



Boletín Tecnológico



Normalización y habilitación normativa: claves para la inserción a mercado de productos desarrollados en **NFU-EVOLUCIÓN**

PROGRAMA DE RECONVERSIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES NFU-EVOLUCIÓN

-Iniciativa-
CORFO





Centro Tecnológico de Economía Circular

Somos el primer centro tecnológico en América Latina y el Caribe dedicado a potenciar la transición hacia la economía circular, generando valor económico, social y medioambiental para Chile.

¿Cómo lo hacemos? Impulsando la investigación, desarrollo e innovación colaborativa entre la industria, la academia, el gobierno y el territorio.

El Centro Tecnológico de Economía Circular, CircularTec, nació en 2021 gracias a los aportes de Albemarle, proveniente del acuerdo de I+D con CORFO, BHP-Pampa Norte, Teck Resources, Collahuasi, Neptuno Pumps y el Gobierno Regional de Tarapacá.

Además contamos con la participación de las universidades de Tarapacá, Arturo Prat, Antofagasta, Católica del Norte, Atacama, Santiago de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile y de Chile, más el Centro de Innovación y Economía Circular (CIEC), todas instituciones líderes en investigación y desarrollo.





Normalización: habilitante para el escalamiento y acceso a mercado de productos derivados de NFU

La valorización de neumáticos fuera de uso (NFU) representa una oportunidad para transformar un residuo complejo - y sus subproductos - en nuevas materias primas, materiales y productos con aplicaciones industriales y usos masivos. Sin embargo, el desarrollo tecnológico por sí solo no garantiza su llegada al mercado.

Para que los productos derivados de NFU puedan ser incorporados de manera efectiva en el mercado como productos de valor, es necesario contar con especificaciones técnicas, estándares de calidad para sustituir a materiales convencionales, mecanismos de certificación y condiciones claras de uso, almacenamiento, transporte y trazabilidad.

El marco de NFU-EVOLUCIÓN evidencia que una de las principales brechas para el escalamiento de estas soluciones corresponde precisamente a la ausencia o insuficiencia de referencias normativas específicas para algunas de las nuevas materialidades y aplicaciones desarrolladas.

Por ello, la normalización debe entenderse como un habilitante de mercado y como un componente que debe incorporarse tempranamente en el desarrollo tecnológico.

Asimismo, la normativa no debe ser abordada únicamente cuando un producto se encuentra listo para comercializar. La identificación temprana de requisitos técnicos permite orientar el desarrollo experimental hacia aquellos parámetros que posteriormente serán necesarios para demostrar desempeño y conformidad.



Boletín Tecnológico N° 3 - NFU Evolución

Dr. Luis Martínez Cerna. Director Ejecutivo de CircularTec

La transición hacia una economía circular requiere avanzar desde la valorización de los residuos hacia la generación de soluciones capaces de integrarse efectivamente a los mercados. En este proceso, resulta fundamental anticipar tendencias, identificar brechas y orientar las decisiones de innovación sobre la base de evidencia.

Este tercer Boletín de **NFU-Evolución** pone el foco precisamente en uno de los desafíos fundamentales para el escalamiento de los desarrollos asociados a los Neumáticos Fuera de Uso: **la normalización y la habilitación normativa como condiciones para su inserción en el mercado.**

Los avances tecnológicos permiten transformar los NFU en nuevas materialidades, materias primas y productos. Sin embargo, para que estos desarrollos puedan ser utilizados con confianza y competir en los mercados, es necesario avanzar en su caracterización, especificaciones técnicas, metodologías de ensayo, validación, certificación, seguridad y trazabilidad. Estas dimensiones representan brechas relevantes para el escalamiento de las soluciones desarrolladas.

Desde CircularTec entendemos que el conocimiento generado en torno a **estos procesos debe traducirse en decisiones y acciones concretas que permitan acelerar la innovación y la generación de valor.**

Este Boletín busca contribuir justamente a ese propósito, fortaleciendo la conexión entre desarrollo tecnológico, normalización y mercado. En particular, resulta relevante la articulación entre los desarrolladores tecnológicos, CORFO y el Instituto Nacional de Normalización (INN), de manera que las necesidades identificadas durante el desarrollo de nuevas soluciones puedan vincularse oportunamente con especificaciones, métodos de ensayo y referencias normativas.

El desafío que tenemos por delante no es solamente transformar un residuo en un nuevo producto. Es lograr que ese producto sea confiable, estandarizado, validado y competitivo, y que pueda incorporarse de manera permanente a los mercados nacionales e internacionales.

Ese es el sentido de **NFU-Evolución**: aportar evidencia para anticiparnos a las necesidades de la industria, reducir brechas y construir las condiciones que permitan que la economía circular se traduzca en innovación y valor.



Boletín Tecnológico N° 3 - NFU Evolución

Alejandro Navech Marzolo. Director programa NFU Evolución

Tras un año y medio de trabajo, **NFU-Evolución comienza a consolidar avances relevantes** en el desarrollo de nuevas soluciones a partir de materias primas recuperadas de los Neumáticos Fuera de Uso. Los ocho proyectos desarrollados por nuestros seis coejecutores investigan y validan aplicaciones para materiales como polvo y gránulos de caucho, negro de humo y aceite pirolítico.

En esta etapa, el desafío no está únicamente en desarrollar nuevas soluciones, sino también en generar las condiciones para que puedan avanzar hacia su incorporación efectiva en los mercados. En este sentido, **la normalización y la habilitación normativa** adquieren un papel fundamental para el escalamiento de estos desarrollos.

Este tercer boletín aborda precisamente las principales brechas identificadas en este ámbito, entre ellas la categorización y especificaciones técnicas, las condiciones de seguridad, almacenamiento y transporte, las metodologías de ensayo y caracterización, la certificación y validación, y la trazabilidad.

La experiencia del programa nos muestra que la ruta desde un NFU valorizado hasta un producto comercializable requiere avanzar de manera articulada desde la **caracterización y estandarización hasta la validación, certificación y llegada al mercado**. Para ello, resulta especialmente relevante fortalecer la vinculación entre el desarrollo tecnológico y los procesos de normalización.

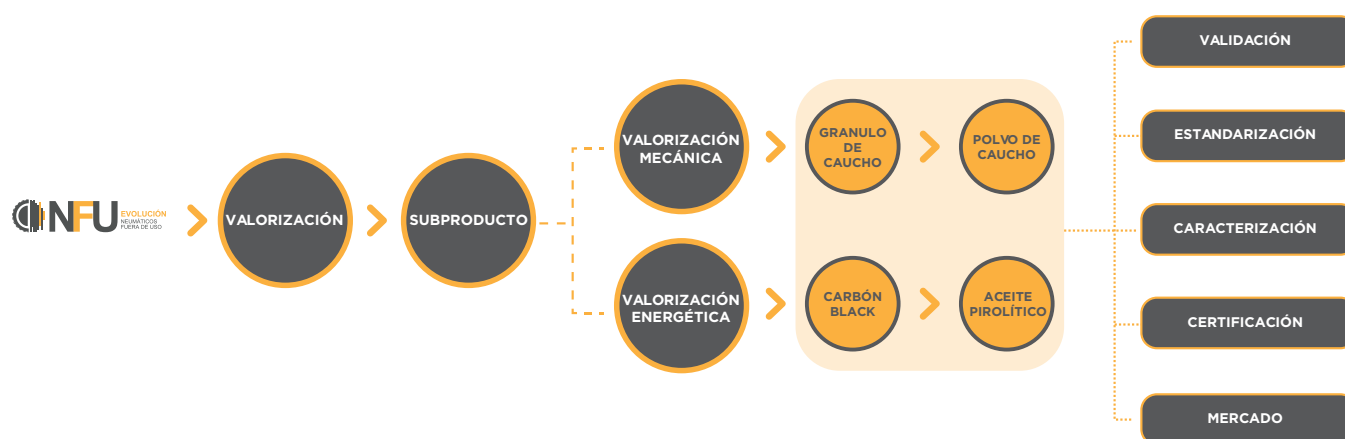
Como director de NFU-Evolución, los invito a conocer este tercer boletín y sus principales hallazgos. **Nuestro desafío es seguir generando conocimiento, desarrollando capacidades y cerrando brechas que permitan transformar los neumáticos fuera de uso en nuevas soluciones con mayor valor agregado y proyección de mercado para Chile.**



Del residuo valorizado al producto comercializable

El desafío de la economía circular no termina cuando un NFU es transformado mediante un proceso de valorización. El verdadero salto ocurre cuando el material obtenido puede ser caracterizado, especificado, validado y utilizado con confianza por un tercero.

La ruta de desarrollo puede representarse como:



Cada etapa requiere evidencia técnica que permita responder preguntas fundamentales:

¿QUÉ PROPIEDADES TIENE EL NUEVO PRODUCTO?

¿CÓMO SE MIDE SU CALIDAD Y MEJORA COMPARATIVA CON RESPECTO AL MERCADO EN DONDE SE INSERTARÁ?

¿QUIENES SERÁN LOS COMPRADORES Y LOS CANALES DE COMERCIALIZACIÓN DE ESTOS NUEVOS PRODUCTOS?

¿CÓMO SE ACREDITA SU DESEMPEÑO EN EL MERCADO INDUSTRIAL PARA PERMANECER EN EL TIEMPO?

¿PARA QUÉ APLICACIONES PUEDE UTILIZARSE?

¿QUÉ REQUISITOS DE SEGURIDAD, TANTO DE APLICACIÓN COMO DE ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DEBE CUMPLIR?

La habilitación normativa identifica, por ejemplo, la necesidad de avanzar en categorizaciones, requisitos de manejo seguro y condiciones de transporte para materiales derivados de la pirólisis, además de definiciones asociadas a clasificación internacional y exportación.



Javier Obach

Gerente Programa Territorio Circular

“Mientras no exista una norma que defina cuándo un material recuperado cumple un estándar de desempeño, quien debe adoptarlo no tiene cómo evaluar el riesgo de incorporarlo a su proceso productivo”.





CIRCULARTEC®

Principales brechas normativas identificadas

Desde CircularTec se desarrolló un instrumento de análisis normativo orientado a identificar brechas y oportunidades regulatorias asociadas a los desarrollos tecnológicos del Programa NFU-EVOLUCIÓN. Este ejercicio de información tecnológica permitió reconocer cinco brechas transversales que pueden incidir en el escalamiento, validación e introducción al mercado de nuevas soluciones y materialidades derivadas de NFU. A continuación, se presentan los principales hallazgos:

- 1. Categorización y especificaciones técnicas:** Algunos de los nuevos productos en desarrollo tecnológico requieren sistemas de clasificación suficientemente desarrollados que permitan identificar su propuesta de valor y establecer especificaciones técnicas claras, consistentes y comparables con las exigidas por los mercados objetivo. Esto permitirá que los desarrollos tecnológicos puedan diferenciarse con claridad de los actuales insumos, materiales y/o productos disponibles en el mercado, facilitando su homologación, evaluación de desempeño y definición de requisitos técnicos para su utilización. Asimismo, contar con criterios de categorización y especificaciones técnicas contribuirá a reducir las incertidumbres para potenciales usuarios y compradores, facilitar procesos de validación y certificación, y generar referencias comunes para su escalamiento e introducción al mercado.
- 2. Seguridad, almacenamiento y transporte:** La ausencia de criterios específicos para determinadas materialidades puede generar incertidumbre respecto de las condiciones requeridas para su almacenamiento, embalaje, transporte y manipulación, así como para la elaboración de las respectivas hojas de datos de seguridad (HDS).

Esta brecha puede dificultar la definición de protocolos de manejo y operación, especialmente cuando se trata de nuevas materialidades o subproductos que no cuentan con referencias normativas consolidadas. El establecimiento de criterios técnicos claros permitiría reducir riesgos operacionales, facilitar su gestión logística y asegurar condiciones adecuadas de seguridad y trazabilidad a lo largo de la cadena de valor.



Néstor Escalona

Director de Postgrado Escuela de
Ingeniería Universidad Católica

“Se tienen que desarrollar normativas para poder permitir de que los líquidos que se obtengan de la pirólisis de neumáticos sean utilizados como combustible o productos químicos a nivel industrial”.



3. Metodologías de ensayo y caracterización: La disponibilidad de métodos de ensayo estandarizados constituye un elemento relevante para demostrar, de manera objetiva y comparable, el desempeño y las características técnicas de nuevos materiales y productos derivados de NFU.

En este ámbito, las normas ASTM, ISO y EN pueden constituir referencias técnicas relevantes para la definición de metodologías de evaluación, particularmente mientras se desarrollan, adaptan o adoptan estándares nacionales aplicables a estas nuevas materialidades. Entre los principales ámbitos identificados se encuentran ensayos relacionados con propiedades mecánicas, absorción de agua, resistencia a la abrasión, dureza y comportamiento frente al fuego.

Contar con metodologías de ensayo reconocidas permitirá generar evidencia técnica comparable, facilitar la validación de los desarrollos y entregar mayor certeza a potenciales usuarios y mercados respecto de su desempeño y condiciones de uso.

4. Certificaciones y validación de productos de valorización: La caracterización técnica de nuevos productos debe complementarse con mecanismos que permitan demostrar formalmente el cumplimiento de los requisitos y especificaciones definidos. Esto resulta especialmente relevante para facilitar su validación e incorporación en mercados donde existen exigencias técnicas o regulatorias específicas.

En aplicaciones que requieren de una regularización de los parámetros de uso, la demostración puede requerir ensayos realizados por laboratorios reconocidos, informes técnicos de evaluación, certificaciones de producto y mecanismos de registro o aprobación ante las entidades correspondientes.

Contar con estos mecanismos permitirá otorgar respaldo técnico y regulatorio a los desarrollos, reducir incertidumbres para los potenciales usuarios y facilitar los procesos de homologación, validación e introducción al mercado.

Además, estos mecanismos pueden constituir parte importante de otras herramientas de comercialización para los coejecutores como lo son la protección intelectual de los nuevos desarrollos, parámetros para la definición de un modelo de negocios específico y aplicación de modelos de utilidad de las nuevas creaciones.

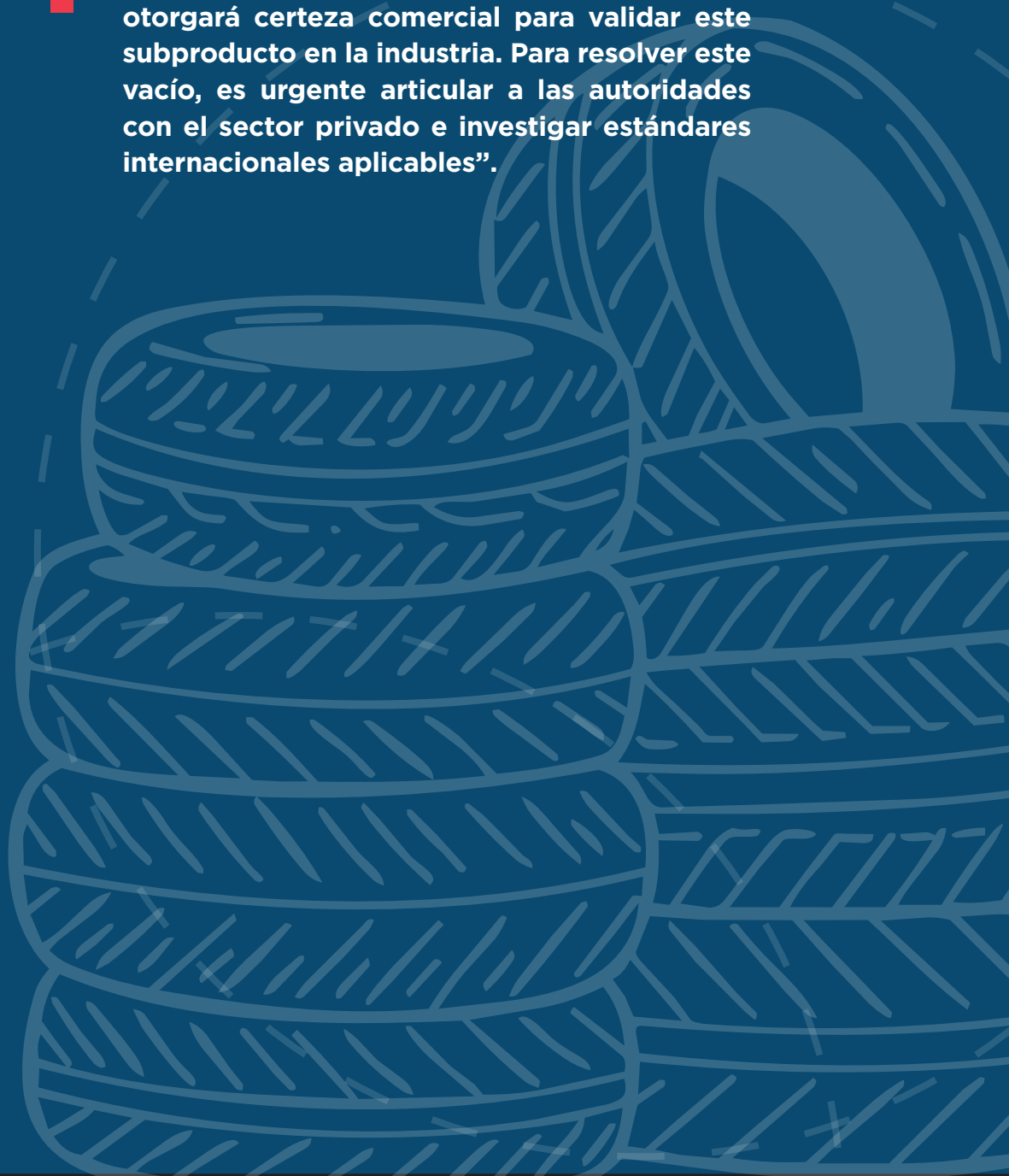




Javier Quispe

Director del Departamento de
Ingeniería Química y de Medio Ambiente
Universidad Católica del Norte

“La falta de normativas y certificaciones de calidad para el negro de humo pirolítico de NFU genera incertidumbre, frena su uso como materia prima y limita el desarrollo de su mercado. Implementar regulación, estándares técnicos e incentivos a la economía circular otorgará certeza comercial para validar este subproducto en la industria. Para resolver este vacío, es urgente articular a las autoridades con el sector privado e investigar estándares internacionales aplicables”.





5. Trazabilidad: La trazabilidad adquiere especial relevancia en el desarrollo y comercialización de nuevos materiales derivados de NFU, particularmente cuando se busca demostrar su origen, composición, proceso de valorización y proceso de generación de los nuevos productos.

La implementación de sistemas de trazabilidad permitirá avanzar desde la valorización de residuos hacia la generación de materias primas con atributos verificables, entregando mayor transparencia y respaldo a las características declaradas del producto. Asimismo, contribuirá a fortalecer los mecanismos de economía circular y cumplimiento de los requerimientos de compradores industriales, favoreciendo la confianza y aceptación de estos nuevos productos en el mercado.





Álvaro Tapia

Gerente Manager Rubtec

“La información tecnológica no puede limitarse a monitorear avances de materiales; debe anticipar y participar activamente en la evolución normativa, porque sin normas adaptadas o rutas de homologación claras, la mejor tecnología no logra transferirse al mercado”



Vinculación y rol estratégico de CORFO y el Instituto Nacional de Normalización (INN)

La habilitación normativa requiere una articulación temprana entre los coejecutores (desarrolladores tecnológicos) y los procesos de normalización, especialmente cuando surgen nuevas materialidades o productos que aún no cuentan con referencias normativas específicas.

En este contexto, CORFO e INN cumplen roles complementarios: CORFO impulsa la innovación, el desarrollo tecnológico, la validación y el escalamiento de nuevas soluciones, mientras que el INN desempeña un rol central en la elaboración, actualización y adopción de normas técnicas.

La vinculación entre ambas instituciones permite conectar de manera más efectiva el desarrollo tecnológico con la normalización, favoreciendo que las necesidades técnicas identificadas durante el desarrollo del PTEC puedan traducirse oportunamente en especificaciones, métodos de ensayo y referencias normativas.

Para las nuevas materialidades derivadas de NFU, esta articulación adquiere especial relevancia, ya que pueden requerir nuevas especificaciones técnicas para definir características, desempeño y condiciones de uso. Mientras se avanza en el desarrollo de referencias nacionales, las normas internacionales pueden constituir una base técnica de referencia, facilitando la validación de los desarrollos y reduciendo brechas para su escalamiento e introducción al mercado.



Edelmira Dote

Coordinadora Unidad de Articulación
Sectorial Gerencia de Capacidades
Tecnológicas Corfo

“Desde Corfo apoyamos la generación de condiciones habilitantes que fortalezcan el desarrollo tecnológico productivo, a través de distintos mecanismos, donde uno de ellos es el impulso a normas y estándares técnicos en conjunto con INN”.



NOVEDADES

Comité Consultivo Territorial Público: Recientemente, el 26 de agosto se celebró el Comité Consultivo Territorial Público correspondiente al año 2026. Este Comité tiene por objetivo vincular a los proyectos del Programa con los asociados e interesados del Programa, además de organismos públicos, tales como Ministerios y Gerencia de Capacidades Tecnológicas de CORFO. En esta oportunidad se abordaron los avances técnicos, brechas tecnológicas, próximos desafíos y requerimientos de cada uno de los proyectos de NFU-EVOLUCIÓN al Comité. Además hubieron espacios para comentar los avances de la Ley de Responsabilidad Extendida del Productor (Ley REP) y cómo esta puede representar nuevas oportunidades y desafíos para los proyectos ejecutados en el contexto del Programa NFU-EVOLUCIÓN.



Consejos Estratégicos: Durante este 2026 el Programa NFU-EVOLUCIÓN ha llevado a cabo 2 Consejos Estratégicos, los cuales han tenido por finalidad convocar a la gobernanza del Programa y a representantes de CORFO para evaluar el nivel de avance general, tomar razón de los compromisos adquiridos en el último Consejo Estratégico del 2025, abordar próximos desafíos y directrices estratégicas del Programa Tecnológico

Consejo Técnico: En 2025 comenzó la realización de estos consejos siendo el puntapié para abordar brechas normativas de los productos a desarrollar. Para este 2026 los consejos se focalizan a nivel de coejecutor para abordar aspectos específicos por proyecto, en este contexto, el 28 de mayo se ejecutó el primer Consejo Técnico del Programa Tecnológico del 2026, en el cual participaron los representantes técnicos de proyectos de NFU-EVOLUCIÓN para evaluar desafíos administrativos y técnicos relacionados con el cronograma establecido. Este Consejo permitió evaluar contingencias de los proyectos, actualizar acciones que contribuyan a la mitigación de retrasos y establecer metas para el cumplimiento de los objetivos comprometidos.





Nuevos Productos

El desarrollo de nuevos productos tecnológicos, a partir de la valorización de NFU, constituye uno de los objetivos principales de NFU-EVOLUCIÓN, pero como Programa Tecnológico se ha identificado la importancia de cerrar brechas de estos productos con respecto a las normativas que le permitirán su implementación en los mercados objetivos de cada coejecutor, considerando que su escalamiento puede proyectarse tanto a nivel nacional como internacional.

En este proceso, la normalización constituye un puente entre la innovación y el mercado, al permitir que los resultados de los desarrollos tecnológicos se traduzcan en soluciones que puedan ser especificadas, ensayadas, evaluadas y, cuando corresponda, certificadas y adoptadas por distintas industrias.

La información tecnológica evidencia oportunidades concretas para fortalecer este vínculo, particularmente en ámbitos como la categorización de nuevas materialidades, métodos de ensayo, condiciones de seguridad y manejo, transporte, trazabilidad, certificación y desarrollo de especificaciones técnicas para nuevas aplicaciones.

En este contexto, resulta estratégico fortalecer la articulación entre CORFO e INN, conectando las capacidades de desarrollo y escalamiento tecnológico con los procesos de normalización requeridos para facilitar la incorporación de nuevas soluciones al mercado.

El desafío para los próximos años de ejecución de NFU-EVOLUCIÓN no será únicamente desarrollar nuevos productos a partir de la valorización de NFU, sino generar las condiciones para que los nuevos productos puedan transformarse en productos estandarizados, confiables y competitivos, capaces de integrarse de manera permanente a los mercados nacionales e internacionales.



CIRCULARTEC®



-Iniciativa-
CORFO

