

Diseño de Plan de Desarrollo de Laboratorios Remotos

Especialización en Sistemas Embebidos

Estudiante Ing. Astri Edith Andrada Tivani
Director Dr. Julio Dondo

Educación en Ingeniería y Laboratorios

La enseñanza en ingeniería se apoya en la experimentación práctica.

Los laboratorios presenciales presentan limitaciones:



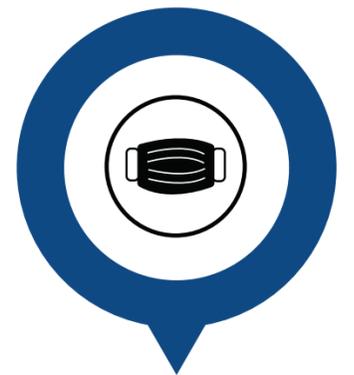
Acceso restringido



Manejo poco eficiente del equipamiento



Capacidad limitada de infraestructura



COVID-19
Necesidad de alternativas de continuidad pedagógica



Educación en Ingeniería y Laboratorios

La enseñanza en ingeniería se apoya en la experimentación práctica.

Laboratorios remotos

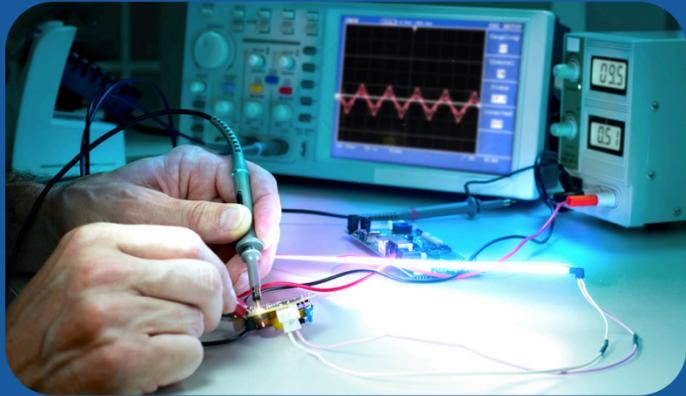
Solución innovadora que amplía el acceso sin perder el contacto con hardware real.



Justificación del Trabajo Final

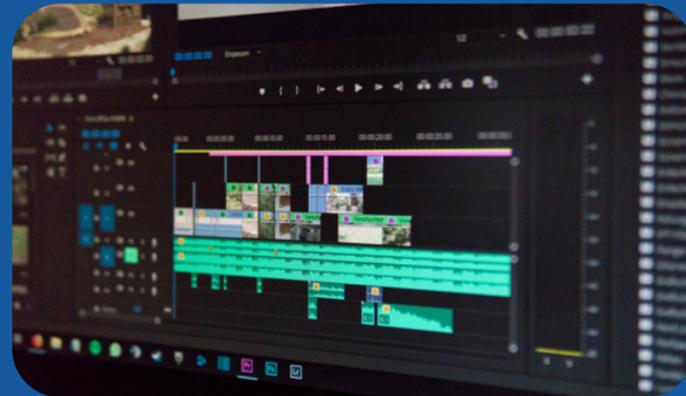
- **Problema:** desigualdad en el acceso a laboratorios presenciales y limitaciones de sostenibilidad.
 - **Oportunidad:** TIC aplicadas a la educación → acceso remoto a recursos físicos.
 - **Respuesta estratégica:** diseño de un plan de desarrollo de laboratorios remotos, acompañado de un manual técnico de implementación.
 - **Contribución central:**
 - Democratizar el acceso.
 - Asegurar calidad pedagógica.
 - Optimizar recursos institucionales.
- 

Laboratorios Educativos: Clasificación



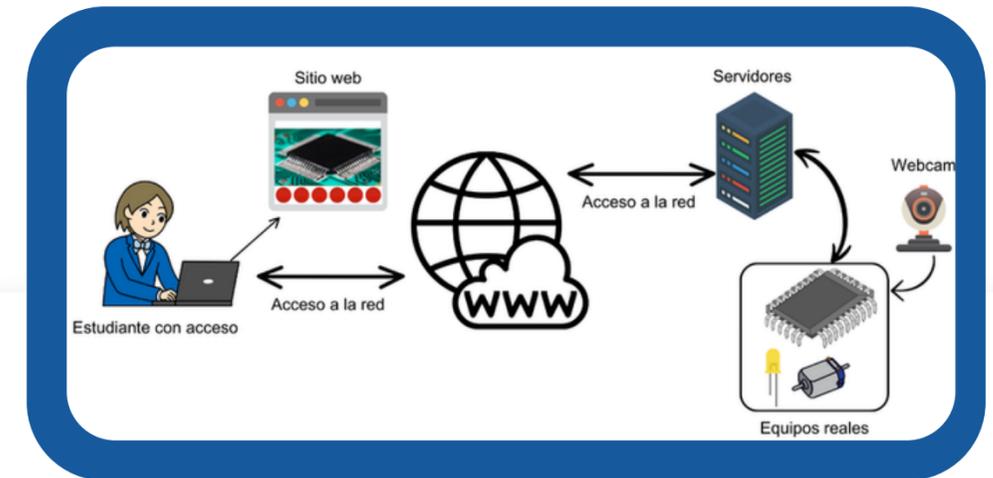
PRESENCIALES

Acceso directo al equipo real, pero limitados en tiempo, espacio y recursos.



VIRTUALES

Simulaciones por software, escalables y de bajo costo, pero sin contacto físico.



REMOTOS

- Acceso en línea a equipos físicos reales.
- Interacción en tiempo real vía internet.
- Retroalimentación visual y sensorial.
- Complementan a los presenciales, no los sustituyen.

Marco Normativo Internacional

IEEE Std 1876-2019: Networked Smart Learning Objects for Online Laboratories

Define el modelo Laboratorio como Servicio (LaaS)

Base técnica y pedagógica del plan propuesto.

Garantiza:

- Escalabilidad → soporta múltiples usuarios
- Interoperabilidad → integración con plataformas educativas (LMS, MOOC)
- Calidad pedagógica → buenas prácticas para la enseñanza
- Accesibilidad universal → independencia de infraestructura local

Casos de Estudio Internacionales

WebLab-Deusto (España)

- Federación de laboratorios bajo modelo LaaS.
- Gestión robusta de sesiones y seguridad.
- Escalabilidad demostrada en múltiples universidades.

FPGA Vision Remote Lab (H-BRS, Alemania)

- Laboratorio remoto especializado en FPGA y visión artificial.
- Uso de hardware propio adaptado.
- Arquitectura modular con fanless PCs.
- Integración pedagógica y disponibilidad como OER (Open Educational Resource).

Estas experiencias sirvieron de base comparativa y de validación internacional.





Problemática en el Departamento

- **Situación actual:** laboratorios presenciales con limitaciones.
 - **Principales problemas:**
 - Disponibilidad horaria acotada.
 - Espacios reducidos y saturados.
 - Acceso desigual para estudiantes alejados o con menos recursos.
 - Falta de optimización de recursos.
 - Necesidad de **estrategia institucional** que garantice accesibilidad, calidad y sostenibilidad.
- 

Objetivos del Trabajo

Objetivo General

Diseñar lineamientos técnicos, metodológicos y operativos para la creación, implementación y gestión de laboratorios remotos en el Departamento de Electrónica – FCFMyN - UNSL.



Objetivos Específicos

- Analizar estado del arte y experiencias internacionales.
- Implementar y validar un prototipo basado en hardware accesible.
- Definir protocolos de seguridad y trazabilidad.
- Optimizar el uso del equipamiento institucional.
- Promover equidad educativa eliminando barreras de acceso.
- Elaborar un Manual Técnico de Implementación.

Prototipo de Laboratorio Remoto

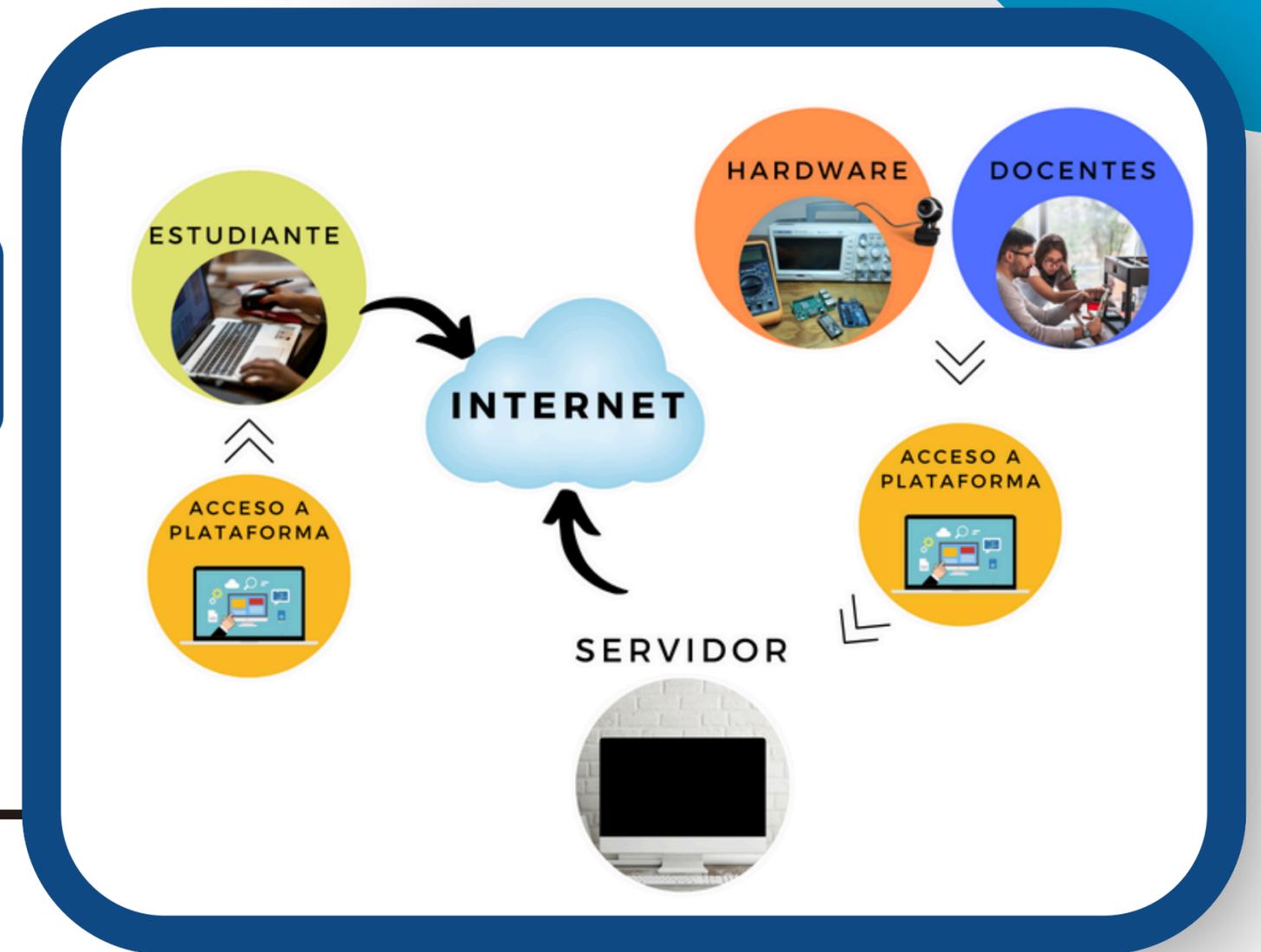
Plataforma validada con estudiantes y docentes del Departamento.

Gestión remota mediante Raspberry Pi como servidor de control.

Basada en ESP32 como hardware central de experimentación.

Principios de diseño:

- Modularidad.
- Bajo costo.
- Estabilidad.
- Replicabilidad institucional.

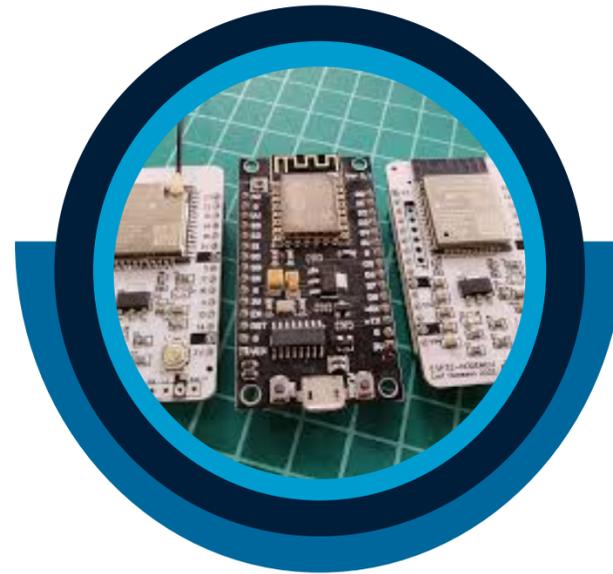


Componentes de Hardware Implementados



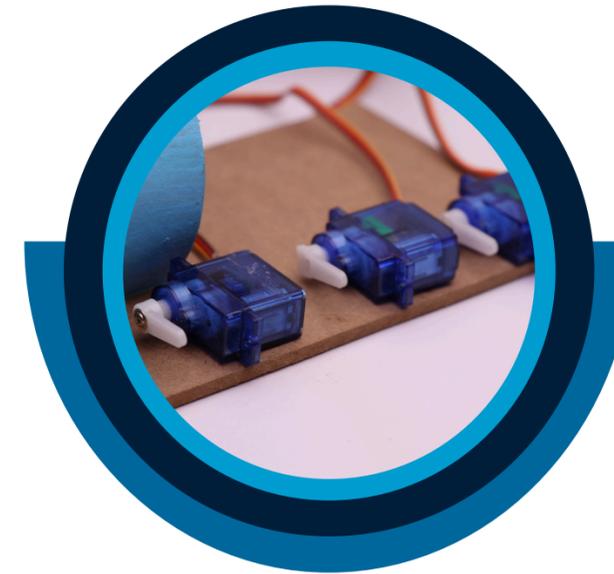
Raspberry Pi 3B

Servidor principal de control.



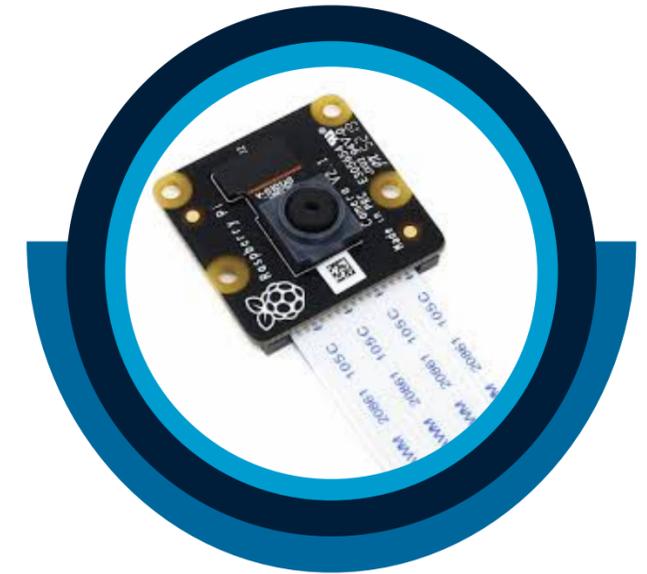
**ESP32
(NodeMCU v1.1)**

Microcontrolador de doble núcleo con Wi-Fi integrado



Periféricos

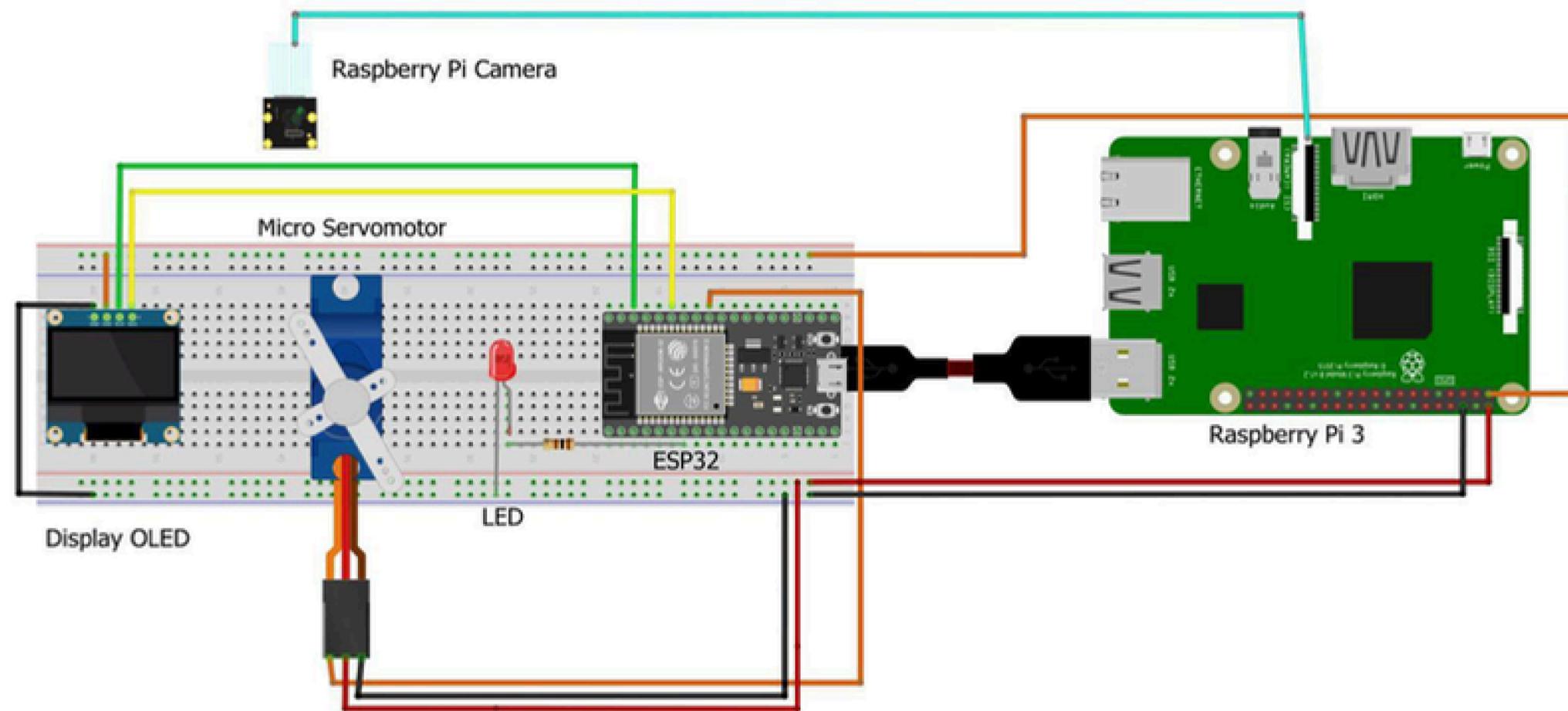
- LEDs → control digital.
- Display OLED 0,96" → visualización de datos.
- Servomotor SG90 → prácticas de PWM.



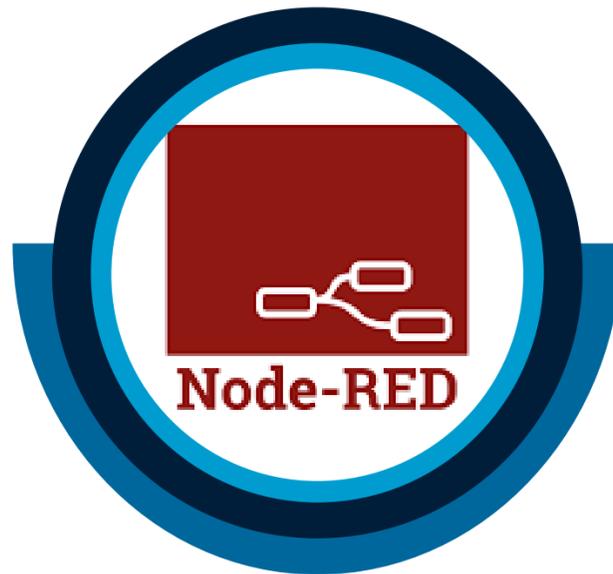
Cámara NoIR v2

Transmisión de video en tiempo real del banco experimental.

Componentes de Hardware Implementados



Componentes de Software y Red



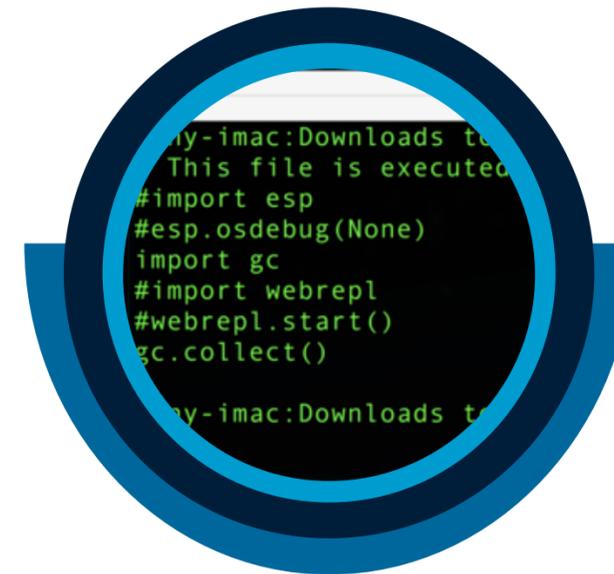
Node-RED

Gestión de la interfaz web y lógica de control.



MJPEG-Streamer

Transmisión de video en vivo.



RShell / AMPY

Carga y ejecución de scripts en la ESP32



Servicio DDNS (No-IP)

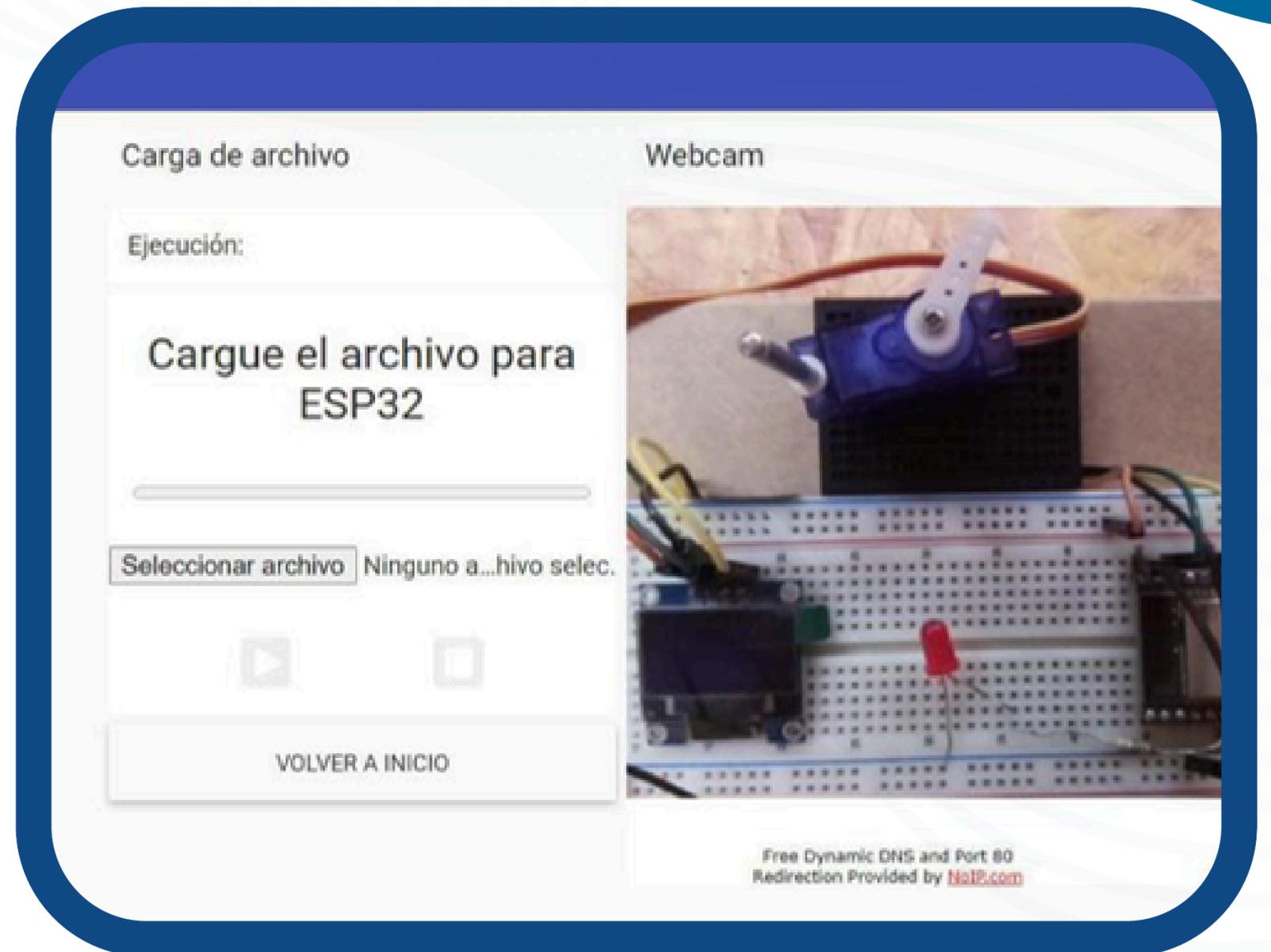
Asignación de dominio público → acceso remoto sin depender de IP fija.

Arquitectura basada en código abierto → replicabilidad y sostenibilidad.

Acceso Estudiantil al Laboratorio

Accesible desde navegador web estándar en PC o dispositivos móviles

- 1 Autenticación con credenciales individuales
- 2 Selección/carga de código en MicroPython
- 3 Envío del programa al microcontrolador ESP32.
- 4 Ejecución en hardware remoto
- 5 Visualización de resultados: consola + transmisión de video



Experiencia simple, segura y con retroalimentación en tiempo real

Resultados Técnicos

Wi-Fi residencial → tiempo medio de ejecución: 18,57 s.
Red móvil 4G → tiempo medio de ejecución: 18,89 s.

Diferencia de
apenas 0,32 s (1,7%)

Acceso mediante
credenciales
individuales en
Node-RED

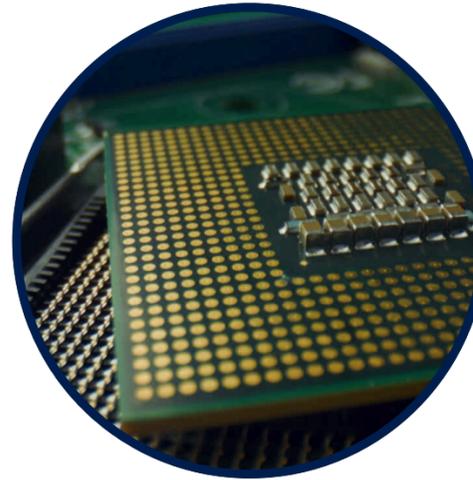
✓ **Pruebas en distintos entornos de conectividad**

✓ **Arquitectura robusta frente a variaciones de red**

✓ **Seguridad básica implementada**

✓ **Sistema estable y confiable para un entorno experimental**

Impacto Educativo



Promueve:

- Aprendizaje activo y autónomo
- Flexibilidad en horarios de práctica
- Inclusión de estudiantes con limitaciones de acceso presencial

Interacción directa con hardware real en tiempo real

Posibilidad de experimentar desde cualquier ubicación geográfica.

Experiencia inicial positiva → demuestra potencial de escalabilidad institucional.



Síntesis de Laboratorio Piloto

- Se demostró que es factible implementar un laboratorio remoto estable, seguro y accesible.
 - Uso exclusivo de hardware de bajo costo y software libre.
 - Aportes clave:
 - Validación técnica bajo diferentes redes.
 - Validación pedagógica con estudiantes reales.
 - Lineamientos para estandarización incluidos en el Manual de Implementación (Anexo I).
 - El piloto constituye la primera validación empírica del plan estratégico.
- 

Alcance Institucional del Plan



Marco integral

Establecer un marco integral para laboratorios remotos en el Departamento de Electrónica.



Dimensiones

- Técnica.
- Pedagógica.
- Organizacional.
- Seguridad.



Replicable

Modelo diseñado para ser replicable en otras áreas académicas.



Estándar

Sustentado en el estándar IEEE 1876-2019 y en la experiencia piloto

Principios Estratégicos del Plan

✓ Accesibilidad universal → disponibilidad para todo estudiante, sin barreras geográficas

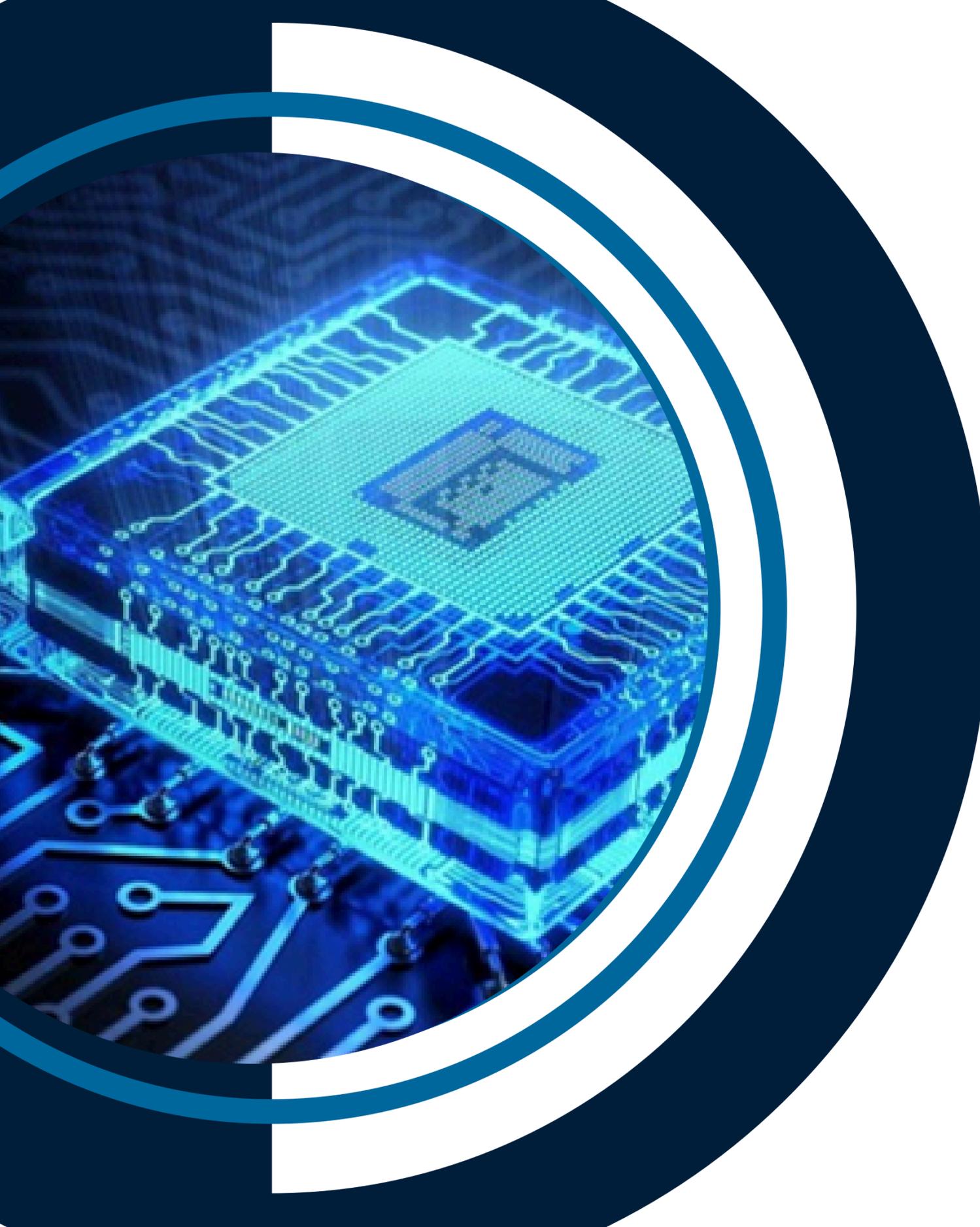
✓ Interoperabilidad → compatibilidad con LMS y plataformas externas

✓ Sostenibilidad → hardware económico + software libre

✓ Seguridad y trazabilidad → protección de datos y registro de actividades

✓ Mejora continua → mecanismos de evaluación e innovación pedagógica





Objetivos Estratégicos

A

Objetivo General

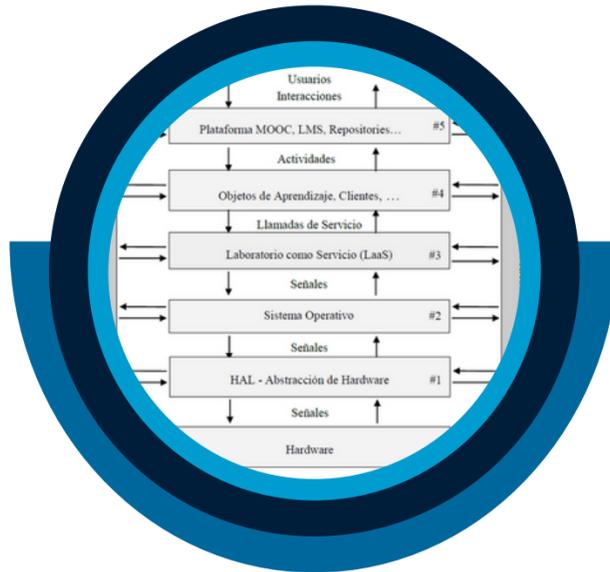
Consolidar un modelo institucional de laboratorios remotos, escalable y alineado a estándares internacionales.

B

Objetivos Específicos

- Adoptar un modelo de referencia basado en capas (IEEE 1876).
- Integrar tecnologías abiertas y de bajo costo.
- Definir roles institucionales claros (coordinación, administración técnica, responsables pedagógicos).
- Establecer protocolos de seguridad y control de acceso.
- Implementar un sistema de evaluación para la mejora continua.

Marco Operativo del Plan



Modelo en capas (IEEE 1876)

- Capa de Experimento (hardware real).
- Capa de Servicios (gestión de usuarios, colas de acceso).
- Capa de Aprendizaje (integración con entornos virtuales).



Adopción de tecnologías abiertas

Ejemplos de la prueba piloto: Node-RED, MicroPython, MJPG-Streamer.



Gestión institucional

Definición de jerarquías y responsabilidades.



Seguridad integral

Autenticación, trazabilidad y cifrado de comunicaciones.

Hoja de Ruta Institucional

Fase I – Validación Piloto (realizada)

- Estación operativa única.
- Latencia estable y conectividad continua.

Fase II – Expansión Controlada (10-12 meses)

- Nuevas estaciones y asignaturas.
- Más docentes y estudiantes capacitados.
- Interfaz de usuario optimizada.

Fase III – Consolidación Institucional (12-24 meses)

- Integración con el LMS institucional.
- Formalización de políticas de uso.
- Plan de mantenimiento y actualización anual.

Aportes principales del Trabajo Final

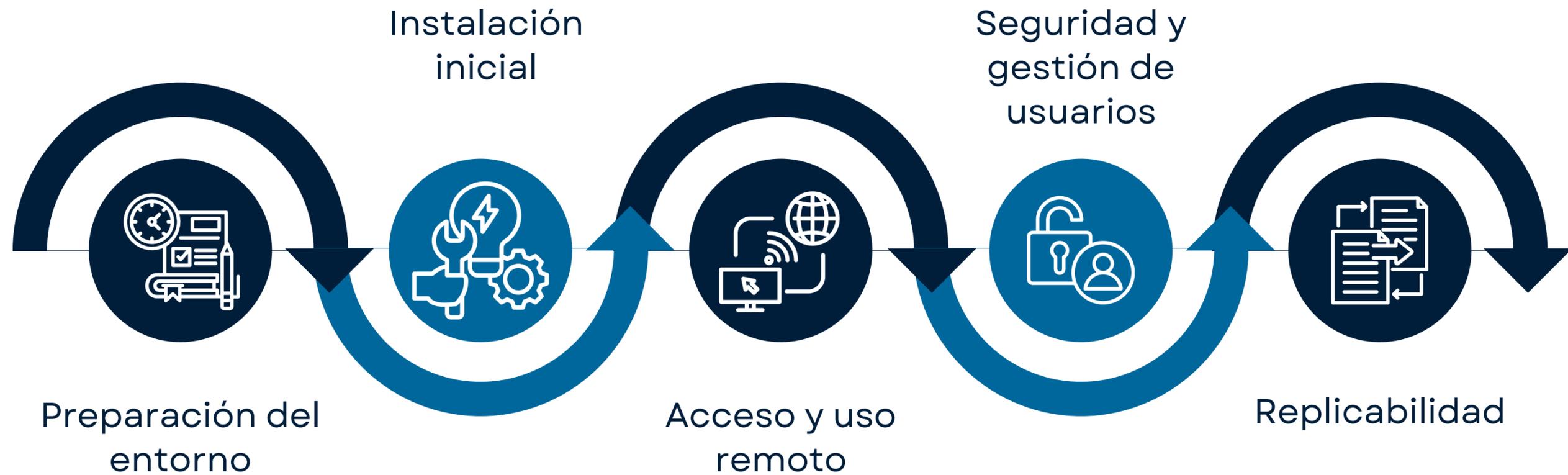
Plan Estratégico

- Define la visión estratégica.
- Establece lineamientos técnicos, pedagógicos y organizativos.
- Propone fases de implementación y sostenibilidad.

Manual Técnico

- Traduce el plan en pasos operativos.
- Incluye lineamientos de instalación, gestión y escalabilidad.
- Garantiza transferencia tecnológica y replicabilidad.

Esquema de procedimiento



Manual Técnico de Implementación

Objetivo

Proveer lineamientos claros y ordenados para la instalación, puesta en marcha y gestión de laboratorios remotos.

Contenido principal

- Descripción general del equipamiento necesario.
- Recomendaciones para la configuración y operación del sistema.
- Pautas de seguridad y accesibilidad en el acceso remoto.
- Indicaciones para la replicabilidad y escalabilidad institucional.



Manual Técnico de Implementación

Valor institucional

- Garantiza la **transferencia tecnológica** a docentes y técnicos.
- Facilita la **implementación gradual y ordenada** en diferentes asignaturas.
- Asegura la **sostenibilidad del modelo a mediano y largo plazo**.



Síntesis de Resultados

Resultados clave

- Prototipo validado en términos técnicos y pedagógicos.
- Plan estratégico alineado al estándar IEEE 1876-2019.
- Potencial de escalabilidad institucional comprobado.

Recomendaciones estratégicas

- Asegurar mantenimiento y soporte institucional.
- Capacitación docente en uso pedagógico.
- Fortalecer seguridad y trazabilidad.
- Promover convenios interinstitucionales.
- Integrar el sistema con plataformas educativas existentes.

Impacto y Futuro

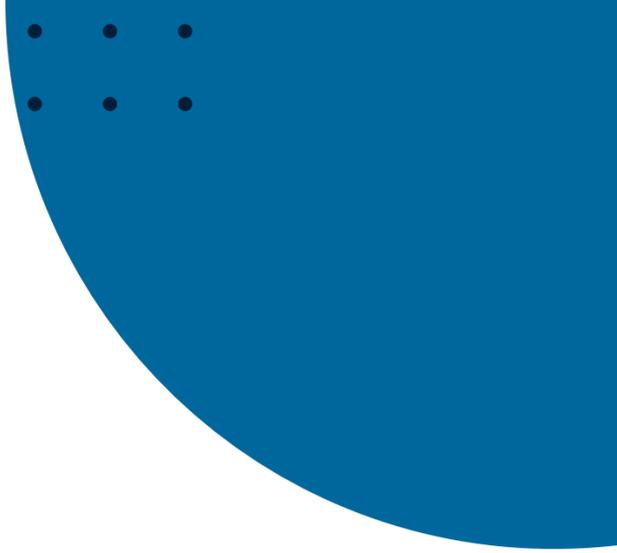
La propuesta demuestra la factibilidad técnica, pedagógica y organizacional de los laboratorios remotos.

Contribuye a:

- Equidad educativa → acceso sin barreras.
- Transformación digital universitaria → modernización de prácticas.
- Posicionamiento institucional → UNSL como referente regional en innovación educativa.

Futuro:

- Expansión progresiva del sistema.
- Participación en redes internacionales de laboratorios remotos.



Este proyecto no solo aborda una necesidad vigente, sino que también establece un camino hacia un nuevo paradigma de enseñanza en ingeniería que es más inclusivo, contemporáneo y sostenible en nuestra universidad y en la región.



GRACIAS!

Julio, mi director
Andrea, Alejandro y Analía
Departamento de Electronica y a mi amada UNSL

A mis hijas, Pia y Pilar
Mi esposo Fidel
Mis padres Sonia y Orlando
Mis abuelas, Lila y Carmen

Asteri

*Thank
you*