



PRIMERA EXPERIENCIA DE APOYO A EMPRESAS EN SU TRANSFORMACIÓN DIGITAL HACIA LA INDUSTRIA 4.0

**ABORDAJE METODOLÓGICO, FORMACIÓN DE CAPACIDADES
NACIONALES Y RESULTADOS EN LAS EMPRESAS APOYADAS**



1a Edición – Febrero 2022

2a Edición – Marzo 2023

Autores

Ing. Quím. Jorge Acevedo – Gestor de Proyectos de Innovación – Cámara de Industrias del Uruguay
Ec. Carola Saavedra – Directora de Comunicación y Proyectos – Cámara de Industrias del Uruguay

Diseño

Lic. Virginia Cantou – Gestora de Comunicación – Impulsa Industria



INDICE

4	Introducción
5	Metodología del servicio Industria 4.0
8	Implementación del servicio Industria 4.0 en empresas industriales
10	Principales acciones recomendadas en los Planes de Transformación Digital
12	Ejecución de recomendaciones versus impactos/cambios percibidos
14	Conclusiones

INTRODUCCIÓN

Impulsa Industria es un proyecto ejecutado por la Cámara de Industrias del Uruguay (CIU), apoyado por el Instituto Nacional de Empleo y Formación Profesional (INEFOP), cuyo objetivo es fomentar el desarrollo industrial mediante la prestación de servicios novedosos a nivel nacional. En particular, para apoyar a las empresas del sector en su modernización mediante la transformación digital, Impulsa desarrolló el servicio “**Industria 4.0**” siguiendo una metodología de trabajo que permite analizar la situación actual de digitalización de las empresas y elaborar Planes de Transformación Digital (PTD) a medida.

Para dar inicio al diseño y puesta en marcha de este servicio, pionero a nivel nacional, la CIU generó una alianza con el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina. De forma complementaria, aprovechando las capacidades existentes a nivel nacional, Impulsa Industria **formó metodológicamente a 56 profesionales** de áreas de tecnología, procesos, ingeniería, diseño industrial, entre otras; en los cuales el proyecto se apalancó para atender a las empresas, fundamentalmente de tamaño micro, pequeño y mediano.

Entre julio de 2019 y diciembre de 2022 un total de **60 empresas industriales han sido apoyadas** (en un formato de asistencia técnica 100% subsidiado por Impulsa Industria), recibiendo un Informe de Diagnóstico 4.0 y su PTD correspondiente.

La información contenida en ambos entregables ha sido analizada de forma agregada para el presente trabajo con el objetivo de presentar las principales recomendaciones realizadas por los expertos a las empresas industriales, de forma tal que redunden en el desarrollo de nuevos servicios acordes a las necesidades del sector.

Por otra parte, este documento incluye información surgida a partir de la entrevista a 18 empresarios que accedieron al servicio “Industria 4.0”. Dichas entrevistas, realizadas entre mayo de 2021 y mayo de 2022, relevaron la implementación de las acciones recomendadas contenidas en el PTD, así como los impactos/cambios percibidos tras la implementación de las mismas. Se obtuvo que, en promedio, **las empresas ejecutaron un 43% de las recomendaciones realizadas en los PTD, percibiendo un 53% de impacto/cambios por la implementación de dichas recomendaciones.**

Además de profesionales independientes en el carácter de expertos, el proyecto Impulsa Industria ha articulado con **30 instituciones nacionales** durante la fase de diseño, ejecución y seguimiento del servicio Industria 4.0. En este sentido, cabe destacar que durante el año 2022 se coordinaron esfuerzos entre Impulsa Industria y otras instituciones, buscando apoyar a las empresas industriales en la implementación de las acciones recomendadas contenidas en su PTD. Por lo tanto, el presente informe busca ser un insumo que continúe fortaleciendo los lazos entre el ecosistema de apoyo al sector en un tema tan desafiante como la transformación digital industrial.



1. METODOLOGÍA DEL SERVICIO INDUSTRIA 4.0

Impulsa Industria considera que la prestación de un servicio bajo una metodología brinda dos grandes aportes: en primer lugar, uniformiza criterios de trabajo (plazos, calidad y contenido), y además permite obtener información agregada para un posterior análisis que redunde en el desarrollo de nuevos servicios adecuados a las necesidades del sector.

La relevancia de la transformación digital del sector industrial implica la búsqueda de oportunidades de nuevos negocios y la mejora de los actuales para las empresas apoyadas por la incorporación de tecnología. Es por ello que para brindar el servicio Industria 4.0, el proyecto conformó un pool de expertos (de perfil estratégico y perfil tecnológico) los cuales trabajando en duplas de *expertises* complementarios y aplicando la Metodología Industria 4.0 elaboraron la hoja de ruta a la medida de cada empresa (“Plan de Transformación Digital”). De esta forma, se resalta, que, sumado a la novedad de servicio, se innovó también en la estrategia de intervención, donde el apoyo a las empresas es realizado por un equipo de expertos con conocimientos complementarios. Esto fue posible gracias a la experiencia de CIU en diseñar y construir servicios de desarrollo empresarial.

Dichos expertos son profesionales en áreas tecnológicas, de procesos y de negocios que han sido formados en la Metodología Industria 4.0 a partir de tres instancias coordinadas por Impulsa Industria (mayo de 2019, abril de 2021 y junio de 2022). A enero de 2023, 56 expertos han participado de la transferencia de la metodología Industria 4.0, dentro de los cuales se encuentran colaboradores de instituciones de apoyo al sector industrial.¹ Vale destacar que en la última formación a expertos (junio de 2022) fueron formados profesionales de nueve departamentos del país.

El trabajo realizado por la dupla de expertos se divide en seis etapas:



¹ Agencia Nacional de Desarrollo, Centro de Automatización Industrial y Mecatrónica, Centro de Extensionismo Industrial, Centro Tecnológico del Plástico y Ministerio de Industria, Energía y Minería.

La Metodología **Industria 4.0** define la aplicación de las herramientas metodológicas según la etapa de trabajo y el perfil del experto que la aplica. El proceso de trabajo tiene una duración de doce semanas.


DIAGNÓSTICO 4.0

La Metodología Industria 4.0 incluye, como primera etapa, la realización de un análisis de situación (diagnóstico) de cada empresa a través de cinco grandes enfoques llamados “ejes estratégicos” (Estrategia, Organización, Productos/Servicios, Organización de la Producción e Infraestructura). Cada uno de estos ejes contienen herramientas (tal como lo detalla la Tabla 1) cuya aplicación, por parte de la dupla de expertos, permite identificar oportunidades de mejora y optimización (documentadas en el Informe Diagnóstico 4.0) y realizar recomendaciones (a corto, mediano y largo plazo) con sus respectivos impactos esperados a partir de la implementación de las mismas, para cada eje estratégico; las cuales se documentan en el Plan de Transformación Digital (PTD) a medida. Ambos documentos (Informe Diagnóstico 4.0 y PTD) son los entregables finales de la asistencia técnica brindada por Impulsa Industria.

Tabla 1: Herramientas de la Metodología Industria 4.0 según cada Eje Estratégico

Eje estratégico	Herramientas metodológicas
Estrategia	- Análisis PESTLE - Canvas (modelo de negocios y propuesta de valor) - Análisis de la competencia (Benchmarking)
Organización	- Flujo de Información 4.0 - Capital Humano en la Industria 4.0
Productos/Servicios	- Oferta de productos - Evolución de la propuesta de valor ampliada - Comunicación del producto en redes
Organización de la Producción	- Análisis layout de planta - Diagrama de procesos
Infraestructura	- Seguridad informática - Soporte y administración de datos
Herramienta Integradora: Canvas de modelo de negocios 4.0 ²	

² Tal cual su nombre lo indica, la Herramienta Integradora busca que la empresa visualice una propuesta de su modelo de negocios modificado por la aplicación de habilitadores tecnológicos, surgidos del análisis de los cinco ejes estratégicos.



La aplicación de las herramientas de los diferentes ejes estratégicos permite elaborar un Diagnóstico 4.0, el cual sienta las bases para la realización de recomendaciones de mejora (contenidas en el PTD).

PLAN DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL

El PTD consiste en una hoja de ruta diagramada en formato de tabla (ver Tabla 2) donde se agrupan las acciones recomendadas por la dupla de expertos, surgidas a partir del Informe Diagnóstico 4.0, según cada eje estratégico; además del impacto esperado tras la implementación de cada una de ellas.

Tabla 2: Ejemplo de PTD.

Eje estratégico	Acción recomendada	Descripción	Plazo (Corto / Mediano / Largo)	Impacto esperado

Las diferentes recomendaciones surgen de la aplicación metodológica del servicio en la empresa, así como del trabajo de exploración realizado por la dupla de expertos respecto a las tendencias tecnológicas que aplican en el rubro de la empresa apoyada. Además de tecnologías, se realiza hincapié en mejoras asociadas en la gestión estratégica y de procesos, de recursos humanos, modelos de negocios, entre otros.

Una vez finalizado el trabajo de la dupla, Impulsa Industria apoya a la empresa industrial en la implementación de las recomendaciones de diferentes maneras, ya sea en la orientación hacia instrumentos públicos de financiamiento de proyectos, articulación con instituciones del ecosistema del sector industrial, asistencias técnicas y vinculación con empresas proveedoras de tecnología a través de la Plataforma Industrial.³

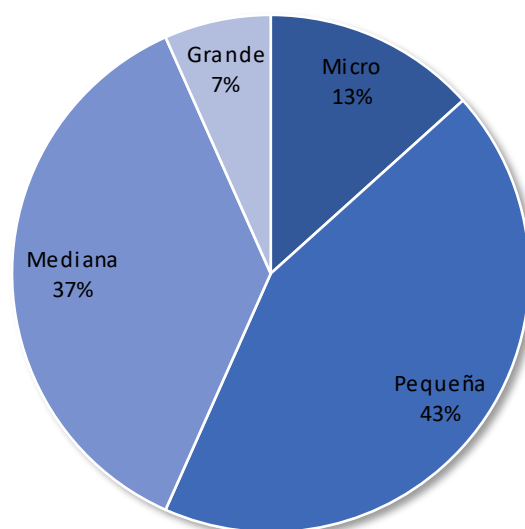
³ Gestionada por CIU y apoyada por la Agencia Nacional de Desarrollo hasta julio de 2021, la Plataforma Industrial es el primer mercado virtual del sector industrial de Uruguay que conecta oferentes y demandantes de residuos y subproductos; infraestructura y maquinaria; y servicios de gestores de residuos y de logística. En particular, Impulsa Industria ha desarrollado una sección llamada "Servicios Tecnológicos" dentro de Plataforma Industrial, fomentando el encuentro virtual de empresas oferentes y demandantes de tecnologías que apoyen la transformación hacia la manufactura avanzada.

2. IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO INDUSTRIA 4.0 EN EMPRESAS INDUSTRIALES

De julio de 2019 a diciembre de 2022, Impulsa Industria realizó ocho convocatorias abiertas⁴ a empresas industriales interesadas en elaborar su PTD, en las cuales **fueron apoyadas un total de 60 empresas.**

Como se muestra en la Gráfica 1, el **93% de las empresas son micro, pequeñas o medianas**, en concordancia con el espíritu del proyecto Impulsa Industria.

Gráfica 1: Porcentaje de empresas apoyadas según tamaño

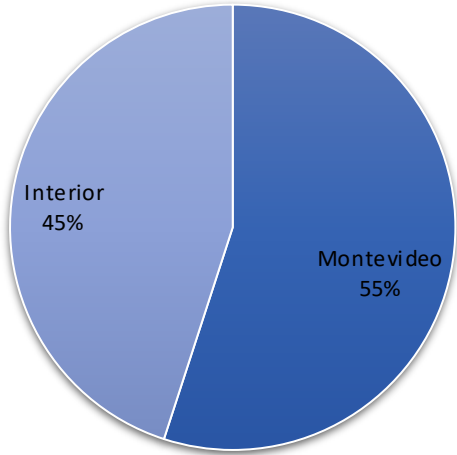


Por otra parte, la Gráfica 2 muestra que el 55% de las empresas apoyadas se encuentran establecidas en el departamento de Montevideo. La llegada a empresas del interior se debe a la articulación de Impulsa Industria con instituciones de fomento y desarrollo empresarial, tanto públicas como privadas.

⁴ Las convocatorias se realizaron en julio y octubre de 2019, agosto y octubre de 2020, mayo y agosto de 2021, y marzo y agosto de 2022.

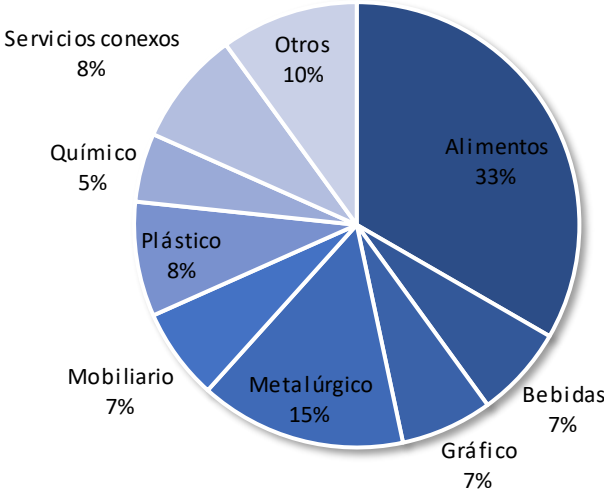


Gráfica 2: Porcentaje de empresas apoyadas según ubicación.



La Gráfica 3 muestra la diversidad de sectores industriales de las empresas que han sido apoyadas por Impulsa Industria en la elaboración de su PTD. Esto demuestra la flexibilidad y potencialidad de la Metodología Industria 4.0 así como el esfuerzo realizado por cada dupla de expertos a la hora de elaborar recomendaciones alineadas con la realidad y el futuro de cada sector en particular. El sector alimentario fue el principal en cuanto a número de empresas apoyadas, seguido por el metalúrgico.

Gráfica 3: Porcentaje de empresas apoyadas según rubro industrial⁵



⁵ Las categorías “Otros” y “Servicios conexos” agrupan empresas de los rubros cristalería, curtiembre, maderero, materiales de la construcción y textil; y asesoramiento en servicios industriales, laboratorio de análisis y logística, respectivamente. A partir de la quinta convocatoria (mayo de 2021) se decidió apoyar solamente empresas del sector industrial y no de servicios conexos.



3. PRINCIPALES ACCIONES RECOMENDADAS EN LOS PLANES DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL

A continuación, se muestran principales acciones recomendadas incluidas en los 60 PTDs, agrupadas por eje estratégico, considerando que:

- se atendieron empresas de todos los tamaños, por eso se detectan diferentes “niveles de complejidad” de las recomendaciones.
- existen recomendaciones que son transversales y que aplican a uno o más ejes estratégicos.
- existen ejes estratégicos donde es muy difícil extraer “acciones comunes recomendadas”, ya que la mayoría de ellas refieren a recomendaciones particulares para cada empresa (ejes estratégicos de Producto y Organización de la Producción).

Acciones recomendadas en el eje estratégico: “Estrategia”

- Desarrollar una visión de Industria 4.0 para los modelos de negocio actuales y los futuros, de acuerdo con la planificación estratégica de la empresa; introduciendo los habilitadores tecnológicos identificados que agreguen valor.
- Generar alianzas con socios clave (por ejemplo: observatorios, cámaras empresariales, centros tecnológicos, universidades, proveedores) para llevar adelante los cambios de Industria 4.0.
- Realizar estudios de mercado e informes de tendencias y comportamiento de consumo.
- Adecuar la propuesta de valor y el modelo de negocios según las tendencias en el rubro.
- Implementar sistemas de gestión de innovación y calidad.
- Rediseñar la identidad corporativa.
- Generar proyectos de economía circular (sostenibilidad, reutilización de materiales, búsqueda de clientes de subproductos, eficiencia energética).

Acciones recomendadas en el eje estratégico: “Organización empresarial”

- Formar a los colaboradores de la empresa en temáticas de Industria 4.0.
- Evaluar la necesidad de incorporación de un técnico responsable de liderazgo de proyectos de Industria 4.0. Contar con acompañamiento externo.
- Realizar una reorganización interna de la empresa a nivel de los recursos humanos disponibles, definiendo los perfiles de cargo y creando evaluaciones e indicadores de desempeño.



Acciones recomendadas en el eje estratégico: “Producto”

- Incorporar trazabilidad de pedidos, apoyado en la tecnología, desde el stock al cliente final.
- Realizar desarrollos asociados al sitio web: potenciar el comercio electrónico, gestión y seguimiento de pedidos, SEO del sitio web, redes sociales y contenidos de difusión .
- Flexibilizar el producto orientado a la personalización, definiendo modelos base de partida.
- Utilizar habilitadores tecnológicos para prototipado rápido (impresión 3D, software de simulación y diseño, etc.).

Acciones recomendadas en el eje estratégico: “Organización de la producción”

- Estandarizar los procesos internos (cálculo de costos y tiempos operativos, control de materia prima, producto terminado, stock).
- Definir información clave y diseñar indicadores de gestión.
- Implementar herramientas de mejora continua.
- Incorporar sistemas de control de proceso (PLC, SCADA)⁶ con interfaz Humano-Máquina en los puntos críticos.
- Fortalecer el mantenimiento preventivo y predictivo.
- Implementar etiquetado con código QR y escáneres de mano para los puntos de control.
- Evaluar la incorporación de inteligencia artificial para el aprendizaje del histórico de datos.
- Desarrollar un pool de proveedores externos (asociado a un plan de contingencia para cumplimiento de plazos), estableciendo un procedimiento de trabajo y calidad para los mismos.

Acciones recomendadas en el eje estratégico: “Infraestructura”

- Considerar, a la hora de la implementación, las necesidades actuales y futuras con las que debe cumplir el software de gestión de la empresa.
- Integrar los diversos softwares (ERP, CRM, MES)⁷ para optimizar la gestión del negocio.
- Establecer niveles de acceso a la información, con política de contraseñas.
- Implementar procedimientos de respaldo y control de la seguridad informática.
- Dotar de conectividad digital a toda la planta industrial.

⁶ PLC: Controlador lógico programable. SCADA: Sistema de supervisión, control y adquisición de datos.

⁷ ERP: Sistema de planificación de recursos empresariales. CRM: Sistema de gestión de clientes. MES: Sistema de ejecución de manufactura.



4. EJECUCIÓN DE RECOMENDACIONES VERSUS IMPACTOS/CAMBIOS PERCIBIDOS

Dentro del sistema de evaluación y monitoreo del proyecto Impulsa Industria se incluye el relevamiento de información asociada a las asistencias técnicas brindadas, con el objetivo de constatar la ejecución de las acciones recomendadas contenidas, así como los impactos/cambios percibidos tras la implementación. El análisis de la información relevada permite dar cuenta de la utilidad del apoyo brindado, recabar oportunidades de mejora y medir los impactos de la asistencia técnica en cada empresa.

El diseño del sistema de evaluación y monitoreo fue realizado con el asesoramiento de técnicos del Programa de Evaluación y Estadística (PEEst) de la Universidad Tecnológica (UTEC). Dicho diseño incluyó las técnicas y los procesos de relevamiento de información, los cuales se detallan a continuación:

- 1) Organizar las acciones recomendadas y los impactos asociados (ambos insumos contenidos en el PTD), para cada empresa.
- 2) Contactar a la contraparte designada por la empresa durante la asistencia técnica en un plazo de entre seis y nueve meses contados a partir de la fecha de entrega de Informe Diagnóstico 4.0 y el PTD.
- 3) Recordar una a una las acciones recomendadas a la contraparte de la empresa, con el objetivo de que la persona responda:
 - si fue ejecutada totalmente – se asigna el valor 1
 - si fue ejecutada de forma parcial – se asigna valor 0,5
 - si no fue ejecutada – se asigna el valor 0

- 4) Calcular el índice de ejecución de recomendaciones como:

$$\left(\frac{\sum_{i=1}^n \text{valor asignado para la acción recomendada } i}{n} \right) \times 100$$

siendo n el número total de las acciones recomendadas.

- 5) Consultar si se perciben impactos/cambios a raíz de la ejecución de acciones en la empresa luego de realizada la asistencia técnica:

- si se perciben cambios – se asigna valor 1
- si los cambios se perciben en alguna medida – se asigna valor 0,5
- si no se perciben cambios – se asigna valor 0

- 6) Calcular el índice de ejecución de percepción de cambios como:

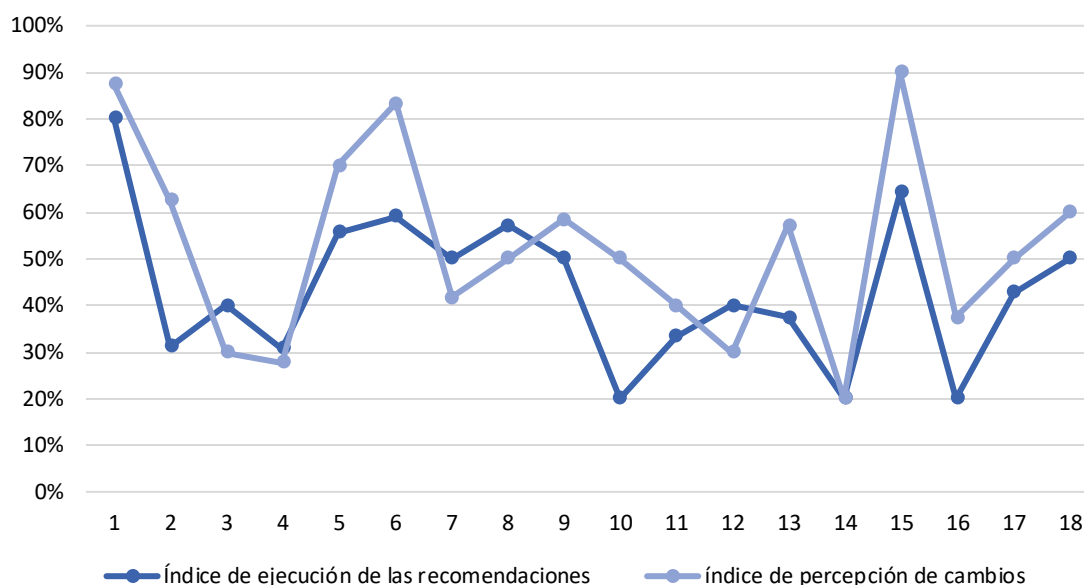
$$\left(\frac{\sum_{i=1}^n \text{valor asignado para la percepción del cambio asociado al impacto } i}{n} \right) \times 100$$

siendo n el número total de impactos.



Entre mayo de 2021 y mayo de 2022 se entrevistaron 18 empresas que fueron apoyadas por Impulsa Industria en la elaboración de su PTD. El procesamiento de la información de las entrevistas, de acuerdo con la metodología descrita previamente, permitió obtener como resultados que **se implementaron el 43% de las recomendaciones realizadas en el PTD, lo cual generó una percepción de cambios del 53%**. La Gráfica 4 muestra los índices para cada una de las 18 empresas:

Gráfica 4: Índice de ejecución de recomendaciones e índice de percepción de cambios



Se denota que para que la empresa perciba cambios/impactos de mejora, ésta debe ejecutar una acción previamente, la cual surgió gracias a la intervención y recomendación de la dupla de expertos que detecta, analiza y propone un conjunto de medidas para el desarrollo de cada empresa. En este sentido, los mismos se pueden agrupar a nivel de planificación estratégica, formación y gestión de los recursos humanos, optimización de procesos, fortalecimiento de la identidad de la empresa y protección de la información digital. A continuación, se presentan los principales cambios/impactos percibidos:

- Mejora en el posicionamiento de marca
- Reducción de costos
- Ampliación de cartera de clientes
- Optimización de procesos productivos
- Diversificación del modelo de negocios
- Aumento de capacidad productiva
- Aumento de canales de venta
- Mejora de la propuesta de valor
- Actualización estratégica hacia la Industria 4.0
- Aumento de capacidades de RRHH
- Mejoras en la trazabilidad de los procesos a nivel interno
- Aumento de la seguridad de información sensible



5. CONCLUSIONES

En su rol técnico de acercar las tendencias mundiales al sector industrial nacional, la CIU generó el servicio “Industria 4.0” en 2018, en el marco del proyecto Impulsa Industria, para apoyar a las empresas a dar respuesta a los cambios sociotécnicos que conlleva a nivel mundial la transformación digital. De su ejecución, con la asistencia técnica a 60 empresas industriales, se desprende que **la transformación digital es una necesidad transversal que no distingue tamaño, rubro ni localización geográfica.**

La ejecución del servicio basada en una metodología de trabajo adecuada a la industria nacional y revisada de forma periódica ha permitido sistematizar recomendaciones que representan necesidades empresariales para el desarrollo de estas en la temática planteada. En este sentido, se destaca que **estas recomendaciones no solamente tienen un enfoque netamente de procesos y tecnología, sino también relacionadas con la formación y gestión de los recursos humanos, la planificación estratégica e iniciativas de innovación abierta a partir de la vinculación empresa – centros de conocimiento.**

Uno de los objetivos trazados por Impulsa Industria para el año 2022, además de continuar brindando el servicio “Industria 4.0”, consistía en acercar y familiarizar a las empresas industriales con las tecnologías habilitadoras de la transformación digital, como un paso fundamental para su incorporación a la interna de las empresas. En este sentido, además de actividades de sensibilización y formación brindadas en dicho año⁸, se destaca también la coordinaron esfuerzos entre Impulsa Industria y otras instituciones, buscando apoyar a las empresas industriales en la implementación de las acciones recomendadas contenidas en su PTD.⁹

Por otra parte, con cuatro años de experiencia en la planificación, ejecución y evaluación del servicio, se cuenta con conocimiento acumulado en la temática a nivel de actores que forman parte del ecosistema (academia, expertos, instituciones y empresas proveedoras de tecnología), el cual está disponible para continuar asistiendo al sector industrial. Es notorio que la transformación digital significa un desafío para el sector industrial, es por ello que Impulsa Industria de CIU está abierto a crear nuevos lazos y fortalecer los ya existentes con otros actores del ecosistema de innovación para continuar dando respuesta a las necesidades identificadas.

⁸ En el año 2022, 62 colaboradores de 51 empresas participaron de las actividades de sensibilización y formación la temática Industria 4.0, organizadas por Impulsa Industria.

⁹ A modo de ejemplo, Impulsa Industria coordinó junto a técnicos del programa Modo Digital (ANDE/BID) la realización de un taller con el objetivo de difundir instrumentos de apoyo para la implementación de tecnología. En el siguiente link puede acceder a un artículo de prensa acerca de la actividad: <https://bit.ly/3Qychuk> .

Impulsa INDUSTRIA



Ejecuta:  **Cámara de
Industrias
del Uruguay**

Apoya: **INEFOP**