Planta, negocio e IT–OT

Abres el grifo y sale agua. Nunca piensas en ello. Pero en Palma, detrás de ese grifo hay más de 1.100 km de tuberías, divididas en 600 pequeños sectores, y un centro de control donde hay personas mirando presiones y caudales en pantallas todo el día. En 2025 EMAYA, la empresa de aguas de Palma, dijo que había reducido el agua perdida en fugas del 25 % al 16 %, después de renovar tuberías e instalar contadores digitales. ¿Cómo encuentras una fuga bajo una calle desde una pantalla?

La encuentras porque la **planta** (las tuberías, las bombas y los contadores) habla con el **negocio** (las personas que planifican, pagan y deciden). Esta lección baja a la planta, pone nombre a las tecnologías que encuentras allí y después mira lo más valioso de una empresa digital: la conexión entre las dos mitades.

Qué aprenderás

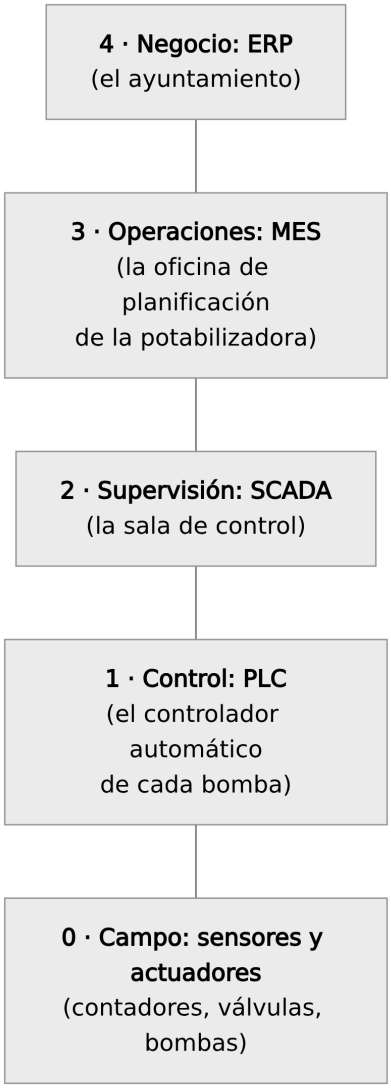
- Situar sensores y actuadores, **PLC**, **SCADA**, **MES** y **ERP** en la **pirámide de automatización**
- Reconocer esos niveles en una planta real de Mallorca y en una pantalla SCADA real
- **Seleccionar** las tecnologías de planta y de negocio que necesita una empresa concreta, y evitar la trampa de «cuanta más tecnología, mejor»
- Explicar qué viaja entre IT y OT, qué gana la empresa y qué riesgo asume
- Describir una empresa digital **de extremo a extremo** y enumerar sus ventajas
- Empezar tu **Entrega 1** con fuentes reales y citadas

La pirámide de automatización

En el juego de construir ciudades, la potabilizadora tiene niveles. Abajo del todo, las válvulas se abren y las bombas giran. Un poco más arriba, unos controladores automáticos mantienen la presión correcta. Más arriba todavía, un operador vigila toda la red en una pantalla grande. Arriba del todo, el ayuntamiento decide presupuestos y planes. Las empresas con una operación física se organizan en las mismas capas.

> La **pirámide de automatización** es un modelo que ordena las tecnologías de una empresa en niveles, desde las máquinas abajo hasta el negocio arriba.

Nivel	Tecnología	Qué hace
4 · Negocio	**ERP**	Planifica y gestiona la empresa: pedidos, compras, finanzas
3 · Operaciones	**MES**	*Manufacturing Execution System* (sistema de ejecución de la fabricación): gestiona las órdenes de producción, la trazabilidad, la calidad y el rendimiento de las líneas
2 · Supervisión	**SCADA**	*Supervisory Control And Data Acquisition* (supervisión, control y adquisición de datos): recoge datos de los controladores, los muestra en pantallas, lanza alarmas y permite a los operadores dar órdenes desde una sala de control



Nivel	Tecnología	Qué hace
1 · Control	**PLC**	*Programmable Logic Controller* (autómata programable): un ordenador industrial que lee sensores y mueve actuadores en tiempo real, siguiendo un programa
0 · Campo	**Sensores** y **actuadores**	Los sensores miden (temperatura, nivel, presión, presencia); los actuadores actúan (motores, válvulas, relés)

Léela **de abajo arriba**: cuanto más subes, menos tiempo real y más visión de negocio. Los niveles 0 a 2 son **OT**; el nivel 4 es **IT**; el nivel 3 es el **puente** entre ambos.

> **Fuentes distintas, números distintos**
> Esta pirámide de cinco niveles es la imagen simplificada habitual del estándar **ISA-95** (IEC 62264) y del modelo Purdue. Algunas fuentes numeran los niveles de forma un poco distinta, o ponen los sensores en el nivel 1. Lo que importa es el orden, no los números.

Una planta real en Mallorca: TIRME en Son Reus

En Son Reus, cerca de Palma, **TIRME** gestiona la planta que quema los residuos domésticos de Mallorca y convierte el calor en electricidad. Su sistema de control lo suministró la empresa japonesa Yokogawa, que publicó el caso. Según ese caso, la planta tiene cuatro líneas, y las dos más nuevas generan 38 MW, electricidad suficiente para unos 53.000 hogares.

Esto es lo que el caso publicado te permite situar en la pirámide:

Nivel	Qué dice la fuente sobre TIRME
4 · Negocio	Nada. Si escribieras «TIRME usa un ERP», sería una **hipótesis**, no un hecho
3 · Operaciones	Exaquantum, un sistema de información de planta que recoge los datos de emisiones para los informes
2 · Supervisión	Una sala de control central con pantallas de operador, con personal las 24 horas del día, y una pantalla grande que muestra los datos ambientales
1 · Control	El sistema de control CENTUM, que mantiene la combustión por encima de 850 °C, y un sistema de seguridad separado (ProSafe-RS)
0 · Campo	Instrumentos de campo conectados por un bus industrial (FOUNDATION Fieldbus), bombas de agua de alimentación, una turbina de vapor

En esta tabla se esconden dos lecciones. Primera, las plantas reales no siempre coinciden con el libro: TIRME usa un gran sistema de control llamado DCS que hace a la vez el trabajo de los PLC y del SCADA, y un sistema de información de planta en lugar de un MES de fábrica. Segunda, mira el nivel 4: **la fuente no lo dice**. En tu proyecto, lo que encuentras lo citas; lo que no encuentras lo etiquetas como hipótesis.

Cómo es una pantalla SCADA

Inductive Automation, una empresa que hace software SCADA, mantiene una demo pública de una planta de tratamiento de agua que puedes abrir en el navegador, sin cuenta: Ignition Water Treatment Demo.

Ábrela y busca: los **filtros** con su modo y su estado, las **bombas** en modo automático encendidas (*On*) o apagadas (*Off*), los **depósitos** con su nivel, los **caudales** de entrada y salida de la planta y un gráfico de **tendencia** de los últimos días. Cada uno de esos números viene de un sensor (nivel 0), pasa por un controlador (nivel 1) y aparece en esta pantalla (nivel 2). Es la capa de información de la ciudad, de verdad.

Tecnologías de negocio

Ya conociste el ERP y el CRM en la lección anterior. Este es el catálogo completo de la parte de negocio:

Tecnología	Para qué sirve
ERP y **CRM**	Gestión integrada de la empresa y de la relación con los clientes
Inteligencia de negocio (BI)	Cuadros de mando e informes para decidir con datos
Web y comercio electrónico	Vender y atender a los clientes en línea, a cualquier hora
Herramientas de colaboración en la nube	Correo, documentos compartidos, videollamadas, gestión de tareas
Gestión documental y firma electrónica	Contratos, facturas y expedientes sin papel
Automatización de tareas de oficina	Programas que hacen el trabajo repetitivo: pasar datos de un sistema a otro, enviar recordatorios

Seleccionar tecnologías quiere decir elegir, para una empresa concreta, las que necesita y las que no. Una carpintería de cuatro personas no necesita un MES; una empresa de aguas no puede vivir sin un SCADA.

> **Cuidado: «cuanta más tecnología, mejor»**
> Cada tecnología cuesta dinero, formación y mantenimiento, y añade algo que se puede atacar. Una buena selección es corta y justificada: *esta empresa necesita esto, por este motivo*. En la Entrega 1 se te evaluarán los motivos, no la longitud de la lista.

Por qué conectar IT y OT

Recuerda el hotel de la primera lección: el sistema de reservas (IT) enciende el aire acondicionado (OT) antes de que llegue el huésped. Generalízalo:

Dirección	Qué viaja	Qué gana la empresa
OT → IT (de la planta al negocio)	Unidades producidas, energía consumida, temperaturas, averías, paradas	Saber qué pasa en tiempo real, costes reales, **trazabilidad**, mantenimiento antes de que la máquina se estropee
IT → OT (del negocio a la planta)	Pedidos, órdenes de producción, recetas, planes	El pedido del cliente llega a la línea sin que nadie lo vuelva a teclear: menos errores, menos tiempo

Sin la conexión hay **islas de información**: alguien apunta en papel lo que dice la máquina, y otra persona lo teclea en el ordenador. Un contador de agua mecánico es una isla: una persona tiene que ir, leerlo y apuntar el número. Un contador digital con lectura a distancia envía el número solo.

¿Cómo se conectan? El nivel 3 hace de puente, con estándares como **OPC UA** (un estándar industrial para que las máquinas compartan datos de forma segura) y **MQTT** (un protocolo de mensajería ligero para el internet de las cosas), además de API y bases de datos. Esa capa de integración es software: trabajo para desarrolladores como tú.

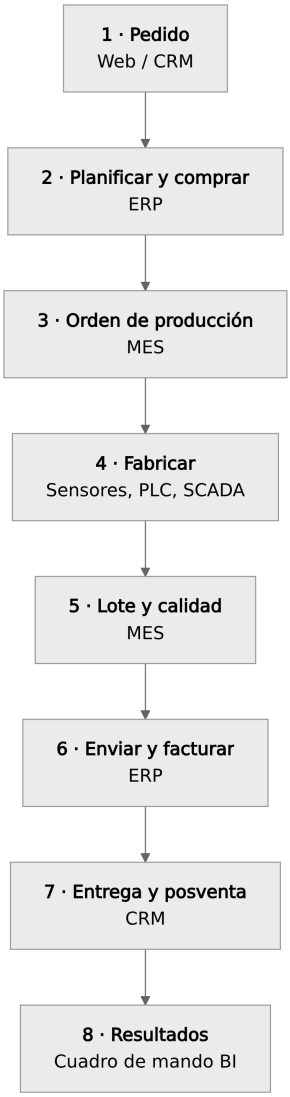
El precio: la ciberseguridad

Muchos dispositivos OT son antiguos y no se diseñaron para estar conectados: pocas actualizaciones, contraseñas por defecto. En cuanto comparten red con las oficinas, un problema en IT puede llegar a la planta. Por eso las redes se separan, con cortafuegos entre ellas, y se controla el acceso.

Un caso real: en mayo de 2021, un ataque de ransomware (software que cifra tus archivos y pide un rescate) afectó a los sistemas IT de **Colonial Pipeline**, que transporta combustible a la costa este de Estados Unidos. No hay pruebas de que llegara a los sistemas OT, pero la empresa paró todo el oleoducto por precaución, y tardó unos cinco días en volver a ponerlo en marcha. Estudiarás la ciberseguridad a fondo en la Unidad 5.

De extremo a extremo

> Una empresa está digitalizada **de extremo a extremo** cuando todo el recorrido, desde el pedido del cliente hasta la entrega y la factura, pasa por sistemas conectados, sin teclear ningún dato dos veces.



Sigue un pedido en una fábrica de galletas:

¿Qué gana la empresa?

Ventaja	Qué significa
Visibilidad en tiempo real	Todo el mundo sabe dónde está cada pedido
Menos errores, menos trabajo repetido	Cada dato se introduce una vez
Trazabilidad	De cada paquete sabes el lote, la línea, el día y las materias primas
Respuestas más rápidas	Plazos de entrega más cortos para el cliente
Menos existencias y menos desperdicio	Fabricas lo que se ha pedido
Mantenimiento antes de la avería	Los datos de la máquina te avisan antes de que falle
Ahorro de energía y de material	Lo que mides, lo puedes reducir
Decisiones con datos	En lugar de intuición

También tiene un precio: inversión, formación del personal y más exposición a ciberataques. Pero una empresa con todo el recorrido conectado puede responder en horas lo que a otra le cuesta días.

En clase: radiografía exprés de tu empresa

En esta sesión tu grupo eligió su empresa y cada miembro hizo una primera investigación de una parte. Las partes son las cuatro secciones individuales de la Entrega 1.

Parte	Pregunta a responder	Dónde buscar
A · Empresa y sistemas IT	¿Qué hace la empresa, qué departamentos tiene y qué **sistema IT real** usa (un ERP, un CRM, una app, una tienda en línea)?	La web de la empresa («Quiénes somos», «Trabaja con nosotros»), memoria anual, prensa. Truco: las ofertas de empleo a menudo dicen «experiencia con SAP» o similar
B · Planta y pirámide	¿Qué operación física tiene, y qué **tecnología de planta real** se menciona (sensores, control, sala de control)? Sitúala en la pirámide	Noticias sobre la planta, casos de estudio de proveedores (como el de Yokogawa para TIRME), la web de la empresa. Si no encuentras nada de tu empresa, un caso real **del mismo sector**, citado
C · Conexión IT–OT	Abre la demo SCADA de Ignition, haz una captura de pantalla y apunta **tres datos** que muestre. ¿Cuál de ellos, o uno parecido en tu empresa, debería llegar a un sistema IT? ¿Para qué? ¿Con qué riesgo?	La Ignition Water Treatment Demo y tu empresa
D · De extremo a extremo	¿Cuál es el recorrido del cliente en tu empresa (pedido, servicio, factura)? Escribe los cinco primeros pasos y el sistema de cada uno	La web de la empresa (cómo se compra o se reserva), prensa

Para cada parte, como mínimo: la respuesta en 3–5 líneas, **una fuente** (título, autor o web, enlace y fecha de consulta) y la palabra **hipótesis** delante de todo lo que no hayas podido encontrar. Tu nombre en tu parte. El grupo entrega un único documento en Classroom; a cada miembro se le evalúa su propia parte. **Sin IA generativa**: esto es un ejercicio de buscar y citar.

Para tu proyecto

Esta lección pone en marcha la Entrega 1 · Radiografía IT/OT, con fecha límite el **domingo 8 de noviembre de 2026 a las 23:59**, y defensas individuales en la sesión 9 (21 de diciembre de 2026). Las cuatro partes de hoy son el primer borrador de sus secciones:

Parte de hoy	Se convierte en	Criterio
A	Sección A: empresa, departamentos y sistemas IT	b, d, e (negocio)
B	Sección B: la parte OT y la pirámide de automatización	e (planta)
C	Sección C: una conexión IT–OT	f
D	Sección D: el recorrido de extremo a extremo y sus ventajas	g

Ideas clave

- La **pirámide de automatización**, de abajo arriba: **sensores y actuadores**, **PLC**, **SCADA**, **MES**, **ERP**. Los niveles 0–2 son OT, el nivel 4 es IT y el nivel 3 es el puente.
- Las plantas reales, como la de **TIRME** en Son Reus, no siempre coinciden con el libro. Lo que dice una fuente lo **citas**; lo que no dice es una **hipótesis**.
- **Seleccionar** tecnologías quiere decir elegir y justificar, no enumerarlo todo.
- Conectar IT y OT envía **datos hacia arriba** (producción, energía, averías) y **órdenes hacia abajo**; elimina las **islas de información** y necesita **ciberseguridad**.

- **De extremo a extremo**: todo el recorrido del pedido a la factura a través de sistemas conectados, tecleando cada dato una sola vez.

Comprobación rápida

1 ¿Qué orden de la pirámide de automatización, de abajo arriba, es correcto?

A PLC → sensores → MES → SCADA → ERP
B Sensores y actuadores → PLC → SCADA → MES → ERP
C ERP → MES → SCADA → PLC → sensores
D Sensores → SCADA → PLC → ERP → MES

2 ¿Qué sistema permite a los operadores vigilar alarmas, niveles y caudales de toda la planta desde una sala de control?

A ERP
B CRM
C SCADA
D Un sensor

3 ¿Qué nivel de la pirámide hace de puente entre la planta y el negocio?

A Nivel 0, sensores y actuadores
B Nivel 1, PLC
C Nivel 3, MES
D Nivel 4, ERP

4 El caso publicado de la planta de TIRME no dice nada de su ERP. En tu entrega, ¿qué deberías escribir?

A «TIRME usa SAP», porque la mayoría de las grandes empresas lo usan
B Nada sobre la parte de negocio
C Una suposición razonada, claramente etiquetada como hipótesis, o una fuente distinta que sí lo diga
D Que TIRME no tiene IT

5 ¿Cuál es una ventaja real de conectar IT y OT?

A La planta ya no necesita ciberseguridad
B El negocio decide con datos reales de la planta, casi en tiempo real
C Las máquinas ya no necesitan mantenimiento
D El ERP puede controlar los motores directamente

6 ¿Por qué fue importante para IT–OT el caso de Colonial Pipeline de 2021?

A Los atacantes tomaron el control de las válvulas del oleoducto
B Un ataque a los sistemas IT llevó a la empresa a parar el oleoducto físico por precaución
C El oleoducto se rompió porque sus sensores eran demasiado antiguos
D Demostró que la OT nunca necesita estar conectada

7 Una panadería pequeña con cuatro trabajadores te pregunta qué tecnologías instalar. ¿Cuáles DOS son sensatas?

A Una página sencilla de pedidos en línea conectada a su caja
B Un MES completo con líneas de producción y módulos de trazabilidad
C Un sensor de temperatura en el horno que envíe una alarma al móvil
D Una sala de control con un SCADA y personal las 24 horas del día

8 ¿Qué quiere decir «digitalizada de extremo a extremo»?

- **A** Cada empleado tiene un ordenador
- **B** La fábrica tiene robots en los dos extremos de la línea
- **C** Todo el recorrido, desde el pedido del cliente hasta la entrega y la factura, pasa por sistemas conectados sin teclear datos dos veces
- **D** La empresa solo vende en línea

Ya tienes la imagen completa de la Unidad 1. Ahora conviértela en el primer capítulo de tu grupo: Entrega 1 · Radiografía IT/OT.

Soluciones

1. B · De la máquina hasta la oficina: los **sensores y actuadores** miden y actúan, el **PLC** controla, el **SCADA** supervisa, el **MES** gestiona las operaciones y el **ERP** gestiona el negocio.

2. C · El **SCADA** recoge los datos de los controladores y los muestra en pantallas con alarmas y tendencias. La demo de Ignition que abriste es una pantalla SCADA.

3. C · Los niveles 0–2 son OT y el nivel 4 es IT. El **MES**, en el nivel 3, recibe las órdenes de producción del ERP y devuelve lo que realmente se ha producido.

4. C · Los hechos sobre una empresa se deben **encontrar y citar**. Si no lo encuentras, puedes razonarlo igualmente, pero lo tienes que etiquetar como **hipótesis**.

5. B · Los datos que **suben** desde la planta (producción, energía, averías) permiten al negocio calcular costes reales y reaccionar rápido. La conexión **añade** riesgo de ciberseguridad; no lo elimina.

6. B · El ransomware afectó a **IT**, y no hay pruebas de que llegara a OT, pero aun así la empresa paró todo el oleoducto unos cinco días. En cuanto los dos mundos están conectados, un problema en uno afecta al otro.

7. A, C · **Seleccionar** quiere decir ajustar la tecnología a la empresa. Una pequeña tienda en línea y un sensor útil resuelven problemas reales; un MES y una sala de control 24 horas están pensados para grandes plantas.

8. C · **De extremo a extremo** quiere decir que todo el **recorrido** está conectado: pedido, planificación, producción, envío, facturación, posventa y resultados.