

ANEXO IV:

Robótica Innova: PCB Forjadas en la Industria 4.0

MEMORIA DE PROYECTO DE INNOVACIÓN EN FORMACIÓN PROFESIONAL

**CIRCULAR Nº 12/2025 DE 30 DE SEPTIEMBRE DE 2025 POR LA QUE SE CONVOCA LA
SELECCIÓN DE PROYECTOS DE INNOVACIÓN APLICADA Y TRANSFERENCIA DEL
CONOCIMIENTO EN LOS DISTINTOS NIVELES DE FORMACIÓN PROFESIONAL DEL SISTEMA
EDUCATIVO, EN CENTROS PÚBLICOS DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE EXTREMADURA
PARA EL CURSO ACADÉMICO 2025/2026**



1. Datos de Identificación del proyecto.

1.1. Título del proyecto

El proyecto presentado tiene por título “Robótica Innova: PCB Forjadas en la Industria 4.0”.

1.2. Resumen del proyecto

En el contexto de un entorno educativo de Formación Profesional (FP), donde la preparación de estudiantes para la Industria 4.0 es prioritaria, este proyecto aborda los desafíos crecientes del mercado de placas de circuito impreso (PCB). A medida que la demanda de PCB se expande globalmente —impulsada por la proliferación de dispositivos electrónicos inteligentes y la digitalización de sectores como la automoción, la salud y las telecomunicaciones—, los fabricantes tradicionales enfrentan presiones intensas: procesos repetitivos y físicamente agotadores (como carga/descarga de materiales, torneado y ensamblaje), exposición a riesgos laborales (gases irritantes, vapores tóxicos y sustancias químicas nocivas como metales pesados, ácidos y álcalis), y la necesidad de mayor precisión y eficiencia para competir en un mercado saturado.

Para superar estos retos de manera innovadora y formativa, el proyecto integra robots colaborativos (cobots) como el UR3e, controlados de forma remota (permitiendo la gestión simultánea de hasta tres unidades distribuidas en diferentes centros educativos). Estos cobots se aplican específicamente al mecanizado y ensamblaje de placas PCB en el ámbito de la electricidad y electrónica, transformando operaciones manuales de alto riesgo en procesos automatizados y seguros.

1.3. Centros participantes y empresas u organismos equiparados.

En el presente proyecto participan los siguientes centros y empresas:

- Centro 1 (Centro Coordinador): IES Ciudad Jardín (Badajoz)
- Centro 2: IES Santiago Apóstol (Almendralejo, Badajoz)
- Centro 3: IES Javier García Téllez (Cáceres)
- Empresa: Coveless Ingeniería, S.L.

1.4. Persona coordinadora del proyecto.

Coordinador: Raúl Chaves Cordero (IES Ciudad Jardín)

DNI: 8.863.908-F

Especialidad: 0591-206 (Instalaciones Electrotécnicas)

Correo electrónico: rchavesc04@educarex.es

Teléfono de contacto: 650 091 050

1º Suplente del Coordinador: Jesús González Hernández

DNI: 8.868.773-L

Especialidad: 0591-206 (Instalaciones Electrotécnicas)

Correo electrónico: jgonzalez28@educarex.es

Teléfono de contacto: 661 523 688

1.6. Ciclo o Ciclos formativos en los que se va a desarrollar el proyecto y alumnado implicado en el proyecto en cada centro.

Los profesores y alumnos de los siguientes ciclos formativos actuarán como agentes desarrolladores del proyecto:

CFGS de Sistemas Electrotécnicos y Automatizados y CFGM de Técnico en Instalaciones de Telecomunicaciones (IES Ciudad Jardín): Participarán en el desarrollo del proyecto los profesores recogidos en el Anexo II. A su vez, desarrollarán tareas de programación de equipos los alumnos de segundo curso del CFGM del módulo de *Instalaciones de radiocomunicaciones* (10 durante el curso 25/26) y de configuración los alumnos de primer curso de *Electrónica aplicada*, (17 durante el curso 25/26), y del módulo de primer curso del CFGS *Técnicas y procesos en instalaciones eléctricas* (19 durante el curso 25/26)

CFGS de Automatización y Robótica Industrial (IES Santiago Apóstol): Participarán en el desarrollo del proyecto los profesores recogidos en el Anexo II. Los alumnos de segundo curso del ciclo matriculados en el módulo profesional de Integración de sistemas de automatización industrial (9 alumnos durante el curso 25/26) y en el módulo profesional de sistemas de medida y regulación (15 alumnos durante el curso 25/26) llevarán a cabo las labores de integración del sistema de programación.

CFGS de Automatización y Robótica Industrial (IES Javier García Téllez): Participarán en el desarrollo del proyecto los profesores recogidos en el Anexo II. A su vez, desarrollarán tareas de configuración de equipos los alumnos de primer curso del CFGS (25 durante el curso 25/26) y de programación los alumnos de segundo curso (20 durante el curso 25/26).

2. Contextualización y justificación del proyecto.

2.1. Diagnóstico inicial.

El mercado global de PCB crece rápidamente, alcanzando 70,55 mil millones de euros en 2025 y proyectándose a 107,81 mil millones de euros en 2034. Sin embargo, los procesos tradicionales son repetitivos y peligrosos —carga/descarga, fresado, exposición a gases tóxicos y químicos (metales pesados, ácidos)—, agravados por la miniaturización, altos costos en IoT y demandas de trazabilidad, junto a barreras en la adopción de Industria 4.0 como integración de sistemas.

En Extremadura (comarca de Badajoz), la escasez de mano de obra cualificada en robótica y automatización genera desajuste entre FP y necesidades de PYMES, limitando la competitividad en electrónica.

Esta situación ofrece una oportunidad: implementar cobots UR3e en entornos educativos para mitigar riesgos, formar competencias 4.0 y promover sostenibilidad regional.

2.2. Planteamiento de las situaciones que se quieren mejorar.

En el contexto de la transformación digital y la Industria 4.0, las PYMES españolas del sector electrónico buscan optimizar procesos para competir en un mercado de PCBs, con énfasis en automatización e IA para reducir tiempos de producción. Sin embargo, es por lo que se pretende reducir el desajuste entre formación y demandas empresariales.

Entre los principales problemas detectados se encuentran:

- Falta de automatización en procesos de fabricación de PCB, lo que eleva costes y tiempos en PYMEs locales.
- Baja precisión en mecanizado de placas PCB debido a métodos manuales repetitivos y riesgosos (exposición a químicos tóxicos).
- Escasa integración de tecnologías digitales (IoT, IA) en la producción electrónica, limitada por falta de financiación y capacitación.
- Inexistencia de formación especializada en robótica colaborativa para mecanizado de PCB en la comarca, perpetuando la brecha de competencias 4.0.

2.3. Objetivos generales.

1. **Establecer alianzas estratégicas entre empresas** del sector de la robótica industrial (como Coveless Ingeniería) **y centros de FP** para impulsar proyectos de I+D+i en automatización de procesos de mecanizado de PCB, fomentando la digitalización en PYMEs locales (**ODS 9**)
2. **Facilitar la transferencia de conocimiento mediante programas de capacitación docente**, integrando tecnologías emergentes como cobots UR3e en planes de estudio para una enseñanza actualizada y accesible (**ODS 4**)
3. **Promover la participación activa de alumnos** en proyectos de innovación tecnológica, mediante aprendizaje basado en retos para el diseño y control remoto de sistemas robóticos en entornos educativos colaborativos, así como ofreciendo soluciones prácticas en mecanizado de PCB a empresas reales, potenciando competencias (**ODS 4 y ODS 9**)
4. **Potenciar competencias profesionales digitales para la Industria 4.0** y la economía circular, enfatizando prácticas sostenibles en la fabricación de PCB (reducción de residuos y uso de materiales reciclados) (**ODS 12 y ODS 13**)
5. **Facilitar conexiones directas entre alumnos y empresas locales**, promoviendo oportunidades de empleo y prácticas en robótica aplicada, para reducir la brecha de cualificación en la comarca de Badajoz (**ODS 8**)

2.4. Resultados que se pretenden conseguir.

- **Introducción de la robótica colaborativa en nuestros centros educativos.**
- **Fomento de la vinculación entre estudiantes y el entorno productivo local**, mediante alianzas con empresas como Coveless Ingeniería.
- **Desarrollo de materiales didácticos** reutilizables (manuales de programación, simulaciones y casos de estudio en mecanizado de PCB), disponibles para su transferencia a otros centros.
- **Transferencia efectiva de conocimientos** desde centros con experiencia en robótica y empresas especializadas.

3. Actividades de innovación previstas.

3.1. Título y descripción.

Análisis y planificación:

- Identificar necesidades de mecanizado PCB, evaluando riesgos para sostenibilidad (**ODS 12**).
- Definir objetivos del sistema robótico con herramientas para taladrado, decapante, soldado y trazado (**ODS 9**).
- Diseñar plan de implementación, reduciendo residuos (**ODS 13**).

- Seleccionar hardware/software accesible para FP (ODS 4).
- Planificar integración intercentros (ODS 9).

Instalación de hardware:

- Implementar herramientas especializadas para PCB (ODS 9).
- Instalar y calibrar UR3e para precisión y bajo desperdicio (ODS 12).
- Asegurar colocación segura para alumnado (ODS 4).

Desarrollo de software:

- Configurar software para control de materiales PCB (ODS 9).
- Implementar apps para secuencias de herramientas (ODS 4).

Integración y pruebas:

- Integrar sistema en producción educativa (ODS 12).
- Pruebas en condiciones reales para eficiencia ambiental (ODS 13).
- Optimizar precisión y eficacia (ODS 9).

Formación y puesta en marcha:

- Capacitar en uso y mantenimiento (ODS 4).
- Puesta en marcha supervisada para habilidades prácticas (ODS 4).
- Ajustes para mejora sostenible (ODS 12).

3.2. Objetivos específicos.

- **Análisis y planificación:** Identificar necesidades PCB y riesgos (ODS 12); definir objetivos/herramientas (taladrado, decapante, soldado, trazado; ODS 9); diseñar plan reduciendo residuos (ODS 13); seleccionar hardware/software accesible (ODS 4); integrar intercentros (ODS 9).
- **Instalación de hardware:** Implementar herramientas PCB (ODS 9); instalar/calibrar UR3e para precisión (ODS 12); asegurar seguridad alumnado (ODS 4).
- **Desarrollo de software:** Configurar control materiales (ODS 9); implementar secuencias apps (ODS 4).
- **Integración y pruebas:** Integrar en producción educativa (ODS 12); pruebas eficiencia ambiental (ODS 13); optimizar precisión (ODS 9).
- **Formación y puesta en marcha:** Capacitar uso/mantenimiento (ODS 4); puesta supervisada habilidades (ODS 4); ajustes sostenibles (ODS 12).

Alineados con ODS 4 (educación robótica), 9 (automatización), 12 (reducción desperdicios) y 13 (impacto ambiental).

3.3. Gestión y temporalización (fases de trabajo).

El proyecto se desarrollará de enero a junio de 2026 (26 semanas totales), con una gestión coordinada por el IES Ciudad Jardín. La temporalización se divide en tres fases principales, alineadas con las actividades de innovación descritas en 3.1, asegurando un avance progresivo desde el diseño hasta la evaluación de impacto.

Fase 1. Análisis y planificación (enero 2026, semanas 1-4; 4 semanas)

- Realización del diagnóstico de necesidades específicas para el mecanizado de PCB, evaluando herramientas para taladrado, decapante, soldado y trazado.
- Diseño del plan detallado, selección de hardware/software y planificación de integración, con hitos iniciales como el borrador del cronograma detallado.

Fase 2. Desarrollo del proyecto de innovación (febrero-abril 2026, semanas 5-17; 13 semanas)

- Instalación y calibración del hardware UR3e, incorporando herramientas personalizadas para las operaciones de PCB.
- Integración del sistema y pruebas exhaustivas en entornos educativos simulados, con generación de materiales didácticos (manuales y guías de programación) y coordinación intercentros para control remoto.
- Formación inicial al profesorado y alumnado, con seguimiento semanal para ajustes operativos.

Fase 3. Puesta en marcha, impacto y evaluación (mayo-junio 2026, semanas 18-26; 9 semanas + seguimiento continuo post-proyecto)

- Puesta en marcha supervisada del sistema completo en ciclos formativos, capacitando a alumnado en uso práctico y mantenimiento.
- Elaboración de informes finales, materiales de transferencia tecnológica y mecanismos para mejora continua, incluyendo seguimiento trimestral hasta diciembre 2026.

3.4. Implicación de los participantes y responsables.

La implicación de los participantes en las diferentes fases y su responsable se indica en la siguiente tabla.

IES Ciudad Jardín (Centro Coordinador)	Supervisión global, organización de reuniones, gestión de recursos y reporting; desarrollo de materiales didácticos; supervisión en pruebas; (Fases 1-3).	Alta 8h/semana para alumnos durante enero-junio 2026).
IES Santiago Apóstol	Integración de sistemas de programación y visualización; control de sensorica; labores de integración y control en módulos profesionales (Fase 2); colaboración remota.	Alta 6h/semana para alumnos durante febrero-abril 2026).
IES Javier García Téllez	Configuración de equipos y programación avanzada; soporte en instalación hardware; (Fases 1-2).	Alta para alumnos durante enero-abril 2026).
Coveless Ingeniería, S.L.	Asesoramiento técnico en herramientas; validación de pruebas y transferencia tecnológica; visita a sus instalaciones (Fases 2-3).	Media (reuniones mensuales; 5h/mes durante el proyecto).

3.5. Metodología de trabajo.

Basada en **aprendizaje por retos (CBL)** adaptado a Industria 4.0, con principios ágiles (Scrum) para colaboración intercentros e iteración continua. Promueve "aprender haciendo" en FP, con ciclos de planificación-ejecución-reflexión-mejora (enero-junio 2026).

- **Inmersión (Fase 1):** Análisis colaborativo vía talleres virtuales (Zoom/Teams) con mapas y encuestas para retos en PCB (ODS 9/12).
- **Desarrollo iterativo (Fase 2):** Equipos por centros (programación/integración/configuración), sprints de 2 semanas; herramientas como GitHub/Trello para programación URScript y pruebas de herramientas robóticas; stand-ups diarios.
- **Implementación/reflexión (Fase 3):** Puesta en marcha en laboratorios con prototipos PCB; reflexiones vía diarios/rúbricas; indicadores (feedback cualitativo, precisión >95%); auditorías ambientales.

Asegura flexibilidad, inclusión (115 alumnos) y portafolios digitales por ciclo.

3.6. Transferencia de conocimiento.

3.6.1. Estrategias concretas e indicadores de medida.

Estrategia	Descripción	Indicadores
Materiales didácticos	Manuales/vídeos UR3e y PCB en Educarex (≥5 centros).	encuestas de satisfacción (puntuación media >4/5 en utilidad).
Talleres híbridos	4 talleres para profesorado/PYMEs (≥50 part.).	tasa de asistencia/completitud (>80%); certificados (100%).
Transferencia empresa/red FP	Reuniones Coveless; FP Innova 2026 (≥3 sol. adopt.).	feedback cualitativo (informes de impacto en procesos productivos); alcance en eventos (asistentes >10).
Portafolios alumnado	115 portafolios en GitHub.	Número de portafolios generados (meta: 115, uno por alumno);

3.6.2. Líneas de aplicación de la innovación.

La innovación desarrollada —sistema robótico UR3e con herramientas personalizadas para mecanizado de PCB (taladrado, decapante, soldado y trazado)— se aplicará en múltiples líneas, priorizando la escalabilidad educativa e industrial en Extremadura, alineada con ODS 9 (Industria, Innovación e Infraestructura) y ODS 4 (Educación de Calidad). Estas líneas fomentan la transferencia desde entornos formativos a productivos reales.

- Formación profesional en ciclos de FP: Integración en módulos de Automatización y Robótica Industrial, Sistemas Electrotécnicos y Electrónica Aplicada, como herramienta didáctica para retos prácticos.
- Optimización en PYMEs locales del sector electrónico: Aplicación en procesos de prototipado rápido de PCB para empresas como Coveless Ingeniería.
- Investigación y desarrollo en I+D+i regional
- Promoción de sostenibilidad y economía circular:

Estas líneas se evaluarán mediante informes semestrales, asegurando una adopción progresiva que impulse la competitividad regional en Industria 4.0.

3.7. Participación de la/s empresa/s u organismo/s equiparado/s. Coveless Ingeniería, S.L., especializada en robótica y automatización, participa como socio estratégico, aportando expertos en maquinaria y sus contribuciones son:

- Asesoramiento en diseño/prototipado de herramientas (taladrado, decapante, soldado, trazado) en Fases 1-2.
- Validación/pruebas y visita a sus instalaciones (Fase 2)
- Talleres de formación e instrucciones prácticas para alumnado (Fase 3).
- Soporte en software de simulación.

Alineado con ODS 9, asegura escalabilidad en PYMEs extremeñas

4. Proceso de seguimiento y evaluación previsto.

El proceso de seguimiento y evaluación garantizará el cumplimiento de los objetivos del proyecto, midiendo su impacto en la automatización con el sistema robótico. Se implementará un sistema de control basado en criterios, indicadores e instrumentos de evaluación adecuados, con una planificación temporal bien definida.

4.1. Criterios.

Los criterios de evaluación se establecerán en función de los siguientes aspectos clave:

- *Eficacia de la solución implementada:* Grado de mejora en la precisión y velocidad del sistema robotizado respecto a una solución manual convencional.
- *Adquisición de competencias por parte de los alumnos:* Nivel de aprendizaje alcanzado en el manejo de tecnologías de automatización.
- *Impacto en la pyme:* Incremento esperado en la eficiencia operativa respecto a una solución manual convencional.
- *Calidad de los materiales didácticos generados:* Utilidad y aplicabilidad de los recursos desarrollados para la docencia.

4.2. Indicadores de realización, impacto y resultados según los objetivos planteados.

Para evaluar la efectividad del proyecto, se definirán los siguientes indicadores:

Indicadores de realización:

- Número de sesiones formativas impartidas.
- Cantidad de materiales didácticos elaborados.

Indicadores de impacto:

- Reducción del porcentaje de errores en el proceso de mecanizado.
- Incremento en la velocidad de realización del mecanizado

Indicadores de resultados:

- Porcentaje de alumnos que demuestran competencias
- Aplicabilidad del sistema desarrollado en otros procesos productivos de la pyme.
- Integración de los materiales didácticos en futuras formaciones.

4.3. Instrumentos de evaluación previstos.

Para la recopilación de datos y análisis del impacto del proyecto, se emplearán los siguientes instrumentos:

- Encuestas y entrevistas dirigidas a los alumnos, docentes y responsables de la pyme.
- Registro de tiempos y errores en el sistema robotizado respecto a una solución manual convencional.
- Cuestionarios de evaluación para medir el nivel de aprendizaje de los alumnos.
- Informes de seguimiento elaborados por los docentes y participantes del proyecto.

4.4. Temporalización de la evaluación.

La evaluación se realizará en cada fase del proyecto:

- **Fase 1: Diseño del proyecto (4-6 semanas)**
 - Diagnóstico de necesidades y grado de participación.
 - Validación de estrategias de gestión del cambio.
 - Establecimiento de hitos y objetivos con su plan de seguimiento.
- **Fase 2: Desarrollo del proyecto (16-20 semanas)**
 - Seguimiento de la formación y creación de materiales didácticos.
 - Control de avances en el diseño, pruebas y puesta en marcha del sistema.
 - Evaluación intermedia con encuestas.
- **Fase 3: Impacto del proyecto (8-10 semanas y seguimiento continuo)**
 - Medición del impacto en la eficiencia respecto a soluciones manuales convencionales.
 - Evaluación de la satisfacción de empresa y alumnado.
 - Estrategias de transferencia de conocimiento y sostenibilidad del proyecto.

Este proceso garantizará la optimización y mejora continua del sistema implementado.

5. Presupuesto del proyecto.

5.1. Relación de costes totales por centro participante.



				Centro 1: IES Ciudad Jardin			Centro 2: IES Santiago Apóstol			Centro 3: IES Javier García Téllez		
Actividad	Descripción general de actividades			Precio	Cantidad	Total	Precio	Cantidad	Total	Precio	Cantidad	Total
Otros gastos	Actividades de difusión			150,00 €	1	150,00 €	150,00 €	1	150,00 €	150,00 €	1	150,00 €
Adquisición de materiales	Arrendamiento de Robot UR3			18.143,95 €	1	18.143,95 €	18.143,95 €	1	18.143,95 €	18.143,95 €	1	18.143,95 €
	Material fungible para estructura y conexiones			1.450,00 €	1	1.450,00 €	1.450,00 €	1	1.450,00 €	1.450,00 €	1	1.450,00 €
Desplazamientos, alojamientos y manutención	Jornadas de encuentro intercentros para intercambio de experiencias y conocimiento)	Desplazamiento	150,00 €	1	150,00 €	150,00 €	150,00 €	1	150,00 €	150,00 €	1	150,00 €
		Alojamiento	0,00 €	1	0,00 €	0,00 €	0,00 €	1	0,00 €	0,00 €	1	0,00 €
		Manutención	100,00 €	1	100,00 €	100,00 €	100,00 €	1	100,00 €	100,00 €	1	100,00 €
	TOTAL PARTICIPANTE					19.993,95 €			19.993,95 €			19.993,95 €
	TOTAL PROYECTO				59.981,85 €							