## ANEXO 03

# INFORME DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

# IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y FORTALECIMIENTO TECNOLÓGICO DEL LABORATORIO DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS DE SOLDADURA

| | |
|---|---|
| **Programa de estudios** | Mecánica de Producción Industrial |
| **Categoría** | Procesos de Producción de Bienes y Servicios |
| **Área / línea** | Producción y Servicios Industriales / Soldadura Industrial |
| **Docente asesor** | Chrystian Rolando Cáceres Vargas |
| **Lugar y año** | Samegua - Moquegua, 2026 |

## PRESENTACIÓN

El presente Informe de Ejecución corresponde al proyecto de innovación tecnológica denominado "Implementación de Infraestructura y Fortalecimiento Tecnológico del Laboratorio de Ensayos No Destructivos de Soldadura", desarrollado por el Programa de Estudios de Mecánica de Producción Industrial del Instituto de Educación Superior Público "José Carlos Mariátegui".

La propuesta surge ante la necesidad de aprovechar de manera organizada, segura y pedagógica el equipamiento especializado existente para la inspección y el control de calidad de uniones soldadas. El programa dispone de diez maletas profesionales de inspección visual según AWS, un equipo para partículas magnéticas visibles y fluorescentes, equipos de detección infrarroja, un equipo de ultrasonido industrial A-Scan, un módulo para inspección visual y seis simuladores de soldadura destinados al entrenamiento técnico y la práctica segura de parámetros y secuencias operativas. Sin embargo, se identificó la necesidad de contar con infraestructura, distribución técnica, mobiliario, almacenamiento, señalización, zonas de práctica y documentación que permitan integrar estos recursos en un laboratorio funcional.

El proyecto se orientó al diagnóstico del ambiente de 12 m por 14 m, al diseño de una distribución funcional para una carga aproximada de 25 estudiantes por sesión, al acondicionamiento inicial de la estructura y a la definición de áreas para inspección visual, líquidos penetrantes, partículas magnéticas, ultrasonido A-Scan y futuro Phased Array. Asimismo, se incorporó una propuesta de uso mixto: actividades rotativas para VT y PT y demostraciones guiadas para MT y UT/PAUT, por requerir estos últimos métodos mayor control técnico y supervisión docente.

Este informe sistematiza los antecedentes, objetivos, metodología, actividades ejecutadas, diseño de la innovación, recursos empleados, pruebas de validación, impactos, conclusiones, recomendaciones y anexos del proyecto. El gasto total ejecutado asciende a S/ 16,800.00, incluyendo materiales y compras, mano de obra, así como equipos y herramientas utilizados en la implementación.

## RESUMEN

El proyecto tuvo como finalidad implementar la infraestructura técnica y fortalecer las condiciones pedagógicas para la puesta en funcionamiento del Laboratorio de Ensayos No Destructivos de Soldadura del Programa de Estudios de Mecánica de Producción Industrial. Se partió del diagnóstico de un ambiente de 168 m², ubicado en una plataforma elevada del taller, con un único acceso mediante un pasadizo libre de 1.5 m y una capacidad prevista de 25 estudiantes por sesión.

La ejecución comprendió el levantamiento de información, inventario de equipos existentes, análisis de necesidades, diseño de distribución, definición de estaciones de trabajo, planteamiento de mobiliario modular con cajones, delimitación de zonas controladas, elaboración de procedimientos, formatos y material de difusión. Se definió un área unificada para inducción, inspección visual, líquidos penetrantes, registros y análisis técnico; un área demostrativa para partículas magnéticas visibles y fluorescentes; un área demostrativa para ultrasonido A-Scan y futuro PAUT; una zona de almacenamiento técnico; y un espacio formativo para el uso de seis simuladores de soldadura.

Como resultado, se cuenta con una propuesta integral y técnicamente sustentada que articula la infraestructura existente con los equipos END disponibles y con el equipamiento solicitado, especialmente un sistema avanzado de ultrasonido Phased Array y maquetas didácticas para inspección visual. La propuesta mejora la seguridad, el orden, la trazabilidad de las prácticas y la pertinencia de la formación frente a las necesidades del sector metalmecánico, minero e industrial. La ejecución económica consolidada alcanzó S/ 16,800.00, monto que comprende S/ 12,340.70 en materiales y compras, S/ 3,000.00 en mano de obra y S/ 1,459.30 en equipos y herramientas.

## ÍNDICE GENERAL

**I. Información general**

**II. Descripción de la innovación**

**III. Ejecución del proyecto**

**IV. Resultados e impactos**

**V. Presupuesto y financiamiento**

**VI. Conclusiones y recomendaciones**

**Bibliografía**

**Anexos**

# I. INFORMACIÓN GENERAL

| | |
|---|---|
| **1.1 Título del proyecto** | Implementación de Infraestructura y Fortalecimiento Tecnológico del Laboratorio de Ensayos No Destructivos de Soldadura |
| **1.2 Categoría** | Procesos de Producción de Bienes y Servicios |
| **1.3.1 Área** | Producción y Servicios Industriales |
| **1.3.2 Línea de investigación / innovación** | Soldadura Industrial |
| **1.3.3 Programa de estudios** | Mecánica de Producción Industrial |
| **Docente asesor** | Chrystian Rolando Cáceres Vargas |
| **Área física disponible** | 12 m x 14 m = 168 m² |
| **Capacidad prevista** | 25 estudiantes por sesión |

### 1.3.4 Equipo innovador

| N.° | Integrante | DNI |
|---|---|---|
| 1 | Castro Nieblas Eddu Paul | 76224083 |
| 2 | Isuiza Cushichinari Jender | 76820888 |
| 3 | Cuadros Valdez Jeanpablo | 46874827 |
| 4 | Gutiérrez Incio John Maverick | 70531962 |
| 5 | Escobar Gallegos Belinda Melisa | 61284672 |

# II. DESCRIPCIÓN DE LA INNOVACIÓN

### 2.1 El problema

El Programa de Estudios de Mecánica de Producción Industrial cuenta con equipos especializados para desarrollar actividades de ensayos no destructivos aplicados a soldadura. No obstante, al inicio del proyecto no se disponía de una infraestructura técnica organizada específicamente para integrar dichos equipos en un ambiente pedagógico, seguro y funcional. Los recursos estaban disponibles de forma aislada, sin estaciones de trabajo claramente definidas, almacenamiento técnico suficiente, distribución metodológica por tipo de ensayo, zona controlada para fluorescentes ni un flujo de circulación acorde con una carga de 25 estudiantes.

La ausencia de un laboratorio acondicionado limitaba el aprovechamiento de diez maletas profesionales de inspección visual según AWS, del equipo de partículas magnéticas visibles y fluorescentes, de los equipos de detección infrarroja, del ultrasonido A-Scan, del módulo de inspección visual y de seis simuladores de soldadura disponibles para la formación práctica. También dificultaba el resguardo de galgas, palpadores, cables, bloques patrón, consumibles, probetas, maquetas y documentación técnica.

Esta situación afectaba la secuencia didáctica de las prácticas, la seguridad, el orden, la trazabilidad de resultados y la posibilidad de desarrollar demostraciones técnicas similares a las exigidas por la industria metalmecánica, minera y de fabricación estructural. Por ello, se planteó implementar una infraestructura que permita organizar los equipos existentes y proyectar el fortalecimiento tecnológico mediante un sistema Phased Array y maquetas didácticas para inspección visual.

## 2.2 Objetivos de la innovación

### 2.2.1 Objetivo general

Implementar la infraestructura técnica y fortalecer tecnológicamente el Laboratorio de Ensayos No Destructivos de Soldadura del Programa de Estudios de Mecánica de Producción Industrial, mediante el acondicionamiento del ambiente, organización de estaciones de trabajo, integración de equipos existentes y gestión de recursos didácticos y tecnológicos avanzados.

### 2.2.2 Objetivos específicos

- Acondicionar y organizar el ambiente físico de 12 m x 14 m, considerando seguridad, circulación, iluminación, almacenamiento y capacidad para 25 estudiantes.
- Implementar áreas funcionales para inspección visual, líquidos penetrantes, partículas magnéticas, ultrasonido A-Scan, futuro PAUT, termografía, seis simuladores de soldadura y elaboración de reportes.
- Diseñar mesas modulares con cajones para resguardar equipos portátiles, instrumentos, consumibles y formatos de inspección.
- Elaborar procedimientos, fichas técnicas, formatos de registro, señalización y material didáctico para el uso ordenado del laboratorio.
- Gestionar la adquisición de un equipo avanzado de ultrasonido Phased Array y maquetas didácticas con discontinuidades reales o simuladas.

## 2.3 Justificación

La implementación del laboratorio permite transformar un conjunto de equipos especializados en un sistema formativo integrado. La infraestructura propuesta mejora el resguardo, la disponibilidad, el uso seguro y la secuencia pedagógica de los métodos END. Además, reduce tiempos de preparación, evita traslados innecesarios, facilita el control de equipos y genera condiciones para que los estudiantes desarrollen competencias en inspección, interpretación y elaboración de reportes técnicos.

La propuesta es pertinente para la región debido a la presencia de actividades mineras, metalmecánicas, de mantenimiento y fabricación de estructuras, donde la inspección de soldaduras constituye un requisito esencial de calidad. La incorporación de seis simuladores de soldadura permite complementar la enseñanza de inspección con entrenamiento previo, repetible y seguro en parámetros, posiciones y secuencias de soldadura. El laboratorio fortalecerá la empleabilidad de los estudiantes, facilitará prácticas alineadas con estándares técnicos y permitirá ampliar servicios de capacitación, demostración y asistencia tecnológica.

### 2.4 Marco referencial

Los ensayos no destructivos permiten evaluar materiales y uniones soldadas sin afectar su aptitud para el servicio. En el laboratorio se consideran principalmente los métodos de inspección visual (VT), líquidos penetrantes (PT), partículas magnéticas (MT), ultrasonido convencional A-Scan (UT), ultrasonido Phased Array (PAUT) y detección infrarroja. Cada método posee alcances, condiciones de aplicación y limitaciones que deben ser enseñados mediante procedimientos controlados.

- VT: evaluación directa o asistida de la superficie, geometría y discontinuidades visibles de la soldadura.
- PT: detección de discontinuidades abiertas a la superficie en materiales no porosos.
- MT: identificación de discontinuidades superficiales y subsuperficiales en materiales ferromagnéticos.
- UT A-Scan: inspección volumétrica mediante representación de amplitud respecto al tiempo o trayectoria sonora.
- PAUT: tecnología avanzada que emplea múltiples elementos para generar haces controlados y representaciones más detalladas.
- Termografía infrarroja: detección de variaciones térmicas asociadas a condiciones de operación o anomalías.

## III. EJECUCIÓN DEL PROYECTO

### 3.1 Actividades de inicio

- Conformación del equipo innovador y revisión de las bases del concurso.
- Levantamiento de información del ambiente disponible y verificación de dimensiones: 12 m de ancho por 14 m de largo.
- Identificación del único acceso mediante pasadizo libre de 1.5 m, con alcance aproximado de 9 m.
- Registro fotográfico del estado inicial del ambiente y de la estructura metálica en proceso de acondicionamiento.
- Inventario preliminar de equipos END existentes y de recursos por solicitar.
- Análisis de la carga de 25 estudiantes por sesión y definición de una metodología mixta de enseñanza.

### 3.2 Metodología utilizada

Se aplicó una metodología práctica, descriptiva, proyectiva y participativa. La ejecución se organizó en cinco etapas: diagnóstico, diseño, acondicionamiento, integración técnico-didáctica y validación. En el diagnóstico se revisaron las condiciones del ambiente, acceso, estructura, iluminación y posibilidades de distribución. En el diseño se plantearon zonas diferenciadas y una circulación segura. En el acondicionamiento se priorizó la estructura y el ordenamiento del área. En la integración técnico-didáctica se definieron mobiliario, almacenamiento, equipos, procedimientos y formatos. Finalmente, se realizó una validación funcional mediante revisión del flujo, capacidad y uso previsto de los métodos END.

## 3.3 Actividades de desarrollo de la innovación

**Las actividades fueron reprogramadas y desarrolladas de manera progresiva, concluyendo integralmente el 26 de julio de 2026 con el cierre técnico, documental y económico del proyecto.**

### 3.3.1 Diseño y construcción de la innovación

El diseño consideró un área total de 168 m² y un único acceso lateral mediante pasadizo. Se descartó la presencia de accesos adicionales para mantener correspondencia con la infraestructura real. La distribución final agrupó las actividades portátiles de inspección visual, líquidos penetrantes, inducción, registros y análisis técnico en un área unificada, debido a que los equipos pueden almacenarse en cajones incorporados a las mesas y utilizarse según la práctica programada.

Las áreas de partículas magnéticas y ultrasonido se mantuvieron como zonas demostrativas guiadas, porque requieren mayor control del docente, preparación del equipo, calibración, interpretación técnica y supervisión directa. Para MT se consideró una zona fluorescente con control de iluminación. Para UT/PAUT se propuso una zona limpia, con mesas técnicas, almacenamiento de palpadores y espacio para el futuro equipo avanzado.

El mobiliario del área unificada se planteó con mesas modulares, cajones de resguardo y disposición de sillas en forma de U, permitiendo que los estudiantes observen la demostración central, trabajen de manera colaborativa y mantengan una circulación libre. El escritorio docente se ubicó en el espacio central de referencia, mientras que registros y reportes se integraron al área principal.

### 3.3.2 Equipamiento existente integrado al proyecto

| Método / recurso | Cantidad o condición | Aplicación prevista |
|---|---|---|
| Inspección visual | 10 maletas profesionales completas según AWS | Medición de perfiles de soldadura, filetes, refuerzos, socavación, desalineamiento y elaboración de registros. |
| Galgas e instrumentos de inspección | Kits completos con galgas Bridge Cam, Hi-Lo, filete, refuerzo, reglas, espejos, lupas y micrómetros | Prácticas de control dimensional y evaluación visual de uniones soldadas. |
| Medición ambiental y de recubrimientos | Medidor de punto de rocío, Leptoskop y sondas/patrones | Verificación de condiciones ambientales y espesores de recubrimientos. |
| Partículas magnéticas | 01 yugo electromagnético Karl Deutsch para visibles y fluorescentes | Demostraciones guiadas para detección de discontinuidades superficiales y subsuperficiales en materiales ferromagnéticos. |
| Iluminación ultravioleta | 01 lámpara UV portátil con fuente y accesorios | Inspección fluorescente en MT/PT dentro de zona controlada. |
| Termografía e infrarrojo | 01 cámara termográfica TG267 y termómetros infrarrojos | Detección de variaciones térmicas y prácticas complementarias de inspección. |
| Ultrasonido convencional | 01 equipo Karl Deutsch Digital-Echograph A-Scan con palpadores, cables, acoplante y bloques patrón | Calibración, barrido, detección de reflectores e interpretación de señales ultrasónicas. |
| Módulo/cabina de inspección | 01 cabina Karl Deutsch con ventilación, iluminación y tablero de control | Preparación, aplicación e interpretación de ensayos superficiales bajo condiciones controladas. |

| | | |
|---|---|---|
| Simuladores de soldadura | 06 equipos | Entrenamiento práctico y seguro en parámetros, posiciones, secuencias y variables del proceso de soldadura. |
| Mesa técnica metálica de trabajo | 01 unidad disponible | Superficie amplia para inspección visual, preparación de probetas, aplicación de PT, registro de resultados y prácticas grupales. |
| Pizarra acrílica móvil | 01 unidad disponible | Inducción, explicación de procedimientos, interpretación de indicaciones, registro de parámetros y retroalimentación durante las prácticas. |

### 3.3.3 Equipamiento y recursos solicitados

- Equipo avanzado de ultrasonido Phased Array para ampliar las capacidades de inspección volumétrica y análisis de soldaduras.
- Maquetas y probetas didácticas para inspección visual, con discontinuidades reales o simuladas.
- Mesas técnicas modulares con cajones y sistemas de almacenamiento.
- Bloques patrón, palpadores, cables, acoplantes y accesorios de calibración.
- Señalización, paneles didácticos, iluminación localizada y elementos de seguridad.

### 3.3.4 Pruebas realizadas y validación funcional

La validación se efectuó mediante una revisión técnica del diseño, del flujo de ingreso, de la capacidad del área y de la relación entre equipos y metodología de enseñanza. Se verificó que el área unificada puede atender actividades rotativas de VT y PT, así como inducción, análisis de maquetas y elaboración de reportes. Se comprobó que la disposición en U mejora la visibilidad hacia el docente y facilita el desplazamiento hacia las estaciones especializadas.

Para MT y UT se determinó que la modalidad más segura y efectiva es la demostración guiada con participación controlada de estudiantes. Esta decisión evita manipulación simultánea no supervisada, protege los equipos y permite explicar calibración, técnica, limitaciones e interpretación de indicaciones. La distribución propuesta mantiene una circulación principal desde el único acceso por pasadizo y separa los equipos sensibles de las actividades de limpieza y aplicación de consumibles.

**Tabla de pruebas realizadas y validación funcional del proyecto.**

| Método / recurso validado | Actividad de prueba o verificación | Resultado obtenido | Evidencia |
|---|---|---|---|
| Inspección visual (VT) | Revisión de maletas AWS, galgas, reglas, espejos y probetas sobre mesa técnica. | Equipamiento operativo y adecuado para trabajo por estaciones, control dimensional y elaboración de registros. | Fotografías de maletas, kits de galgas y mesas técnicas. |
| Líquidos penetrantes (PT) | Verificación de condiciones para limpieza, aplicación de penetrante, revelado y registro en el área unificada. | Método viable para rotación de grupos, por ser portátil y de baja complejidad operativa bajo supervisión. | Consumibles, mesa técnica y formatos de inspección. |
| Partículas magnéticas (MT) | Manipulación supervisada del yugo electromagnético, consumibles FLUXA y lámpara ultravioleta. | Método validado como demostración guiada por requerir control de magnetización, iluminación y seguridad. | Yugo, lámpara UV, consumibles y cabina técnica. |
| Ultrasonido Industrial A-Scan (UT) | Verificación del equipo Karl Deutsch Digital-Echograph, palpadores, | Método validado como práctica guiada por requerir calibración, | Equipo A-Scan, palpadores, bloque patrón y demostración. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | cables, acoplante y bloque patrón. | interpretación de señales y cuidado del equipo. | |
| Termografía e infrarrojo | Uso demostrativo de cámara termográfica y termómetros infrarrojos. | Recurso complementario operativo para identificación de variaciones térmicas y apoyo a la inspección técnica. | Cámara TG267 y termómetros infrarrojos. |
| Simuladores de soldadura | Verificación de módulos RED-WELD para entrenamiento seguro y demostración de parámetros. | Recurso disponible para fortalecer la relación entre ejecución de soldadura e inspección de calidad. | Simuladores, pantallas, accesorios y uso demostrativo. |
| Distribución y circulación | Revisión del ingreso único por pasadizo, ubicación de mesas en U y zonas demostrativas. | Distribución funcional para una carga aproximada de 25 estudiantes, manteniendo circulación y supervisión docente. | Plano, fotografías del ambiente y maqueta de distribución. |

### 3.4 Cronograma de ejecución

| Actividad | Periodo | Estado |
|---|---|---|
| Organización, diagnóstico e inventario inicial | 20 al 27 de abril de 2026 | Ejecutado |
| Diseño de distribución y plan de acondicionamiento | 28 de abril al 09 de mayo de 2026 | Ejecutado |
| Gestión, compra y organización de materiales | 10 al 31 de mayo de 2026 | Ejecutado |
| Fabricación, montaje y acondicionamiento de infraestructura | 01 al 30 de junio de 2026 | Ejecutado |
| Instalaciones, mobiliario, seguridad y señalización | 01 al 12 de julio de 2026 | Ejecutado |
| Organización de equipos END y seis simuladores de soldadura | 13 al 18 de julio de 2026 | Ejecutado |
| Elaboración de procedimientos, fichas, registros y material didáctico | 19 al 22 de julio de 2026 | Ejecutado |
| Pruebas de funcionamiento, validación y levantamiento de evidencias | 23 al 25 de julio de 2026 | Ejecutado |
| Cierre de actividades y presentación del informe final | 26 de julio de 2026 | Concluido |

## IV. RESULTADOS E IMPACTOS

### 4.1 Resultados alcanzados

- Diagnóstico del ambiente y definición de dimensiones, acceso, capacidad y condiciones de uso.
- Inventario técnico y registro fotográfico del equipamiento END disponible: maletas AWS, galgas de soldadura, yugo de partículas magnéticas, lámpara UV, medidores ambientales y de recubrimientos, equipo A-Scan, cámara termográfica, termómetros infrarrojos, módulo Karl Deutsch y seis simuladores de soldadura.
- Diseño de una distribución funcional para 25 estudiantes por sesión.
- Integración de inducción, VT, PT, registros y análisis técnico en un área unificada.
- Definición de áreas demostrativas guiadas para MT y UT/PAUT.
- Propuesta de mobiliario modular con cajones y disposición de sillas en U.
- Elaboración de material de difusión institucional y banner del proyecto.
- Gestión de fortalecimiento tecnológico mediante solicitud de PAUT y maquetas didácticas.

### 4.2 Impacto académico

El laboratorio permitirá que los estudiantes desarrollen competencias en preparación de superficies, inspección visual, medición de discontinuidades, aplicación de PT, demostración de MT, calibración e interpretación básica de UT, análisis de termografía, elaboración de reportes y entrenamiento previo mediante seis simuladores de soldadura. La distribución mejora el acompañamiento docente, la participación de los estudiantes y la articulación entre teoría, práctica y documentación.

### 4.3 Impacto institucional y productivo

La implementación fortalece la imagen institucional, mejora el aprovechamiento de equipos existentes — incluidos seis simuladores de soldadura— y genera una base para capacitación especializada, proyectos de innovación, servicios tecnológicos y vinculación con empresas del sector metalmecánico, minero e industrial. El futuro equipo PAUT permitirá ampliar las capacidades de formación hacia tecnologías actualmente empleadas en inspección avanzada.

### 4.4 Sostenibilidad

La sostenibilidad se sustenta en el uso de equipos ya existentes, mobiliario modular, almacenamiento controlado, procedimientos de uso, mantenimiento preventivo, formatos de préstamo y registro, programación de prácticas y actualización gradual del equipamiento. Se recomienda designar un responsable del laboratorio y establecer un inventario codificado con registros de calibración y mantenimiento.

## V. PRESUPUESTO Y FINANCIAMIENTO

El proyecto contó con un presupuesto total asignado y ejecutado de S/ 16,800.00. El gasto comprende la adquisición de materiales e insumos, la mano de obra requerida para fabricación, montaje y acondicionamiento, y la utilización o adquisición de equipos y herramientas. El resumen de compras fue depurado para excluir comprobantes duplicados, manteniendo los comprobantes válidos considerados en la ejecución.

| Concepto | Sustento | Gasto real (S/) |
|---|---|---|
| Materiales y compras | Comprobantes contabilizados, excluyendo duplicados. | 12,340.70 |
| Mano de obra | Fabricación, montaje, acondicionamiento y trabajos de instalación. | 3,000.00 |
| Equipos y herramientas | Adquisición, uso o valorización de equipos y herramientas complementarias. | 1,459.30 |
| **TOTAL EJECUTADO** | **Presupuesto total asignado y ejecutado.** | **16,800.00** |

Financiamiento: el proyecto fue financiado con recursos destinados a la implementación del Laboratorio de Ensayos No Destructivos de Soldadura. El monto total ejecutado fue de S/ 16,800.00. Los equipos END existentes fueron aprovechados como parte del fortalecimiento institucional, mientras que el gasto ejecutado se concentró en materiales, mano de obra, equipos y herramientas complementarias. La

adquisición del equipo PAUT y de maquetas especializadas continúa como gestión de fortalecimiento tecnológico adicional.

# VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 6.1 Conclusiones

- El proyecto responde a una necesidad real del Programa de Estudios, pues existían equipos END sin una infraestructura especializada que integrara su uso pedagógico y seguro.
- El área de 12 m x 14 m permite implementar un laboratorio para 25 estudiantes, siempre que se emplee una metodología mixta y se respete el único acceso por el pasadizo de 1.5 m.
- La unificación de VT, PT, inducción, registros y análisis técnico optimiza el espacio y el uso de equipos portátiles almacenados en mesas con cajones.
- Las prácticas de MT y UT/PAUT deben desarrollarse principalmente como demostraciones guiadas por el docente, debido a la calibración, interpretación y cuidado requerido.
- La propuesta articula infraestructura, equipamiento END, seis simuladores de soldadura, seguridad, metodología y documentación, mejorando la pertinencia de la formación técnica.
- La solicitud de PAUT y maquetas didácticas permitirá ampliar progresivamente la capacidad tecnológica del laboratorio.

## 6.2 Recomendaciones

- Completar el acondicionamiento físico, instalaciones eléctricas, iluminación, señalización, mobiliario y almacenamiento antes de iniciar prácticas regulares.
- Mantener archivados y ordenados los comprobantes de compra, valorizaciones de mano de obra y registros de equipos y herramientas, de manera que el gasto total ejecutado de S/ 16,800.00 pueda ser verificado y sustentado institucionalmente.
- Implementar procedimientos escritos por método END, formatos de inspección y registros de mantenimiento y calibración.
- Designar un responsable del laboratorio y controlar el acceso, préstamo y devolución de equipos.
- Adquirir el equipo PAUT, bloques patrón y maquetas de discontinuidades, priorizando compatibilidad, soporte técnico y capacitación.
- Mantener evidencia fotográfica del antes, durante y después, así como actas, listas de participación y resultados de pruebas.
- Realizar evaluación anual del laboratorio y planificar nuevas estaciones conforme crezcan los equipos y la demanda formativa.

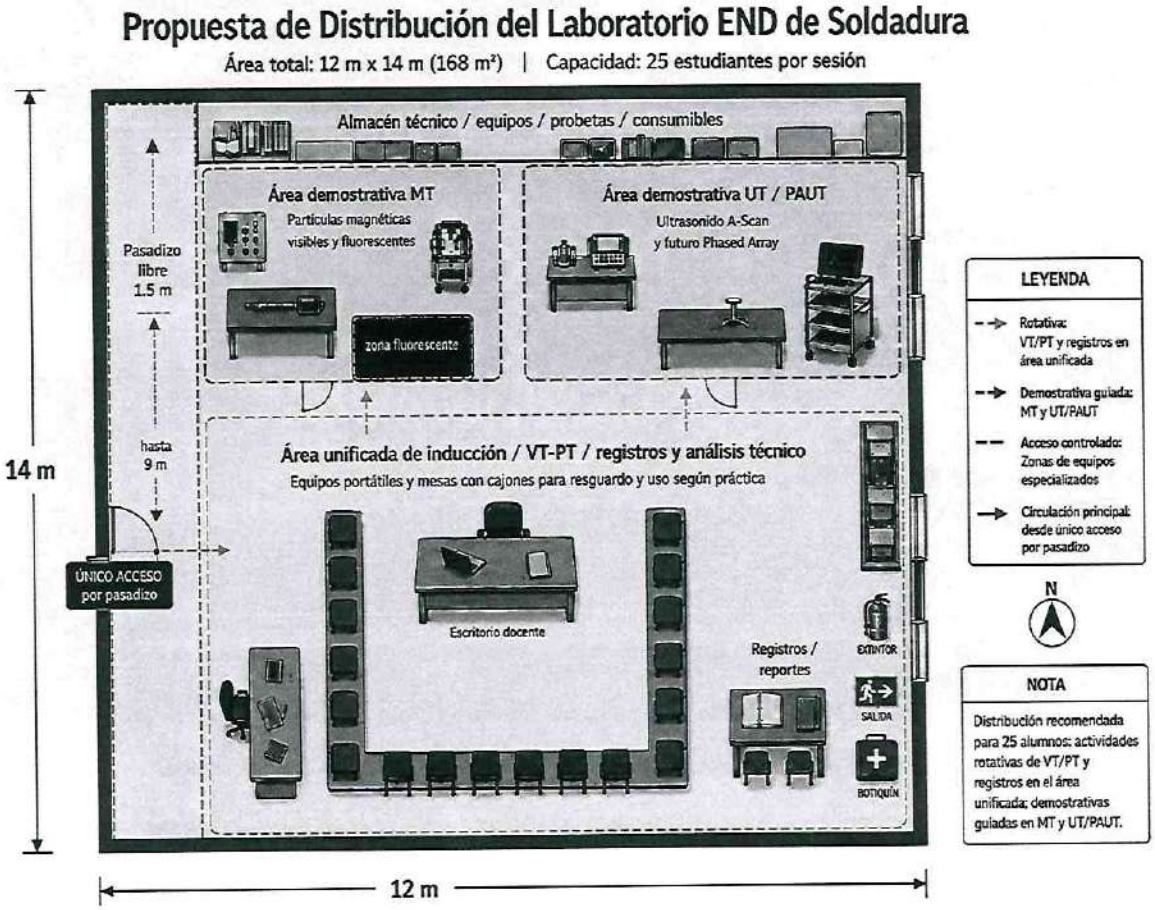
# BIBLIOGRAFÍA


- American Welding Society. AWS D1.1/D1.1M: Structural Welding Code - Steel.
- American Welding Society. Welding Inspection Handbook.
- ASME. Boiler and Pressure Vessel Code, Section V: Nondestructive Examination.
- ISO 17637. Non-destructive testing of welds - Visual testing of fusion-welded joints.
- ISO 3452. Non-destructive testing - Penetrant testing.

- ISO 17638. Non-destructive testing of welds - Magnetic particle testing.
- ISO 13588. Non-destructive testing of welds - Ultrasonic testing - Use of automated phased array technology.
- IES Público José Carlos Mariátegui. Bases de la V Feria Concurso de Proyectos de Innovación Tecnológica Inter Programas de Estudios, 2026.


## ANEXOS

## Anexo B. Propuesta de distribución funcional




*Plano esquemático de la distribución propuesta del Laboratorio END de Soldadura.*

## Anexo C. Banner institucional del proyecto




*Banner horizontal de difusión del proyecto de construcción del laboratorio.*

## Anexo D. Relación de documentos y evidencias adjuntas para sustentación

Resumen consolidado de compras y presupuesto ejecutado por S/ 16,800.00.

- Comprobantes y cuadro de gastos reales.
- Solicitud y/o cotizaciones del equipo Phased Array y maquetas didácticas.
- Actas, registros de participación y evidencias de trabajo del equipo innovador.
- Fotografías finales del laboratorio, equipamiento, mobiliario, simuladores y prácticas demostrativas.
- Procedimientos, fichas técnicas y formatos por método END.
- Formatos de inspección, reportes de pruebas realizadas y registros de validación funcional.
- Inventario técnico del equipamiento END, registros fotográficos, control básico de equipos y documentación de mantenimiento/calibración disponible o aplicable.

## Anexo E. Registro fotográfico e inventario del equipamiento END existente

Las siguientes fotografías evidencian el equipamiento técnico disponible para prácticas de inspección visual, medición de recubrimientos, partículas magnéticas visibles y fluorescentes, ultrasonido industrial A-Scan, termografía, control de condiciones ambientales y entrenamiento mediante simuladores de

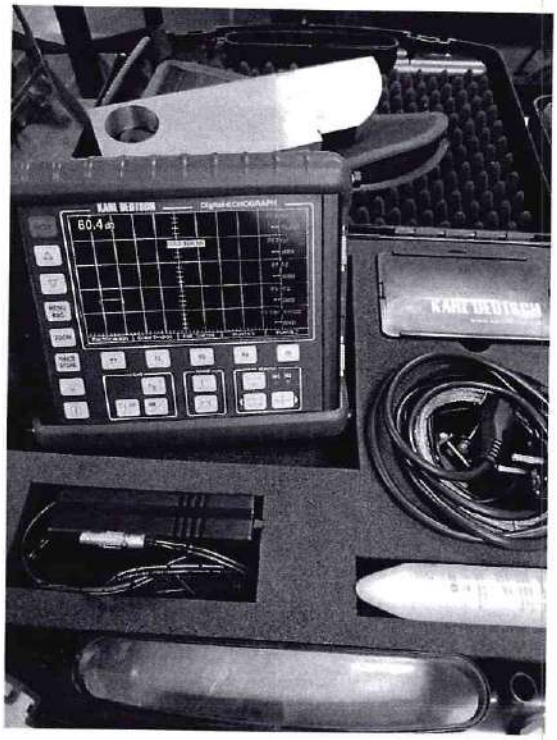
soldadura. El registro incluye equipos principales, accesorios, consumibles y módulos didácticos destinados a la formación técnica.



*Fotografía 4. Kit profesional Karl Deutsch para medición ambiental y de recubrimientos, con medidor de punto de rocío, galgas, sondas y accesorios.*



*Fotografía 5. Equipo Leptoskop Karl Deutsch para medición de espesores de recubrimiento, con sondas, cables y patrones de referencia.*




*Fotografía 6. Equipo de ultrasonido industrial Karl Deutsch Digital-Echograph A-Scan con palpadores, cables, acoplante y bloque patrón.*




*Fotografía 7. Cámara termográfica TG267 y termómetros infrarrojos para evaluación térmica complementaria.*



*Fotografía 8. Yugo electromagnético Karl Deutsch para ensayos por partículas magnéticas visibles y fluorescentes.*



*Fotografía 9. Maleta profesional de inspección visual con galgas para soldadura, reglas, espejos y accesorios de control dimensional.*



*Fotografía 10. Segundo kit profesional de inspección visual con galgas Bridge Cam, Hi-Lo, filete, refuerzo, micrómetro y espejo telescópico.*



*Fotografía 11. Lámpara ultravioleta portátil con fuente de alimentación y accesorios para inspección fluorescente.*




*Fotografía 12. Módulo o cabina Karl Deutsch con ventilación, iluminación, tablero de control y superficie de trabajo para ensayos superficiales.*

## Anexo F. Inventario resumido del equipamiento END

| N.° | Equipo o recurso | Cantidad | Estado / uso previsto |
|---|---|---|---|
| 1 | Maletas profesionales de inspección visual según AWS | 10 | Operativas; prácticas VT y control dimensional. |
| 2 | Yugo electromagnético Karl Deutsch para MT | 1 | Operativo; partículas visibles y fluorescentes. |
| 3 | Lámpara ultravioleta portátil | 1 | Operativa; inspección fluorescente. |
| 4 | Equipo de ultrasonido Karl Deutsch Digital-Echograph A-Scan | 1 | Operativo; prácticas guiadas de UT. |
| 5 | Leptoskop y medidores de recubrimiento | Según kit | Operativos; medición de espesores de recubrimiento. |
| 6 | Medidor de punto de rocío | 1 | Operativo; control de condiciones ambientales. |
| 7 | Cámara termográfica TG267 | 1 | Operativa; termografía complementaria. |
| 8 | Termómetros infrarrojos | 2 | Operativos; medición de |

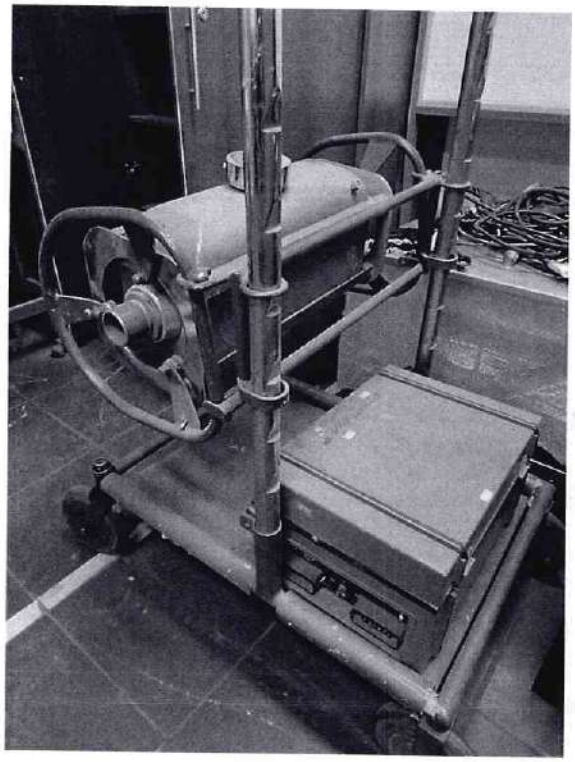
| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | temperatura sin contacto. |
| 9 | Módulo/cabina Karl Deutsch | 1 | Disponible; acondicionamiento para ensayos superficiales. |
| 10 | Simuladores de soldadura | 6 | Disponibles; entrenamiento técnico y seguro. |
| 11 | Consumibles Karl Deutsch FLUXA para MT | Lote disponible | Disponibles; partículas visibles/fluorescentes, pintura de contraste y limpieza según procedimiento. |
| 12 | Unidad de magnetización para partículas magnéticas | 1 | Disponible; prácticas demostrativas guiadas en componentes ferromagnéticos. |
| 13 | Mesa técnica metálica para prácticas END | 1 | Disponible; mobiliario de apoyo para inspección, preparación de probetas y trabajo colaborativo. |
| 14 | Pizarra acrílica móvil | 1 | Disponible; apoyo didáctico para inducción, procedimientos, parámetros y análisis de resultados. |

## Anexo G. Registro fotográfico complementario del equipamiento

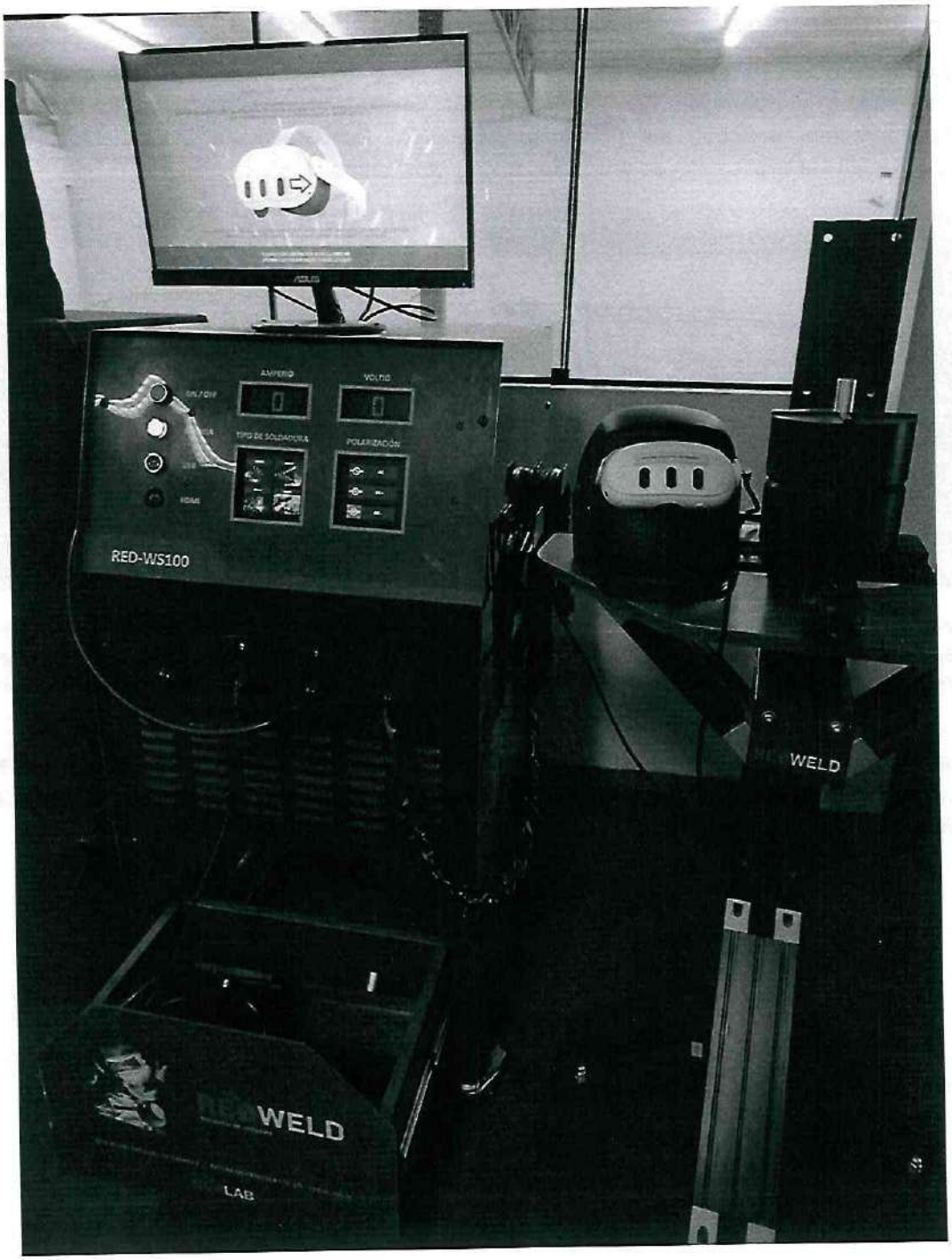
Se incorporan evidencias adicionales de consumibles para partículas magnéticas, unidad de magnetización y simuladores de soldadura disponibles para el desarrollo de prácticas formativas.




*Fotografía 13. Consumibles Karl Deutsch FLUXA para ensayos por partículas magnéticas visibles y fluorescentes, incluyendo pinturas de contraste y productos complementarios.*



*Fotografía 14. Unidad de magnetización para ensayos por partículas magnéticas, destinada a prácticas demostrativas guiadas y evaluación de componentes ferromagnéticos.*



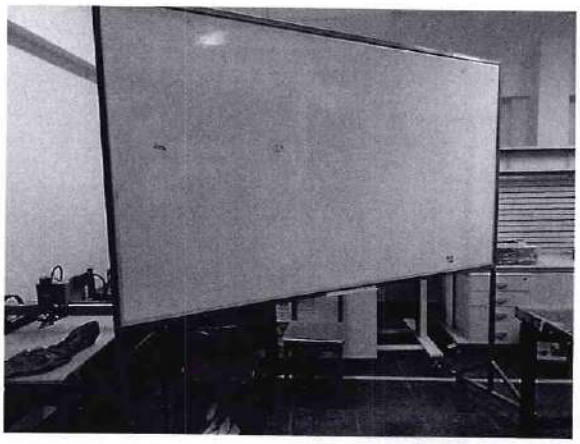

*Fotografía 15. Simulador de soldadura RED-WELD RED-WS100, equipo representativo del conjunto de seis simuladores disponibles para entrenamiento técnico seguro.*

## Anexo H. Registro fotográfico de mobiliario y recursos didácticos

Las siguientes evidencias muestran el mobiliario técnico y los recursos didácticos disponibles para el acondicionamiento y operación del Laboratorio de Ensayos No Destructivos de Soldadura. Estos elementos permiten organizar las prácticas, resguardar temporalmente instrumentos, desarrollar la inducción y facilitar la explicación de procedimientos y resultados.



*Fotografía 16. Mesa técnica metálica de trabajo, destinada a prácticas de inspección visual, líquidos penetrantes, preparación de probetas, uso de galgas y elaboración de registros.*

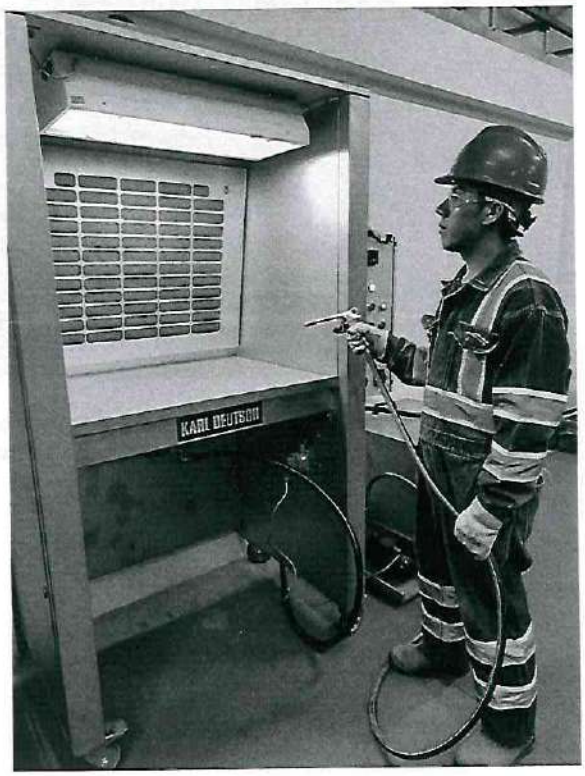


*Fotografía 17. Pizarra acrílica móvil para inducción, explicación de procedimientos END, análisis de discontinuidades, parámetros de inspección y retroalimentación técnica.*

La mesa técnica y la pizarra móvil se integran al área unificada de inducción, VT/PT, registros y análisis técnico, contribuyendo a la atención de aproximadamente 25 estudiantes por sesión y a la aplicación de la metodología mixta prevista en el proyecto.

# ANEXO I. REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PUESTA EN OPERACIÓN Y PRÁCTICAS DEMOSTRATIVAS

Las siguientes evidencias muestran la puesta en operación del equipamiento, mobiliario y recursos técnicos del Laboratorio de Ensayos No Destructivos de Soldadura. Se documentan actividades de verificación, organización, demostración y práctica formativa en inspección visual, medición de recubrimientos, ultrasonido industrial A-Scan, partículas magnéticas, termografía y simulación de soldadura, aplicando equipos de protección personal y procedimientos de uso seguro.




*Fotografía 18. Verificación operativa de la cabina técnica Karl Deutsch, con iluminación y área de trabajo acondicionadas para prácticas de inspección superficial.*



*Fotografía 19. Demostración de equipo automatizado de apoyo a la soldadura y manipulación controlada como recurso tecnológico complementario.*



*Fotografía 20. Práctica de medición de espesores de recubrimiento mediante equipo Leptoskop Karl Deutsch y sondas especializadas.*



*Fotografía 21. Verificación y demostración del equipo de ultrasonido industrial Karl Deutsch Digital-Echograph A-Scan.*



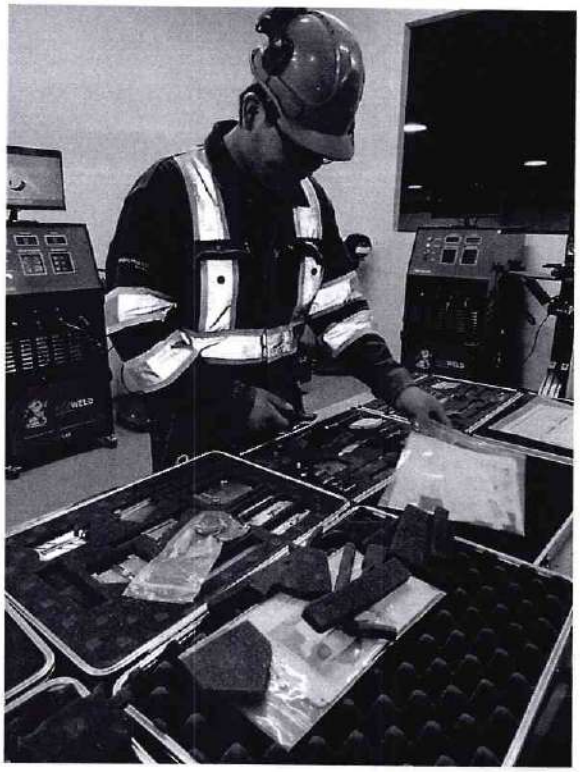
*Fotografía 22. Manipulación supervisada del yugo electromagnético para prácticas de partículas magnéticas.*



*Fotografía 23. Preparación y verificación de lámpara ultravioleta para inspección con partículas magnéticas fluorescentes.*



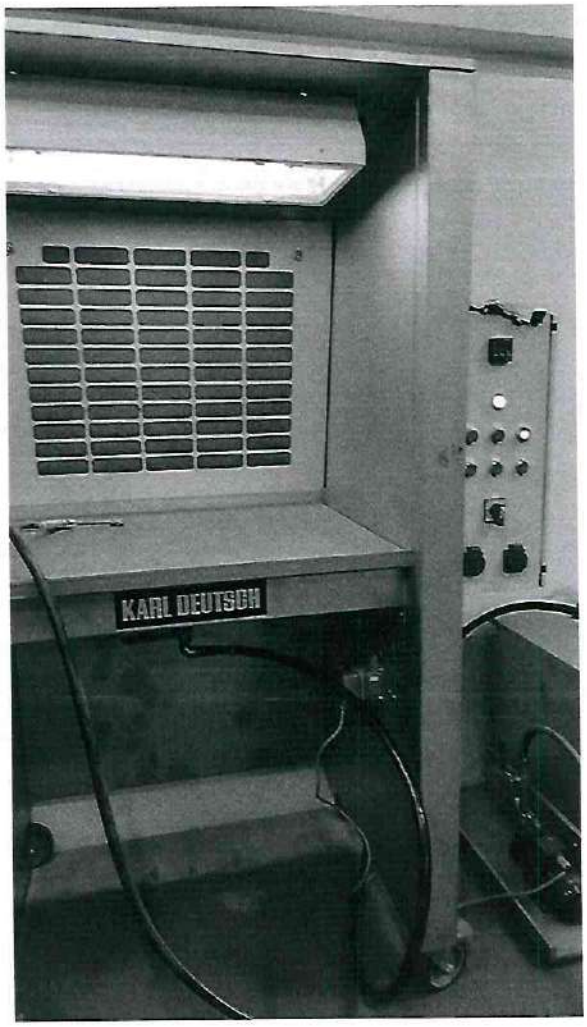
*Fotografía 24. Práctica de evaluación térmica mediante cámara termográfica e instrumentos infrarrojos.*



*Fotografía 25. Organización, revisión y control de las maletas profesionales de inspección visual y sus accesorios.*



*Fotografía 26. Inventario y acondicionamiento de kits de galgas, instrumentos de medición y accesorios para inspección visual de soldaduras.*




*Fotografía 27. Captura representativa del registro audiovisual de las actividades prácticas desarrolladas en el laboratorio.*

Las evidencias presentadas confirman la disponibilidad y uso formativo de los equipos END, así como la capacidad del laboratorio para desarrollar sesiones prácticas supervisadas con una carga aproximada de 25 estudiantes, combinando actividades rotativas en inspección visual y líquidos penetrantes con demostraciones guiadas en partículas magnéticas, ultrasonido y termografía.

## Anexo J. Fichas técnicas referenciales para maqueta de exposición

Se incorporan como material complementario las fichas técnicas referenciales de maqueta para representar, de forma independiente, los principales componentes del laboratorio: módulo de soldadura, mesa técnica, silla, equipo de partículas magnéticas, equipo de ultrasonido A-Scan, maleta de inspección visual, potes de líquidos penetrantes, lámpara ultravioleta y módulo de inspección. Las medidas corresponden a la maqueta física con base de 97 cm de frente por 180 cm de fondo, pudiendo ajustarse durante la construcción según el material disponible.

## FIRMAS

| | |
|---|---|
| Chrystian Rolando Cáceres Vargas<br>Docente asesor | Coordinador del Programa de Estudios |
| Representante del equipo innovador | Unidad de Investigación |