

Anexo 2 INNOVA
MEMORIA FINAL. COMPROMISOS Y RESULTADOS
PROYECTOS DE INNOVACIÓN Y MEJORA DOCENTE
2025/2026

Identificación del proyecto	
Código	sol-202500299825-tra
Título	Gemelos Didácticos Digitales: Aprendizaje activo, simulación y evaluación colaborativa con PLCs y simuladores en automatización industrial
Responsable	Daniel Sánchez Morillo

1. Describa los resultados obtenidos a la luz de los objetivos y compromisos que adquirió en la solicitud de su proyecto. Incluya tantas tablas como objetivos contempló.

Objetivo nº 1	Implementar metodologías activas de aprendizaje mediante la resolución de retos en entornos virtuales de automatización.
Actividad 1	Aplicar metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos (ABP) y la gamificación. El alumnado tomará un rol protagonista, desarrollando soluciones de automatización desde el diseño lógico hasta la validación virtual. Para ello, se diseñará un reto a resolver a lo largo del curso en grupos, que incluirá el desarrollo por los alumnos de sus propios escenarios simulados, empleando el simulador Factory I/O. Se instará a representar procesos industriales reales (cintas transportadoras, estaciones de empaquetado, de clasificación de piezas, de manipulación, etc.). Los grupos de trabajo colaborativo incluirán roles (programador, documentador, analista, etc.) para fomentar la resolución de retos de automatización.
Actividad 2	Planificar 8 sesiones de trabajo en equipo, en grados de dificultad creciente, donde los grupos diseñen la solución al reto, programen el PLC y prueben la solución en Factory I/O, promoviendo la toma de decisiones conjunta y el debate técnico.
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	Actividad 1 La Actividad 1 tenía como finalidad transformar la dinámica de aula mediante el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y la gamificación, situando al estudiante como protagonista del diseño, la programación y la validación virtual de sistemas de automatización. El proyecto colaborativo "Automatización de una línea de producción virtual" ha funcionado como el motor de esta transformación, logrando el Objetivo 1 a través de tres pilares metodológicos: 1. Reproducción del entorno profesional (Trabajo colaborativo por roles): Se formaron equipos de 4-5 estudiantes con asignación explícita de roles: Coordinador/a (gestión y tiempos), Programador/a CODESYS (lógica de control), Diseñador/a de la simulación (configuración 3D en Factory I/O), Documentador/a (memoria y evidencias) y Tester (pruebas de estrés e integración). Esta estructura eliminó el trabajo individual aislado y promovió la corresponsabilidad metacognitiva. 2. Entorno de alta fidelidad y complejidad progresiva: Frente a las prácticas tradicionales de lógica simple, el reto exigió el control de una planta industrial completa (clasificación cromática de piezas, manipuladores robóticos Two-Axis Pick & Place, cinta de descarte, paletización y panel HMI interactivo). 3. Gamificación y aprendizaje experiencial (Ensayo-Error seguro): La

integración entre el PLC virtual (CODESYS) y el gemelo digital (Factory I/O) posibilitó la experimentación en un entorno seguro e interactivo. Los alumnos pudieron verificar secuencias en GRAFCET, detectar colisiones o fallos de lógica en tiempo real y corregirlos de forma autónoma.

El proyecto se ejecutó siguiendo un ciclo de ingeniería articulado en 4 fases de trabajo y la entrega de 5 productos técnicos a través del Campus Virtual (Tabla 1).

Fase	Contenido y Acciones Desarrolladas	Impacto en el Aprendizaje
<i>FASE 1: Diseño Virtual</i>	Configuración 3D en <i>Factory I/O</i> , diseño del escenario, asignación de sensores y actuadores	Comprensión del modelado de procesos e inventariado de entradas/salidas.
<i>FASE 2: Programación</i>	Desarrollo de lógica en <i>CODESYS</i> bajo el estándar IEC 61131-3 (GRAFCET, ST, LD, temporizadores, contadores).	Estructuración rígida del código y gestión de modos de marcha.
<i>FASE 3: Integración e HMI</i>	Comunicación OPC/Driver, panel de operador con marcha/paro, seguridad y contadores. Pruebas de estrés y tiempos de ciclo.	Optimización del tiempo de proceso y validación del panel de control y de interfaz HMI.
<i>FASE 4: Difusión y Defensa</i>	Redacción técnica, edición de vídeo HD, póster y exposición oral ante el plenario.	Desarrollo de competencias transversales en comunicación científica.

Tabla 1. Fases en el trabajo colaborativo.

Para verificar la consecución de la actividad y evaluar las competencias adquiridas, cada grupo elaboró desarrolló 5 subproductos:

- Memoria Técnica: Descripción del proceso, diagramas GRAFCET, capturas 3D, fragmentos de código comentados e ingeniería de pruebas.
- Informe de Trabajo en Equipo: Matriz de planificación, reparto de roles, registro de comunicación (Google Drive, chats), resolución de conflictos y autoevaluación reflexiva.
- Vídeo Demostrativo: Explicación locutada de la solución, demostración en tiempo real de cada estación y prueba del panel de mando.
- Repositorio de Código Fuente: Archivos fuente ejecutables en CODESYS y escenas personalizadas de *Factory I/O* para auditoría docente.
- Defensa Oral y Coevaluación: Exposición pública de 10-15 minutos ante docente y compañeros con demostración en vivo y turno de preguntas.

La respuesta del alumnado ante la metodología ABP fue extraordinariamente positiva:

- Rendimiento: El 100 % de los grupos matriculados elaboró y entregó la memoria estructurada cumpliendo los estándares exigidos de ingeniería.
- Éxito Académico: 9 grupos completaron la defensa oral, fueron sometidos a la rúbrica de coevaluación por pares y superaron con éxito el proyecto en la convocatoria ordinaria de junio. El grupo restante subsanó los aspectos indicados y superó la evaluación en la convocatoria extraordinaria de septiembre. Se alcanzó por tanto una tasa de éxito final del 100 % para el proyecto colaborativo.

Evidencia Aportada: Se adjunta el documento “*Anexo: Proyecto Colaborativo*” con las especificaciones del encargo. A modo de ilustración, la Figura 1 detalla fábricas digitales diseñadas por algunos de los grupos de estudiantes como parte de su trabajo

colaborativo.



Figura 1. Gemelos Digitales desarrollado por algunos de los grupos de estudiantes.

Actividad 2

Para acompañar el proyecto colaborativo y garantizar la adquisición progresiva de competencias, se diseñó e impartió una secuencia de sesiones prácticas teóricamente escalonadas (Tabla 2).

Sesión	Contenido Técnico	Conexión con el Proyecto Colaborativo
1	Sensores Industriales	Selección de sensores para el gemelo digital.
2	Neumática Industrial	Fundamentos de actuadores lineales y manipulación.
3-4	Electroneumática y Actuación (3 guiones)	Control de electroválvulas e integración con la línea.
5	IEC 61131-3: Temporizadores	Lógica de retardo en cintas transportadoras y verificación.
6	IEC 61131-3: Contadores e Instrucciones	Recuento de piezas terminadas, descartes y gestión de registros.
7	Interfaces Hombre-Máquina (HMI)	Diseño de pantallas de operador y sincronización con el PLC.
8	Comunicaciones ModBus TCP/IP	Interconexión de redes industriales y protocolos de datos.
9	Robótica	Comprensión del funcionamiento de los manipuladores robóticos.
	Sesiones de Trabajo Tutorizado en Aula	Reserva de horas de laboratorio exclusivas para el avance en grupo.

Tabla 2. Contenidos de los guiones de prácticas y conexión con el proyecto colaborativo.

Esta metodología de andamio pedagógico permitió que los conocimientos adquiridos en cada sesión semanal fueran aplicados directamente al proyecto grupal. Todo el material y guiones estuvieron accesibles desde el inicio en el Campus Virtual. La evaluación continua de las actividades prácticas del curso ratifica el impacto positivo

	de la metodología basada en proyectos (Factory I/O + CODESYS) y el andamiaje progresivo de las sesiones de laboratorio (Tabla 3). <table><tr><th>Tramo de Calificación</th><th>Rango de Nota</th><th>% sobre Total</th></tr><tr><td><i>Sobresaliente</i></td><td>9,0-10,0</td><td>25,5</td></tr><tr><td><i>Notable</i></td><td>7,0-8,9</td><td>38,3</td></tr><tr><td><i>Aprobado</i></td><td>5,0-6,9</td><td>25,5</td></tr><tr><td><i>Suspense Técnico</i></td><td><5,0</td><td>8,5</td></tr><tr><td>TOTALES</td><td></td><td>100</td></tr></table> Tabla 3. Calificaciones prácticas durante el curso 2025/26. Sobre la cohorte total de 47 alumnos matriculados, se registró la participación efectiva de 46 estudiantes (97,9% de tasa de presentación), contabilizándose únicamente 1 alumno como ‘No Presentado’ (2,1%). La nota media global se situó en 7,69 sobre 10, con una mediana de 8,20, lo que consolida el rendimiento medio del grupo en el rango de Notable. El 63,8 % del alumnado evaluado obtuvo una calificación igual o superior a 7,0. La tasa de éxito en la parte práctica alcanzó el 91,3% de los evaluados y el 89,4% sobre el total del grupo. Evidencia Aportada: Se proporciona como muestra el documento “<i>Anexo: Guión Práctico HMI - Diseño de una Interfaz Hombre-Máquina</i>”. Todos los guiones están disponibles en el Campus Virtual de la asignatura.	Tramo de Calificación	Rango de Nota	% sobre Total	<i>Sobresaliente</i>	9,0-10,0	25,5	<i>Notable</i>	7,0-8,9	38,3	<i>Aprobado</i>	5,0-6,9	25,5	<i>Suspense Técnico</i>	<5,0	8,5	TOTALES		100
Tramo de Calificación	Rango de Nota	% sobre Total																	
<i>Sobresaliente</i>	9,0-10,0	25,5																	
<i>Notable</i>	7,0-8,9	38,3																	
<i>Aprobado</i>	5,0-6,9	25,5																	
<i>Suspense Técnico</i>	<5,0	8,5																	
TOTALES		100																	
Objetivo nº 2	Mejorar la evaluación formativa mediante herramientas digitales y seguimiento del rendimiento del alumnado.																		
Actividad 3	Crear rúbricas de evaluación integral, que incluyan criterios técnicos (programación, lógica, simulación), de trabajo en equipo y de comunicación oral y escrita.																		
Actividad 4	Implementar en la plataforma digital del Campus de la Universidad de Cádiz, un espacio donde se registren entregas, vídeos de simulaciones, tiempos de ejecución y evidencias de resolución.																		
Actividad 5	Implementar una estrategia de coevaluación entre grupos, donde cada equipo valore el trabajo de otros según la rúbrica, con foco en la calidad técnica y la claridad de la presentación. Se diseñarán formularios digitales con rúbricas para la coevaluación, para evaluar el rendimiento individual y grupal.																		
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	Actividad 3 / Actividad 5 Para dar cumplimiento a la Actividad 3, se han diseñado dos instrumentos complementarios de evaluación integral: a) rúbrica de evaluación para el profesor b) rúbrica de coevaluación por pares. Esta arquitectura evaluativa en dos niveles garantiza una valoración transparente, multiperspectiva (360º) y perfectamente alineada con los resultados de aprendizaje técnicos y transversales esperados (Tabla 4), permitiendo evaluar de forma equilibrada las dimensiones técnicas, organizativas (trabajo en equipo) y comunicativas (orales y escritas). La rúbrica de evaluación para el profesor está diseñada para que el docente realice la evaluación sumativa y formativa del proyecto final, ponderando los entregables en el Campus Virtual, las sesiones de laboratorio y la defensa oral: - Programación (25%): Evalúa el uso correcto de lenguajes bajo norma IEC 61131-3 (LD, ST, SFC/GRAFCET), la optimización del algoritmo y la estructura limpia del programa en CODESYS. - Documentación y comunicación escrita (15%): Califica la calidad de la memoria técnica (PDF), capturas del entorno 3D (<i>Factory I/O</i>), vídeos explicativos y registros de tiempos.																		

- Comunicación oral y defensa (15%): Mide la fluidez expositiva, la precisión del lenguaje técnico y la capacidad de respuesta ante las preguntas del profesorado y de los pares.
- Gestión de equipo y planificación (15%): Valora el seguimiento de las 8 sesiones prácticas, el reparto de roles y la toma de decisiones mediante debate técnico.
- Organización del equipo (10%): Mide la asignación clara de roles y la gestión eficiente del tiempo y de los recursos.
- Participación equilibrada (10%): Garantiza que todos los miembros del grupo intervengan equitativamente y demuestren dominio técnico.
- Reflexión crítica y autoevaluación (10%): Analiza la capacidad metacognitiva del grupo para reconocer errores técnicos y proponer vías de mejora.

Dimensión	Criterio en Rúbrica del Profesor	Criterio en Rúbrica de Pares
Técnica (Programación, Lógica y Simulación)	Programación (25%): optimización de código en LD/ST/SFC, lógica sin errores.	Explicación técnica y demostración (45%).
Comunicación Escrita	Documentación y comunicación escrita (15%): memoria técnica, vídeos, capturas.	
Comunicación Oral	Comunicación oral y defensa (15%) + participación equilibrada (10%).	Calidad de exposición y apoyo visual (25%).
Trabajo en Equipo y Gestión	Gestión de equipo y planificación (15%) + organización (10%).	Coordinación y trabajo en equipo (15%).
Reflexión Crítica y Autoevaluación	Reflexión crítica y autoevaluación (10%).	Conclusiones y autoevaluación (15%).

Tabla 4. Dimensiones, criterio y ponderación de las rúbricas docente y de coevaluación.

La rúbrica para evaluación por pares está diseñada para ser utilizada por los estudiantes durante la presentación pública de los trabajos, incentivando la evaluación formativa entre iguales:

- Demostración Técnica y Panel (45%)
- Calidad de la Exposición y Apoyo Visual (25%)
- Coordinación y Trabajo en Equipo (15%)
- Conclusiones y autoevaluación (15%)

La incorporación de la rúbrica de pares permite al alumnado desarrollar juicio crítico al analizar el trabajo de sus compañeros, reforzando la asimilación de conceptos técnicos. Con todo ello, se evita que la calificación dependa exclusivamente del código programado, premiando la capacidad de organización, la documentación técnica estructurada y la capacidad expositiva en entornos profesionales.

La decisión de aplicar las rúbricas de coevaluación por pares en formato físico durante las sesiones de defensa pública, en lugar de emplear el formato digital previsto inicialmente, se fundamentó en razones de agilidad pedagógica, dinamismo y la búsqueda de un entorno libre de distracciones. Al desarrollarse las presentaciones y demostraciones multimedia, el soporte en papel permitió al alumnado mantener una atención plena e ininterrumpida sobre las exposiciones de sus compañeros, evitando la fricción asociada al uso de dispositivos móviles en el aula. Asimismo, la recogida en mano garantizó el anonimato directo de las valoraciones entre iguales y una posterior consolidación segura de los datos por parte del docente, preservando la fluidez del

	debate técnico y garantizando la máxima rigurosidad en el proceso evaluativo. <u>Evidencia Aportada:</u> Se adjunta el anexo “<i>Rúbricas de Evaluación</i>”, que incluye la rúbrica de evaluación para el profesor y la rúbrica de coevaluación por pares para el trabajo colaborativo. <u>Actividad 4</u> Para garantizar el soporte operativo, la trazabilidad del trabajo autónomo y el seguimiento continuo tanto del proyecto colaborativo como de las sesiones prácticas, se estructuró de forma integral el espacio de la asignatura Automatización Industrial en el Campus Virtual de la Universidad de Cádiz (CV). El curso está accesible en el enlace https://av03-25-26.uca.es/moodle/course/view.php?id=862. Este entorno funciona como nodo centralizado de evidencias técnicas, recepción de entregables, repositorio de material docente (transparencias y otros recursos didácticos de interés), guiones de prácticas, material multimedia, bibliografía y canal de comunicación síncrono y asíncrono. Se han implementado canales específicos (Foro general, Foro de prácticas y Foro grupal de Trabajo Fin de Curso) junto con un programador de tutorías presenciales/virtuales para resolver dudas. El curso cuenta con una sección dedicada exclusivamente al registro de las entregas del proyecto colaborativo (Factory I/O + CODESYS). Incluye buzones específicos para la recepción de los 4 ficheros requeridos: Memoria Técnica (PDF), Informe de Trabajo en Equipo (PDF), Vídeo Demostrativo en HD con tiempos de ejecución/simulación, y el archivo comprimido (.ZIP) con las fuentes de programación. Adicionalmente, se ha implementado un bloque para las prácticas de laboratorio, diseñado como un espacio modular con 10 guiones, material de apoyo, manuales y prontuarios, hojas técnicas, y buzones de entrega parametrizados según la modalidad de evaluación de cada sesión. El curso virtual cuenta con una sección especial para alojar todo el material multimedia creado durante el proyecto, incluyendo videotutoriales y podcasts sobre el trabajo colaborativo, y sobre diversos aspectos de la asignatura (introducción, pirámide de control, programación, sensores y actuadores industriales, y antecedentes históricos de los automatismos). El campus aloja un enlace directo a RODIN donde el alumnado puede acceder, de forma libre y abierta, al manual de la asignatura publicado por el docente coordinador de este proyecto. El bloque de teoría aloja todas las transparencias de clase, por unidad temática, así como las actividades recomendadas y algunos recursos de interés para la ampliación de conocimientos, incluyendo videos, documentales y enlaces a artículos y prensa. En total, hay 7 unidades temáticas teóricas. La estructuración del entorno virtual en CV UCA ha permitido realizar una auditoría continua del progreso de los 47 estudiantes, facilitando la entrega centralizada de código fuente, la validación de simulaciones mediante vídeo y el intercambio fluido de alimentación técnica previa a la defensa pública de los proyectos. La efectividad del entorno digital desplegado queda ratificada mediante el informe oficial de uso del campus virtual. Los datos reflejan un nivel extraordinario de interacción y seguimiento autónomo por parte del alumnado. Se contabilizaron 24.422 accesos de estudiantes sobre una cohorte de 49 alumnos, lo que supone un promedio de 498 accesos por estudiante a lo largo del curso. Este indicador confirma que el aula virtual funcionó como un centro operativo de trabajo diario y no como un mero repositorio estático. El espacio albergó 166 recursos y actividades interactivas. Se procesaron 521 correos electrónicos de tutoría y seguimiento (183 de entrada directa de estudiantes y 134 respuestas docentes).
--	--

	Evidencia Aportada: Se adjunta el anexo “Uso del Campus Virtual de la asignatura”, con una captura del curso del campus virtual 2025/26 y el informe de uso.
--	---

Objetivo nº 3	Desarrollar recursos educativos abiertos y accesibles centrados en el uso de Factory I/O y PLCs.																				
Actividad 6	Elaborar videotutoriales, guías prácticas y hojas de ruta de programación paso a paso para el uso de Factory I/O y la conexión con PLCs físicos o emulados, empleando el entorno de programación CODESYS.																				
Actividad 7	Solicitar que cada grupo elabore un póster científico o artículo técnico que describa su reto, la solución desarrollada, los errores detectados, las mejoras y aprendizajes. Se publicará una memoria colectiva de proyectos en formato digital, con los pósteres y artículos generados por los estudiantes.																				
Actividad 8	Desarrollar con los alumnos un panel de control físico desde el que controlar el entorno virtual, incluyendo indicadores y botones de marcha, paro, selección de modo y paro de emergencia.																				
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	Actividad 6 Para facilitar el aprendizaje autónomo, reducir la fricción técnica inicial y dar soporte al modelo de clase invertida, se ha diseñado y producido un conjunto de recursos audiovisuales e infográficos orientados al uso del simulador Factory I/O y su integración con el entorno de programación CODESYS. Estos materiales permiten al alumnado consultar de forma asíncrona los fundamentos teóricos, la navegación por la interfaz y el diseño paso a paso de escenarios de automatización en 3D, garantizando que las sesiones presenciales de laboratorio se aprovechen al máximo para la resolución de problemas lógicos y la optimización de código. El paquete multimedia elaborado para la Actividad 6 se articula en tres videotutoriales secuenciales y una infografía de síntesis visual (Tabla 5). <table><tr><th>Recurso Título</th><th>Duración Formato</th><th>Contenido Técnico y Aprendizaje Clave</th><th>Objetivo Pedagógico</th></tr><tr><td>Video 1: Simulación y Juegos Serios</td><td>2:04 min (Video)</td><td>Introducción contextual a simuladores digitales, concepto de gemelo digital y beneficios del aprendizaje basado en juegos serios en automatización.</td><td>Contextualizar el valor de la simulación virtual antes de abordar entornos de control reales de manera segura.</td></tr><tr><td>Video 2: Introducción a Factory IO</td><td>6:31 min (Videotutorial)</td><td>Presentación de los fundamentos de Factory I/O: navegación 3D, catálogo de partes (sensores, actuadores, cintas, empaquetadoras), gestión de drivers e interfaz de usuario.</td><td>Familiarizar al estudiante con la herramienta y romper la barrera de entrada al entorno de simulación 3D.</td></tr><tr><td>Video 3: Creando un escenario en Factory IO</td><td>22:59 min (Videotutorial avanzado)</td><td>Guía paso a paso para el modelado completo de un escenario industrial: posicionamiento de elementos, asignación de señales de E/S digitales/analógicas, driver OPC para conexión con PLC virtual.</td><td>Ofrecer una guía de referencia detallada para el desarrollo del escenario requerido en el Proyecto Colaborativo (Actividad 1).</td></tr><tr><td>Infografía Técnica: Factory IO</td><td>Documento gráfico (Imagen)</td><td>Hoja de ruta visual y mapa de referencia rápida: catálogo de componentes, tipología de señales (Entradas/Salidas), esquema de drivers y mapa de comunicaciones con CODESYS/PLC.</td><td>Servir de consulta rápida "al golpe de vista" durante el diseño y la programación de las prácticas.</td></tr></table> Tabla 5. Videotutoriales e infografías sobre simuladores industriales y Factory IO. La secuencia de vídeos permite un avance conceptual escalonado: desde la motivación teórica (Video 1), pasando por el conocimiento de la herramienta (Video 2), hasta la construcción práctica y autónoma de escenarios complejos (Video 3). El Video 3 y la infografía sirven como pauta obligatoria de referencia para que los grupos de trabajo	Recurso Título	Duración Formato	Contenido Técnico y Aprendizaje Clave	Objetivo Pedagógico	Video 1: Simulación y Juegos Serios	2:04 min (Video)	Introducción contextual a simuladores digitales, concepto de gemelo digital y beneficios del aprendizaje basado en juegos serios en automatización.	Contextualizar el valor de la simulación virtual antes de abordar entornos de control reales de manera segura.	Video 2: Introducción a Factory IO	6:31 min (Videotutorial)	Presentación de los fundamentos de Factory I/O: navegación 3D, catálogo de partes (sensores, actuadores, cintas, empaquetadoras), gestión de drivers e interfaz de usuario.	Familiarizar al estudiante con la herramienta y romper la barrera de entrada al entorno de simulación 3D.	Video 3: Creando un escenario en Factory IO	22:59 min (Videotutorial avanzado)	Guía paso a paso para el modelado completo de un escenario industrial: posicionamiento de elementos, asignación de señales de E/S digitales/analógicas, driver OPC para conexión con PLC virtual.	Ofrecer una guía de referencia detallada para el desarrollo del escenario requerido en el Proyecto Colaborativo (Actividad 1).	Infografía Técnica: Factory IO	Documento gráfico (Imagen)	Hoja de ruta visual y mapa de referencia rápida: catálogo de componentes, tipología de señales (Entradas/Salidas), esquema de drivers y mapa de comunicaciones con CODESYS/PLC.	Servir de consulta rápida "al golpe de vista" durante el diseño y la programación de las prácticas.
Recurso Título	Duración Formato	Contenido Técnico y Aprendizaje Clave	Objetivo Pedagógico																		
Video 1: Simulación y Juegos Serios	2:04 min (Video)	Introducción contextual a simuladores digitales, concepto de gemelo digital y beneficios del aprendizaje basado en juegos serios en automatización.	Contextualizar el valor de la simulación virtual antes de abordar entornos de control reales de manera segura.																		
Video 2: Introducción a Factory IO	6:31 min (Videotutorial)	Presentación de los fundamentos de Factory I/O: navegación 3D, catálogo de partes (sensores, actuadores, cintas, empaquetadoras), gestión de drivers e interfaz de usuario.	Familiarizar al estudiante con la herramienta y romper la barrera de entrada al entorno de simulación 3D.																		
Video 3: Creando un escenario en Factory IO	22:59 min (Videotutorial avanzado)	Guía paso a paso para el modelado completo de un escenario industrial: posicionamiento de elementos, asignación de señales de E/S digitales/analógicas, driver OPC para conexión con PLC virtual.	Ofrecer una guía de referencia detallada para el desarrollo del escenario requerido en el Proyecto Colaborativo (Actividad 1).																		
Infografía Técnica: Factory IO	Documento gráfico (Imagen)	Hoja de ruta visual y mapa de referencia rápida: catálogo de componentes, tipología de señales (Entradas/Salidas), esquema de drivers y mapa de comunicaciones con CODESYS/PLC.	Servir de consulta rápida "al golpe de vista" durante el diseño y la programación de las prácticas.																		

configuren la línea de producción (clasificación de bases/tapas, robot *Two-Axis Pick & Place* y panel de control) exigida en el proyecto final.

Todo este material multimedia fue integrado en la sección *Material Multimedia* del aula virtual (Actividad 4), contribuyendo directamente al volumen de tráfico registrado en el informe oficial de la UCA.

Evidencia Aportada: Se adjunta el anexo “*Uso del Campus Virtual de la asignatura*”, con una captura del curso del campus virtual 2025/26 y el informe de uso. Se adjunta también el recurso online alojado en la comunidad Zenodo creada para este proyecto de innovación (<https://zenodo.org/communities/automatizacion-industrial-uca/>), que contiene las 5 píldoras formativas en formato video:

- Sanchez-Morillo, D. (2026, September 21). Colección de Videos/Píldoras Formativas sobre Gemelos Didácticos Digitales y Automatización Industrial con Factory I/O y CODESYS (Curso 2025-2026) [Video recording]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.22875811>
- Sanchez-Morillo, D. (2026, September 21). Colección de Podcasts: Gemelos Didácticos Digitales y Automatización Industrial con Factory I/O y CODESYS (Curso 2025-2026) [Video recording]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.22877133>
- Infografía de guía para Factory (Figura 2).

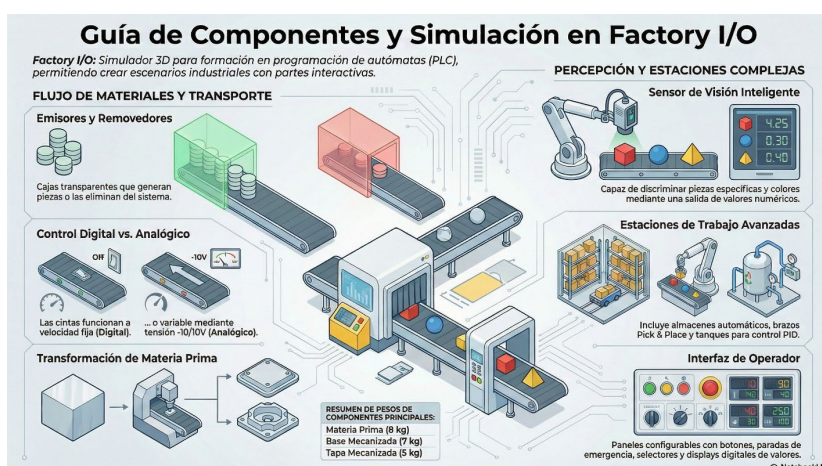


Figura 2. Infografía FACTORY IO.

Actividad 7

El hecho de que el 100% de los grupos haya elaborado y entregado su póster científico consolida de forma directa el Objetivo 3. Los alumnos han podido transferir las soluciones técnicas, la resolución de errores y los aprendizajes a un formato estandarizado de póster. Estos productos documentan casos prácticos reales de simulación 3D e integración con CODESYS, sirviendo como guía de referencia reutilizable para futuras promociones. Estos pósters se han compartido en el repositorio Zenodo creado por este proyecto. Para ello, se ha procedido a la anonimización de cada documento (identificando cada trabajo como “*Proyecto Grupo X*”). Esto garantiza visibilidad y preservación digital a largo plazo. Además, se divulgará el enlace a la colección a través del Campus Virtual en el curso 2026/27 de la asignatura, y en cursos venideros.

Evidencia Aportada:

- Universidad de Cádiz. (2026). Colección de Pósters Científicos: Gemelos Didácticos Digitales y Automatización Industrial con Factory I/O y

CODESYS (Curso 2025-2026)
<https://doi.org/10.5281/zenodo.22875043>

[Graphic].

Zenodo.

Actividad 8

Debido a las limitaciones presupuestarias para la adquisición y mecanizado del hardware necesario para un panel de control físico, la Actividad 8 fue adaptada estratégicamente hacia el desarrollo e integración de un panel de control digitalizado embebido directamente en la escena virtual de simulación. Esta reorientación salvaguardó el 100% de los resultados de aprendizaje previstos, y reforzó la alineación con los estándares actuales de la Industria 4.0 y la Puesta en Marcha Virtual (*Virtual Commissioning*). Al implementar el panel dentro del entorno 3D (*Factory I/O / CODESYS*), el alumnado trabajó con gemelos digitales completos donde la lógica de control, la señalización y la interfaz de operador coexisten en el mismo marco de simulación. El panel digital embebido se integró en el gemelo digital, incorporando todos los elementos de mando y señalización requeridos por la normativa industrial (Tabla 6).

Elemento del Panel Digital	Tipo de Variable/Señal	Función en la Secuencia de Control
<i>Botonera de Marcha</i>	Entrada digital (BOOL)	Inicio de la secuencia de producción y rearme de faltas tras una parada.
<i>Botonera de Paro</i>	Entrada digital (BOOL)	Parada de fin de ciclo o detención controlada del proceso.
<i>Parada de Emergencia</i>	Entrada digital normalmente cerrada (BOOL)	Interrupción inmediata del suministro a actuadores por seguridad.
<i>Selector de Modo (Auto / Manual)</i>	Entrada digital (BOOL)	Conmutación entre operación automática paso a paso y control manual.
<i>Pílosos Indicadores y Displays</i>	Salidas digitales y analógicas	Realimentación visual de estado (<i>run</i> , parada, emergencia) y cuenta de elementos procesados.

Tabla 6. Matriz de Equivalencia Térmico-Lógica: Panel Físico vs. Panel Digital Embebido.

Al eliminar la dependencia de una consola física de pulsadores, los estudiantes pudieron diseñar, depurar y probar sus paneles de control desde sus propios ordenadores personales en cualquier momento. Además, se evitó el riesgo de averías por sobretensiones o mal cableado en componentes físicos, permitiendo al alumnado simular situaciones de fallo real y maniobras de paro de emergencia en un entorno sin riesgos. El panel digitalizado embebido coincide exactamente con el bloque "Interfaz de Operador" presentado en la Infografía Técnica (Actividad 6), manteniendo la cohesión entre los videotutoriales, la teoría y la práctica en laboratorio.

Evidencia Aportada: La Figura 3 ilustra capturas de distintos paneles de mando desarrollados por los grupos de estudiantes para el trabajo colaborativo.

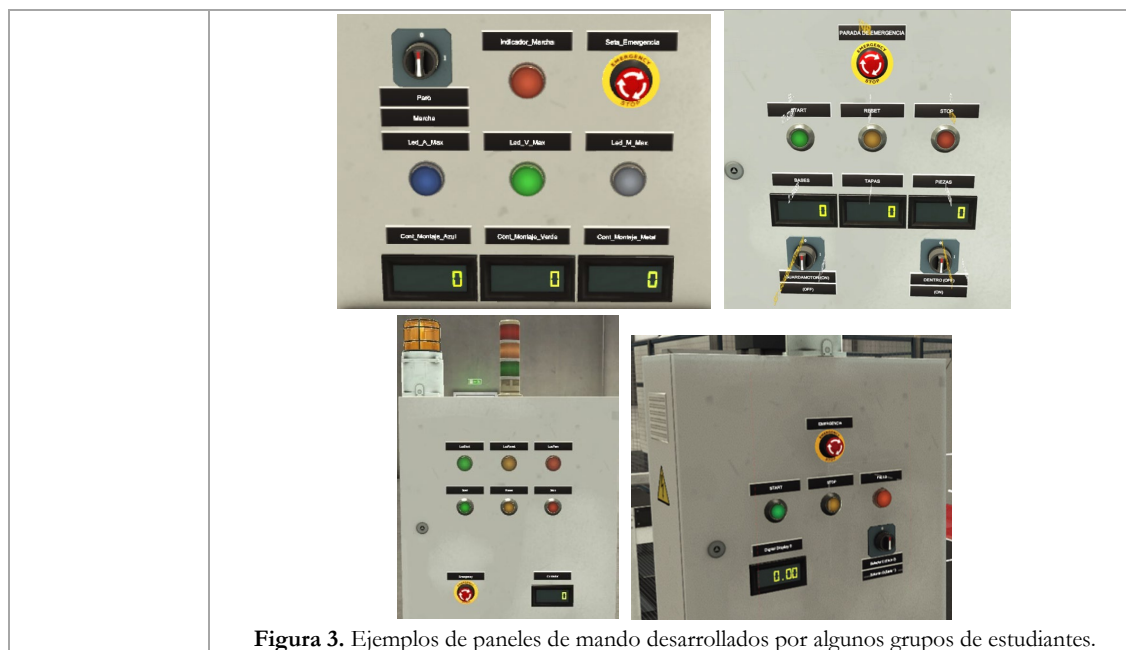


Figura 3. Ejemplos de paneles de mando desarrollados por algunos grupos de estudiantes.

Objetivo nº 4	Potenciar el aprendizaje multimodal y la accesibilidad a laboratorios de automatización a través de herramientas virtuales.
Actividad 9	Establecer los medios para garantizar que los grupos puedan trabajar en los escenarios de Factory I/O tanto de forma presencial como remota, usando entornos virtualizados (Factory I/O + PLC simulados).
Actividad 10	Programar tutorías en línea y asistencia síncrona o asíncrona, asegurando el acceso equitativo al contenido y acompañamiento para todo el alumnado.
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	<u>Actividad 9</u> La sustitución o complementación del laboratorio físico por una arquitectura de Puesta en Marcha Virtual basada en la vinculación entre Factory I/O y el autómatas simulado (CODESYS Control WIN V3) responde a tres pilares fundamentales: 1. Permitir al alumnado extender la experimentación más allá de las horas estipuladas en el laboratorio presencial, convirtiendo su ordenador personal en un entorno completo de pruebas sin riesgo de avería de equipos reales. 2. Asimilar la filosofía del gemelo digital. El estudiante trabaja con dinámicas físicas realistas (inercia, gravedad, colisiones, tiempos de sensor) integradas con la misma lógica de programación bajo la norma IEC 61131-3 que emplearía en un PLC físico de planta. 3. Al utilizar licencias y configuraciones virtualizadas, se democratiza el acceso a la tecnología, garantizando que el alumnado con dificultades de desplazamiento o compaginación laboral mantenga el mismo rendimiento práctico que el grupo presencial. <u>Evidencia Aportada:</u> Todas las herramientas para completar el trabajo colaborativo estaban disponibles para el trabajo fuera del entorno de laboratorio. La disponibilidad del entorno virtualizado y el promedio de 498 accesos por estudiante demostraron que el alumnado trabajó de forma intensiva y autónoma desde sus hogares. El aprendizaje remoto se sustentó en el uso del campus virtual (ver anexo), en los videotutoriales paso a paso desarrollados en la actividad 6 (video ‘Introducción a Factory IO’ y video ‘Creación de Escenarios’)

y en la infografía técnica.

Actividad 10

El aprendizaje basado en proyectos colaborativos de cierta complejidad técnica (integración de controladores, comunicaciones OPC/Modbus, depuración de secuencias GRAFCET) suele generar cuellos de botella lógicos durante el proceso de desarrollo. Para evitar el bloqueo, la frustración o la brecha de aprendizaje entre grupos, fue imprescindible desplegar una red multicanal de soporte para:

1. Combinar la inmediatez de la consulta puntual por correo o foro con la profundización en la resolución de errores lógicos mediante tutorías individuales o grupales organizadas.
2. Facilitar el acceso equitativo y la cohesión de grupo, y garantizar que todos los miembros del grupo, independientemente de sus horarios o situaciones particulares, reciban la misma calidad de retroalimentación técnica y pedagógica.
3. Mantener viva la trazabilidad del trabajo del estudiante, detectando desviaciones en las entregas antes de la evaluación final.

Además, se implementó en la cabecera del Campus Virtual un *Programador de Tutorías*, que permitió a los estudiantes solicitar citas presenciales o virtuales de forma ordenada y transparente. Además, se habilitaron canales específicos como el Foro General, el Foro de Prácticas de Laboratorio y el Foro del Trabajo Fin de Curso (Grupal) para resolver dudas comunes de forma abierta y colaborativa. Se aportan los indicadores oficiales de respuesta e interacción:

- 521 correos electrónicos gestionados (292 de entrada y 229 de salida) entre docentes y estudiantes
- 183 correos recibidos directamente de alumnos
- 134 respuestas emitidas para la resolución de dudas sobre simulación y código.
- intervenciones en foros para dar pautas organizativas y técnicas globales.

Evidencia Aportada:

Captura del campus virtual (Figura 4) para ilustrar el Programador de Tutorías implementado para el curso académico 2025/26.

21719031_25_26_01 - AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL (2)

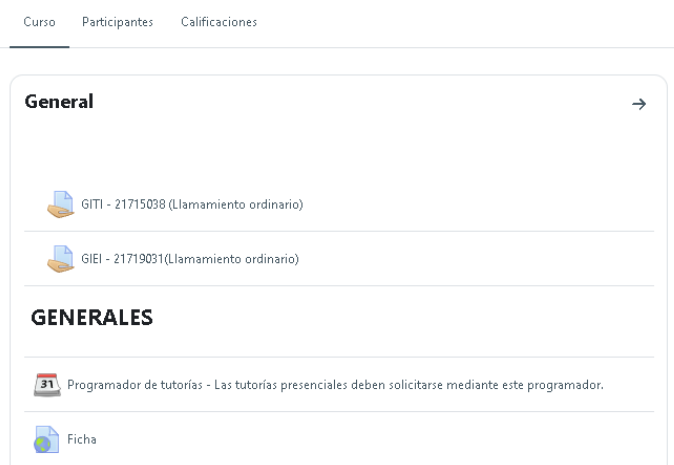


Figura 4. Programador de tutorías.

Objetivo nº 5	Fomentar la autonomía, motivación y el pensamiento crítico en el alumnado mediante entornos gamificados.
Actividad 11	Ofrecer un taller para capacitar al alumnado en herramientas de presentación científica (pósteres, normas de redacción técnica, exposiciones orales breves) para fomentar la divulgación clara y profesional del conocimiento.
Actividad 12	Preparar una sesión final de presentación oral de proyectos, en formato de feria tecnológica o mini-congreso interno, donde los grupos expongan su solución y reciban retroalimentación de sus compañeros y docentes. Se otorgará un reconocimiento en forma de certificado a los dos mejores proyectos.
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	<u>Actividad 11</u> Para garantizar que el alumnado adquiera competencias transversales de comunicación técnica y transferibilidad del conocimiento, se diseñó e impartió un taller presencial específico apoyado en el material docente “Póster Científico en Automatización Industrial”, desarrollado específicamente para este propósito. El taller capacitó a los estudiantes en las reglas clave del diseño editorial científico y la síntesis de proyectos de ingeniería, abordando los siguientes bloques principales: - Filosofía y dinámica: Diferenciación explícita entre una memoria técnica y un soporte visual. Se enseñó a jerarquizar la información para captar la atención en los primeros y transmitir el valor del proyecto en una exposición oral. - Criterios de maquetación (Regla 40/40/20): Distribución del espacio. Empleo de la tipografía institucional y paleta de colores oficial de la UCA. - Estructuración específica para Automatización Industrial, con priorización de la escena 3D de <i>Factory I/O</i> como elemento visual central del póster; sustitución de bloques de texto denso o código fuente por diagramas universales como el GRAFCET o diagramas de flujo de integración (<i>CODESYS + Factory I/O</i>); e incorporación de códigos QR interactivos vinculados al vídeo de la simulación en tiempo real en YouTube/Drive para "dar vida" al formato estático. - Análisis crítico de casos reales: Evaluación guiada de pósteres científicos reales de instituciones como el CERN o proyectos de vehículos autónomos para identificar aciertos y errores comunes de maquetación. El taller y la posterior elaboración del póster se alinean de forma directa con el Objetivo 5 mediante tres ejes pedagógicos clave: 1. Autonomía en la toma de decisiones técnicas: El alumnado asume el rol de investigador/ingeniero al sintetizar un proyecto complejo de automatización en un espacio limitado (póster). Deben decidir de manera autónoma qué partes de su arquitectura lógica y de su escena 3D aportan mayor valor comunicativo. 2. Motivación y gamificación (<i>Elevator Pitch</i>): La dinámica del taller transforma la defensa tradicional en un entorno de retos de síntesis visual y oral. El desafío de estructurar la explicación en dinámicas tipo "pitch" de 2 minutos genera un clima competitivo y motivador entre equipos. 3. Pensamiento crítico aplicado: A través del análisis directo de pósteres de referencia (como el ejemplo del CERN sobre verificación formal de PLCs), los estudiantes desarrollan el juicio crítico necesario para autoevaluar su propia propuesta, detectando fallos de legibilidad, exceso de texto o mala resolución de capturas antes de la entrega final. La impartición de este taller fue el factor importante para el éxito de la Actividad 7 (publicación de la memoria colectiva de pósteres), garantizando que el 100% de los grupos entregaran pósteres con estándares de calidad notable. Además, dotó al

alumnado de herramientas de comunicación pública indispensables para su futura inserción en el mercado laboral de la ingeniería.

Evidencia Aportada:

Se adjuntan como anexo los pósteres desarrollados por los diferentes grupos, anonimizados. El material desarrollado para el taller se aloja en el campus virtual, como se aprecia en la Figura 4.

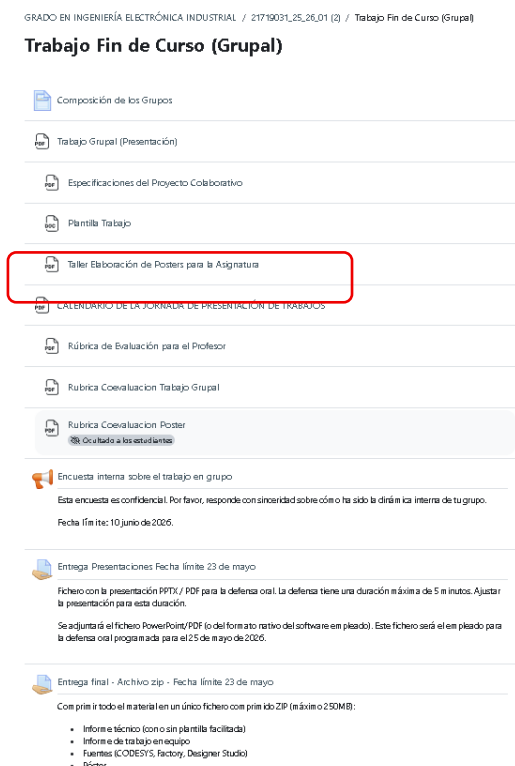


Figura 4. Taller sobre elaboración de pósteres científicos para la asignatura.

Actividad 12

Como hito final de la asignatura, se organizó la jornada de presentación oral de los proyectos desarrollados por el alumnado, concebida bajo la estructura de un mini-congreso técnico e interno. Ante la indisponibilidad del Salón de Grados de la Escuela Superior de Ingeniería, la actividad adaptó su logística, impartándose el martes 26 de mayo a partir de las 12:00 h. Para dinamizar la sesión y garantizar la fluidez de las exposiciones, se estableció una programación en bloques continuos de 10 minutos por equipo (exposición de la solución + turno de preguntas/retroalimentación).

La jornada contó con la participación de 10 grupos de trabajo, cuyos integrantes defendieron públicamente sus diseños, simulaciones en Factory I/O y lógicas de control programadas en CODESYS. El evento se articuló como un espacio colaborativo de transferencia e interaprendizaje técnico. Al término de cada microexposición, se abrió un turno de debate estructurado donde tanto docentes como compañeros plantearon preguntas sobre la arquitectura de automatización, la eficiencia del GRAFCET y las soluciones adoptadas. Posteriormente, se cumplieron las rúbricas (profesor y grupos). Se valoró la claridad expositiva, la calidad del soporte visual (póster/presentación), la robustez técnica del prototipo simulado y la capacidad de respuesta ante incidencias.

La realización de este mini-congreso consolidó de forma práctica los conocimientos adquiridos a lo largo del curso. Los estudiantes, en general, demostraron solvencia técnica en automatización, y aplicaron de manera efectiva las técnicas de comunicación y divulgación trabajadas en el taller previo (Actividad 11), logrando sintetizar sus proyectos en intervenciones orales ágiles y rigurosas.

Evidencia Aportada: La Figura 5 ilustra la sesión de trabajos completada el día 26 de mayo de 2026, y la agenda del acto, disponible en el campus virtual.



JORNADA DE PRESENTACIÓN DE LOS TRABAJOS DE LA ASIGNATURA Martes, 26 de mayo, 12:00h

Grupo 1 Ignacio Fernández Pérez Alejandro Martínez Aguilera Sara González Iglesias Rodrigo Antonio González Molina Otilio Muñoz Martín	12:05h-12.15h	Grupo 6 David Pareda Fernández Blanca Álvarez Gálvez Alejandro Vela Jiménez Rubén González Perillo Antonio Muñiz e Nolasco	12:55h-13.05h
Grupo 2 José Luis Sánchez Orta José Manuel Tur Ernesto Rodríguez Benítez Juan Manuel Moreno	12:15h-12.25h	Grupo 7 Alejandro Chacón Pérez Iván García Pascual Raúl Jara y Pita Moreno María de los Angeles González Ortega	13:05h-13.15h
Grupo 3 Arturo Riera Pérez Eleazar Pérez Cruz Miguel Ángel López Rubén Bernal García	12:25h-12.35h	Grupo 8 David Velasco Rodríguez Andrea Valero López Antonio Romero Galindo Elena Rodríguez Martín Piti Sánchez Rodríguez	13:15h-13.25h
Grupo 4 Ramiro Saldaña Chantouf Iratxe Olvera Hernández Agustín Martínez Rodríguez Jaime Sánchez Gómez Antonio Prieto Prieto Jorge Sánchez Hernández	12:35h-12.45h	Grupo 9 Fuentes Morales, Francisco Sánchez, Leonor Barrera Gilabert, Andrea Piti Sánchez Rodríguez	13:25h-13.35h
Grupo 5 Alfonso Javier Nolasco Ramírez Carlos Regalado Sánchez Beatriz Gómez Sánchez Lina García Crego Pablo J. Barrera Romero	12:45h-12.55h	Grupo 10 Sandra Nolasco Aranda Juan Alfonso Jara Martínez Sebastian Pineda Alcaraz	13:35h-13.45h

AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

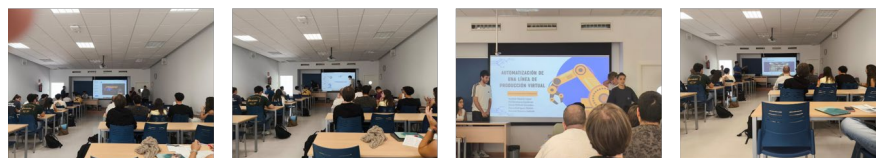


Figura 5. Sesión de presentación de trabajos.

- Realice una breve valoración sobre la influencia del proyecto ejecutado en la evolución de las asignaturas implicadas.

Análisis del impacto de la innovación en las asignaturas relacionadas con el proyecto

Las asignaturas implicadas en este proyecto de innovación docente fueron las siguientes:

- Automatización Industrial (Grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales - 21715038)
- Automatización Industrial (Grado de Ingeniería en Electrónica Industrial - 21719031)

Los datos de rendimiento de los últimos tres cursos académicos se detallan en la Tabla 7.

Asignatura	Curso	Tasa de éxito (%)	Tasa de rendimiento (%)
21715038	2023-24	40,0	28,6
	2024-25	90,0	90,0
	2025-26	96,3	92,6
21719031	2023-24	40,0	28,6
	2024-25	90,0	90,0
	2025-26	95,0	90,0

Tabla 7. Resultados académicos en los últimos 3 cursos académicos.

El análisis comparativo de las tasas de éxito (aprobados/presentados) y de rendimiento (aprobados/matriculados) en los últimos tres cursos académicos refleja una transformación estructural de las asignaturas tras la implantación del proyecto de innovación. En el curso 2023-24, la asignatura presentaba un cuello de botella crítico (solo el 28,6 % de rendimiento y 40,0 % de éxito). La introducción de los gemelos digitales y el software Factory I/O sobre hardware renovado ha permitido situar la tasa de éxito en un 96,3% en Tecnologías Industriales y un 95,0% en Electrónica Industrial. La metodología basada en retos gamificados y simulación hiperrealista ha demostrado una efectividad equivalente en ambos grados, consolidando un rendimiento sostenido superior al 90 % en los dos últimos años.

3. Incluya en la siguiente tabla el número de alumnado matriculado y el de respuestas recibidas en cada opción y realice una valoración crítica sobre la influencia que el proyecto ha ejercido en la opinión del alumnado.

Opinión del alumnado al inicio del proyecto																												
Número de alumnado matriculado:		47 alumnos/as:																										
		- 27 alumnos/as del Grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales - 21715038) - 20 alumnos/as del Grado de Ingeniería en Electrónica Industrial - 21719031																										
Valoración del grado de dificultad que cree que va a tener en la comprensión de los contenidos y/o en la adquisición de competencias asociadas a la asignatura en la que se enmarca el proyecto de innovación docente																												
Ninguna dificultad	Poca dificultad	Dificultad media	Bastante dificultad	Mucha dificultad																								
0%	12%	52%	24%	0%																								
Opinión del alumnado en la etapa final del proyecto																												
Valoración del grado de dificultad que ha tenido en la comprensión de los contenidos y/o en la adquisición de competencias asociadas a la asignatura en la que se enmarca el proyecto de innovación docente																												
Ninguna dificultad	Poca dificultad	Dificultad media	Bastante dificultad	Mucha dificultad																								
0%	40%	57%	3%	0%																								
Los elementos de innovación y mejora docente aplicados en esta asignatura han favorecido mi comprensión de los contenidos y/o la adquisición de competencias asociadas a la asignatura																												
Nada de acuerdo	Poco de acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Muy de acuerdo	Completamente de acuerdo																								
0%	7%	0%	60%	33%																								
Valoración crítica sobre la influencia que ha ejercido el proyecto en la opinión del alumnado																												
Al inicio del curso, el 76% del alumnado preveía una dificultad "bastante" (24%) o "muchas" (52%) en la adquisición de competencias. Tras la implantación del proyecto, este porcentaje cayó drásticamente al 3 %. Un 97% del alumnado concentró su percepción en los niveles de "poca" (57%) o "media" dificultad (40%).																												
<table><tr><th>Dificultad Percibida</th><th>Percepción Inicial</th><th>Percepción Final</th><th>Variación Absoluta</th></tr><tr><td>Mucha dificultad</td><td>52 %</td><td>0 %</td><td>-52 %</td></tr><tr><td>Bastante dificultad</td><td>24 %</td><td>3 %</td><td>-21 %</td></tr><tr><td>Dificultad media</td><td>12 %</td><td>40 %</td><td>+28 %</td></tr><tr><td>Poca dificultad</td><td>0 %</td><td>57 %</td><td>+57 %</td></tr><tr><td>Ninguna dificultad</td><td>0 %</td><td>0 %</td><td>0 %</td></tr></table>					Dificultad Percibida	Percepción Inicial	Percepción Final	Variación Absoluta	Mucha dificultad	52 %	0 %	-52 %	Bastante dificultad	24 %	3 %	-21 %	Dificultad media	12 %	40 %	+28 %	Poca dificultad	0 %	57 %	+57 %	Ninguna dificultad	0 %	0 %	0 %
Dificultad Percibida	Percepción Inicial	Percepción Final	Variación Absoluta																									
Mucha dificultad	52 %	0 %	-52 %																									
Bastante dificultad	24 %	3 %	-21 %																									
Dificultad media	12 %	40 %	+28 %																									
Poca dificultad	0 %	57 %	+57 %																									
Ninguna dificultad	0 %	0 %	0 %																									
Tabla 8. Análisis comparativo: expectativa inicial vs. percepción final de dificultad.																												
El 93 % del alumnado (60% "Completamente de acuerdo" y 33% "Muy de acuerdo") sostiene que los elementos de innovación aplicados favorecieron de forma directa su aprendizaje. Ningún estudiante mostró desacuerdo. La sustitución del aprendizaje abstracto de PLC por la simulación con gemelos digitales (Factory																												

I/O) permitió segmentar la complejidad técnica en retos gamificados guiados. El alumnado pasó de una percepción inicial de indefensión ("muchísima dificultad") a una sensación de control técnico y autoeficacia progresiva, aumentando la motivación intrínseca. Además, la introducción de rúbricas transparentes y coevaluación (Actividad 5) mejoró la metacognición del estudiante, permitiéndole identificar errores comunes antes de los exámenes finales y eliminando la frustración asociada a la programación industrial.

4. **Describe las medidas de difusión a las que se comprometió en la solicitud y las que ha llevado a cabo. Describe, analice y valore los desajustes respecto a lo previsto en el proyecto y las soluciones aplicadas.**

Descripción de las medidas comprometidas en la solicitud			
1-. Organización de una jornada de puertas abiertas o feria interna , donde los grupos de estudiantes presenten, en el salón de grados de la ESI, sus proyectos mediante exposiciones orales, de forma abierta a la comunidad universitaria.			
2-. Creación de 3 microcápsulas en formato podcast o video corto, donde se expliquen conceptos clave de la automatización industrial.			
3-. Creación de un repositorio web público donde se compartan los mejores pósteres elaborados por el alumnado.			
Descripción de las medidas que se han llevado a cabo			
1. Feria Interna			
<i>Grado de Cumplimiento</i>			
- Cumplido satisfactoriamente (con adaptación del espacio por motivos logísticos del centro), con un grado de ejecución del 100% de la actividad académica y divulgativa alcanzada (Tabla 9).			
Indicador	Planificado	Realizado	Porcentaje
<i>Proyectos Evaluados y Defendidos</i>	10	10	100%
<i>Alumnado Participante</i>	~45	46	100%
Tabla 9. Indicadores de Resultado del Compromiso			
<i>Alcance y cobertura</i>			
- Participación del 100% de los grupos de trabajo (10 equipos de investigación/desarrollo). La planificación inicial preveía la celebración de la jornada en el Salón de Grados de la Escuela Superior de Ingeniería (ESI). Sin embargo, dada la coincidencia con otros actos institucionales sobrevenidos y la indisponibilidad del Salón de Grados en la fecha prevista, el equipo docente reestructuró la logística para garantizar la viabilidad del evento sin alterar el calendario académico. La jornada se celebró de forma presencial el martes 26 de mayo de 2026, a partir de las 12:00 h, habilitando el aula habitual para las clases teóricas para la demostración. A pesar de la reubicación física, se mantuvo de forma íntegra el espíritu de la actividad, en cuanto al formato y a la necesidad de debate y coevaluación: a) <i>Formato</i> mini-congreso: Se estructuró un programa público continuo con exposiciones orales de 10 minutos por grupo (exposición técnica + turno de preguntas). b) <i>Debate y coevaluación</i>: Se promovió un turno activo de retroalimentación donde compañeros y docente formularon preguntas técnicas sobre las soluciones de automatización propuestas. - La materialización de este compromiso aportó al desarrollo competencial del alumnado transferencia de conocimiento, en cuanto a la extrapolación de los proyectos desarrollados en el aula a un entorno de divulgación pública; y desarrollo de habilidades blancas (<i>soft skills</i>), por medio de la capacitación en oratoria técnica, síntesis visual y defensa oral bajo presión temporal.			

Para fundamentar el cumplimiento de este compromiso, se adjuntan como anexos:

- El programa y agenda oficial de la jornada del 26 de mayo de 2026.
- Reportaje fotográfico de la sesión de exposiciones y defensas orales.

2. Creación de 3 microcápsulas

Grado de Cumplimiento

- Superado muy satisfactoriamente (sobrecumplimiento cuantitativo y cualitativo del compromiso inicial), con 8 recursos audiovisuales producidos frente a los 3 previstos.

Alcance y Cobertura

- Producción diversificada mediante 3 episodios de podcast de audio y 5 píldoras en formato vídeo, abarcando desde fundamentos históricos hasta tecnologías avanzadas de simulación 3D y gemelos digitales.
- Para maximizar el impacto de la divulgación y adaptarlo a distintos estilos de aprendizaje (microlearning asíncrono y soporte audiovisual dinámico), se expandió el compromiso original de 3 contenidos únicos a una estrategia transmedia completa de 8 microcápsulas especializadas.
 - a) Podcasts Educativos: se han producido 3 episodios de podcast en formatos de alta calidad, diseñados para el aprendizaje en movilidad y la divulgación conceptual de la ingeniería de control:
 - o Podcast 1: Anatomía, control y pirámide de la automatización
 - o Contenido: Desglose jerárquico de los niveles de automatización (CIM) desde sensores/actuadores hasta el nivel ERP.
 - o Podcast 2: Autómatas, telares y gemelos digitales
 - o Contenido: Evolución histórica desde los telares mecánicos reprogramables hasta el concepto moderno de Gemelo Digital (Digital Twin).
 - o Podcast 3: Programación de PLCs con simulación física realista
 - o Contenido: Análisis de la integración de autómatas programables con entornos virtuales dinámicos.
 - b) Píldoras Audiovisuales: complementariamente a la serie de audios, se han desarrollado 5 píldoras en vídeo:
 - o Vídeo 1: Simulación y Juegos Serios
 - o Contenido: Introducción a la metodología del aprendizaje basado en simulación y entornos lúdicos interactivos.
 - o Vídeo 2: Introducción a FactoryIO
 - o Contenido: Guía visual de la interfaz, herramientas y flujo de trabajo en Factory I/O.
 - o Vídeo 3: Creando un escenario en FactoryIO
 - o Contenido: Tutorial práctico sobre la construcción y parametrización de líneas de producción virtuales.
 - o Vídeo 4: Introducción a la Automatización Industrial
 - o Contenido: Resumen ejecutivo sobre los principios fundamentales de la ingeniería de sistemas automatizados.
 - o Vídeo 5: Antecedentes Históricos
 - o Contenido: Recorrido cronológico desde los primeros automatismos mecánicos hasta la era del autómatas programable (PLC).

La ampliación de este material divulgativo aporta valor directo al ecosistema académico y de divulgación de la asignatura. Primero, los materiales sirven como recurso de consulta continua pre y post-laboratorio y pre y post-teoría para el alumnado presente y de futuras promociones. Segundo, la combinación de soporte exclusivamente auditivo (podcast) y soporte visual práctico (vídeo tutorial) facilita la asimilación de conceptos según las preferencias del estudiante. Y finalmente, la creación de estas cápsulas permite

su difusión en plataformas digitales, lo que puede aumentar la visibilidad del trabajo realizado. Para certificar la ejecución real y la disponibilidad de estas 8 microcápsulas, se aportan en la memoria general los siguientes soportes:

- *Archivos de Audio*: Repositorio Zenodo con las píldoras en formato podcast.
- *Archivos de Vídeo*: Repositorio Zenodo con las píldoras en formato vídeo.
- *Capturas* de pantalla de la publicación e integración de los recursos en el Campus Virtual UCA para uso del alumnado.

3. Repositorio Web

Para garantizar la preservación digital a largo plazo, la accesibilidad universal y la citabilidad científica de los resultados, se ha creado la comunidad oficial "Automatización Industrial (UCA)" en el repositorio internacional Zenodo (CERN). En dicho espacio se han depositado y publicado bajo licencia abierta *Creative Commons (CC BY-NC-SA 4.0)* los 10 pósteres científicos elaborados por el alumnado (anonimizados), la colección de podcasts divulgativos y el paquete de píldoras audiovisuales sobre simulación en *Factory I/O* y *CODESYS*. Todos estos materiales quedan indexados de forma permanente y accesibles a la comunidad universitaria global mediante la URL del repositorio:

- Comunidad Zenodo: <https://zenodo.org/communities/automatizacion-industrial-uca/>
- Universidad de Cádiz. (2026). Colección de Pósteres Científicos: Gemelos Didácticos Digitales y Automatización Industrial con Factory I/O y CODESYS (Curso 2025-2026) [Graphic]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.22875043>
- Sanchez-Morillo, D. (2026, September 21). Colección de Podcasts: Gemelos Didácticos Digitales y Automatización Industrial con Factory I/O y CODESYS (Curso 2025-2026) [Video recording]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.22877133>
- Sanchez-Morillo, D. (2026, September 21). Colección de Vídeos/Píldoras Formativas sobre Gemelos Didácticos Digitales y Automatización Industrial con Factory I/O y CODESYS (Curso 2025-2026) [Video recording]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.22875811>

5. Conclusiones. Entre ellas, describa las aplicaciones futuras del proyecto, su sostenibilidad y posible continuidad y estrategias para ello.

Conclusiones

El proyecto "*Gemelos Didácticos Digitales en Automatización Industrial*" ha demostrado un impacto cuantitativo y cualitativo de primer orden en el proceso de enseñanza-aprendizaje del alumnado del marco UCA:

- La implantación de la metodología basada en simulación 3D (Factory I/O) y controladores programables (CODESYS) se tradujo en una tasa de éxito del 91,3% y un promedio académico global de 7,69/10 sobre una cohorte de 46 estudiantes evaluados.
- El entorno virtualizado superó las limitaciones del aula física, acumulando 24.422 accesos al Campus Virtual (498 accesos de media por estudiante), lo que evidencia un elevado grado de trabajo autónomo y compromiso con la asignatura.
- La sustitución del panel de control físico por un panel digital embebido en la escena virtual (Actividad 8) demostró que las restricciones presupuestarias pueden convertirse en oportunidades pedagógicas. Esta adaptación permitió al alumnado trabajar con gemelos digitales completos bajo la filosofía de la puesta en marcha virtual, mejorando la portabilidad y resiliencia del software.
- Mediante el taller de comunicación científica (Actividad 11) y la celebración del mini-congreso interno (Actividad 12), el alumnado no solo adquirió destrezas técnicas en ingeniería de control, sino también habilidades clave en síntesis visual, redacción técnica y defensa oral (*elevator pitch*).
- El proyecto ha generado un ecosistema transmedia compuesto por pósteres científicos, episodios de podcast divulgativos, infografías y píldoras formativas audiovisuales, todos ellos preservados de forma pública e indexados mediante la comunidad oficial en Zenodo (DOI).

El marco metodológico y los recursos desarrollados presentan una elevada versatilidad para ser transferidos a otras áreas y niveles formativos:

- Extensión horizontal a otras asignaturas de ingeniería:
 - o Robótica: Integración de los escenarios 3D de *Factory I/O* con brazos robóticos simulados y sensores matriciales.
 - o Regulación Automática y Control Avanzado: Uso del entorno para la implementación y sintonización de bucles PID continuos (p. ej., control de nivel y temperatura en plantas de proceso).
 - o Informática Industrial: Experimentación remota con protocolos de comunicación industrial sobre arquitecturas cliente-servidor (*OPC-UA, Modbus TCP/IP y MQTT*).
- Evolución hacia gemelos digitales de planta (Industria 4.0/5.0):
 - o Vinculación de los escenarios virtuales con plataformas en la nube (AWS, Azure o ThingSpeak) para la monitorización de datos en tiempo real (SCADA Web/Cloud).
 - o Inclusión de módulos de mantenimiento predictivo e inyección de fallos lógicos/eléctricos para el entrenamiento en diagnóstico industrial.
- Plataforma para Trabajos Fin de Grado (TFG) y Máster (TFM):
 - o Los entornos virtualizados creados sirven como banco de pruebas (*testbeds*) de bajo coste y libre riesgo para que estudiantes de TFG/TFM desarrollen algoritmos de optimización, y control distribuido.

La sostenibilidad del proyecto a medio y largo plazo queda garantizada a través de tres pilares fundamentales:

- Al basar la arquitectura en entornos virtualizados (CODESYS SoftPLC + Factory I/O) e interfaces HMI embebidas, el coste recurrente de mantenimiento, reparación o sustitución de hardware físico se reduce a cero.
- La existencia de la guía infográfica, los vídeos tutoriales y los podcasts, así como todas las presentaciones (diapositivas) y guiones de prácticas, asegura que las futuras promociones dispongan de un material de autoaprendizaje estructurado.
- El depósito de la producción en Zenodo garantiza la preservación digital a largo plazo, con la asignación de enlaces permanentes (DOI).

Para dar continuidad al proyecto e institucionalizar sus resultados en los próximos cursos académicos, se proponen las siguientes estrategias operativas:

- Establecer un protocolo anual por el cual los dos mejores proyectos de cada nueva promoción sean incorporados automáticamente a la comunidad de Zenodo, manteniendo viva la colección y motivando al alumnado entrante.
- Solicitar a la dirección de la Escuela Superior de Ingeniería (ESI) la inclusión formal de la Jornada de Presentación de Proyectos (Mini-Congreso) en el calendario de actividades de la ESI.
- Someter los resultados cuantitativos de rendimiento y satisfacción de este proyecto a congresos de innovación docente, proyectando la marca UCA como referente en simulación y gemelos digitales.

ANEXOS

I
PROYECTO COLABORATIVO

Proyecto Colaborativo

AUTOMATIZACIÓN DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN VIRTUAL

Objetivo del Proyecto

Diseñar, programar y probar un sistema de automatización industrial en un entorno virtual utilizando **Factory IO** como simulador y un **autómata virtual en CODESYS** como controlador.

Metodología

- Trabajo en grupos de 4-5 estudiantes.
- Uso de Google Drive para compartir avances.
- Revisión periódica con retroalimentación.

Resultados Esperados

- Familiarización con **Factory IO y CODESYS**.
- Desarrollo de habilidades en programación de autómatas.
- Aplicación de conceptos de automatización industrial en un entorno práctico.
- Trabajo en equipo y resolución de problemas.

Escenario del Proyecto

Cada grupo tiene libertad para proponer un escenario propio.

En su defecto, se propone el siguiente caso para la simulación y control de una línea de ensamblaje que trabaja con **dos tipos de piezas: bases y tapas**, cada una con distintos colores. Estas piezas deben ser clasificadas, ensambladas y enviadas a un almacén final mediante una serie de estaciones automatizadas.

1. Alimentación de piezas:

- Se dispone de **al menos una cinta transportadora** que mueve **bases y tapas** desde un punto inicial.
- Las piezas pueden tener distintos colores (por ejemplo, azul y verde).
- Sensores de presencia detectan cuando una pieza entra en la línea.

2. Clasificación y manipulación: Sensores identifican el tipo y color de cada pieza.

- Un sistema de actuadores separa las piezas según su tipo.
- Las bases y tapas se dirigen por caminos paralelos hacia la estación de ensamblaje.
-

3. Montaje:

- Un robot Two-Axis Pick & Place recoge tapas y las coloca sobre las bases.
- Si el ensamblaje no es correcto (colores diferentes), la pieza es enviada a una cinta de rechazo.
- Si el ensamblaje es correcto, la pieza se dirige hacia la estación de ensamblaje.

4. Almacenamiento o expedición:

- Las piezas ensambladas circularán por una segunda (o varias) cinta transportadora.
- Se pueden definir diferentes destinos según el diseño elegido por los alumnos. Por ejemplo:
 - Sumidero de elementos (remove)
 - Almacén automatizado de productos terminados.
 - Estación de empaquetado (sistema de paletización).

5. Panel de mando:

- Cada equipo deberá implementar un panel de control virtual con al menos:
 - Un botón de marcha para iniciar la línea de producción.
 - Un botón de paro que detenga todas las estaciones de manera segura.
 - Un indicador luminoso que muestre si el sistema está en marcha o detenido.
- Opcionalmente, pueden agregar:
 - Contadores de producción para visualizar cuántas piezas se han ensamblado correctamente.

6. Extensiones Opcionales

- Integración con HMI: Uso de una interfaz para visualizar el estado de la producción.

Fases del Proyecto

- **Diseño del Escenario Virtual en Factory IO**
 - Los estudiantes configuran el entorno con las estaciones necesarias.
 - Se definen los sensores y actuadores requeridos.
- **Desarrollo del Programa en CODESYS**
 - Programación que integre al menos dos de los lenguajes de programación trabajados en el curso.
 - Implementación de la lógica de control del autómat.
 - Uso de temporizadores, contadores y señales digitales/analógicas.
 - Inclusión de un panel de control para la marcha y paro del sistema.

- **Integración y Simulación**
 - o Conexión del PLC virtual de CODESYS con Factory IO.
 - o Depuración y ajustes en la lógica de control.
- **Optimización y Mejora**
 - o Análisis del rendimiento del sistema.
 - o Propuestas de mejora (ejemplo: optimización de tiempos de ciclo o reducción de errores).
- **Presentación y Documentación**
 - o Cada grupo presenta su solución y explica su enfoque.
 - o Elaboración de un informe técnico, de no más de 30 páginas, sobre el proyecto con la siguiente estructura:

1. Portada

- Nombre del proyecto
- Nombre de los integrantes del grupo
- Nombre de la asignatura y profesor
- Fecha de entrega

2. Introducción

- Breve descripción del proyecto.
- Objetivo general y específicos.
- Justificación: ¿Por qué es importante automatizar este proceso?

3. Descripción del Escenario en Factory IO

- Explicación del sistema automatizado.
- Capturas de pantalla del entorno en Factory IO.
- Lista de elementos utilizados (sensores, actuadores, transportadores, estaciones de trabajo).

4. Diseño del Control en CODESYS

- Diagramas GRAFCET de la lógica de control.
- Explicación de la estrategia de control utilizada (temporizadores, contadores, lógica de secuencias, etc.).
- Fragmentos de código relevantes con explicación.

5. Integración y Pruebas

- Configuración de la comunicación entre Factory IO y CODESYS.
- Métodos de prueba empleados (casos de prueba, condiciones iniciales, posibles fallos y soluciones).
- Capturas o registros de simulaciones exitosas.

6. Resultados y Análisis

- Evaluación del rendimiento del sistema (eficiencia, tiempo de ciclo, posibles mejoras).
- Dificultades encontradas y cómo se resolvieron.
- Propuestas de optimización o futuras mejoras.

7. Conclusiones y Reflexión

- ¿Qué han aprendido los estudiantes?

- Impacto del uso de herramientas virtuales en la automatización industrial.
- Posibles aplicaciones en entornos reales.

8. Anexos

- Código completo del PLC en CODESYS.
- Documentación técnica adicional (tablas de señales, etc.).
- OPCIONAL: diagramas eléctricos.
- o **Formato recomendado:** Documento en PDF.
- **Video demostrativo (5-10 minutos)** mostrando:
 - o Explicación del diseño del sistema.
 - o Funcionamiento de cada estación de la línea de producción.
 - o Uso del **panel de marcha/paro**.
 - o Resultado final con productos ensamblados.
 - Opcionalmente, pueden incluir **reflexiones sobre mejoras y optimización** del sistema.

Informe de Trabajo en Equipo

Cada grupo deberá entregar un informe de trabajo en equipo que refleje su organización, comunicación y resolución de problemas a lo largo del proyecto. Se presentará en formato PDF, con un máximo de 3 páginas.

1. Organización del equipo

- Roles y responsabilidades
 - o Definir los roles dentro del equipo, como:
 - Coordinador/a: organiza tareas y supervisa avances.
 - Programador/a CODESYS: responsable del desarrollo del código.
 - Diseñador/a de la simulación: configura Factory IO.
 - Documentador/a: redacta el informe y recoge evidencias.
 - Tester: verifica el funcionamiento y realiza pruebas.
 - Explicar cómo se distribuyeron las tareas y si hubo ajustes durante el proceso.
- Planificación del trabajo
 - o Describir cómo organizaron el tiempo:
 - ¿Dividieron el proyecto en fases?
 - ¿Usaron reuniones para coordinarse? ¿Con qué frecuencia?
 - ¿Tuvieron un cronograma de entregas internas?

2. Comunicación y resolución de problemas

- Métodos de comunicación
 - o ¿Cómo se comunicó el equipo? (Reuniones presenciales, chats, videollamadas, etc.).
 - o ¿Qué herramientas usaron para compartir información? (Google Drive, Trello, Notion, etc.).

- Resolución de problemas
 - o ¿Qué dificultades encontraron en el proyecto (técnicas o de organización)?
 - o ¿Cómo las resolvieron? (Ejemplo: un error en CODESYS, un problema con la simulación en Factory IO).
 - o ¿Hubo desacuerdos en el equipo? ¿Cómo los manejaron?

3. Reflexión final sobre el trabajo en equipo

- Lecciones aprendidas
 - o ¿Qué aprendieron del trabajo en equipo en este proyecto?
 - o ¿Qué aspectos creen que funcionaron bien?
 - o ¿Qué mejorarían si volvieran a hacer un proyecto similar?
- Autoevaluación del equipo
 - o Cada integrante debe escribir una breve reflexión (3-5 líneas) sobre su propia participación:
 - ¿Cómo contribuyó al equipo?
 - ¿Qué dificultades tuvo y cómo las superó?

Entrega en el Campus Virtual

Se entregarán 4 ficheros:

1. Documento PDF con informe técnico.
2. Documento PDF con informe de trabajo en equipo.
3. Video demostrativo en formato MP4 o MKV y resolución HD.
4. Fichero ZIP con las fuentes de CODESYS, FACTORY y de otras aplicaciones empleadas.

Defensa

Cada grupo hará una **presentación de 10-15 minutos** ante el profesor y los compañeros.

Contenido de la Presentación

1. **Explicación del sistema automatizado:**
 - ¿Cuál era el objetivo?
 - ¿Cómo funciona cada parte del sistema? (alimentación, clasificación, ensamblaje y almacenamiento).
 - **Demostración en vivo / video** del sistema funcionando en Factory IO.
2. **Trabajo en equipo:**
 - ¿Cómo se organizaron?
 - ¿Cómo resolvieron los problemas encontrados?
 - ¿Qué aprendieron del trabajo colaborativo?
3. **Panel de Marcha/Paro y seguridad:**
 - Explicación del **panel de control** implementado.

Consejos para la Presentación

- **Usar diapositivas claras y visuales** (pocos textos, más imágenes y esquemas).

- **Mostrar el video de la simulación** y explicarlo en directo.
- **Repartir la exposición entre los miembros** para que todos participen.
- **Ser concisos.**

II

GUIÓN PRÁCTICO HMI DISEÑO DE UNA INTERFAZ HOMBRE-MÁQUINA

Prácticas de Automatización Industrial

Grado de Ing. Electrónica
Grado en Ing. En Tecnologías Industriales
3er Curso

Diseño de una interfaz HMI

Fecha 10/04/2026

Daniel Sánchez Morillo

Prácticas de Automatización Industrial

Tabla de contenido

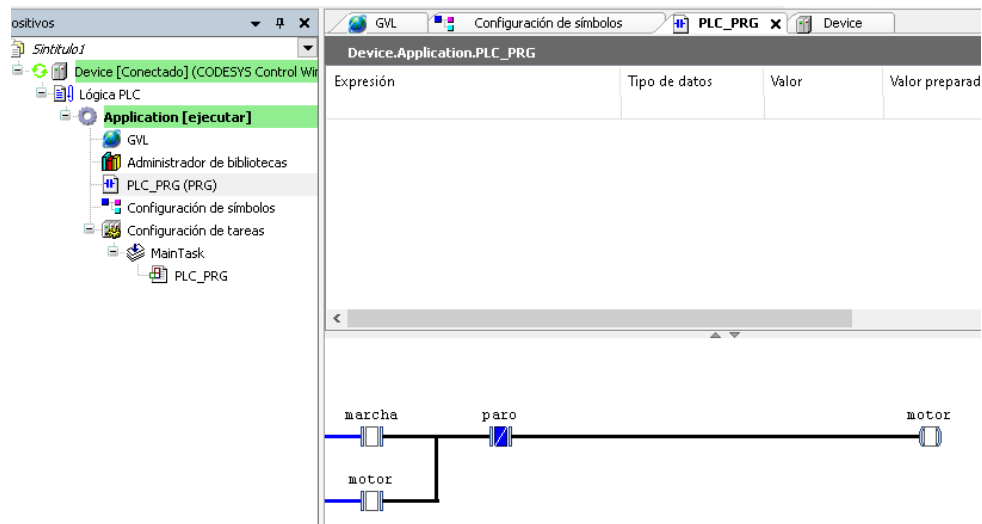
Introducción	2
Objetivo didáctico	2
Conocimientos previos requeridos	2
Material necesario	2
Tareas	2
1 Poner en marcha el proyecto CODESYS	2
2 Conceptos generales en el software de diseño Festo Designer Studio	3
3 Configuración del protocolo de comunicaciones	4
4 Edición del proyecto	6
4.1 Páginas gráficas	6
4.2 Importar las etiquetas	6
4.3 Editor gráfico	7
4.4 Descarga del proyecto	10
4.5 Funcionalidades adicionales	10

Considera:

1. un pulsador de marcha
2. un pulsador de paro
3. una salida vinculada al motor.

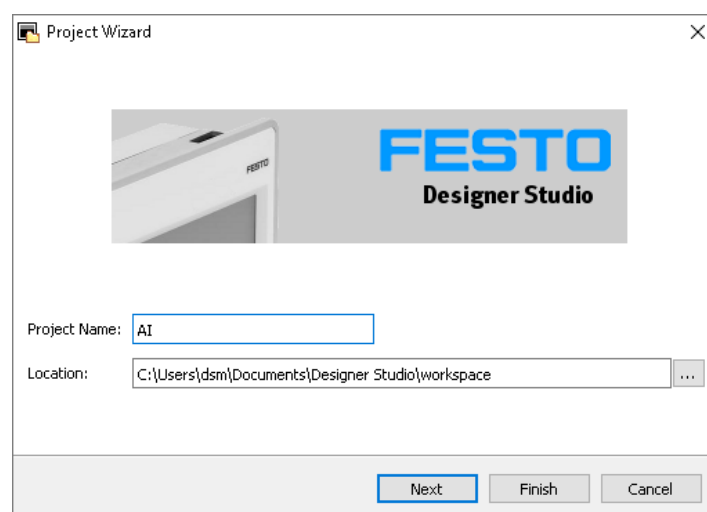
Utiliza variables globales y la configuración de símbolos para las tres variables (marcha, paro y motor).

Ejecuta el proyecto en el PLC software y deja el PLC en modo “RUN”.

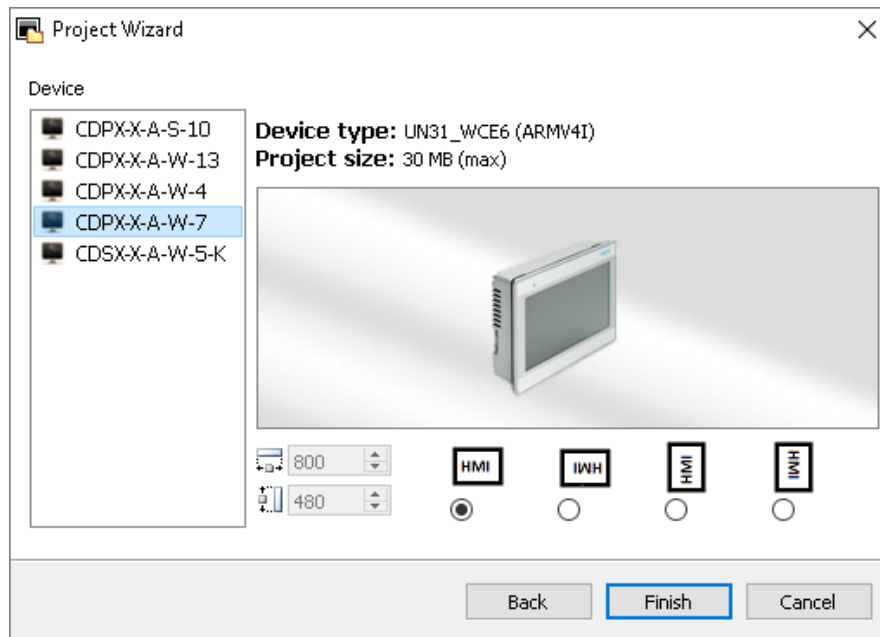


2 Conceptos generales en el software de diseño *Festo Designer Studio*

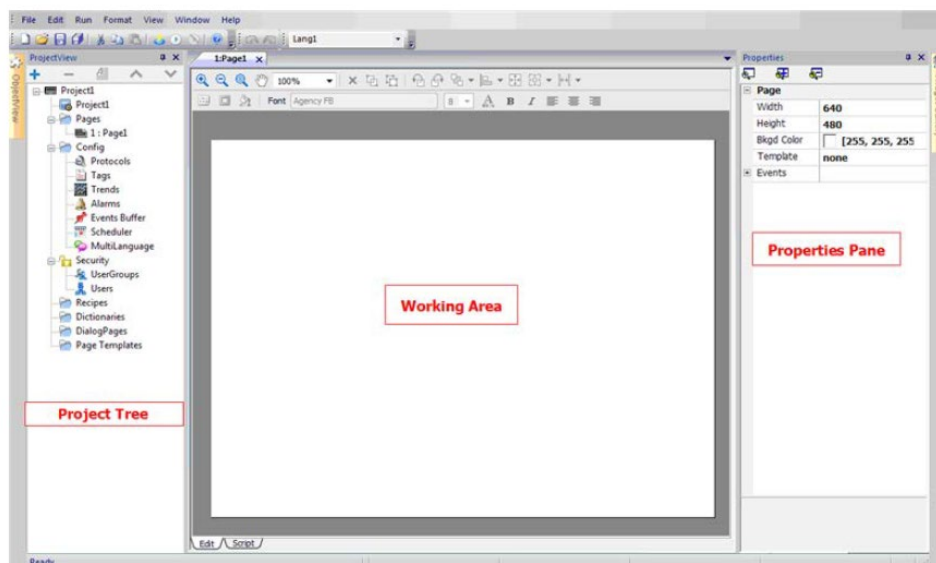
1. Instala el software Festo Designer Studio 2.0, disponible para descargar desde el campus virtual.
2. Ejecuta el programa, desde inicio->Programas->Festo Software->Designer Studio.
3. Crea un nuevo proyecto, elige un nombre y una ruta para almacenarlo.



4. En la siguiente pantalla de trabajo, configura la pantalla CDPX-X-A-W-7, que es el modelo disponible en el laboratorio. Pulsa ‘Finalizar’.



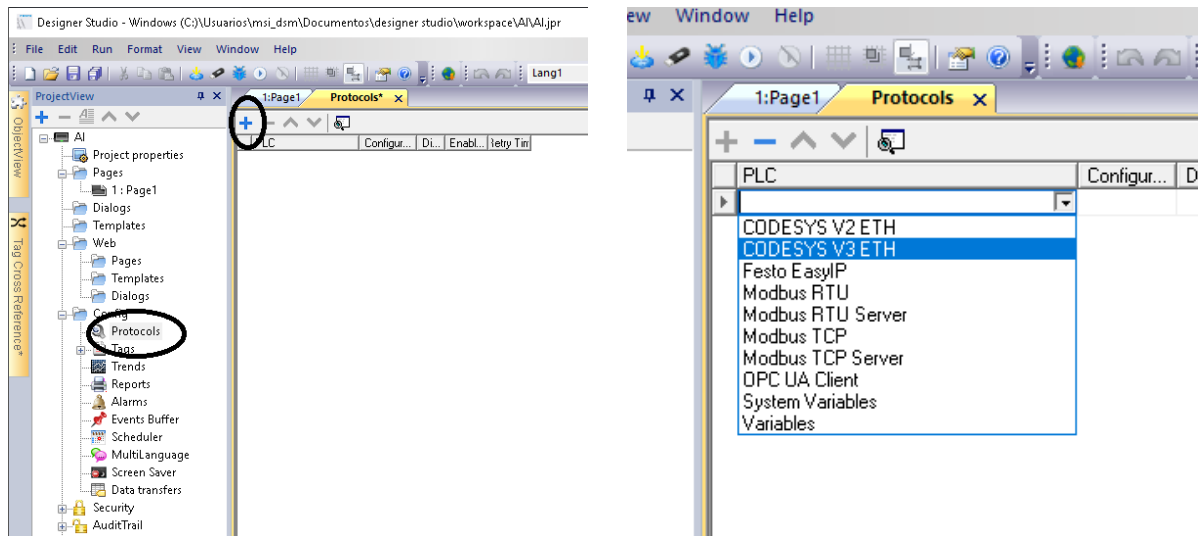
5. Se accede entonces al espacio de trabajo para el diseño de la interfaz HMI, en el que se aprecian tres partes diferenciadas:
- 1) árbol de proyecto
 - 2) área de trabajo
 - 3) panel de propiedades



3 Configuración del protocolo de comunicaciones

Es necesario seleccionar un protocolo válido de comunicaciones como indica la figura siguiente.

Elige CODESYS V3 ETH (Ethernet), para poder comunicar el PLC con el panel HMI mediante comunicaciones IP en red Ethernet.



A continuación establecemos los parámetros del protocolo.

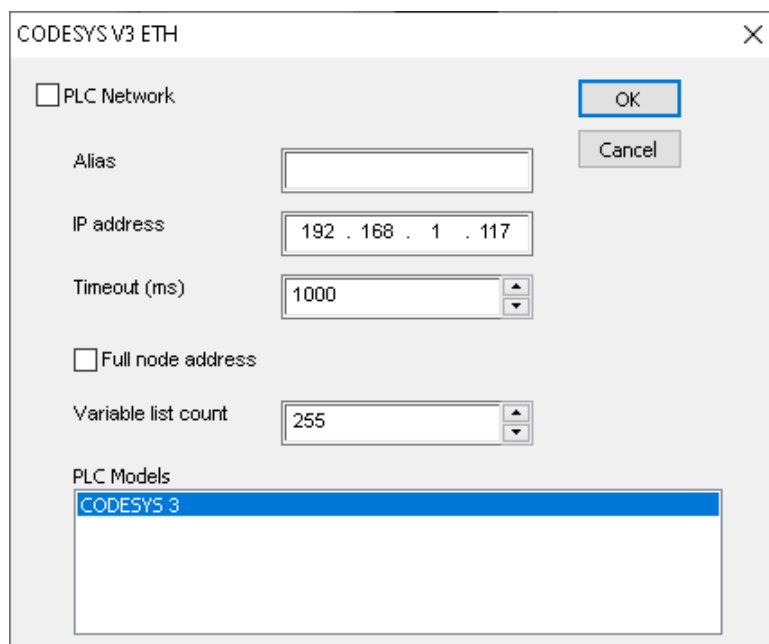
Debe indicarse la dirección IP correspondiente al PLC al que se quiere acceder.

En este ejercicio estamos empleando el PLC Software de CoDeSys, y no el PLC real. Por tanto, la dirección IP a consignar será la de nuestro PC, sobre el que corre el PLC virtual. Consulta la IP local usando la herramienta “ipconfig”, abriendo una ventana con símbolo de sistema en Windows (cmd). También puedes usar la dirección 127.0.0.1, dirección local por defecto.

```

Adaptador de Ethernet Ethernet:

Sufijo DNS específico para la conexión. . . :
Vínculo: dirección IPv6 local. . . : fe80::15bc:659d:675c:a102%8
Dirección IPv4. . . . . : 192.168.1.117
Máscara de subred . . . . . : 255.255.255.0
Puerta de enlace predeterminada . . . . . : 192.168.1.1
  
```



4 Edición del proyecto

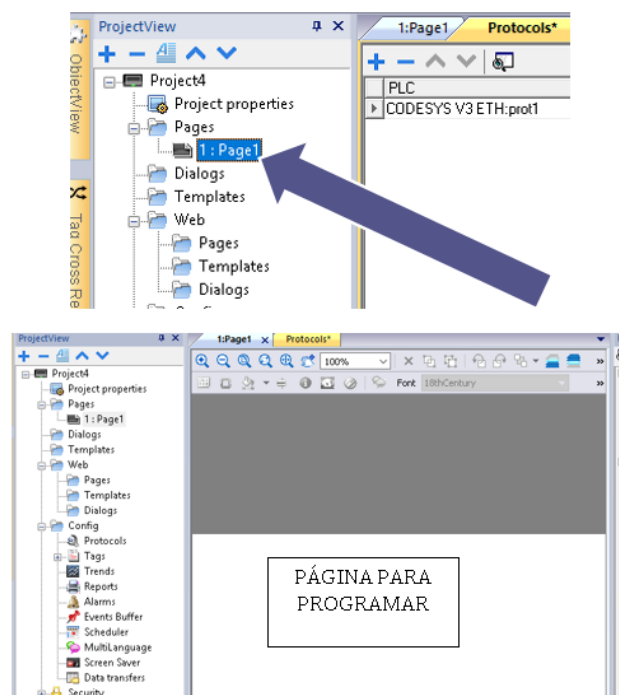
Una aplicación en Festo Designer se representa por un **Proyecto**. Un proyecto es un juego de objetos asociados con una aplicación:

- » Páginas
- » Etiquetas
- » Gráficas
- » Informes
- » Alarmas
- » Recetas
- » Otras

4.1 Páginas gráficas

Las páginas gráficas componen la interfaz visual de las aplicaciones SCADA. Permiten representar el mundo real. Los objetos gráficos pueden ser simples formas primitivas o complejos objetos con funcionalidad propia. **Un proyecto se compone de una o más páginas** que presentan información específica sobre un elemento, proceso, o actividad. Una vez configurado el proyecto, podemos añadir nuevas páginas y editar cada una de ellas añadiendo controles.

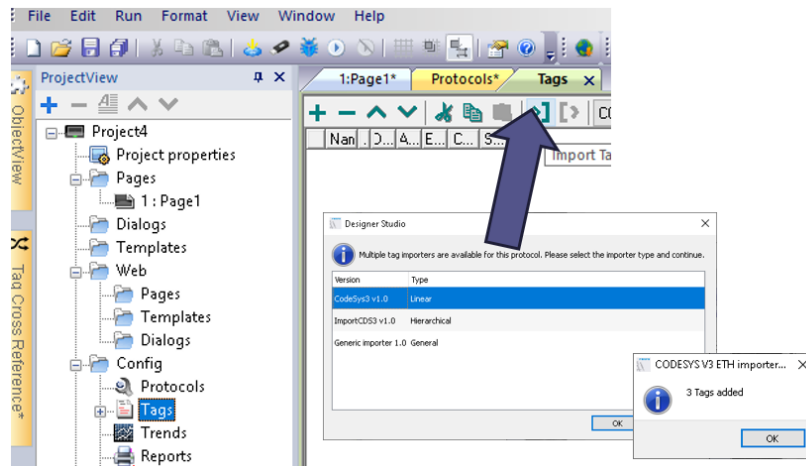
Vamos a añadir varios objetos a la página creada por defecto (“Page 1”), haciendo doble clic sobre su etiqueta en la vista de árbol, como ilustra la figura.



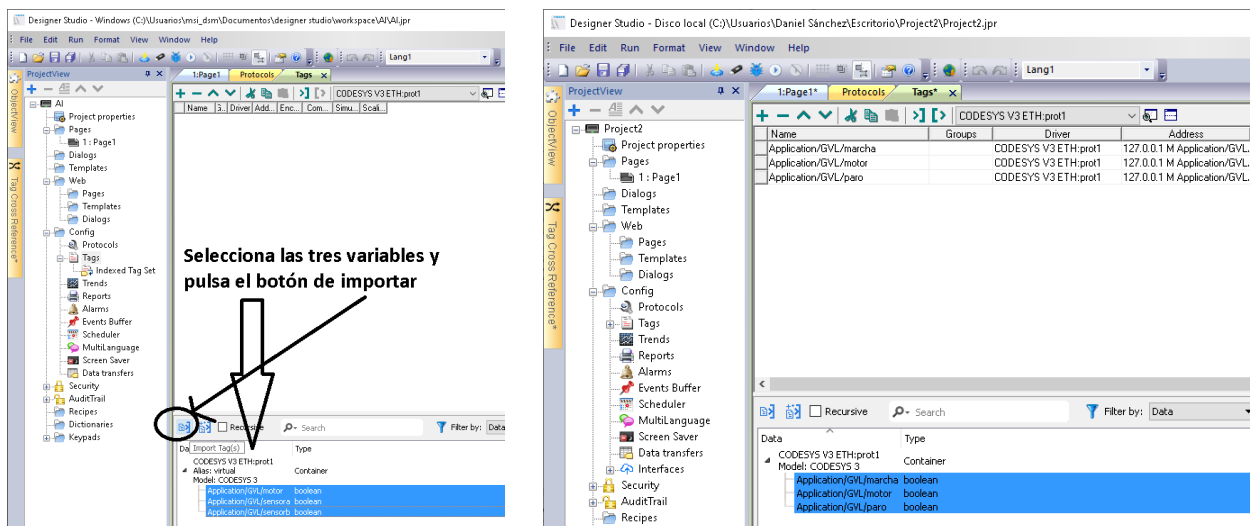
4.2 Importar las etiquetas

La compilación del proyecto Codesys en el punto 1, generó un fichero XML con los símbolos disponibles. Se puede encontrar este fichero en la ruta dónde está almacenado el fichero con extensión “.project”.

Importa el fichero XML empleando la opción que indica la figura, en la **vista de etiquetas (Tags)** de Festo Designer.

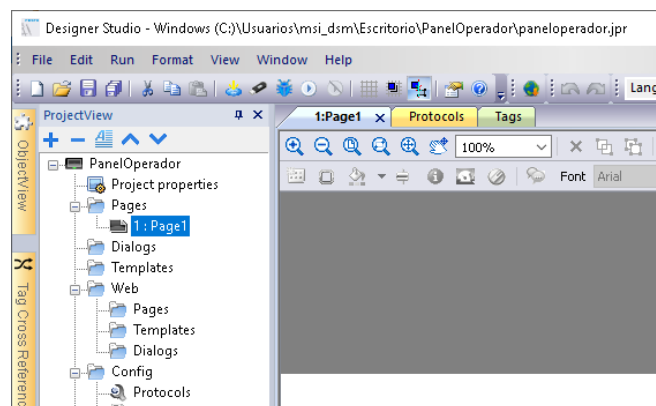


A continuación, selecciona las etiquetas disponibles para la importación y pulsa el botón de **importar**. Las etiquetas o tags serán las 3 variables globales de nuestro proyecto Codesys: marcha, paro y motor. Las 3 etiquetas aparecerán en el área superior, con su correspondiente driver y dirección.



4.3 Editor gráfico

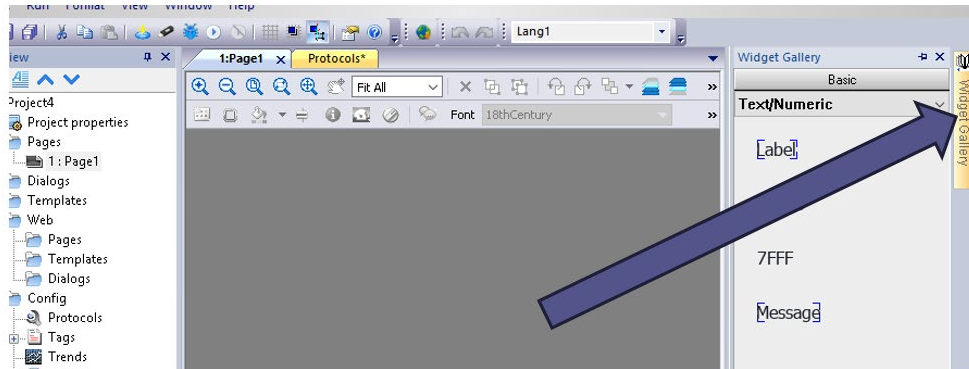
Pulsa en **1:Page 1** (ver figura inferior) para acceder al editor gráfico:



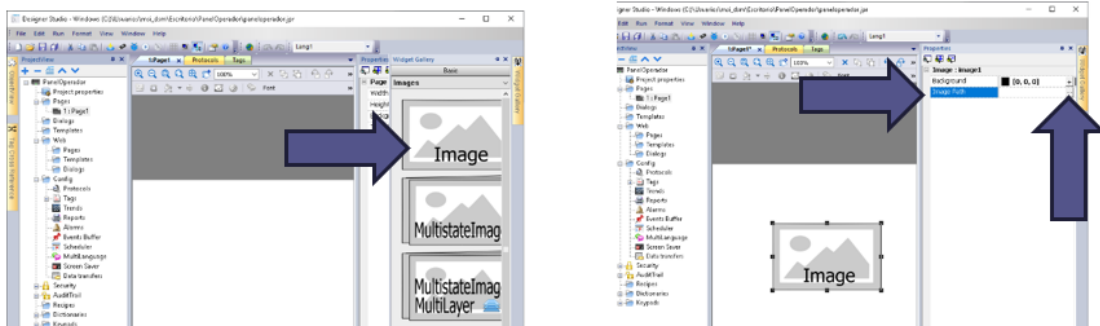
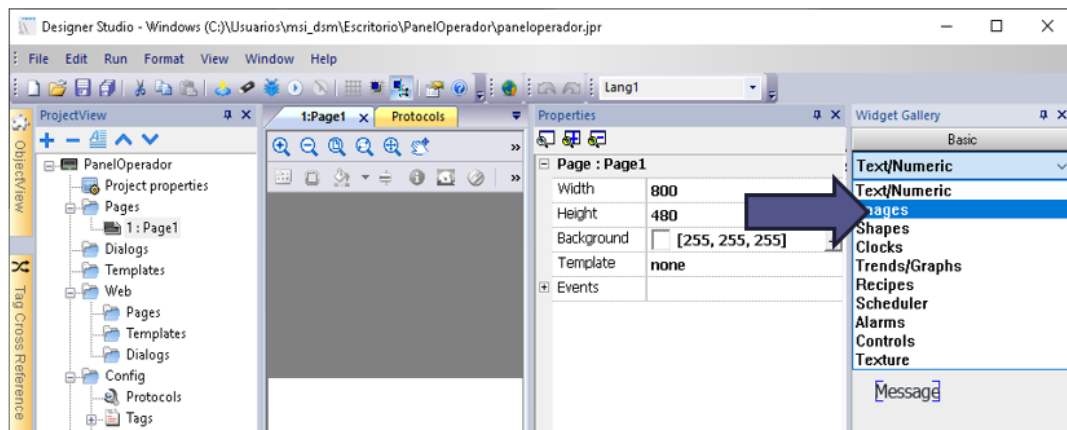
El editor gráfico proporciona:

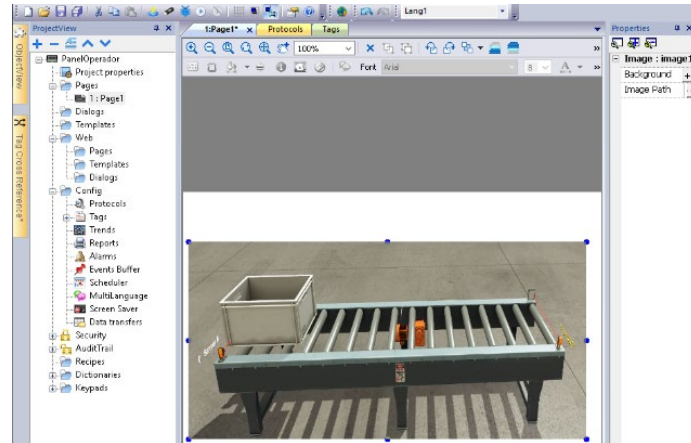
1. Herramientas para crear la interfaz de usuario (páginas)
2. Mecanismos para crear y redimensionar objetos en una página
3. Facilidades de alineación y zoom para crear páginas con precisión

La aplicación cuenta con una librería gráfica de objetos predefinidos, accesible desde el botón **Widget Gallery**.

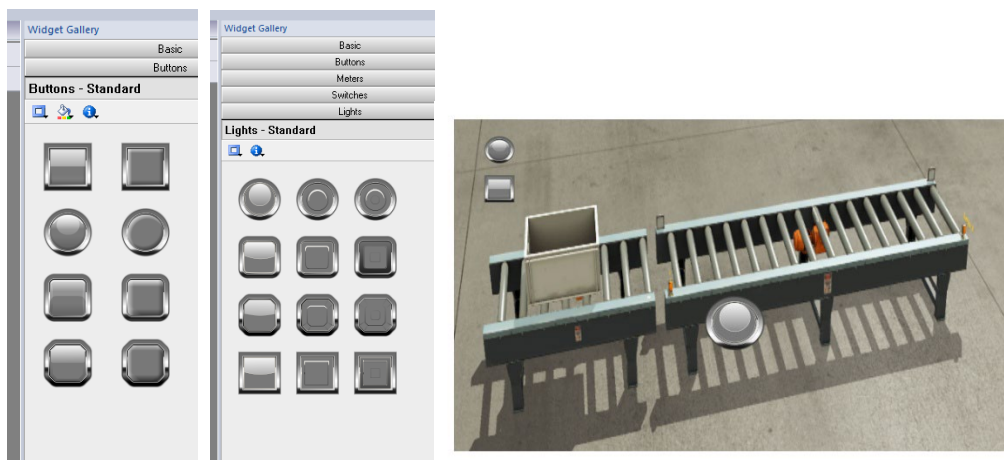


Utiliza el widget de tipo “**Image**” en la categoría “**Images**” de la galería para colocar la imagen de fondo en el display. Puedes usar como imagen de fondo la que está disponible en el campus virtual (“**Imagen cinta formato PNG**”).

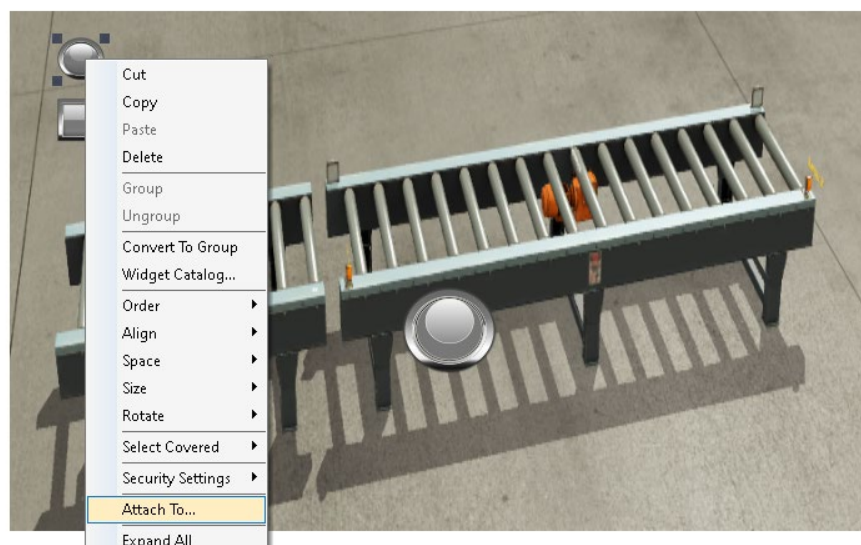


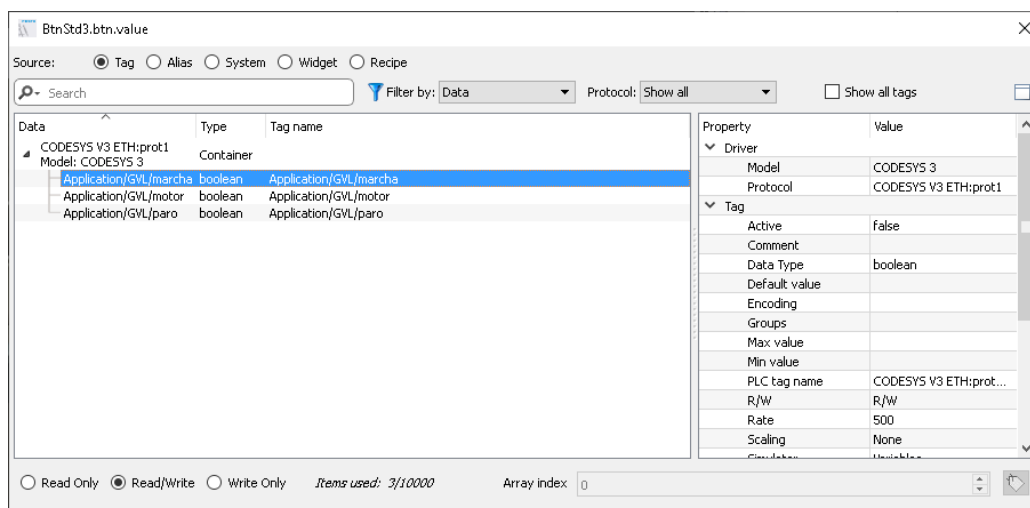


Emplea el **editor gráfico** para añadir dos pulsadores y un indicador luminoso.



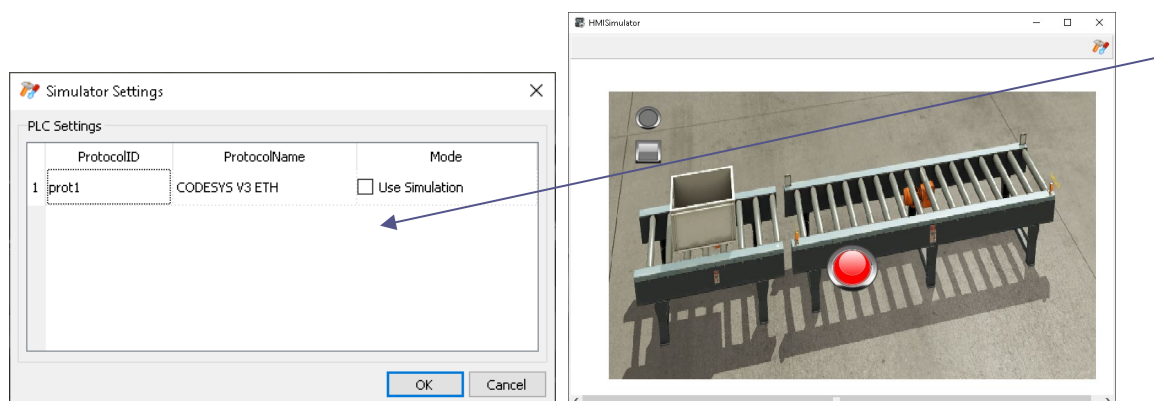
Asocia cada uno de los elementos a una de las etiquetas importadas, haciendo clic con el botón derecho y seleccionando la opción **“Attach to”**, como indica la figura inferior. Asocia los pulsadores a las etiquetas de marcha y paro, y el motor al indicador luminoso.





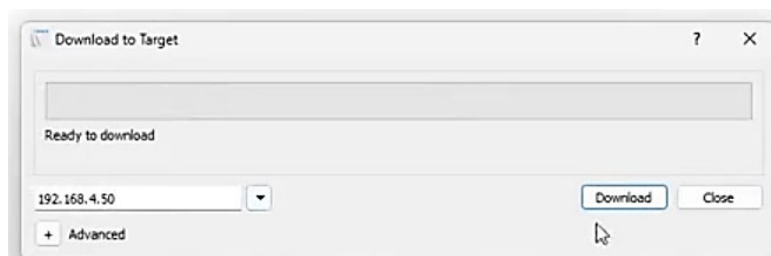
4.4 Descarga del proyecto

Pulsa F12 para ejecutar una simulación del programa en Festo Designer Studio. Desmarca la opción de “simulación” para permitir la comunicación de la interfaz creada con el PLC virtual CODESYS.



Interactúa con el escenario Factory y comprueba el funcionamiento global del sistema y de la visualización en el panel.

Si todo va bien, usa la opción “Download to target”, dentro del menú “Run”. Indica la dirección IP del panel HMI de tu puesto de trabajo. Debe ser una parecida a “192.168.250.4x” para el puesto 4.



4.5 Funcionalidades adicionales

Existe una multitud de opciones para enriquecer el proyecto.

4.5.1 Alarmas

Una alarma proporciona una notificación de una condición previamente definida. Pueden ser monitorizadas y almacenadas en fichero. Pueden ser de distintos tipos y prioridades.

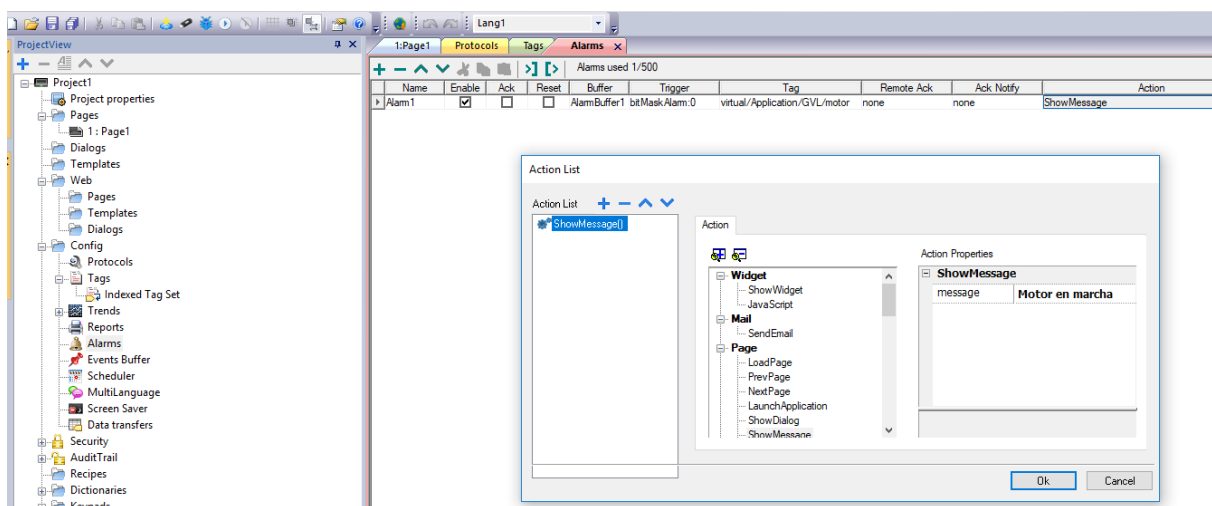
Desde el editor de alarmas se puede:

- ✓ Añadir, borrar y modificar alarmas
- ✓ Especificar como se notifica al usuario que se ha producido una alarma
- ✓ Información sobre el número y tipo de alarmas en el proyecto

Para configurar una alarma, deben seguirse los siguientes pasos:

1. Asignar un nombre a la alarma
2. Expresar la condición que hará saltar la alarma
3. Especificar si aparece un mensaje de reconocimiento al producirse la alarma (Action)
4. Introducir texto de alarma
5. Indicar si lleva reconocimiento

Configura una alarma como la de la figura inferior.



Puedes consultar el manual de la aplicación Festo Designer para implementar otras opciones interesantes como gráficos de tendencia, informes, recetas, salvapantallas.

III

RÚBRICAS DE EVALUACIÓN

Rúbrica de Evaluación para el Profesor

Organización del equipo y planificación	Se asignaron roles claramente y hubo una planificación estructurada del trabajo. Se evidencia buena gestión del tiempo.	Se asignaron roles y hubo planificación, aunque con algunas fallas en la	Roles poco definidos y planificación deficiente, sin claridad en el reparto de	No hay una distribución clara de roles ni una planificación adecuada.	10%	
Programación	Algoritmo optimizado, sin errores y con uso correcto de variables y lenguajes (LD/ST/SFC). Estructura limpia.	Programación funcional, aunque con redundancias o falta de optimización en	El código funciona, pero presenta errores menores de lógica o falta de orden	Código no funcional, con errores graves de sintaxis o lógica que impiden la	25%	
Documentación y Comunicación Escrita	Memoria técnica impecable en el Campus Virtual: vídeos, capturas y registros de tiempo bien organizados.	Entrega completa en plataforma, pero con descripciones breves o falta de detalle en las	Documentación incompleta; faltan vídeos o los registros de tiempo son imprecisos.	No se entregaron evidencias en la plataforma o el contenido es confuso y	15%	
Comunicación Oral y Defensa	Exposición fluida, uso de lenguaje técnico preciso y capacidad de respuesta experta a preguntas.	Presentación clara, aunque con ligeras dificultades para explicar conceptos técnicos	Explicación superficial; lectura constante de apoyo visual y dificultad para justificar el diseño.	Incapacidad para comunicar la solución o falta de preparación evidente durante la	15%	
Gestión de Equipo y Planificación	Ejecución clara de las 8 sesiones previstas; roles definidos y toma de decisiones basada en debate técnico.	Cumplimiento de la planificación, pero con desequilibrio en la carga de trabajo entre	Trabajo poco coordinado; la planificación fue reactiva y no hubo un debate técnico real.	Ausencia de roles; el proyecto parece el resultado de esfuerzos individuales aislados.	15%	
Reflexión Crítica y Autoevaluación	Análisis profundo de los aprendizajes, reconocimiento de errores técnicos y propuestas de mejora.	Reflexión adecuada sobre el desempeño, pero centrada solo en lo	Comentarios superficiales sobre la experiencia de aprendizaje sin autocrítica.	No existe reflexión final ni análisis del impacto del trabajo realizado.	10%	
Participación equilibrada en la presentación	Todos los integrantes participaron de manera equilibrada y demostraron buen dominio del tema.	La mayoría participó, aunque con diferencias en la distribución del tiempo.	Solo algunos integrantes presentaron activamente, otros tuvieron poca	Un solo integrante presentó o hubo poca preparación del equipo.	10%	
TOTAL						

Rúbrica de Coevaluación por Pares

Criterio	Puntos Máximo	Explicación	Calificación
1. Demostración Técnica y Panel	4,5 pts	Explicación clara de la lógica en CODESYS, correcto funcionamiento del gemelo en Factory I/O y uso justificado del panel de control/HMI.	____ / 4,5
2. Calidad de la Exposición y Apoyo Visual	2,5 pts	Diapositivas claras y bien diseñadas, vocabulario técnico adecuado, discurso fluido y buena gestión del tiempo.	____ / 2,5
3. Coordinación y Trabajo en Equipo	1,5 pts	Reparto equilibrado del tiempo de habla entre los integrantes y buena coordinación durante la demostración.	____ / 1,5
4. Conclusiones y Autoevaluación	1,5 pts	Reflexión crítica sobre los aprendizajes, dificultades técnicas superadas y autoevaluación del proyecto.	____ / 1,5
Total	10 pts	Suma directa de las casillas anteriores.	____ / 10

IV

USO DEL CAMPUS VIRTUAL DE LA ASIGNATURA

INFORMA:

Que la actividad desarrollada por el/la profesor/a **DANIEL SANCHEZ MORILLO**, con NIF **34048816F**, en el Campus Virtual de la Universidad de Cádiz, corresponde con los datos que se muestran a continuación por asignatura y curso académico.

Curso 2025-26

* AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL (21719031_25_26_01)

Accesos Totales	26.928	Usuarios-as	52	Accesos/Usuario-a	518	Kbytes	3.610.173
Accesos Estudiantes	24.422	Estudiantes	49	Accesos/Estudiantes	498	Recursos y Actividades	166
Mensajes foros estudiantes	0	Mensajes diálogos estudiantes	0	Correos de entrada estudiantes	183	Correos de entrada docentes	105
Mensajes foros docentes	12	Mensajes diálogos docentes	0	Correos de salida estudiantes	134	Correos de salida docentes	92
Mensajes foros	12	Mensajes diálogos	0	Correos entrada	292	Correos salida	229
Mensajes totales: 12				Correos totales: 521			

* Los datos facilitados se muestran a la fecha de creación del informe y pueden cambiar hasta el cierre definitivo del curso.

Y para que así conste, se firma el presente informe en Cádiz a 18 de Septiembre del 2026.



El Vicerrectorado de Transformación para la Universidad Digital

Informe generado por: DANIEL SANCHEZ MORILLO - 6aad61a771293

CSV (Código de Verificación Segura)	IVVH3QI6HZH4JS75ANHFM6764Y	Fecha	18/09/2026 18:07:05	
Normativa	Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 6/2020, de 11 de noviembre, reguladora de determinados aspectos de los servicios electrónicos de confianza	Validez del documento	Otros	
Firmado por	UNIVERSIDAD DE CADIZ			
Url de verificación	https://sede.uca.es/verifirma/code/IVVH3QI6HZH4JS75ANHFM6764Y	Página	1/1	

General



Ocultado a los estudiantes

CALIFICACIONES SEPTIEMBRE



[GITI - 21715038 \(Llamamiento ordinario\).](#)



[GIEI - 21719031\(Llamamiento ordinario\).](#)

Ocultado a los estudiantes

CALIFICACIONES FINALES DE LA ASIGNATURA



[GIEI 21719031](#)

Ocultado a los estudiantes



[GITI 21715038](#)

Ocultado a los estudiantes



[GITI - 21715038 \(Llamamiento ordinario\).](#)

Ocultado a los estudiantes



[GIEI - 21719031\(Llamamiento ordinario\).](#)

Ocultado a los estudiantes

GENERALES



[Programador de tutorías - Las tutorías presenciales deben solicitarse mediante este programador.](#)



[Ficha](#)



[Correo \(2\).](#)



[Avisos](#)



[Foro general para consultas. Tutoría Virtual](#)



[Foro Prácticas de Laboratorio](#)





Foro Trabajo Fin de Curso (Grupal) 



Elección de Grupo de Laboratorio

 Ocultado a los estudiantes

Abre: miércoles, 11 de febrero de 2026, 16:00

Cierra: miércoles, 18 de febrero de 2026, 23:59



Seguridad en el Laboratorio E18 



Cuestionario Final

Cuestionario Final / Comprensión Contenidos.

Material Multimedia



 Actividades: 4

Manual de referencia para la asignatura



 Actividades: 1

Bibliomaps y bibliografía recomendada



El **Objetivo** del proyecto piloto UCA llamado "Bibliomaps y bibliografía recomendada" es poder acceder a la bibliografía recomendada de cada asignatura de los Grados de la ESI con un simple clic desde el teléfono móvil o la tablet.

El fichero Excel contiene una tabla. Desde ella, los alumnos pueden acceder a:

- Acceso directo, a través de la signatura vinculada al programa Bibliomaps, al plano indicativo de la ubicación del libro en su estantería
- Acceso directo a la asignatura en la página <https://asignaturas.uca.es/asig/>
- Acceso directo a la asignatura en la página de nuestro módulo de Bibliografía Recomendada (con la nota pública **Ver Libros electrónicos recomendados** incluida): <https://bibcatalogo.uca.es/cgi-bin/koha/opac-course-reserves.pl>
- Acceso directo a la versión electrónica del libro

Los libros de los que no se dispone de ejemplares están en **color amarillo**.; Los de **color rojo están agotados**.

Si se accede desde el enlace inferior podrán descargarse el **plano en PDF de la Sala de lectura de la biblioteca de la ESI** (con los fondos ordenados por materias) y, con un simple clic sobre ellas, podrán localizar la columna de la estantería en que comienza dicha materia (en la esquina superior izquierda encontrará/n el nº de la Estantería (p. ej: P1-**032**) y la Signatura).

<https://biblioteca.uca.es/wp-content/uploads/2022/07/Cartel-A4-fondos-por-materia-ESI-con-enlaces-de-Bibliomaps-para-web-JULIO-2022.pdf>

Asimismo, se incluye una **Guía Breve** y el **Cartel informativo sobre los códigos QR** de las ediciones electrónicas de la bibliografía recomendada de la ESI para acceder a ellas a través del móvil o de la tablet.

Para cualquier duda, pueden dirigirse a los bibliotecarios Javier Pettenghi (javier.pettenghi@uca.es), Moisés de Mora (moises.demora@uca.es), Vicente Delgado (vicente.delgado@uca.es) o Jesús Tovar (jesus.tovar@uca.es).

 Actividades: 2

Trabajo Fin de Curso (Grupal)



 Actividades: 11

Tema 1 Introducción



 Actividades: 5

Tema 2 Sensores y Actuadores Industriales



 Actividades: 5

Tema 3 Autómatas Programables



 Actividades: 10

Tema 4 Métodos de diseño de sistemas de eventos discretos



 Actividades: 5

Tema 5 Sistemas de adquisición de datos, supervisión y control. Estándar OPC.



 Actividades: 1

Tema 6. Introducción a las redes de comunicación industrial.



 Actividades: 1

Tema 7. Tecnologías de Automatización y Robótica Industrial



 Actividades: 6

PRÁCTICAS DE LABORATORIO



 Actividades: 1

Práctica 1 Sensores Industriales



 Actividades: 2

Práctica 2 - Neumática



 Actividades: 6

Prácticas 3-4 - Sensores, actuadores y electroneumática



 Actividades: 15

Práctica 5 - IEC 61131-3 - Temporizadores



 Actividades: 7

Práctica 6 - Contadores y otras instrucciones



La evaluación de esta práctica se efectuará durante la sesión. Deberá demostrar que se alcanzan los objetivos planteados.

 Actividades: 13

Practica 7 - HMI



No será necesario entregar memoria en esta sesión.

 Actividades: 10

Práctica 8 ROBÓTICA



Se requiere la entrega de memoria

 Actividades: 5

Práctica 9 MODBUS-TCP/IP



No se requiere la entrega de memoria

 Actividades: 1

Práctica 10 SCADA

 Ocultado a los estudiantes



No se requiere la entrega de memoria

 Actividades: 2