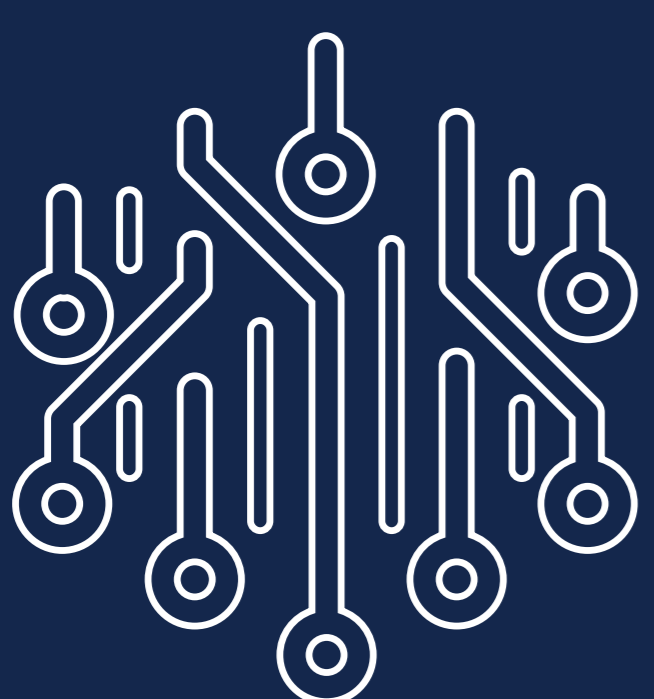
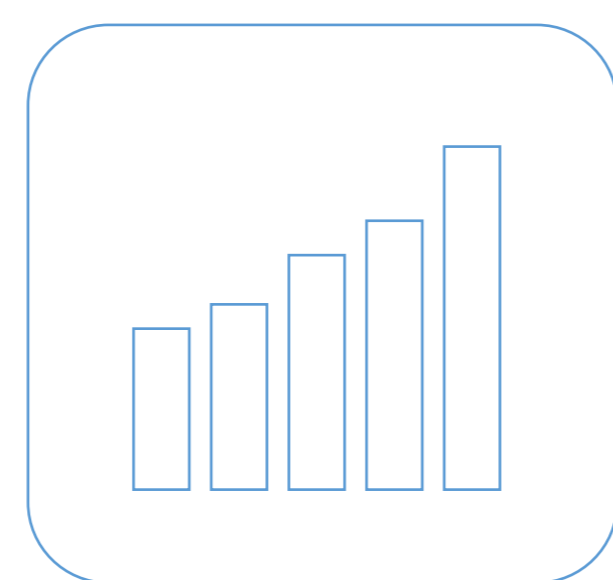


Jornadas Virtuales

Transformación Digital e Industria 4.0



2° Jornadas Virtuales Transformación Digital e Industria 4.0 : compilación de ponencias : noviembre 2025 / Sado Abdelhamid ... [et al.] ; Compilación de Silvia Laura Díaz Monnier ... [et al.] ; Prólogo de María de los Angeles Cappa. - 1a ed. - San Martín : Instituto Nacional de Tecnología Industrial - INTI, 2026.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-950-532-559-7

1. Innovaciones. 2. Inteligencia Artificial. 3. Tecnología Digital. I. Abdelhamid, Sado II. Díaz Monnier, Silvia Laura, comp. III. Cappa, María de los Angeles, prolog. CDD 006.3

Esta obra se distribuye bajo una licencia Creative Commons Atribución/Reconocimiento-NoComercial-SinDerivados 4.0 Internacional



Jornadas de Transformación Digital e Industria 4.0

Introducción

Les presentamos los 37 trabajos que formaron parte de la segunda edición de las Jornadas Virtuales de Transformación Digital e Industria 4.0, elaborados por especialistas del INTI y miembros de la Red de Industria 4.0. Esta edición consolida un espacio pensado para dar visibilidad a desarrollos, aprendizajes y experiencias que hoy impulsan la transformación digital en nuestro país, tanto dentro del Instituto como en su interacción con empresas, universidades y organismos públicos.

Nuestro propósito es claro: promover el conocimiento y la adopción de tecnologías digitales, fortalecer capacidades técnicas, fomentar la formación continua y potenciar la vinculación entre actores del ecosistema productivo. Compartir estos trabajos es una manera concreta de contribuir a una industria más innovadora, más competitiva y mejor preparada para los desafíos del futuro.

Los trabajos se organizan en tres ejes que reflejan las principales líneas de acción en transformación digital:

- Soluciones hacia el medio interno, orientadas a mejorar procesos, gestión y operación dentro del propio INTI.
- Soluciones para empresas, que acompañan a pymes e industrias en su camino hacia la digitalización.
- Proyectos innovadores, que exploran tecnologías emergentes y enfoques experimentales aplicados a problemáticas actuales.

La transformación digital que atraviesa hoy a las organizaciones no se define únicamente por la adopción de tecnologías, sino por la capacidad de trazar un plan claro, con dirección estratégica y equipos que acompañen y sostengan el cambio. Las tecnologías 4.0 son un habilitador fundamental, pero cobran sentido cuando se integran a un proceso más amplio: la evolución del negocio.

Este tipo de transformación implica incorporar nuevos paradigmas que alcanzan no solo a las plantas industriales, sino también a los procesos de soporte, la cadena de valor, los proveedores y los clientes. Las herramientas de gestión, monitoreo y control permiten operar con más información, más precisión y mayor capacidad de respuesta; pero el verdadero salto ocurre cuando estos instrumentos se alinean con una visión organizacional renovada.

Transformarse digitalmente exige repensar los modelos de trabajo, cuestionar supuestos y orientar las decisiones hacia la eficiencia, la calidad y la flexibilidad. Es un cambio que empieza en la conducción –que debe impulsar, sostener y consolidar el rumbo– y se extiende a todos los niveles de la organización. Las empresas que logran integrar estos conceptos se vuelven más competitivas, más adaptables y mejor preparadas para los desafíos que vienen.

La transformación digital no es una instancia puntual, sino un proceso continuo de mejora e innovación. Requiere equipos comprometidos, metodologías claras y una mirada estratégica que permita capitalizar las oportunidades de la era digital. En este sentido, cada uno de los trabajos presentados en esta edición refleja no solo avances tecnológicos, sino también la construcción de capacidades que fortalecen al sector productivo y lo proyectan hacia el futuro.

Los invito a recorrer esta publicación reconociendo ese esfuerzo colectivo y valorando la potencia de un ecosistema que aprende, se vincula y evoluciona. Ojalá estos desarrollos sigan inspirando nuevas iniciativas, nuevas alianzas y transformaciones en nuestras organizaciones.

Aprovecho para agradecer a todos quienes participaron y acompañaron este proceso: autores, equipos técnicos, áreas de apoyo, coordinaciones, comunicadores y cada uno de los que hicieron posible que hoy estemos presentando esta nueva edición.

Alejandrina Vigna

Directora Técnica de Transformación Digital

Instituto Nacional de Tecnología Industrial

Nota transformación digital

Por Lic. Maria de los Angeles Cappa

"Lo único constante es el cambio". Este antiguo adagio, atribuido a Heráclito, resuena hoy con más fuerza que nunca en el panorama industrial.

La **transformación digital** representa un cambio fundamental en cómo operan las industrias, impulsado por el cambio tecnológico acelerado. Este proceso va más allá de la simple implementación de herramientas digitales, redefiniendo modelos de negocio y la propuesta de valor de las empresas. Para navegar este entorno, las organizaciones modernas se apoyan cada vez más en plataformas tecnológicas robustas, entendidas como ecosistemas articulados de capacidades humanas, científicas y de infraestructura, diseñadas para acelerar la innovación y asegurar la soberanía tecnológica en sectores estratégicos.

La transformación digital industrial se basa en un conjunto de tecnologías habilitadoras clave, a menudo agrupadas bajo el concepto de Industria 4.0: *Internet de las Cosas (IoT, Inteligencia Artificial (IA) y Machine Learning, Computación en la Nube (Cloud Computing, Big Data y Análisis de Datos, Robótica y Automatización y Fabricación Aditiva (Impresión 3D)*. **Estas tecnologías pueden aportar en forma individual, pero generalmente se desarrollan como plataformas tecnológicas de manera de generar un ecosistema estratégico donde conviven.** Los componentes o requisitos de una plataforma tecnológica abarcan: Infraestructura compartida: Instalaciones, equipamiento y recursos tecnológicos de uso común. Capacidades humanas: Equipos interdisciplinarios con conocimientos especializados en detalle (doctores, maestrías, profesionales, etc). Desarrollo tecnológico aplicado: Orientación a generar productos, procesos o servicios con impacto económico y social. Articulación público-privada: Integración de empresas, instituciones científicas, universidades y organismos del Estado.

La transformación digital es crucial para aumentar la eficiencia, productividad, calidad e innovación, permitiendo a las empresas adaptarse rápidamente a las demandas del mercado

El Instituto Nacional de Tecnología Industrial (**INTI**) acompaña a las empresas en este proceso a través de programas de sensibilización de digitalización, diagnóstico a empresas, desarrollo y transferencia de tecnología.

Como muestra de esto organiza desde hace dos años las Jornadas virtuales de transformación digital e Industria 4.0, un espacio que fomenta actividades para promover el conocimiento, la adopción de tecnologías 4.0 y el networking entre actores del ecosistema digital; dedicada también a la difusión de herramientas, tecnologías y metodologías que impulsan la **innovación en la industria argentina**. El contenido de este libro digital representa la materialización de los conocimientos y las experiencias compartidas durante las Segundas Jornadas de Transformación Digital, un espacio vital para el intercambio entre la comunidad científica, el sector industrial y los organismos públicos.

DATOS PRIMARIOS, GRANDES RESULTADOS: FORTALECIENDO LAS BUENAS PRÁCTICAS EN DATOS EN EL INTI

A. Prediger⁽¹⁾, T. Rios⁽²⁾

(1) Analista de datos -Unidad Control de Gestión- INTI. (2) Departamento de Transformación Digital. Industria 4.0

INTI, Av. Gral. Paz 5445, San Martín, Bs. As., Argentina | trios@inti.gov.ar

1. Resumen del caso

La ciencia de datos y el análisis de datos constituyen hoy herramientas fundamentales para el tratamiento, la interpretación y la puesta en valor de la información. Los datos poseen un enorme potencial tanto para la toma de decisiones como para la generación de conocimiento. Para aprovechar ese potencial, resulta esencial saber cómo recolectarlos, organizarlos y gestionarlos de manera adecuada.

A los fines de unificar y estandarizar el trabajo con datos en la institución se realizó un webinar con tres charlas que buscaron mostrar el potencial de los datos en la industria y en la modernización de procesos, para ello se realizaron tres charlas en torno a la temática generación, gestión, gobernanza de datos y machine learning en la industria 4.0.

En primer lugar la charla “Buenas prácticas para la recolección de datos” donde se presentó una guía para el manejo y organización de datos tabulares, enfatizando el valor de las buenas prácticas como garantes de calidad, trazabilidad y su potencial en la reutilización de los datos adquiridos.

En segundo lugar, se abordó la toma de datos provenientes de equipos y sensores, destacando la relevancia de este tipo de fuentes en el contexto industrial. En particular se presentó como se disponen y gestionan los datos en la Learning Factory SIF-400 del INTI. Además, se expusieron casos prácticos del propio Instituto, en contraste con los procesos de adquisición de datos completamente automatizados, como los que involucran equipos y sensores.

Por último, expuso el Ing. Daniel Pardo Navarro, quien se encontraba de visita en nuestro país en el marco del proyecto Se4All. En su exposición “Caso de aplicación de machine learning en la elaboración de queso” compartió los resultados de su investigación en el uso de herramientas de machine learning e IA en la fabricación de quesos.

2. Iniciativa

El INTI es un histórico generador de datos de orden científico. Contamos con personal altamente calificado que realiza ensayos e informes de manera cotidiana en la cual se genera un gran caudal de información que puede ser reutilizable. Gran cantidad de datos ha quedado guardada en biblioratos en formato físico y mucha de la información no se ha digitalizado y ordenado de manera sistemática, bajo normas y pautas generales. El motivo es multicausal.

Actualmente las instituciones, tanto públicas como privadas, se inclinan a reutilizar los datos y a recopilar todo lo que puedan bajo la filosofía de *instituciones data driven*, la idea central consiste en basar la toma de decisiones en datos. Para ello es necesario contar con un equipo de análisis y datos robustos, completos y confiables. Junto con la toma de decisiones informadas, basadas en datos, el aprovechamiento de los datos nos permite generar modelos de predicción y entrenar herramientas de IA para la mejora y optimización de procesos.

3. Propuesta

La propuesta consistió en recopilar ejemplos de buenas prácticas en el manejo de datos tabulares y situaciones de interés que representen la aplicación de principios data driven en la industria; con ello la idea fue socializar los conocimientos adquiridos y tener un intercambio de experiencias y saberes en un webinar abierto a todos los agentes del INTI.

Además, se está gestionando la publicación de un manual interno de buenas

prácticas de datos, que reunirá los principales aportes y conclusiones surgidos de este webinar. Este material busca consolidar y promover el uso responsable, ordenado y eficiente de los datos dentro de la institución, en línea con los principios de calidad y trazabilidad que sustentan la transformación digital y la Industria 4.0.

En este contexto, la correcta organización y estandarización de los datos adquiere un rol central. En la Industria 4.0, donde la interoperabilidad entre sistemas, sensores y plataformas digitales es clave, contar con datos ordenados, trazables y consistentes permite optimizar la comunicación entre procesos y garantizar la calidad de la información que alimenta los modelos analíticos y predictivos. La estructura y limpieza de los datos son, por lo tanto, condiciones indispensables para avanzar hacia entornos industriales inteligentes, capaces de aprender, adaptarse y mejorar continuamente.



• Webinar 27 de agosto 2025

4. Conclusiones

Se llevó a cabo un webinar con amplia participación, en el que se presentó una guía de buenas prácticas para el trabajo con datos tabulares y se compartió un abanico de ejemplos reales, tanto de datos provenientes de sensores como de datasets contruidos manualmente a partir de diversas fuentes de información. Se reconoce que el INTI es una institución que aún tiene mucho trabajo por realizar en lo referente a la adopción de la filosofía data driven, dado que conviven una gran diversidad de metodologías y enfoques de trabajo. En este sentido, integrar prácticas comunes entre áreas tan distintas entre sí representa un desafío significativo.

Resulta importante destacar no solo la realización de este webinar, sino también su contribución al fortalecimiento de la vinculación interna, el trabajo colaborativo y la multidisciplinariedad. El INTI cuenta con una amplia red de agentes con capacidades valiosas en lo que respecta al trabajo con datos, y este tipo de iniciativas permite potenciar y articular esos conocimientos en beneficio de toda la institución. Asimismo, esta red cuenta con un grupo especializado en datos que brinda acompañamiento y asesoramiento a todas las áreas, con el objetivo de fomentar el uso responsable, eficiente y estratégico de los datos en cada ámbito de trabajo.

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS AUTOMATIZADOS DE ALIMENTACIÓN PARA PROCESOS FERMENTATIVOS DE LARGA DURACIÓN

M. Cantone⁽¹⁾, M. Ortega⁽¹⁾, L. Matos⁽¹⁾, S. Casal Bruno⁽²⁾

(1) Dirección técnica de Biotecnología, (2) Dirección técnica de Transformación Digital.

INTI, Av. Gral. Paz 5445, San Martín, Bs. As., Argentina | scasal@inti.gov.ar

1. Resumen del caso

En este caso se aborda la necesidad de implementar sistemas de control en procesos fermentativos de larga duración. Dado que el control manual presenta limitaciones en reproducibilidad, tiempo de respuesta, rendimiento y costos operativos - al requerir la supervisión constante de un operador -, se optó por implementar sistemas de alimentación automatizados que modifiquen sus parámetros en tiempo real basados en la evolución de las biomazas.

El sistema permitió establecer setpoints dentro de rangos óptimos mediante estrategias de control retroalimentado, complementadas con ajustes específicos para cada fase del proceso.

2. Situación Inicial

En los procesos biotecnológicos destinados a la producción de microorganismos o de metabolitos secundarios, los tiempos de cultivo suelen extenderse significativamente, pudiendo superar las 8 horas y alcanzando entre 24 horas y varios días, según el tipo de proceso. Para maximizar el crecimiento celular y el rendimiento del bioproceso, es habitual implementar estrategias de alimentación controlada, ya que la fuente de carbono, oxígeno disuelto u otros nutrientes esenciales suelen volverse factores limitantes.

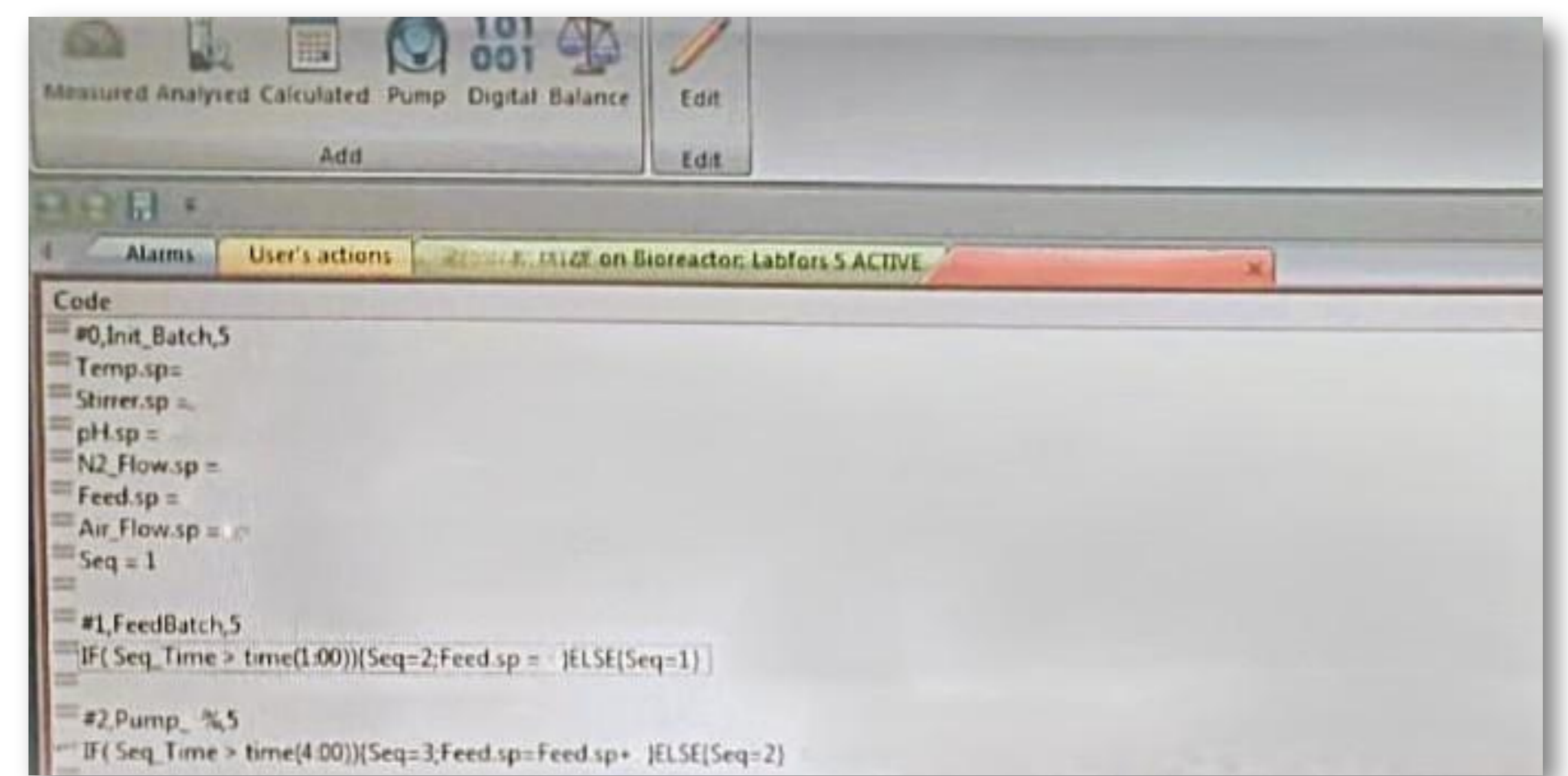
La alimentación puede realizarse de distintas maneras. De forma constante, manteniendo un flujo fijo que conduce a una limitación en la fuente de carbono, o de forma exponencial, ajustando la tasa de alimentación en función del incremento de biomasa o de la cantidad de microorganismos. En este último caso, el control puede llevarse a cabo de manera manual, requiriendo la presencia continua de un operador junto al fermentador, o bien mediante la utilización de un software de control que permita modificar automáticamente la tasa de alimentación en función de parámetros de proceso.



• Fermentador

3. Herramientas o métodos utilizados

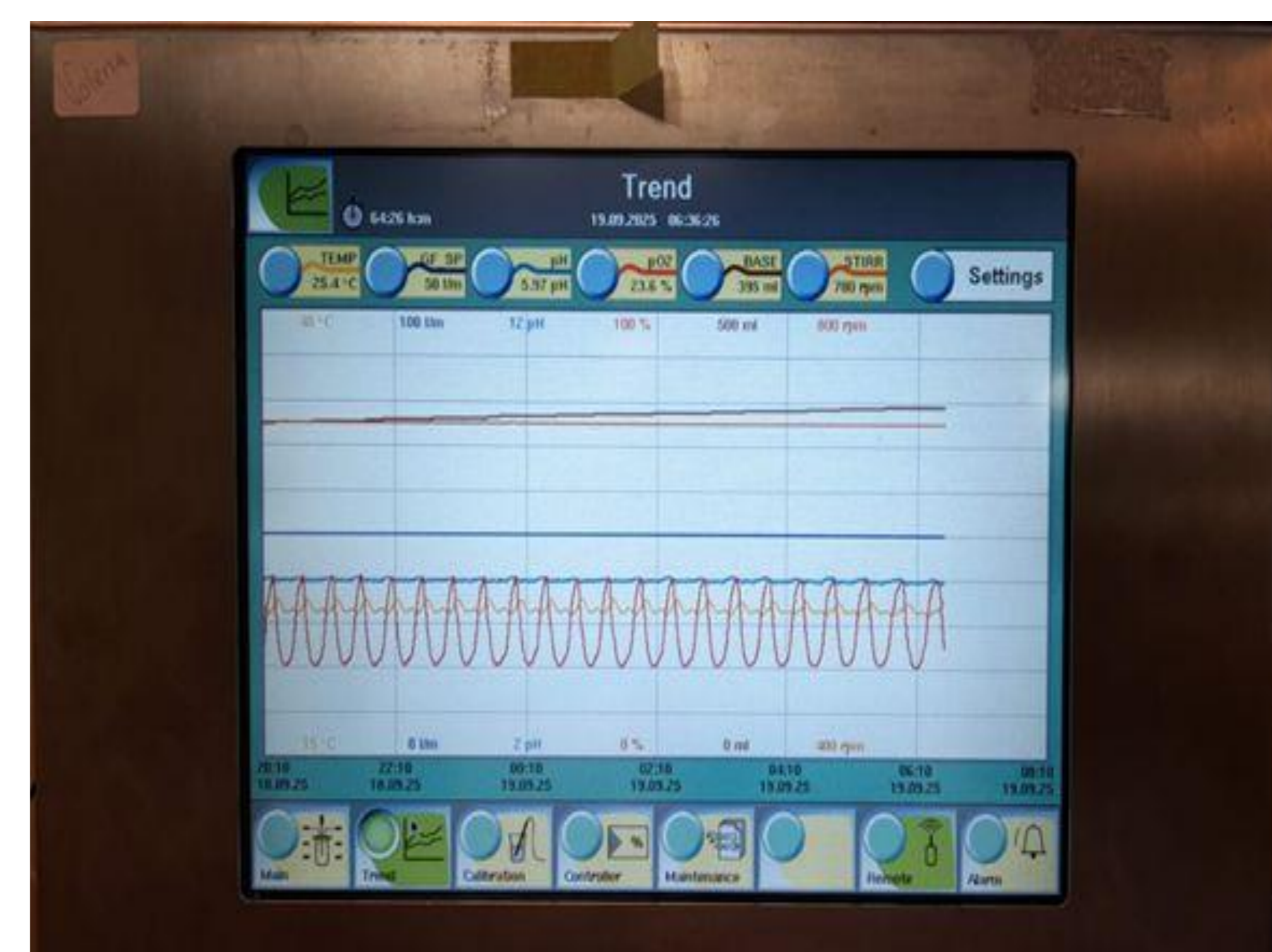
Para el control de los procesos fermentativos se emplearon diferentes plataformas de software de automatización y control, según el tipo de microorganismo y las condiciones del cultivo.



• Software de control y medición IRIS

En el caso de microorganismos aeróbicos, caracterizados por una elevada demanda de oxígeno, se utilizó el software de programación Sartorius que facilitó generar una receta donde se permite ajustar la alimentación en función del consumo de oxígeno disuelto. El sistema fue configurado mediante un control por bandas, de modo que la bomba de alimentación se encenderá o apagará según las variaciones en la señal de oxígeno, evitando limitaciones tanto de oxígeno como de la fuente de carbono.

Para los microorganismos anaeróbicos, donde no es posible fijar la alimentación en función del oxígeno, se empleó en el software IRIS un diseño con estrategia de alimentación creciente en pasos, basada en datos de consumo obtenidos en procesos previos, de modo que la tasa de alimentación acompañará el crecimiento del cultivo. Esta programación se implementó a través de recetas escalonadas de alimentación, manteniendo un suministro continuo y coherente con la dinámica del proceso.



• HMI de visualización y control Sartorius

4. Resultados alcanzados

La implementación de **estrategias de control automatizado** permite adaptar la alimentación a las condiciones específicas de cada cultivo, optimizando la dinámica de crecimiento y el aprovechamiento de nutrientes. Estas mejoras permitieron alcanzar **mayor estabilidad operativa, reproducibilidad y eficiencia global** en los procesos fermentativos prolongados. Además, **facilita la operación continua en fermentaciones de mayor duración**, reduciendo la necesidad de supervisión constante y **simplificando las tareas del operador**.

5. Próximos pasos

Se planea avanzar hacia la implementación de **procesos más complejos y sofisticados**, incorporando funciones de **PID**, modelos matemáticos y fórmulas anidadas los parámetros de control que permitan ajustar dinámicamente la alimentación y otros parámetros críticos del cultivo.

DECISIONES INTELIGENTES BASADAS EN DATOS: EL PODER DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN

Fernando Nasi y Ariel Manzo

Departamento de Validación de Equipos y Componentes y Departamento de Administración y Gestión - Centro, sede Rafaela
INTI, Ruta Nacional 34 km 227,6, Rafaela, Santa Fe, Argentina | fnasi@inti.gov.ar - amanzo@inti.gov.ar

1. Resumen del Caso

Se desarrolló, a través de la herramienta **Power BI**, un **tablero de gestión** que integra información relevante para **mejorar y agilizar la toma de decisiones** a nivel de Dirección y Gerencia.

El proyecto comenzó con la sede **Rafaela**, incorporando posteriormente la sede Rosario. A medida que la herramienta fue adaptándose, su alcance se amplió hasta cubrir la **Gerencia Regional**, y actualmente se encuentra en proceso de expansión hacia otras gerencias.

El tablero se alimenta automáticamente de datos provenientes del software PRESEA y permite visualizar indicadores claves como Órdenes de Trabajo abiertas, Facturación, Trabajo Interno, Generación Neta, cantidad de usuarios, cantidad total de Órdenes de Trabajo, tipos de servicios y sus respectivos detalles.



GO Asistencia Regional

SO Regional CENTRO

SO Regional CUYO

SO Regional NEA

SO Regional NOA

SO Regional PAMPEANA



Gráfico con la distribución de las diferentes regiones del INTI.

2. Situación Inicial

La propuesta surge a partir de una inquietud de la Dirección de la sede Rafaela: contar con indicadores que permitan comprender mejor el funcionamiento interno y acompañar la toma de decisiones.

En una primera etapa, el foco estuvo puesto en tres variables clave: la cantidad de Órdenes de Trabajo (OT), la facturación total y la cantidad de servicios realizados.

Con el tiempo, el proyecto fue evolucionando y se incorporaron nuevos datos vinculados a SOT/RUT y a los usuarios de la sede, lo que permitió obtener una visión más completa de la gestión y sus resultados.

3. Herramientas utilizadas

La principal herramienta utilizada para el desarrollo del tablero fue **Power BI**, seleccionada por su capacidad para integrar, visualizar y analizar datos de manera dinámica. La información proviene del sistema **PRESEA**, desde donde se extraen los datos mediante planillas de **Excel**, que luego se incorporan al tablero para su procesamiento y visualización.

Finalmente, el tablero se publica a través de la plataforma **Microsoft Teams**, lo que permite alojarlo y otorgar permisos de acceso a las personas que necesitan consultarlo o visualizar sus indicadores.



Panel de indicadores del INTI con comparación regional de OT abiertas, facturación y generación neta.

4. Resultados alcanzados

Actualmente, el **tablero de indicadores** es utilizado por las seis **Subgerencias Regionales del Interior**, constituyéndose en una herramienta clave para el seguimiento y la gestión de la información.

Con los Subgerentes, se definió un enfoque basado en variables centrales: cantidad y monto de Órdenes de Trabajo (OT), facturación total, trabajo interno (SOT/RUT), detalle de bonificaciones realizadas, cantidad y tipo de servicios brindados, y cantidad y tipo de usuarios atendidos (internos y externos).

El tablero permite acceder a un **detalle minucioso** de las OT abiertas y pendientes —incluyendo número de OT, fecha y usuario atendido—, así como también visualizar la **generación neta** de cada Subgerencia, calculada a partir de la facturación y el trabajo interno (SOT/RUT) de los colaboradores. El nivel de análisis abarca distintas escalas organizacionales, desde Subgerencias hasta Direcciones y Departamentos, ofreciendo una visión integral y dinámica de la gestión institucional.



ASISTENTE DE AUDITORIAS DE CALIDAD BASADO EN IA

A. Torán⁽¹⁾, M. Bierzychudek⁽²⁾, H. Godín⁽²⁾ y S. Aued⁽²⁾

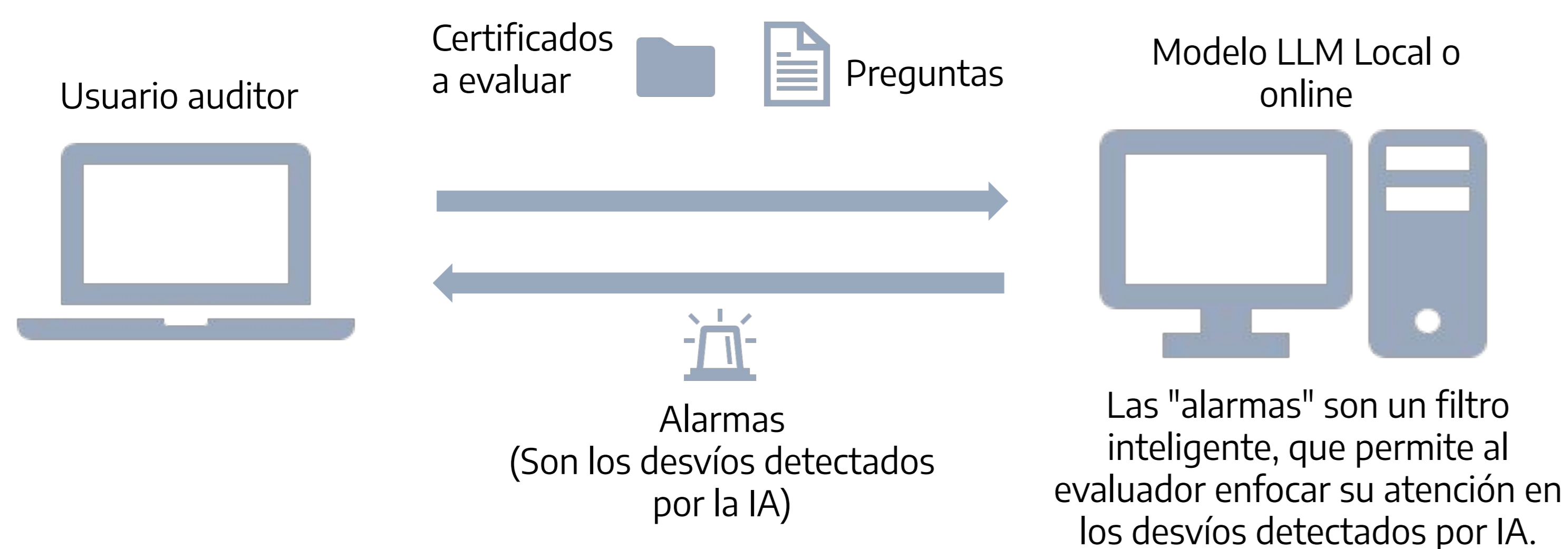
(1) Dpto. de Metrología Cuántica – D.T. Metrología Física – S.O. de Metrología Científica e Industrial, (2) D.T. Calidad – G.O. de Metrología y Calidad.
INTI, Av. Gral. Paz 5445, San Martín, Bs. As., Argentina | atoran@inti.gov.ar

1. Resumen

AIQA (Artificial Intelligence Quality Assistant) es una aplicación web, construida con Dash y Python, diseñada para realizar consultas masivas a documentos PDF utilizando modelos de lenguaje grandes (LLMs). La herramienta soporta tanto modelos locales (a través de LM Studio) como servicios remotos (OpenAI, Anthropic, Google, OpenRouter). La plataforma fue personalizada para verificar el cumplimiento de los requisitos de la norma ISO/IEC 17025 aplicables a certificados de calibración, permitiendo apoyar la evaluación de documentos de calidad, extraer información estructurada y analizar los resultados de manera visual e interactiva.

2. Auditorias asistidas por IA

El auditor carga en la aplicación los certificados a analizar junto con un conjunto de preguntas. El modelo LLM responde cada pregunta generando alarmas que son informadas al auditor.



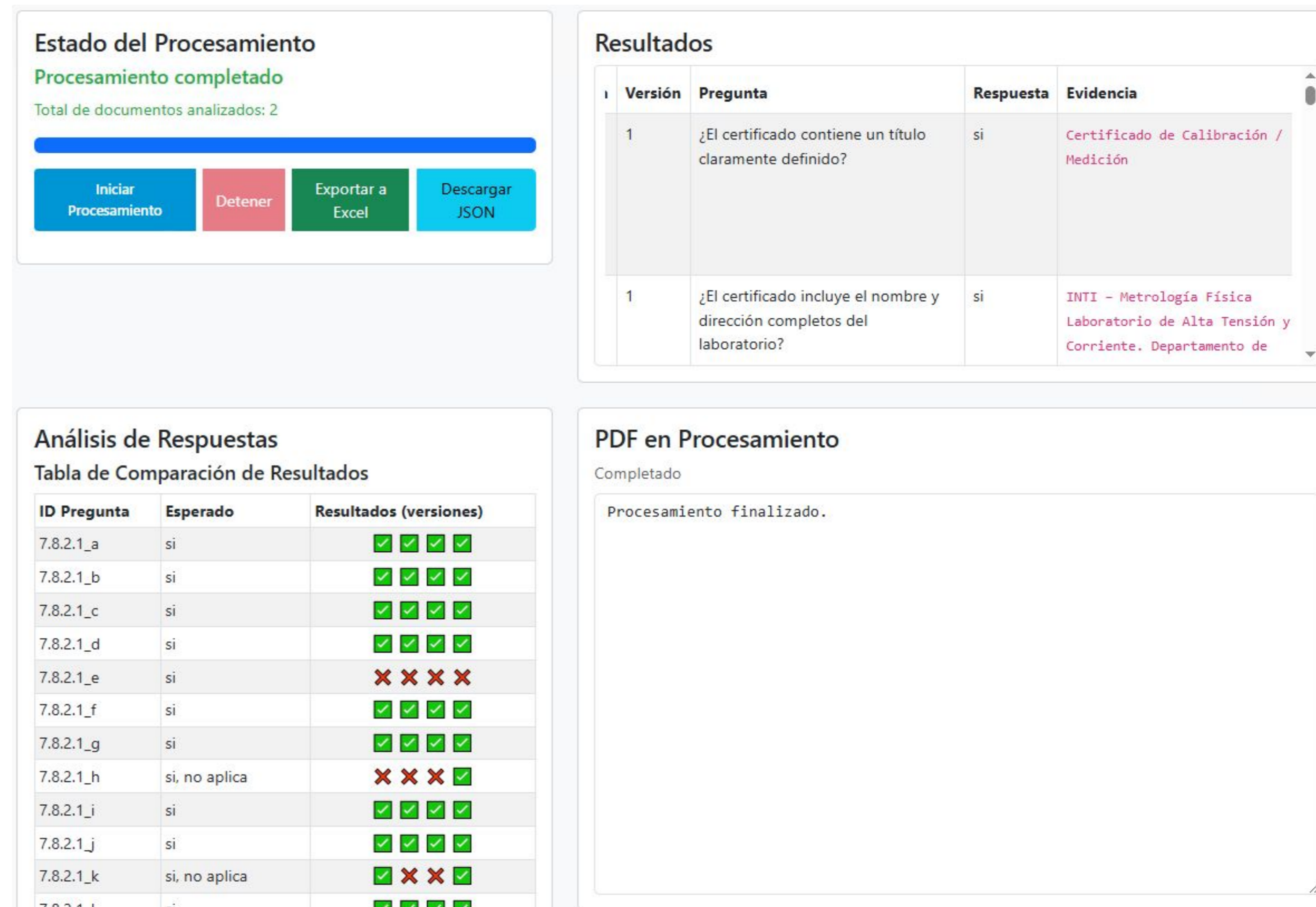
▪ Esquema de trabajo de la aplicación

3. Objetivos principales

- Asistir al auditor en la evaluación de documentos de sistemas de gestión de calidad: reducir el tiempo y el esfuerzo manual necesarios para verificar la conformidad de documentos (certificados) frente a requisitos normativos.
- Estandarizar la extracción de información: permitir la extracción de datos específicos de lotes de documentos en un formato estructurado (JSON).
- Interfaz Intuitiva: proporcionar una herramienta accesible para usuarios no técnicos, permitiéndoles configurar y ejecutar análisis complejos sin necesidad de escribir código.

5. Resultados alcanzados

La herramienta permite reducir drásticamente el tiempo de revisión y análisis de grandes volúmenes de documentos PDF, en particular certificados de calibración, garantizando una evaluación consistente y trazable mediante el uso de modelos de lenguaje grandes (LLMs). El uso de esta herramienta permitirá alcanzar resultados significativos en la automatización y mejora de los procesos de auditoría documental. Finalmente, la flexibilidad para operar con múltiples proveedores de LLMs (locales y en la nube) posibilitó la comparación del desempeño y precisión de distintos modelos, contribuyendo al objetivo general de optimizar la auditoría documental mediante inteligencia artificial.



Estado del Procesamiento
Procesamiento completado
Total de documentos analizados: 2

Botones: Iniciar Procesamiento, Detener, Exportar a Excel, Descargar JSON

Resultados

Versión	Pregunta	Respuesta	Evidencia
1	¿El certificado contiene un título claramente definido?	si	Certificado de Calibración / Medición
1	¿El certificado incluye el nombre y dirección completos del laboratorio?	si	INTI - Metrología Física Laboratorio de Alta Tensión y Corriente. Departamento de

Análisis de Respuestas
Tabla de Comparación de Resultados

ID Pregunta	Esperado	Resultados (versiones)
7.8.2.1_a	si	✓ ✓ ✓ ✓
7.8.2.1_b	si	✓ ✓ ✓ ✓
7.8.2.1_c	si	✓ ✓ ✓ ✓
7.8.2.1_d	si	✓ ✓ ✓ ✓
7.8.2.1_e	si	✗ ✗ ✗ ✗
7.8.2.1_f	si	✓ ✓ ✓ ✓
7.8.2.1_g	si	✓ ✓ ✓ ✓
7.8.2.1_h	si, no aplica	✗ ✗ ✗ ✗
7.8.2.1_i	si	✓ ✓ ✓ ✓
7.8.2.1_j	si	✓ ✓ ✓ ✓
7.8.2.1_k	si, no aplica	✗ ✗ ✗ ✗
7.8.2.1_l	si	✓ ✓ ✓ ✓

PDF en Procesamiento
Completado
Procesamiento finalizado.

▪ Interfaz de la plataforma

4. Funcionalidades detalladas

Actualmente la plataforma permite tres modos de funcionamiento:

- **Modo 1 a 1:** se realiza una pregunta a un certificado para verificaciones rápidas.
- **Modo N a 1:** "N" preguntas a un certificado para asistir al auditor en la evaluación del mismo.
- **Modo N a N:** se realizan "N" preguntas a "N" archivos PDFs para evaluar lotes de certificados. El procesamiento por lotes se realiza en segundo plano. La interfaz muestra el progreso en tiempo real y permite seguir usando la aplicación mientras el trabajo se completa. La siguiente figura presenta el análisis de un grupo de certificados.

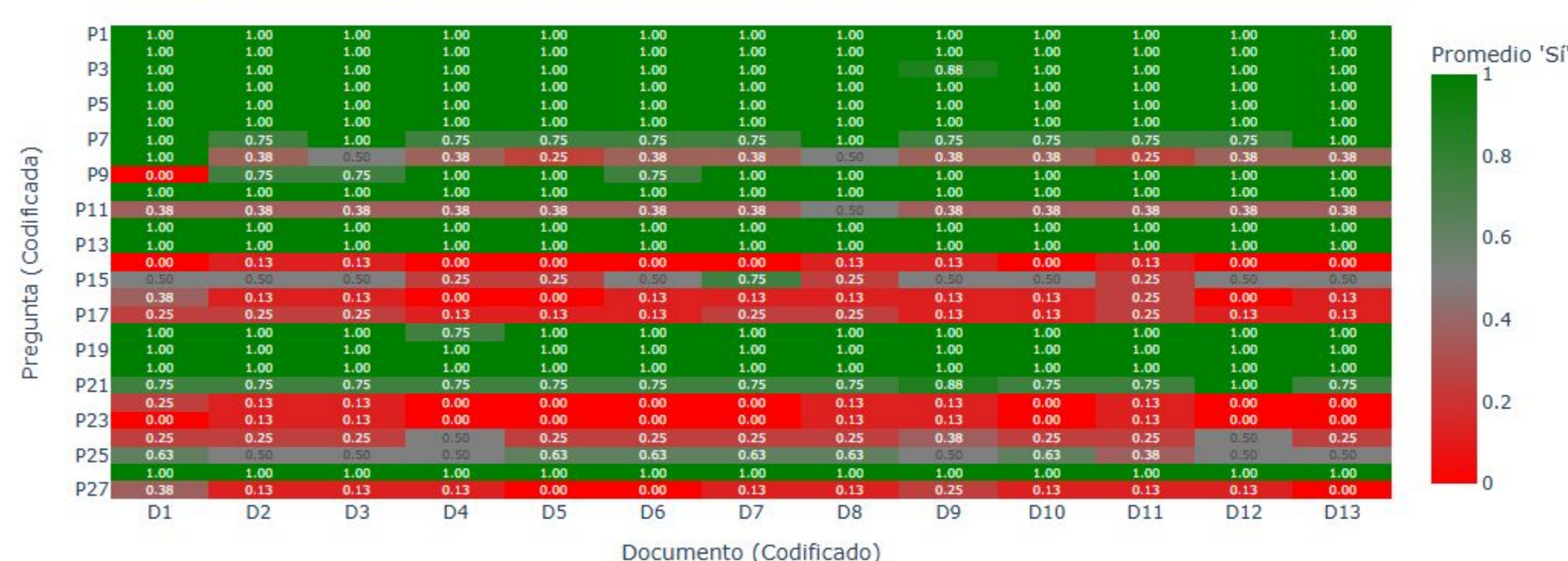
La plataforma incluye:

- Una pestaña dedicada que permite visualizar y editar los prompts del sistema y del usuario. Se puede previsualizar el prompt final que se enviará al LLM, incluyendo el contexto extraído del PDF y la pregunta.
- Un entorno de "playground" para probar la configuración actual del LLM y los prompts en una conversación directa, facilitando el refinamiento de las preguntas.
- Gran variedad de modelos LLM local (vía LM Studio) y servicios en la nube como OpenAI, Anthropic, Google y OpenRouter.

Los resultados del procesamiento se pueden descargar en formato .xlsx para análisis externos o en formato JSON. Los resultados se presentan en un dashboard de análisis consolidado para comparar resultados entre diferentes archivos, versiones de preguntas y configuraciones. La siguiente imagen presenta la visualización de un conjunto de preguntas (eje vertical) para trece certificados (eje horizontal).

Análisis de Consolidación

Mapa de Calor de Consistencia de Respuestas (Promedio de 'Sí')



▪ Visualización de respuestas consolidadas

INNOVACIÓN EN METROLOGÍA: DESARROLLO DE SOPORTES PERSONALIZADOS MEDIANTE MANUFACTURA ADITIVA PARA LA VERIFICACIÓN DE ETILÓMETROS

J. Tineo⁽¹⁾, V. Andrada⁽¹⁾, J. E. Rodríguez⁽¹⁾, P. Romero⁽¹⁾, D. Albornoz⁽¹⁾ y E. A. Chocobar Leal⁽²⁾.

(1) Centro de Investigación y Desarrollo INTI La Rioja. Subgerencia Operativa Regional Cuyo, (2) Estudiante de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Nacional de La Rioja. Programa de Prácticas Profesionales Supervisadas en INTI.

INTI, 30 de Septiembre y Curapaligüe, La Rioja, Argentina | jtineo@inti.gov.ar

1. Resumen del caso

En el **Laboratorio de Verificación de Etilómetros de INTI La Rioja** nos enfrentamos al desafío de **optimizar los procedimientos de calibración**. La manipulación de los dispositivos y la estabilidad requerida en los procesos de medición que dependían de **soportes de madera artesanales resultaban poco estables y no estandarizados**. Para abordar esta necesidad, implementamos un **proceso de innovación aplicando tecnologías de Industria 4.0**. Diseñamos un **nuevo soporte a medida, con un proceso de diseño asistido por el usuario, utilizando software CAD y lo fabricamos mediante manufactura aditiva (impresión 3D)**. El resultado es un **prototipo funcional** que mejora la ergonomía, la precisión y la eficiencia del proceso, demostrando la viabilidad y el alto impacto de la fabricación digital para resolver necesidades específicas en laboratorios de alta complejidad.

2. Situación inicial

El proceso de **verificación de etilómetros** en nuestro laboratorio dependía de **soportes de madera para fijar los simuladores y el equipo de medición**. Estos soportes presentan varias limitaciones, como **inestabilidad, falta de ergonomía** adecuada para el flujo de trabajo de los técnicos y una **vida útil limitada** debido al material.



▪ Sistema de verificación de etilómetros en soportes artesanales de madera.

3. Herramientas o métodos utilizados

La **ausencia de estandarización** y la **estética anticuada** de estos elementos contrastan con la tecnología de alta precisión de los equipos metrológicos utilizados, generando una oportunidad clara para la **modernización y optimización** de las herramientas de trabajo.

La metodología del proyecto integra **relevamiento, diseño digital y manufactura aditiva**.



▪ Metodología de abordaje para el diseño de las piezas

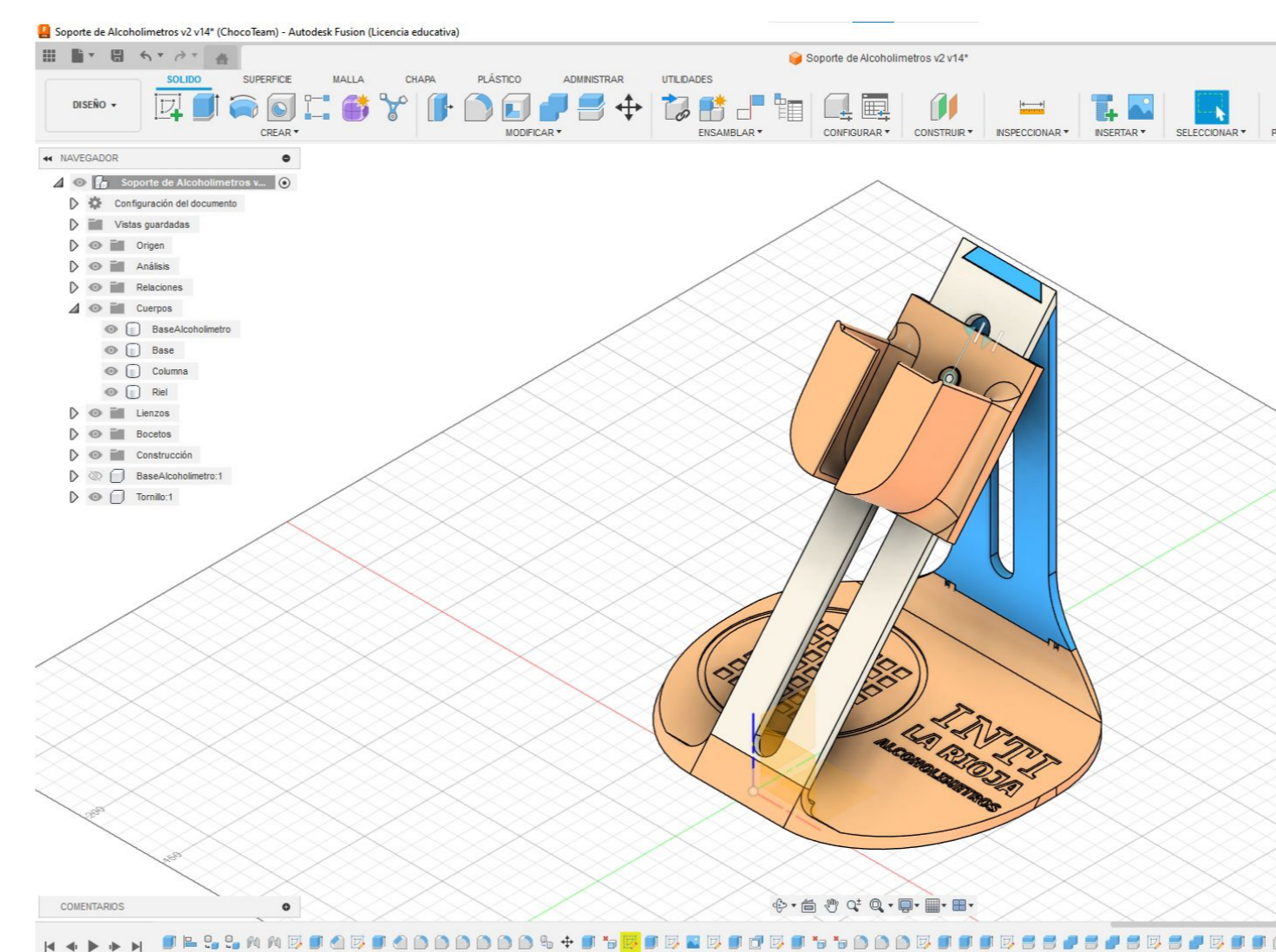
4. Resultados alcanzados

- El prototipo final del soporte impreso en 3D representa una **notable mejora en el proceso de verificación**.
- Se logró una sujeción firme y estable de los dispositivos, lo que incrementa la **precisión y la repetibilidad de las mediciones**.

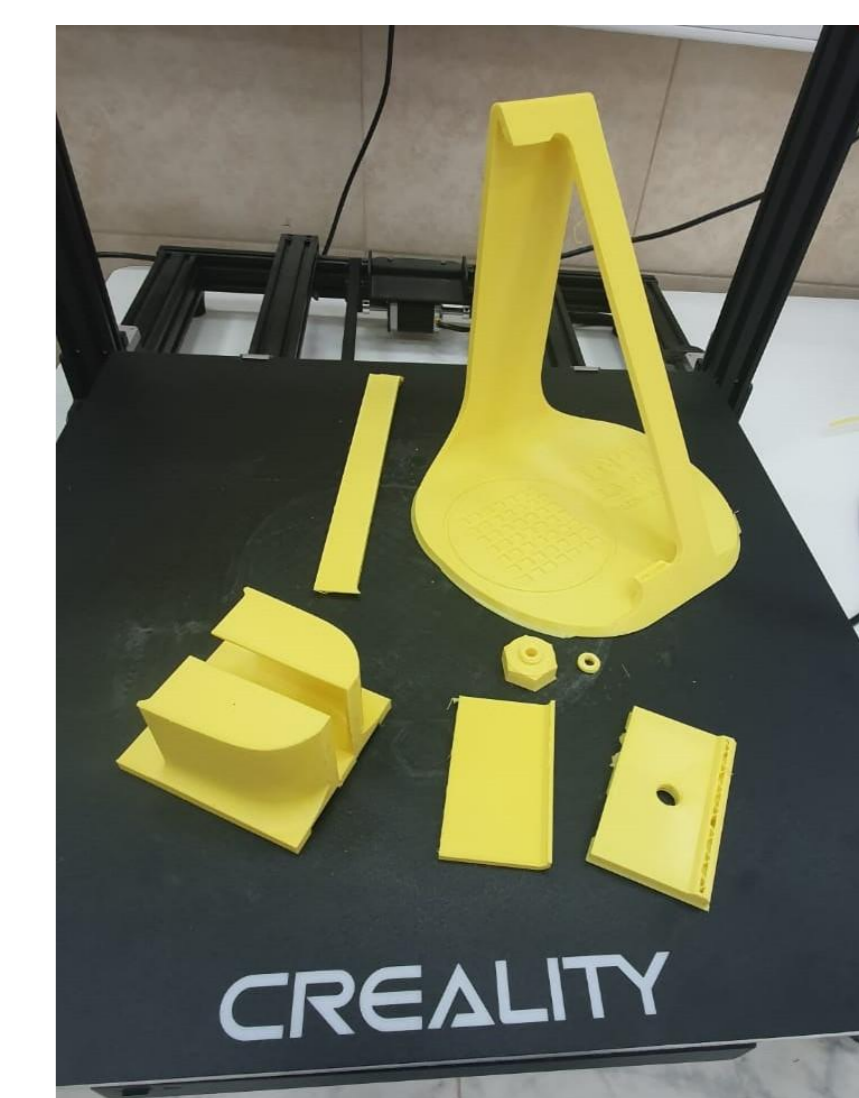
- La mejora ergonómica **optimiza el flujo de trabajo** del técnico, **reduciendo el tiempo de preparación y manipulación**.
- Este desarrollo evidencia **la capacidad de INTI La Rioja para innovar internamente, aplicando tecnologías de la Industria 4.0** para generar soluciones personalizadas de alto valor agregado y bajo costo.



Verificación de etilómetros del equipo de metrología legal La Rioja con soportes personalizados fabricados con impresión 3D



▪ Captura de pantalla del proceso de diseño digital.



▪ Proceso de impresión 3D del prototipo.

Primeramente, realizamos un relevamiento con **escalímetro calibrado** de las medidas exactas de los frascos de simulación y de los modelos de etilómetros más utilizados por los clientes: **El Dräger Alcotest 7510 y el ACS SAF'IR Evolution**.

El diseño contempla **dos receptáculos para los simuladores** y una **base regulable para el etilómetro**. Se analizaron las prácticas de los técnicos para definir los requerimientos **ergonómicos y funcionales**. Luego, se utilizó el software de diseño CAD **Autodesk Fusion 360** con licencia educativa para modelar el nuevo soporte en 3D.

Un aspecto clave fue la **participación activa de los usuarios finales** (los profesionales de metrología legal), quienes aportaron sus experiencias y perspectivas directamente en la etapa de diseño, asegurando que el modelo CAD optimizara **la usabilidad y el flujo de trabajo** real del laboratorio. Finalmente, se fabricaron y validaron **múltiples prototipos mediante impresión 3D** (tecnología FDM) con **filamento PLA**, optimizando el diseño y los parámetros hasta obtener el resultado aceptado por los usuarios.

Nuestro proyecto de INTI La Rioja es un claro ejemplo de **innovación incremental y transformación digital aplicada**. Hemos identificado una limitación en el proceso diario (soportes de madera poco prácticos y anticuados) y hemos utilizado **tecnología de la Cuarta Revolución Industrial** para crear una solución a medida.

El soporte personalizado quedó perfectamente adaptado al equipamiento, **mejorando la fiabilidad del ensayo**. Logramos una mejora de la eficiencia **optimizando el espacio de trabajo y el flujo del procedimiento**.



▪ Soporte instalado con Modelo Dräger



▪ Diseño operativo del Soporte para el Modelo ACS

HUELLA DE CARBONO: UN PROTOTIPO PARA SU MEDICIÓN Y GENERACIÓN DE INDICADORES SUSTENTABLES

D. Carrazana, G. Martínez, E. Luna, F. Martínez Batista, M. Rearte, C. Gusils León

Departamento de Energías Renovables NOA (DERNOA)

INTI, Charcas 21, San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina | mrearte@inti.gov.ar

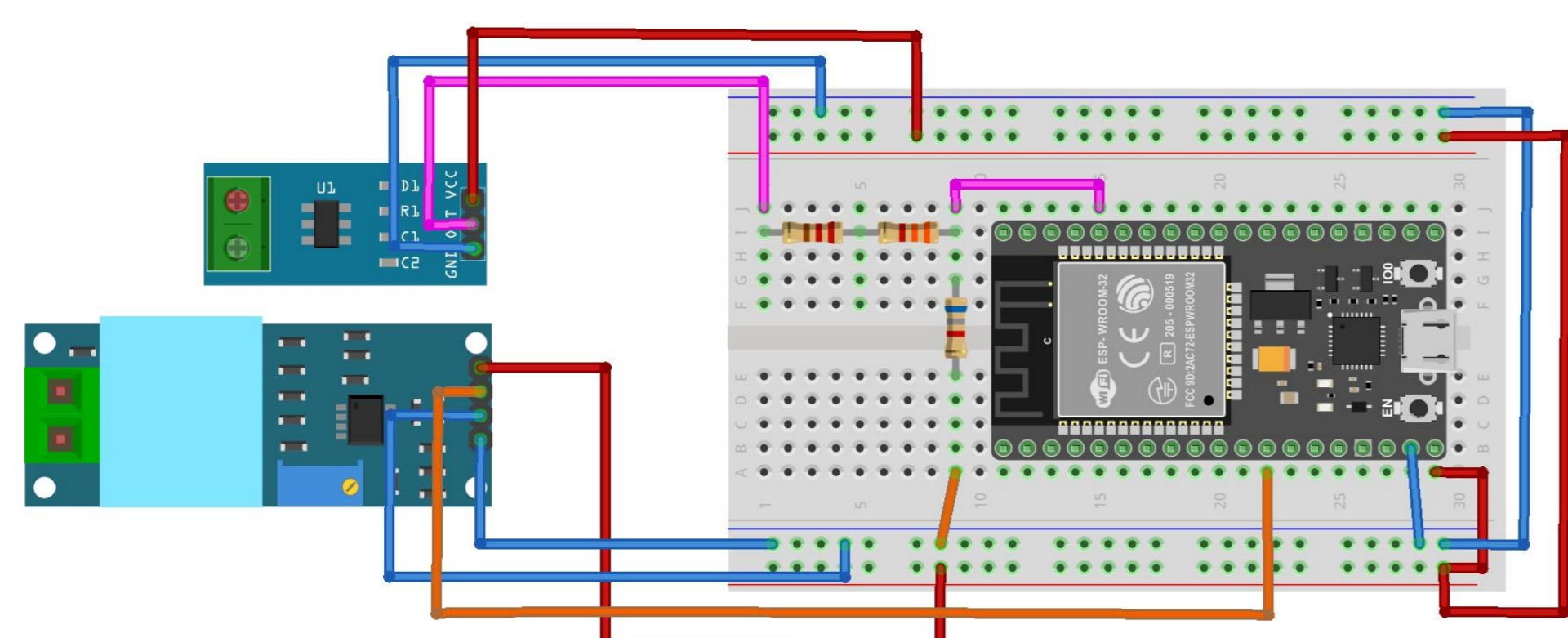
1. Resumen del caso

En el marco de este proyecto se desarrolló un prototipo que mide y transmite información de los consumos eléctricos de los equipos del Laboratorio de Biocombustibles (LBC) del Departamento de Energías Renovables NOA del INTI a una base de datos y que además contará con capacidad IoT (Internet de las cosas). Las variables de voltaje y corriente obtenidos se visualizan en una interfaz web de Inventario de Gases de Efecto Invernadero (IGEI) generada en este proyecto, junto con el cálculo de la Huella de Carbono (HC). Los datos generados de los diferentes servicios tecnológicos brindados, contribuyen a mejorar la oferta tecnológica del INTI en términos de gestión energética y sostenibilidad de la industria de los biocombustibles regionales.

2. Situación inicial

Los usuarios que solicitan los servicios tecnológicos al LBC están comenzando a realizar estudios de análisis de HC de sus procesos. Esto motivó la necesidad de conocer cuál es el impacto que producen las actividades del LBC, para luego transferirlo a los usuarios para su incorporación en sus propios IGEL como cálculos de HC.

El laboratorio no contaba con la tecnología capaz de realizar las mediciones necesarias para llevar a cabo esta tarea. Dentro del proyecto de investigación de la Beca INTI "Desarrollo de un sistema de medición de sustentabilidad" se propuso una solución a esta necesidad con potencial de transferencia.



▪ Esquema electrónico del prototipo realizado en Fritzing.

3. Herramientas o métodos utilizados

Inicialmente se evaluaron diversas alternativas de equipos comerciales capaces de cubrir las necesidades del LBC constatando que ninguno satisfacía los requisitos críticos establecidos: adquisición, registro y exportación de datos, bajo costo, disponibilidad de la información de manera instantánea y en tiempo real, transmisión inalámbrica (Wi-Fi y/o Bluetooth), facilidad de instalación y uso.

4. Resultados alcanzados

- Prototipo funcional con capacidad de medición de variables eléctricas TRMS mediante sensores.
- Registros de la potencia eléctrica consumida por cada equipo del LBC específicos para biocombustibles sólidos con variaciones en voltaje +/- 10V.
- Registros de consumo de corriente confiables para equipos consumo mayor a 8A, por debajo de este valor aún se requiere implementar filtros para mejorar las prestaciones del dispositivo.
- Desarrollo de las interfaces gráficas en formato web para monitoreo y visualización de los datos,
- Desarrollo de la BD y desarrollo del código fuente que produce los datos.

5. Sigüientes pasos

El proyecto tiene potencial para mejorar en prestaciones y escala, por esto se pensó en las siguientes mejoras:

1. Incorporar la transmisión de la información mediante MQTT a la BD.
2. Mejorar la precisión de las mediciones con filtros electrónicos y/o de software.
3. Incorporar un RTC o NTP para un registro preciso de las fechas de medición.
4. Incorporar la generación automática de informes con resúmenes diarios, alertas, gráficos, etc.
5. Diseñar un encapsulado del dispositivo que facilite la instalación y el uso en entornos agresivos.
6. Ampliar su alcance a medición de circuitos trifásicos.



CUIT - NOMBRE EMPRESA - FECHA_REGISTRO

Locales (1)

Nº	ID	Nombre estudio	Acciones
1	19		

Estudios (1)

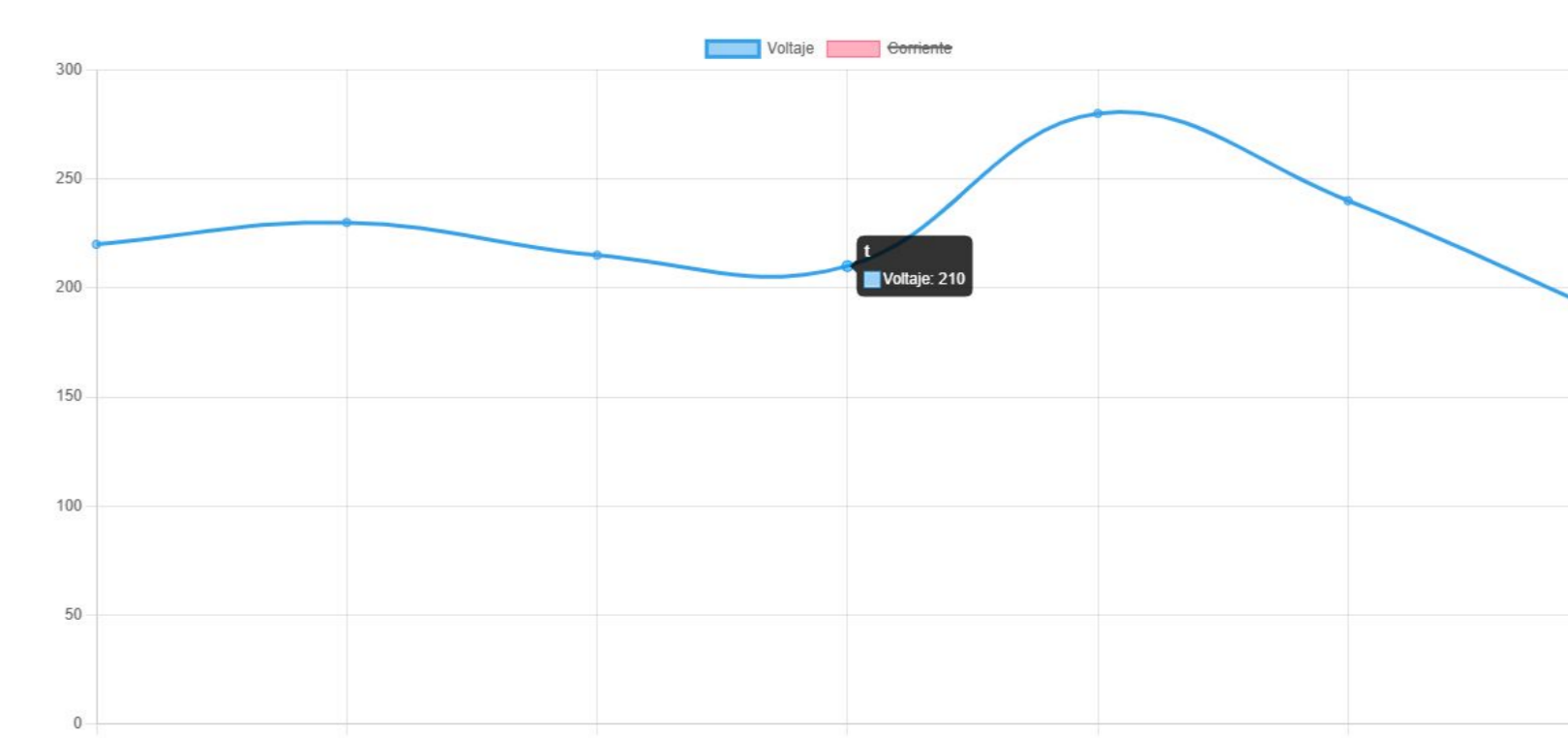
Nº	ID	Descripción	Fecha de apertura	Equipos en estudio	Acciones
1	10	Orden de estudio de prueba	09-10-2023 15:40:54	0	

▪ Formato del Inventario de Gases de Efecto Invernadero.

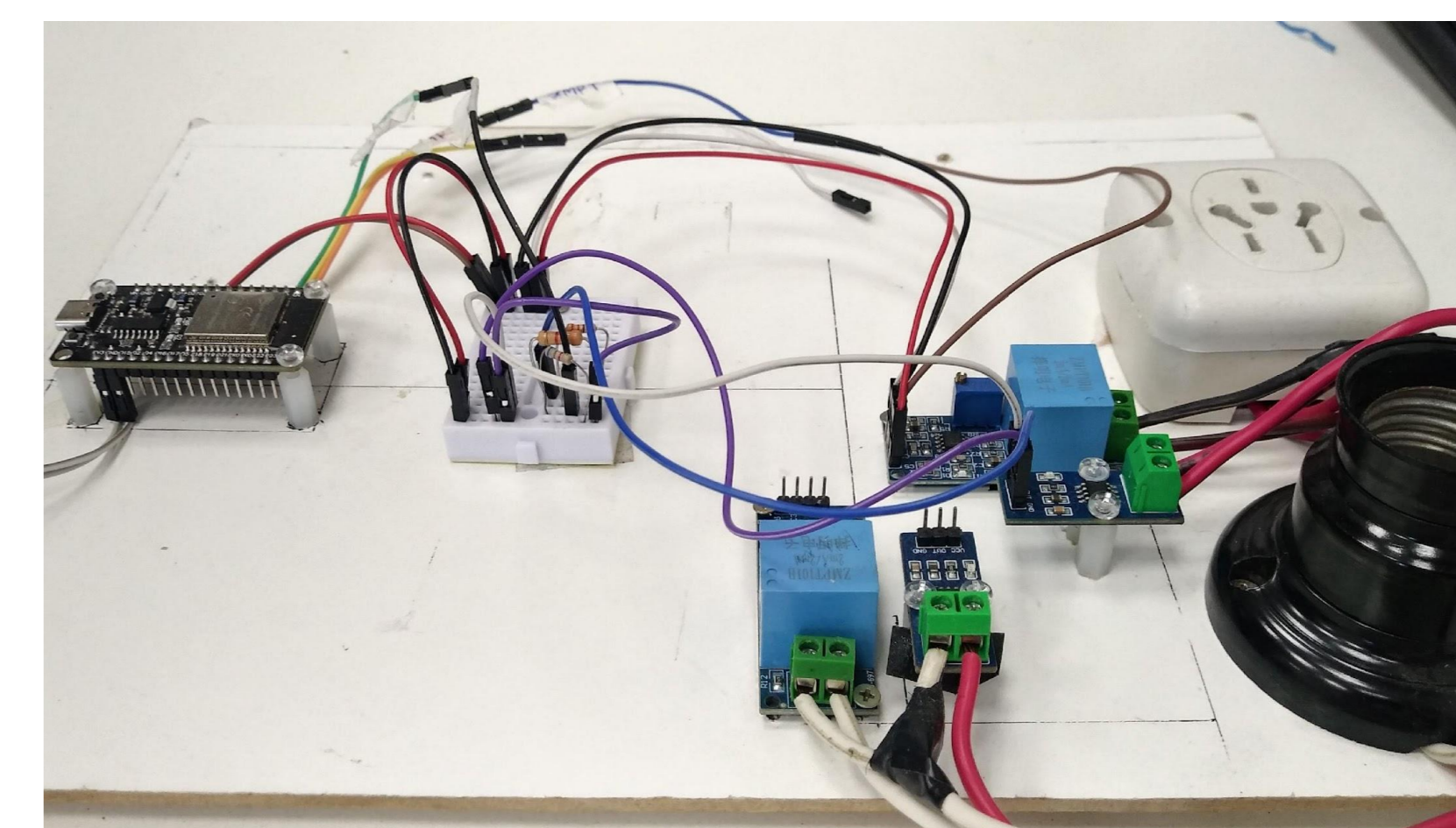
Estas limitaciones motivaron el diseño y desarrollo de un medidor de consumos de energía específico para el cálculo de indicadores sustentables, entre ellos la Huella de Carbono (HC) basado en la medición de los consumos eléctricos de los equipos del laboratorio destinados a brindar servicios estratégicos a la industria de los biocombustibles.

Para el desarrollo del prototipo se utilizó un microcontrolador ESP32, un sensor de voltaje ZMPT101B y de corriente ACS712. El envío de datos se implementó con el protocolo MQTT, y el almacenamiento para análisis y cálculos de los datos se realizó en una BD (base de datos) MySQL. El firmware se desarrolló en C++ por su compatibilidad con la plataforma elegida, siguiendo una metodología de desarrollo iterativa. Además, se diseñó y desarrolló una plataforma web para la visualización de los datos y su integración en los informes de laboratorios para los usuarios.

Posteriormente se implementó el código en los dispositivos y se ensambló el prototipo. Los ensayos comparativos en los sensores del prototipo se realizaron con la pinza amperimétrica estándar. Para mediciones de equipos de alto consumo de corriente, la medición presentó valores comparables, pero para el caso de equipos de bajo consumo se registraron diferencias variables con las indicadas en la pinza evidenciando la necesidad de implementar filtros electrónicos para mejorar su precisión y estabilidad para este último caso.



▪ Interfaz web de mediciones.



▪ Prototipo del sistema de medición de energía.

PLATAFORMA IoT MULTIPROPÓSITO DE MONITOREO Y CONTROL DE VARIABLES AMBIENTALES

N. Mariño, M. Cioffi, D. Aballay, G. Escudero, M. Luna

Depto. de Validación de Dispositivos y Sistemas Electrónicos.

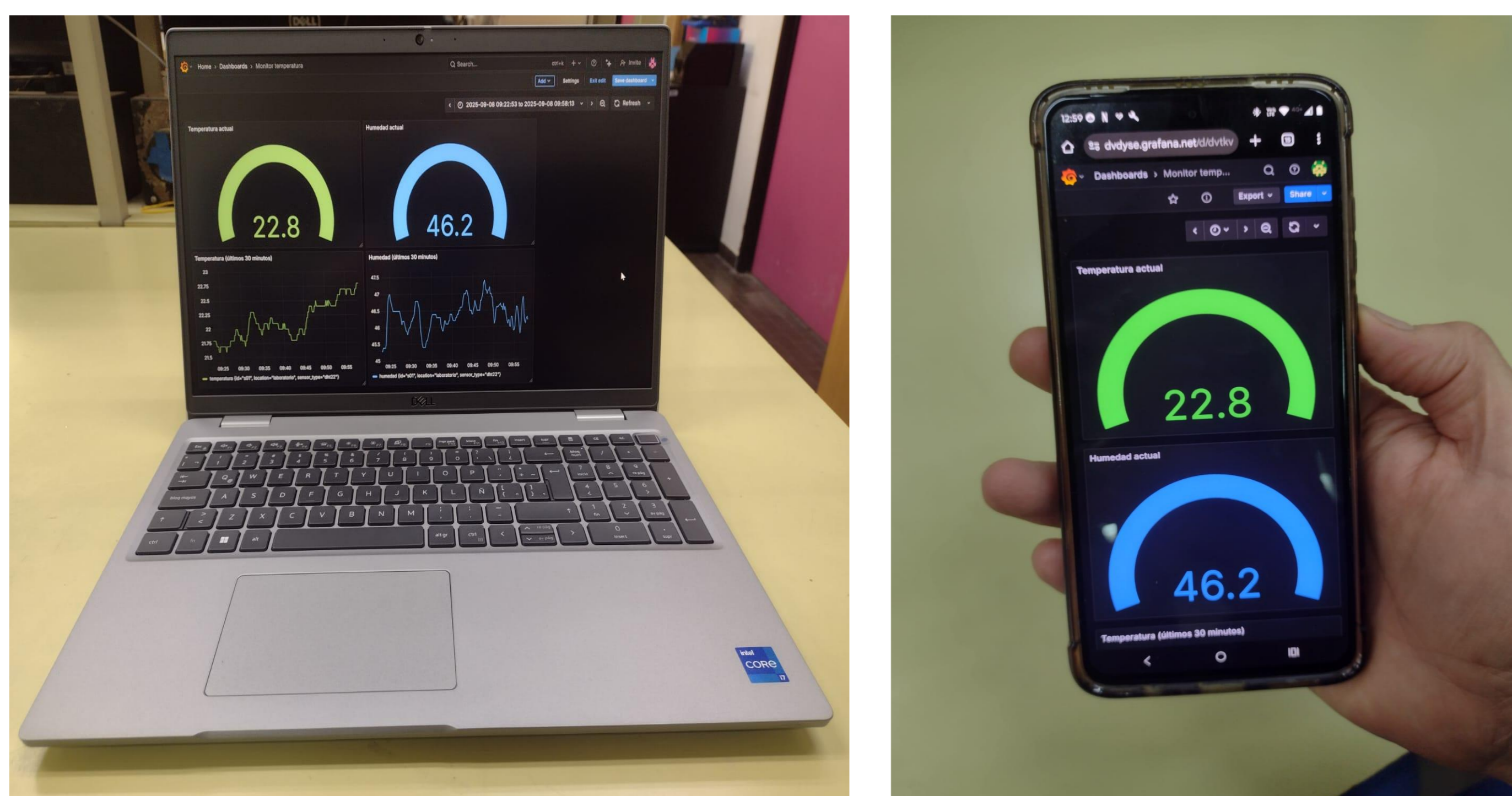
INTI, Av. Gral. Paz 5445, San Martín, Bs. As., Argentina | gescudero@inti.gov.ar

1. Resumen del caso

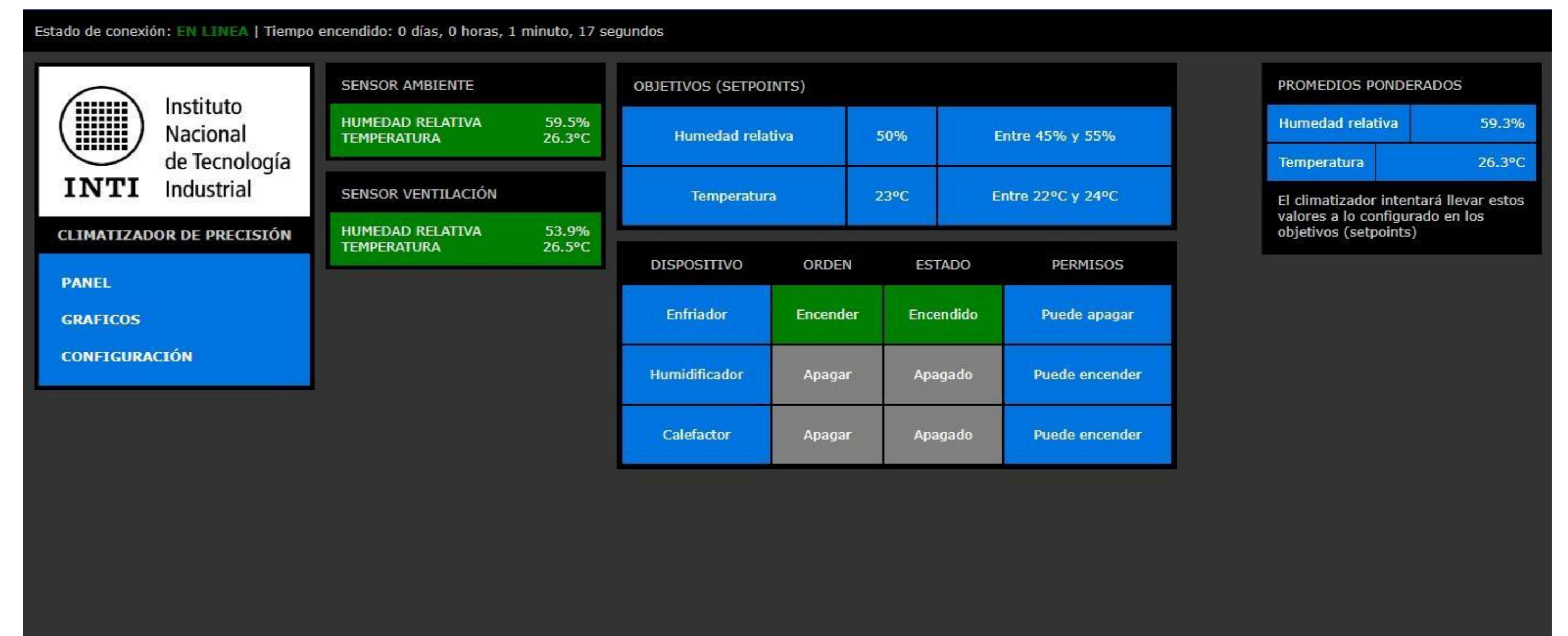
Se desarrolló una plataforma multipropósito autónoma con conectividad wifi, basada en el microcontrolador ESP32 e integrando tecnologías de Internet de las Cosas (IoT), orientada a brindar una herramienta accesible y flexible para laboratorios que quieran iniciar el proceso de Transformación Digital e Industria 4.0. El sistema permite el monitoreo y control de temperatura y humedad ambiental permitiendo su visualización en tiempo real mediante un servicio web embebido en el microcontrolador. Por intermedio de mensajería Telegram se puede consultar los parámetros ambientales, configurar bandas de monitoreo y recibir mensajes de alarma. La visualización de los datos ambientales mediante gráficos y dashboards en la nube se logra con la integración de las herramientas InfluxDB y Grafana.

2. Situación inicial

En la actualidad, muchos laboratorios no cuentan con sistemas que permitan un monitoreo y control en tiempo real de condiciones ambientales. Tampoco cuentan con almacenamiento de datos ni posibilidad de acceso remoto mediante aplicaciones en la nube. Esa falta de información limita en ciertos casos la capacidad de respuesta ante desvíos y ocasiona retrasos al momento de realizar los ensayos. La adopción de herramientas basadas en IoT facilita el monitoreo continuo y remoto, permitiendo una rápida toma de decisiones. Esto optimiza los tiempos de realización de ensayos y una gestión eficiente de los recursos, impulsando así una mejora sustancial en la calidad y confiabilidad de los mismos.



• Figura 1. Visualización en la nube



• Figura 2. Interfaz web de usuario

3. Herramientas o métodos utilizados

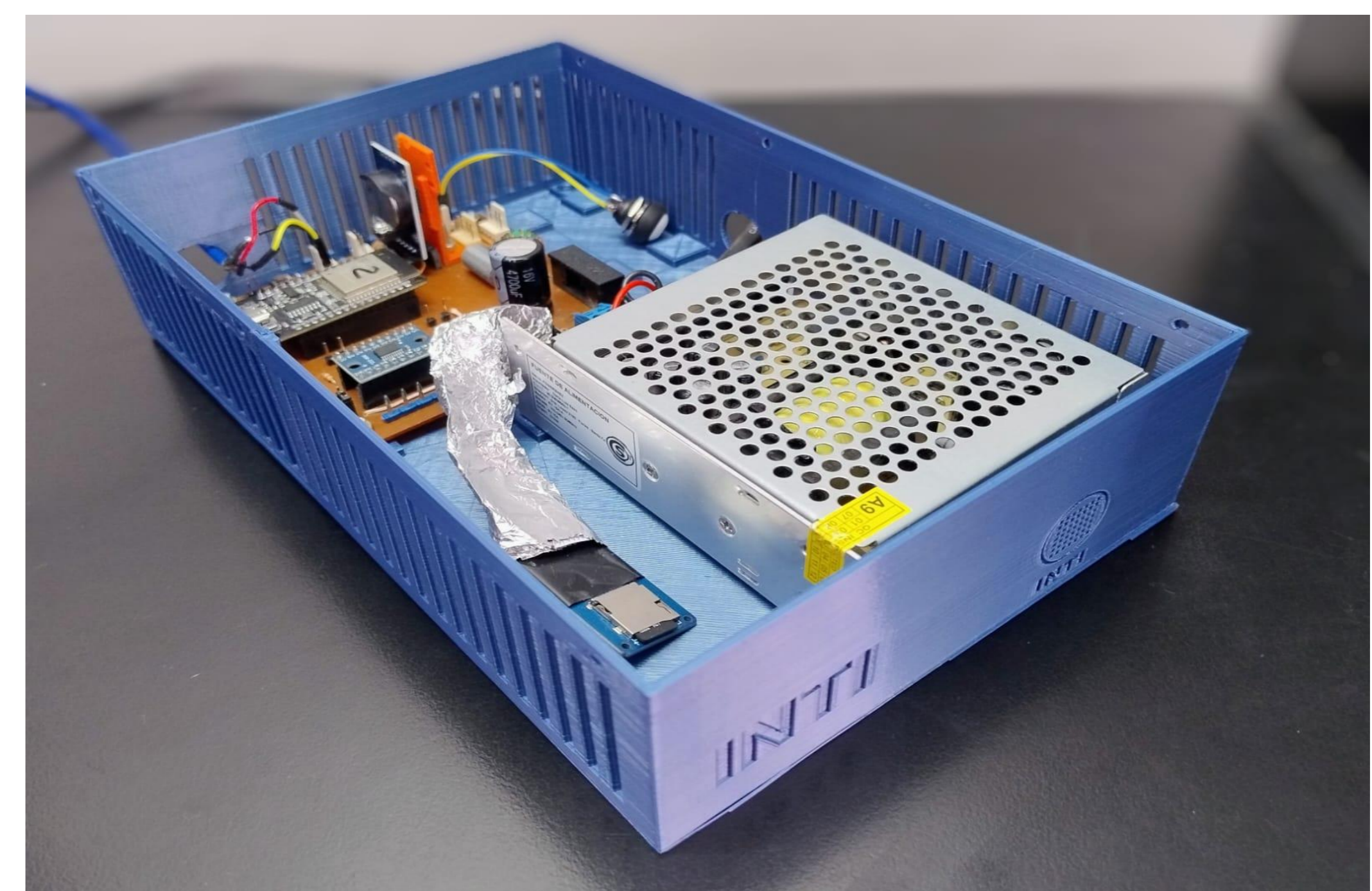
Para el desarrollo del sistema embebido de monitoreo y control se utilizó un microprocesador ESP32, elegido por sus prestaciones y disponibilidad local. El firmware fue programado en C++ utilizando el IDE VS Code.

Aunque la plataforma cuenta con conectividad wifi, también registra los datos en una tarjeta microSD interna, garantizando su funcionamiento autónomo ante la pérdida de red.

La visualización en tiempo real y la descarga de datos históricos se realizan a través de un servidor web embebido, accesible desde cualquier navegador en la red interna. Para el acceso remoto se integraron InfluxDB y Grafana como herramientas IoT en la nube.

Se utilizó un bot de Telegram para la interacción con la plataforma, permitiendo consultas, configuraciones y autenticación de usuarios autorizados.

El gabinete contenedor fue modelado e impreso en 3D con el CAD Fusion 360. La plataforma fue evaluada conforme a la normativa vigente de compatibilidad electromagnética.



• Figura 3. Plataforma multipropósito

4. Resultados alcanzados

Se desarrolló una plataforma multipropósito utilizando herramientas IoT para monitoreo y control de parámetros ambientales en laboratorios. El sistema tiene las siguientes prestaciones:

- Conectividad wifi para monitoreo en tiempo real y envío de datos a la nube.
- Capacidad de accionar sobre actuadores, realizando control de temperatura y humedad.
- Almacenamiento de valores medidos en tarjeta local microSD, lo que garantiza un funcionamiento autónomo aún en casos de desconexión de la red de datos.
- Servidor web embebido para monitoreo de variables y configuración de la

plataforma.

- Consulta de parámetros ambientales actuales, configuración de bandas de trabajo y envío de alarmas mediante un grupo de usuarios de Telegram.
- Configuración de parámetros de conexión wifi por medio de Bluetooth.
- Conexión serial para configuración de bot de Telegram y parámetros de calibración.
- Adaptación a distintos tipos de sensores de temperatura y humedad mediante pequeños cambios del firmware de la etapa de sensado.
- Funcionalidad de calibración para las mediciones de temperatura y humedad, almacenando de manera no volátil los correspondientes parámetros de la misma.

PLATAFORMA DE MONITOREO Y REGISTRO DE CONDICIONES AMBIENTALES DE LABORATORIO Y CÁMARAS ACONDICIONAMIENTO

J. C. Suberviola⁽¹⁾, M. Rascovsky⁽²⁾, S. Heredia⁽³⁾

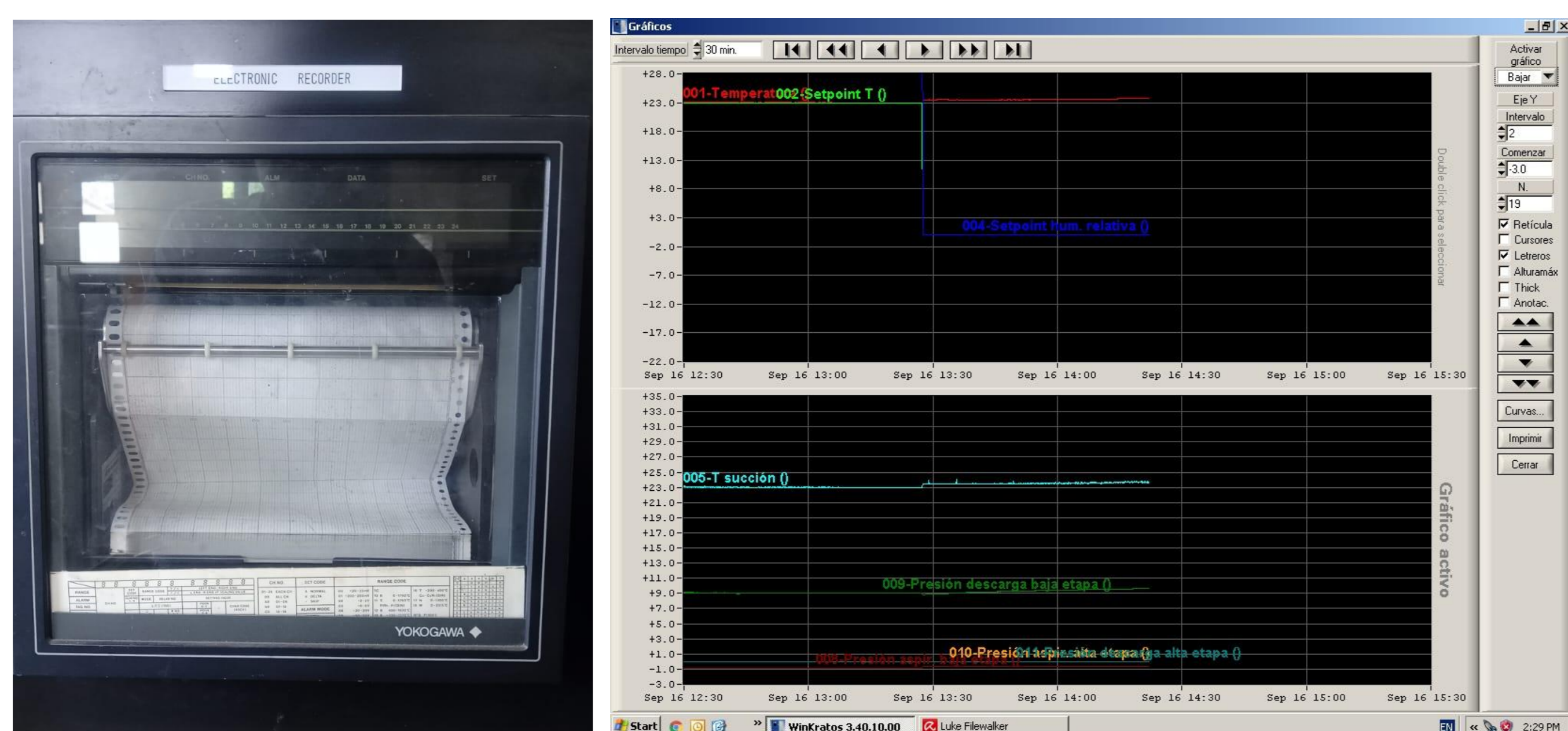
(1) Departamento de Embalajes y Logística, (2) Departamento de Envases primarios y sistemas de Envasado, (3) Dirección Técnica de Transporte y Logística, SOMyL - INTI, Av. Gral. Paz 5445, San Martín, Bs. As., Argentina | envasesyembases@inti.gov.ar

1. Resumen del caso

En ensayos de productos, envases y embalajes, las condiciones ambientales y el acondicionamiento son variables determinantes que inciden directamente en el desempeño. A modo de ejemplo, los plásticos son sensibles a la temperatura condicionando su rigidez y plasticidad; los materiales higroscópicos, como el cartón y la madera, varían sus propiedades resistivas en función a la cantidad de agua absorbida (humedad ambiente). Las tecnologías de información actuales y dispositivos de IOT nos permiten integrar los datos con el fin de automatizar el registro, afiliarlo, realizar consultas remotas y adquirir variables de insumo para modelos de mantenimiento predictivo o gemelos digitales.

2. Situación Inicial

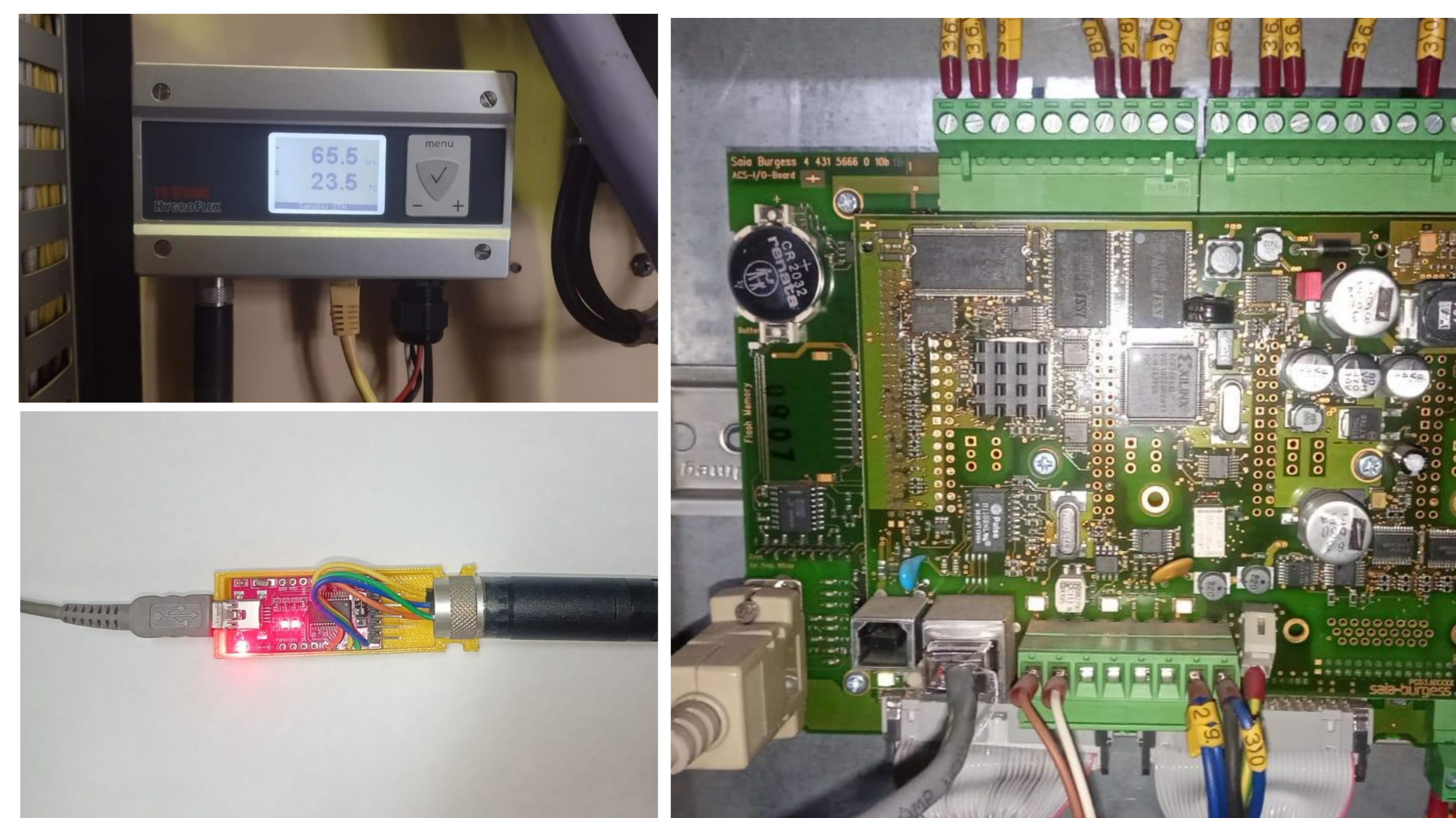
Dentro del laboratorio, los distintos equipos tienen su registro individual basados en la tecnología de la época en el que fueron fabricados: los equipos analógicos requieren insumos como cartas y calibraciones especiales del sistema de registro además de ofrecer una visualización limitada ya que el muestreo es fijo en tanto que los equipos digitales presentan problemas de compatibilidad y conexión a red, debido a que el software suele ser compatible sólo con los sistemas operativos para los cuales fueron diseñados, situación que puede generar vulnerabilidad de seguridad en la red.



• Registrador de papel, pantalla Software para Windows XP

3. Herramientas o métodos utilizados

Para poder integrar todas estas mediciones, se consideran tres tipos de equipamiento que conllevan distintas tareas: los analógicos, que deben ser digitalizados; los equipos con salidas digitales pero sin conexión de red, que deben ser adaptados para la transmisión de datos, y los que ya cuentan con conexión de red, a los que se les debe establecer un protocolo de comunicación.

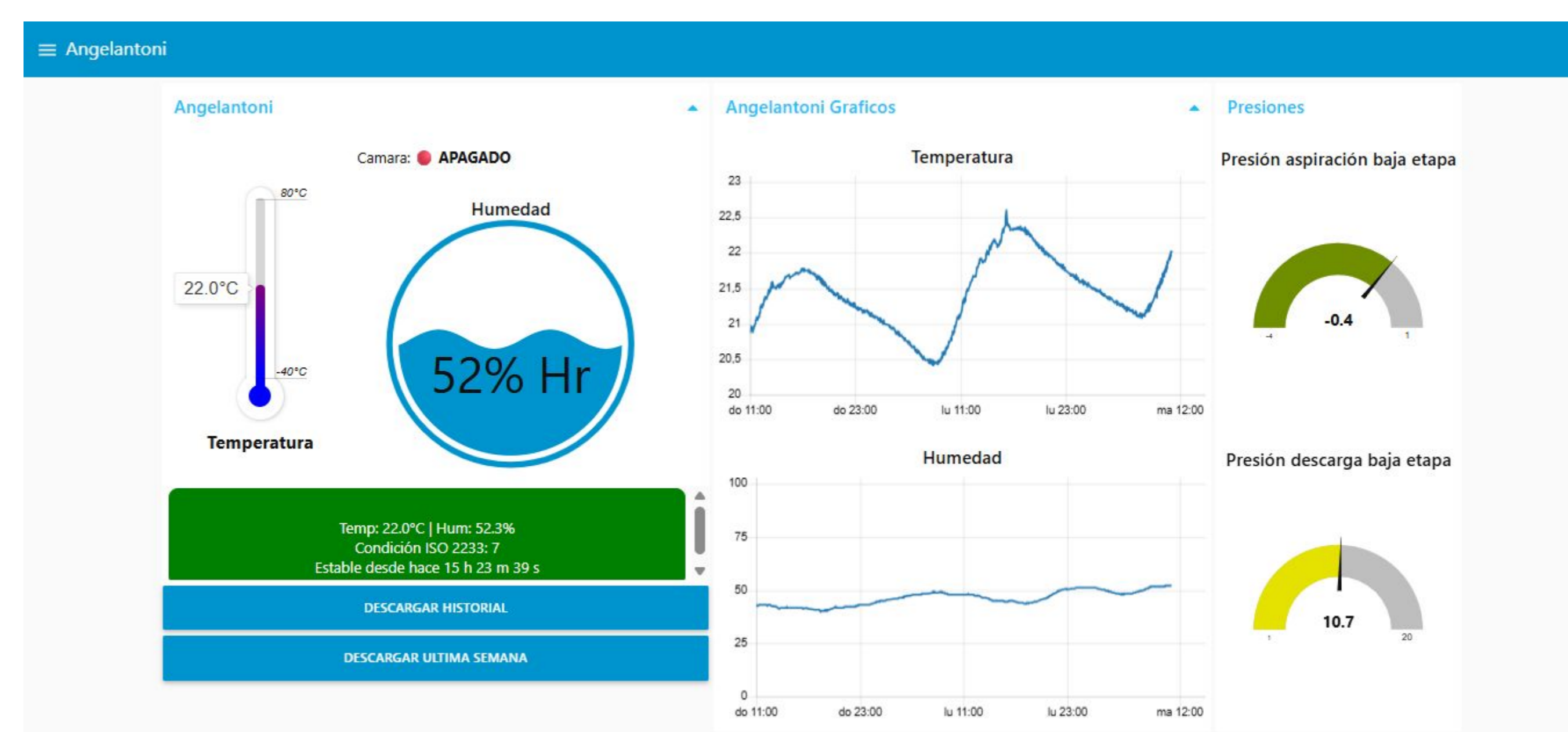


• Digitalización, conversión UART a USB y conexión a PLC

Como parte de este proceso de modernización fue digitalizada la cámara de temperatura y humedad analógica fabricada en Japón (1990). Esto implicó el reemplazo de los sensores de medición de bulbo seco y bulbo húmedo por uno capacitivo, que requiere menor mantenimiento. Cabe aclarar que este cambio requirió un nuevo estudio de incertidumbre de medición ya que si bien se eliminaron algunas contribuciones, como la humectación del bulbo húmedo, surgieron nuevas variables, como el tiempo de actualización del sensor.

También se realizaron tareas de ingeniería inversa en los equipos que ya contaban conexión de red para poder determinar los puertos a usar y los comandos para solicitar los datos de medición.

Por último, se instaló un servidor específico y se desarrolló una aplicación orientada a eventos. Esta aplicación tiene dos funciones: por un lado, consulta automáticamente todos los sensores, registrando las medidas y por otro, genera una interacción con los usuarios mediante un tablero de control consultable desde cualquier navegador desde la red.



• Tablero de control de la plataforma

4. Resultados alcanzados

Los equipos de acondicionamiento están relacionados con los parámetros establecidos en la norma ISO 2233 - Acondicionamiento para ensayos. La plataforma evalúa el desempeño de estabilidad del equipo dentro de los parámetros de la norma para detectar desvíos en el mismo.

En este momento la plataforma se encuentra operativa registrando las condiciones del laboratorio y de dos de las cámaras acondicionamiento. En todos los casos se cuenta con la opción de descargar los registros en formato.csv lo cual les da la posibilidad a los técnicos de hacer análisis personalizados con la información recopilada.

Asimismo, la cámara intervenida directamente en el PLC permite visualizar y registrar las presiones del compresor y reaccionar con antelación a posibles aumentos de presión asociados a problema en el sistema de refrigeración. Dado que el enfriamiento se realiza con agua, es susceptible a fallos de periodicidad aleatoria relacionados con filtros, problemas de suciedad, sedimentación, calidad de agua o generación de algas, entre otros factores.

Actualmente se está recopilando la información de la presión y la temperatura ambiente para desarrollar un modelo de detección de pérdidas de gas.

CURSO INTERNO DE DESARROLLO DE APLICACIONES PARA NO PROGRAMADORES EN APPSHEET CON IA PARA LA TOMA DE DATOS ÁGIL

S. Cabrera Hid, J. Fioretti y S. Abdelhamid

Depto. de Monitoreo y Control de Procesos Industriales NOA.

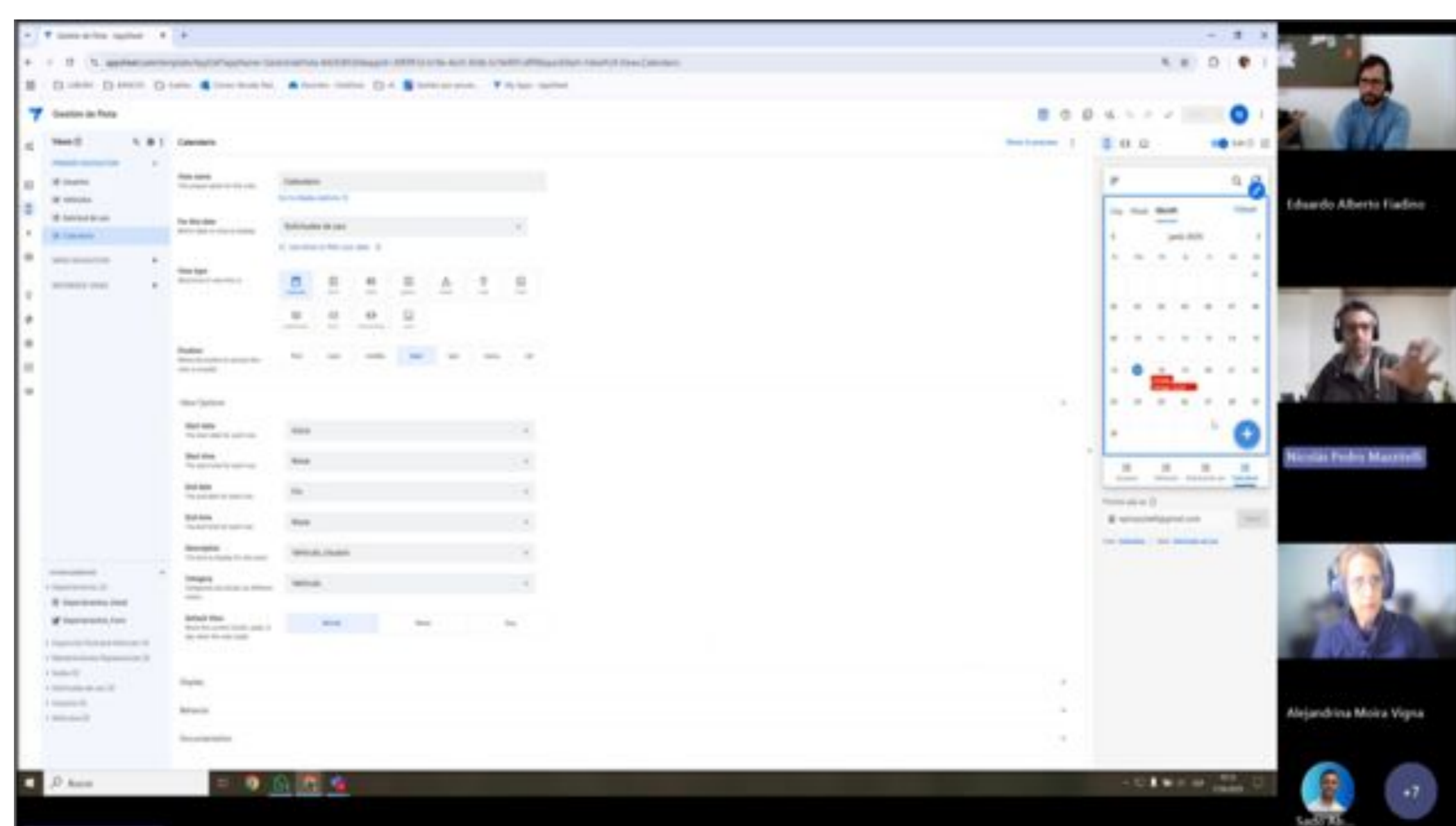
INTI, Charcas 21, San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina | abdelhamid@inti.gov.ar

1. Resumen del caso

La transformación digital solo es verdadera cuando todos pueden ser parte. Este artículo presenta una experiencia formativa del INTI que mostró cómo la incorporación de herramientas accesibles puede ampliar las capacidades tecnológicas de los equipos técnicos y potenciar su aporte a la transformación digital. El curso “Desarrollo de Aplicaciones para no programadores en AppSheet con IA para la toma de datos ágil” tuvo como objetivo fortalecer las competencias digitales de los agentes del organismo, impulsando el uso de plataformas ágiles y de bajo costo para el desarrollo de soluciones de gestión. A través de AppSheet, los participantes aprendieron a crear aplicaciones que mejoran la captura y trazabilidad de datos, integrando principios de Industria 4.0 en sus áreas de trabajo. La experiencia permitió incorporar nuevas herramientas y enfoques innovadores que amplían la capacidad institucional del INTI para ofrecer servicios tecnológicos más eficientes, accesibles y alineados con las demandas actuales del sector productivo.

2. Situación inicial

En el marco de la Red de Agentes 4.0, el INTI identificó la necesidad de fortalecer las competencias digitales internas para acompañar de manera más integral los procesos de transformación tecnológica de las PyMEs argentinas. Si bien los equipos contaban con amplia experiencia técnica e industrial, se buscaba incorporar herramientas que facilitaran la digitalización de procesos y la gestión de datos sin requerir desarrollos externos ni altos costos de implementación.



Revisión de proyectos realizados por los agentes.

El desafío consistía en trasladar la innovación digital al interior del propio organismo, generando capacidades sostenibles y replicables que permitan ofrecer nuevas soluciones y servicios tecnológicos



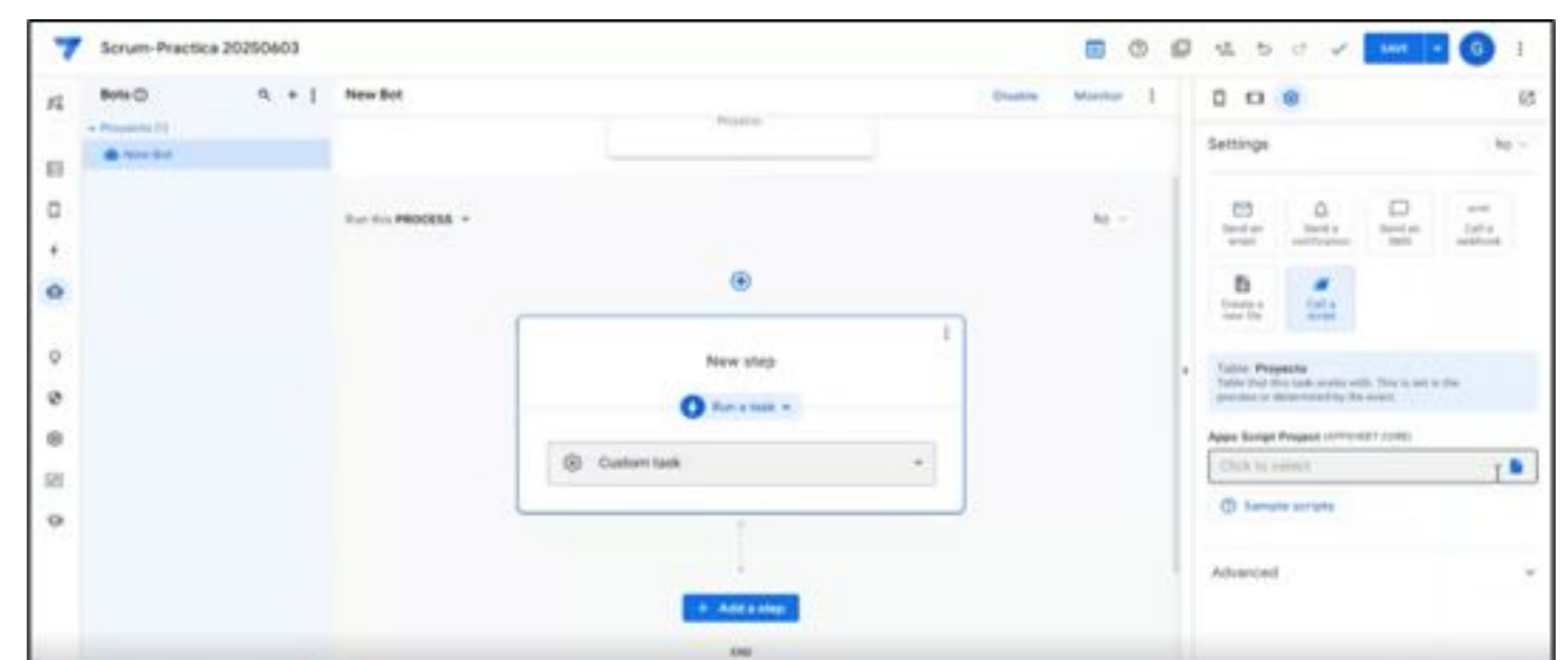
Ejemplo de Tablero de Looker Studio.

3. Herramientas o métodos utilizados

El curso se desarrolló con una metodología teórico-práctica, combinando clases sincrónicas virtuales en Microsoft Teams con actividades asincrónicas orientadas al desarrollo de un proyecto final individual. Las principales temáticas abordadas fueron:

- Diseño y modelado de datos en Google Sheets.
- Creación de aplicaciones en AppSheet, sin necesidad de programación.
- Personalización de vistas, acciones y flujos automatizados (Bots).
- Aplicación de reglas de formato, validaciones y lógica de negocio.
- Integración de Inteligencia Artificial y Business Intelligence mediante Looker Studio.
- Configuración visual y experiencia de usuario de la app.

El enfoque “aprender haciendo” permitió a los participantes avanzar desde la concepción del proyecto hasta la implementación funcional de sus aplicaciones, fortaleciendo la autonomía y la creatividad tecnológica dentro del INTI.



Configuración de acciones y flujos automatizados.

4. Resultados alcanzados

Participaron 26 agentes de distintas sedes y áreas técnicas del INTI, quienes durante el curso desarrollaron proyectos aplicados a sus contextos de trabajo. Como resultado, se crearon 10 aplicaciones funcionales, presentadas como proyectos finales, que demostraron la capacidad de los equipos para integrar herramientas digitales en procesos reales. Entre los principales logros se destacan:

- Fortalecimiento de las capacidades institucionales en desarrollo de soluciones digitales.
- Implementación de aplicaciones de gestión adaptadas a diferentes necesidades productivas.

- Incorporación de Inteligencia Artificial y análisis de datos en los proyectos.
- Reducción de tiempos y costos en el desarrollo de sistemas de captura y control.
- Consolidación de una red de agentes formados que impulsa la digitalización desde dentro del organismo.

Esta experiencia consolidó un modelo formativo replicable que combina accesibilidad tecnológica, aprendizaje práctico y enfoque colaborativo, impulsando un INTI más innovador, ágil y preparado para los desafíos de la Industria 4.0

RELEVAMIENTO DIGITAL DE LA SUPERFICIE DE ELEMENTOS DE COMPETICION MEDIANTE ESCaneo LÁSER 3D

G. Rubino, M. Peralta y G. Airdo

Departamento de Validación de Equipos y Componentes, INTI Rafaela

INTI, Ruta Nacional 34 km 227,6, Rafaela, Santa Fe, Argentina | grubino@inti.gov.ar - meperalta@inti.gov.ar - gairaldo@inti.gov.ar

1. Resumen del caso

En el marco de la segunda edición del programa TECNOINDUSTRIA 4.0, iniciativa impulsada por el Gobierno de la Provincia de Santa Fe, se realizó un relevamiento digital de superficies mediante tecnología de escaneo láser 3D.

El objetivo de esta acción fue optimizar el diseño de componentes a través de técnicas de ingeniería inversa en la empresa COLLINO, dedicada al diseño, fabricación y comercialización de componentes para vehículos de competición.

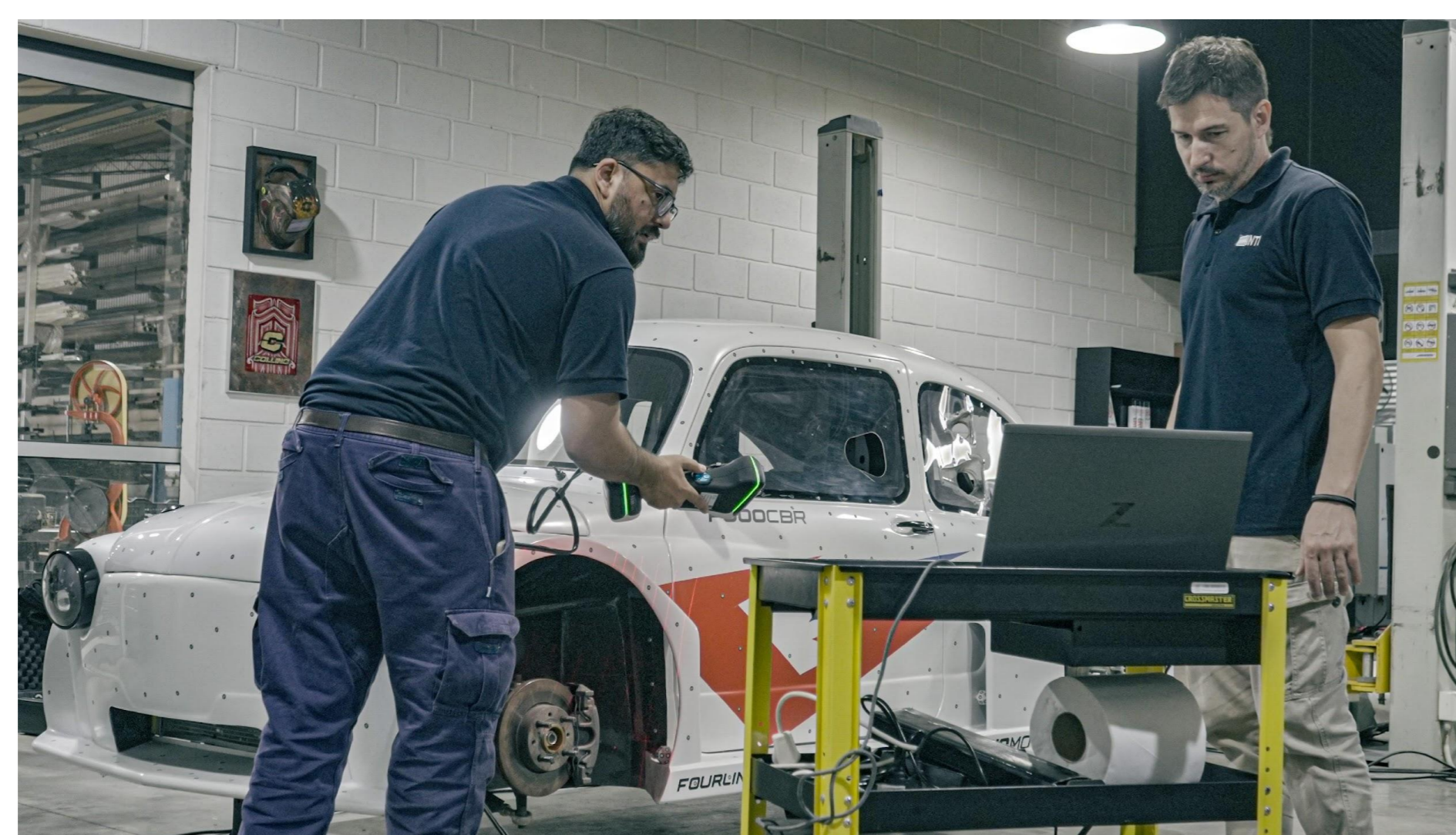
A través de la digitalización tridimensional, se relevó la carrocería de un F600, una butaca y un volante, obteniendo modelos digitales de alta exactitud que servirán como base para futuros procesos de diseño y fabricación.

2. Situación Inicial

El COLLINO F600 CBR es un prototipo desarrollado a partir de la modificación de un Fiat 600, del cual la empresa no dispone de planimetría original.

En cuanto al volante y la butaca FSIM R1, ambos corresponden a componentes de simuladores de manejo. En estos casos, el proceso de digitalización tridimensional permitió capturar con precisión cada detalle del diseño, posibilitando su posterior reingeniería.

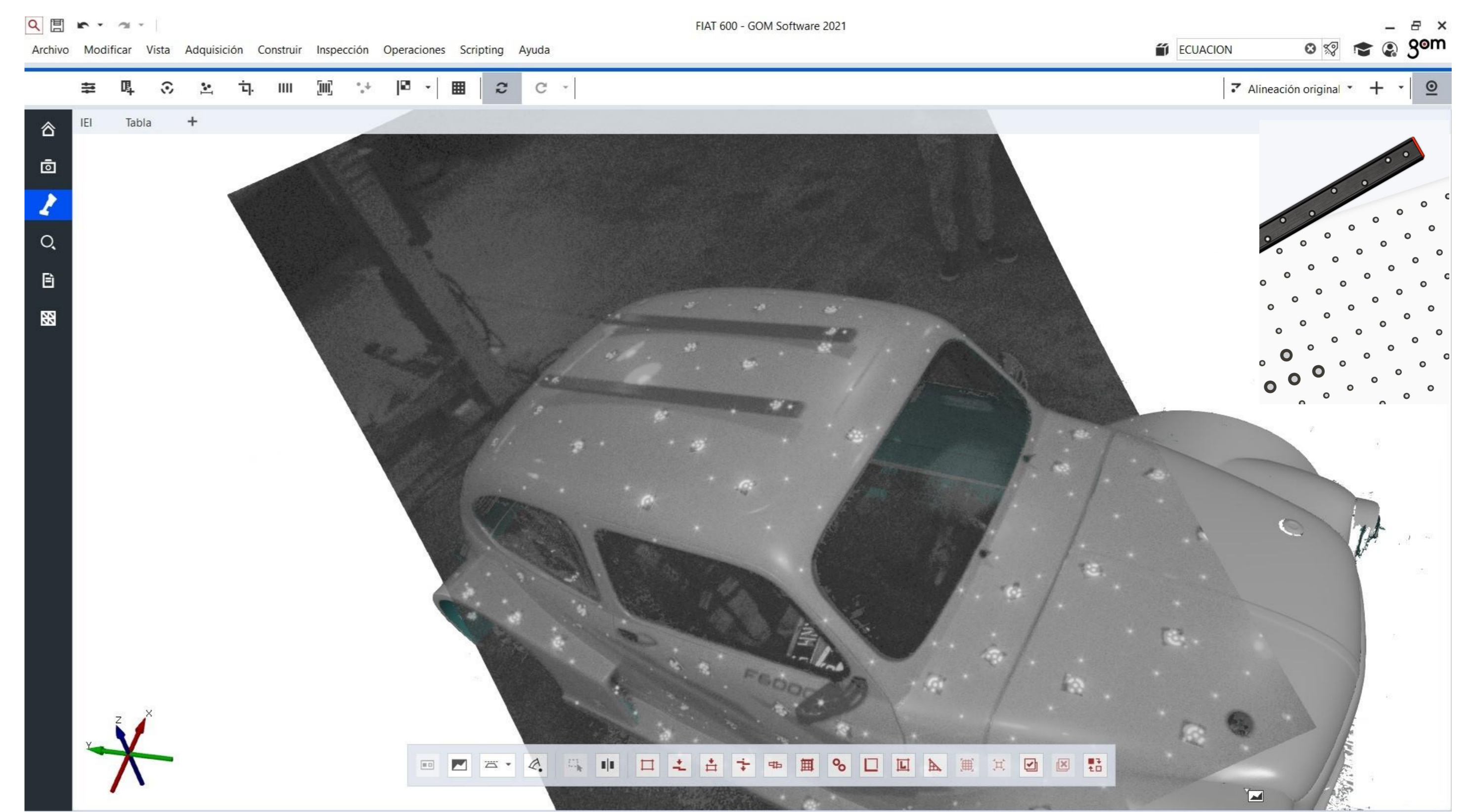
Si bien los objetivos de cada proyecto son distintos, todos comparten la intención de optimizar los procesos de fabricación y proyectar una futura producción a escala, bajo los más altos estándares de calidad.



Proceso de escaneo 3D realizado por agentes.

3. Herramientas utilizadas

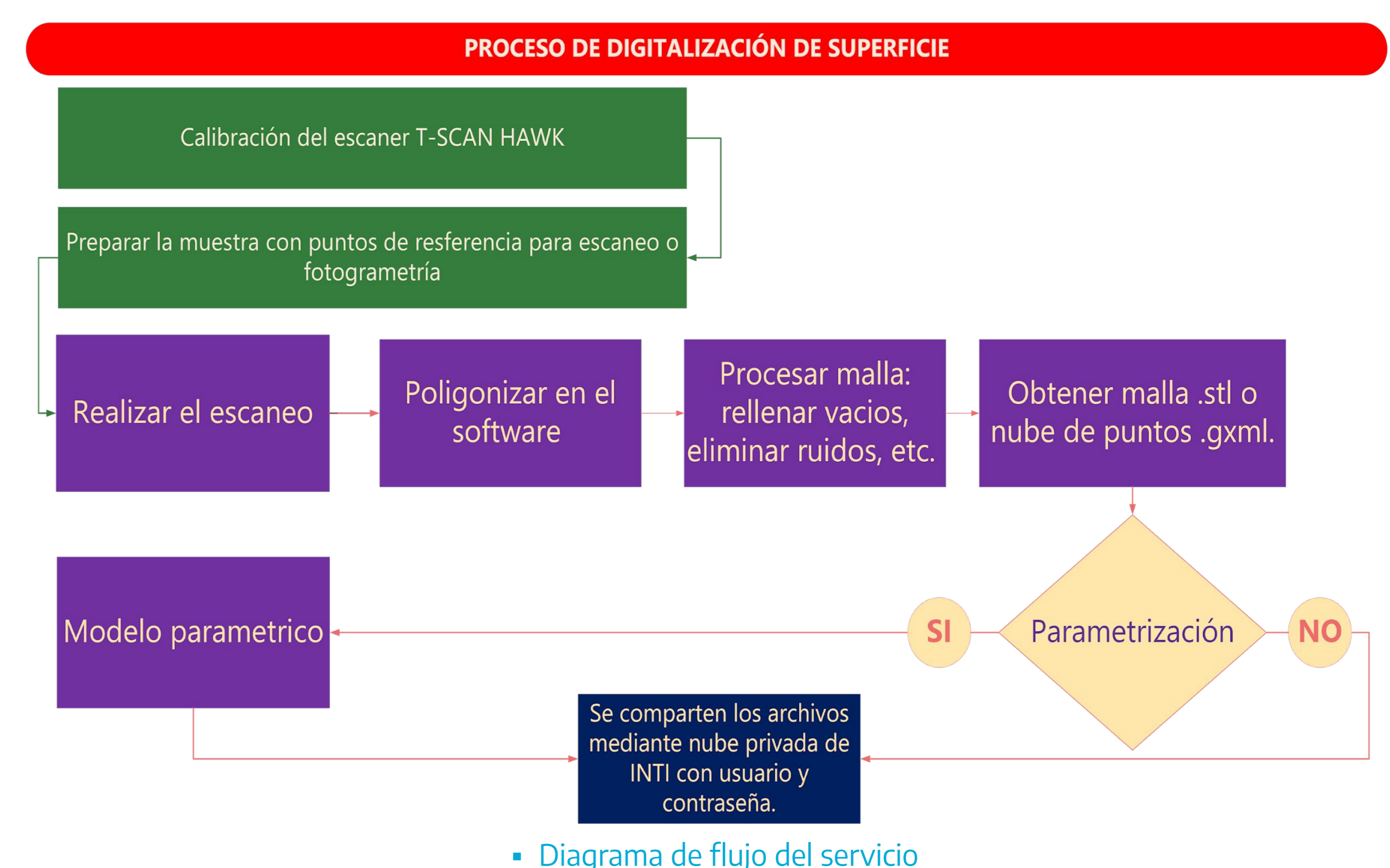
El escáner portátil T-SCAN HAWKS, es un escáner láser 3D de última generación que se caracteriza por su calidad metrológica, dispone de 3 volúmenes diferentes de medición, los cuales permiten medir objetos desde 10mm hasta 4000 mm. Exactitud: 0,02mm + 0,035mm/m. La resolución en fotogrametría es de 0.01 mm. El software utilizado es GOM Inspect 2021, en la actualidad de la firma Zeiss, que permite reconstruir, inspeccionar y medir con facilidad.



Fotogrametría en Prototipo COLLINO F600 CBR

Mediante la utilización de patrones de placa y reglas calibradas, se llevó a cabo el trabajo mediante fotogrametría y escáner láser con diferentes configuraciones. Siguiendo el diagrama de flujo se obtuvieron mallas digitales con la calidad metrológica adecuada para que el post proceso en diferentes softwares utilizados por el personal de ingeniería de la empresa pueda visualizar, modificar y diseñar con precisión.

El proyecto se realizó en dos jornadas, en una primera instancia, en el laboratorio de digitalización de INTI Rafaela, se obtuvieron las mallas del **volante** y la **butaca FSIM R1**. Finalmente, el escaneo del prototipo **COLLINO F600 CBR** se realizó en sala de Investigación y Desarrollo de la firma **COLLINO**. Se obtuvo la malla y se entregó la nube de puntos correspondiente para adaptar el archivo al software utilizado por la empresa para su post-proceso.



4. Resultados alcanzados

Se obtuvieron las **mallas digitales de los componentes relevados** en formatos .STL y .GXML.

Estos archivos permiten a la empresa **gestionar, desde el área de ingeniería, el desarrollo y rediseño de los productos**, así como **generar la documentación técnica necesaria para su fabricación y control de calidad**.



PORTAL PLATAFORMA VIAL LOBERÍA DESARROLLO DE SOFTWARE DE GESTIÓN DE LA PLATAFORMA VEHICULAR DE LA MUNICIPALIDAD

Verónica I. Pinheiro

Departamento de Gestión de Proyectos de Desarrollo y Transferencia a la Industria Pampeana

INTI, Paraje, C. Arroyo Seco S/N, Tandil, Bs. As., Argentina | vpinheiro@inti.gov.ar

1. PORTAL PLATAFORMA VIAL LOBERÍA

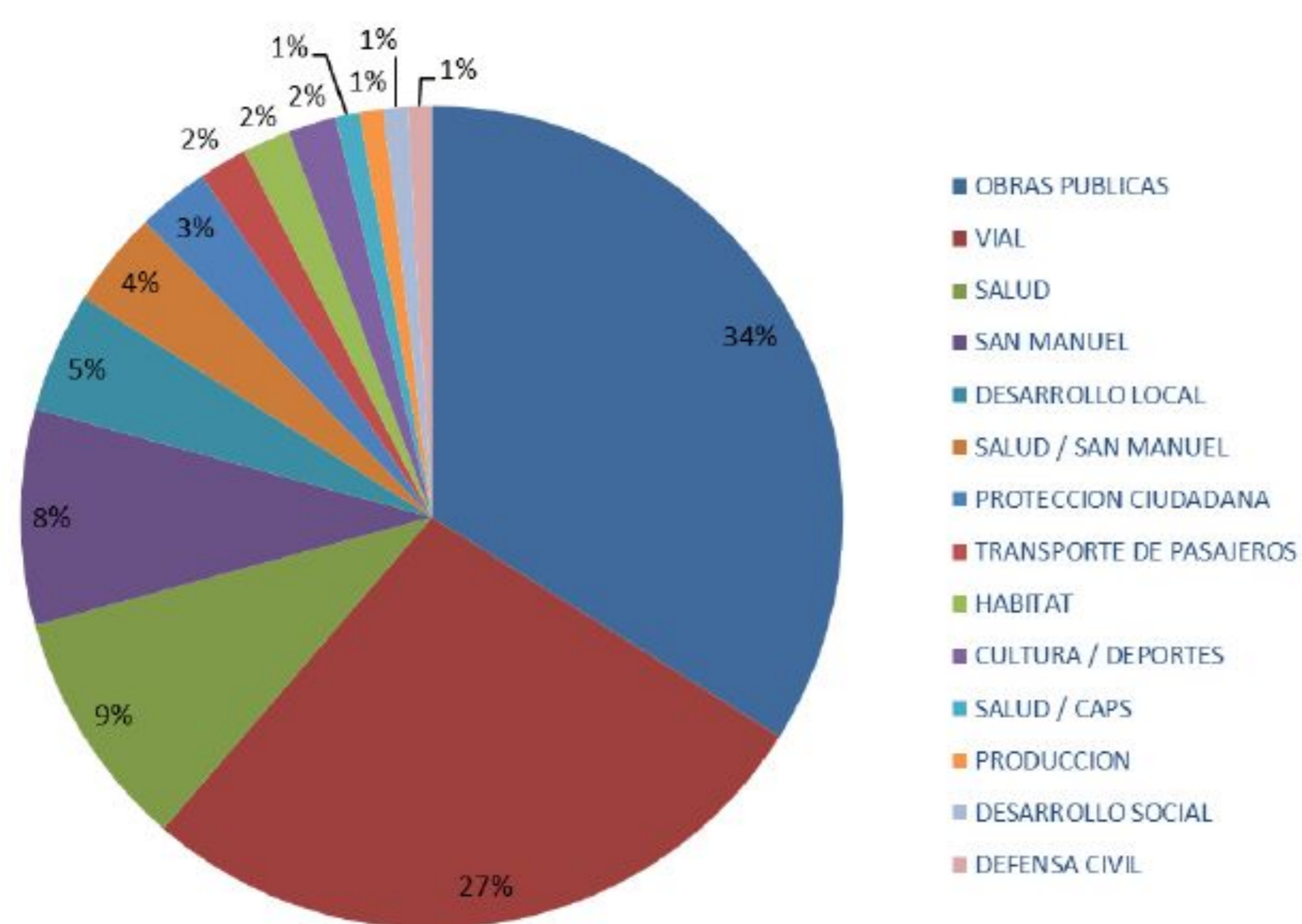
Mejorar el sistema de gestión de repuestos de los talleres de mantenimiento del municipio de Lobería, tanto en el interior como la relación con el exterior (secretarías del municipio), desarrollando un sistema de Gestión Integral de mantenimiento para el uso de vehículos y máquinas viales; formando y preparando al personal en conocimientos genuinos en gestión de mantenimiento, para que puedan migrar del trabajo actual al uso de un sistema de software.

Luego se desarrollará una plataforma digital accesible, interactiva y transparente que facilite el acceso a la información interna del Galpón Vial como externa a otras Secretarías de la Municipalidad, generando ordenes de trabajo en todos los sectores que utilizan vehículos.

2. Situación Inicial del Proyecto

Se partió de un informe realizado durante los meses primeros meses del año 2025, que se detalla el estado de la flota vehicular del municipio de 107 vehículos entre camiones, buses, autos, camionetas, ambulancias y maquinas viales. Ese relevamiento fue suministro para poder obtener una mejor evaluación para la toma de decisiones.

Las áreas del municipio involucradas son: Cultura / Deportes, Defensa Civil, Desarrollo Local, Desarrollo Social, Hábitat, Obras Públicas, Protección Ciudadana, Salud, San Manuel, Transporte de pasajeros y Vial.



▪ Porcentaje de distribución de vehículos por áreas

4. Resultados alcanzados hasta momento.

Con los resultados obtenidos se propondrá el desarrollo de un sistema de Gestión Integral de Mantenimiento para el uso de vehículos y máquinas viales para todos los sectores involucrados. El software de gestión será una herramienta que ayude a organizarse entre las distintas áreas, guíe y controle la labor diaria y analice, interprete y gestione datos de los vehículos de todas las áreas involucradas del municipio. El objetivo es el seguimiento de la comunicación para tener un sector organizado tanto en el trabajo general y de los gastos que involucran a el transporte e implementar una estrategia para la eficiencia productiva de las diferentes flotas que componen al funcionamiento del área vial que es traccionado como recurso para la gran mayoría de las secretarías que componen al municipio.



▪ Áreas que componen al galpón vial

Dentro de las conclusiones que fueron facilitadas para el diagnóstico, tomamos conocimiento que del total de vehículos (ya mencionado) solo el 13% posee una antigüedad menor a 5 años, que el 44% la antigüedad ronda entre 5 y 20 años y el restante supera los 20 años.

Otro dato importante fue que nada se encontraba documentado en un sistema operativo, todo era manual y en carpetas con hojas completadas a mano. Cada área lo manejaba a su manera sin seguir una metodología común, solo el área administrativa que es la que volcaba la información en un Excel.

3. Herramientas y métodos utilizados

De forma presencial en modalidad taller, se desarrolló la actividad siguiendo los siguientes ejes:

- 1- Relevamiento de la situación actual del área y sus condiciones de trabajo. Implica tipo de uso de registros actuales, condiciones de los talleres, tareas que realizan, y todo lo que involucre al buen funcionamiento diario.
- 2- Taller de fortalecimiento y construcción estratégica con los actores. Se analizaron las necesidades (propias y del municipio); Análisis de la demanda (clientes); ¿dónde estamos hoy?, ¿dónde queremos estar mañana? También se analizó todo lo que se encuentra por dentro y lo que involucra al afuera en el trabajo diario.
- 3- Aplicabilidad (el cómo). ¿en qué dirección/es debemos orientar nuestros esfuerzos? Planteo y desarrollo del sistema de Gestión Integral.
- 4- Resumen con problemáticas de los distintos sectores, sumado a las conclusiones de la actividad, con la propuesta de valor generada por los participantes para presentar al Municipio de Lobería.

También ayudará a la gestión del control de flotas, ya que es una tarea que requiere diversos recursos y establece una desconfiguración en la comunicación de los diferentes sectores del área vial, como de los sectores involucrados de otras áreas del municipio, tanto de materiales como de recursos humanos. Si bien se utilizan métodos de supervisión manuales, ahora es necesario utilizar sistemas que permitan automatizar los procesos y la comunicación.

Niveles de gestión para tener en cuenta para el desarrollo del software:

- Gestión de flota vehicular
- Gestión de recursos y suministro
- Gestión de mantenimiento predictivo (anticiparse a los eventos antes que sucedan, evitando pérdidas).

DIGITALIZACIÓN DE LA CLÍNICA DE ALIMENTOS PARA EMPRENDEDORES

L. Landoni, M. Sanchez, S. Pepe

Subgerencia Operativa de Alimentos.

INTI, Av. Gral. Paz 5445, San Martín, Bs. As., Argentina | llandoni@inti.gov.ar

1. Resumen del caso

La Clínica de Alimentos es un programa estratégico del INTI que busca fortalecer a elaboradores mediante una evaluación técnica integral de sus productos y un acompañamiento personalizado. Originalmente, se enfocaba en brindar una devolución sobre la calidad sensorial del producto y la información contenida en sus etiquetas conforme a lo establecido por el Código Alimentario Argentino (CAA). Sin embargo, en su última edición se propuso ir más allá: avanzar hacia la formalización técnica y regulatoria del alimento, con el objetivo de que cada emprendedor pueda disponer de toda la información requerida para inscribir su producto ante una autoridad sanitaria competente. Para ello, en esta nueva etapa, la Clínica incorporó un enfoque basado en herramientas digitales y de ciencia de datos, orientado a estandarizar la información, automatizar cálculos y agilizar la devolución técnica. Se desarrolló una base de datos propia y un sistema automatizado que permite calcular de manera precisa el valor nutricional de los productos. En paralelo, se aplicaron técnicas de procesamiento de lenguaje natural (NLP) para analizar las descripciones de procesos productivos y los ingredientes declarados y se entrenó un modelo de reconocimiento de imágenes (ajustado con fotos reales de productos de la Clínica) y un agente de IA para asistencia en la definición del marco regulatorio. El propósito general del trabajo fue integrar el expertise del equipo con herramientas digitales reproducibles, para lograr una devolución más completa, rápida y técnicamente fundamentada a cada emprendedor asistido.

2. Situación inicial

En sus primeras ediciones, la Clínica brindaba una devolución sensorial y del rotulado de los productos enviados por los emprendedores. Sin embargo, esta respuesta presentaba limitaciones: los datos obtenidos a través de formularios donde se les solicitaba información a los participantes eran heterogéneos y poco



▪ (Derecha) Detalle de algunos de los productos presentados en la Edición 2025 por (Izquierda) el equipo de evaluadores técnicos de INTI.

4. Resultados alcanzados

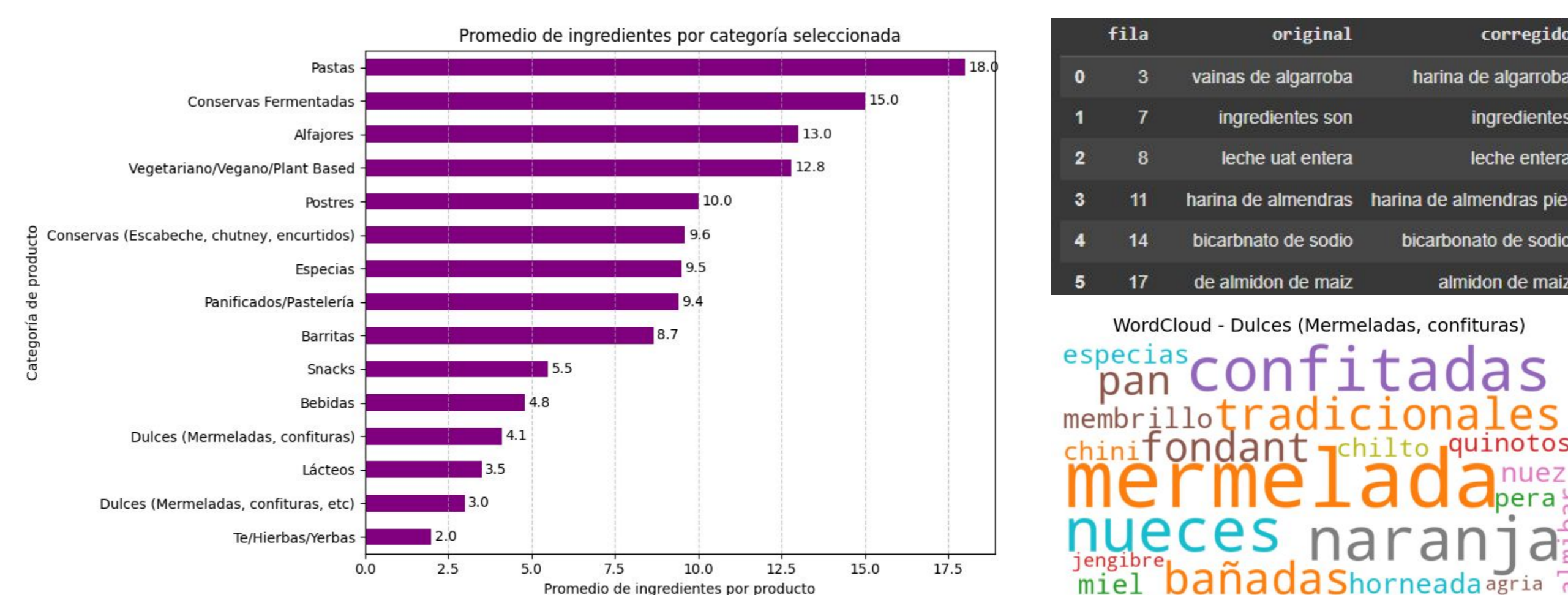
El trabajo permitió consolidar una metodología integral de análisis técnico y regulatorio, sustentada en herramientas digitales reproducibles. Gracias a la automatización de cálculos y la estructuración de la información, se redujeron los tiempos de procesamiento y se mejoró la consistencia de los informes técnicos.

Al final de esta edición, cada emprendedor recibirá una devolución detallada sobre sus productos y procesos productivos, que le permitirá conocer tanto el grado de adecuación que tienen sus alimentos respecto de referencias similares en el mercado, así como también tener la documentación lista para poder registrar los mismos frente a la autoridad sanitaria competente.

comparables, los cálculos nutricionales se realizaban manualmente, y no existía un esquema validado para definir denominaciones, categorías y porciones reglamentarias. Ante esta situación, el equipo redefinió el enfoque del programa, incorporando un modelo de trabajo basado en datos estructurados, automatización y trazabilidad técnica, para transformar la devolución tradicional en un proceso de formalización completo.

3. Herramientas o métodos utilizados

Para alcanzar estos objetivos, se implementó un conjunto de herramientas y métodos que integran tecnología de alimentos con ciencia de datos y la inteligencia artificial. En primer lugar, se realizaron entrevistas individuales con los emprendedores (“Consultorio de Alimentos”), donde se pudo obtener información detallada sobre los ingredientes que utilizan, así como también los rendimientos de sus procesos productivos. En paralelo, se construyó una base de datos propia, elaborada a partir de fuentes nacionales (Tablas SARA 2) e internacionales (USDA) y de referencias bibliográficas y comerciales específicas, empleada como soporte para un sistema de cálculo automatizado que permite estimar la composición nutricional teórica de los productos declarados por los emprendedores. Complementariamente, a través de NLP, se procesó la información contenida en formularios y entrevistas, pudiendo identificar términos asociados a las categorías de productos elaborados, frecuencia y tipo de ingredientes utilizados y operaciones unitarias clave.



▪ Ejemplos de gráficos obtenidos a partir del análisis mediante NLP.

En paralelo, se trabajó en un modelo de reconocimiento automático de imágenes orientado a la categorización de productos, utilizando como punto de partida una base pública de fotografías de alimentos (Food-101), que luego se ajustó con imágenes reales de los productos evaluados en el INTI. Este entrenamiento permitió clasificar correctamente fotografías de prueba obtenidas de la web, validando el desempeño del modelo en categorías de alimentos representativas de los elaborados en el marco de la Clínica. Finalmente, se desarrolló un agente de inteligencia artificial regulatorio, diseñado para identificar los artículos pertinentes del Código Alimentario Argentino (CAA) asociados a los productos evaluados, definir su denominación de venta, verificar el cumplimiento de parámetros específicos, y detectar ingredientes, aditivos permitidos y posibles alérgenos.

Durante la Edición 2025 del Programa se asistieron a más de 45 emprendedores y se evaluaron cerca de 100 productos, consolidando una base de conocimiento que integra información técnica, nutricional y regulatoria. Además, se establecieron las bases para futuras innovaciones, pensando a futuro en el desarrollo de una aplicación móvil que permita a los emprendedores cargar sus recetas o fórmulas de manera directa, obteniendo una devolución inmediata sobre el perfil nutricional de sus productos, así como también automatizar la recolección de información contenida en etiquetas mediante Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR).

DESARROLLO DE PROTOTIPO IoT PARA SEGUIMIENTO DE PROCESOS EN MAQUINAS DE INDUSTRIA ALIMENTARIA

G. Saez de Arregui y M. Re

INTI Litoral Centro Rosario

INTI, Esmeralda y Ocampo, Rosario, Santa Fe, Argentina | gsaez@inti.gov.ar

1. Resumen del caso

La firma rosarina Blotta Tecnología Alimentaria fabrica máquinas para la producción de farináceos; concretamente enfocados en la elaboración de discos de empanadas y empanadas terminadas.

Los procesos en este campo poseen condiciones estrictas para poder garantizar la calidad de los productos lo que requiere tener bajo control en tiempo real un conjunto de variables a lo largo del tiempo y en la continuidad de todo el proceso productivo. Para garantizar esta condición, desde el INTI hemos diseñado y desarrollado prototipos conjuntamente con el departamento de ingeniería de la empresa soluciones IoT que están sobre estas variables monitoreando en tiempo real que las mismas se encuentren en los rangos admisibles en todo momento.

2. Situación inicial

Los equipos de Blotta están en el mercado desde hace más de 30 años. La empresa destaca que uno de sus valores principales es la calidad de sus productos. Junto al servicio post venta es el factor principal por el que buscan diferenciarse de su competencia. Dentro del plan de innovación que poseen en el departamento de ingeniería detectaron posibilidades de incorporar tecnología para monitorear parámetros y determinar acciones tempranas tanto para corregir defectos, adelantarse a futuros inconvenientes y estabilizar de forma fehaciente los productos que sus máquinas elaboran para sus clientes.



▪ Máquinas para fabricación de alimentos Blotta

3. Herramientas o métodos utilizados

Por medio de selección de sensores adecuados y el uso de microcontroladores de 32 bits se diseñó un conjunto de soluciones IoT capaces de monitorear variables críticas que intervienen en el proceso de fabricación de alimentos. Conocer en tiempo real la evolución de estas condiciones, asegura la calidad y estabilidad de los productos a lo largo del tiempo, garantizando el proceso y si alguna anomalía

4. Resultados alcanzados

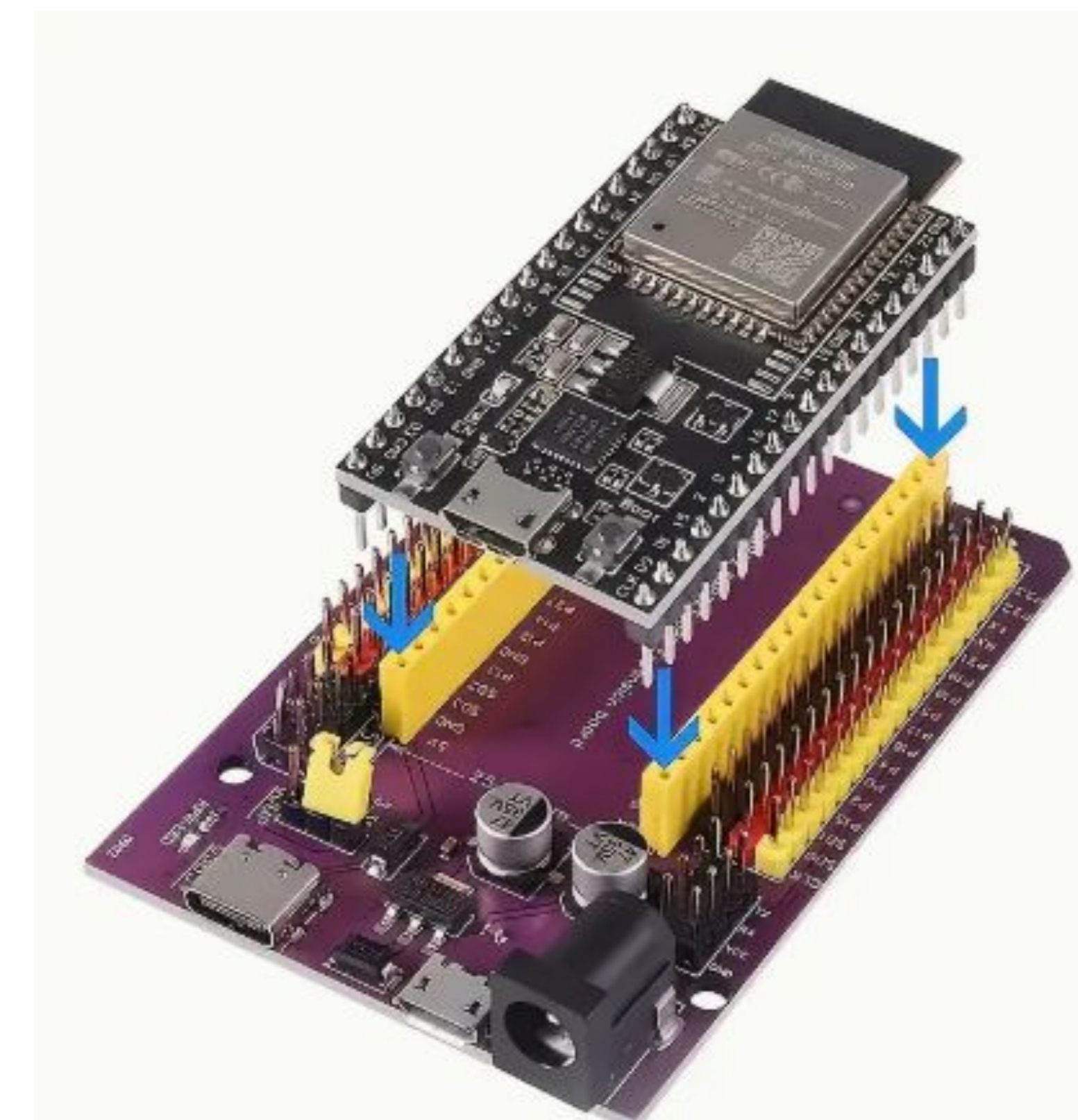
Se pudo desarrollar una solución IoT robusta para sumar valor a máquinas de la industria alimentaria, esto permitió contar con un dispositivo fiable que permite vigilar variables de procesos que son críticas a lo largo del tiempo, brindando mayor confianza y garantizando la estandarización de la fabricación de alimentos.

sucede se generan los alertas necesarios; incluso, antes de estos desvíos se advierte la tendencia para accionar antes de que sea tarde. Esta solución refuerza las fortalezas con las que ya cuentan los equipos y suman un plus tecnológico inédito.



▪ Máquinas para fabricación de alimentos Blotta

El prototipo diseñado trabaja de forma autónoma, decidiendo de forma inteligente si es necesario tomar alguna acción. En caso de que un desvío ocurra, el sistema se comunica con el PLC que controla la máquina anunciando la novedad, siendo el PLC quien toma la decisión final conforme a su programa de acción. Esto puede originar solo un reporte en la pantalla HMI para conocimiento del operador, hasta decidir para la máquina y detener la producción hasta que la anomalía no sea resuelta.



▪ Esp32 + shield de conexiones

Como núcleo de esta solución se utilizó un microcontrolador ESP32 de la firma Espressif y se conectan sensores digitales específicos más un módulo interfaz MODBUS para la comunicación con el PLC.

5. Perspectivas futuras

Estos desarrollos, que fueron iniciales, tienen mucho potencial de crecimiento, no sólo interviniendo en nuevas variables y factores, tomando un gran número de muestras. A futuro puede construirse información a partir de ellas, que puede permitir tomar mejores decisiones en el proceso, incluso inferir nuevas condiciones y mejoras para las máquinas.

ASISTENCIA TÉCNICA 4.0 CON EL APOYO DEL PROGRAMA TECNO INDUSTRIA DE SANTA FE Y LA MUNICIPALIDAD DE ROSARIO

G. Saez de Arregui ⁽¹⁾, A. Vigna⁽²⁾, J. Tineo ⁽³⁾ J. L. Ottaviani ⁽⁴⁾

(1) INTI Litoral Centro Rosario, (2) Dirección Técnica Transformación Digital (PTM), (3) INTI La Rioja, (4) Municipalidad de Rosario

INTI, Esmeralda y Ocampo, Rosario, Santa Fe, Argentina | gsaez@inti.gov.ar

1. Resumen del caso

La transformación digital dentro del marco de los nuevos desafíos propuestos por la 4^o revolución industrial ofrecen un conjunto de soluciones para alcanzar los objetivos cada vez más exigentes de una demanda en ebullición. Conocer el nivel de madurez junto con el detalle de oportunidades que posee una organización es el primer paso para comenzar a transitar un camino que asegure la permanencia en un mercado cada vez más tecnificado, complejo y competitivo.

En el INTI contamos con una batería de propuestas para acompañar a las pymes a transitar estos desafíos; iniciando con diagnósticos que nos permiten diseñar acciones de fortalecimiento, programas de capacitaciones específicas, diseño y construcción de prototipos, y asistencia técnica de extremo a extremo. En este caso, junto a la Municipalidad de Rosario y la Provincia de Santa Fe, se llevaron a cabo estudios de diagnóstico 4.0 en empresas rosarinas.



• Convirtiendo datos en decisiones

 **Santa Fe**
PROVINCIA | **Ministerio de
Desarrollo Productivo**

TECNOINDUSTRIA 4.0 + IA

2. Situación inicial

La Municipalidad de Rosario, por medio de la Secretaría de Desarrollo Económico y Empleo, ha implementado un programa de transformación digital para asistir a pymes instaladas en la ciudad. Desde el INTI colaboramos en la citada actividad dictando capacitaciones y complementando con servicios propios a los brindados por el municipio.

Este Programa de Transformación Digital Pyme, se desarrolla con el apoyo y asistencia técnica de estudiantes y docentes de las Facultades de Cs. Exactas, Ingeniería y Agrimensura, y de Cs. Económicas y Estadísticas de la Universidad Nacional de Rosario. Los y las estudiantes avanzados realizan una Práctica Profesional Supervisada (PPS) en las empresas interesadas, diseñando un plan de transformación digital, basado en planificación estratégica que incluye definición, cuantificación y priorización de oportunidades de digitalización personalizadas. La conclusión de este plan, sirve de base para la implementación con el financiamiento de “Tecnoindustria 4.0” y con la asistencia técnica de INTI.

4. Resultados alcanzados

Se logró con creces realizar diagnósticos de madurez digital por parte del INTI en un conjunto “piloto” de empresas preseleccionadas por el Municipio de Rosario integrantes de su programa de transformación digital local; financiando las actividades por medio del programa provincial tecnoindustria 4.0.

Las empresas participantes han recibido la asistencia técnica y capacitación específica sobre esta temática contando con un informe final que marca un hito para desarrollo futuro en cada una de ellas.

3. Herramientas o métodos utilizados

Para esta primer proyecto el Municipio de Rosario pre seleccionó un conjunto de empresas que participan de su programa de transformación digital y desde el INTI realizamos la selección final de un número reducido de las mismas para llevar adelante una fase de diagnóstico 4.0. Desde INTI contamos con herramientas propias para estas tareas.

Como mecanismo de financiamiento de las actividades se utilizó la propuesta de la provincia de Santa Fe “Tecnoindustria 4.0”, trabajando en conjunto Municipalidad, Provincia y Nación para sumar valor a las industrias locales. Para llevar adelante la tarea de diagnóstico INTI conformó un equipo interdisciplinario formado por integrantes de la Red Federal INTI 4.0 y se establecieron las agendas con cada una de las empresas seleccionadas.

La herramienta para diagnóstico de madurez 4.0 del INTI contempla visitas a planta, reuniones con los diferentes sectores de la empresa, utilizando un conjunto de guías que organizan las tareas. Luego de varias intervenciones virtuales y presenciales y del trabajo en equipo por parte de los miembros del INTI se elaboró un completo informe que determina el nivel de madurez digital de la empresa, detectando oportunidades de mejora y destacando potencialidades detectadas, las que podrán ser abordadas como instancia posterior a este trabajo. El informe fue presentado en una reunión con cada empresa. Finalmente como actividad de cierre del programa, INTI desarrolló una charla técnica cerrada para el grupo de empresas de este programa sobre oportunidades de la transformación digital en la industria y sus aplicaciones.

5. Perspectivas futuras

Esta primera experiencia permitió refinar y testear la herramienta de diagnóstico de madurez digital del INTI así como ganar experiencia grupal dentro de la red federal 4.0.

La integración tanto con la Municipalidad de Rosario y la provincia de Santa Fe fue muy positiva, lo que promueve a futuro continuar con este tipo de prácticas con el objeto de seguir apoyando a la industria local sumando valor en este nuevo mundo de la industria conectada.

DESARROLLO DE PROTOTIPO IoT PARA MONITOREO Y ALARMA TEMPRANA PARA SISTEMAS DE FRÍO EN INDUSTRIA ALIMENTARIA

G. Saez de Arregui y A. Zuchiatti

INTI Litoral Centro Rosario

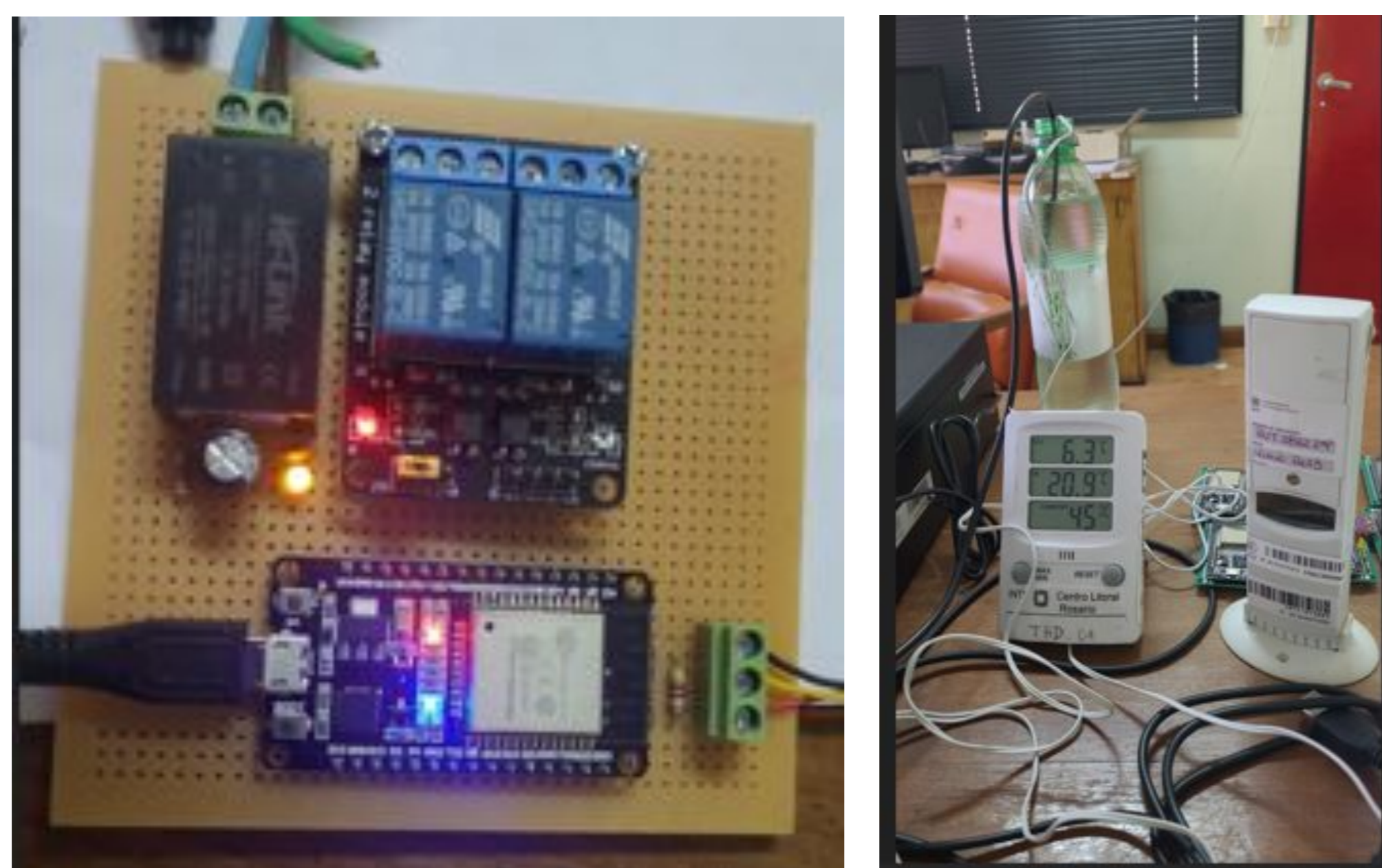
INTI, Esmeralda y Ocampo, Rosario, Santa Fe, Argentina | gsaez@inti.gov.ar

1. Resumen del caso

La industria alimentaria en más de una ocasión requiere condiciones de frío para mantener la inocuidad de los insumos y productos. En este caso, una fábrica de productos chacinados y derivados cárnicos posee una batería de cámaras de frío las que almacenan tanto materias primas como productos elaborados y semielaborados. El cuidado y monitoreo de la temperatura es crítico en esta industria. Debido a esto, en función de requisitos específicos definidos por la empresa y sujeto a normas y buenas prácticas de elaboración, se llevó adelante una investigación que derivó en el desarrollo de un equipo IoT con capacidades de monitorear en tiempo real la temperatura de una cámara y en caso de detectar un desfasaje de la temperatura, dentro del rango admisible y seguro, genera y envía alertas por telegram indicando la anomalía y la temperatura registrada; de forma de entregar un aviso temprano para poder actuar de forma rápida.

2. Situación inicial

Una empresa instalada en el centro de la provincia de Santa Fe, dedicada a la elaboración de chacinados y derivados cárnicos, sufrió en el transcurso de un fin de semana una falla en uno de los sistemas de frío de la cámara A, que ocasionó una importante pérdida de insumos. Motivados por este inconveniente se propuso desde INTI diseñar y construir un prototipo que pueda generar una alerta temprana de estas anomalías, dando aviso para que se pueda actuar de forma rápida, antes que la cadena de frío pueda sufrir algún desvío.



• Derecha: Placa prototipo - Izquierda: Termómetros calibrados.

3. Herramientas o métodos utilizados

Se relevaron las necesidades y rangos de temperatura en los que la cámara opera y se diseñó una solución basada en hardware y software con capacidades de monitorear el normal desempeño de los equipos. Se construyó un prototipo que se trasladó a la empresa para su instalación, ajuste y prueba. Se empleó un

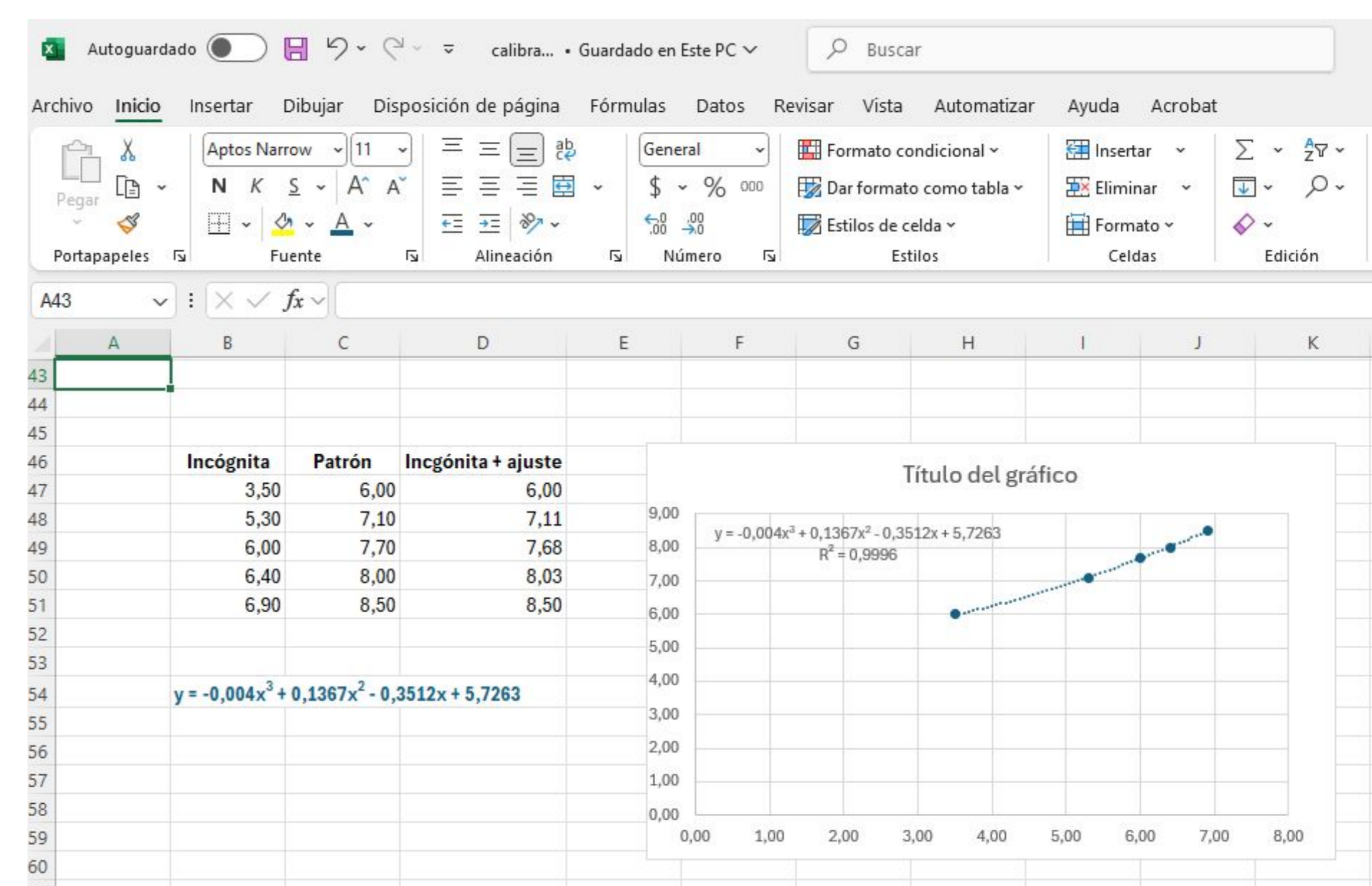
4. Resultados alcanzados

Se logró diseñar una solución IoT robusta con insumos y materiales de bajo costo, que cumple con el requisito principal de la empresa, constituyendo un sistema complementario que refuerza la seguridad y reduce el riesgo de pérdidas de insumos asegurando la cadena de frío.

5. Perspectivas futuras

Desde el INTI consideramos que la solución prototipo es factible de ampliarse y abarcar el resto de cámaras de frío que posee la empresa, asegurando de esta forma no solo la cadena de frío de todos los insumos, sino que también a los productos terminados y semielaborados. Es factible incrementar también la variedad de variables monitoreadas, incluso extender las mismas a las líneas eléctricas que brindan suministro a la planta y en particular a las cámaras, para poder brindar mayor información en caso de anomalías.

módulo microcontrolador esp32 como núcleo de la solución y un termómetro digital DS18B20 WF como elemento sensor, se desarrolló una placa experimental la que se completó con una fuente de alimentación capaz de entregar un suministro continuo y seguro de energía para el circuito y un módulo de salida a relé para activar una alarma local luminosa.



• Determinación de polinomio de ajuste por interpolación.

Si bien el equipo no fue calibrado para las cursar las pruebas iniciales, se llevaron adelante ensayos de comparación de mediciones de temperatura en el rango de trabajo de la cámara de frío empleando para esta tarea termómetros calibrados propiedad del INTI. En la imagen se observa la determinación de un polinomio de grado dos para ajustar las mediciones, en la última columna se encuentran los valores ajustados con dicha ecuación, lo que muestra una mejora en la estimación de la temperatura en referencia a los instrumentos calibrados.



• Operación desde Telegram.

Se observa en la imagen un fragmento de la operación del sistema desde la aplicación de mensajería Telegram. Desde esta app se puede activar o desactivar el sistema, solicitar una medición de temperatura instantánea, recibir las alarmas y alertas definidas entre otros servicios.

DESARROLLO DE APLICACIÓN EN APPSHEET PARA GESTIÓN Y SEGUIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN EN ASERRADEROS

S. Abdelhamid⁽¹⁾, A. M. Alaluf⁽²⁾, S. Claret⁽²⁾, L. L. Owczarczyn⁽²⁾

(1) Departamento de Monitoreo y Control de Procesos Industriales – Gerencia Operativa Región NOA, (2) Departamento de Mejora de la productividad Centro – Gerencia Operativa Región Centro

INTI Entre Ríos, Ruta Nac. N°14 Km 124, Parque Industrial, Concepción del Uruguay, Entre Ríos, Argentina | aalaluf@inti.gov.ar; sclaret@inti.gov.ar

1. Resumen del Caso

El proyecto consistió en el desarrollo de una aplicación en AppSheet, basada en una planilla Excel previamente diseñada por el equipo del departamento de Procesos Industriales del INTI NEA para el cálculo de los KPI del sector aserradero. Anteriormente, la recopilación y procesamiento de los datos se realizaba de forma manual en Excel, lo que generaba demoras, baja confiabilidad y disponibilidad tardía de los indicadores, dificultando la toma de decisiones.

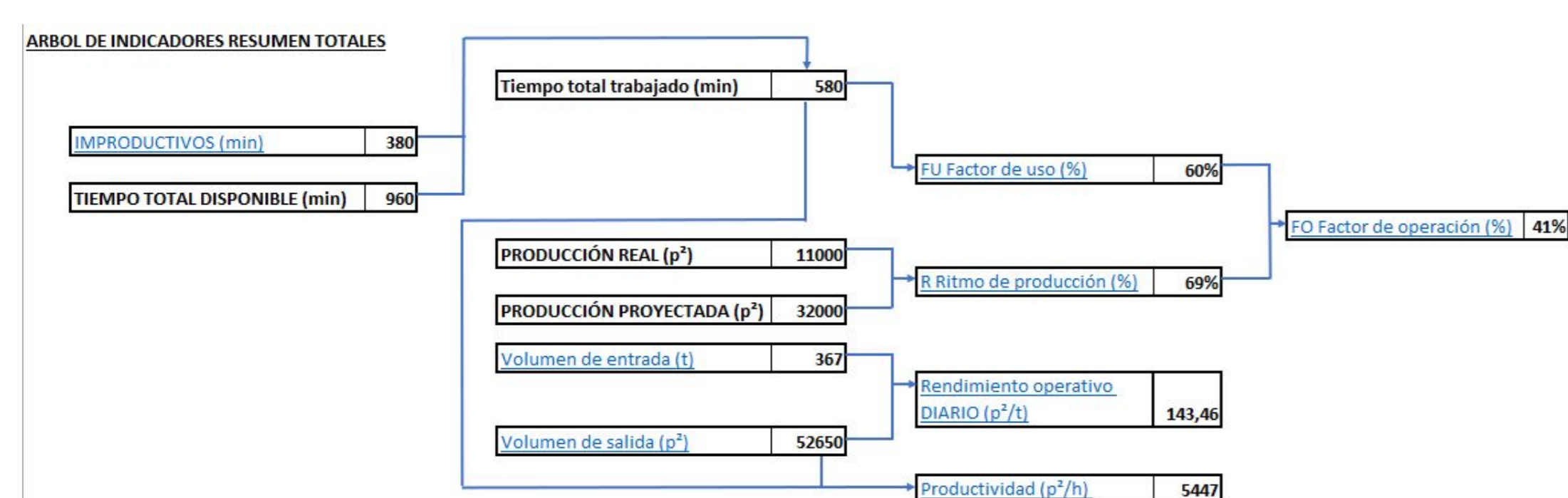
La aplicación permite la carga de datos de producción y paradas de máquina en tiempo real, directamente desde la planta, a través de dispositivos móviles o computadoras. Al almacenar la información en la nube, se garantiza el acceso inmediato a los datos actualizados, mejorando la precisión y agilidad del proceso. Además, la aplicación está integrada con un tablero de Looker Studio, donde se visualizan los KPI, gráficos y estadísticas de manera dinámica.

2. Situación Inicial

El desarrollo de la aplicación se basó en un trabajo previo del equipo de Procesos Industriales del INTI NEA, en el que se definieron los KPI del sector aserradero y se confeccionó una planilla **Excel** estandarizada para relevamiento de datos de producción y tiempos de parada de máquinas.

Dicha planilla era administrada por una persona encargada de relevar los datos a nivel de planta, cargarlos en el documento, procesar la información y reestructurarla para presentarla a la gerencia.

Al utilizar Excel se pueden generar errores de carga, además de tener que recorrer diversas solapas para ir suministrando información, no siendo práctico en la carga y visualización, y la interfaz de acceso a los KPI quizás podía ser poco amigable.



Árbol de indicadores totales

3. Herramientas y métodos utilizados

Basada en la planilla Excel anteriormente comentada, se desarrolló una aplicación utilizando la plataforma App Sheet de Google.

Esta aplicación, al ser multiusuarios, permite la carga de los datos de producción en

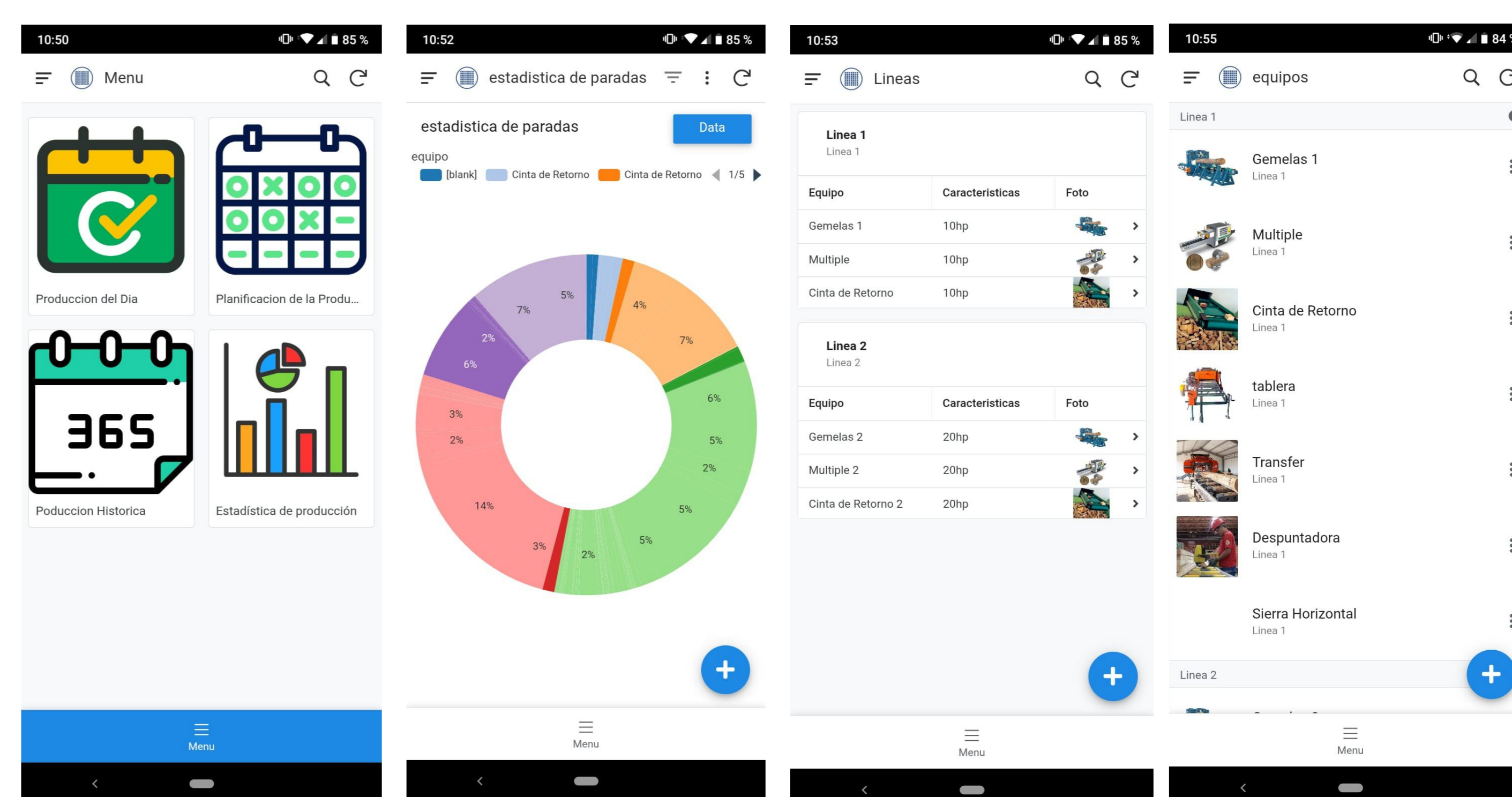
4. Resultados alcanzados

La implementación de la aplicación permitió optimizar significativamente el proceso de registro y análisis de datos de producción en el aserradero.

La digitalización del relevamiento eliminó la dependencia de planillas manuales y redujo los errores asociados a la carga y procesamiento de la información.

Gracias a la actualización en tiempo real, los responsables de planta y la gerencia pueden acceder de forma inmediata a los principales indicadores de desempeño (KPI), facilitando la toma de decisiones operativas y estratégicas.

el momento y lugar que se generan y al guardar los datos en la nube, permite el acceso a la información de producción en tiempo real, pudiendo visualizar el estado de la planta y disponer de los indicadores, gráficos y estadísticas actualizados en todo momento.



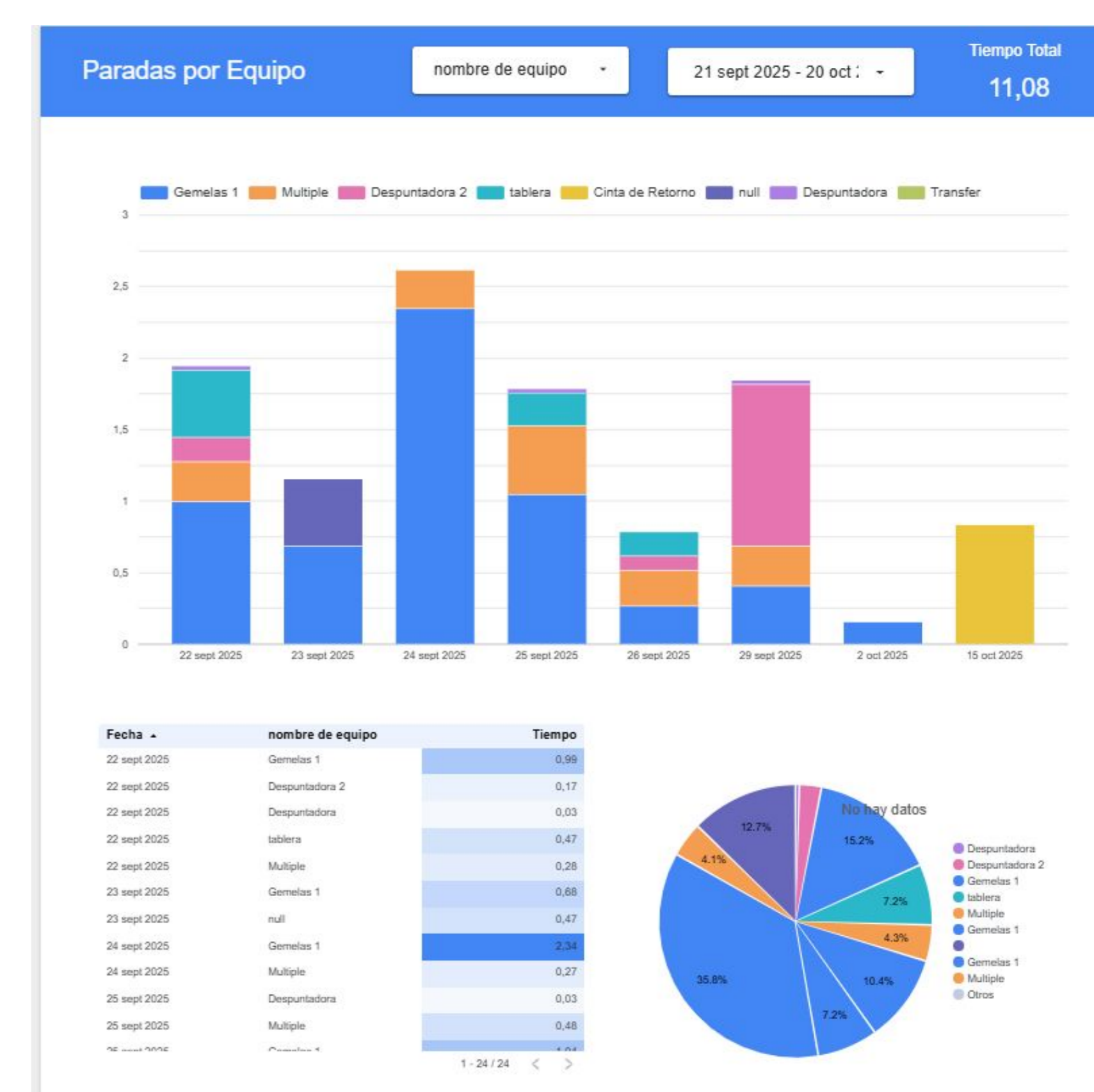
Interfaces de usuario en Aplicación para teléfonos móviles

La aplicación, basada en hojas de cálculo de Google, con interfaces de usuario amigables a través de PC o dispositivos móviles, permite la planificación de la producción a través de la carga de ordenes de trabajo por turno, la carga de datos de producción como el ingreso de material a cada línea del aserradero y la cantidad producida en cada línea.

Por otro lado también contempla la carga de paradas de máquina, especificando el tiempo de parada y las causas, permitiendo medir los tiempos improductivos y el factor de uso por máquina, por línea y del aserradero en general.

La aplicación también está vinculada a un tablero de Looker Studio, que permite visualizar los KPI's y estadísticas de manera gráfica y en tiempo real.

Se desarrolló la estructura de la aplicación, se realizó una prueba piloto en aserradero Hambis, de Pedernal, Entre Ríos, que permitió verificar la funcionalidad de la misma e implementar algunas mejoras.



Estadísticas de Paradas en LookerStudio

Asimismo, la aplicación permite identificar las causas y tiempos de parada de máquinas, posibilitando un seguimiento detallado de los factores de uso y la eficiencia por línea de producción.

La vinculación con el tablero de Looker Studio potenció el análisis visual de los datos, ofreciendo gráficos e informes automáticos que reflejan el estado del proceso productivo.

La prueba piloto realizada en el aserradero Hambis validó la funcionalidad del sistema y permitió introducir mejoras en la interfaz y la estructura de carga, consolidando una herramienta adaptable y escalable para futuros usos en otros establecimientos del sector.

TRANSFORMACIÓN A DIGITAL A BAJO COSTO DE GRAN IMPACTO EN PYMES TEXTILES

S. Abdelhamid⁽¹⁾, S. Cabrera Hid⁽¹⁾, J. Fioretti⁽¹⁾, A. Milanesio⁽²⁾, A. Vigna⁽³⁾

(1) Depto. de Monitoreo y Control de Procesos Industriales NOA, (2) Depto. de producción sustentable y agregado de Valor, (3) Depto. de Industria 4.0

INTI, Charcas 21, San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina | abdelhamid@inti.gov.ar

1. Resumen del Caso

La revolución digital ya no es patrimonio exclusivo de las grandes corporaciones. Este artículo documenta cómo "Enhebrando Metas", una PyME textil argentina, logró incorporar tecnologías de Industria 4.0 sin comprometer su viabilidad económica. Mediante la implementación de un sistema de gestión integral basado en herramientas accesibles de Google Workspace y la metodología KAIZEN, la empresa transformó radicalmente sus procesos productivos, dejando atrás las planillas físicas y el ingreso manual de datos.

La solución digital desarrollada permite que los trabajadores registren tiempos de producción directamente desde tablets o teléfonos móviles, eliminando tareas que no agregan valor y generando información precisa en tiempo real. Complementado con dashboards en Looker Studio que visualizan cuellos de botella y determinan la capacidad productiva por sector, este sistema demuestra que las pequeñas cooperativas y PyMEs pueden subirse al tren de la digitalización industrial con una inversión hasta 60% menor que las soluciones tradicionales del mercado.

2. Situación Inicial

"Enhebrando Metas" enfrenta una paradoja que conocen miles de PyMEs argentinas: necesitaba urgentemente modernizar su gestión productiva y transparentar el sistema de pagos a sus asociados, pero sus recursos económicos la mantenían al margen de las soluciones tecnológicas disponibles en el mercado. La empresa dependía de planillas físicas para registrar operaciones, un método que generaba inconsistencias en los datos, dificultaba el cálculo de productividad real y, en ocasiones, provocaba tensiones al momento de liquidar los pagos.



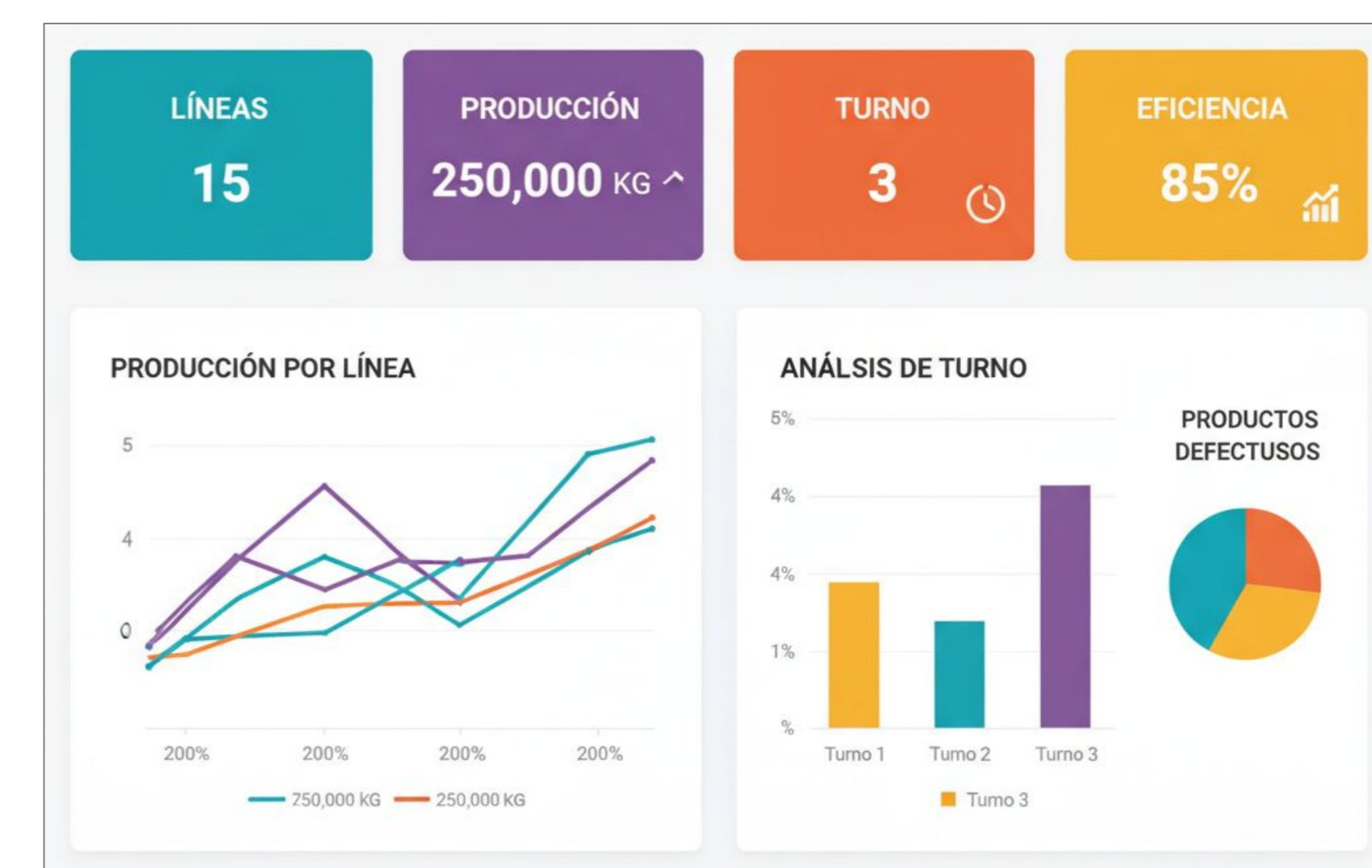
• Principales vistas de Gestión del Sistema

4. Resultados alcanzados

La implementación del sistema ERP generó impactos que van más allá de los números, aunque estos resultan igualmente contundentes:

- Democratización tecnológica real
- Ahorro Económicos en la plataforma y Implementación
- Eliminación de tareas que no agregan valor
- Medición en tiempo real
- Trazabilidad
- Identificación de oportunidades

Tras un diagnóstico inicial, el Departamento de Monitoreo y Control de Procesos Industriales del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) identificó una oportunidad: era posible implementar un sistema digital adaptado a la realidad económica de la PyME. El desafío consistía en medir con precisión los tiempos productivos sin añadir burocracia al proceso.



• Esquema conceptual de tablero de análisis de Datos en tiempo Real

3. Herramientas o métodos utilizados

Al evaluar soluciones ERP (Sistema de Planificación de Recursos Empresariales) disponibles en el mercado, la realidad golpeó con fuerza: los costos de implementación en más de un 50%. La respuesta llegó de un lugar inesperado: herramientas cotidianas transformadas en soluciones industriales. Google Workspace, específicamente AppSheet y Looker Studio, se convirtió en el caballo de batalla de esta transformación digital. AppSheet permitió desarrollar una aplicación móvil profesional que democratiza el acceso a la Industria 4.0, adaptándose con precisión a las necesidades específicas de la empresa. Por su parte, Looker Studio facilitó la creación de tableros de Business Intelligence que traducen datos operativos complejos en información visual y ejecutiva.

La verdadera innovación estuvo en llevar la tecnología al corazón del taller. Tablets y teléfonos móviles se convirtieron en herramientas de captura de datos en tiempo real, eliminando completamente el tedioso trabajo de carga manual y los errores que lo acompañan. Los operarios ahora escanean códigos QR para identificar órdenes de producción y registran sus avances con un simple toque en la pantalla, generando una visibilidad del proceso productivo que antes resultaba imposible. Los códigos QR funcionan como la huella digital de cada orden de producción, permitiendo rastrear su recorrido completo por sucursal, línea y turno.

El sistema integra siete módulos que cubren el ciclo completo de producción:

- Registro de tiempos de producción
- Gestión de stock
- Preparación de paquetes
- Confección
- Control de calidad
- Expedición: Gestión logística optimizada de productos terminados.
- Gestión de pagos a operarios

El caso de "Enhebrando Metas" demuestra que la transformación digital de pequeñas y medianas empresas del sector textil argentino no es una utopía, sino una realidad alcanzable. La combinación de dispositivos móviles accesibles con plataformas como AppSheet ha resultado ser la fórmula que rompe las barreras económicas y técnicas que tradicionalmente mantenían a las pequeñas industrias fuera de la revolución 4.0. Más allá de los resultados tangibles en esta empresa, la experiencia ha permitido al INTI desarrollar metodologías de implementación adaptadas a la realidad de las PyMEs argentinas. La combinación de conceptos de la filosofía KAIZEN (mejora continua) con herramientas digitales accesibles está creando un modelo replicable que puede transformar el panorama industrial del País.

TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA EN INDUSTRIA 4.0: ASISTENCIA TÉCNICA Y CAPACITACIÓN EN MANUFACTURA ADITIVA PARA LA CADENA DE SUMINISTRO TEXTIL

J. Tineo⁽¹⁾, J. E. Rodríguez⁽¹⁾ y E. A. Chocobar Leal⁽²⁾.

(1) Centro de Investigación y Desarrollo INTI La Rioja. Subgerencia Operativa Regional Cuyo, (2) Estudiante de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Nacional de La Rioja. Programa de Prácticas Profesionales Supervisadas en INTI.

INTI, 30 de Septiembre y Curapaligüe, La Rioja, Argentina | jtineo@inti.gov.ar

1. Resumen del caso

El Centro INTI La Rioja brindó un servicio de capacitación en Manufactura Aditiva (MA) a la empresa textil Lartex S.R.L., enfocado en la adopción de tecnologías de impresión y escaneo 3D. El objetivo principal fue fortalecer las capacidades internas del personal (operarios, técnicos y directivos) para el diseño y fabricación autónoma de piezas sustitutas destinadas a su maquinaria industrial. La metodología se centró en el dictado en planta de 12 horas de sesiones teóricas y prácticas orientadas a la resolución de problemas. El programa abarcó configuración, operación y mantenimiento de la impresora 3D y escáner 3D. Capacitación en fundamentos del diseño digital, incluyendo el uso de software CAD. El enfoque fue el desarrollo de piezas sustitutas y la optimización de procesos a partir del desarrollo de habilidades para identificar oportunidades de mejora e innovación dentro de la planta mediante la aplicación de tecnologías de manufactura aditiva. La capacitación fue valorada positivamente por el 100% de los participantes en la encuesta de satisfacción.

2. Situación inicial

La empresa Ritex, industria líder en Argentina del sector textil, con planta en La Rioja de más de 150.000 m² y 1000 empleados desde 1982, identificó una vulnerabilidad crítica asociada a la dependencia de proveedores externos para el suministro de repuestos especializados. Esta dependencia genera potenciales cuellos de botella logísticos y prolongados tiempos de inactividad de la maquinaria industrial. Para mitigar estos riesgos y optimizar su continuidad operativa, la organización adquirió hardware de fabricación aditiva, incluyendo una impresora 3D Creality K1 Max y un escáner 3D Creality CR. La situación inicial demandaba la creación de una unidad interna de digitalización y fabricación

aditiva. El desafío radicó en capacitar al personal de las áreas de producción, mantenimiento y sistemas para fortalecer sus capacidades internas, permitiéndoles diseñar y



▪ Sector hilandería de Ritex. (Fuente: web de la empresa)



▪ Impresora 3D Creality K1 Max



▪ Escáner 3D Creality CR



▪ Jornada de capacitación en fundamentos de Industria 4.0 y manufactura aditiva en la planta de la empresa.

fabricar piezas de repuesto a medida de forma autónoma, minimizando así los tiempos muertos y prolongando la vida útil de los equipos.

3. Herramientas o métodos utilizados

Se implementó un programa de capacitación y asistencia técnica de 12 horas cronológicas, estructurado en 4 jornadas presenciales de 3 horas cada una, dictadas en la sala de formación de la empresa. La metodología empleó un enfoque mixto (híbrido), combinando sesiones teóricas expositivas con actividades prácticas intensivas, orientado a la resolución de problemas. Los contenidos abarcan:

1. Conceptos fundamentales de Industria 4.0 y Manufactura Aditiva.
2. Capacitación técnica en la configuración, operación y mantenimiento de la impresora 3D (Creality K1 Max) y el escáner 3D (Creality CR).
3. Principios de diseño digital y uso de software CAD para la creación y modificación de modelos 3D.
4. Aplicaciones de MA en la industria textil, enfocadas en la creación de piezas sustitutas.
5. Metodología de Cálculo del Costo de Fabricación en FDM.

Finalmente, se utilizó una encuesta de satisfacción para la evaluación de la efectividad del programa.



▪ Configuración y puesta a punto de los dispositivos de fabricación aditiva

4. Resultados alcanzados

Los resultados de la intervención validan la **iniciativa estratégica de Ritex** para la adopción de tecnologías de Industria 4.0. La adquisición de equipos previa a la formación demuestra **liderazgo y una cultura innovadora emergente**, viendo la tecnología no como un fin, sino como un medio para alcanzar objetivos estratégicos. La capacitación funcionó como el catalizador que permitió consolidar la **creación de una unidad interna de digitalización y fabricación aditiva**. Esta adopción tecnológica está directamente alineada con la **optimización de la cadena de suministro**, ya que habilita la fabricación autónoma de piezas de repuesto. Esto reduce drásticamente la **dependencia de proveedores externos y los tiempos asociados a la importación o logística de componentes**.

Consecuentemente, se impacta de forma positiva en la **mejora de la productividad, al minimizar los tiempos de inactividad de la maquinaria (paradas de línea) y optimizar el mantenimiento de los equipos**. La receptividad del personal fue excepcional, validando la iniciativa: el 100% de los encuestados mostró satisfacción (66.7% "Muy satisfecho"). El contenido fue valorado como "Muy útil" o "Útil" por el 100%, destacando "La digitalización de objetos" (44.4%) y "La impresión 3D" (33.3%). El personal no solo adquirió las competencias técnicas necesarias, sino que **demonstró alineación con la nueva capacidad tecnológica de la empresa**. Se destaca la **participación en la planificación y asistencia del becario INTI y el estudiante en prácticas profesionalizantes** de la Universidad Nacional de La Rioja en el programa.

ESTUDIO DE LÍNEA DE BASE: ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍAS 4.0 EN INDUSTRIAS RIOJANAS

J. Tineo⁽¹⁾, J. E. Rodríguez⁽¹⁾, A. D. Breppe⁽²⁾, A. Pereyra⁽²⁾ y T. Sanchez Cohen⁽²⁾.

(1) Centro de Investigación y Desarrollo INTI La Rioja. Subgerencia Operativa Regional Cuyo, (2) Estudiante de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Nacional de La Rioja. Programa de Prácticas Profesionales Supervisadas en INTI.

INTI, 30 de Septiembre y Curpaligüe, La Rioja, Argentina | jtineo@inti.gob.ar

1. Resumen del caso

El presente póster resume el estudio de línea de base realizado por el Centro INTI La Rioja para evaluar el estado de la implementación de Tecnologías Digitales (TD) e Industria 4.0 en empresas de la provincia de La Rioja. Se encuestaron 12 empresas de sectores clave como Textil, Energía, Agroindustria y Muebles. El objetivo principal fue diagnosticar la situación actual de incorporación tecnológica y las capacidades digitales, sirviendo como punto de referencia para medir el impacto de futuras intervenciones. Se confirmó un alto reconocimiento de la importancia de la TD para el desarrollo de negocios, revelando una amplia gama de impactos positivos. La mayoría de las empresas ha introducido al menos una tecnología 4.0, principalmente en Producción y Gestión Económica.

2. Situación inicial

El estudio de línea de base se ejecutó en el marco del Proyecto "Desarrollo de capacidades de servicios e I+D+i de tecnologías digitales 4.0 para la industria de La Rioja". Dicho proyecto fue ejecutado por el **Instituto Nacional de Tecnología Industrial - INTI - (Sede Centro INTI La Rioja)**, en vinculación estratégica con la **Unión de Industrias Riojanas**, el **ex Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Nación**, el **Gobierno Provincial** y las **universidades públicas locales**. Ante la **carencia de una investigación previa** sobre la **madurez digital en el sector productivo y servicios** de la provincia, el objetivo central fue **obtener un diagnóstico preciso del estado de las industrias** y empresas de servicios riojanas respecto a la **adopción de tecnologías digitales y de la Industria 4.0**. Este análisis buscó proporcionar información sobre adopción tecnológica, áreas o funciones prioritarias y barreras que enfrenta el sector industrial riojano en su camino hacia la transformación digital.



Diagrama 1: Estructura etapas y contenidos de la Encuesta

4. Resultados alcanzados

Las empresas riojanas que han iniciado su proceso de digitalización reconocen la importancia de la Transformación Digital y han introducido al menos una tecnología 4.0. El foco de implementación se da principalmente en dos grandes áreas: **Producción y Manufactura, y Gestión Económica**. Según el estudio, los habilitadores 4.0 más utilizados son los **Sistemas Integrados, Computación en la Nube, IoT y Big Data**. Las implementaciones se enfocan en la **automatización, el control de calidad en tiempo real y el mantenimiento predictivo**. El 82% de las empresas tiene planes concretos para implementar herramientas 4.0 en el futuro cercano. Las **tecnologías futuras incluyen Big Data, IoT y Cloud como prioridad**. Sin embargo, el proceso se demora por la falta de **acceso a financiamiento, la escasez de personal calificado y la resistencia interna al cambio**.



Gráfico 1: Sectores industriales

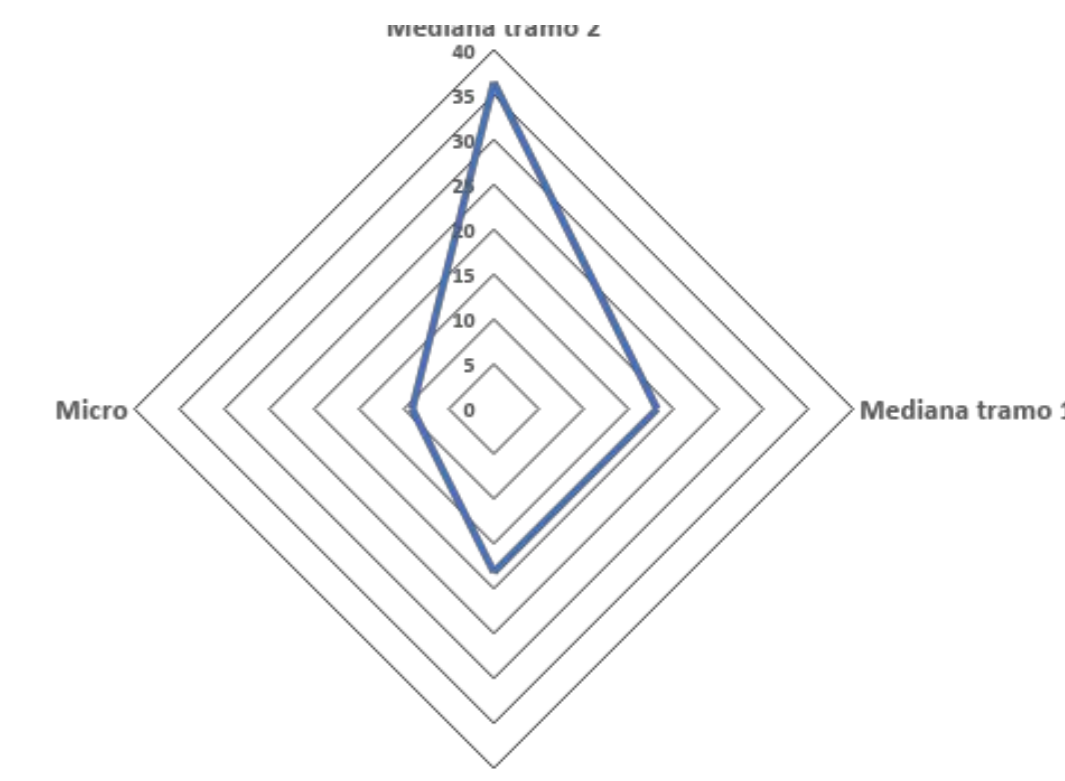


Gráfico 2: Categorías PYME de las empresas relevadas

3. Herramientas o métodos utilizados

El estudio se desarrolló como una investigación cualitativa aplicada. La metodología incluyó la selección de 12 empresas riojanas de diversos sectores. La recopilación de datos se realizó mediante entrevistas presenciales a los responsables de las empresas por parte de técnicos del INTI. El formulario de relevamiento constó de preguntas abiertas y cerradas, cubriendo identificación empresarial, tecnologías I4.0 actuales (IoT, Big Data) y proyectadas, barreras y expectativas del rol estatal. Para la captura de datos se utilizó la plataforma KoboToolbox, y para el análisis cuantitativo y visualización, Microsoft PowerBI. La investigación se enfocó en la identificación de patrones, tendencias y puntos clave, permitiendo una evaluación precisa del nivel de madurez digital.

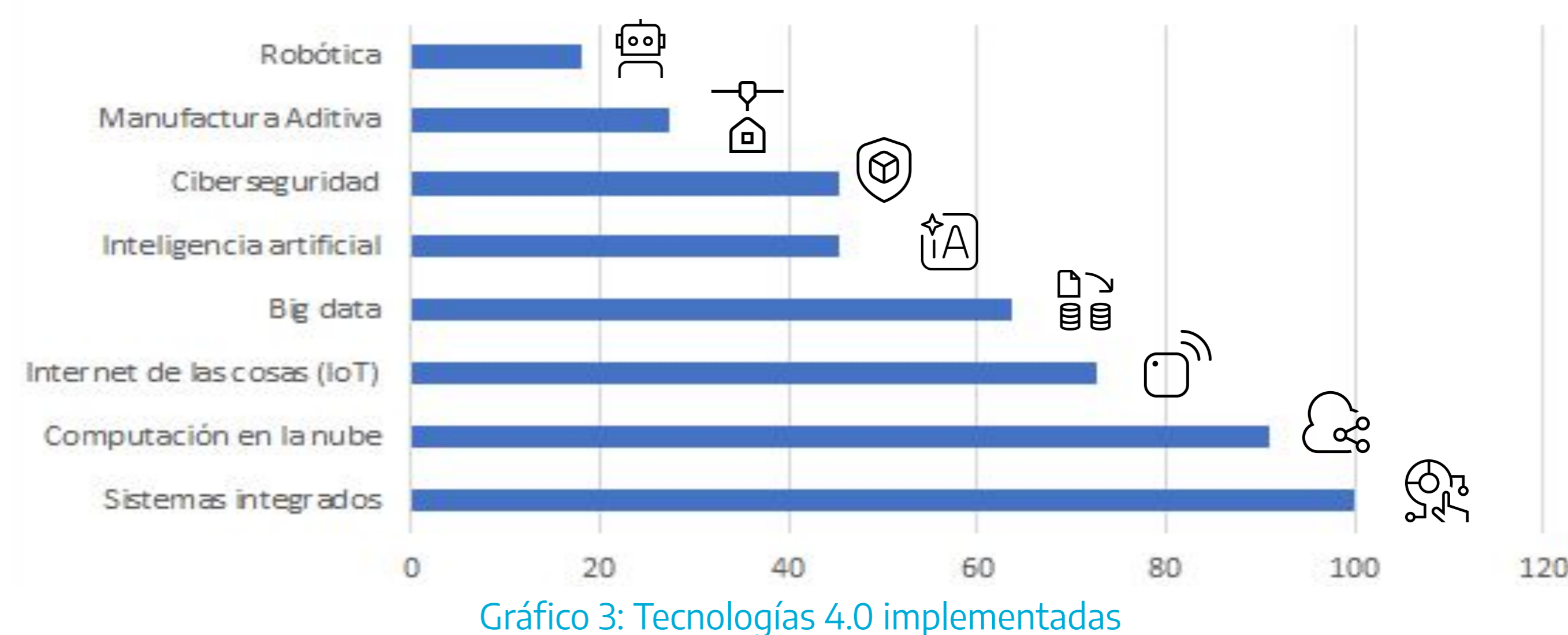


Gráfico 3: Tecnologías 4.0 implementadas

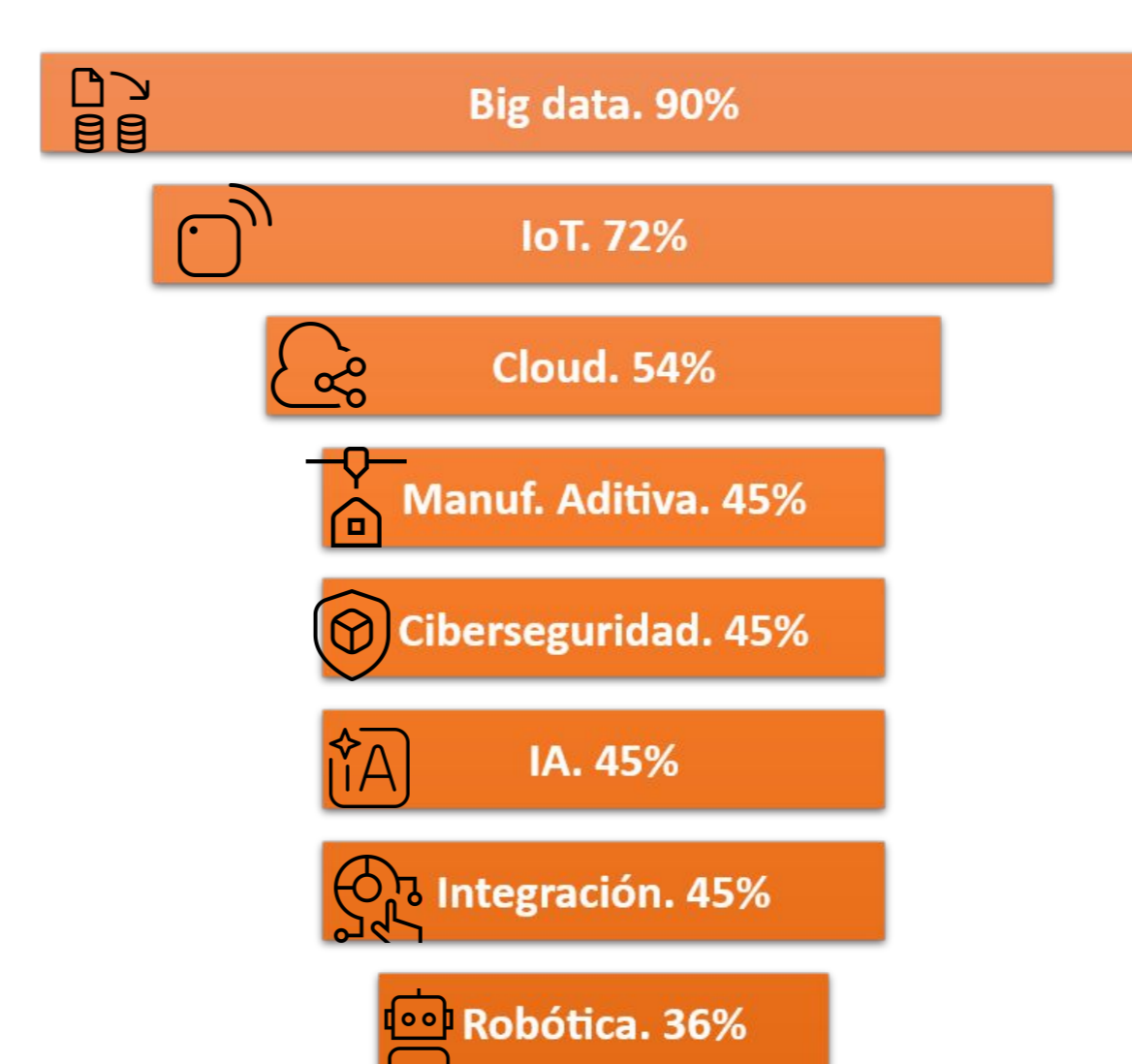


Gráfico 4: Tecnologías previstas a implementar

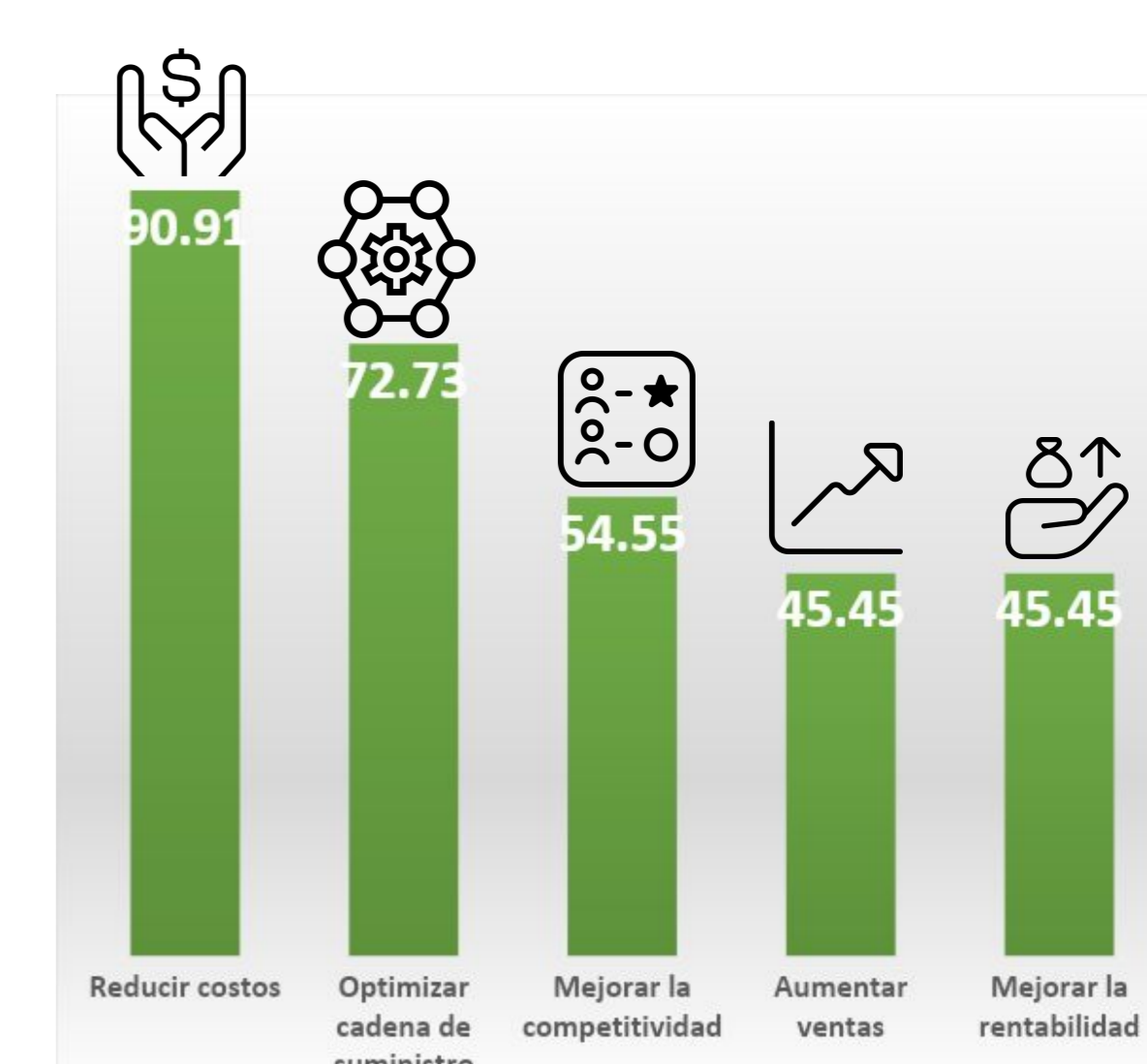


Gráfico 5: Objetivos prioritarios a atender con Industria 4.0

Para superar estas barreras, **las empresas esperan apoyo estatal** prioritario como **programas de capacitación** en IoT, Big Data, IA, Automatización y Ciberseguridad para mitigar la falta de recursos humanos calificados. Además, es crucial establecer **incentivos fiscales diferenciados** y mecanismos de **financiamiento** (como ANR y créditos) que mitiguen el riesgo de inversión y aborden los plazos de amortización. Finalmente, es importante **ofrecer asistencia técnica en I+D y acceso a redes de colaboración (Innovación Abierta)**.

¿Cómo investiga y evalúa la empresa qué I4.0 introducir?	Porcentaje
A través de equipos propios de la compañía	72,73
Consultoras o empresas externas nacionales	45,45
Consultoras o empresas externas locales	27,27
Universidades u Organismos tecnológicos del estado	27,27
Consultoras o empresas externas internacionales	18,18

Cuadro 1: Estrategias de selección de asistencia para digitalización.

DESARROLLO DE UNA COLMENA INTELIGENTE

E. Fiadino y G. Martínez Sáenz

Departamento de Tecnología de Procesos y Servicios, Subgerencia Operativa Regional Pampeana

INTI, Marcelo T. de Alvear 1168, Mar del Plata, Bs. As., Argentina | fiadino@inti.gov.ar

SUBSECRETARÍA DE
CIENCIA, TECNOLOGÍA
E INNOVACIÓN

MINISTERIO DE
PRODUCCIÓN, CIENCIA E
INNOVACIÓN TECNOLÓGICA



1. Resumen del caso

El Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) diseñó y desarrolló un sistema de monitoreo inteligente para colmenas, destinado a registrar y analizar variables ambientales y de producción de manera remota. El proyecto fue financiado por el Fondo de Innovación Tecnológica de la Provincia de Buenos Aires (FITBA) y busca fortalecer la apicultura sostenible, brindando herramientas tecnológicas que mejoren el manejo y la toma de decisiones de los productores.

2. Situación Inicial

La apicultura de la región enfrenta el desafío de incorporar tecnologías que permitan una **gestión basada en datos**. Actualmente, las tareas de seguimiento se realizan de forma manual, lo que dificulta obtener información continua sobre el estado de las colmenas y las condiciones ambientales. Esto limita la posibilidad de **anticipar eventos** como pérdidas de peso, cambios de comportamiento o condiciones inadecuadas para la cosecha. Con el objetivo de **digitalizar el monitoreo apícola**, se impulsó el desarrollo de un **sistema IoT (Internet of Things)** para colmenas, capaz de registrar variables como **peso y temperatura**, y transmitir los datos en tiempo real mediante conectividad 2G o 3G (según disponibilidad). La implementación en Tandil permitió validar la funcionalidad del sistema en condiciones reales de campo y sentar las bases para su **replicación en otros apiarios**, promoviendo una apicultura más eficiente, conectada y sustentable.



▪ Pruebas de campo en colmenas locales

3. Herramientas o métodos utilizados

Relevamiento de requerimientos y diseño del sistema: se realizó un análisis de las necesidades del sector apícola y de las condiciones de operación en campo, definiendo las variables a monitorear y los requisitos de conectividad y autonomía energética.

El prototipo consiste en un tablero principal que recolecta información de 3 colmenas dentro de un mismo apiario, reportando, a su vez, temperatura del tablero y estado de batería. El sistema se desarrolló a partir de una **placa ESP32 con Módulo Celular Gsm Gprs Sim800I**, conectada a **3 sensores de peso**

4. Resultados alcanzados

- Monitoreo en tiempo real de peso y temperatura de 3 colmenas dentro de un mismo apiario.
- Funcionamiento autónomo con energía solar y conectividad 2G/3G.
- Datos accesibles en la nube mediante Google Sheets y AppSheet.
- Sistema escalable, replicable y de bajo costo y bajo mantenimiento, permitiendo a futuro pensar en una planificación de traslados, intervenciones y recolección de miel.

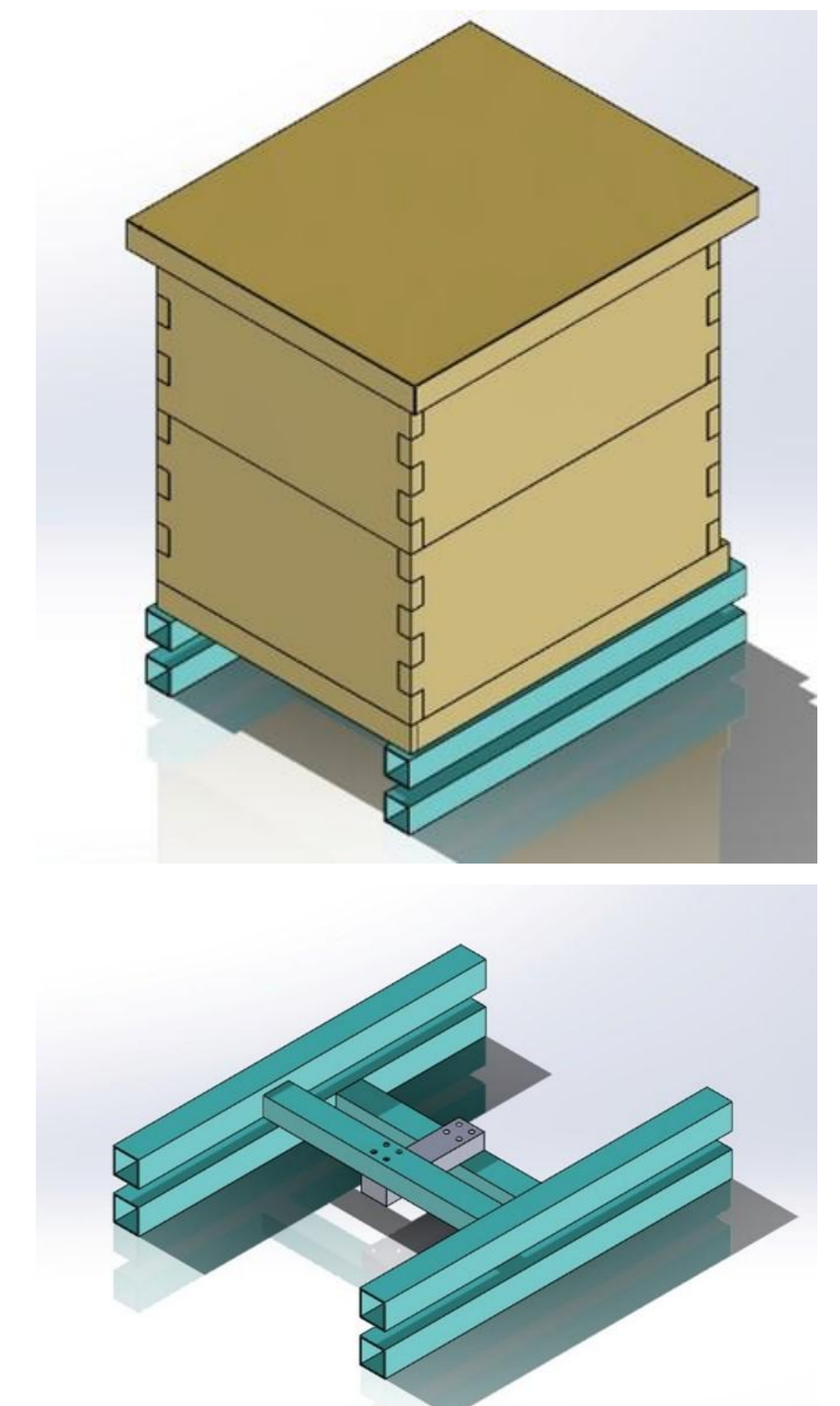
(celdas de carga con módulo HX711) y 4 de temperatura (Ds18B20).

La alimentación se resolvió mediante una **batería recargable y un panel solar**, garantizando funcionamiento autónomo. Cuenta con un módulo micro SD que guarda los datos, cumpliendo la función de backup en caso de desconexión a la red.

Se diseñaron en CAD 3D las piezas estructurales y el gabinete del sistema, incluyendo los soportes para sensores, módulos electrónicos y batería. Varias de las piezas parte se fabricaron mediante impresión 3D, optimizando el ajuste, la protección frente al ambiente y la facilidad de montaje.

Se desarrolló el firmware en MicroPython, integrando la adquisición de datos, la gestión del consumo energético y la transmisión periódica de información a través de protocolo HTTPS hacia una hoja de cálculo en la nube.

Los datos son posteriormente procesados y visualizados mediante Google Sheets y AppSheet, permitiendo el acceso remoto y la toma de decisiones en tiempo real desde dispositivos móviles.



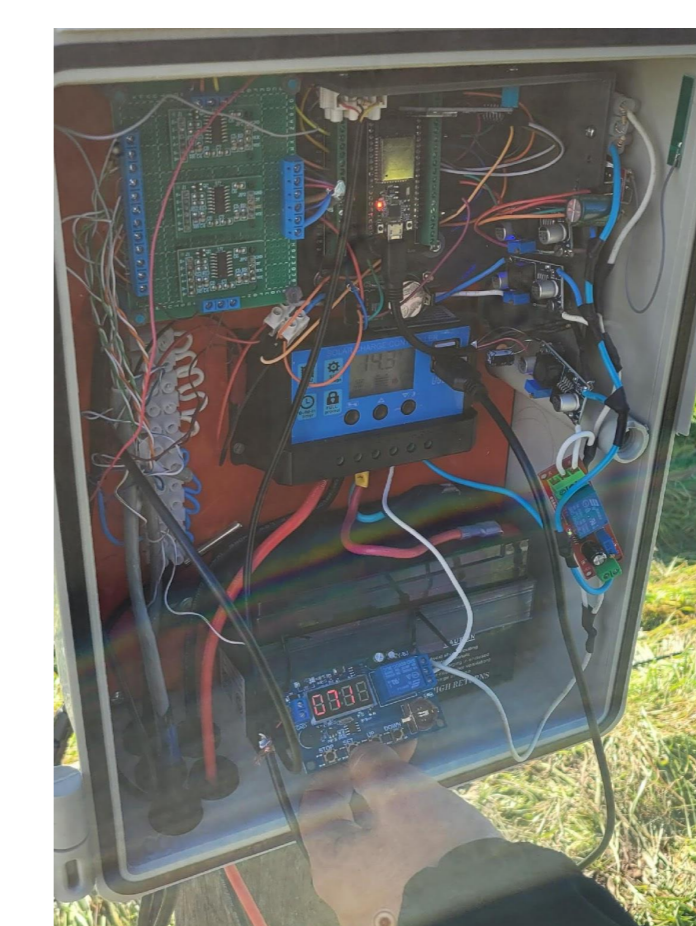
▪ Diseño de piezas estructurales (balanza)



1. Visualización del dashboard



El prototipo desarrollado se instaló en un apiario ubicado en las cercanías de la ciudad de Tandil, provincia de Buenos Aires.



De esta forma se verificó la estabilidad del sistema, la autonomía energética y la confiabilidad de los datos registrados.

▪ Tablero del prototipo desarrollado y tareas de instalación del prototipo en el apiario

5. Prospectivas

- Digitalización de la apicultura para producción más eficiente y sostenible.
- Escalabilidad e integración de múltiples colmenas por apiario.
- Incorporación de nuevos sensores y análisis inteligente de datos.

LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL COMO ALIADA CREATIVA

Gabriela Li Puma y Esteban Rosso.

Industrias Culturales y Creativas - Dirección Técnica de Transformación Digital.

INTI, Av. Gral. Paz 5445, San Martín, Bs. As., Argentina | glipuma@inti.gov.ar - erosso@inti.gov.ar

1. Resumen del caso

El trabajo presenta un recorrido práctico sobre cómo la Inteligencia Artificial (IA) puede acompañar y potenciar los procesos creativos humanos dentro del ámbito audiovisual. A partir de una idea inicial, se exploró la generación de relatos, imágenes fijas, animaciones, música y videos mediante distintas herramientas de IA generativa. El objetivo fue demostrar cómo estas tecnologías permiten ampliar las opciones narrativas y estéticas, optimizando tiempos y recursos sin perder la impronta autoral.

Para superar las limitaciones propias de cada herramienta, tales como créditos disponibles sin suscripción de pago, calidad de imagen, cantidad de descargas, entre otros; se diseñó un flujo de trabajo estructurado que integró la selección, secuenciación y retroalimentación entre modelos. Este enfoque permitió obtener resultados de nivel profesional y comprender el potencial de la IA no solo como recurso técnico, sino como colaboradora creativa que estimula la experimentación y multiplica exponencialmente las posibilidades de producción.

2. Situación inicial

Se resolvió implementar herramientas de Inteligencia Artificial Generativa para explorar cómo podían ampliar las alternativas visuales y conceptuales dentro de los proyectos audiovisuales. Para ello, partimos de una única idea y fuimos explorando múltiples propuestas narrativas y estéticas en un tiempo acotado y con recursos limitados.

El desafío consistió en sistematizar su aplicación mediante un flujo de trabajo coherente, que transformara la exploración creativa asistida en un proceso replicable y escalable. (imagen 3).

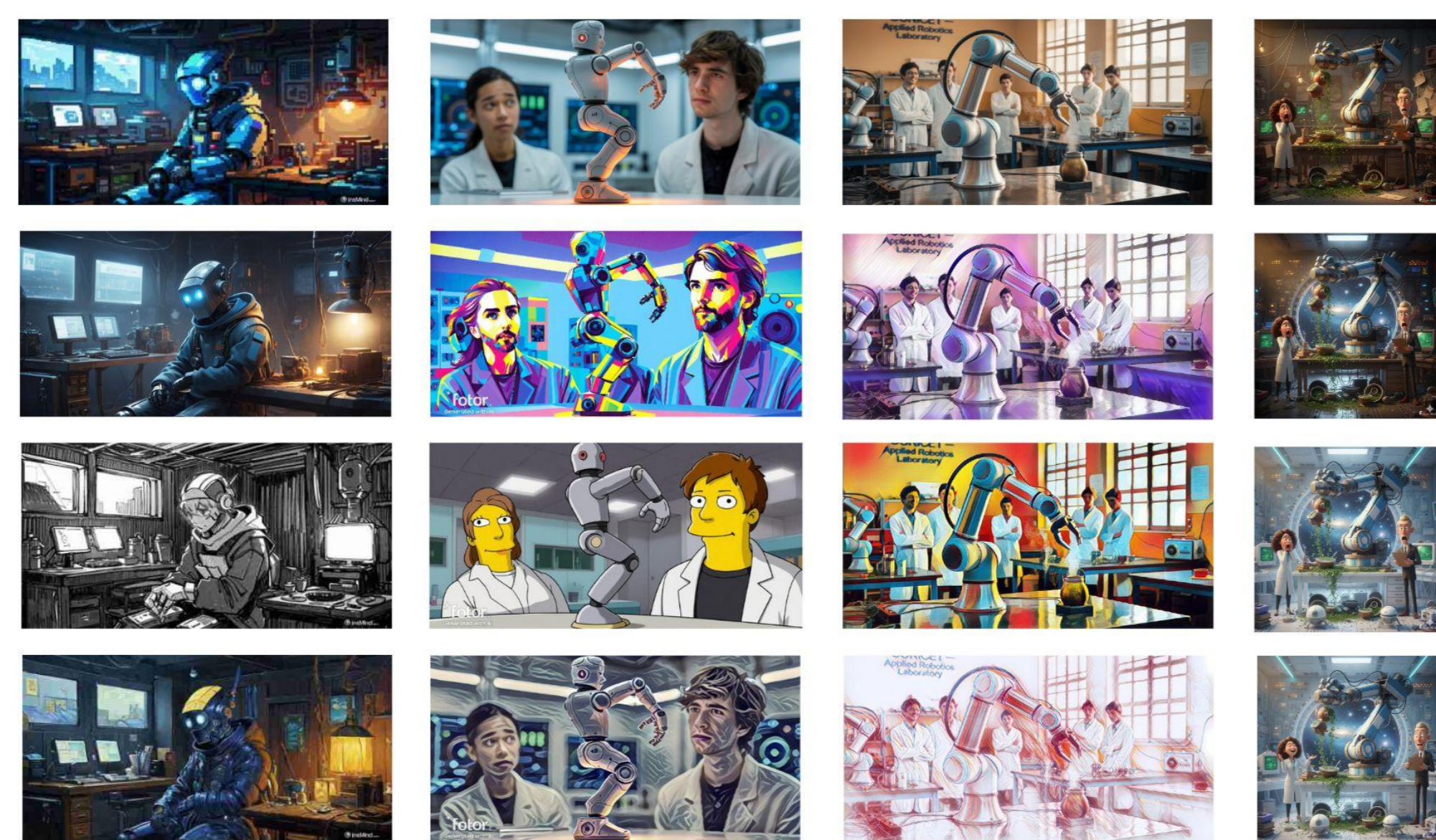


IMAGEN 1. Cómo a partir de una imagen esta se puede modificar su estilo visual

3. Herramientas o métodos utilizados

El proceso se estructuró como un *workflow* (Imagen 3) integral basado en herramientas de IA generativa. A partir de una idea inicial, se utilizaron **ChatGPT, DeepSeek, Gemini y Copilot** para generar **doce relatos distintos** (tres por cada modelo), explorando diferentes enfoques narrativos y tonos expresivos. De esas historias, se elaboraron prompts visuales para producir imágenes representativas en **Ideogram, Leonardo y Flux**, lo que permitió comparar interpretaciones estilísticas entre modelos (Imagen 2).

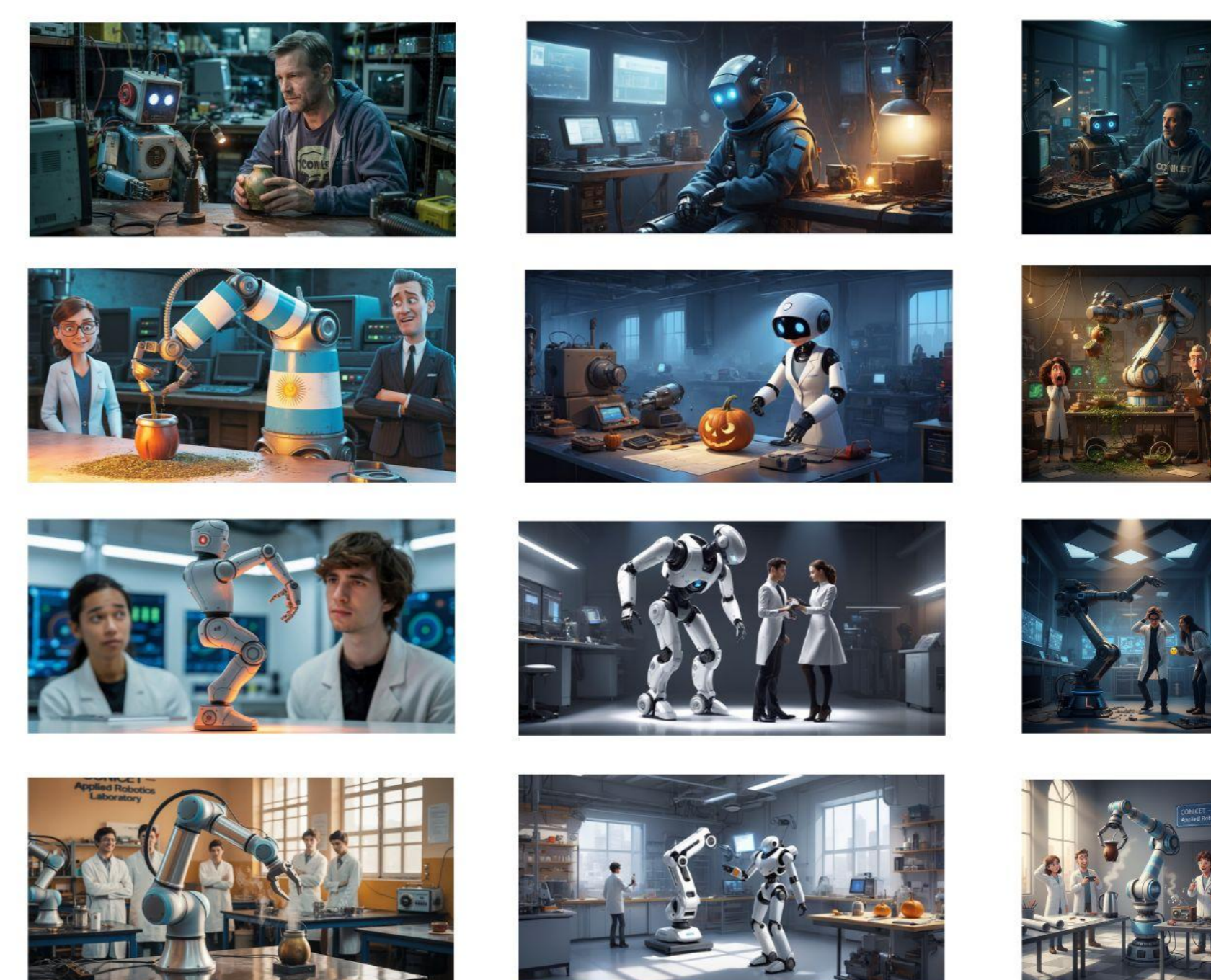


IMAGEN 2. 4 (cuatro) historias seleccionadas que fueron representadas en imagen por 3 (tres) IA generativas

Se seleccionaron las mejores imágenes y se modificaron mediante herramientas de edición creativa como **Nano Banana, InsMind y Fotor**, experimentando con estilos como pintura digital, surrealismo o pixel art (Imagen 1).

Para animaciones se emplearon **Runway y Higgsfield**, utilizando prompts generados a partir de las imágenes y su descripción textual. La música fue creada en **Producer**, mientras que las voces en off se generaron con **ElevenLabs** a partir de guiones elaborados por IA.

Finalmente, todo el material —imagen, animación, sonido y narración— se integró en **ClipChamp**, un programa de edición de video, conformando piezas audiovisuales completas y coherentes. El método se centró en la iteración y la combinación progresiva de resultados parciales para ampliar la diversidad creativa.

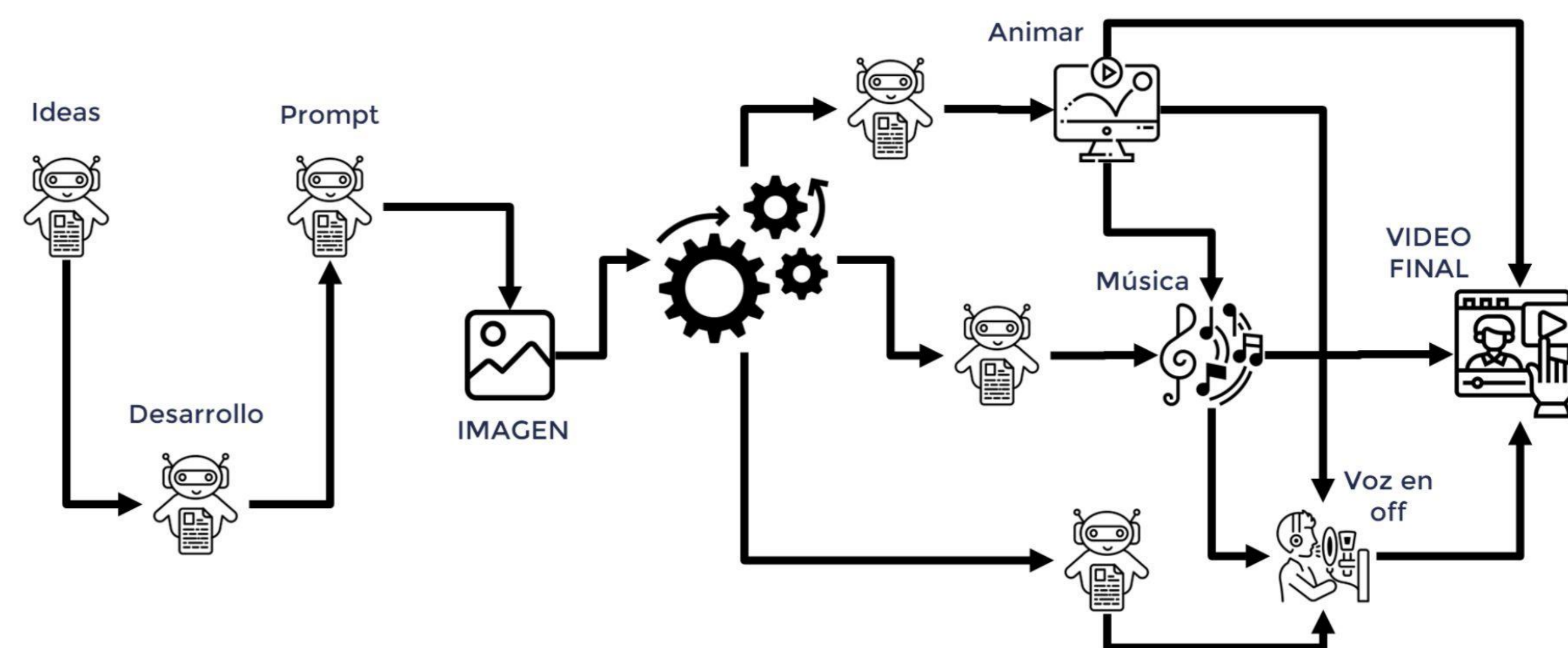


IMAGEN 3. WorkFlow de trabajo

4. Resultados alcanzados

La investigación demostró cómo una única idea puede transformarse en miles de variantes visuales y audiovisuales al combinar sistemáticamente distintas herramientas de IA. A partir **1 idea**, se generaron **12 relatos** iniciales (3 por cada una de las 4 IA), se generaron 3 imágenes por historia (**36 resultados**). Luego, al aplicar 3 estilos visuales diferentes, sumado a las originales, **se obtuvieron 144 versiones**. Cada una se animó con 3 acciones distintas, alcanzando **432 clips animados**. Si cada animación incorporó 3 opciones musicales y 3 voces en off, el total superó las 3.888 combinaciones posibles. Finalmente, al realizar tres

montajes alternativos, **se alcanzaron cerca de 11.664 variaciones únicas**, cada una con matices expresivos propios.

Más allá del número, el proceso evidenció el potencial exponencial de la IA para expandir la creatividad, acelerar la experimentación estética y favorecer la producción audiovisual ágil y profesional. La clave no estuvo en la cantidad de herramientas, sino en su orquestación dentro de un flujo de trabajo definido (imagen 3), donde cada resultado se convierte en el insumo creativo del siguiente paso.

DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE VISIÓN ARTIFICIAL PARA LA CLASIFICACIÓN DE PRODUCTOS EN LÍNEA

F. H. Ledesma⁽¹⁾, B. Chuquimango⁽¹⁾, A. M. Vigna⁽²⁾, V. C. Roldan⁽²⁾ y S. Casal Bruno⁽²⁾.

(1) INTI Micro y Nanotecnología, (2) INTI Transformación Digital.

INTI, Av. Gral. Paz 5445, San Martín, Bs. As., Argentina | t.digital@inti.gob.ar

1. Resumen del caso

La iniciativa de la empresa Prolabor SRL para el desarrollo de un sistema de visión artificial con el apoyo del INTI, busca mejorar la eficiencia y calidad en producción al superar las limitaciones de la infraestructura actual. El proyecto ha logrado avances significativos, desde la selección de hardware de alto rendimiento hasta la implementación de software flexible, validando su viabilidad técnica en laboratorio y mostrando progresos en pruebas de campo. Los hitos alcanzados justifican la continuación del proyecto para garantizar robustez operativa y escalabilidad.

2. Situación inicial

Prolabor estaba trabajando con equipamiento provistos de un sistema de visión artificial para la detección de fallas en las impresiones serigráficas de las ampollas de vidrio que producen para la industria farmacéutica. Estos sistemas no estaban funcionando como corresponde. Con el apoyo del INTI la empresa busca reemplazar los mismos, lo que permitirá optimizar la producción y reducir costos en el control de calidad de sus productos.



• Visita técnica de agentes del INTI a la empresa

3. Herramientas o métodos utilizados

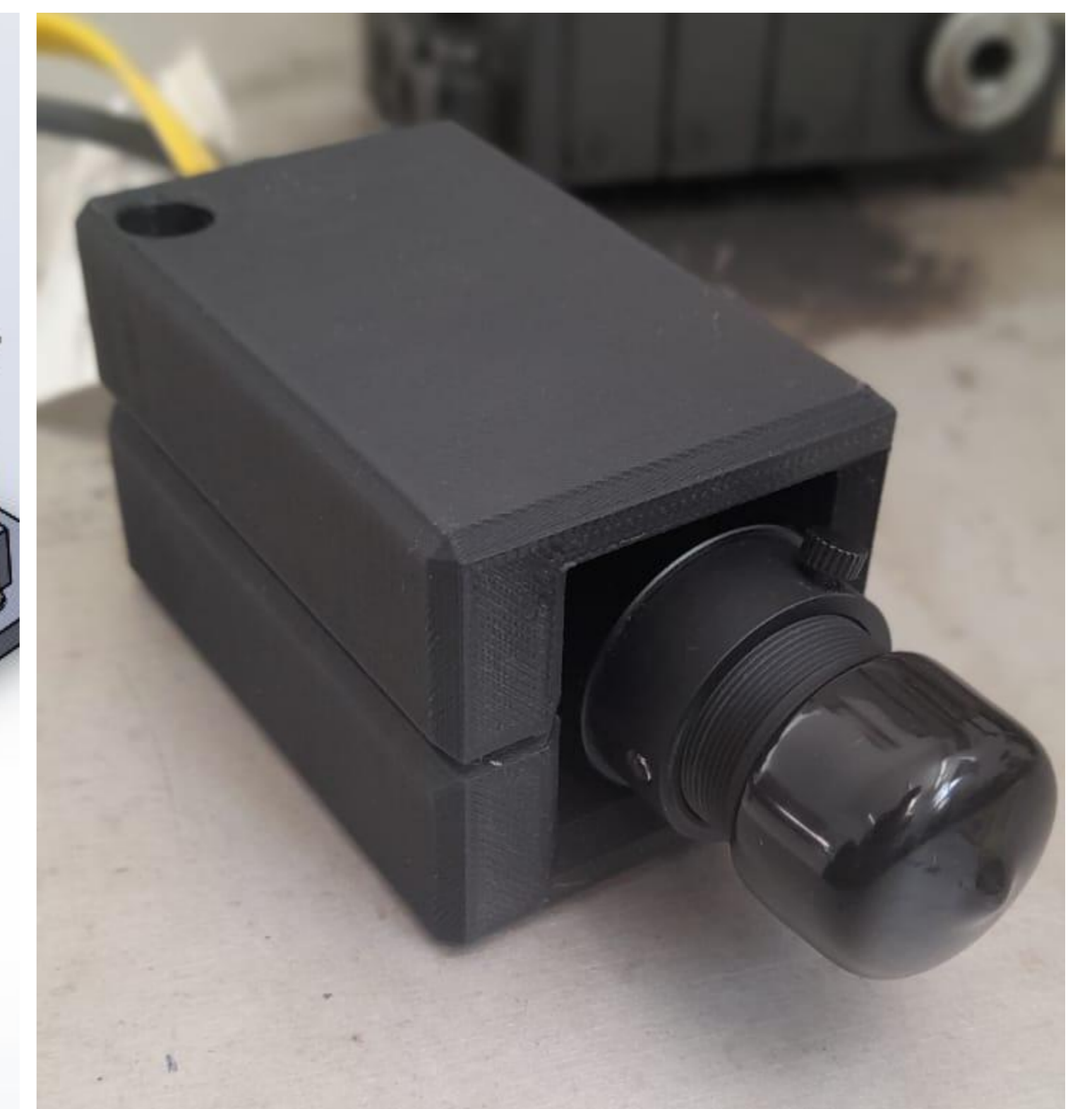
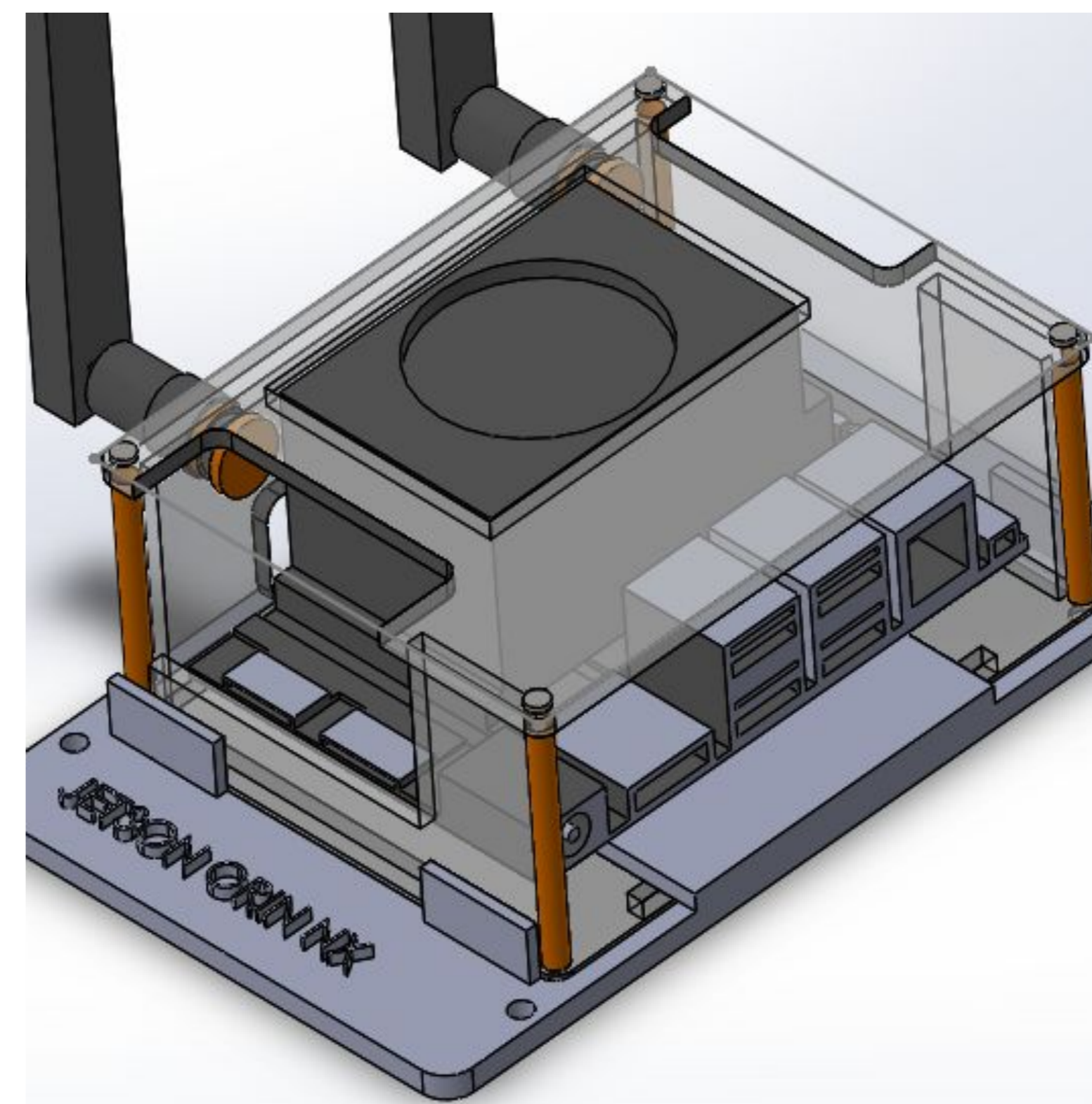
En la búsqueda de soluciones para la inspección industrial, hemos desarrollado un sistema de visión que equilibra rendimiento, costo y adaptabilidad.

Optamos por un Sistema Embebido de Alto Rendimiento, la plataforma de NVIDIA Jetson Orin Nx, debido a su capacidad de cómputo superior y nuestro dominio de la misma, lo que agiliza la prototipación.

Consideraciones de Costo: Se prioriza el desarrollo de un prototipo accesible para el cliente, optimizando la relación costo-beneficio.

4. Resultados alcanzados

El proyecto ha superado con éxito las pruebas de laboratorio y avanza positivamente en las pruebas de campo. Se han logrado avances significativos en el desarrollo, incluyendo el manejo de sensores y actuadores, así como la instalación de la cabina.



• Modelado 3d de piezas, soporte realizados

La selección de una cámara GigE que cumple el estándar industrial GenICam, óptica, iluminación LED y componentes electrónicos adicionales, se basó en la necesidad de integración con un equipo existente que incluye electroválvulas de un sistema neumático, sensores inductivos y un motor paso a paso.

Software Flexible: Python, con las librerías OpenCV y Aravis para la adquisición y el procesamiento de imágenes. Django para el desarrollo de la aplicación web que se usa como interfaz de usuario, priorizando tiempos de desarrollo cortos.

Enfoque Colaborativo: La elección de Python facilitó la colaboración entre los miembros del equipo.

El proyecto incluye el diseño de una estructura para cerrar el sistema y controlar las condiciones de iluminación del mismo.



• Pruebas de campo cabina, iluminación y toma de imágenes.

Si bien las pruebas finales de campo aún están en curso, los hitos más importantes se han completado satisfactoriamente. Destacan los resultados en el manejo del motor y la construcción de la imagen. Los próximos tests se centran en la optimización de la iluminación y la evaluación del comportamiento del sistema ante fallas reales.

LibreIncu: TECNOLOGÍA LIBRE Y SOBERANÍA ALIMENTARIA EN LA AGRICULTURA FAMILIAR

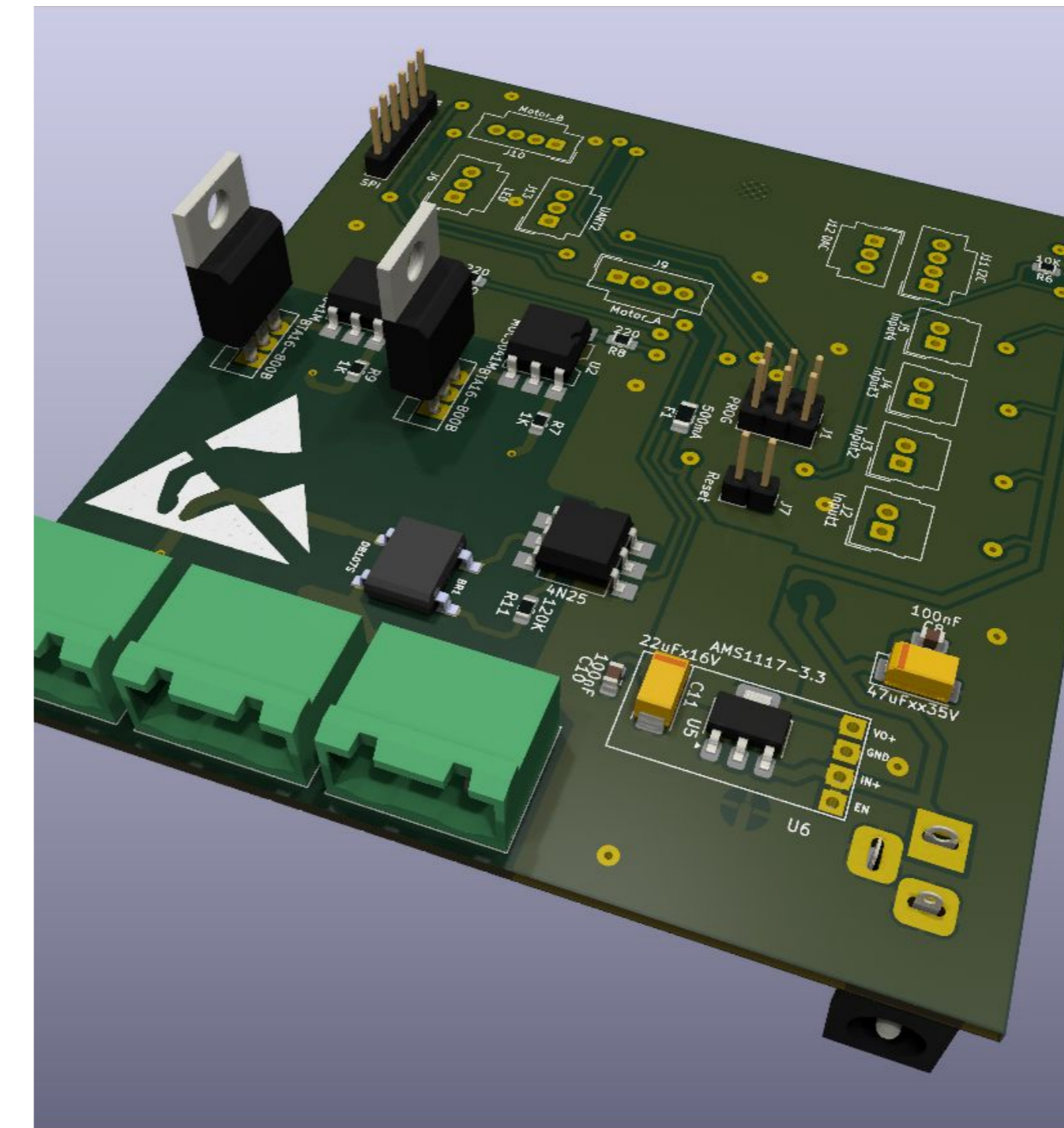
J. Jorge⁽¹⁾, L. Poldi⁽²⁾ y C. Zaszczynski⁽²⁾

(1) Departamento de Electrónica e Informática Centro Córdoba, (2) Departamento de Mecánica Centro Córdoba.

INTI, Av. Vélez Sársfield 1561, Córdoba, Argentina | jjorge@inti.gob.ar | lpoldi@inti.gob.ar

1. Resumen del Caso

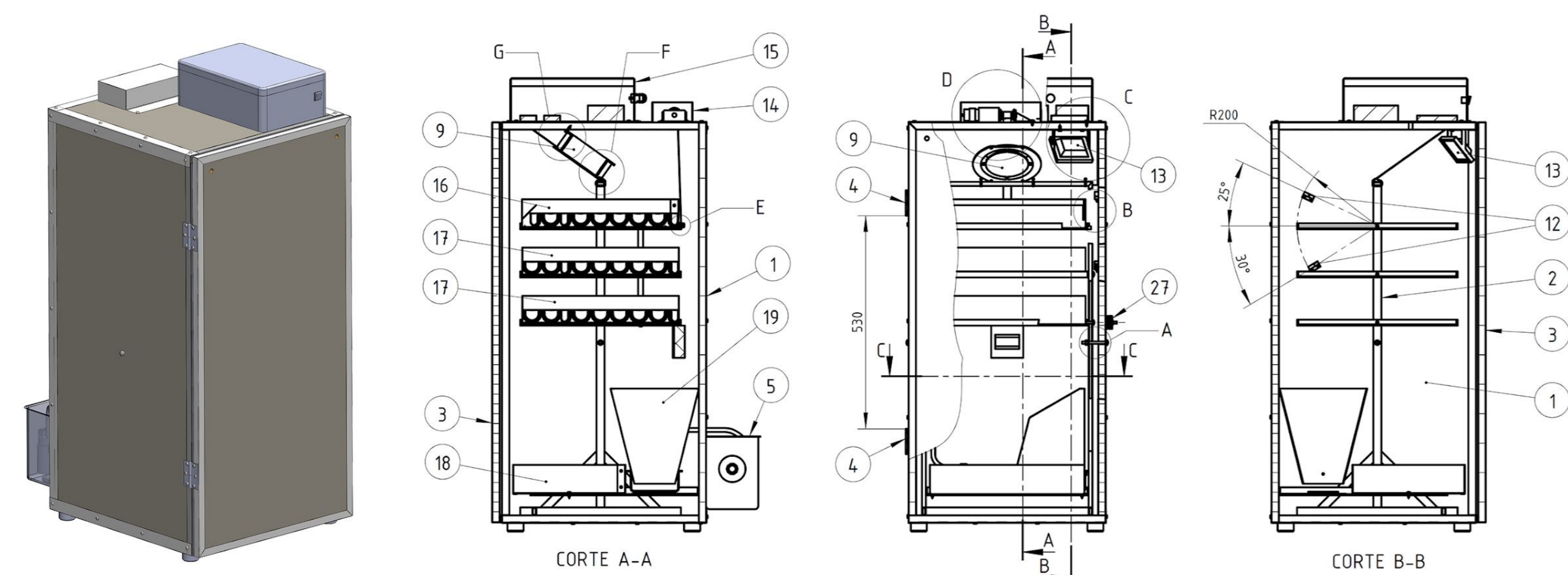
LibreIncu es un proyecto desarrollado con AlterMundi y la organización rural Comunidad, Trabajo y Organización (CTO), con apoyo del Agroecology Fund, el Ministerio de Agricultura de Córdoba, universidades y diversas organizaciones rurales. Se trata de una incubadora avícola de código abierto y hardware accesible, diseñada específicamente para la agricultura familiar, campesina e indígena (AFCI) en la provincia de Córdoba, Argentina. La iniciativa combina soberanía tecnológica y soberanía alimentaria, permitiendo a los pequeños productores monitorear y controlar la incubación de huevos desde un smartphone mediante la aplicación LibrePollo, automatizando la lectura de temperatura, humedad y rotación, y almacenando datos históricos en Grafana.



Placa de control, 8 comunidades recibiendo y armando sus incubadoras

2. Situación Inicial

En la provincia de Córdoba, muchos pequeños productores y agricultores familiares habían adoptado la producción avícola como estrategia de supervivencia. Para ello se utilizan pollitos híbridos o "parrilleros", cuya genética está controlada por dos empresas a nivel mundial. Este modelo obliga a los productores a depender pollitos e insumos industriales como maíz y expeller de soja agroindustrial, vitaminas, antibióticos y minerales, limitando la autonomía productiva. La situación se agravaba por la dificultad de acceder a incubadora.



Relevamiento del diseño mecánico

3. Herramientas o métodos utilizados

El proyecto LibreIncu combina hardware accesible y software abierto para generar un sistema completamente replicable y sostenible. La incubadora tiene capacidad para 150 huevos, con 50 huevos en la nacedora, y cuenta con un sistema de humidificación automatizado que reemplaza las bandejas de agua tradicionales, un sistema de rotación automática de bandejas y un control de

temperatura y humedad en tiempo real. Todos los sensores y actuadores están basados en componentes electrónicos de bajo costo, fáciles de conseguir localmente, como resistencias calefactoras, ventiladores, sensores BME280 y controladores de relé y triac, integrados a un microcontrolador ESP32.

El software, escrito en Lua, es completamente abierto y libre, publicado en GitHub, lo que permite su estudio, modificación y redistribución. La incubadora se conecta a la aplicación LibrePollo, disponible para smartphones, que permite monitorear la temperatura, humedad y rotación de huevos, y registra toda la información histórica en Grafana para análisis de desempeño.

El desarrollo fue colaborativo: AlterMundi e INTI aportaron el diseño de hardware y software, CTO brindó conocimiento sobre manejo de incubadoras y selección genética, la Universidad de Río Cuarto validó electrónicamente algunos componentes, y el Ministerio de Agricultura de Córdoba proporcionó asesoramiento técnico.

LibreIncu promueve el derecho a reparar y combate la obsolescencia programada: cualquier persona con conocimientos básicos de electricidad, carpintería o herrería puede ensamblar, mantener y reparar la incubadora, utilizando materiales locales. Este enfoque garantiza que la tecnología permanezca accesible y sostenible, reforzando la autonomía de los productores rurales y la preservación de saberes ancestrales en la selección de huevos y genética criolla.

El proyecto incluye un taller de fabricación (FABLAB), donde se fabrican las incubadoras y se capacita a las personas en ensamblaje y mantenimiento, generando puestos de trabajo directos y desarrollando habilidades en producción y fabricación de instrumentos tecnológicos. De esta forma, LibreIncu no sólo entrega una herramienta de incubación eficiente, sino que también construye capacidades locales en tecnología libre y apropiada, fortaleciendo la economía regional.

4. Resultados alcanzados

Desde su implementación inicial, LibreIncu demostró un rendimiento superior a incubadoras comerciales: se registró un 86 % de eclosión, frente al 79 % habitual en equipos comerciales. Ocho organizaciones rurales de distintas localidades de Córdoba recibieron incubadoras, que ya comenzaron a reproducir genética propia, reduciendo costos de producción y aumentando la autonomía. La automatización y el monitoreo remoto disminuyeron significativamente la carga de trabajo manual, permitiendo que los productores dediquen más tiempo a otras actividades productivas.

El proyecto generó nuevos puestos de trabajo en cada comunidad que recibió una incubadora y en el taller de fabricación, capacitando a jóvenes y adultos en ensamblaje y mantenimiento de incubadoras, fortaleciendo la industria local y la economía comunitaria. Asimismo, se preservan y recuperan saberes ancestrales sobre selección de huevos y reproducción, promoviendo la diversidad genética y la soberanía alimentaria. LibreIncu representa un modelo de tecnología apropiada y libre, escalable y replicable, que permite a las comunidades rurales independizarse de la industria avícola, fomentar la agroecología, generar empleo local y consolidar un ecosistema productivo sostenible, integrando innovación tecnológica con desarrollo social y territorial.

DESARROLLO DE EQUIPAMIENTO MODULAR PARA EL CULTIVO EFICIENTE Y SUSTENTABLE DE ESPECIES VEGETALES DE USO MEDICINAL

J. Caló ⁽¹⁾, M. Gogolino⁽¹⁾, A. Mazzoni⁽²⁾, M. Kandus ⁽²⁾, R. Aguirre ⁽³⁾, S. Suarez⁽³⁾

(1) Dpto. Gestión de Proyectos Patagonia, INTI SORPAT Bariloche, (2) INTA EEA Bariloche, (3) Asoc. Civil Ciencia Sativa

INTI, Modesta Victoria 4450, Bariloche, Argentina | bariloche@inti.gov.ar | eeabariloche@inta.gov.ar | ccsbariloche@inti.gov.ar

1. Resumen del caso

En el marco de la Convocatoria Proyectos Asociativos de Diseño (PAD) del año 2023, del ex Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación Productiva (MINCyT), el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), la Asociación Civil Ciencia Sativa y la Cooperativa de Trabajo Semillera Verde Patagonia Ltda, trabajaron conjuntamente en el “Desarrollo de equipamiento modular para el cultivo eficiente y sustentable de cannabis medicinal”. A partir de su financiamiento y ejecución durante el año 2024 se realizaron intercambios para diseñar y fabricar mesas de cultivo de Cannabis Medicinal en condiciones controladas (indoor).

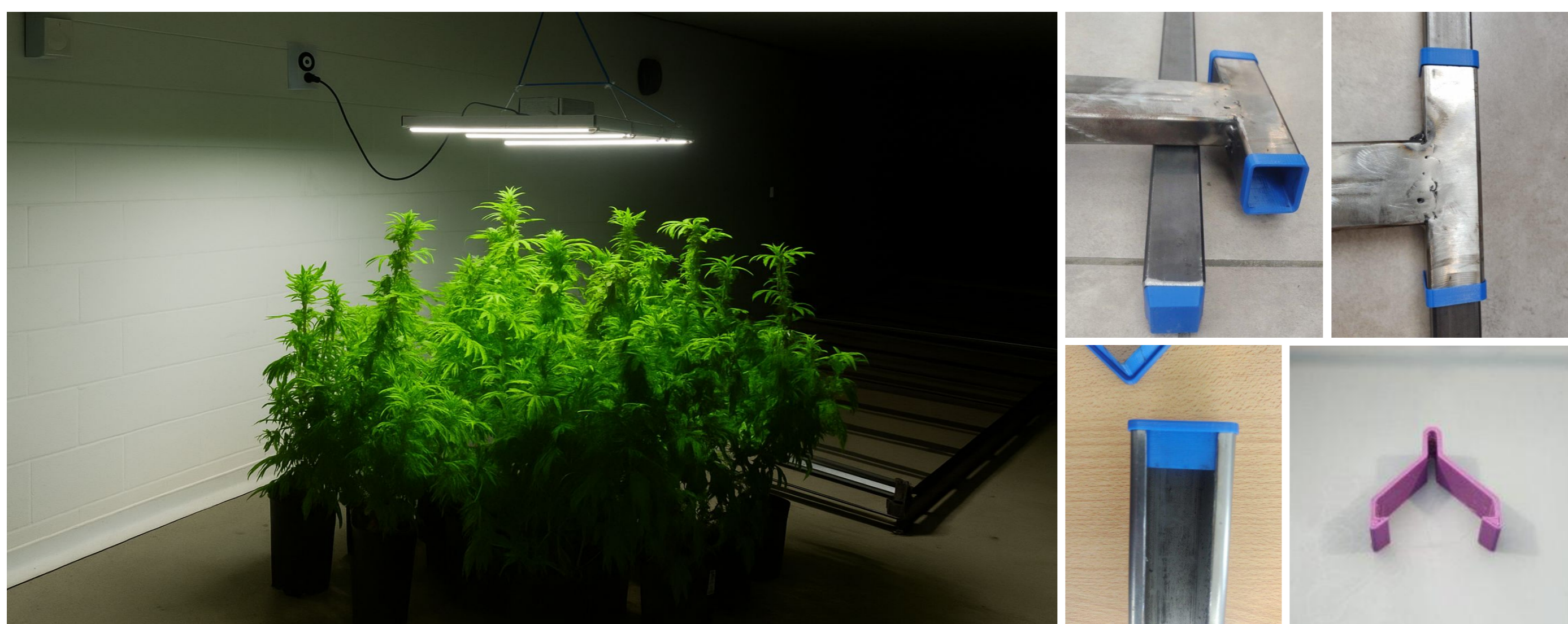


▪ Situación de uso de las mesas de cultivo. EEA INTA Bariloche

2. Situación Inicial

Existen emprendimientos, como el de *Ciencia Sativa* —integrado por investigadores, médicos, técnicos, profesionales de diversas disciplinas y pacientes— que, en sus etapas iniciales, desarrollan sus producciones en condiciones ergonómicas, funcionales, tecnológicas y tipológicas susceptibles de mejora. El presente proyecto propone el diseño y fabricación de mesas modulares de 1m² y 2m², que incorporan soportes de iluminación, un sistema de altura adaptable al crecimiento de las plantas, ruedas con frenos y riego programable. Se buscó optimizar el cuidado de las plantas y ergonomía durante el uso.

Al sistema de riego se le incorporó un controlador electrónico para automatizar la operación de las válvulas para el riego eléctrico (solenoides). Permite establecer horarios, frecuencias y duraciones de riego para distintos sectores o mesas de cultivo. Esto optimiza el uso del agua y reduce la necesidad de manejo manual. Las/los usuarios pueden dedicarse a otras tareas (control de plagas, poda, monitoreo). Permite programar múltiples riegos diarios con diferentes duraciones, adaptados al ciclo lumínico, entre otros.



3. Herramientas o métodos utilizados

Se aplicaron métodos y técnicas de Diseño Industrial —como el planteo de requerimientos en procesos de co-diseño y el enfoque de *Design Thinking*— junto con herramientas de fabricación digital, que incluyeron el uso de software paramétrico e impresión 3D para el desarrollo de los vínculos entre las partes. Estos procesos se complementaron con tecnologías tradicionales de fabricación.



▪ Sistema de riego programable

4. Resultados alcanzados

Mediante el uso de las tecnologías mencionadas, así como los procesos de iteración de los distintos prototipos se obtuvieron ocho mesas con sus correspondientes luces, riego, bandejas, poleas y accesorios.

Asimismo se publicaron dos manuales para poder replicar su desarrollo en un esquema de código abierto. Se encuentran disponibles en el repositorio de INTI:

- inti.softvt.com/ficheros/publicaciones/109143307Manual_de_FABRICACION.pdf
- inti.softvt.com/ficheros/publicaciones/109103237Manual_de_USO_MesasDeCultivo.pdf

La experiencia de uso del sistema es muy positiva, ya que facilita la implementación de buenas prácticas de cultivo, mejora la higiene del piso y bandejas, y optimiza el traslado de plantas. Las tareas de riego, fertilización, monitoreo, pulverización y poda se realizan con mayor comodidad y ergonomía.

Se cubrieron 14 m² con módulos de cultivo dentro de un contenedor de 54 m², que integran luces LED, bandejas para macetas de 3 a 10 L y riego por goteo.

Actualmente se cultivan plantas madre de tres variedades de Cannabis Sativa del programa de mejoramiento, mantenidas en estado vegetativo mediante fotoperíodo extendido con luces LED. Esto permite conservar la pureza varietal y aumentar la producción de esquejes para su posterior venta y distribución.

Fuentes: Coop Verde Patagonia y Asoc Civil Ciencia Sativa.

PLANTA PILOTO PARA SERVICIOS DE ARMADO Y PROTOTIPADO DE CIRCUITOS ELECTRÓNICOS

D. Brengi⁽¹⁾, S. Guberman⁽¹⁾, G. Rodríguez⁽¹⁾, M. Acevedo⁽¹⁾ y A. Lozano⁽²⁾

(1) Departamento de Integración de Sistemas Micro y Nanoelectrónicos, (2) Dirección Técnica de Micro y Nanotecnologías.

INTI, Av. Gral. Paz 5445, San Martín, Bs. As., Argentina | brenji@inti.gov.ar

1. Resumen del caso

Para el desarrollo de los primeros prototipos de sistemas embebidos comerciales, se realizan pruebas de concepto, que luego de revisadas serán modificadas y perfeccionadas hasta llegar al producto final para su fabricación en mayor volumen.

Para fomentar y facilitar este proceso de innovación, se ha creado en el INTI una planta piloto para el prototipado de circuitos impresos que posee equipamiento para el armado, inspección y retrabajo en baja escala, enfocada en la producción de los primeros prototipos.

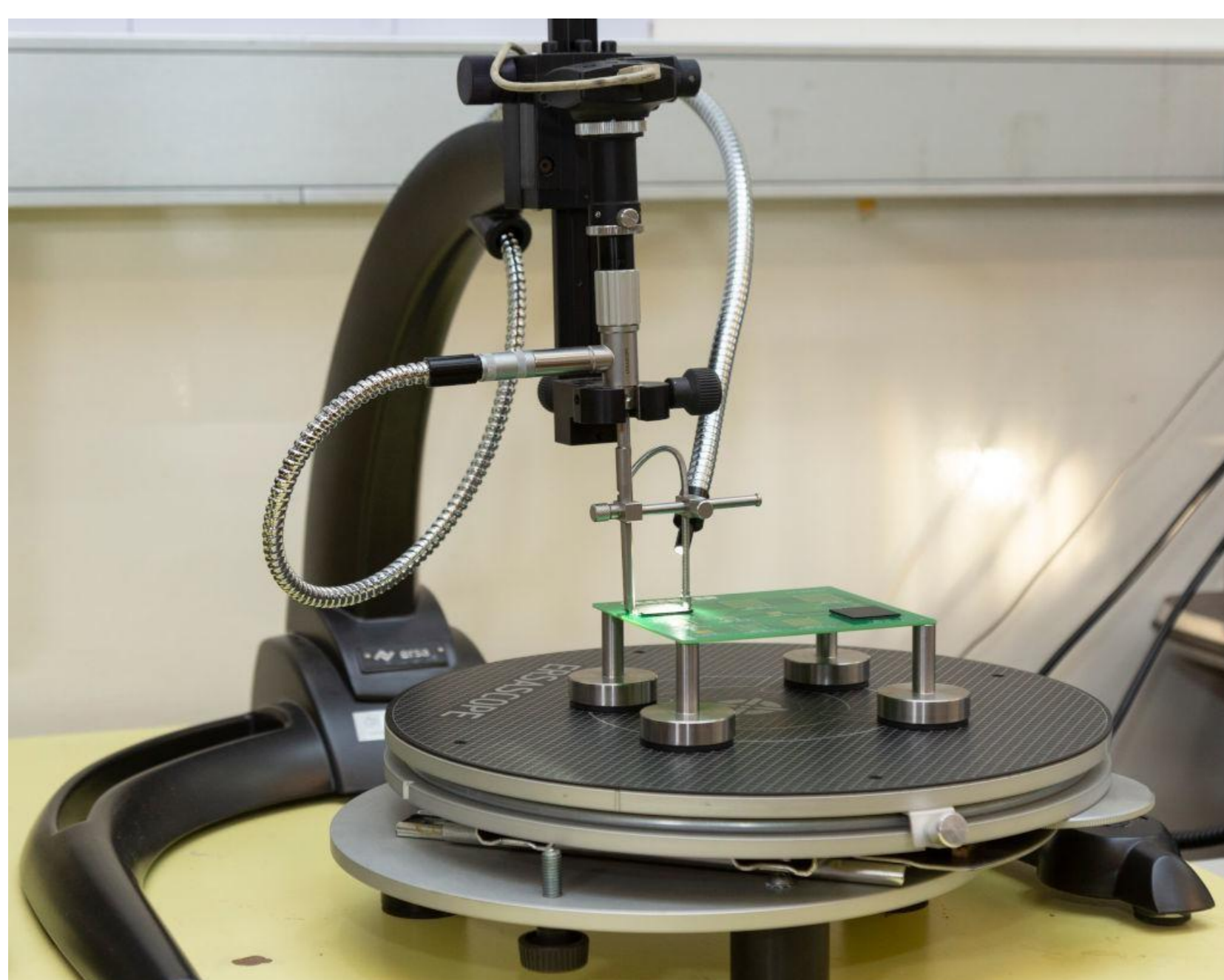
2. Objetivos de la planta piloto

- Entrenamiento y capacitación, orientado a las pequeñas empresas del rubro.
- Fomentar la generación de productos innovadores, con mayor tecnología y valor agregado.
- Perfeccionar conceptos de Diseño para la Manufacturabilidad (DFM).
- Investigar y experimentar nuevas técnicas, procesos y materiales.
- Poseer capacidades in-house para proyectos de interés estratégico.

3. Equipamiento

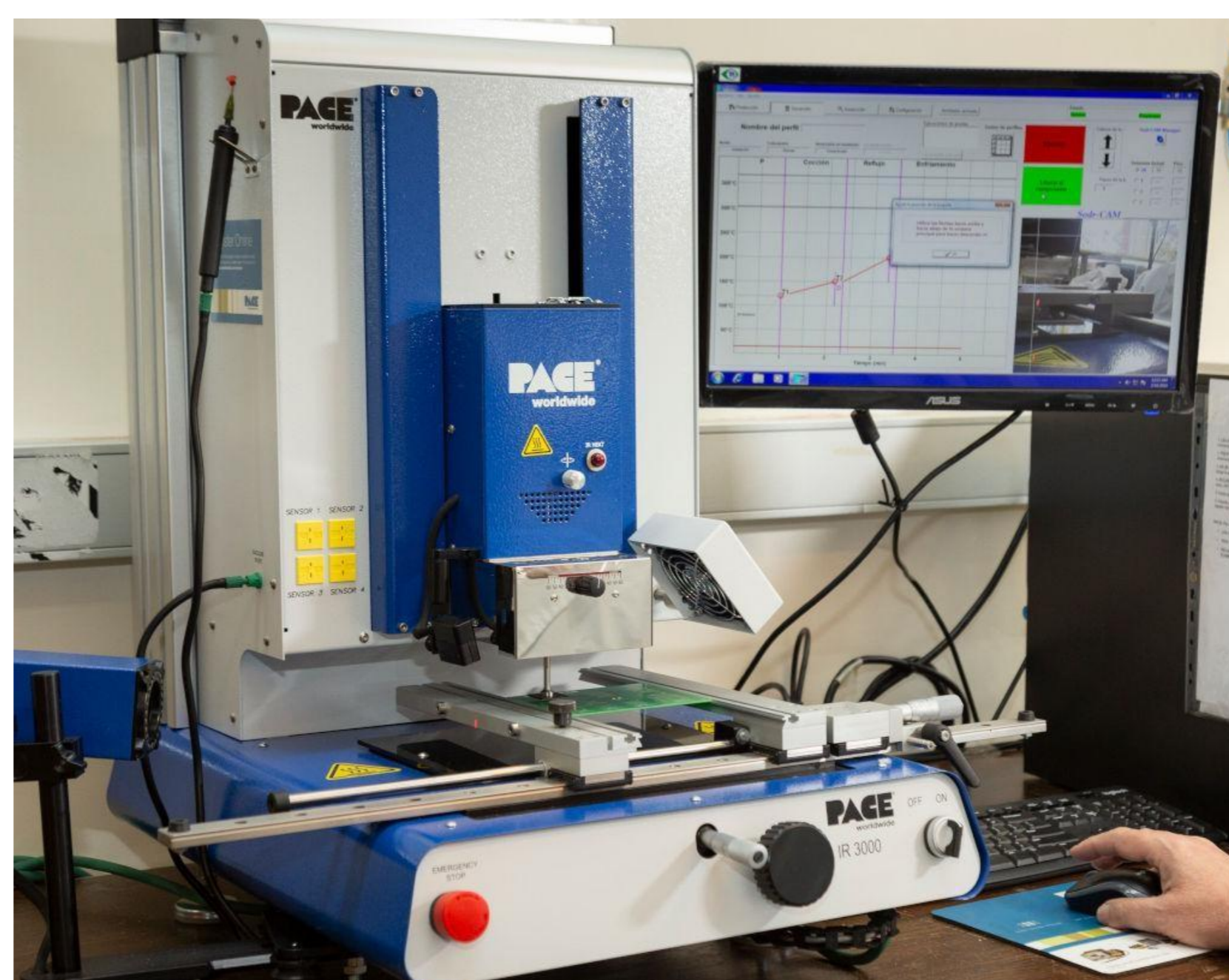
A continuación se expone el equipamiento relevante de la planta piloto.

INSPECCIÓN DE CHIPS BGA



- Equipo para inspección lateral de chips BGA, modelo Ersascope-2.

RETRABAJO SMD Y BGA



- Equipo especializado para soldadura y retrabajo de chips BGA, IR3000 de PACE.

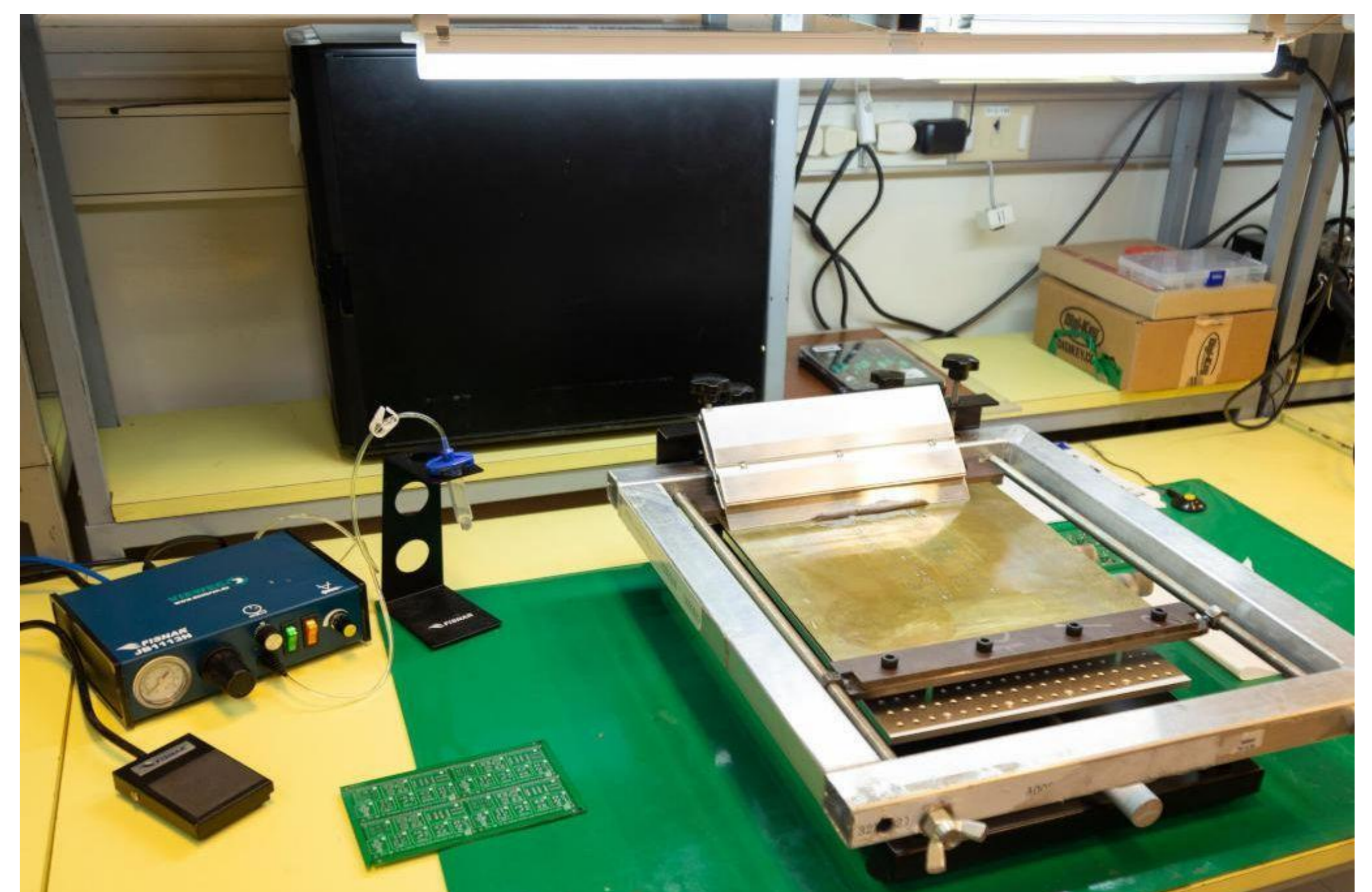
4. Resultados alcanzados

Se completó la selección y adquisición del equipamiento, la formación de RRHH y la puesta en marcha y prueba de los equipos y procesos de la planta, la cual se encuentra ya operativa. Se dispone de equipos estándar para el ensamble automatizado de circuitos electrónicos con tecnología SMD en baja escala, y se complementan con equipamiento especializado para soldadura, retrabajo e inspección de chips BGA.

A la fecha ya se han realizado capacitaciones a medida para CETEM, MSF Tech y EAMTA. Y se comienza a brindar asistencia a empresas innovadoras como por ejemplo Wiagro.

La planta piloto no tiene como objetivo competir con los armadores nacionales de PCBs, sino ser un complemento y una alternativa en las primeras etapas del desarrollo.

APLICACIÓN DE PASTA DE ESTAÑO



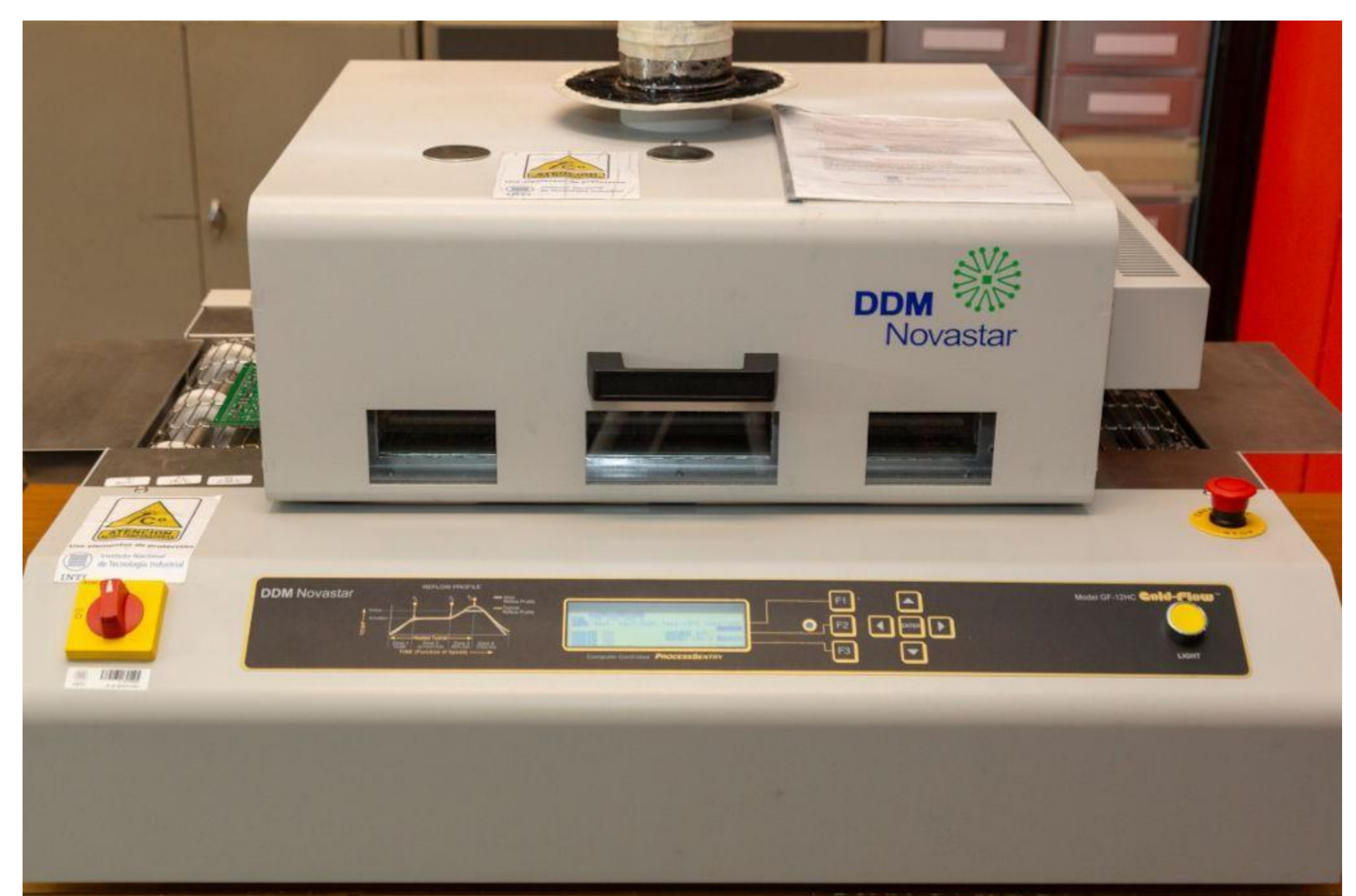
- Dispensador de pasta Fisnar JB1113N (izquierda)
- Impresora serigráfica para stencil (derecha).

POSICIONAMIENTO CON PICK & PLACE



- Equipo Pick&Place para montaje automático modelo LE40V de la firma DDM Novastar.

SOLDADURA CON HORNO DE REFUSIÓN



- Horno de refusión modelo GF-12HC-HT de la firma DDM Novastar.

INSPECCIÓN ESTRUCTURAL EDILICIA, MEDIANTE DRONES

W. Heidenreich⁽¹⁾, D. Albornoz⁽¹⁾, D. Marino⁽²⁾ y L. Molina Tirado⁽³⁾

(1) Departamento de Desarrollo para la Industria de la Movilidad – División de Drones, (2) Jefe del Departamento de Desarrollo para la Industria de la Movilidad, (3) Subgerente Energía y Movilidad.

INTI, Av. Gral. Paz 5445, San Martín, Bs. As., Argentina | wheidenreich@inti.gob.ar

1. Resumen del caso

El uso de drones equipados con cámaras RGB para la inspección de edificios y estructuras ofrece una alternativa eficiente, segura y de bajo costo frente a los métodos tradicionales. Esta tecnología permite reducir tiempos de inspección, disminuir costos operativos (mano de obra, andamiaje, interrupción de actividades) y mejorar la seguridad al evitar trabajos en altura o en zonas de difícil acceso.

Se presenta el caso de estudio de un tanque de grandes dimensiones, donde la implementación de vuelos con drones y la captura de imágenes permitió elaborar un informe visual detallado, analizar el estado de ciertas áreas críticas y apoyar la planificación de tareas de mantenimiento y puesta en valor.

2. Situación inicial

Tradicionalmente, la inspección y mantenimiento del tanque se realizaban de forma manual, utilizando andamios, escaleras o arneses, lo que implicaba altos riesgos laborales por la altura, el viento y las superficies resbaladizas. Estos métodos demandaban varios días de trabajo, elevados costos operativos y una cobertura visual limitada.

Ante estas limitaciones, se desarrolló técnicas con drones equipados con cámaras RGB de alta resolución para obtener imágenes detalladas de toda la estructura —cúpula, columnas y base— sin necesidad de montar andamios ni exponer al personal. La incorporación de tecnología buscó reducir tiempos y costos, mejorar la precisión de los registros y crear un archivo digital que permita el seguimiento del deterioro estructural a lo largo del tiempo.

3. Herramientas o métodos utilizados

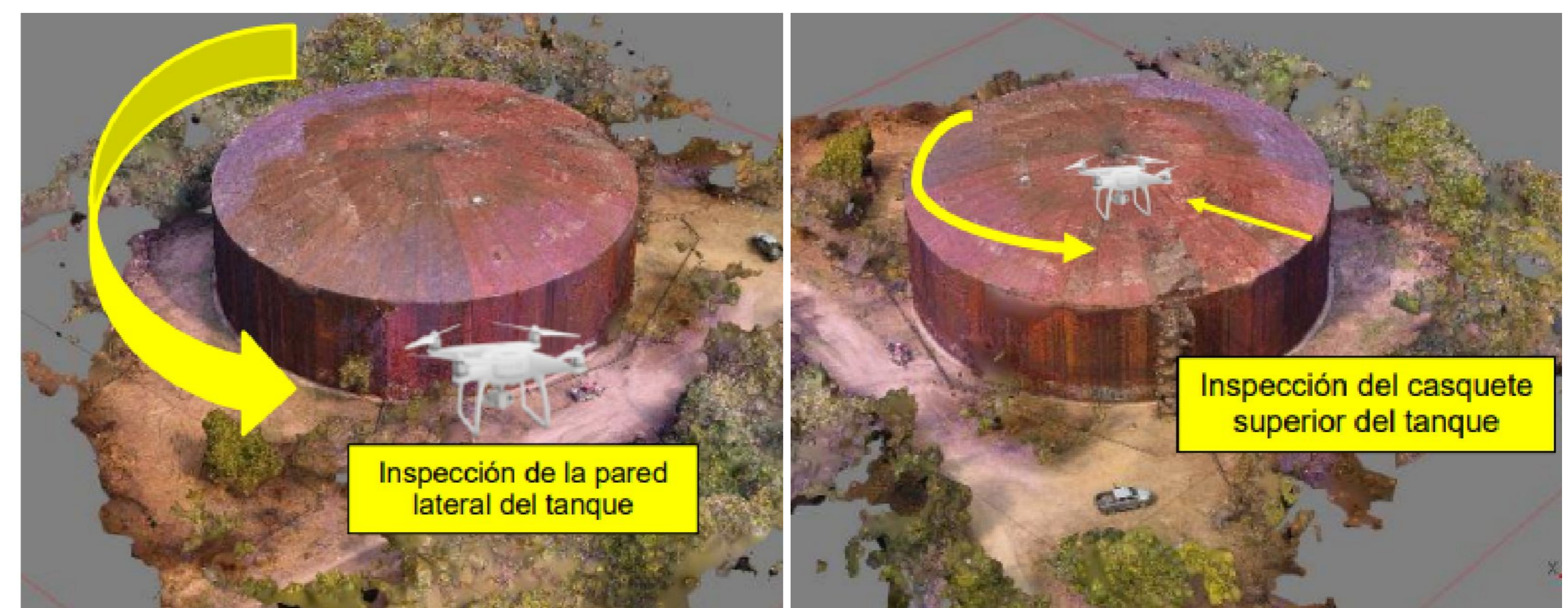
Se empleó un dron multirrotores Phantom 4 pro matrícula VNT-1472 equipado con una cámara RGB de alta resolución con distancia focal de 8,8 mm, obturador mecánico 8 – 1/2000 s, sensor CMOS de 1" y 20 Mega píxeles, ISO 100 – 3200, RC @2.4 GHz con interfaz de telemetría DJI Go 4.

La primera acción a llevarse a cabo consistió el relevamiento de las inmediaciones del lugar, a fin de determinar las dimensiones de la estructura a inspeccionar, los obstáculos presentes a su alrededor, los sitios de operación y aquéllos destinados a zonas de aterrizaje de emergencia ante posibles contingencias.

4. Resultados alcanzados

La implementación de drones en la inspección estructural del tanque demostró ser una herramienta altamente eficiente, segura y precisa.

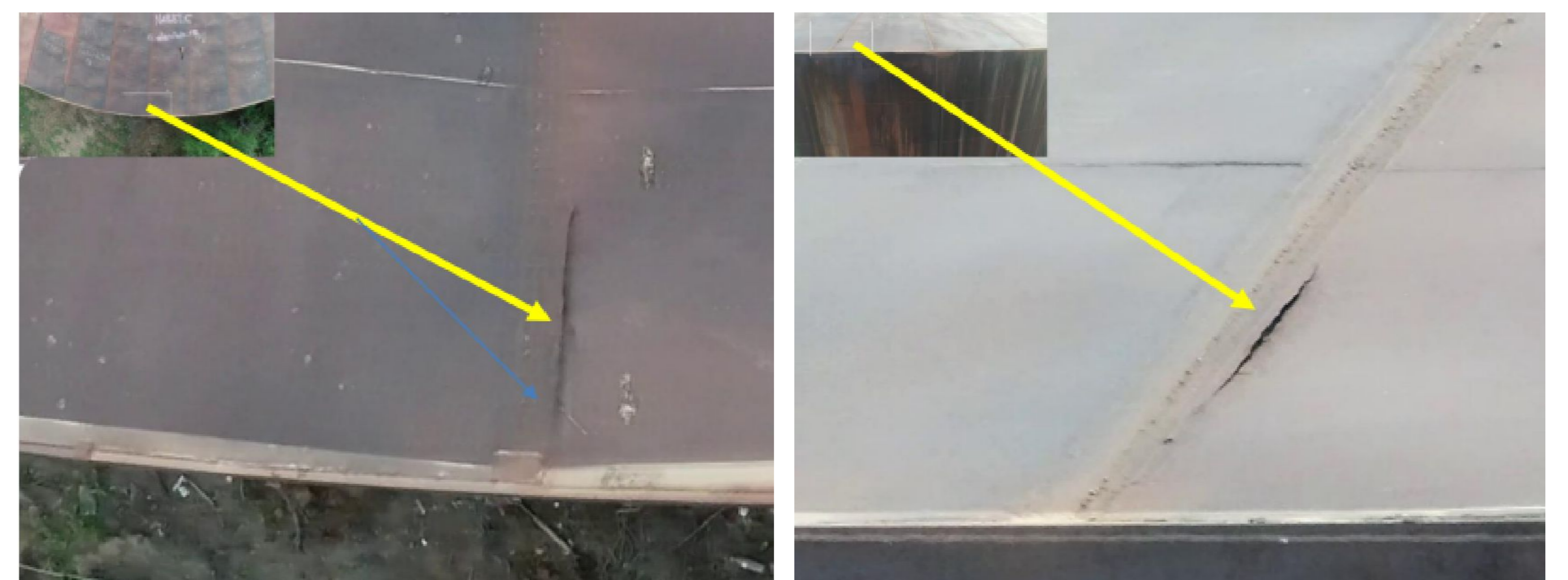
En comparación con los métodos tradicionales, el uso de UAVs eliminó la necesidad de estructuras de acceso como andamios, reduciendo significativamente los costos, los tiempos de ejecución y los riesgos asociados al trabajo en altura. Además, la disponibilidad de información de alta calidad facilitó la toma de decisiones técnicas y estratégicas, promoviendo prácticas de mantenimiento preventivo más efectivas.



• Metodología de inspección

Se realizó una operación de vuelo manual para inspeccionar las paredes laterales del tanque, manteniendo el sensor RGB del dron a 1,5 m de distancia y orientado perpendicularmente a la superficie. La trayectoria siguió un patrón en espiral descendente, registrando video en alta definición.

Para el casquete superior, se implementó un vuelo automático tipo “punto de interés”, con el sensor orientado al nadir. El recorrido inició con un radio de 25 m respecto al centro del tanque, reduciéndose progresivamente para abarcar toda la superficie superior en una espiral continua.



• Detalle de inspección externa del tanque



• Detalle de inspección interna del tanque

La operación permitió obtener 18 GB de material visual en alta resolución —videos y fotografías de detalle— que posibilitaron un análisis exhaustivo del estado de la infraestructura, la detección temprana de defectos, corrosión o deterioros, y una planificación más precisa de las tareas de mantenimiento.

Estos resultados evidencian el potencial de la tecnología de drones como un recurso clave para optimizar procesos de inspección industrial, contribuyendo al fortalecimiento de la seguridad operativa, la eficiencia en la gestión de recursos y la mejora continua en la calidad de los datos obtenidos.

MOVILIDAD AUTÓNOMA INTELIGENTE: CONVERGENCIA ENTRE LA IA Y SISTEMAS DE MONITOREO VISUAL

H. G. Nuñez⁽¹⁾, D. Marino⁽²⁾ y L. Molina Tirado⁽³⁾

(1) **Proyectista Técnico**, (2) **Jefe del Departamento de Desarrollo para la Industria de la Movilidad**, (3) **Subgerente Energía y Movilidad**.

INTI, Av. Gral. Paz 5445, San Martín, Bs. As., Argentina | hnunez@inti.gov.ar

1. Resumen del caso

El presente trabajo aborda el desarrollo y aplicación de modelos de *Inteligencia Artificial* orientados a la movilidad inteligente y el monitoreo visual de entornos urbanos.

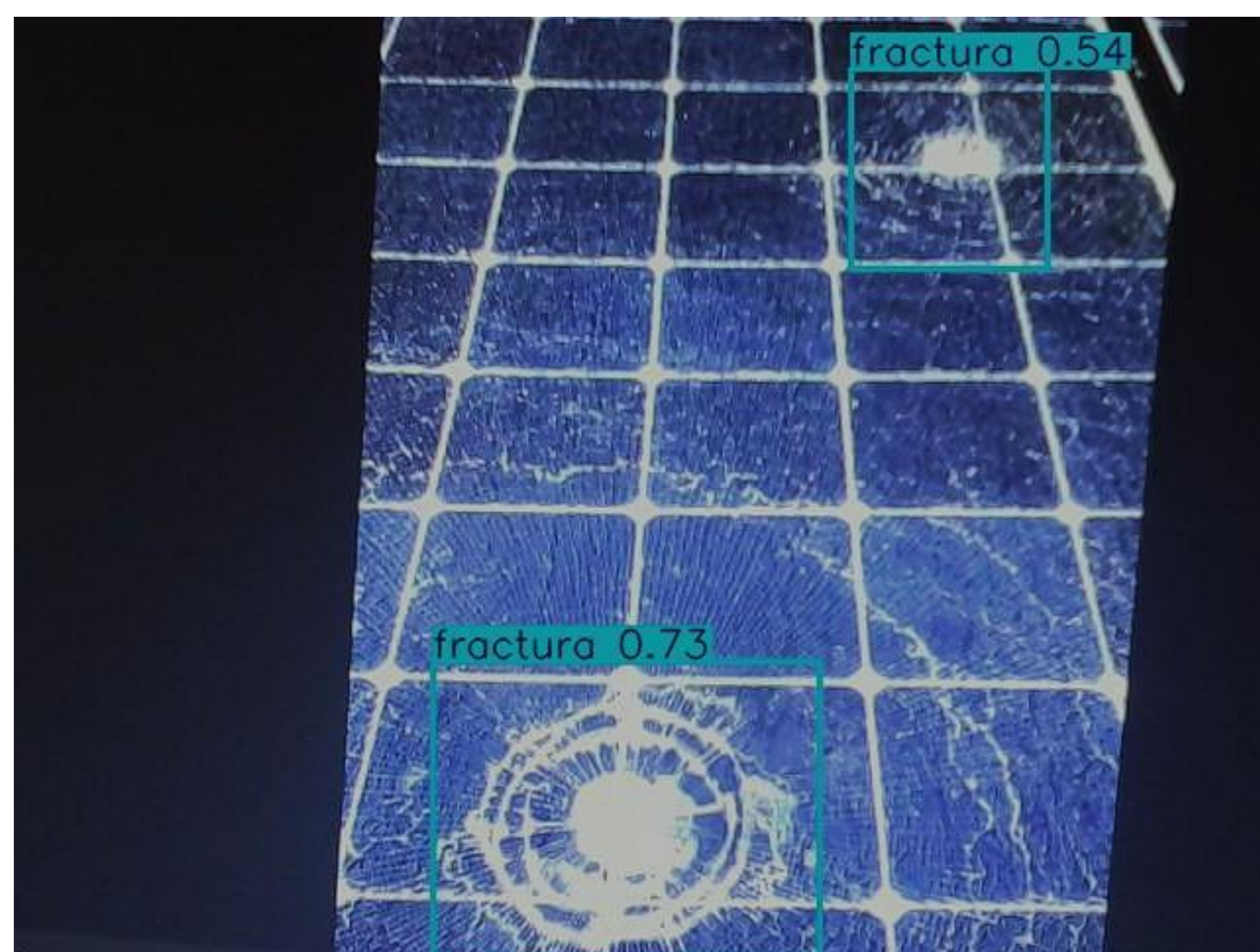
A través del uso de técnicas de *Machine Learning*, *Deep Learning*, y *Visión por Computadora* ⁽²⁾, se implementaron soluciones que permiten detectar y analizar el comportamiento de vehículos livianos de micromovilidad —como monopatines eléctricos—, así como la evaluación visual del estado y disposición de paneles fotovoltaicos instalados en espacios controlados.

El enfoque priorizó la optimización del procesamiento visual, la adaptabilidad de los modelo a distintos entornos y la generación de información útil para la toma de decisiones en materia de seguridad y eficiencia operativa para su posterior análisis de datos.

(2) Szeliski, R. (2022). *Computer Vision: Algorithms and Applications* (2nd ed.). Springer.



• Imagen denotando como discrimina en tránsito entre peatones y otros vehículos.



• Imagen denotando detección de daños en paneles fotovoltaicos

3. Herramientas o métodos utilizados

Se desarrollaron modelos basados en *redes neuronales convolucionales (CNN)*, entrenados con imágenes obtenidas en campo y sometidos a un proceso de ajuste fino (*fine-tuning*) para mejorar su precisión ante variaciones de entorno, iluminación y distancia.

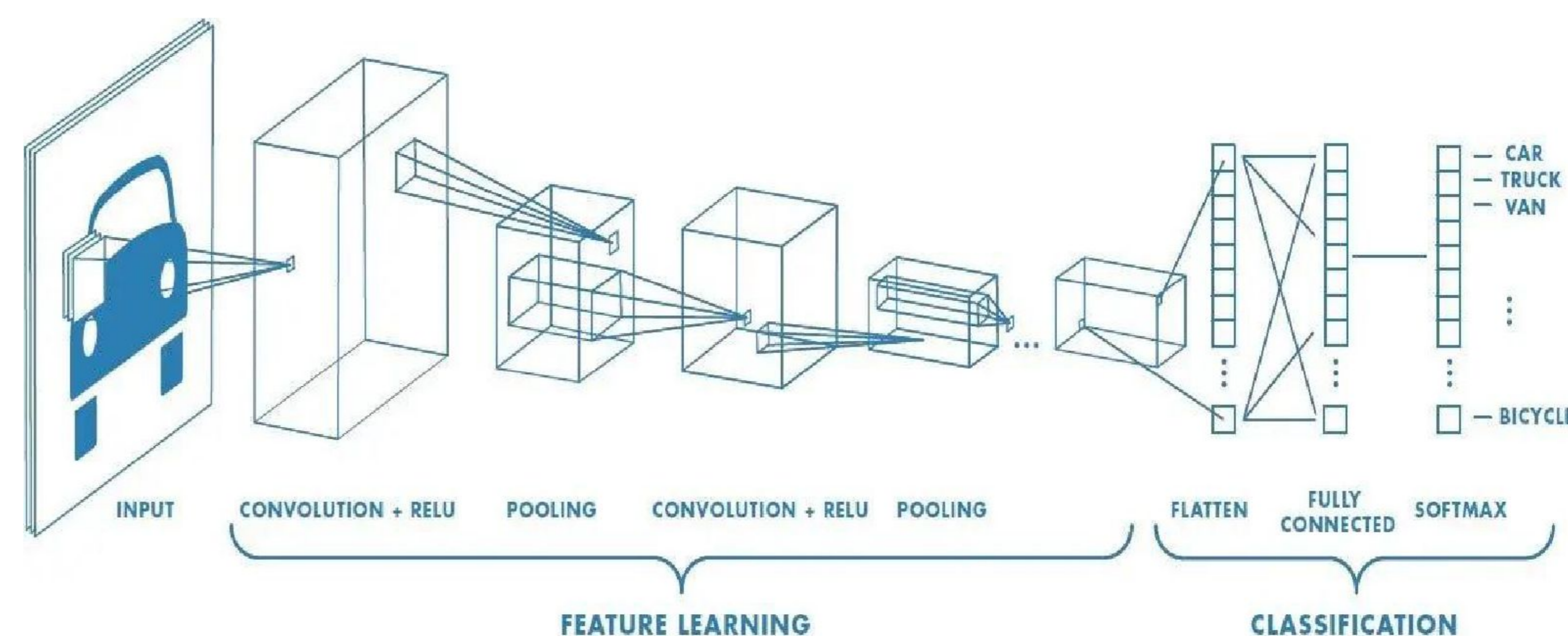
El enfoque combinó técnicas de aprendizaje supervisado y estrategias de optimización orientadas a reducir falsos positivos, aumentando la robustez del sistema frente a distintas condiciones de operación.

El procesamiento visual fue integrado a un entorno experimental de prueba en el que se evaluaron las capacidades de detección y respuesta en tiempo real.

2. Situación inicial

El crecimiento sostenido del uso de vehículos eléctricos de micromovilidad en entornos urbanos —como monopatines y bicicletas eléctricas— planteó la necesidad de desarrollar herramientas que permitan analizar su circulación y su interacción con peatones y otros medios de transporte.

De forma complementaria, en el ámbito industrial se identificó la oportunidad de aplicar metodologías de análisis visual al monitoreo de instalaciones técnicas, enfocadas en la detección temprana de anomalías en paneles fotovoltaicos o componentes electromecánicos. Ambos desafíos requieren sistemas de percepción automatizados capaces de operar de manera continua y adaptable al entorno. Frente a las limitaciones de los métodos convencionales de observación o control, la Inteligencia Artificial y la Visión por Computadora se consolidan como tecnologías clave para mejorar la seguridad, el análisis, la eficiencia operativa y el mantenimiento predictivo.



• Esquema básico de una Encadenación de Capas de una CNN - Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press.

4. Resultados alcanzados

Los resultados demostraron una alta confiabilidad en la detección de vehículos de micro movilidad y en la identificación visual de paneles con posibles anomalías superficiales. Los modelos ajustados lograron mantener un desempeño estable en contextos variados, mostrando capacidad de

adaptación y mejora progresiva mediante la retroalimentación de nuevos datos. Estas experiencias consolidan el uso de la Inteligencia Artificial como herramienta efectiva para optimizar la seguridad, la eficiencia y el mantenimiento predictivo dentro de los entornos de movilidad autónoma e industrial.

DESARROLLO DE APPS DENOMINADAS JUST IN TIME DIGITAL PARA EMPRESA DE PRODUCCIÓN DE INDUMENTARIA DEPORTIVA

R. Bielli

Industria 4.0 INTI Mendoza.

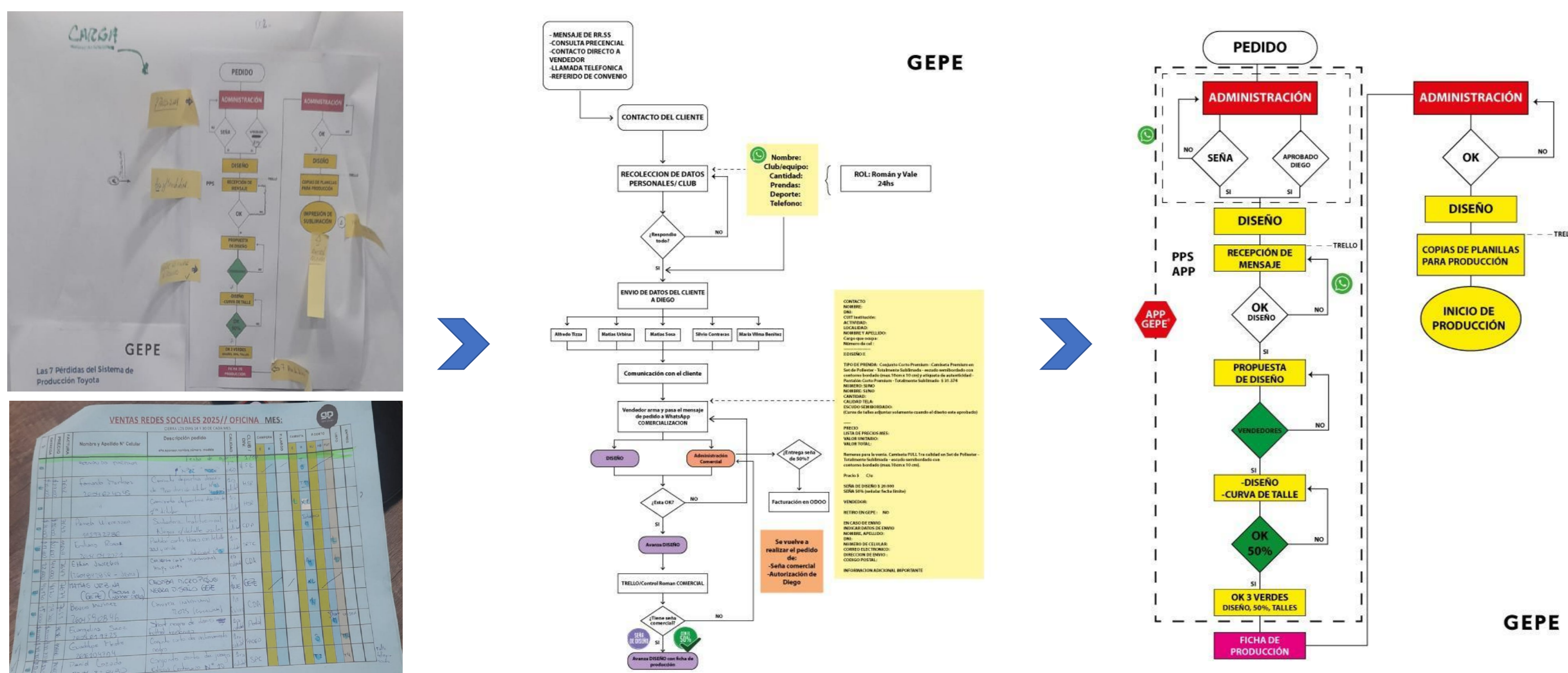
INTI, Aráoz 1511, Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina | rbielli@inti.gob.ar

1. Resumen del caso

Desarrollamos tres apps de forma integrada para poder disminuir los tiempos de espera que se producían entre el ingreso del pedido del cliente, la gestión del vendedor y la etapa de producción de la indumentaria. Todas las APPS desarrolladas fueron bajo lenguaje abierto para poder generar un impacto final de evaluación estadístico en su ERP central de nombre ODOO. Cada App tiene un objetivo por etapa medible como tiempos de respuestas, productividad y manejo de stock para reducción de costos en todo el proceso. El proyecto se llamó "Just in Time Digital"; el primer desarrollo es un Chat-bot consultivo al cliente, el segundo desarrolló una App para los vendedores, para relevar los pedidos sin errores y el tercero una App de manejo de stock que permite cuantificar los tiempos de entrega según los procesos de producción y pedido de vendedor. Todas impactando su trazabilidad en el ERP principal de la empresa.

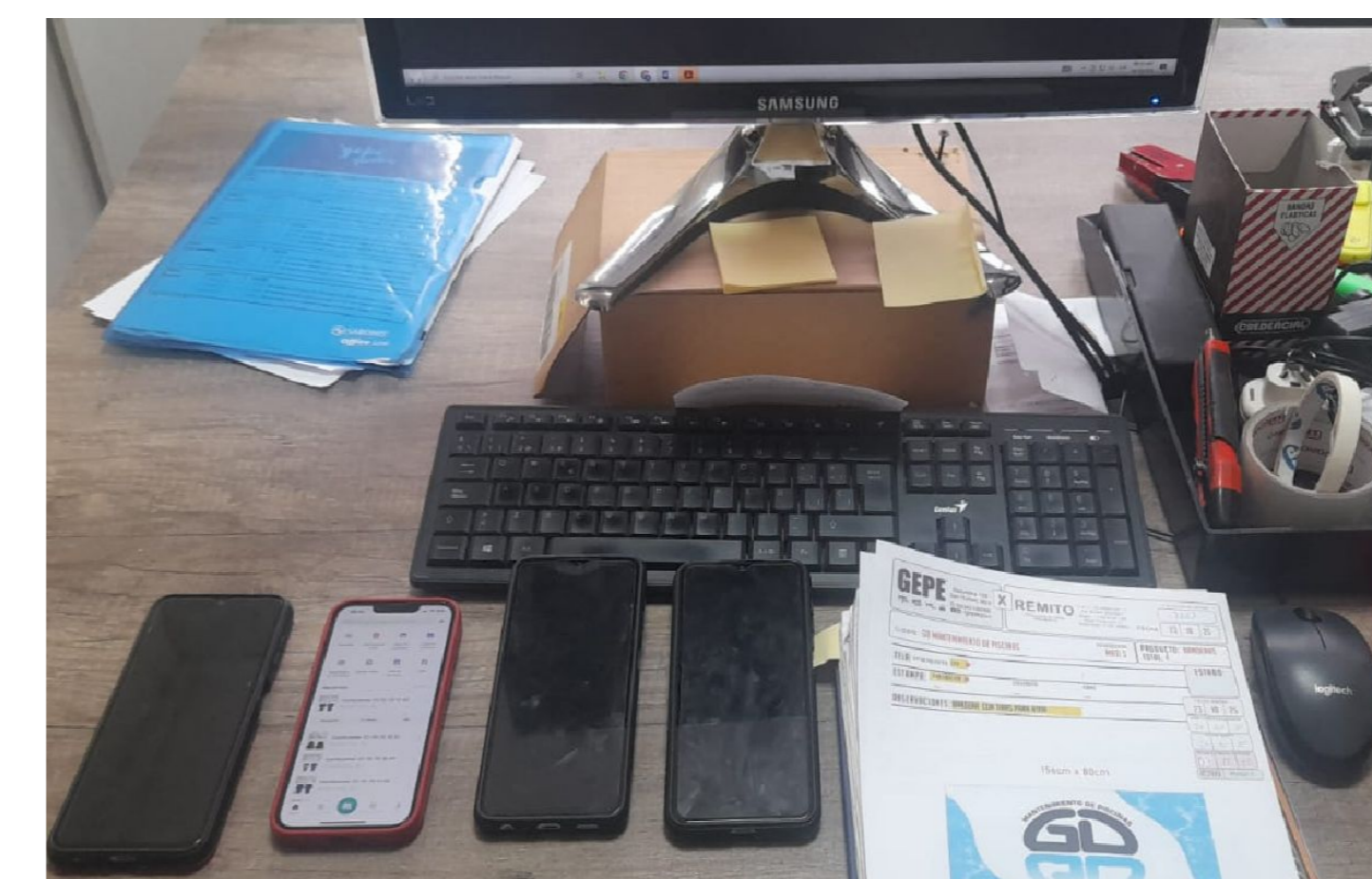
2. Situación inicial

La empresa contaba con metodologías de procesos muy dispares por áreas, que generaban cuellos de botellas de comunicación inter áreas, debido a que todos los pedidos se realizaban bajo la herramienta Trello con carga manual y muchos errores de interpretación en la información. En cada una de las áreas (Recepción, Comercial y Producción) tienen RR/HH con perfiles totalmente diferentes y con interpretaciones de información de forma distinta. El ejercicio se basó en distinguir los procesos reales de los procesos de deseados, y trabajar sobre la realidad para poder levantar información para las Apps.



Documentación y mejora del flujo del proceso productivo

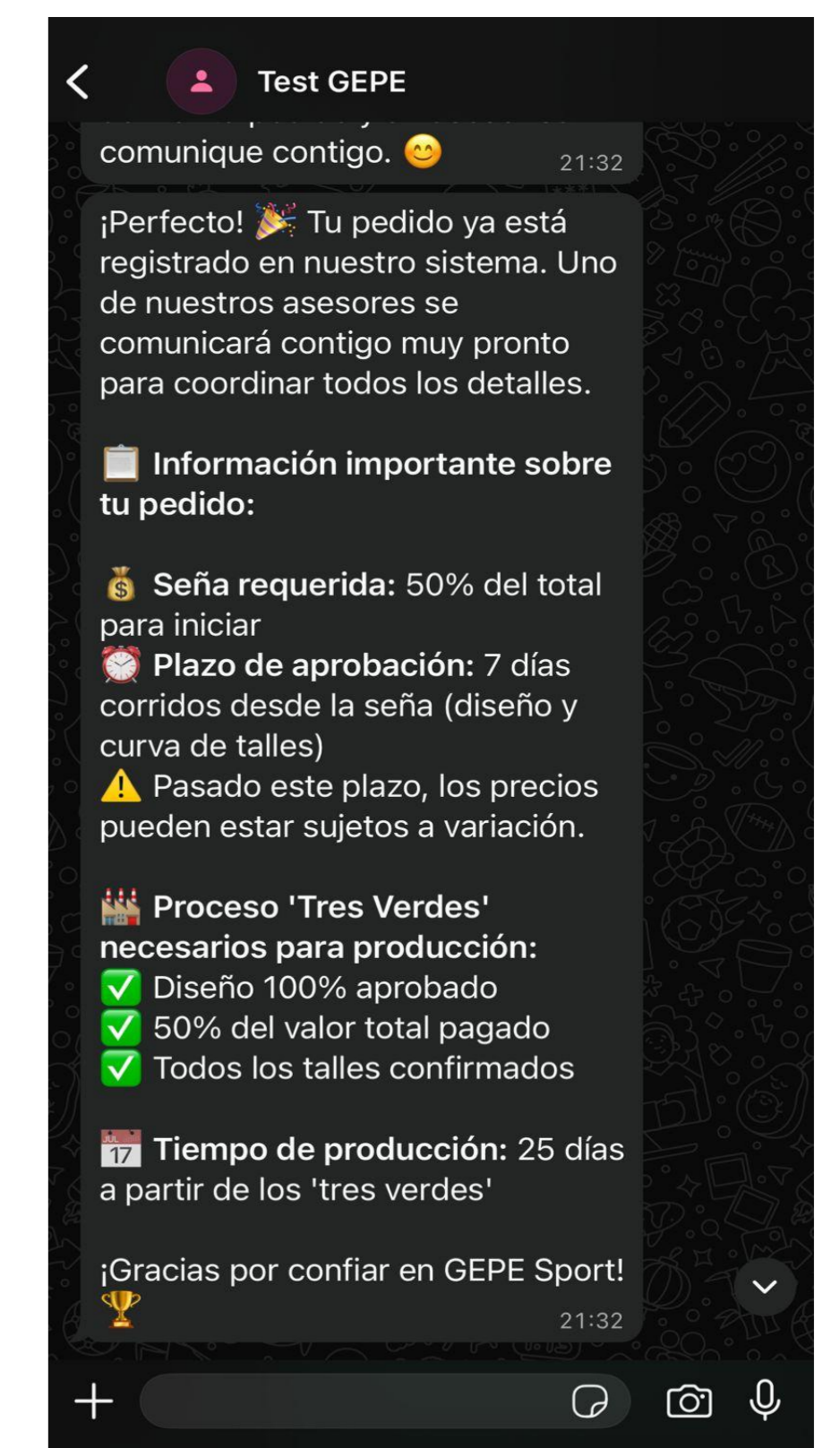
CHAT-BOT RECEPCIÓN



Recepción por celulares - Antes

```
def get_funcion call_message(self) -> str:
    """Retorna el mensaje hardcodeado para funcion call"""
    return ("¡Perfecto! Tu pedido ya está registrado en nuestro sistema. Uno de nuestros asesores se comunicará contigo muy pronto para coordinar todos los detalles.\n"
    "Información importante sobre tu pedido:\n"
    "Seña requerida: 50% del total para iniciar\n"
    "Plazo de aprobación: 7 días corridos desde la seña (diseño y curva de talles)\n"
    "Pasado este plazo, los precios pueden estar sujetos a variación.\n"
    "Proceso 'Tres Verdes' necesarios para producción:\n"
    "Diseño 100% aprobado\n"
    "50% del valor total pagado\n"
    "Todos los talles confirmados\n"
    "Tiempo de producción: 25 días a partir de los 'tres verdes'\n"
    "¡Gracias por confiar en GEPÉ Sport! 🏆")
```

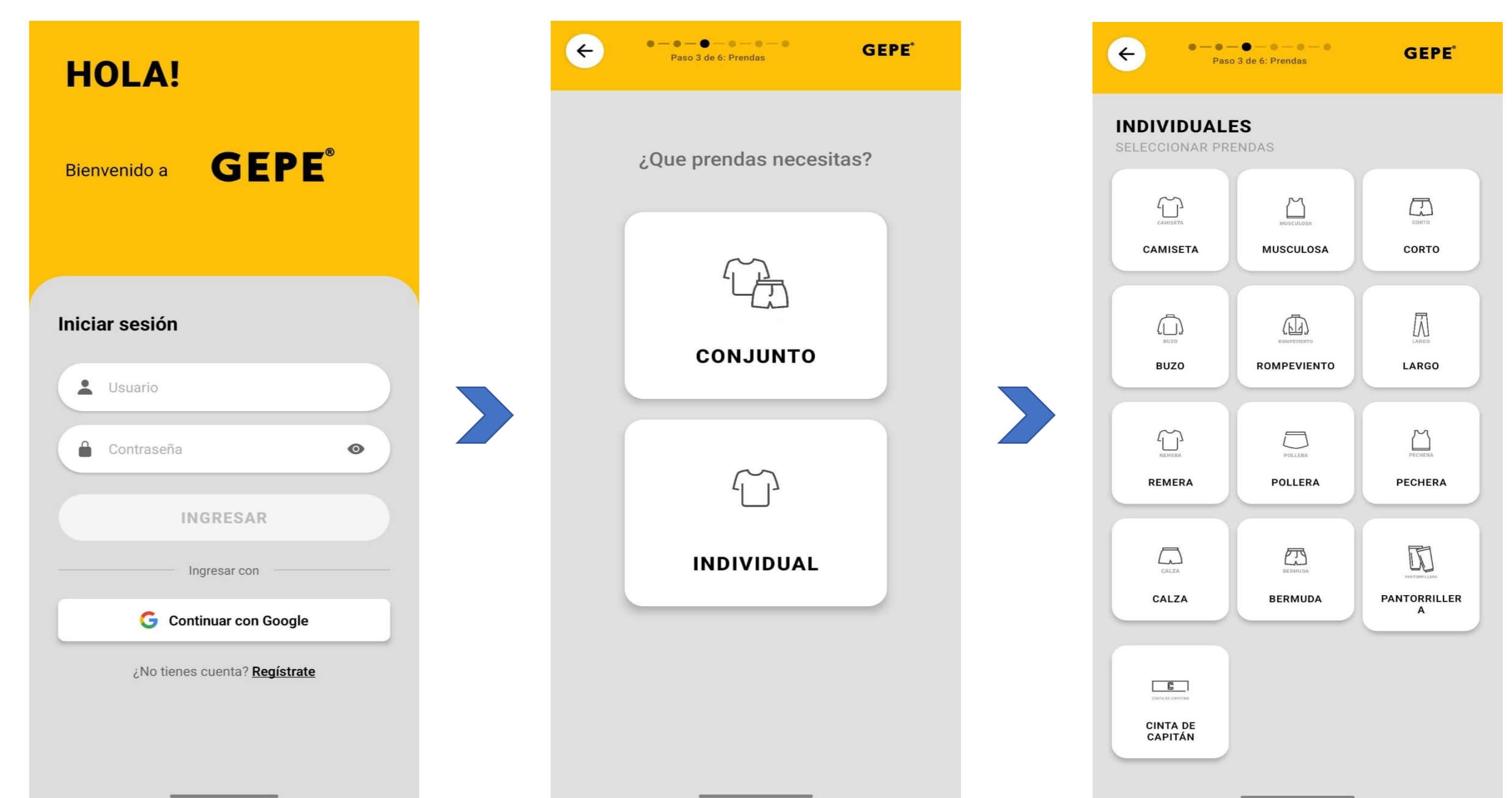
Código programación



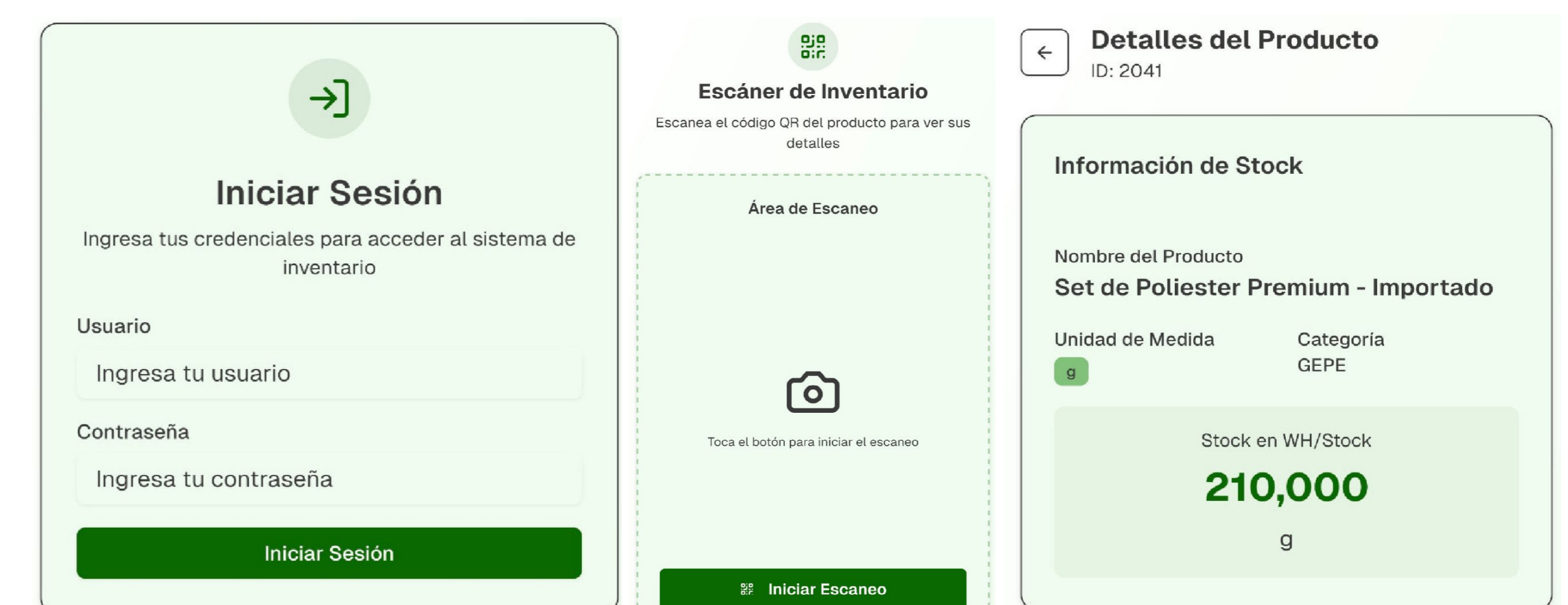
Chat Bot - Ahora

3. Herramientas o métodos utilizados

El lenguaje de programación que se utilizó en los tres desarrollos fue Python para backend y REAC como biblioteca de JavaScript en la interface (UI). La metodología fue bajo el concepto Agile Scrum, para poder validar los entregables con los vendedores y usuarios.



App Diseño Vendedores



App manejo de stock para tiempos de diseño y entrega

4. Resultados alcanzados

Poder medir y cuantificar la productividad en cada etapa del proceso de fabricación de indumentaria deportiva es fundamental. En una empresa donde la calidad del producto es prioritaria, contar con herramientas que permitan realizar estas mediciones resulta esencial. La posibilidad de poder disminuir los tiempos de espera utilizando las herramientas digitales bajo formato App móvil es el logro de impacto relevante.

La empresa incorporó metodologías de evaluación de procesos como parte de su ADN, lo que representa un valor clave para la Mejora Continua. Su próximo

objetivo —ya en marcha— es la digitalización de estos procesos para desarrollar herramientas digitales propias.

El concepto de empresa 4.0 ya es parte de la visión de la misma, planificando estratégicamente la incorporación de forma ordenada y funcional la mayor cantidad de tecnología en todo su proceso productivo.

La recepción del recurso humano de estas herramientas, bajo las metodologías de Mejora Continua y ágiles es un punto distintivo del proyecto. Ya están en funcionamiento todos los primeros entregables para su testeo y proceso de calidad. Ahora se continuará incorporando nuevas tecnologías.

DESARROLLO DE PROTOTIPO IoT PARA ACCESO Y OPERACIÓN REMOTA DE TABLEROS ELÉCTRICOS

G. Saez de Arregui y M. Re

INTI Litoral Centro Rosario.

INTI, Esmeralda y Ocampo, Rosario, Santa Fe, Argentina | gsaez@inti.gob.ar

1. Resumen del caso

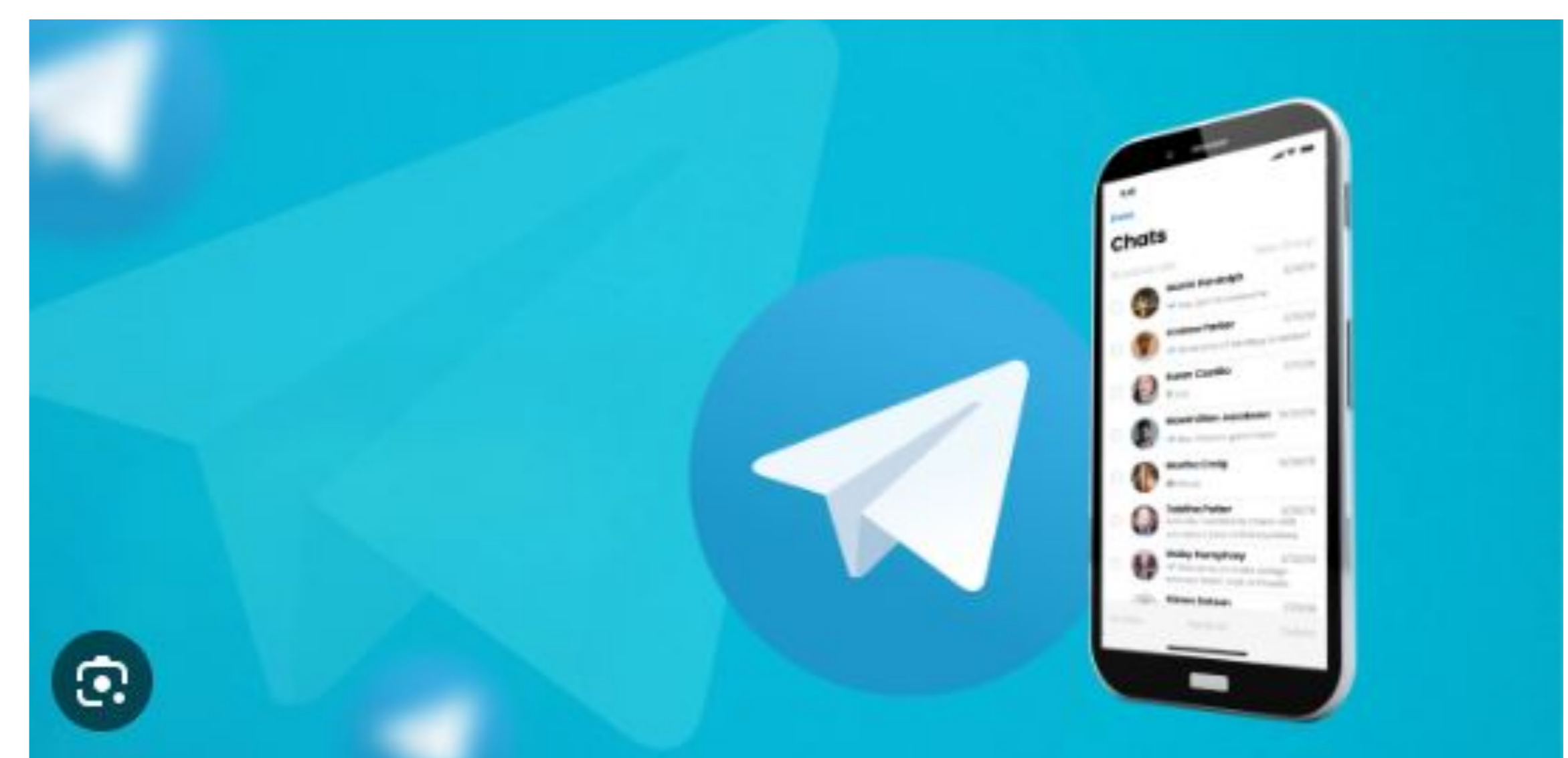
La operación y maniobra eléctrica en tableros industriales, sumado a los sistemas de automatismos son moneda corriente desde hace años. La evolución de los diferentes artefactos han llegado hoy en día a ofrecer una gama de servicios añadidos que multiplican las opciones de funcionamiento y dan soporte a un sinnúmero de alternativas donde la industria 4.0 cobra más y más protagonismo. Es así que nos encontramos con elementos de maniobra, control y operación con acceso remoto, lo que permite que uno pueda desde lugares distantes acceder a los tableros y ejecutar acciones sobre los mismos sin la necesidad de la presencia física. Asimismo, en ciertas ocasiones, se vuelve inviable realizar modificaciones, lo que implica detener un equipo en medio del proceso e incluso en algunas ocasiones detener toda una planta para realizar los cambios. En este proyecto se desarrolló una solución IoT que agrega la opción de teleoperación a tableros existentes sin la necesidad de grandes paradas.

2. Situación inicial

Se detectó en varias ocasiones la necesidad de poder acceder a ciertos elementos de maniobra alojados en tableros eléctricos industriales. Si bien la operación habitual es presencial, permitir el acceso remoto habilitaría a dar respuestas puntuales de forma más eficiente, sobre todo en momentos donde el personal calificado se encuentra alejado o no disponible. Para lo cual se desarrolló un equipo prototipo con tecnología IoT que hace de interfaz entre los elementos del tablero y una aplicación de mensajería para el acceso remoto.



Placa prototipo de acceso remoto a tableros



Aplicación Telegram de mensajería

3. Herramientas o métodos utilizados

El diseño de la solución cuenta con tres módulos principales:

- Fuente de alimentación.
- Microcontrolador con acceso a Wifi.
- Módulo relé para manejo de salidas.

El firmware desarrollado en C++ para el microcontrolador interactúa con la aplicación de mensajería telegram. Este vínculo permite una comunicación ida y vuelta con el teleoperador permitiendo ejecutar comandos de forma remota y recibir información desde el tablero eléctrico teleoperado.

Telegram permite interactuar por medio de comandos específicos al tablero de forma remota y se puede configurar para que por ejemplo se accionen contactores y demás elementos por medio de la interfaz de potencia del prototipo. Esto se puede realizar tanto desde un dispositivo móvil como un teléfono inteligente o una Tablet o desde el navegador de una PC o notebook.

4. Consideraciones sobre ruido e interferencias

Debido a la hostilidad que suele presentar el ambiente industrial y en referencia a tableros eléctricos que suelen accionar circuitos de cierta potencia, las consideraciones de ruido e interferencias no deben ser despreciadas. En este sentido, el proyecto tiene un componente extra y es la conexión Wifi del microcontrolador. Para este caso, se decidió instalar la placa IoT alejada de la planta y en cercanías a un Access point con conexión a internet y extender las líneas que interactúan con el tablero por medio de ductos. De esta forma se reducen los riesgos de fallas.

4. Resultados alcanzados

Se llevó adelante un prototipo de bajo costo capaz de permitir el acceso remoto al tableros eléctricos. De esta forma y por medio de comandos ejecutados desde la aplicación de mensajería Telegram se actúa sobre elementos de maniobra y se puede acceder a sensores como por ejemplo de temperatura conociendo el estado general del tablero como de algún elemento en particular.

5. Perspectivas futuras

Se puede expandir fácilmente este proyecto sumando más sensores y generando estados de alarma en caso de desvíos. De esta forma se puede actuar de forma temprana dando avisos a personal especializado que pueda acceder de manera presencial para una inspección más profunda.

DIGITALIZACIÓN Y GESTIÓN DEL TIEMPO DE PROCESO EN PYMES METALMECÁNICAS

S. Abdelhamid⁽¹⁾, S. Cabrera Hid⁽¹⁾, J. Fioretti⁽¹⁾, A. Milanesio⁽²⁾, A. Vigna⁽³⁾

(1) Depto. de monitoreo y control de procesos industriales NOA, (2) Depto. de producción sustentable y agregado de valor, (3) Depto. de Industria 4.0
INTI, Charcas 21, San Miguel de Tucumán, Tucumán., Argentina | abdelhamid@inti.gov.ar

1. Resumen del caso

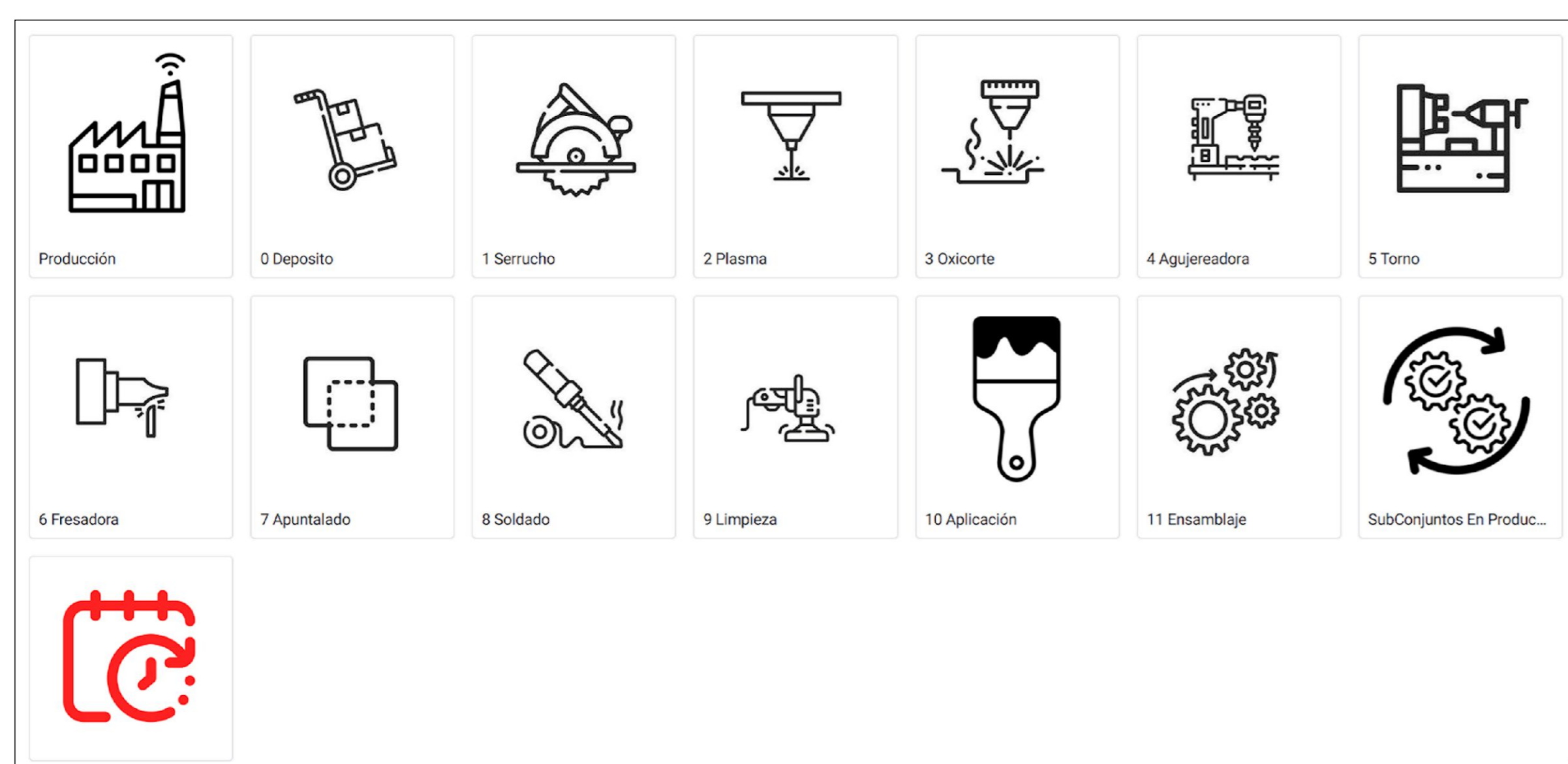
Este artículo presenta una metodología aplicable a PyMEs metalmecánicas y fabricantes de implementos agrícolas para implementar sistemas de gestión de producción digitalizados con herramientas de bajo costo. La solución, desarrollada sobre Google Workspace, permite a estas empresas medir tiempos productivos por equipo y proceso, identificar cuellos de botella y optimizar la gestión de recursos, con inversiones significativamente inferiores a los sistemas tradicionales.

El sistema implementado permite a los operarios registrar tiempos de producción directamente desde dispositivos móviles, eliminando planillas físicas y automatizando la trazabilidad de componentes a través de todas las etapas productivas. Los dashboards de Business Intelligence proporcionan visibilidad en tiempo real sobre el rendimiento por máquina y operario, demostrando que las PyMEs industriales pueden acceder a tecnologías 4.0 sin grandes inversiones.

2. Situación Inicial

Las PyMEs metalmecánicas y fabricantes de implementos agrícolas suelen enfrentar desafíos comunes: carecen de estándares para medir el rendimiento de cada equipo de trabajo y no cuentan con datos precisos sobre tiempos productivos. Esta situación impide identificar cuellos de botella, calcular costos reales por proyecto y optimizar la asignación de recursos.

El diagnóstico inicial en estas empresas típicamente identifica múltiples etapas productivas críticas sin medición sistemática: desde Depósito y diferentes tipos de Corte (Serrucho, Plasma, Oxicorte), pasando por Mecanizado (Agujereadora, Torno, Fresadora), hasta procesos de Armado, Soldadura, Pintura y Ensamble Final. La falta de trazabilidad entre componentes y subconjuntos complica la planificación y genera ineficiencias significativas.



▪ Etapas de la Producción en la App

Tras un diagnóstico inicial, el Departamento de Monitoreo y Control de Procesos Industriales del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) identificó una oportunidad: era posible implementar un sistema digital adaptado a la realidad económica de la PyME. El desafío consistía en medir con precisión los tiempos productivos sin añadir burocracia al proceso.



▪ Esquema conceptual de tablero de análisis de datos en tiempo real

3. Herramientas o métodos utilizados

Frente a soluciones ERP tradicionales con costos prohibitivos para PyMEs, se desarrolló una estrategia basada en herramientas accesibles de Google Workspace. La solución integra Google Sheets como base de datos, AppSheet para la interfaz móvil y Looker Studio para visualización de datos, con un costo de implementación hasta 70% inferior a sistemas convencionales.

El sistema se diseñó específicamente para medición de tiempos por equipo y proceso, permitiendo a los operarios registrar inicio y fin de cada etapa directamente desde smartphones o tablets. Cada componente y subconjunto recibe un ID único que permite seguimiento a través de todas las etapas productivas, automatizando la transición entre fases y eliminando registros.

La arquitectura modular del sistema gestiona producción por "Órdenes de Producción" agrupando Máquina, SubConjunto, Componentes y Materiales. Los botones de Play/Stop en la interfaz permiten medición precisa de tiempos, mientras indicadores visuales muestran disponibilidad de materiales.

4. Resultados alcanzados

La implementación de esta metodología en PyMEs metalmecánicas ha generado impactos significativos en su gestión productiva:

- Gestión precisa de tiempos por equipo.
- Reducción de costos de implementación.
- Eliminación de registros manuales.
- Trazabilidad completa de producción.
- Mejora en planificación y capacidad.
- Gestión visual de stock.
- Acceso a documentación técnica.

Esta metodología demuestra que las PyMEs industriales pueden implementar soluciones 4.0 accesibles que transforman su gestión productiva. La combinación de dispositivos móviles, herramientas en la nube de bajo costo y metodologías de mejora continua permite a pequeñas empresas competir con estándares de eficiencia reservados a grandes corporaciones.

La experiencia desarrollada constituye un modelo replicable para PyMEs manufactureras que necesitan mejorar su gestión de tiempos y procesos sin realizar grandes inversiones en tecnología. El acompañamiento del INTI ha sido fundamental para adaptar la solución a las necesidades específicas del sector metalmecánico, demostrando que la transformación digital es accesible para todos los estratos industriales.

ENSAYOS VIRTUALES Y SU VALIDACIÓN METROLÓGICA PARA LA INDUSTRIA 4.0

M. Aguirre^(1,2), M. Bierzychudek⁽¹⁾ y H. Laiz^(1,2)

(1) G.O. Metrología y Calidad, (2) Inst. de la Calidad Industrial (INCALIN, UNSAM-INTI)

INTI, Av. Gral. Paz 5445, San Martín, Bs. As., Argentina | maguirre@inti.gov.ar

1. Ensayos térmicos y de arco interno en el marco de la transformación digital

Problema industrial: En Argentina, ensayos como el de arco interno para tableros de media y alta tensión definido en las normas IEC 62271-200 y IEC 60694, no pueden realizarse debido a la falta de infraestructura, generando una clara desventaja competitiva en la industria nacional.

Enfoque propuesto: Se propone la implementación de ensayos virtuales para complementar e incluso reemplazar los ensayos tradicionales y así poder realizar la verificación de prototipos en el país equilibrando la competencia de la industria nacional.

Para ello se busca el uso de herramientas de simulación numérica del tipo diferencias finitas (FDM), elementos finitos (FEM) o volúmenes finitos (FVM) como parte del proceso de transformación digital, integrando modelado, simulación y validación experimental bajo Norma. Además, se propone el uso de métodos de cálculo de incertidumbre como el método de Monte Carlo (MC). Todo esto permite obtener resultados de simulación compatibles con mediciones tradicionales.

Caso 1 – Ensayos térmicos en barras conductoras

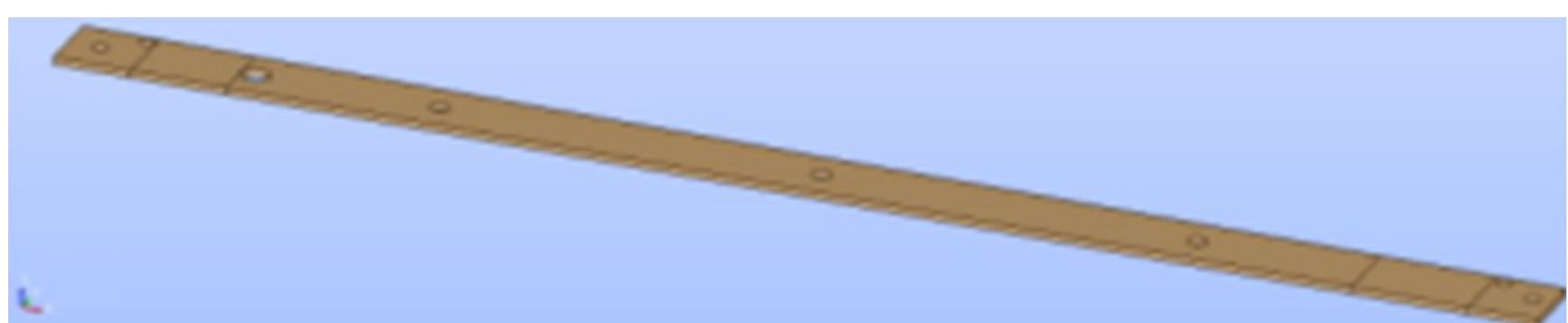
Objetivo: Analizar la distribución de temperaturas (T) en barras conductoras sometidas a una corriente nominal.

Modelo:

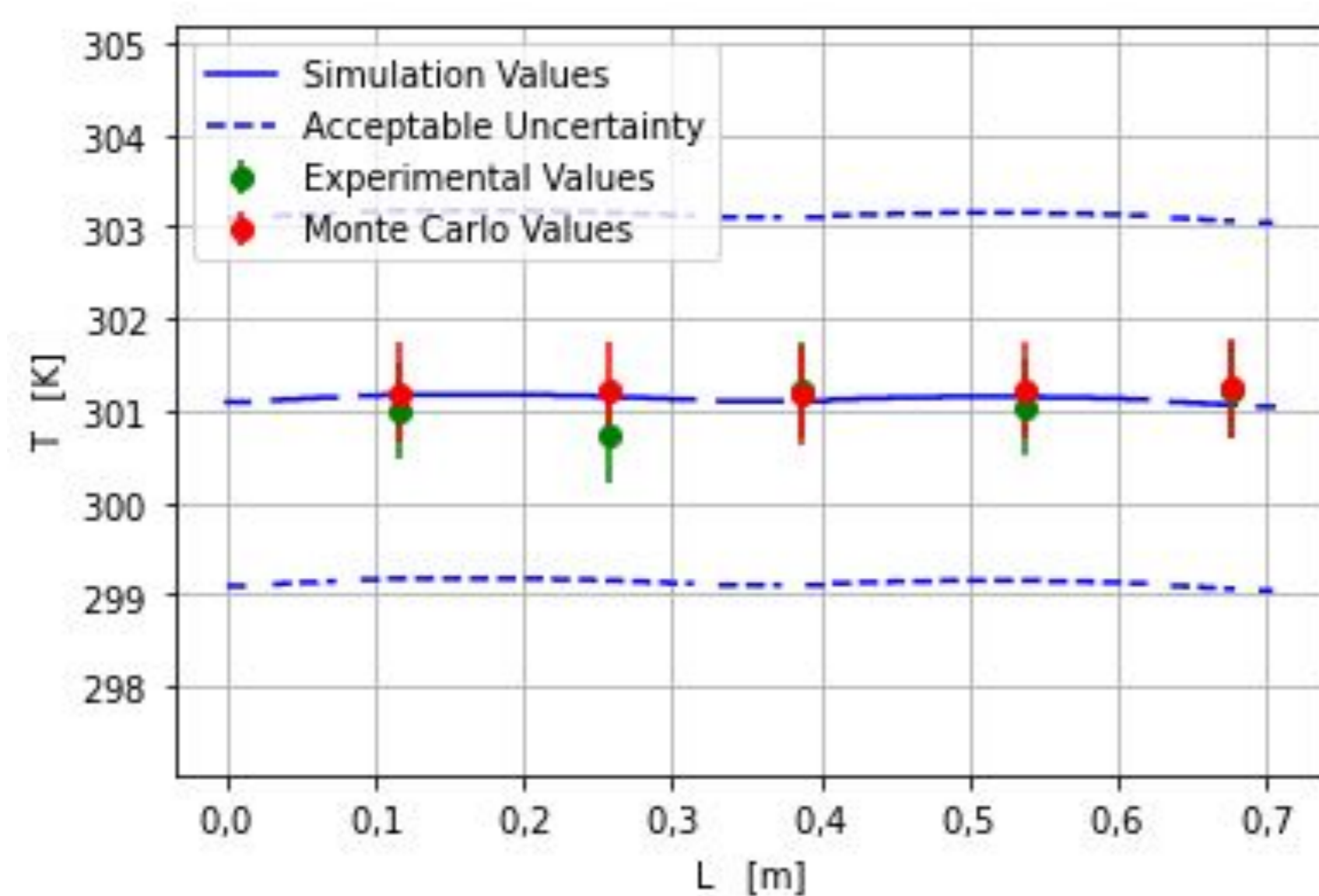
$$-\kappa \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) = -h(T - T_{amb}) + i^2 R$$



• Barra de cobre siendo calentada con una fuente de corriente.



• Representación virtual de la barra de cobre.



• Comparación entre resultados de laboratorio y de simulación con MC.

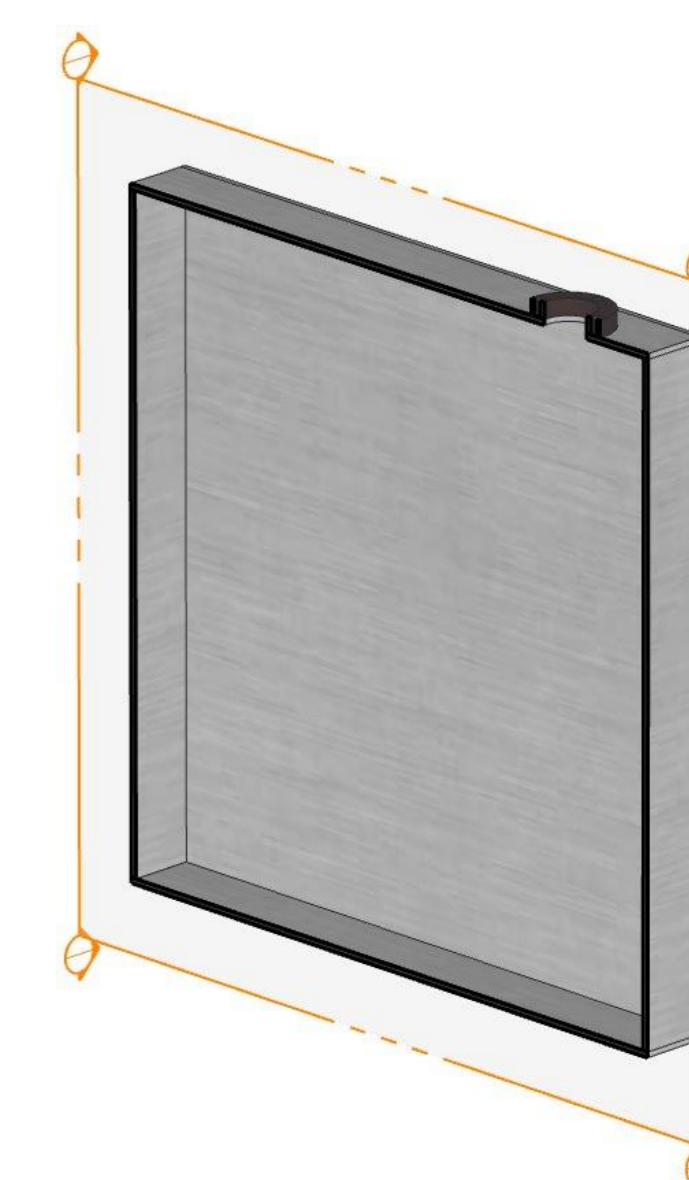
Caso 2 – Ensayos de arco interno en tableros eléctricos de MV y HV

Objetivo: Simular la expansión del gas (aire o SF₆) dentro de celdas de media y alta tensión debido a un arco interno.

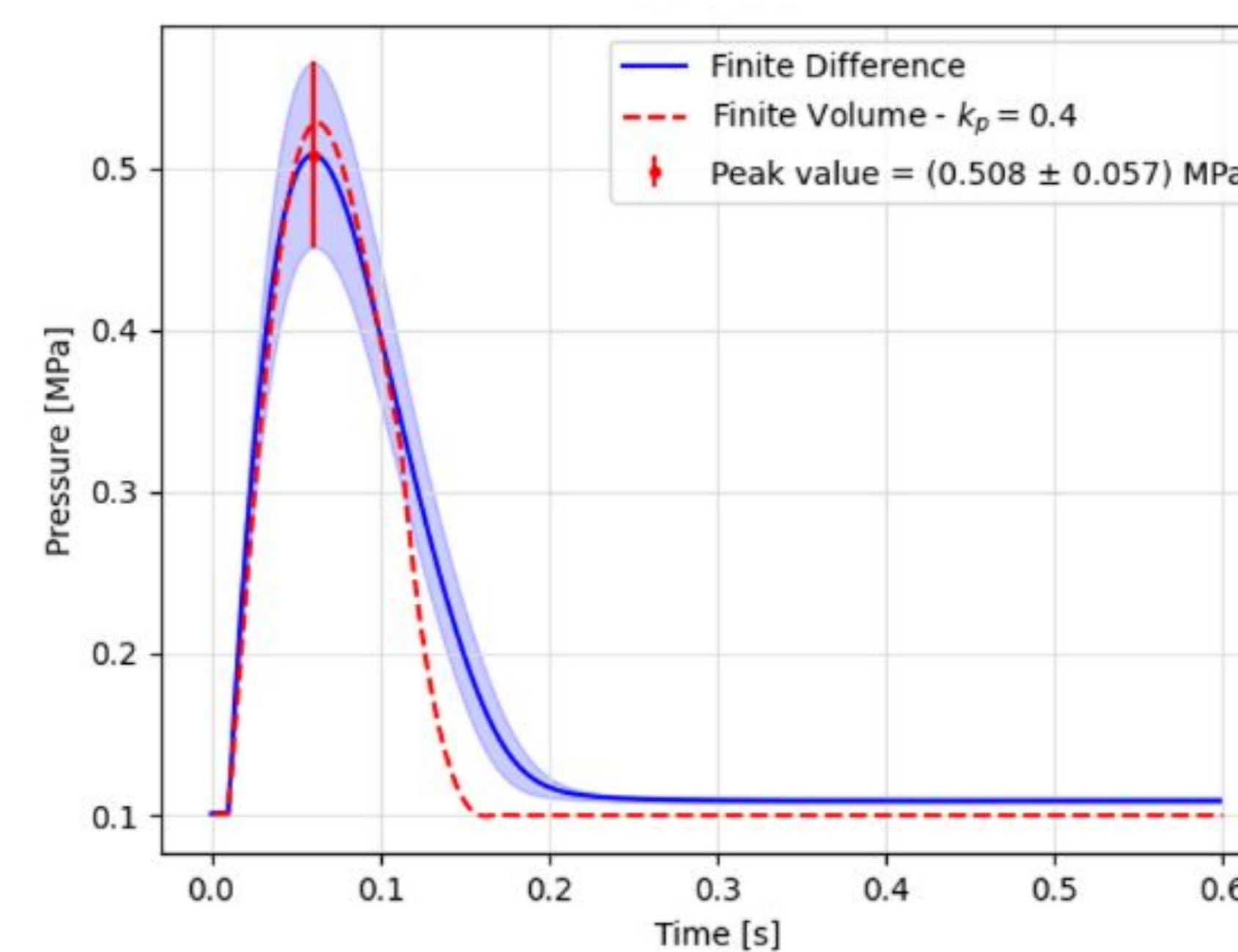
Modelo:

$$\dot{Q} = k_p (u_R i_R + u_S i_S + u_T i_T)$$

conservación de $\left\{ \begin{array}{l} \text{masa} \\ \text{momento} + \text{ley gas ideal} + \text{modelo de turbulencia } \kappa\text{-}\epsilon \\ \text{energía} \end{array} \right.$



• Tablero con escape y su representación virtual.



• Comparación entre resultados de simulación de FVM y FDM con MC.

4. Conclusión

La simulación numérica es una herramienta clave para la transformación digital de la industria argentina. Su uso puede no solo reducir tiempos de desarrollo, como también costos de ensayo y riesgos de falla.

La validación de las simulaciones y la inclusión de cálculo de incertidumbre como el método de MC permite obtener resultados con calidad asegurada.

ESPECIALIZACIÓN EN CALIDAD PARA LA INDUSTRIA 4.0 UNA OFERTA EDUCATIVA NOVEDOSA

F. Kornblit⁽¹⁾, S. Díaz Monnier^(1,2)

(1) Instituto de la Calidad Industrial, Universidad Nacional de San Martín-INTI, (2) INTI, Subgerencia de Electrónica y TICs

INTI, Av. Gral. Paz 5445, San Martín, Bs. As., Argentina | eci4.0@unsam.edu.ar

1. Resumen del caso

Desde hace 30 años, el Instituto de la Calidad Industrial, Instituto conveniado entre INTI y la Universidad de San Martín, lidera la formación universitaria en Calidad Industrial, con más de 3000 graduados. Hoy, la industria impone un nuevo desafío: enseñar Calidad en el contexto de la Transformación Digital. Se ha diseñado una especialización a distancia, que combina enseñanzas de conceptos y herramientas de calidad industrial con aplicaciones de tecnologías habilitadoras de la Industria 4.0. Esta carrera, que comenzará a dictarse en marzo de 2026, es un aporte a la implementación efectiva de la Cuarta Revolución Industrial en nuestro país.

2. Situación inicial

La implementación de Sistemas de Calidad y el fortalecimiento de la infraestructura asociada, son elementos esenciales en la mejora de la competitividad industrial. El INCALIN (Instituto de la Calidad Industrial, Unidad Académica de la Universidad de San Martín) viene ofreciendo formación de pregrado, grado y posgrado en la temática desde 1996, con el insustituible aporte tecnológico del INTI, sus profesionales, instalaciones y laboratorios.

En el contexto de la Transformación Digital y la Industria 4.0, la enseñanza universitaria de la Calidad requiere incorporar una nueva perspectiva. Las máquinas se interconectan y toman decisiones autónomas que antes tomaban las personas. Y éstas deben asumir nuevos roles: programar, diseñar y monitorear los dispositivos automáticos. Se requieren, para esto, nuevas habilidades y conocimientos, vinculados con las nuevas tecnologías. Por esto, hemos creado esta carrera de posgrado.

La Argentina se enfrenta al desafío de emprender integralmente la Transformación Digital de sus industrias, no como una opción entre varias, sino como estrategia de supervivencia. Pero, además, la aptitud y calidad formativa de sus recursos humanos le permiten actuar no sólo como usuario de ofertas tecnológicas "enlatadas", sino también posicionarse como un desarrollador de soluciones. Y el logro de ese doble rol es una condición necesaria para acortar la brecha digital en la industria y generar empleos de calidad. Con el propósito de asumir estas tareas, y potenciar las condiciones de nuestros profesionales para adaptar soluciones disponibles a situaciones específicas de cada empresa o tipo de industria, o para desarrollar otras a nivel local, se requiere impulsar la formación, no sólo a nivel de pregrado o de grado, sino también a nivel de posgrado.

3. Herramientas o métodos utilizados

La carrera está dirigida a profesionales que buscan liderar la calidad en entornos inteligentes y automatizados, y fomentar la transformación de los sectores productivos contemplando dichos aspectos.

En el diseño de la carrera, se han presentado algunos desafíos vinculados a lo inédito de la propuesta. Algunas de las tecnologías de aplicación se desarrollan o

cambian a un ritmo vertiginoso. Aparecen nuevas ofertas o nuevas versiones de aplicaciones y dispositivos, y nuevas utilidades. Esto requiere un esfuerzo continuo de actualización por parte del plantel docente.

En cuanto al contenido de la especialización, se parte de los conceptos y herramientas clásicas de la Gestión de la Calidad, con la idea de desarrollar las capacidades asociadas los mismos en el nuevo contexto industrial. Se incorporan elementos de digitalización y automatización de los sistemas de gestión, auditorías automáticas, conceptos de ciberseguridad, gestión de datos, entre otros.

Asimismo, pilares fundantes de la Infraestructura de la Calidad, como la metrología y los ensayos, serán abordados desde la perspectiva de la Transformación Digital, incluyendo conceptos como certificados, informes y normas legibles e interpretables por máquinas, entre otros conceptos.

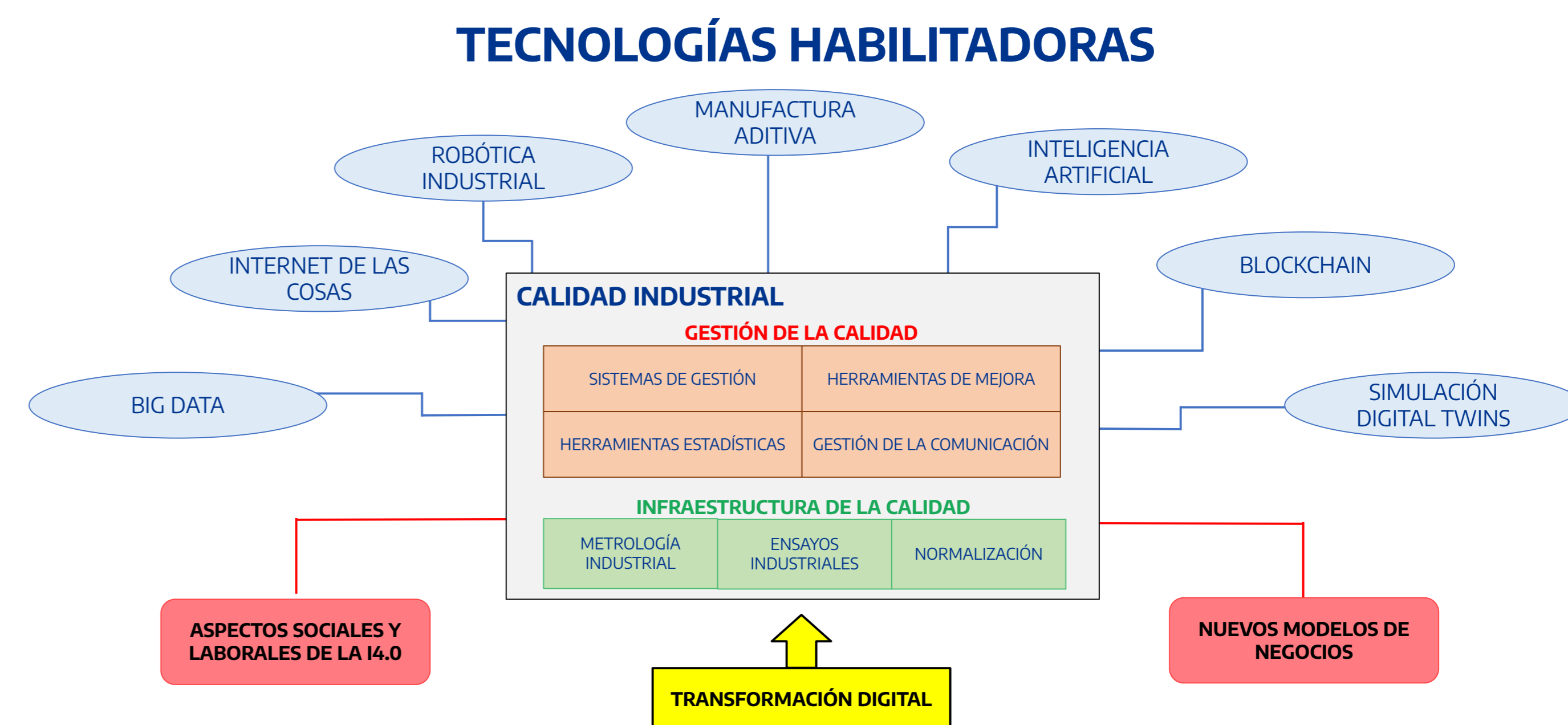


Figura 1. Campos de conocimiento incluidos en la carrera y su interrelación.

La convergencia entre las tecnologías habilitadoras 4.0 y la mejora de la calidad será desarrollada en su doble rol. Por una parte, se presentará el aporte de dichas tecnologías habilitadoras a la mejora de los sistemas de gestión de la calidad. Y por otro lado, se tratarán tareas de aseguramiento de la calidad requeridas a partir de la implementación de los nuevos modos de producción. Por ejemplo, calidad en producción robotizada o en manufactura aditiva. También, se introducirán aspectos vinculados a la confiabilidad y exactitud de algoritmos de Inteligencia Artificial de aplicación industrial. En la figura 1 se muestra un esquema simplificado de los distintos campos de conocimiento que se incluyen, y de su interrelación.

Además, se dictarán seminarios informativos específicos, que describan casos de implementación de Calidad 4.0 en la industria, casos de éxito, y aspectos vinculados con los aspectos sociales y laborales de la Cuarta Revolución Industrial y con los nuevos modelos de negocios.

El enfoque de enseñanza será eminentemente práctico, enfocando en resoluciones de problemas concretos. La cursada incluye una semana presencial intensiva, durante la cual se realizarán algunas prácticas en laboratorios e instalaciones del INTI. Fuera de esto, la modalidad de cursada casi totalmente a distancia, combinando clases sincrónicas y asincrónicas permitirá ampliar geográficamente la oferta educativa, en momentos en que la industria de todo nuestro país comienza a requerir profesionales expertos en calidad en el contexto 4.0.

4. Resultados alcanzados

La carrera ha sido evaluada favorablemente por la Comisión de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU) y ha recibido reconocimiento oficial de validez nacional por parte de la Subsecretaría de Políticas Universitarias. Comenzará a dictarse a partir de marzo de 2026.

El INCALIN prepara profesionales con una sólida formación teórica, un fuerte perfil práctico y capacitados para implementar procesos productivos asegurando la calidad. Combina la excelencia académica del INCALIN con el apoyo tecnológico del INTI. Puede encontrarse más información en:

<https://www.unsam.edu.ar/institutos/incalin/814/incalin/calidad-industria-40>

ANÁLISIS Y OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO MEDIANTE IA

Pablo Eduardo Ban

Industria 4.0, INTI Mendoza, Energías Renovables y Gestión Energética Cuyo

INTI, Aráoz 1511, Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina | tmendoza@inti.gov.ar

1. Resumen del proyecto

Desarrollar un sistema inteligente que analice datos de consumo eléctrico en tiempo real, detecte anomalías, prediga demanda y optimice el uso energético mediante algoritmos de aprendizaje automático y aprendizaje profundo en la industria.

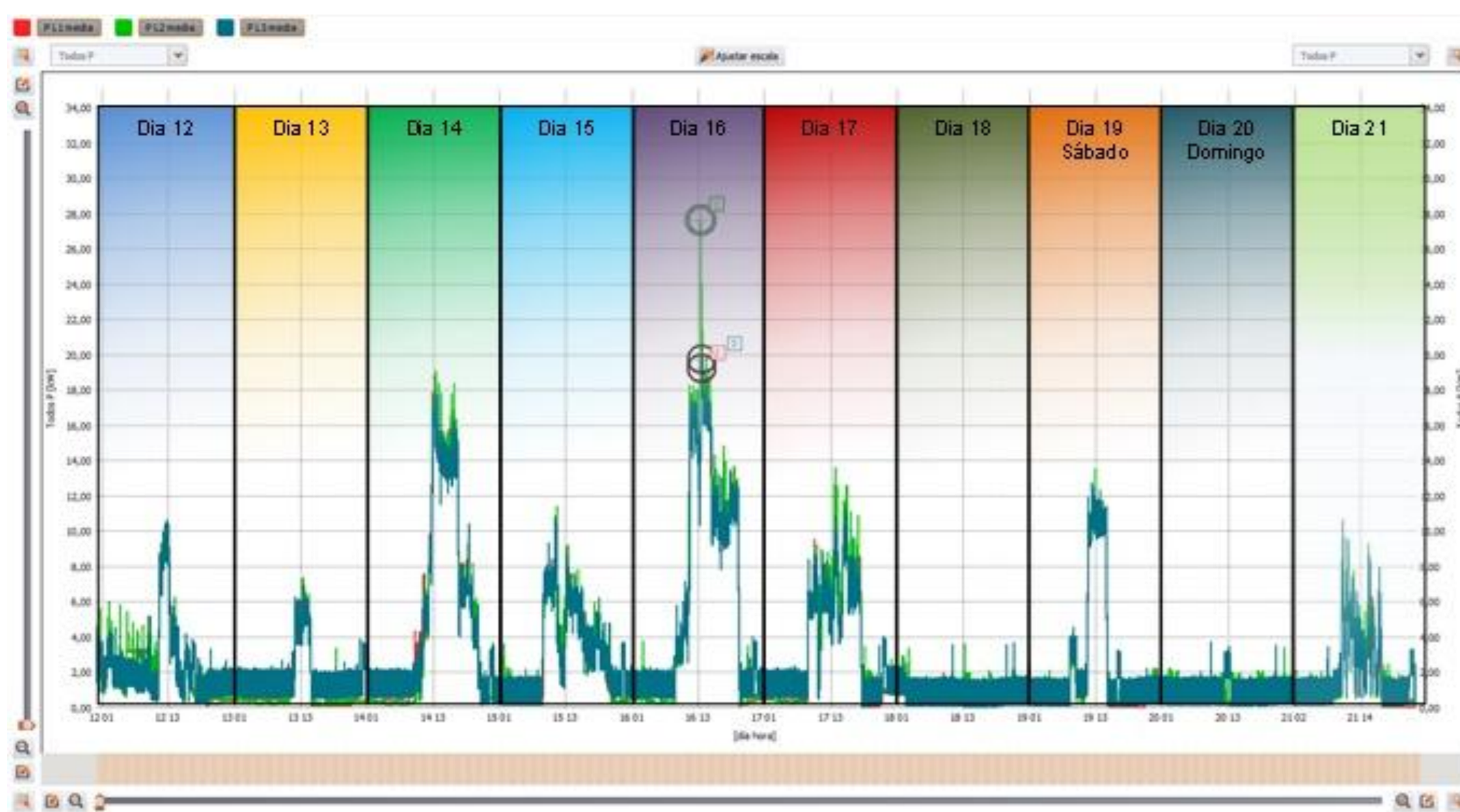
Justificación

La infraestructura eléctrica actual requiere soluciones más eficientes. Los sistemas tradicionales no detectan fallas ni optimizan el consumo adecuadamente. La IA permite una gestión energética más sostenible y precisa.

2. Datos Utilizados

Los datos utilizados provienen de medidores inteligentes que registran series temporales de consumo eléctrico. Se incluyen parámetros como voltaje, corriente, potencia activa y reactiva, y factor de potencia. Además, se recopilan etiquetas de eventos como fallas, mantenimientos y picos de demanda. Estos datos se obtienen tanto de registros históricos como en tiempo real, lo que permite entrenar modelos precisos. La calidad y resolución temporal de los datos son fundamentales para el éxito del análisis basado en IA.

- Series temporales de consumo (smart meters).
- Parámetros eléctricos: voltaje, corriente, potencia activa/reactiva, factor de potencia.
- Etiquetas de eventos: fallas, mantenimientos, picos.
- Datos históricos y en tiempo real.



▪ Gráfico de consumo de energía, típico de una bodega

Se aplican algoritmos de **aprendizaje automático** supervisado como Random Forest para predecir el consumo energético. También se utilizan técnicas no supervisadas como K-Means e Isolation Forest para detectar anomalías.

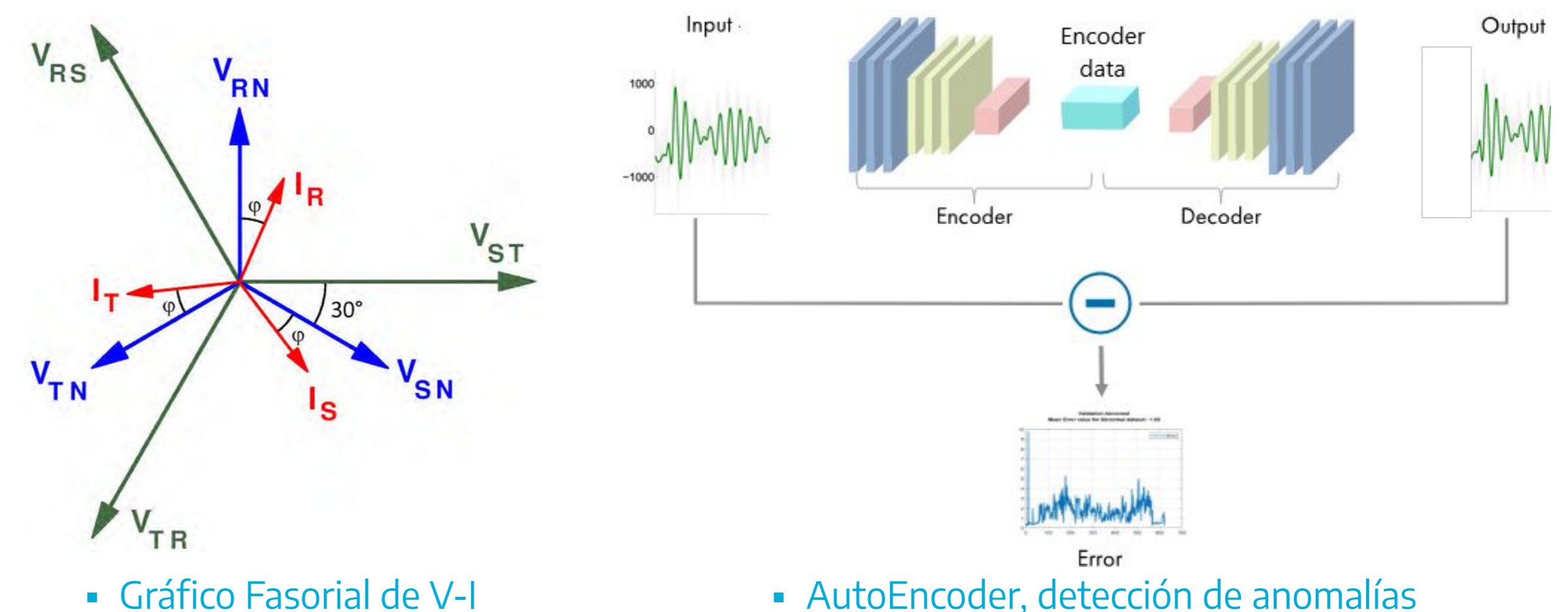
En **aprendizaje profundo**, se emplean técnicas de autoencoders que comprimen y reconstruyen datos, detectando fallas cuando hay errores de reconstrucción. Estas técnicas permiten clasificar dispositivos, reducir la dimensionalidad de los datos y mejorar la eficiencia del sistema. Los modelos se entrenan con datos etiquetados y no etiquetados, adaptándose a distintos escenarios eléctricos.

Se espera lograr una predicción precisa del consumo eléctrico usando métricas como MAE y RMSE. La detección de anomalías mediante autoencoders se mide con ROC-AUC, asegurando alta sensibilidad ante fallas. Además, se identifican patrones de consumo mediante clustering, evaluados con métricas como Davies-Bouldin Index. Estos resultados permiten tomar decisiones informadas para optimizar el uso energético.

3. Técnicas de IA Aplicadas

Tipo	Técnica	Aplicación
Machine Learning Supervisado	Random Forest, XGBoost	Predicción de consumo
Machine Learning No Supervisado	K-Means, Isolation Forest	Detección de anomalías, segmentación
Clasificación de dispositivos	SVM, KNN	Identificación de cargas
Deep Learning	Autoencoders	Detección de anomalías por reconstrucción
Deep Learning	Autoencoders convolucionales	Análisis de señales eléctricas complejas

La infraestructura incluye plataformas IoT para la recolección de datos, almacenamiento en la nube o local, y frameworks como Scikit-learn, TensorFlow y PyTorch. Para la visualización se emplean herramientas como Power BI, Grafana y Streamlit. El plan de implementación contempla fases de recolección de datos, entrenamiento de modelos, despliegue de autoencoders, integración con sistemas existentes y validación. Cada etapa está diseñada para asegurar una transición eficiente hacia un sistema inteligente de gestión energética. La escalabilidad y compatibilidad con infraestructuras actuales son claves para el éxito del proyecto.



▪ Gráfico Fasorial de V-I

▪ AutoEncoder, detección de anomalías

4. Resultados Esperados

El proyecto permite desarrollar sistemas eléctricos más inteligentes y sostenibles mediante el uso de IA. Se mejora la eficiencia operativa al anticipar problemas y optimizar el consumo energético. La detección temprana de fallas contribuye a una mayor confiabilidad del suministro y reducción de costos. Además, posiciona a la organización como líder tecnológico frente a los desafíos energéticos futuros. La combinación de Machine Learning y Deep Learning ofrece soluciones robustas y adaptables para la gestión energética moderna.

- Predicción precisa del consumo (MAE, RMSE)
- Segmentación de usuarios (Silhouette Score)
- Detección de anomalías (ROC-AUC)
- Identificación de patrones de consumo

5. Conclusión y Beneficios

La implementación de técnicas de inteligencia artificial en el análisis energético permite transformar los sistemas eléctricos tradicionales en plataformas inteligentes y sostenibles. Gracias a la capacidad de anticipar fallas y optimizar el consumo, se mejora la eficiencia operativa y se incrementa la confiabilidad del suministro. Además, se logra una reducción significativa de costos mediante la detección temprana de anomalías y el uso eficiente de los recursos energéticos. Estos avances posicionan a las organizaciones como líderes tecnológicos, capaces de adaptarse a los desafíos futuros del sector energético y regulatorio. En conjunto, el proyecto representa una solución integral para la gestión energética moderna basada en datos y automatización inteligente.

DETERMINACIÓN DE TAMAÑO DE GRANOS EN METALOGRAFÍA SEGÚN ASTM E112 POR MEDIO DE VISIÓN ARTIFICIAL

J. González Valle⁽¹⁾, P. Ban⁽²⁾, G. Saez de Arregui⁽³⁾, T. Ríos⁽⁴⁾, A. Vigna⁽⁴⁾, D. Gazquez, G. Dorado y M. Pagliaricci

(1) Dirección Técnica Seguimiento y Control, (2) INTI Mendoza, (3) INTI Litoral Centro Rosario, (4) Dirección Técnica Transformación Digital (PTM), (5) Dirección de Asistencia Técnica (DAT) - Ministerio de Desarrollo Productivo de Santa Fe.

INTI, Av. Gral. Paz 5445, San Martín, Bs. As., Argentina | alvarez@inti.gob.ar

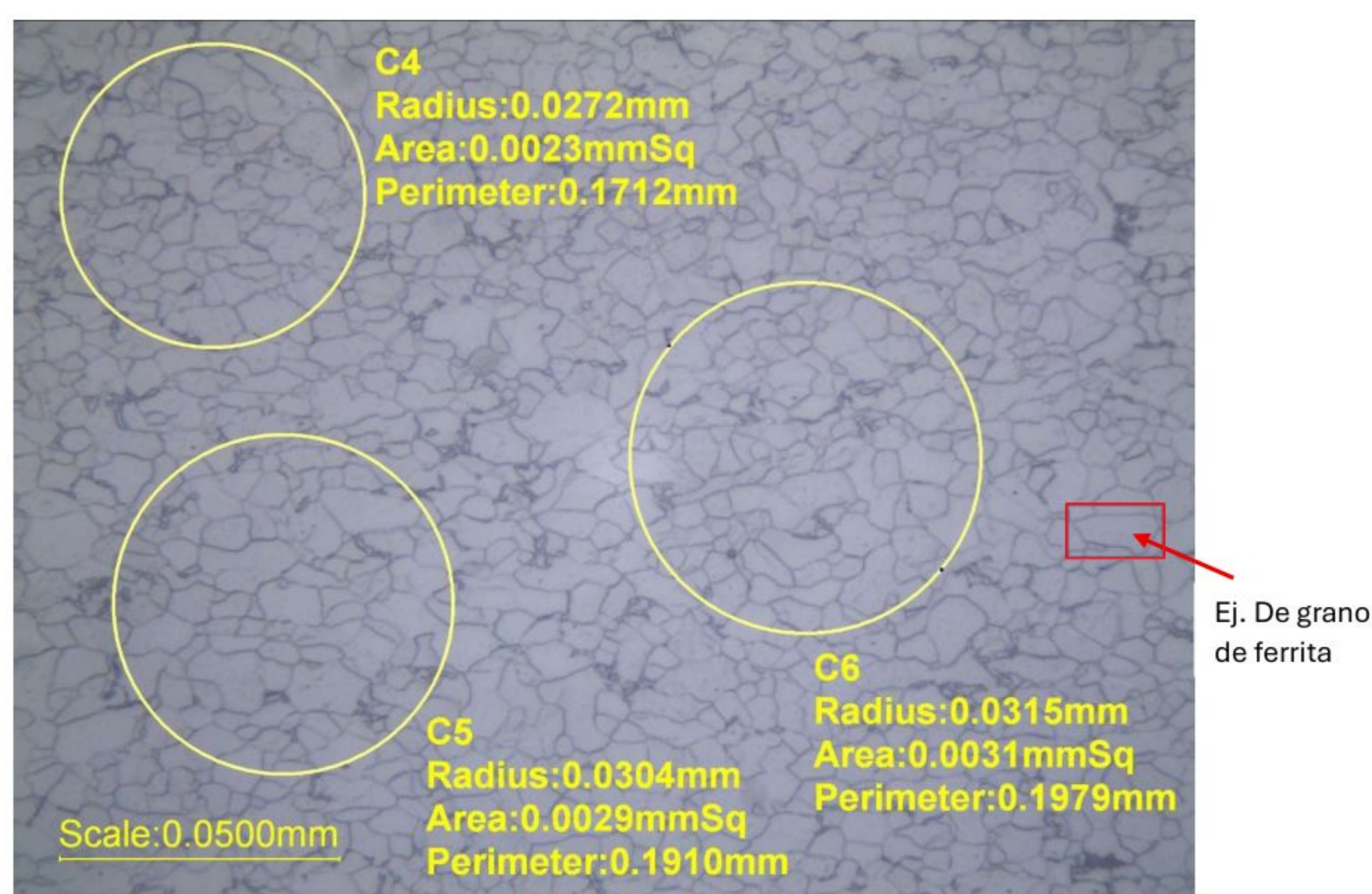
1. Resumen del Caso

El presente proyecto tiene como objetivo desarrollar una herramienta basada en visión artificial y redes neuronales para la determinación automática del tamaño de grano en aleaciones hierro-carbono, conforme a la norma ASTM E112. Esta iniciativa nace de la necesidad de optimizar el proceso realizado por el área de Estudio de Materiales Metálicos de la Dirección de Asistencia Técnica (DAT), dependiente del Ministerio de Desarrollo Productivo de Santa Fe, durante la caracterización de microestructuras metálicas. La propuesta busca construir una alternativa de código abierto a los softwares comerciales existentes, capaz de asistir al técnico en el conteo de granos con un nivel de precisión comparable, optimizando tiempos y recursos en el proceso de análisis metalográfico.

2. Situación Inicial

El ensayo ASTM E112 requiere determinar el número de granos presentes en un área conocida de la muestra, a partir de fotomicrografías obtenidas con microscopio óptico. Tradicionalmente, esta tarea se realiza de forma manual o con herramientas propietarias, implicando una carga significativa de trabajo y costos de licencia.

El equipo de la Dirección de Asistencia Técnica (DAT) dispone de una base de datos de fotomicrografías de aceros a 100x, las cuales son obligatorias según la norma para la elaboración de los informes. Además, cuenta con tres especialistas en metalografía con experiencia en el ensayo, quienes aportan validación técnica y criterio experto para el etiquetado y la evaluación de resultados.



- La imagen muestra un acero del tipo E 420 E - ISO 4950 con círculos para contar los granos ferríticos equiaxiales

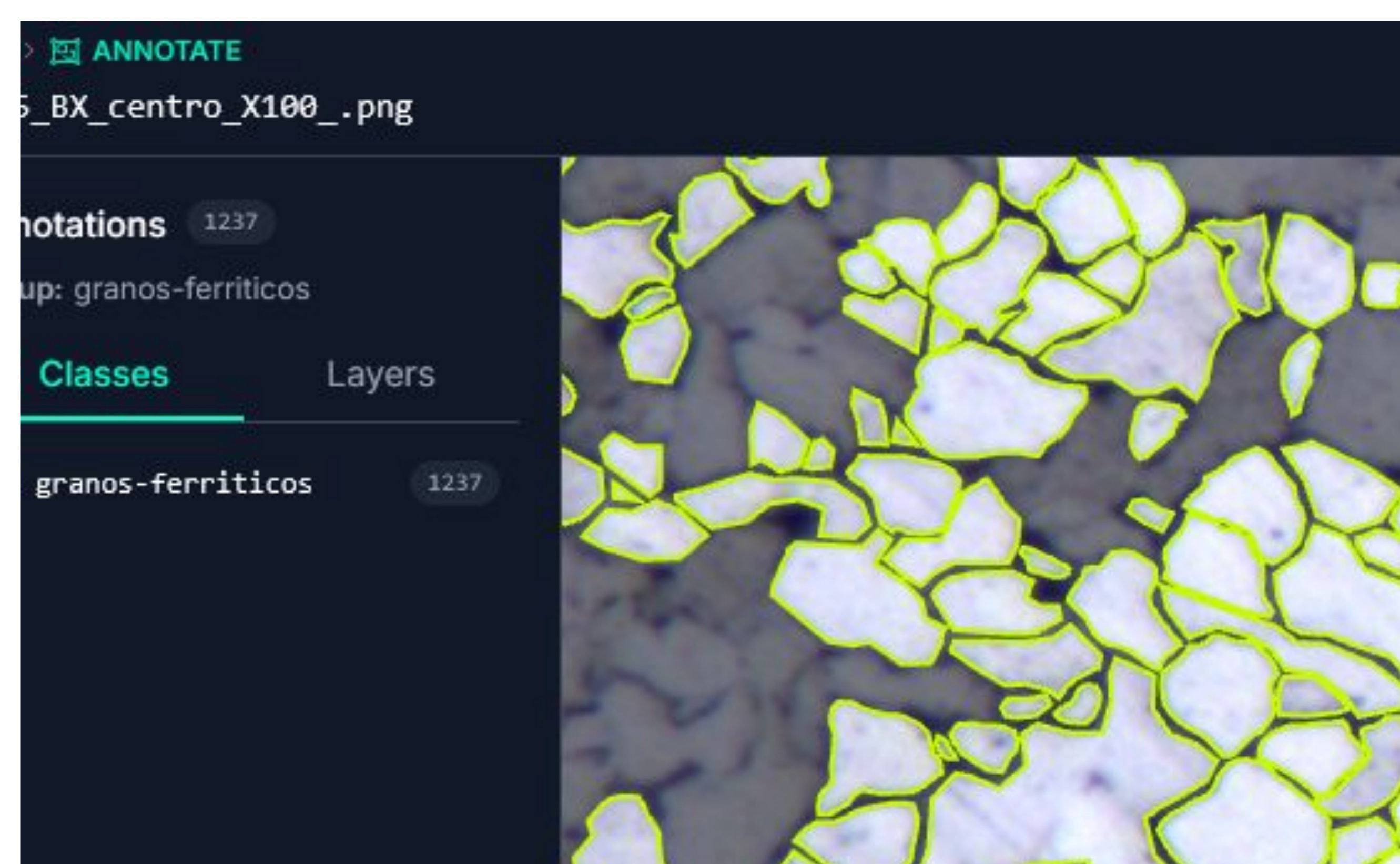
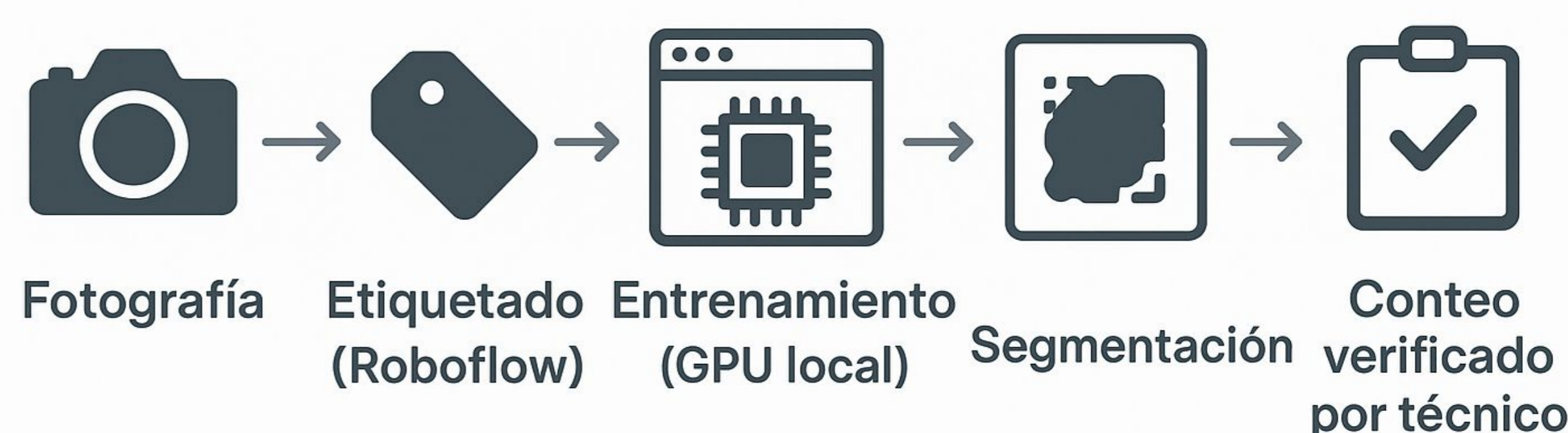
3. Herramientas o métodos utilizados

El problema se aborda como una tarea de segmentación de instancias, en el marco de la visión computacional moderna. Actualmente, el proyecto se encuentra en la etapa de etiquetado de instancias mediante la plataforma Roboflow (tier gratuito). Cada imagen contiene en promedio unas 2000 instancias, lo que representa un desafío significativo debido a la complejidad visual derivada de las distintas reacciones del material frente a los agentes de ataque químico.

Para el desarrollo del modelo se utiliza una GPU Nvidia 1060 en estaciones locales, aplicando un entrenamiento por bloques de imagen (patches) para optimizar recursos y precisión.

El pipeline propuesto consiste en:

- Adquisición de fotomicrografías a 100x.
- Segmentación automática de granos mediante un modelo de redes neuronales.
- Conteo automatizado y generación de una visualización verificable por el técnico.



- El objetivo del proyecto es generar un software que asista al técnico en el conteo de granos mediante una segmentación automática de las instancias

4. Resultados alcanzados

Hasta el momento se logró la carga y prueba de imágenes en un prototipo de modelo utilizando el modelo preentrenado DINOv3, obteniendo una segmentación aceptable dadas las condiciones de baja definición y el escalado aplicado. Esta etapa inicial tuvo como propósito verificar el funcionamiento general del pipeline sin comprometer recursos computacionales, evitando

tiempos de procesamiento excesivos o posibles fallos por limitaciones de hardware.

Posteriormente, tras explorar distintas alternativas para el etiquetado colaborativo, se optó por Roboflow, plataforma en la cual actualmente se está completando el etiquetado de las primeras imágenes. Con este nuevo conjunto de datos se prevé entrenar nuevamente los prototipos de modelo, esta vez utilizando las imágenes definitivas sobre las que se realizará el análisis y la validación de resultados.

DIAGNÓSTICO Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN REDES MESH USANDO SHARED-STATE PARA SINCRONIZACIÓN DE DATOS Y GESTIÓN DISTRIBUIDA

J. Jorge

Departamento de Electrónica e Informática - Centro Córdoba

INTI, Av. Vélez Sarsfield 1561, Córdoba, Argentina | jjorge@inti.gov.ar

1. Resumen del caso

AlterMundi incorporó shared-state y su daemon shared-state-async para replicar “trozos” de estado de la red (routers activos, ip entregadas, enlaces, ubicación, estado de enlaces wifi) sin depender de un servidor central. Así, la red mantiene un mapa vivo (meshmap), automatiza tareas y tolera enlaces inestables. **El proyecto optimizó el demonio shared-state para usar (C++20 coroutines) y la interfaz de gestión, consolidando una capa de datos distribuida, liviana y resiliente para sistemas de IoT.**

La pieza clave para hacerlo viable en hardware con recursos limitados y topologías cambiantes es shared-state-async este fue aceptado en un proyecto internacional de software libre llamado LibreMesh pero puede ser utilizado en cualquier sistema que cuente con soporte para c++ e IPv6.

2. Situación inicial

Antes, el estado se recolectaba con servicios centralizados o reportes puntuales, generando latencias, carga y datos incongruentes. La operación dependía de la conexión a internet, por lo que cuando había un problema de conectividad no existían datos ni herramientas para resolverlos. Se requería una fuente común distribuida que permita a un usuario del nodo saber en qué estado está su parte de la red por más que no tenga internet. Esto llevó a la necesidad de contar con una persistencia mínima (estado de referencia) que contemple la importancia de no degradar la memoria flash del dispositivo.

3. Herramientas o métodos utilizados

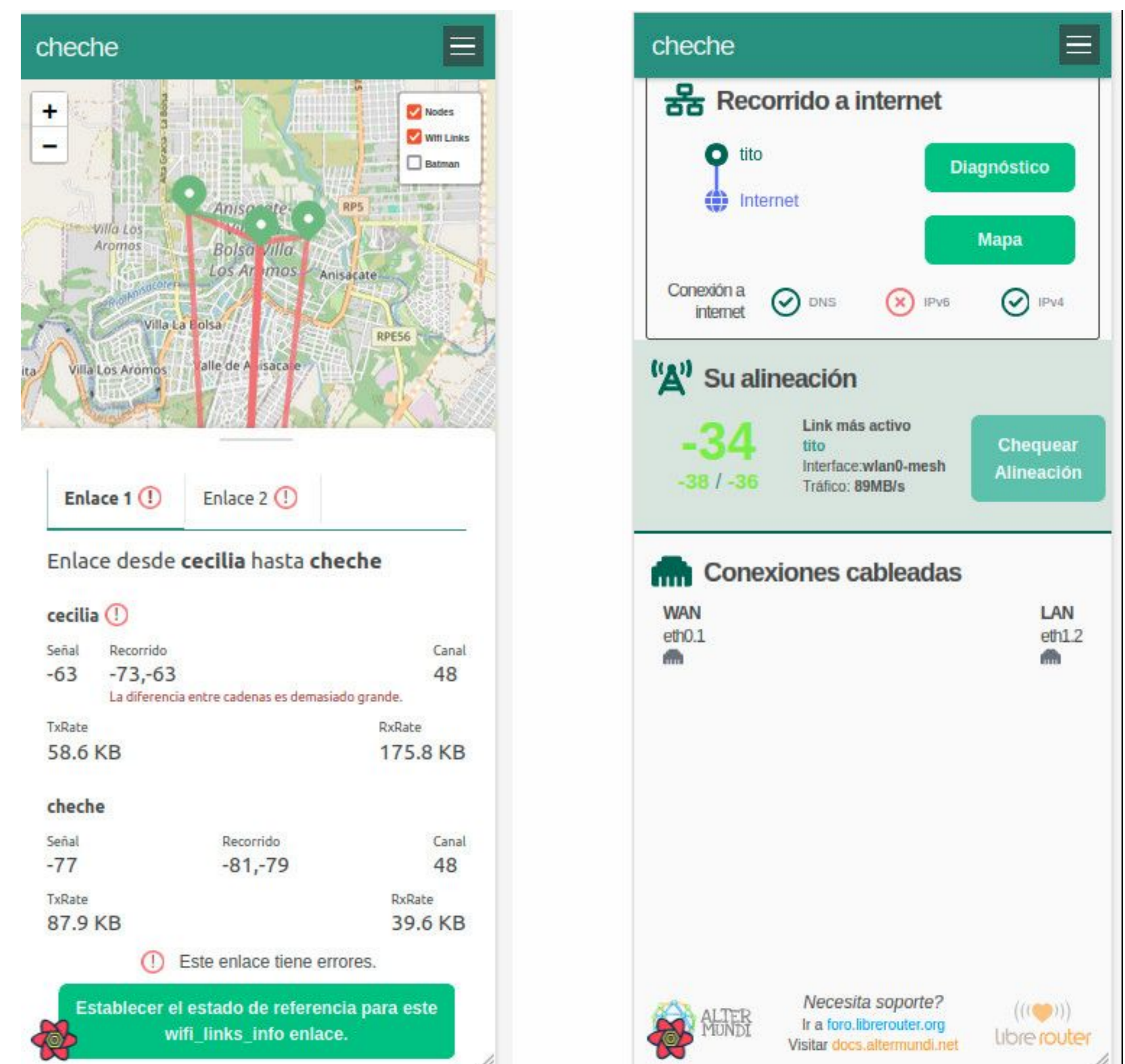
El proyecto se basa por en openwrt y LibreMesh. Entre las herramientas y métodos cabe destacar:

Shared-state: metapaquete que publica/consume fragmentos de estado (p.ej. wifi_links_info, nodes_and_links, odhcpd/dnsmasq leases), con serializaciones pequeñas. Desacopla módulos de transporte y reconcilia actualizaciones en topologías variables. El proceso logra convergencia eventual.

Shared-State implementa un tipos de datos replicados sin conflicto (CRDT) donde productores emiten cambios, y consumidores los replican. La UI lee la información que tiene almacenada el nodo al que un usuario se conecta.

Estado de referencia (ref_state_commons): el estado de referencia lo fija el usuario, registrando el estado “ideal”. Esto se materializa con persistencia selectiva (ubicación, metadatos poco volátiles) en la flash. Una vez que existe el

estado de referencia el usuario puede rápidamente ver cual es la diferencia entre el estado actual y el estado de referencia.



▪ Captura de pantalla de la aplicación de visualización del estado de la red.

Meshmap: UI que consume el canal de shared-state para renderizar grafo y atributos casi en tiempo real, aun sin servidor central.

En la captura de pantalla puede observarse que existen al menos 4 routers, de los cuales se pueden ver 3 (lóbulos verdes), cada uno con sus enlaces wifi en rojo. Esto puede deberse a un problema en el enlace o a una diferencia con el estado de referencia. El usuario debe inspeccionar cada uno de los elementos que están en rojo para determinar el problema.

Durante el desarrollo se realizaron optimizaciones (daemon reescrito con C++20, mejoras UI y otras operaciones “mesh-wide” como actualizaciones.

Las pruebas iniciales se realizaron con una red virtual con una malla Ethernet. Luego se realizaron pruebas de campo en redes reales. Actualmente está en desarrollo un framework de pruebas para wifi y un banco de pruebas distribuido en más de 8 países para que desarrolladores de todo el mundo puedan probar sus desarrollos basados en OpenWrt con mucha variedad de hardware.

4. Resultados alcanzados

a) **Malla “consciente” de sí misma.** Cada router accede a una vista coherente de nodos, enlaces y clientes sin servidor central, manteniendo operación en campo aunque el la conexión a internet falle. Meshmap refleja cambios (posición, canales, enlaces) en segundos.

b) **Persistencia saludable.** Con ref_state_commons sólo se persiste lo poco volátil el estado de referencia. Se reducen escrituras y se prolonga la vida útil de la flash en hardware modesto.

c) **Autonomía y UX.** La red se gestiona desde la misma red: cada equipo tiene la información del resto de los equipos y pueden visualizar la topología. Cuando hay internet, el mismo estado puede exportarse a colectores externos.

d) **Sostenibilidad.** El proyecto consolidó el desarrollo (daemon en C++20, mejoras en Lime-App, operaciones “mesh-wide”) y la documentación, acelerando adopción y mantenibilidad.

e) **Shared state** puede utilizarse en cualquier sistema que soporte la librería standard de c++, está diseñado para ser asíncrono con tareas que pueden esperar sin necesidad de usar hilos, esto lo hace especialmente útil para procesadores de un solo núcleo.

CO-DISEÑO, MODELADO 3D Y FABRICACIÓN DE DISPOSITIVOS PARA PROCESOS DE CABLEADO EN SATÉLITES Y RADARES DE INVAP

M. Gogliano, J. Caló

Departamento de Gestión de Proyectos Patagonia, SORPAT.

INTI, Modesta Victoria 4450, Bariloche, Argentina | bariloche@inti.gov.ar

1. Resumen del caso

El proyecto consistió en el diseño, modelado 3D y fabricación de dispositivos para optimizar los procesos de cableado en los laboratorios satelital y de radares de INVAP.

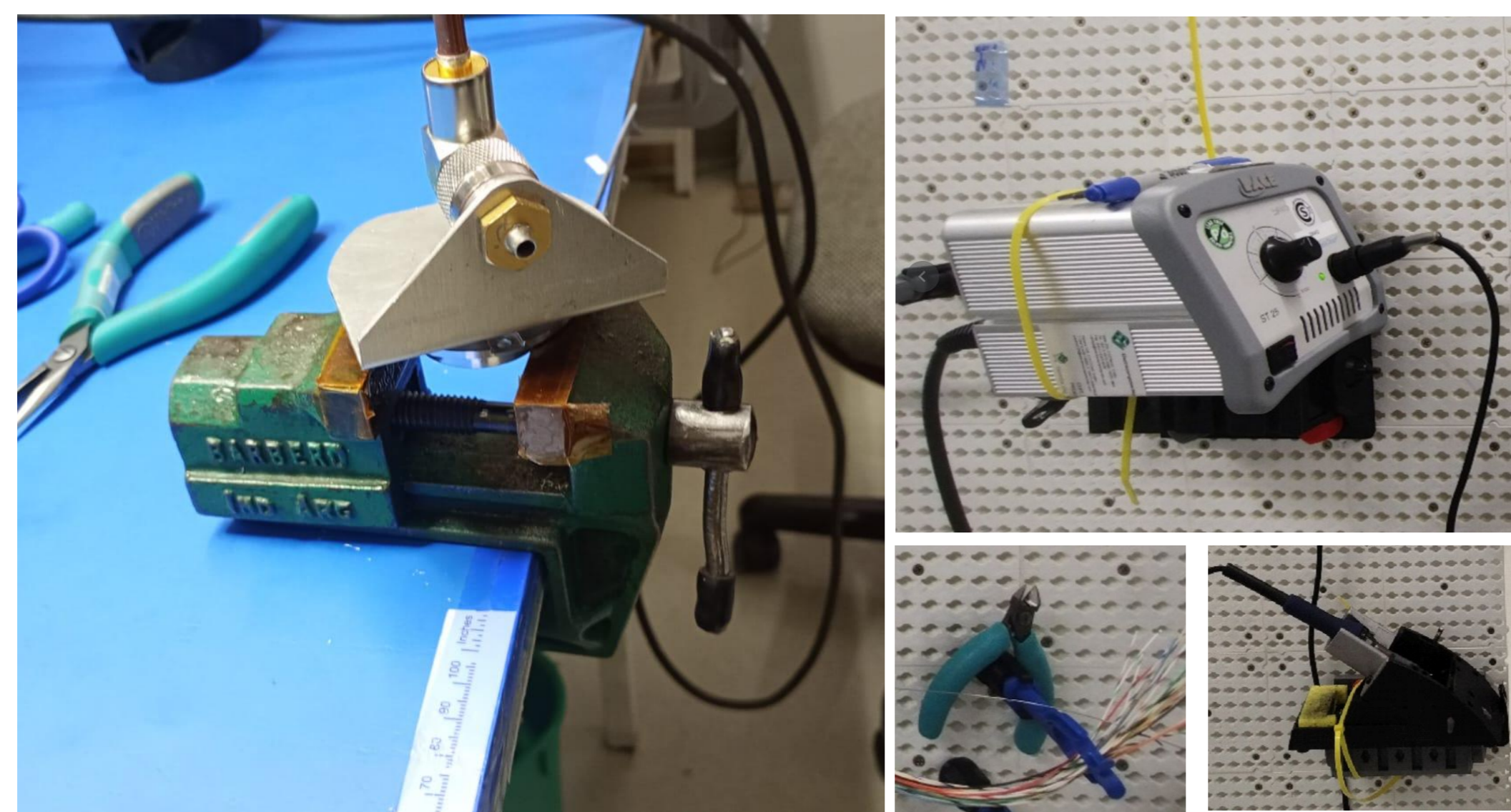
Se desarrollaron y prototiparon 10 dispositivos de sujeción y soporte —incluyendo sistemas giratorios y articulados tipo rótula— que mejoran la ergonomía, precisión y seguridad durante las tareas de ensamblado y soldadura. Los prototipos fueron fabricados con impresión 3D y componentes estándar, validados en condiciones reales de uso y ajustados a partir de sucesivas iteraciones de diseño.

Se entregaron uno o dos prototipos por cada dispositivo y los archivos para que INVAP pueda fabricar con impresión 3D las copias que necesite en el futuro.

2. Situación inicial

Los laboratorios de cableado de INVAP contaban con dispositivos y herramientas que presentaban limitaciones en ergonomía, adaptabilidad y precisión durante las tareas de ensamblado y soldadura de conectores. También necesitaban incorporar soportes para distintas herramientas usadas durante los procesos.

Estas restricciones dificultan la calidad y eficiencia del trabajo, generando la necesidad de diseñar soportes y accesorios específicos que se ajustaran a las distintas configuraciones de montaje y mejoraran las condiciones operativas de los técnicos.



▪ Herramientas utilizadas.

3. Herramientas o métodos utilizados

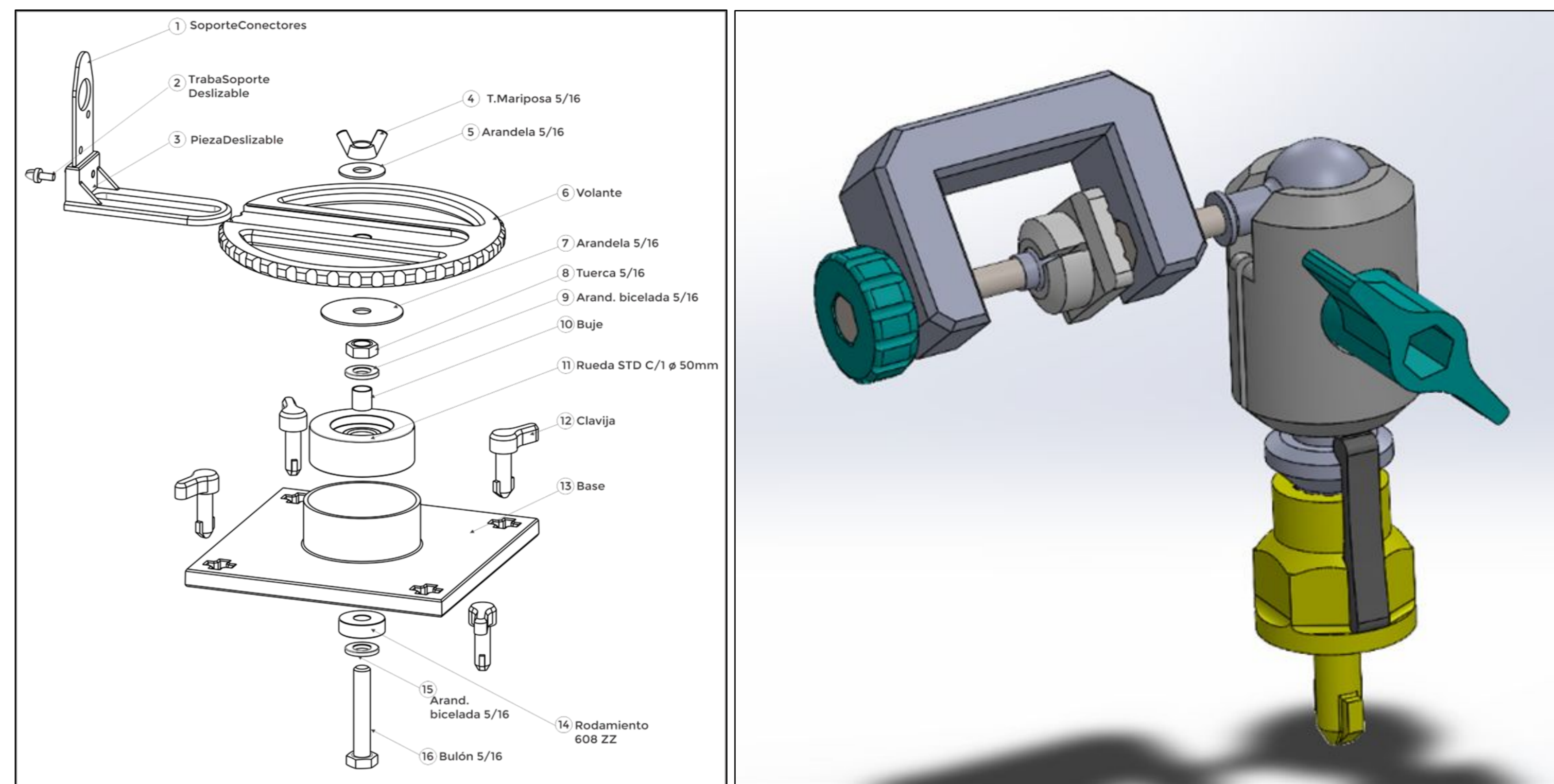
Se emplearon metodologías de co-diseño e iteración continua, combinando relevamientos en los laboratorios, análisis de uso y validación con los técnicos de INVAP. El desarrollo se realizó usando modelado 3D paramétrico, impresión 3D de prototipos funcionales, incorporación de componentes estándar y ensambles

4. Resultados alcanzados

Se desarrollaron y validaron diez **prototipos funcionales**, entregando a INVAP **los dispositivos** y la totalidad de los **archivos de modelado 3D** paramétrico, habilitando su uso y modificación. Asimismo, se incluyen versiones en formato STL para impresión 3D.

Los dispositivos fueron probados en condiciones reales de laboratorio, y sus diseños se optimizaron a partir de los ajustes y mejoras identificados durante el proceso de uso y validación.

mixtos. Estas herramientas permitieron evaluar y optimizar los dispositivos en condiciones reales, logrando mejoras progresivas en funcionalidad, ergonomía y optimización para impresión 3D.



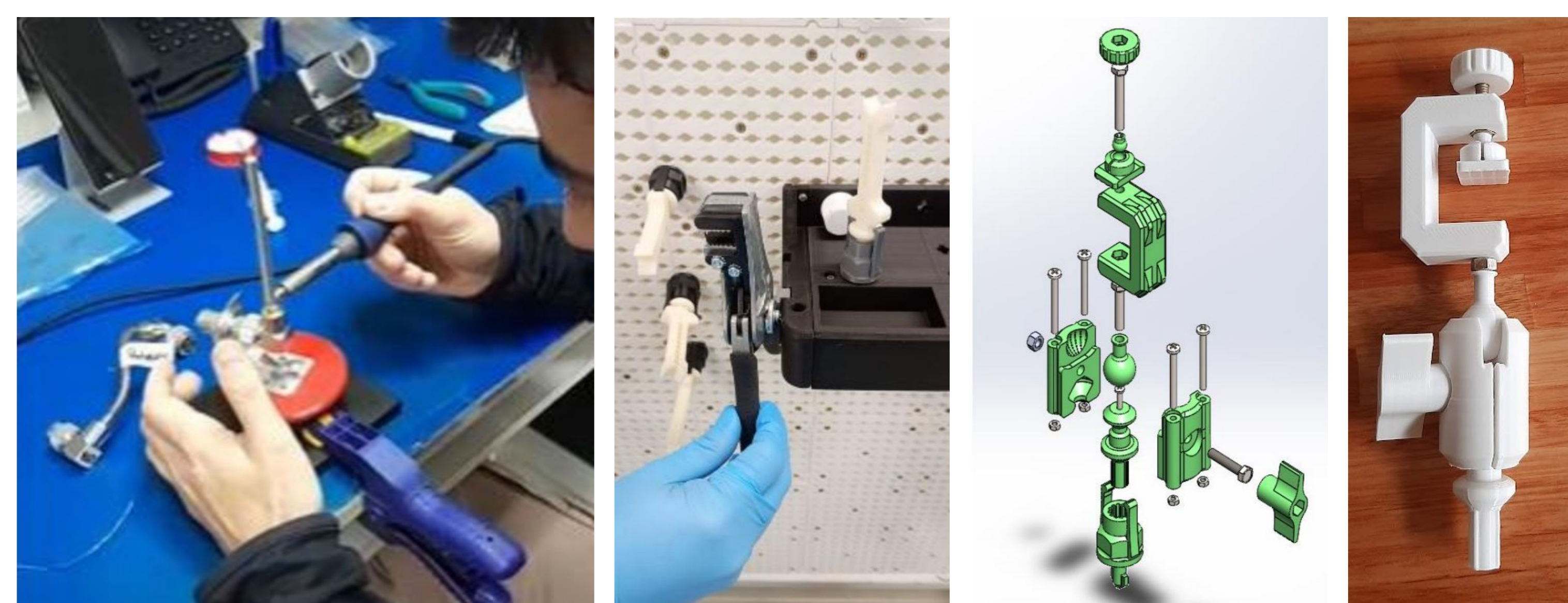
▪ Soporte Giratorio para soldar (izq) - Mordaza con rótula para el montaje de componentes (der)

Algunos dispositivos desarrollados:

- Sujetador de herramientas
- Mesa de trabajo portátil
- Soporte para lápiz soldador
- Soporte para estación de soldadura
- Mordazas con altura ajustable y "quickrelease"
- Dispositivo de "clocking" de conectores
- Soporte giratorio para soldadura
- Soporte articulado tipo rótula



▪ Mordaza ajustable en altura (arriba) - Soporte soldadura giratorio (izq)

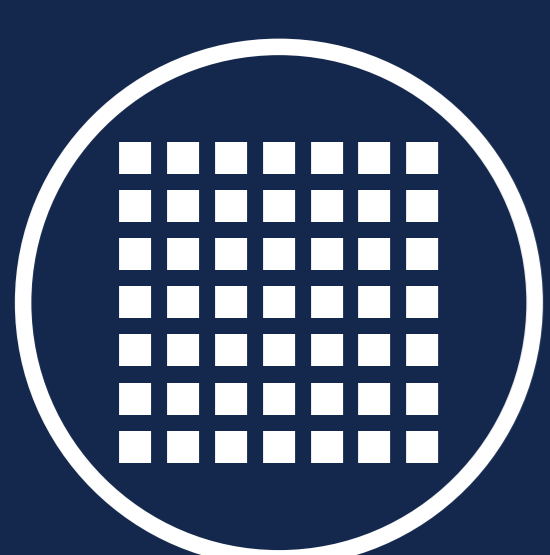




www.inti.gov.ar



Jornadas Virtuales
**Transformación Digital
e Industria 4.0**



INTI

Instituto Nacional
de Tecnología Industrial

ISBN 978-950-532-559-7



9 789505 325597