

## Ficha – Acción Estratégica 3.2 (Tecnológica / Innovación)

### Ficha de acción estratégica transversal – Acción 3.2

| Campo                           | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre de la acción estratégica | 3.2 – Pilotos de economía circular y valorización de residuos                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Tipo                            | Tecnológica / Innovación                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Acción                          | Implementar proyectos piloto de economía circular y valorización de residuos en cadenas industriales.                                                                                                                                                                                                                |
| Subsector(es)                   | Azúcar y agroindustria; alimentos y bebidas; textiles; cuero y calzado; papel y cartón; químicos; otros subsectores con generación relevante de residuos y subproductos.                                                                                                                                             |
| Fuentes de emisiones que aborda | Emisiones de combustión estacionaria (1.A.2) cuando los residuos se usan como combustibles de menor huella; emisiones asociadas a disposición de residuos (transportes, vertederos, quemas al aire libre) que se reducen al valorizarse; reducción indirecta de emisiones por menor demanda de materia prima virgen. |
| Actor(es) responsable(s)        | <p>Lídera: PRODUCE;</p> <p>En articulación con: gobiernos regionales</p> <p>Implementa: CITE; ProInnovate; empresas; gremios.</p>                                                                                                                                                                                    |

| Campo                      | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Descripción                | Promover proyectos piloto que demuestren la viabilidad técnica y económica de usar residuos y subproductos industriales como insumos para nuevos productos o como fuentes de energía de menor huella de carbono. Los pilotos deben cubrir distintas cadenas (por ejemplo, uso de bagazo, lodos, recortes textiles, residuos de cuero) y generar evidencia sobre costos, beneficios, requisitos tecnológicos y modelos de negocio, preparando el terreno para su escalamiento. |
| Horizonte temporal – plazo | <p><b>Corto plazo (2026–2028):</b> selección de subsectores, diseño de pilotos y ejecución de proyectos demostrativos.</p> <p><b>Mediano plazo (2029–2030):</b> evaluación y sistematización de resultados, diseño de programas de escalamiento y replicación en otras regiones y empresas.</p>                                                                                                                                                                               |
| Indicadores (ejemplos)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Número de pilotos de economía circular implementados.</li> <li>Toneladas de residuos valorizados en proyectos piloto.</li> <li><u>Reducción estimada de emisiones vinculadas a disposición de residuos y sustitución de materias primas.</u></li> </ul>                                                                                                                                                                                |
| Co-beneficios              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción de residuos y mejora de la gestión ambiental industrial.</li> <li>Nuevas líneas de negocio y productos basados en economía circular.</li> <li>Reducción de costos de disposición final y posible generación de ingresos por venta de subproductos.</li> </ul>                                                                                                                                                                |
| Condiciones habilitantes   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Disponibilidad de información sobre flujos de residuos.</li> <li>Cooperación entre empresas de distintas etapas de la cadena.</li> <li>Acceso a financiamiento para pilotos. Soporte técnico de CITE y programas de innovación.</li> <li>Marco regulatorio que permita el uso seguro de residuos como insumos.</li> </ul>                                                                                                              |

## Ficha – Acción Estratégica 3.3 (Tecnológica / Capacidades)

### Ficha de acción estratégica transversal – Acción 3.3

| Campo                           | Contenido                                                                                                                   |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre de la acción estratégica | 3.3 – Asistencia técnica para tecnologías de descarbonización                                                               |
| Tipo                            | Tecnológica / Capacidades                                                                                                   |
| Acción                          | Desarrollar programas de asistencia técnica para adopción de tecnologías de descarbonización en la industria manufacturera. |

| Campo                           | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Subsector(es)                   | Todos los subsectores manufactureros con potencial de implementar tecnologías bajas en carbono (cemento, ladrillos, alimentos, textiles, químicos, metales, papel, entre otros).                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Fuentes de emisiones que aborda | Emisiones de combustión estacionaria (1.A.2) y de procesos industriales (IPPU), dependiendo de la tecnología aplicada (eficiencia, cambio de combustible, cambio de materia prima, nuevos procesos).                                                                                                                                                                                                                                        |
| Actor(es) responsable(s)        | Lídera: PRODUCE; ITP-CITE;<br>Implementa: Cooperantes internacionales; gremios empresariales.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Descripción                     | Brindar apoyo técnico a empresas para el diagnóstico tecnológico, la identificación de opciones de descarbonización, el diseño de proyectos, la preparación de estudios de prefactibilidad y la gestión de permisos y autorizaciones necesarios. La asistencia se orienta especialmente a mypes y pymes, facilitando la adopción de tecnologías limpias que de otro modo serían difíciles de implementar por falta de capacidades internas. |
| Horizonte temporal – plazo      | <b>Corto plazo (2026–2028):</b> diseño de programas de asistencia, capacitación de equipos técnicos y atención inicial a subsectores prioritarios.<br><b>Mediano plazo (2029–2030):</b> ampliación de la cobertura de asistencia, integración con programas de financiamiento y seguimiento de proyectos implementados.                                                                                                                     |
| Indicadores (ejemplos)          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de empresas atendidas por programas de asistencia técnica.</li> <li>• Número de proyectos de descarbonización diseñados con apoyo de estos programas.</li> <li>• Volumen de inversión movilizado gracias a la asistencia.</li> </ul>                                                                                                                                                        |
| Co-beneficios                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora de la calidad de los proyectos técnicos y financieros.</li> <li>• Mayor tasa de implementación de tecnologías limpias.</li> <li>• Fortalecimiento de capacidades locales en ingeniería y gestión de proyectos.</li> </ul>                                                                                                                                                                   |
| Condiciones habilitantes        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipos técnicos capacitados en CITE y entidades asociadas.</li> <li>• Articulación con programas de financiamiento e incentivos.</li> <li>• Difusión y acceso sencillo para empresas de distinto tamaño.</li> <li>• Coordinación con autoridades sectoriales para agilizar permisos.</li> </ul>                                                                                                   |

## Ficha – Acción Estratégica 4.1 (Financiamiento)

### Ficha de acción estratégica transversal – Acción 4.1

| Campo                           | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre de la acción estratégica | 4.1 – Incentivos tributarios y financieros para inversiones en descarbonización                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Tipo                            | Financiamiento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Acción                          | Diseñar mecanismos de incentivos tributarios y financieros para inversiones en descarbonización y economía circular.                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Subsector(es)                   | Transversal a todos los subsectores industriales que implementen proyectos de eficiencia energética, cambio de combustibles, tecnologías limpias y economía circular.                                                                                                                                                                                                                                        |
| Fuentes de emisiones que aborda | Emisiones ligadas a proyectos financiados (principalmente combustión estacionaria y procesos intensivos), dependiendo del tipo de inversión que se promueva.                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Actor(es) responsable(s)        | Lidera: PRODUCE;<br><br>En articulación con: MEF; MINAM; Gobiernos regionales.<br><br>Implementa: Banca comercial y de desarrollo.                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Descripción                     | Establecer beneficios fiscales (por ejemplo, depreciación acelerada, deducciones por inversión verde, exoneraciones específicas) y líneas de crédito verdes para proyectos industriales de descarbonización y economía circular. La medida busca reducir el costo financiero de inversiones en tecnologías limpias y generar señales claras al mercado sobre la prioridad de la descarbonización industrial. |
| Horizonte temporal – plazo      | <b>Corto plazo (2026–2028):</b> diseño de instrumentos y pilotos de incentivos y líneas de crédito.<br><br><b>Mediano plazo (2029–2030):</b> ampliación y consolidación de los instrumentos, con evaluación periódica de su impacto y ajustes según resultados.                                                                                                                                              |
| Indicadores (ejemplos)          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Monto anual de inversión industrial en proyectos verdes que se acoge a incentivos.</li> <li>• Número de empresas beneficiarias.</li> <li>• <u>Reducción estimada de emisiones asociadas a proyectos financiados.</u></li> </ul>                                                                                                                                     |
| Co-beneficios                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor acceso a financiamiento para mypes y pymes.</li> <li>• Incremento de la inversión privada en tecnologías limpias.</li> <li>• Señales de mercado que favorecen proyectos de producción limpia y economía circular.</li> </ul>                                                                                                                                  |

| Campo                    | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Condiciones habilitantes | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinación entre MEF, MINAM y PRODUCE.</li> <li>• Definición clara de criterios de elegibilidad.</li> <li>• Capacidad de la banca para diseñar productos verdes.</li> <li>• Divulgación de instrumentos entre empresas y gremios.</li> </ul> |

## Ficha – Acción Estratégica 4.2 (Financiamiento / MRV)

### Ficha de acción estratégica transversal – Acción 4.2

| Campo                           | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre de la acción estratégica | 4.2 – Criterios de descarbonización industrial en taxonomía verde                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Tipo                            | Financiamiento / MRV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Acción                          | Incorporar criterios específicos de descarbonización industrial en la taxonomía verde y programas de financiamiento climático.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Subsector(es)                   | Transversal a actividades industriales que puedan ser clasificadas como verdes o de transición (cemento, ladrillos, alimentos, textiles, químicos, metales, etc.).                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Fuentes de emisiones que aborda | Emisiones asociadas a actividades que se clasifican en la taxonomía; la medida no reduce directamente emisiones, pero habilita financiamiento para proyectos que sí lo hacen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Actor(es) responsable(s)        | <p>Lídera: PRODUCE;</p> <p>En articulación con: MEF; MINAM;</p> <p>Implementa: SBS; banca.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Descripción                     | Definir criterios y actividades industriales elegibles como verdes o de transición climática dentro de la taxonomía verde nacional, incluyendo descarbonización de procesos, eficiencia energética, economía circular y gestión de refrigerantes. Esta clasificación facilita el acceso a financiamiento climático y fondos vinculados a mecanismos internacionales, al dar claridad a bancos e inversionistas sobre qué proyectos contribuyen a la descarbonización industrial. |
| Horizonte temporal – plazo      | <p><b>Corto plazo (2026–2028):</b> desarrollo y aprobación de criterios específicos para industria en la taxonomía verde.</p> <p><b>Mediano plazo (2029–2030):</b> aplicación de la taxonomía en productos financieros y reportes, con retroalimentación según demanda y desempeño.</p>                                                                                                                                                                                          |

| Campo                    | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Indicadores (ejemplos)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Número de actividades industriales incorporadas en la taxonomía verde.</li> <li>Monto de financiamiento canalizado hacia proyectos industriales clasificados como verdes o de transición.</li> </ul>                                                      |
| Co-beneficios            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mayor claridad para bancos y empresas sobre qué proyectos son elegibles para financiamiento climático.</li> <li>Alineación de inversiones con compromisos climáticos nacionales.</li> <li>Mejora de la transparencia en el sistema financiero.</li> </ul> |
| Condiciones habilitantes | <ul style="list-style-type: none"> <li>Marco regulatorio para taxonomía verde.</li> <li>Participación de entidades financieras y gremios en el diseño de criterios.</li> <li>Sistemas de MRV que permitan verificar el desempeño climático de actividades clasificadas.</li> </ul>               |

## Ficha – Acción Estratégica 4.3 (Financiamiento / Tecnológica)

### Ficha de acción estratégica transversal – Acción 4.3

| Campo                           | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre de la acción estratégica | 4.3 – Cofinanciamiento para pilotos de descarbonización                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Tipo                            | Financiamiento / Tecnológica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Acción                          | Ampliar programas de cofinanciamiento para proyectos piloto de descarbonización en manufactura.                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Subsector(es)                   | Subsectores con proyectos piloto de tecnologías bajas en carbono (cemento, ladrillos, alimentos y bebidas, textiles, químicos, metales, papel, entre otros).                                                                                                                                                                                                                                  |
| Fuentes de emisiones que aborda | Emisiones de procesos y combustión en proyectos piloto que implementan tecnologías bajas en carbono (eficiencia, cambio de combustible, economía circular, gestión de refrigerantes).                                                                                                                                                                                                         |
| Actor(es) responsable(s)        | Lídera: PRODUCE;<br>Implementa: ProInnovate; cooperantes internacionales; gremios.                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Descripción                     | Financiar parcialmente proyectos piloto de tecnologías de descarbonización en la industria manufacturera, generando evidencia técnica y económica sobre su desempeño, costos y beneficios. La medida busca reducir el riesgo inicial de adopción de tecnologías nuevas y crear un portafolio de casos demostrativos que faciliten el escalamiento y la réplica en otros contextos y empresas. |

| Campo                      | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Horizonte temporal – plazo | <p>Corto plazo (2026–2028): expansión de convocatorias de cofinanciamiento dirigidas a proyectos industriales de descarbonización, selección y ejecución de pilotos.</p> <p>Mediano plazo (2029–2030): evaluación de resultados y diseño de programas de escalamiento de las soluciones probadas.</p>                                   |
| Indicadores (ejemplos)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de proyectos piloto cofinanciados.</li> <li>• Monto de cofinanciamiento asignado.</li> <li>• <u>Reducción estimada de emisiones en proyectos piloto.</u></li> <li>• Número de soluciones escaladas o replicadas tras la etapa piloto.</li> </ul>                                        |
| Co-beneficios              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución de la percepción de riesgo en la adopción de nuevas tecnologías.</li> <li>• Generación de aprendizaje sectorial y evidencia para diseñar políticas y programas más efectivos.</li> <li>• Estímulo a la innovación industrial.</li> </ul>                                           |
| Condiciones habilitantes   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fondos disponibles para cofinanciamiento.</li> <li>• Procesos de convocatoria y selección transparentes.</li> <li>• Acompañamiento técnico durante la ejecución de pilotos.</li> <li>• Articulación con instrumentos de financiamiento y normativos para facilitar el escalamiento.</li> </ul> |

## Ficha – Acción Estratégica 5.1 (Capacidades)

### Ficha de acción estratégica transversal – Acción 5.1

| Campo                           | Contenido                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre de la acción estratégica | 5.1 – Capacitación en diseño y uso de cementos verdes                                                                                                                                         |
| Tipo                            | Capacidades                                                                                                                                                                                   |
| Acción                          | Implementar programas de capacitación para profesionales sobre diseño y uso de cementos y concretos de bajo carbono.                                                                          |
| Subsector(es)                   | Cemento y construcción (ingeniería civil, arquitectura, entidades públicas y privadas que diseñan y ejecutan obras).                                                                          |
| Fuentes de emisiones que aborda | Emisiones de proceso del cemento (IPPU) y emisiones de combustión asociadas a producción de clínker, de manera indirecta, al aumentar el uso de cementos de bajo carbono en proyectos reales. |

| Campo                      | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Actor(es) responsable(s)   | Lídera: PRODUCE;<br><br>En articulación con: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento;<br><br>Implementa: Universidades; ASOCCEM; Colegio de Ingenieros del Perú;                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Descripción                | Ofrecer cursos, talleres y materiales técnicos dirigidos a profesionales del diseño y la construcción para masificar la demanda de cementos y concretos de menor huella de carbono, abordando aspectos de desempeño, normas técnicas, especificaciones de proyecto y casos prácticos. La acción estratégica busca que los profesionales conozcan y confíen en las soluciones de bajo carbono y las incorporen en sus decisiones de diseño. |
| Horizonte temporal - plazo | Corto plazo (2026-2028): diseño de contenidos, alianzas con universidades y colegios profesionales, ejecución de primeras cohortes.<br><br>Mediano plazo (2029-2030): institucionalización de programas y ampliación de cobertura a regiones.                                                                                                                                                                                              |
| Indicadores (ejemplos)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de profesionales capacitados.</li> <li>• Número de cursos y talleres realizados.</li> <li>• Porcentaje de proyectos que incorporan especificaciones de cementos verdes tras la capacitación.</li> </ul>                                                                                                                                                                                    |
| Co-beneficios              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora de la calidad técnica de los diseños estructurales y de especificaciones de obra.</li> <li>• Mayor aceptación de cementos y concretos de bajo carbono.</li> <li>• Fortalecimiento de vínculos entre industria del cemento y comunidad técnica.</li> </ul>                                                                                                                                  |
| Condiciones habilitantes   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compromiso de colegios profesionales y universidades.</li> <li>• Materiales técnicos claros y actualizados.</li> <li>• Participación activa de empresas cementeras y ASOCCEM.</li> <li>• Articulación con cambios normativos en el sector construcción.</li> </ul>                                                                                                                                |

## Ficha - Acción Estratégica 5.2 (Capacidades / MRV)

### Ficha de acción estratégica transversal - Acción 5.2

| Campo                           | Contenido                                                                        |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre de la acción estratégica | 5.2 - Capacidades empresariales en medición de huella y estrategias de reducción |
| Tipo                            | Capacidades / MRV                                                                |

| Campo                           | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Acción                          | Desarrollar programas de capacitación y asistencia técnica en medición de huella de carbono y diseño de planes de reducción.                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Subsector(es)                   | Transversal a empresas manufactureras (grandes, medianas, pequeñas) de distintos subsectores.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Fuentes de emisiones que aborda | Emisiones corporativas de los distintos alcances (1, 2 y, cuando corresponda, 3) que las empresas deben medir y gestionar.                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Actor(es) responsable(s)        | Lídera: PRODUCE;<br><br>En articulación con: MINAM;<br><br>Implementa: Gremios empresariales; universidades; CITE.                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Descripción                     | Capacitar a empresas en metodologías de cálculo de huella de carbono, herramientas de gestión del carbono y diseño de estrategias de reducción alineadas con la ADIM 2030 y con la realidad de cada subsector. La medida incluye talleres, asistencia técnica individualizada y desarrollo de recursos didácticos, para que la medición de huella sea una práctica extendida y ligada a decisiones de inversión y operación. |
| Horizonte temporal – plazo      | <b>Corto plazo (2026–2028):</b> diseño e implementación de programas de capacitación, atención inicial a empresas de subsectores prioritarios.<br><br><b>Mediano plazo (2029–2030):</b> ampliación de cobertura y consolidación de redes de aprendizaje e intercambio de experiencias.                                                                                                                                       |
| Indicadores (ejemplos)          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Número de empresas capacitadas.</li> <li>Número de planes de reducción de emisiones elaborados.</li> <li>Porcentaje de empresas que integran objetivos de reducción de emisiones en su planificación estratégica.</li> </ul>                                                                                                                                                          |
| Co-beneficios                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mejora de la gestión interna de riesgos climáticos y energéticos.</li> <li>Mayor acceso a programas de financiamiento que exigen medición de huella.</li> <li>Desarrollo de cultura corporativa orientada a sostenibilidad.</li> </ul>                                                                                                                                                |
| Condiciones habilitantes        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Disponibilidad de formadores y materiales adaptados a distintos tamaños de empresa.</li> <li>Alianzas con gremios para convocatoria y difusión.</li> <li>Integración con sistemas de Huella de Carbono y MRV sectorial.</li> </ul>                                                                                                                                                    |

## Ficha – Acción Estratégica 5.3 (Gobernanza / Capacidades)

### Ficha de acción estratégica transversal – Acción 5.3

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Campo                           | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Nombre de la acción estratégica | 5.3 – Mesas técnicas sectoriales para la agenda de descarbonización                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Tipo                            | Gobernanza / Capacidades                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Acción                          | Establecer mesas técnicas sectoriales para diseñar medidas y trayectorias de descarbonización de la industria manufacturera, articulando actores públicos, privados y académicos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Subsector(es)                   | Transversal a subsectores prioritarios (cemento, ladrilleras, cal, metales, alimentos y bebidas, textiles, químicos, agroindustria, refrigerantes, papel y otros).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Fuentes de emisiones que aborda | Emisiones de proceso (IPPU) y de combustión estacionaria (1.A.2) de los subsectores industriales, de manera indirecta, al mejorar el diseño, coordinación y viabilidad de medidas de mitigación; emisiones asociadas al uso de refrigerantes y a aguas residuales industriales, mediante la articulación de soluciones sectoriales específicas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Actor(es) responsable(s)        | <p>Lidera: PRODUCE (coordinación general y secretaría técnica de las mesas);</p> <p>En articulación con: MINAM (alineamiento con ENCC y NDC; soporte regulatorio y técnico);</p> <p>Implementa: Gremios empresariales (liderazgo sectorial y articulación con empresas); gobiernos regionales (enfoque territorial y coordinación regional); academia y centros de investigación (soporte técnico, evidencia y facilitación).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Descripción                     | La acción estratégica consiste en crear, formalizar y operar mesas técnicas sectoriales de descarbonización industrial, organizadas por subsector o grupo de subsectores (por ejemplo, cemento y materiales de construcción; ladrilleras; cal; metales; alimentos y bebidas; textiles; químicos; agroindustria; refrigerantes), donde PRODUCE, MINAM, gobiernos regionales, gremios y academia co-diseñen medidas específicas, revisen barreras y condiciones habilitantes, y acuerden trayectorias de reducción de emisiones. Estas mesas deben contar con participación de tomadores de decisión y especialistas, sesiones periódicas y productos concretos (hojas de ruta sectoriales, propuestas de ajuste normativo, paquetes de proyectos, esquemas de financiamiento, programas de capacitación). La acción fortalece la gobernanza de la ADIM 2030, asegurando que las decisiones se tomen con información técnica, participación de actores clave y coherencia con los compromisos nacionales. |

| Campo                      | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Horizonte temporal – plazo | <p><b>Corto plazo (2026–2028):</b> instalación y puesta en marcha de las mesas técnicas en subsectores de mayor intensidad de emisiones (cemento, ladrilleras, refrigerantes, cal, metales); definición de términos de referencia, mecanismos de coordinación y agendas de trabajo; identificación de paquetes iniciales de medidas, proyectos piloto y ajustes normativos prioritarios; articulación con los resultados de los talleres realizados en la fase de diagnóstico.</p> <p><b>Mediano plazo (2029–2030):</b> consolidación de las mesas como espacios permanentes de gobernanza sectorial; desarrollo de hojas de ruta detalladas de descarbonización por subsector; seguimiento y ajuste de las medidas implementadas; vinculación de los acuerdos de las mesas con instrumentos de financiamiento verde, compras públicas sostenibles y el sistema de monitoreo, reporte y evaluación de la ADIM 2030.</p> |
| Indicadores (ejemplos)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de mesas técnicas sectoriales instaladas y activas (por año).</li> <li>• Número de sesiones realizadas por mesa y número de acuerdos o productos técnicos emitidos (hojas de ruta, propuestas normativas, paquetes de proyectos).</li> <li>• Número de medidas de la ADIM 2030 co-diseñadas o ajustadas en las mesas y llevadas a implementación.</li> <li>• Porcentaje de subsectores prioritarios que cuentan con hoja de ruta sectorial de descarbonización validada en mesa técnica.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Co-beneficios              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora de la coordinación entre los sectores público, privado y académico.</li> <li>• Reducción de duplicidades y conflictos regulatorios al canalizar discusiones técnicas en espacios formales.</li> <li>• Mayor viabilidad y aceptación de las medidas de descarbonización, al incorporar la experiencia de empresas y gremios desde el diseño.</li> <li>• Fortalecimiento de capacidades técnicas de los actores participantes y generación de conocimiento compartido sobre tecnologías, costos y beneficios.</li> <li>• Contribución a la transparencia y legitimidad de la ADIM 2030, al basar decisiones en procesos participativos y trazables.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                            |

| Campo                    | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Condiciones habilitantes | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resolución o documento interno de PRODUCE que establezca las mesas técnicas, su mandato, composición y frecuencia mínima de reunión.</li> <li>• Compromiso de participación de gremios empresariales, gobiernos regionales y academia, incluyendo la designación de representantes con capacidad de decisión y conocimiento técnico.</li> <li>• Disponibilidad de información sectorial (inventarios, balances de energía, huella de carbono, estudios técnicos) para sustentar la discusión y priorización.</li> <li>• Articulación con instrumentos existentes (Acuerdos de Producción Más Limpia, Hoja de Ruta de Economía Circular, NDC, ENCC) para evitar duplicidades y asegurar coherencia.</li> <li>• Recursos mínimos (logística, facilitación técnica, sistematización) para garantizar la continuidad y calidad de las sesiones y productos de cada mesa.</li> </ul> |

## Ficha – Acción Estratégica 5.4 (Capacidades / Información)

### Ficha de acción estratégica transversal – Acción 5.4

| Campo                           | Contenido                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre de la acción estratégica | 5.4 – Fortalecimiento de la infraestructura de la calidad                                                                                                                                                                  |
| Tipo                            | Capacidades / Información                                                                                                                                                                                                  |
| Acción                          | Potenciar la infraestructura de la calidad para apoyar mediciones, certificaciones y normas asociadas a la descarbonización.                                                                                               |
| Subsector(es)                   | Transversal a todos los subsectores que requieran ensayos, certificaciones y acreditaciones vinculadas a emisiones, eficiencia energética y productos de menor huella de carbono.                                          |
| Fuentes de emisiones que aborda | Emisiones cuya medición y verificación depende de ensayos y certificaciones (por ejemplo, contenido de clínker, desempeño energético, factores de emisión); la medida habilita medición, no reduce directamente emisiones. |
| Actor(es) responsable(s)        | Lídera: PRODUCE, INACAL;<br>Implementa: Laboratorios acreditados; universidades.                                                                                                                                           |

| Campo                      | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Descripción                | Desarrollar capacidades en la infraestructura de la calidad (laboratorios, organismos de certificación y acreditación) para realizar ensayos, certificaciones y acreditaciones vinculadas a emisiones, eficiencia energética y productos de bajo carbono. Esto incluye actualizar normas de ensayo, fortalecer equipamiento y competencias técnicas y ampliar la oferta de servicios de calidad al sector industrial. |
| Horizonte temporal – plazo | <p><b>Corto plazo (2026–2028):</b> diagnóstico de brechas en infraestructura de calidad y diseño de planes de fortalecimiento.</p> <p><b>Mediano plazo (2029–2030):</b> implementación de mejoras en laboratorios, acreditaciones y oferta de servicios especializados.</p>                                                                                                                                           |
| Indicadores (ejemplos)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Número de laboratorios y organismos de certificación con capacidades en temas de descarbonización.</li> <li>Número de ensayos y certificaciones realizadas para productos y procesos industriales de bajo carbono.</li> </ul>                                                                                                                                                  |
| Co-beneficios              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mayor confiabilidad de datos de emisiones y desempeño energético.</li> <li>Facilita el desarrollo y puesta en práctica de normas técnicas asociadas a la descarbonización.</li> <li>Mejora la competitividad de productos certificados en mercados exigentes.</li> </ul>                                                                                                       |
| Condiciones habilitantes   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Recursos para inversión en equipamiento y formación de personal. Coordinación entre INACAL, universidades y laboratorios.</li> <li>Demanda suficiente de servicios de calidad por parte de la industria.</li> <li>Integración con normas técnicas actualizadas y sistemas de MRV.</li> </ul>                                                                                   |

## Ficha – Acción Estratégica 5.5 (Gobernanza /Información-MRV)

### Ficha de acción estratégica transversal – Acción 5.5

| Campo                           | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre de la acción estratégica | 5.5 – Implementación de Acuerdos de Producción Más Limpia (AP+L) para la descarbonización industrial                                                                                                                                                                                                                                       |
| Tipo                            | Gobernanza / Información-MRV                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Acción                          | Promover la suscripción e implementación de Acuerdos de Producción Más Limpia (AP+L) entre PRODUCE y empresas, grupos empresariales, gremios y asociaciones de la industria manufacturera, como instrumento voluntario para convertir los objetivos de la ADIM 2030 en compromisos concretos, medibles y verificables de descarbonización. |

| Campo                           | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Subsector(es)                   | Inicio en los subsectores priorizados por la ADIM 2030: cemento, ladrillos, cal, refrigeración y otros subsectores de alta intensidad energética o de emisiones. Ampliación progresiva a alimentos y bebidas, textiles, papel, químicos, metales, cerámicos y otros rubros manufactureros.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Fuentes de emisiones que aborda | Emisiones de combustión estacionaria (1.A.2) por uso de combustibles fósiles en hornos, calderas y procesos térmicos; emisiones de procesos industriales (IPPU), incluida la descarbonatación de caliza asociada al factor clínker; emisiones de refrigerantes fluorados (HFC y otros gases de alto PCG), incluidas las fugitivas; y emisiones asociadas a la gestión de residuos y al tratamiento de aguas residuales industriales, según el alcance de los compromisos asumidos en cada acuerdo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Actor(es) responsable(s)        | <p>Lidera: PRODUCE (promoción, negociación, suscripción y seguimiento de los AP+L);</p> <p>En articulación con: MINAM (alineamiento con NDC y ENCC, Huella de Carbono Perú y MRV); MEF y banca de desarrollo y comercial (financiamiento verde e incentivos); INACAL (normas técnicas, ensayos y verificación); ANA (gestión eficiente del agua y aguas residuales industriales); gobiernos regionales (enfoque territorial);</p> <p>Implementa: Empresas, grupos empresariales, gremios y asociaciones de la industria manufacturera; ITP-CITE y entidades de asistencia técnica; entidades verificadoras.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Descripción                     | <p>Promover la suscripción e implementación de Acuerdos de Producción Más Limpia (AP+L) entre PRODUCE y empresas, grupos empresariales, gremios y asociaciones de la industria manufacturera, como instrumento voluntario para convertir los objetivos de la ADIM 2030 en compromisos concretos, medibles y verificables de descarbonización. Los acuerdos priorizarán acciones de eficiencia energética, sustitución de combustibles, reducción del factor clínker, coprocesamiento y valorización de residuos, sustitución y gestión adecuada de refrigerantes, economía circular, gestión eficiente del agua y tratamiento, reúso o mejora de la gestión de aguas residuales industriales, según las características y oportunidades de cada subsector.</p> <p>Los AP+L deberán establecer metas, plazos, indicadores y mecanismos de seguimiento, articulados con la Huella de Carbono Perú, los sistemas de medición, reporte y verificación (MRV), los programas de asistencia técnica, los instrumentos de financiamiento verde y los incentivos disponibles. Su aplicación se iniciará en los subsectores priorizados por la ADIM 2030, con alta intensidad energética o de emisiones. De esta forma, los AP+L permitirán aprovechar un instrumento sectorial existente, evitar la creación de estructuras paralelas y reforzar la coordinación público-privada para la implementación efectiva de la agenda.</p> |

| Campo                      | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Horizonte temporal – plazo | <p><b>Corto plazo (2026–2028):</b> identificación de subsectores y empresas elegibles; elaboración de una guía o protocolo para incorporar compromisos de descarbonización en los AP+L; suscripción de AP+L piloto en subsectores prioritarios; definición de indicadores, línea de base y mecanismos de reporte.</p> <p><b>Mediano plazo (2029–2030):</b> ampliación de los AP+L a nuevos subsectores y territorios; integración de sus resultados al MRV sectorial y a la Huella de Carbono Perú; acceso de empresas participantes a asistencia técnica, financiamiento e incentivos; sistematización y réplica de buenas prácticas.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Indicadores (ejemplos)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de AP+L suscritos con metas de descarbonización.</li> <li>• Número de empresas adheridas y número de subsectores cubiertos.</li> <li>• Porcentaje de AP+L con indicadores de GEI y reporte anual.</li> <li>• Toneladas de CO<sub>2</sub>eq reducidas o evitadas reportadas.</li> <li>• Número de acciones implementadas en eficiencia energética, economía circular, refrigerantes y agua.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Co-beneficios              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de costos operativos por menor consumo de energía, agua e insumos.</li> <li>• Mejora de la calidad del aire local y menor generación de residuos y cargas contaminantes en aguas residuales.</li> <li>• Fortalecimiento de la coordinación público-privada y de la confianza entre PRODUCE, gremios y empresas.</li> <li>• Mejora de la competitividad y del acceso a mercados y cadenas de valor que exigen productos de menor huella.</li> <li>• Mayor disponibilidad de información verificable de emisiones para el MRV sectorial y la NDC.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Condiciones habilitantes   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guía o protocolo oficial de PRODUCE que incorpore compromisos de descarbonización, línea de base, metas e indicadores en los AP+L.</li> <li>• Capacidad institucional de PRODUCE para negociar, acompañar, verificar y reportar los acuerdos suscritos.</li> <li>• Articulación con la Huella de Carbono Perú, los sistemas MRV, los programas de asistencia técnica y los instrumentos de financiamiento verde e incentivos.</li> <li>• Incentivos claros y diferenciados que hagan atractiva la adhesión voluntaria, incluidas mypes y pymes.</li> <li>• Disponibilidad de información sectorial (consumos, factores de emisión, balances de energía y agua) y de capacidades técnicas en las empresas.</li> <li>• Coordinación con instrumentos existentes (Hoja de Ruta de Economía Circular, mesas técnicas sectoriales, NDC, ENCC) para evitar duplicidades.</li> </ul> |

## Anexo de fichas de acciones estratégicas sectoriales priorizadas

### Cemento – Acción Estratégica C1: Reducción del factor clínker

#### Ficha sectorial – Cemento C1

| Campo                           | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre de la acción estratégica | C1 – Reducción del factor clínker en cementos producidos en el país                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Tipo                            | Tecnología / Normativa / Información-MRV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Subsector                       | Cemento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Fuentes de emisiones que aborda | IPPU – Emisiones de proceso por descarbonatación de caliza en la producción de clínker (categoría 2.A.1); 1.A.2 – Emisiones de combustión asociadas a hornos de clínker, de forma indirecta al reducir la cantidad de clínker producido por tonelada de cemento.                                                                                                                                                                                                   |
| Descripción                     | Promover la reducción progresiva del factor clínker (proporción de clínker en el cemento) mediante el aumento del uso de materiales cementicios suplementarios (SCM) como puzolana, caliza molida, escoria de alto horno y cenizas volantes. La medida incluye metas de factor clínker por planta, ajuste de normas técnicas y especificaciones de obra para reconocer cementos adicionados, y programas de difusión y capacitación hacia proyectistas y usuarios. |
| Actor(es) responsable(s)        | Lídera: PRODUCE (coordinación sectorial);<br><br>En articulación con: MINAM (alineamiento con NDC y ENCC, MRV de emisiones); INACAL y Colegio de Ingenieros del Perú (normas técnicas y especificaciones); Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (incorporación en expedientes de obra pública).<br><br>Implementa: ASOCEM y empresas cementeras (implementación en planta)                                                                           |
| Horizonte temporal – plazo      | <b>Corto plazo (2026–2028):</b> fijar metas de factor clínker, actualizar normas y especificaciones, iniciar el aumento del uso de SCM en plantas y proyectos piloto.<br><br><b>Mediano plazo (2029–2030):</b> alcanzar niveles de factor clínker compatibles con las NDC y hojas de ruta sectoriales, masificando el uso de cementos adicionados en obra pública y privada.                                                                                       |
| Indicadores                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Promedio nacional y por planta del factor clínker (clínker/cemento).</li> <li>Toneladas de SCM utilizadas por año. Porcentaje de obras públicas que especifican cementos adicionados.</li> <li>Reducción estimada de CO<sub>2</sub> de proceso por tonelada de cemento.</li> </ul>                                                                                                                                          |

| Campo         | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Co-beneficios | <ul style="list-style-type: none"> <li>Menor consumo energético por tonelada de cemento. Reducción de presión sobre recursos minerales (caliza).</li> <li>Mejora de competitividad frente a mercados que exigen productos de menor huella.</li> <li>Potenciales mejoras de durabilidad en ciertos tipos de concreto según SCM usados.</li> </ul> |

## Cemento – Acción Estratégica C2: Coprocesamiento de residuos y biomasa

### Ficha sectorial – Cemento C2

| Campo                           | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre de la acción estratégica | C2 – Coprocesamiento de residuos y biomasa en hornos cementeros                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Tipo                            | Tecnología / Normativa / Economía circular                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Subsector                       | Cemento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Fuentes de emisiones que aborda | 1.A.2 – Emisiones de combustión en hornos de clínker, al sustituir carbón, coque de petróleo y otros combustibles fósiles por combustibles derivados de residuos y biomasa sostenible; reducción indirecta de emisiones por menor disposición de residuos.                                                                                                                                                                                    |
| Descripción                     | Incrementar de manera progresiva la sustitución térmica de combustibles fósiles por combustibles derivados de residuos (CDR) y biomasa adecuadamente gestionada en hornos cementeros, bajo estándares ambientales claros. La medida incluye desarrollo de cadenas de suministro de residuos, adecuación de sistemas de alimentación y combustión, y implementación de un marco regulatorio que garantice trazabilidad y control de emisiones. |
| Actor(es) responsable(s)        | <p>Líder: PRODUCE (articulación sectorial);</p> <p>En articulación con: MINAM, OEFA y SUNAT-ADUANAS (marco regulatorio de residuos y biomasa, control y fiscalización); gobiernos regionales y municipios (gestión de residuos y acuerdos de suministro)</p> <p>Implementa: empresas cementeras y ASOCCEM (implementación en planta)</p>                                                                                                      |
| Horizonte temporal – plazo      | <p><b>Corto plazo (2026–2028):</b> establecer marco regulatorio habilitante, pilotos de coprocesamiento y diseño de cadenas de suministro de residuos.</p> <p><b>Mediano plazo (2029–2030):</b> ampliar la tasa de sustitución térmica en plantas cementeras, integrando residuos municipales e industriales y biomasa sostenible en volúmenes significativos.</p>                                                                            |

| Campo         | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Indicadores   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de sustitución térmica de combustibles fósiles por residuos y biomasa en hornos cementeros.</li> <li>• Toneladas de residuos y biomasa coprocesadas por año.</li> <li>• Reducción estimada de emisiones de CO<sub>2</sub> por sustitución de combustibles y por menor disposición de residuos.</li> </ul> |
| Co-beneficios | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de residuos enviados a rellenos o a quemas informales.</li> <li>• Mejora de la gestión de residuos urbanos e industriales.</li> <li>• Ahorro potencial en costos de combustible.</li> <li>• Generación de nuevas cadenas de valor entre gestores de residuos y la industria del cemento.</li> </ul>        |

## Cemento - Acción Estratégica C3: Eficiencia energética integral en plantas cementeras

### Ficha sectorial - Cemento C3

| Campo                           | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre de la acción estratégica | C3 - Programas integrales de eficiencia energética en plantas cementeras                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Tipo                            | Tecnología / Eficiencia energética / Información-MRV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Subsector                       | Cemento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Fuentes de emisiones que aborda | 1.A.2 - Emisiones de combustión asociadas al consumo de combustibles en hornos, calderas y equipos térmicos; emisiones indirectas ligadas a uso de electricidad, al reducir consumo total de energía.                                                                                                                                                                                                                                    |
| Descripción                     | Desarrollar e implementar programas integrales de eficiencia energética en plantas cementeras, que incluyan sistemas de gestión de la energía, auditorías periódicas, modernización de equipos (molinos, ventiladores, sistemas de transporte), optimización de quemadores y recuperación de calor. La medida busca reducir el consumo energético específico por tonelada de clínker y cemento manteniendo o mejorando la productividad. |
| Actor(es) responsable(s)        | Lídera: PRODUCE (fomento y articulación);<br>En articulación con: OSINERGMIN (integración con políticas energéticas);<br>Implementa: ASOCEM; Empresas cementeras; proveedores de tecnología y servicios energéticos.                                                                                                                                                                                                                     |

| Campo                      | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Horizonte temporal – plazo | <p><b>Corto plazo (2026–2028):</b> diagnóstico energético detallado y puesta en marcha de sistemas de gestión energética en plantas; implementación de mejoras de rápida rentabilidad.</p> <p><b>Mediano plazo (2029–2030):</b> ejecución de proyectos de modernización de mayor escala y consolidación de estándares de desempeño energético en el subsector.</p> |
| Indicadores                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo específico de energía térmica y eléctrica por tonelada de clínker y cemento.</li> <li>• Número de plantas con sistemas de gestión energética certificados o equivalentes.</li> <li>• Reducción acumulada de consumo de energía y de emisiones asociadas.</li> </ul>                                               |
| Co-beneficios              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de costos operativos y mejora de competitividad.</li> <li>• Mejora del control operativo y de la confiabilidad de equipos.</li> <li>• Posible mejora en condiciones laborales (menos exposición a calor excesivo o fallas frecuentes).</li> </ul>                                                               |

## Cal — Acción Estratégica CA1: Habilitación de combustibles alternativos en hornos de cal

### Ficha sectorial — Cal CA1

| Campo                           | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre de la acción estratégica | CA1 — Habilitación del uso de combustibles alternativos y biomasa en hornos de cal                                                                                                                                                                                                                                     |
| Tipo                            | Tecnología / Normativa / Economía circular                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Subsector                       | Cal                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Fuentes de emisiones que aborda | 1.A.2 — Emisiones de combustión en hornos de cal, que representan cerca del 30 % de las emisiones del subsector, mediante la sustitución de combustibles fósiles por residuos y biomasa. De manera complementaria, el metano es evitado en la disposición alternativa de los residuos de origen biológico valorizados. |

| Campo                      | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Descripción                | <p>Completar el marco habilitante para que los hornos de cal puedan sustituir combustibles fósiles por residuos, incluidos los de origen biológico, bajo el mismo esquema de coprocesamiento que ya opera en la industria cementera. La acción comprende tres frentes: precisar el marco regulatorio aplicable a la valorización energética de residuos en plantas de cal; caracterizar qué corrientes de residuos son aptas según su efecto sobre la calidad del producto, sensible al contenido de cenizas, cloro y metales; y acompañar la incorporación progresiva de la sustitución en los productores formales.</p> |
| Actor(es) responsable(s)   | <p>Lidera: PRODUCE.</p> <p>En articulación con: MINAM, como ente rector en materia de residuos sólidos y de límites máximos permisibles de emisiones atmosféricas.</p> <p>Implementa: empresas y gremios del subsector cal; gobiernos regionales donde se concentra la producción.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Horizonte temporal — plazo | <p><b>Corto plazo (2026–2028):</b> precisar el marco regulatorio aplicable a la valorización energética en plantas de cal; caracterizar las corrientes de residuos aptas; pilotos de sustitución en plantas con condiciones técnicas favorables.</p> <p><b>Mediano plazo (2029–2030):</b> incorporación progresiva de la tasa de sustitución térmica en los productores formales del subsector.</p>                                                                                                                                                                                                                       |
| Indicadores                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tasa de sustitución térmica por combustibles alternativos en hornos de cal.</li> <li>• Número de plantas de cal con habilitación vigente para la valorización energética de residuos.</li> <li>• Volumen anual de residuos coprocesados en el subsector, con distinción de la fracción biogénica.</li> <li>• Reducción estimada de emisiones de combustión atribuible a la sustitución.</li> </ul>                                                                                                                                                                               |
| Co-beneficios              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desvío de residuos de la disposición final y aporte a la economía circular.</li> <li>• Ampliación territorial de la red nacional de coprocesamiento: los hornos de cal no se ubican donde están los de cemento y cubren territorio que la red actual no alcanza.</li> <li>• Reducción del costo de combustible y mejora de la competitividad del subsector.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                           |

## Cal — Acción Estratégica CA2: Acceso a electricidad baja en carbono y gestión energética

### Ficha sectorial — Cal CA2

| Campo                           | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre de la acción estratégica | CA2 — Acceso a electricidad baja en carbono y gestión energética en plantas de cal                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Tipo                            | Tecnología / Eficiencia energética / Información-MRV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Subsector                       | Cal                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Fuentes de emisiones que aborda | Emisiones indirectas asociadas al consumo eléctrico de las plantas de cal, que representan cerca del 2 % de las emisiones del subsector. De manera complementaria, 1.A.2 — emisiones de combustión, por la vía de la gestión energética del proceso.                                                                                                                                                                                                               |
| Descripción                     | Facilitar que las plantas de cal accedan a electricidad de baja intensidad de carbono, aprovechando que el sistema eléctrico peruano tiene un factor de emisión bajo, mediante la contratación de energía renovable no convencional o la adquisición de los atributos correspondientes. Se complementa con la implantación de sistemas de gestión de la energía que permitan identificar y capturar las oportunidades de ahorro térmico y eléctrico en el proceso. |
| Actor(es) responsable(s)        | Lidera: PRODUCE.<br><br>En articulación con: MINEM, como ente rector en materia energética.<br><br>Implementa: empresas y gremios del subsector cal.                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Horizonte temporal — plazo      | <b>Corto plazo (2026–2028):</b> diagnóstico del consumo energético de las plantas de cal; identificación de las vías de contratación de energía renovable no convencional y de sus atributos; primeros sistemas de gestión de la energía implantados.<br><br><b>Mediano plazo (2029–2030):</b> consolidación del abastecimiento eléctrico bajo en carbono y de la gestión energética en los productores que concentran la producción nacional.                     |
| Indicadores                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje del consumo eléctrico del subsector cubierto con electricidad de baja intensidad de carbono, sea por contrato o por atributos.</li> <li>• Número de plantas con sistema de gestión de la energía implantado.</li> <li>• Intensidad energética, térmica y eléctrica, por tonelada de cal producida.</li> </ul>                                                                                                  |

| Campo         | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Co-beneficios | <ul style="list-style-type: none"> <li>Aprovechamiento de una condición ya disponible del sistema eléctrico peruano, sin barrera tecnológica.</li> <li>Reducción de costos operativos y mejora de la competitividad.</li> <li>Mejora del control operativo y de la confiabilidad de los equipos.</li> </ul> |

## Cal — Acción Estratégica CA3: Reconocimiento de la recarbonatación de la Cal

### Ficha sectorial — Cal CA3

| Campo                           | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre de la acción estratégica | CA3 — Reconocimiento y contabilización de la recarbonatación de la cal                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Tipo                            | Información / MRV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Subsector                       | Cal                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Fuentes de emisiones que aborda | IPPU — Emisiones de proceso por calcinación de caliza, que representan cerca del 68 % de las emisiones del subsector, por la vía del reconocimiento de la reabsorción posterior de CO <sub>2</sub> atmosférico durante la vida útil del producto.                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Descripción                     | Desarrollar la base metodológica y de datos que permita reconocer y contabilizar el CO <sub>2</sub> que la cal reabsorbe de la atmósfera cuando se usa expuesta al aire, en aplicaciones como revoques, juntas y estabilización de suelos. No requiere incorporación de tecnología: es una acción de medición y contabilización. Su implementación exige desagregar la producción nacional de cal por aplicación final, porque solo una parte del producto se destina a usos donde la recarbonatación ocurre. |
| Actor(es) responsable(s)        | <p>Lidera: PRODUCE.</p> <p>En articulación con: MINAM, como responsable del inventario nacional de gases de efecto invernadero.</p> <p>Implementa: empresas y gremios del subsector cal; academia y centros de investigación, para el desarrollo metodológico.</p>                                                                                                                                                                                                                                            |
| Horizonte temporal — plazo      | <p><b>Corto plazo (2026–2028):</b> desagregación de la producción nacional de cal por aplicación final; seguimiento del desarrollo metodológico internacional y adaptación de los factores al caso peruano.</p> <p><b>Mediano plazo (2029–2030):</b> incorporación de la recarbonatación al inventario del subsector, una vez disponible el respaldo metodológico.</p>                                                                                                                                        |
| Indicadores                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Producción nacional de cal desagregada por aplicación final.</li> <li>Existencia de una metodología nacional de estimación de la recarbonatación, adaptada al uso del producto.</li> <li>Volumen anual de CO<sub>2</sub> reabsorbido, estimado y reportado.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                 |

| Campo         | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Co-beneficios | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mejora de la calidad del inventario nacional de emisiones del subsector.</li> <li>Reconocimiento del desempeño ambiental real del producto ante esquemas de financiamiento.</li> <li>Base de información para caracterizar el desempeño del subsector cal.</li> </ul> |

## Ladrillos – Acción Estratégica L1: Modernización y cambio de combustibles en hornos ladrilleros

### Ficha sectorial – Ladrillos L1

| Campo                           | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre de la acción estratégica | L1 – Modernización de hornos ladrilleros y sustitución de combustibles                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Tipo                            | Tecnología / Capacidades / Financiamiento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Subsector                       | Ladrillos y cerámicas (artesanales e industriales)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Fuentes de emisiones que aborda | 1.A.2 – Emisiones de combustión en hornos ladrilleros por uso de combustibles como carbón, leña sin manejo sostenible, residuos de alto contenido de carbono; reducción de emisiones de contaminantes locales (material particulado) como co-beneficio.                                                                                                                                                                                 |
| Descripción                     | Reducir emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes locales mediante la modernización tecnológica y operacional de hornos ladrilleros, incluyendo la sustitución de combustibles de alto contenido de carbono por alternativas de menor huella (gas natural, biomasa gestionada), mejoras en diseño y aislamiento, y programas de capacitación y financiamiento adaptados a productores artesanales e industriales.        |
| Actor(es) responsable(s)        | <p>Lidera: PRODUCE;</p> <p>En articulación con: MINAM; MINEM; gobiernos regionales y locales en zonas ladrilleras;</p> <p>Implementa: Gremios y asociaciones del sector ladrillero; empresas proveedoras de tecnología y energía.</p>                                                                                                                                                                                                   |
| Horizonte temporal – plazo      | <p><b>Corto plazo (2026–2028):</b> identificación y caracterización de hornos, proyectos piloto de modernización en zonas representativas, diseño de programas de sustitución de combustibles y mejora tecnológica.</p> <p><b>Mediano plazo (2029–2030):</b> ampliación de la modernización a un número significativo de hornos, integración de criterios mínimos de desempeño energético y ambiental en permisos y normas locales.</p> |

| Campo         | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Indicadores   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Número de hornos modernizados o convertidos a tecnologías más eficientes.</li> <li>Porcentaje de producción de ladrillos con combustibles de menor huella.</li> <li>Reducción estimada de consumo específico de energía y de emisiones de CO<sub>2</sub> y material particulado en zonas ladrilleras priorizadas.</li> </ul>                                   |
| Co-beneficios | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mejora de la calidad del aire y de la salud de trabajadores y comunidades.</li> <li>Aumento de eficiencia y reducción de costos operativos para productores.</li> <li>Progreso en formalización y profesionalización del subsector ladrillero.</li> <li>Mejora de calidad y homogeneidad del producto, facilitando acceso a mercados más exigentes.</li> </ul> |

## Refrigerantes – Acción Estratégica R1: Transición a refrigerantes de bajo potencial de calentamiento global

### Ficha sectorial – Refrigerantes R1

| Campo                           | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre de la acción estratégica | R1 – Sustitución de refrigerantes de alto potencial de calentamiento global y fortalecimiento de capacidades técnicas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Tipo                            | Tecnología / Capacidades / Información-MRV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Subsector                       | Refrigeración y aire acondicionado en la industria manufacturera (cámaras frigoríficas, procesos de frío, climatización industrial).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Fuentes de emisiones que aborda | Emisiones de refrigerantes fluorados (HFC y otros gases) utilizados en sistemas de refrigeración y climatización, con alto potencial de calentamiento global; emisiones fugitivas por fugas y mala gestión.                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Descripción                     | Promover la sustitución progresiva de refrigerantes de alto potencial de calentamiento global por alternativas de menor impacto climático (incluyendo refrigerantes naturales donde sea viable) y fortalecer la capacitación de técnicos y especialistas para el manejo seguro de nuevas sustancias. La acción incluye registro y trazabilidad de equipos y consumos, programas de reducción de fugas, recuperación y reciclaje de refrigerantes y elaboración de guías técnicas sectoriales. |

| Campo                      | Contenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Actor(es) responsable(s)   | <p>Lídera: PRODUCE;</p> <p>En articulación con: MINAM;</p> <p>Implementa: Entidades responsables del régimen de licencias y cuotas de HFC; gremios y empresas de refrigeración y aire acondicionado; instituciones de formación técnica.</p>                                                                                                                                                                                                        |
| Horizonte temporal – plazo | <p><b>Corto plazo (2026–2028):</b> desarrollo de guías y estándares técnicos, registro de equipos y consumos, capacitación inicial de técnicos en manejo de refrigerantes alternativos y buenas prácticas.</p> <p><b>Mediano plazo (2029–2030):</b> sustitución de una proporción significativa de refrigerantes de alto PCG, implementación de programas de recuperación y reciclaje, y consolidación de capacidades técnicas en el subsector.</p> |
| Indicadores                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Volumen de refrigerantes de alto PCG sustituido por alternativas de menor impacto.</li> <li>• Número de técnicos capacitados en manejo de nuevos refrigerantes.</li> <li>• Número de sistemas con programas de reducción de fugas y recuperación implementados.</li> <li>• Reducción estimada de emisiones de HFC y otros gases fluorados.</li> </ul>                                                      |
| Co-beneficios              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de riesgos de seguridad asociados a manejo inadecuado de nuevos refrigerantes mediante capacitación.</li> <li>• Mejora del desempeño energético de sistemas bien mantenidos.</li> <li>• Alineamiento con compromisos internacionales (Protocolo de Montreal, Enmienda de Kigali) y reducción de vulnerabilidad frente a futuras regulaciones climáticas.</li> </ul>                              |

## Refrigerantes – Acción Estratégica R2: Reemplazo de equipos de refrigeración por sistemas de alta eficiencia energética en la industria manufacturera

### Ficha sectorial — Refrigerantes R2

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre de la acción estratégica | R2 — Reemplazo de equipos de refrigeración por sistemas de alta eficiencia energética en la industria manufacturera.                                                                                                                         |
| Tipo                            | Tecnológica / Eficiencia energética / Modernización de equipos.                                                                                                                                                                              |
| Acción                          | Promover el diagnóstico, reemplazo progresivo y optimización de equipos de refrigeración industrial obsoletos o ineficientes por sistemas de alta eficiencia energética, correctamente dimensionados y con controles de operación adecuados. |

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre de la acción estratégica | R2 — Reemplazo de equipos de refrigeración por sistemas de alta eficiencia energética en la industria manufacturera.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Subsectores                     | Alimentos y bebidas, agroindustria, pesquería, lácteos, cárnicos, almacenamiento en frío, farmacéutica, química, plásticos y otros subsectores manufactureros con demanda relevante de refrigeración de proceso, conservación o climatización industrial.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Fuentes de emisiones que aborda | Emisiones indirectas asociadas al consumo de electricidad de equipos de refrigeración (alcance 2). De manera complementaria, puede contribuir a reducir emisiones fugitivas de refrigerantes cuando la renovación incluye equipos herméticos, detección de fugas, recuperación de gas y uso de refrigerantes de menor potencial de calentamiento global (PCG).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Actores responsables            | Lidera: PRODUCE<br><br>En articulación con: MINAM y MINEM.<br><br>Implementa: empresas manufactureras, gremios empresariales, proveedores de equipos, empresas de servicio técnico, CITE, instituciones de formación técnica y entidades financieras.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Descripción                     | La acción consiste en sustituir compresores, unidades condensadoras, chillers, evaporadores, cámaras frigoríficas, ventiladores, motores y controles de refrigeración que presentan bajo desempeño energético, antigüedad, sobredimensionamiento o fallas recurrentes. Los equipos nuevos deberán seleccionarse a partir de una evaluación de la carga térmica, las temperaturas requeridas, el perfil horario de operación y las condiciones de la planta. La intervención podrá complementarse con variadores de velocidad, controles automáticos, monitoreo de consumo, mejoras de aislamiento térmico, reducción de infiltraciones de aire, mantenimiento preventivo y, cuando corresponda, recuperación de calor. La acción busca reducir el consumo específico de electricidad sin afectar la continuidad operativa ni la calidad del producto. |
| Mecanismo de mitigación         | Los sistemas modernos reducen el consumo de electricidad por unidad de frío producido mediante compresores, motores y ventiladores más eficientes; mejor intercambio térmico; modulación de capacidad; operación a carga parcial; controles de presión y temperatura; y menor pérdida de frío. La reducción de kWh consumidos disminuye las emisiones indirectas asociadas a la electricidad adquirida. La mejora energética debe contabilizarse separadamente de la sustitución de refrigerantes de alto PCG para evitar doble conteo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Horizonte temporal — plazo      | <b>Corto plazo (2026–2028):</b> elaboración de diagnósticos energéticos, inventario de equipos, identificación de proyectos piloto, desarrollo de guías técnicas y esquemas de financiamiento.<br><br><b>Mediano plazo (2029–2030):</b> escalamiento del reemplazo de equipos, incorporación de monitoreo permanente y difusión de casos demostrativos en subsectores prioritarios.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre de la acción estratégica | R2 — Reemplazo de equipos de refrigeración por sistemas de alta eficiencia energética en la industria manufacturera.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Indicadores — ejemplos          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de empresas que implementan proyectos de reemplazo o modernización de equipos de refrigeración.</li> <li>• Número y capacidad de equipos reemplazados (kW, TR o toneladas de refrigeración).</li> <li>• Consumo específico de electricidad del sistema de refrigeración: kWh/TRh, kWh/m<sup>3</sup> refrigerado, kWh/tonelada de producto o kWh/unidad de producción, según subsector.</li> <li>• Ahorro anual de electricidad respecto de la línea base (kWh/año).</li> <li>• Reducción anual de emisiones indirectas: tCO<sub>2</sub>eq/año, calculada con el factor de emisión eléctrico vigente.</li> <li>• Porcentaje de equipos intervenidos que incorporan monitoreo, controles automáticos y/o variadores de velocidad.</li> </ul>                                                                       |
| Metodología de medición y MRV   | <p>Establecer una línea base con al menos 12 meses de datos de consumo eléctrico, horas de operación, producción o volumen refrigerado, temperaturas de proceso y capacidad instalada. Luego de la intervención, comparar el consumo específico antes y después, normalizando por nivel de producción, horas de operación, temperatura ambiente y requerimientos de frío. El ahorro eléctrico se calcula como <math>AEE = CE_{LB} - CE_{PM}</math>, donde AEE es el ahorro anual de electricidad, CE<sub>LB</sub> el consumo de la línea base ajustada y CE<sub>PM</sub> el consumo posterior a la medida. La reducción de GEI se estima como <math>RGEI = AEE \times FE_{elec}</math>, usando el factor de emisión eléctrico aplicable. Registrar de forma diferenciada cualquier reducción asociada al cambio de refrigerante o a la disminución de fugas.</p> |
| Cobeneficios                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de costos operativos por menor consumo eléctrico.</li> <li>• Mayor confiabilidad y continuidad de los procesos de conservación, producción y almacenamiento.</li> <li>• Mejor control de temperatura, calidad de producto y reducción de mermas.</li> <li>• Menor necesidad de mantenimiento correctivo y menor riesgo de paradas no programadas.</li> <li>• Mejora de la competitividad, productividad y desempeño ambiental de las empresas.</li> <li>• Posibilidad de integrar refrigerantes de bajo PCG, recuperación de calor y soluciones de gestión energética.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                             |

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre de la acción estratégica  | R2 — Reemplazo de equipos de refrigeración por sistemas de alta eficiencia energética en la industria manufacturera.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Condiciones habilitantes         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnóstico energético y térmico previo, con inventario de equipos, medición de consumos y determinación de la carga de refrigeración real.</li> <li>• Especificaciones técnicas, criterios mínimos de eficiencia y procedimientos para el dimensionamiento adecuado de los equipos.</li> <li>• Acceso a financiamiento verde, garantías, mecanismos de cofinanciamiento y asistencia para formular proyectos bancables, especialmente para MIPYME.</li> <li>• Capacitación y certificación de técnicos en instalación, operación, mantenimiento, seguridad y manejo de refrigerantes alternativos.</li> <li>• Disponibilidad de proveedores, repuestos y servicios postventa; además de mantenimiento preventivo y monitoreo de desempeño.</li> <li>• Articulación con programas de gestión energética, Huella de Carbono Perú, AP+L y sistemas sectoriales de MRV.</li> </ul> |
| Riesgos y consideraciones        | El reemplazo debe basarse en el análisis integral del sistema. La instalación de equipos eficientes sin corregir deficiencias de aislamiento, puertas, infiltraciones, condensación, controles o mantenimiento puede limitar los ahorros esperados. Se debe evitar el sobredimensionamiento y asegurar compatibilidad eléctrica, mecánica y de seguridad. Si se realiza cambio de refrigerante, este debe cumplir los requisitos de seguridad, manejo, recuperación y disposición final aplicables.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Relación con acciones existentes | Complementa la acción R1 — Sustitución de refrigerantes de alto PCG y fortalecimiento de capacidades técnicas, al abordar la eficiencia eléctrica del sistema y no solo el tipo de refrigerante.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Potencial de reducción           | El potencial específico debe determinarse mediante auditorías energéticas y estudios de prefactibilidad por planta, ya que depende de la antigüedad del equipo, el tipo de refrigeración, el perfil de carga, el estado de mantenimiento y las condiciones de operación. Esta ficha no asigna un potencial nacional adicional, a fin de no generar doble conteo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |