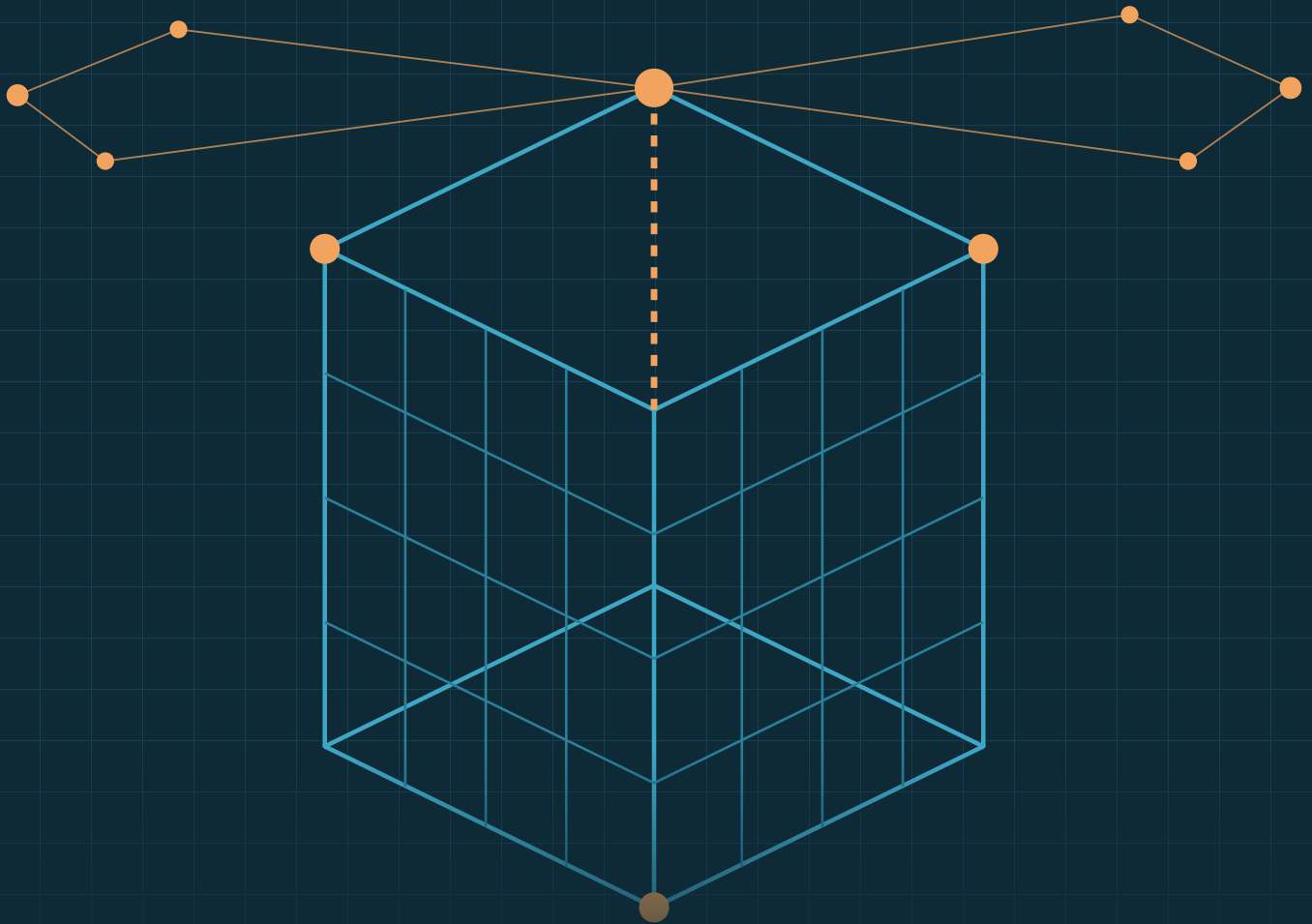




BIM · DATOS · INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Inteligencia Artificial aplicada a la Gestión de Proyectos BIM

Del modelo IFC a la decisión económica:
flujos de trabajo con ERPSqlite, el ERP de escritorio sin servidor

Inteligencia Artificial aplicada a la Gestión de Proyectos BIM

Del modelo IFC a la decisión económica con ERPSqlite.

Primera edición, octubre de 2026.

Las referencias a ERPSqlite describen las funciones publicadas en su web oficial (www.erp-sqlite.xyz, versión 1.1.2 en el momento de redactar este libro). Los nombres de modelos de datos, los fragmentos de código y las consultas SQL se ofrecen como ejemplos didácticos: antes de usarlos en producción, compruébelos contra su propia instalación, su manual de usuario y su esquema de base de datos.

Odoo, OpenAI, IFC, BC3/FIEBDC y el resto de marcas citadas pertenecen a sus respectivos titulares y se mencionan solo con fines descriptivos.

Este libro puede reproducirse con fines formativos citando la fuente.

Índice

Prólogo	4
---------------	---

PARTE I · FUNDAMENTOS

1. El nuevo escenario: BIM, datos e inteligencia artificial	5
2. Conceptos de IA que todo gestor BIM debe dominar.....	7
3. ERPSqlite: la columna vertebral de datos del proyecto	10

PARTE II · LAS DIMENSIONES DEL PROYECTO CON IA

4. Del modelo al presupuesto (5D): IFC, BC3 y mediciones.....	13
5. Planificación y control del plazo (4D).....	15
6. Compras, inventario y cadena de suministro.....	17
7. Control económico: certificaciones, costes y valor ganado	19

PARTE III · AUTOMATIZACIÓN, ANALÍTICA Y GOBIERNO

8. Asistentes y agentes de IA conectados al ERP.....	21
9. Analítica, BI e IA predictiva sobre SQLite	24
10. Gobernanza, seguridad y ética de los datos	27

PARTE IV · PUESTA EN PRÁCTICA

11. Hoja de ruta de implantación en 90 días	29
12. Caso práctico: edificio residencial de 24 viviendas	31
Conclusiones.....	33

ANEXOS

A. Glosario	34
B. Biblioteca de prompts para gestión BIM	35
C. Consultas y scripts de referencia	37
D. Lista de verificación de madurez IA-BIM	38



Prólogo

La construcción ya tiene modelos. Lo que le falta es que esos modelos hablen con el dinero, con el calendario y con las personas que toman decisiones.

Durante dos décadas, la metodología BIM (*Building Information Modeling*) ha transformado la manera en que diseñamos edificios e infraestructuras. Hoy es habitual que un proyecto cuente con un modelo federado de arquitectura, estructura e instalaciones, que se detecten colisiones antes de llegar a obra y que las mediciones salgan del modelo en lugar de una regla sobre un plano. Sin embargo, en la mayoría de empresas medianas y pequeñas, el modelo se queda en el departamento técnico. El presupuesto vive en otra herramienta, las compras en una hoja de cálculo, los partes de obra en papel o en WhatsApp y la contabilidad en un programa que nadie del equipo técnico abre jamás.

Esa fragmentación es el verdadero cuello de botella de la gestión de proyectos BIM. Y es justamente ahí donde la inteligencia artificial puede aportar más valor: no dibujando por nosotros, sino conectando, leyendo, resumiendo, comparando y anticipando. Una IA que entiende el presupuesto, conoce el avance real y puede consultar los pedidos pendientes es capaz de responder en segundos a preguntas que hoy requieren una reunión: *¿qué partidas van a desviarse este mes?, ¿qué material llega tarde?, ¿cuánto podemos certificar?*

Este libro propone un enfoque práctico para lograrlo con una herramienta concreta y accesible: **ERPSQLite**, un ERP de escritorio que guarda cada base de datos en un único archivo SQLite, funciona sin servidor ni conexión permanente, incluye módulos específicos de presupuestos de construcción con importación BC3, un CAD 2D/3D con exportación a IFC, gestión de proyectos con diagrama de Gantt, compras, inventario, contabilidad y recursos humanos, y además ofrece un asistente de IA, una API compatible con Odoo y un conector MCP para que herramientas de IA externas consulten el ERP con permisos y registro.

El libro está pensado para jefes de proyecto, BIM managers, técnicos de presupuestos, jefes de obra, responsables de administración de constructoras y estudios, y para cualquier profesional que quiera pasar de la curiosidad por la IA a un flujo de trabajo operativo. No hace falta saber programar, aunque se incluyen ejemplos de código y SQL para quien quiera ir más lejos.

La estructura es progresiva. La Parte I asienta los conceptos de BIM, datos e IA, y presenta ERPSQLite. La Parte II recorre las dimensiones del proyecto (coste, plazo, suministro y control económico) mostrando dónde interviene la IA en cada una. La Parte III aborda la automatización con agentes, la analítica y el gobierno de los datos. La Parte IV aterriza todo en una hoja de ruta de 90 días y en un caso práctico completo.

01

El nuevo escenario: BIM, datos e inteligencia artificial

BIM convirtió el edificio en información. La IA convierte esa información en decisiones. Entre ambos falta un eslabón: el sistema que gestiona la empresa.

1.1 De la maqueta digital a la base de datos del activo

Es frecuente reducir BIM a "modelar en 3D". En realidad, BIM es un método de gestión de la información a lo largo de todo el ciclo de vida del activo construido. Cada muro, cada ventana y cada luminaria del modelo es un objeto con propiedades: material, fabricante, coste, fase, resistencia al fuego, código de clasificación. El valor no está en la geometría, sino en esos datos estructurados que pueden consultarse, medirse y compararse.

Por eso hablamos de "dimensiones" BIM. A las tres dimensiones geométricas se suman la cuarta (tiempo), la quinta (coste), la sexta (sostenibilidad) y la séptima (operación y mantenimiento). Cada nueva dimensión exige conectar el modelo con otro tipo de información, y la mayoría de esa información no vive en el software de modelado: vive en el ERP.

Dimensión	Pregunta que responde	Dónde vive el dato habitualmente
3D	¿Qué se construye y cómo es?	Software de modelado, archivo IFC
4D	¿Cuándo se construye cada elemento?	Planificador (Gantt), partes de obra
5D	¿Cuánto cuesta y cuánto se ha gastado?	Presupuesto BC3, compras, contabilidad
6D	¿Qué impacto ambiental tiene?	Fichas de producto, declaraciones ambientales
7D	¿Cómo se opera y mantiene?	Inventario de activos, mantenimiento, incidencias

1.2 El problema real: islas de información

En una empresa constructora tipo, un mismo dato se escribe varias veces. La medición de hormigón sale del modelo, se copia al presupuesto, se vuelve a escribir en el pedido al proveedor, se teclea de nuevo al recibir el albarán y se introduce otra vez al contabilizar la factura. Cada copia es una oportunidad de error y una fuente de retraso. Cuando la dirección pregunta por la desviación de una partida, alguien tiene que reconstruir la historia cruzando cuatro archivos.

Los estudios del sector coinciden en que una parte muy significativa del tiempo de los técnicos se dedica a buscar, validar y reconciliar información, no a producirla. La IA no resuelve este problema si los datos siguen dispersos; al contrario, lo amplifica, porque un modelo de lenguaje que responde con seguridad sobre datos incompletos es más peligroso que una hoja de cálculo que simplemente no cuadra.

IDEA CENTRAL DEL LIBRO

La IA rinde en proporción a la calidad y a la conexión de los datos que puede leer. Antes de pedirle a la IA que prediga, hay que darle un único lugar donde consultar el presupuesto, el avance, las compras y los costes reales. Ese lugar es el ERP.

1.3 Por qué ahora

Tres cambios recientes hacen que la combinación BIM + ERP + IA sea viable incluso para empresas pequeñas:

- **Modelos de lenguaje generalistas** capaces de leer documentos, tablas y código, razonar sobre ellos y redactar respuestas en castellano técnico correcto.
- **Protocolos de conexión estandarizados**, como el Model Context Protocol (MCP), que permiten que un asistente de IA consulte aplicaciones de negocio con permisos definidos y dejando registro.
- **Software de gestión ligero**, como ERPSqlite, que elimina la barrera del servidor, del departamento de sistemas y de las licencias corporativas: la base de datos es un archivo, la instalación es descomprimir y ejecutar, y la prueba completa dura 90 días.

1.4 Un mapa de casos de uso

A lo largo del libro desarrollaremos los siguientes casos de uso, ordenados de menor a mayor complejidad:

Nivel	Caso de uso	Beneficio principal
1. Asistir	Redactar ofertas, resumir partes, leer facturas con OCR	Ahorro de tiempo administrativo
2. Consultar	Preguntar en lenguaje natural por costes, pedidos o avance	Información inmediata para decidir
3. Automatizar	Flujos que generan pedidos, avisos o certificaciones	Menos errores y menos trabajo repetitivo
4. Predecir	Estimar desviaciones de coste y plazo, riesgo de proveedores	Anticipación en lugar de reacción
5. Orquestrar	Agentes que coordinan varias tareas con aprobación humana	Gestión proactiva del proyecto

Puntos clave

- BIM es gestión de información, no solo geometría.
- Las dimensiones 4D a 7D dependen de datos que viven fuera del modelo, en el ERP.
- La IA solo aporta valor fiable cuando consulta datos conectados y trazables.

02

Conceptos de IA que todo gestor BIM debe dominar

No hace falta ser científico de datos para gestionar con IA, pero sí entender qué hace cada tecnología, qué no puede hacer y dónde se equivoca.

2.1 Tres familias de IA útiles en la construcción

Aprendizaje automático clásico

Son modelos que aprenden patrones a partir de datos históricos tabulados: regresiones, árboles de decisión, bosques aleatorios o modelos de gradiente. Son ideales para **predecir** una cifra (coste final de una partida, días de retraso) o **clasificar** un caso (proveedor de riesgo, incidencia crítica). Necesitan datos limpios y en cantidad suficiente; su gran ventaja es que son explicables y baratos de ejecutar.

Visión artificial

Permite interpretar imágenes y documentos: leer facturas y albaranes (OCR inteligente), reconocer elementos en fotos de obra, comparar el avance fotografiado con el modelo o detectar ausencia de equipos de protección. En ERPSqlite esta familia aparece de forma directa en la lectura de facturas por OCR.

Modelos de lenguaje (LLM) e IA generativa

Son los modelos que conversan, redactan y razonan sobre texto. Su utilidad en gestión de proyectos es enorme porque gran parte del trabajo es lenguaje: actas, pliegos, correos, reclamaciones, partes, ofertas. Además, los LLM actuales pueden **usar herramientas**: consultar una base de datos, llamar a una API o crear un documento, siempre que se les dé acceso.

2.2 Conceptos operativos imprescindibles

Concepto	Qué significa en la práctica
Prompt	La instrucción que damos al modelo. Su calidad determina la calidad de la respuesta.
Contexto	La información que el modelo tiene delante al responder: el prompt, los documentos adjuntos y los resultados de las herramientas.
Alucinación	Respuesta plausible pero falsa. Se reduce obligando al modelo a basarse en datos consultados y a citar su origen.
RAG	Recuperación aumentada: antes de responder, el sistema busca los fragmentos relevantes en nuestros documentos y se los pasa al modelo.
Agente	Un modelo que planifica pasos y usa herramientas para lograr un objetivo, por ejemplo "prepara la certificación de marzo".
MCP	Model Context Protocol: estándar abierto para conectar asistentes de IA con aplicaciones y datos de forma controlada.
Humano en el bucle	Diseño en el que la IA propone y una persona aprueba antes de que se modifique un documento o se envíe algo.

2.3 Qué hace bien la IA y qué no

Hace bien: resumir partes y actas largas; extraer datos de documentos semiestructurados; comparar ofertas de proveedores; redactar borradores de correos, informes y reclamaciones; traducir preguntas en lenguaje natural a consultas sobre datos; detectar anomalías en series de costes; proponer clasificaciones y codificaciones.

No hace bien (sin ayuda): garantizar cálculos exactos sin una herramienta que los ejecute; conocer datos de su empresa que no se le han dado; asumir responsabilidad técnica o contractual; distinguir por sí sola un dato desactualizado de uno vigente; entender el contexto político de una obra o de una relación con el cliente.

REGLA DE ORO

Los números salen del ERP; las palabras pueden salir de la IA. Pida siempre al asistente que obtenga las cifras mediante una consulta a los datos y que indique de dónde salen, en lugar de "recordarlas" o estimarlas.

2.4 El patrón de arquitectura que seguiremos

Todos los flujos del libro siguen el mismo esquema de cuatro capas, que conviene interiorizar:

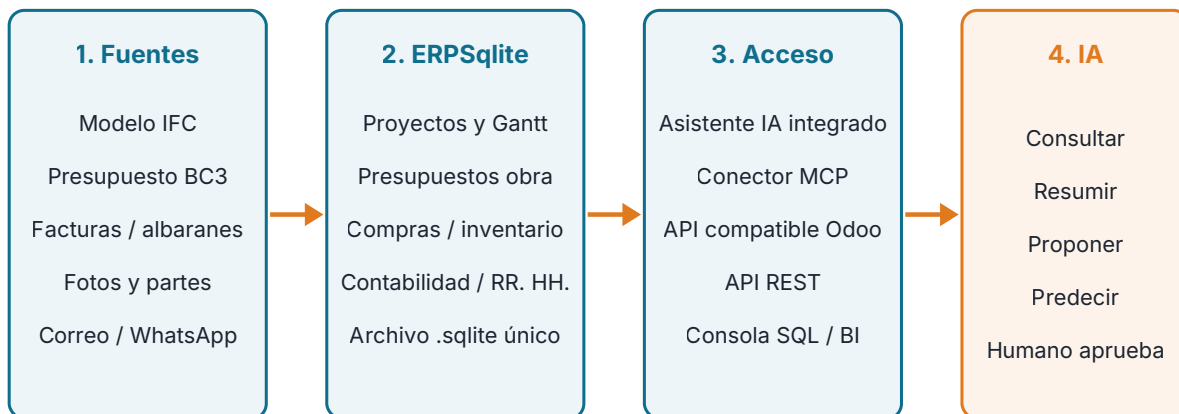


Figura 2.1. Arquitectura de referencia: fuentes, ERP como repositorio único, capa de acceso controlado y capa de IA con aprobación humana.

Puntos clave

- Use aprendizaje automático para predecir cifras, visión para leer documentos e imágenes, y LLM para lenguaje y orquestación.
- Reduzca alucinaciones forzando a la IA a consultar datos y citar su origen.
- Diseñe siempre con un humano que aprueba los cambios.

03

ERPSqlite: la columna vertebral de datos del proyecto

"Su ERP de escritorio, sin servidor." Un enfoque radicalmente sencillo que encaja con la realidad de estudios, promotoras y constructoras pequeñas y medianas.

3.1 Qué es ERPSqlite

ERPSqlite es una aplicación de gestión empresarial inspirada en Odoo, disponible para Windows y macOS. Su rasgo distintivo es que **cada base de datos es un único archivo SQLite** guardado en el propio ordenador. No necesita servidor ni conexión a Internet para funcionar (salvo para el correo electrónico y el asistente de IA). Para equipos que prefieren trabajar en red, existe también una versión web que puede desplegarse en un servidor propio mediante Docker, y la configuración contempla además PostgreSQL y MySQL como motores de base de datos.

Según su web, la plataforma reúne 56 aplicaciones agrupadas en ventas y clientes, finanzas, operaciones, personas, comunicación, productividad, construcción y diseño, y herramientas técnicas. Ofrece una prueba gratuita de 90 días con todas las funciones y licencias desde 10 € por usuario interno activo.

3.2 Los módulos que importan en un proyecto BIM

Área	Aplicación ERPSqlite	Papel en la gestión BIM
Construcción y diseño	Presupuestos de construcción	Importación BC3, mediciones, Gantt, partes diarios y certificaciones (5D)
Construcción y diseño	CAD	Dibujo 2D y 3D, elementos de arquitectura, movimiento de tierras, GIS, cálculo estructural, coloreado por avance y exportación a IFC
Personas	Proyectos	Vistas Kanban, lista y Gantt, hojas de horas, tickets vinculados y enlace público de avance (4D)
Operaciones	Compras	Solicitudes con aprobación, pedidos, recepciones, facturas de proveedor y tarifas
Operaciones	Inventario	Varios almacenes y ubicaciones (por ejemplo, acopio en obra), traslados, recuentos e historial
Finanzas	Facturación y contabilidad	Partida doble, pagos, conciliación bancaria, impuestos y cuenta de resultados
Finanzas	OCR de facturas, BI, gastos	Captura automática de costes y cuadros de mando
Personas	RR. HH. y nóminas	Asistencia, fichaje con ubicación desde el portal del empleado, coste de mano de obra
Operaciones	Servicio de campo, mesa de ayuda, flota	Posventa, incidencias y mantenimiento (7D)
Productividad	Documentos, tareas, notas	Gestión documental del proyecto (entorno de datos común ligero)
Comunicación	Asistente IA, flujos de automatización, WhatsApp, correo	Capa de inteligencia y automatización

3.3 Las puertas de entrada para la IA

Lo que convierte a ERPSqlite en un candidato especialmente interesante para un enfoque de IA es la variedad de vías por las que un sistema inteligente puede leer y escribir datos:

1. **Asistente IA integrado.** Crea presupuestos, pedidos y facturas, y *pide aprobación antes de modificar documentos*. Funciona con la clave de OpenAI del propio usuario; las consultas y los datos implicados se envían a OpenAI.
2. **Conector MCP.** Permite que herramientas de IA externas consulten el ERP con permisos y registro de actividad.

3. **API compatible con Odoo** (JSON-RPC y XML-RPC) y **API REST**. Se activan en *Ajustes → API externa*; cada integración tiene su propia clave, y la API escucha solo en local salvo que se autorice expresamente el acceso desde la red.
4. **IA embebida en funciones concretas**: lectura de facturas por OCR, respuestas en WhatsApp, flujos de automatización y planos en el CAD.
5. **Consola SQL** y, por tratarse de SQLite, la posibilidad de analizar una copia del archivo con cualquier herramienta de ciencia de datos.

3.4 Ventajas del modelo "un archivo por empresa" en proyectos BIM

- **Portabilidad**: la base de datos de una obra o de una UTE puede entregarse, archivar-se o auditarse como un archivo.
- **Trabajo sin conexión**: útil en casetas de obra con conectividad irregular.
- **Copia de seguridad trivial**: cerrar la aplicación y copiar el archivo, o programar copias automáticas con la aplicación de Respaldo.
- **Analítica directa**: SQLite es legible por Python, R, Power BI, DuckDB y prácticamente cualquier herramienta, lo que facilita entrenar modelos predictivos con datos históricos de obras cerradas.
- **Coste de entrada bajo**: sin servidor ni administración de sistemas, y con 90 días de prueba para validar el enfoque.

A TENER EN CUENTA

El trabajo multiusuario simultáneo sobre un único archivo local tiene límites naturales. Si varios técnicos deben trabajar a la vez sobre la misma obra, valore la versión web en servidor propio (Docker) o un motor PostgreSQL/MySQL. Además, según la web del fabricante, la aplicación aún no está firmada digitalmente, por lo que Windows y macOS mostrarán un aviso de seguridad en el primer arranque: compruebe que descarga el instalador desde la web oficial.

Puntos clave

- ERPSqlite integra presupuestos BC3, CAD con exportación IFC, proyectos, compras, inventario y contabilidad en un solo sistema.
- La IA puede entrar por el asistente integrado, MCP, la API compatible con Odoo, la API REST o la consola SQL.
- El formato de archivo único facilita portabilidad, copia de seguridad y analítica.

04

Del modelo al presupuesto (5D): IFC, BC3 y mediciones

El presupuesto es el contrato económico del modelo. Cuando ambos están conectados, cada cambio de diseño tiene un precio visible al instante.

4.1 El flujo 5D tradicional y sus fricciones

En el flujo habitual, el equipo de diseño exporta tablas de cantidades desde el modelo, el técnico de presupuestos las reinterpreta, las asigna a partidas de una base de precios y genera un archivo BC3 (formato FIEBDC-3, el estándar de intercambio de presupuestos en España). Las fricciones aparecen en tres puntos: la **clasificación** (qué objeto del modelo corresponde a qué partida), los **criterios de medición** (huecos, solapes, desperdicios) y la **actualización** cuando el modelo cambia.

4.2 El flujo propuesto con ERPSqlite

1. **Modelado.** El modelo se elabora en la herramienta BIM del estudio o, para proyectos sencillos, en el CAD de ERPSqlite, que ofrece elementos de arquitectura, movimiento de tierras, GIS y cálculo estructural, y exporta a IFC.
2. **Presupuesto.** Se importa el BC3 de proyecto (o la base de precios de referencia) en la aplicación de Presupuestos de construcción de ERPSqlite.
3. **Mediciones.** Las cantidades del modelo se vinculan a las líneas de medición de cada partida.
4. **Revisión asistida por IA.** La IA compara modelo y presupuesto, propone asignaciones y detecta incoherencias.
5. **Aprobación.** El técnico valida y el presupuesto queda como línea base para planificación, compras y certificación.

4.3 Dónde aporta la IA en el 5D

Clasificación semántica de elementos

Un LLM puede leer el nombre, el tipo y las propiedades de un elemento IFC (por ejemplo, `IfcWall` con material "Ladrillo perforado 11,5 cm + trasdosado") y proponer la partida del BC3 más probable, con su justificación. Esto reduce drásticamente el trabajo de mapeo en proyectos con cientos de tipos.

Actúa como técnico de presupuestos. Te paso (1) la lista de tipos de elemento del modelo IFC con sus propiedades y cantidades y (2) la lista de partidas del presupuesto BC3 con código, unidad y descripción. Para cada tipo de elemento, propón la partida más adecuada, indica la unidad de medición, el nivel de confianza (alto/medio/bajo) y el motivo. Marca como "SIN PARTIDA" los elementos que no encajen. No inventes códigos: usa solo los de la lista.

Auditoría de coherencia

Pida a la IA que detecte partidas presupuestadas sin cantidad en el modelo, elementos del modelo sin partida y desviaciones de cantidad superiores a un umbral. Es una revisión que un técnico tarda horas en hacer y que la IA prepara en minutos para su validación.

Redacción y homogeneización de descripciones

Los textos de partidas suelen arrastrar errores, duplicidades y estilos distintos según quién las redactó. La IA puede proponer descripciones homogéneas, completar los criterios de medición y señalar contradicciones con el pliego.

Estimación temprana de costes

Con presupuestos históricos almacenados en ERPSqlite, un modelo de aprendizaje automático puede estimar el coste por metro cuadrado de un nuevo proyecto en fase de anteproyecto, a partir de la tipología, la superficie, el número de plantas o la calidad de acabados. El capítulo 9 explica cómo extraer esos datos del archivo SQLite.

4.4 Gestión de cambios y versiones

Cada vez que el modelo cambie, conviene seguir una disciplina clara: exportar el nuevo IFC, regenerar las cantidades, pedir a la IA un **informe de diferencias** (partidas afectadas, variación de cantidad y de importe) y registrar la modificación como una versión del presupuesto. Así, las órdenes de cambio con el cliente se apoyan en datos trazables.

BUENA PRÁCTICA

Estandarice los nombres de tipos y las propiedades del modelo (por ejemplo, un parámetro "Código partida" en cada tipo). Cuanto más estructurado esté el modelo, menos tiene que "adivinar" la IA y más fiable es el 5D.

Puntos clave

- ERPSqlite importa BC3 y gestiona mediciones; su CAD exporta a IFC.
- La IA ayuda a clasificar, auditar y redactar, pero la validación es del técnico.
- Cada cambio de modelo debe generar un informe de diferencias económico.

05

Planificación y control del plazo (4D)

Un Gantt que no se alimenta del avance real es una declaración de intenciones. La IA puede cerrar el ciclo entre lo planificado y lo ejecutado.

5.1 La planificación en ERPSqlite

ERPSqlite ofrece dos lugares complementarios para el plazo: la aplicación de **Proyectos**, con vistas Kanban, lista y Gantt, hojas de horas y un enlace público para compartir el avance con el cliente, y la aplicación de **Presupuestos de construcción**, que incluye su propio Gantt, partes diarios y certificaciones. Además, el CAD permite **colorear el modelo según el avance**, lo que ofrece una visualización 4D directa.

5.2 Generación asistida del plan

A partir de la estructura del presupuesto (capítulos y partidas) y de rendimientos de referencia, la IA puede proponer una primera planificación: secuencia lógica de actividades, duraciones estimadas según cantidades y cuadrillas, y precedencias típicas (cimentación antes que estructura, estructura antes que cerramientos, etc.).

Con estas partidas del presupuesto (código, descripción, unidad, cantidad) y estos rendimientos de cuadrilla, propone una planificación de obra:

- agrupa las partidas en actividades de Gantt,
- calcula duraciones en días laborables con 1 o 2 cuadrillas,
- indica precedencias (FC, CC) y holguras,
- señala el camino crítico.

Devuélvelo como tabla CSV con: actividad; partidas; duración; predecesoras.

El resultado se revisa y se carga como tareas del proyecto. La IA no sustituye al jefe de obra, pero le ahorra el "folio en blanco" y propone alternativas que puede comparar.

5.3 Partes diarios inteligentes

Los partes diarios son la fuente más rica y peor aprovechada del control de obra. Con IA pueden transformarse en datos estructurados:

- El encargado envía una nota de voz, un mensaje de WhatsApp o unas fotos.
- La IA transcribe, resume y extrae: actividades realizadas, cantidades ejecutadas, recursos presentes, incidencias, condiciones meteorológicas.

- Se propone el parte diario en la aplicación de presupuestos de construcción para su aprobación.
- El avance aprobado actualiza el Gantt y el coloreado del modelo.

Los módulos de WhatsApp, fichaje con ubicación del portal del empleado y la aplicación de meteorología de ERPSqlite aportan señales complementarias (quién estuvo en obra, cuándo y con qué tiempo) que enriquecen el análisis.

5.4 Predicción de retrasos

Con varios meses de partes y avance, es posible estimar la probabilidad de que una actividad se retrase. Variables útiles son el ritmo real frente al planificado de las últimas semanas, la disponibilidad de materiales según los pedidos pendientes, la meteorología prevista, el número de trabajadores fichados y la dependencia de subcontratas con historial de retrasos. Un modelo sencillo de clasificación, entrenado con obras anteriores, ya proporciona alertas útiles; el capítulo 9 muestra cómo empezar.

INDICADORES 4D RECOMENDADOS

- **SPI** (índice de cumplimiento del plazo) = valor ganado / valor planificado.
- Porcentaje de actividades del camino crítico con retraso.
- Días de holgura consumidos por semana.
- Partes diarios pendientes de aprobar.

Puntos clave

- Use la IA para el primer borrador del plan y para estructurar los partes diarios.
- El avance aprobado debe actualizar Gantt y modelo coloreado.
- Con histórico suficiente, la predicción de retrasos es alcanzable con modelos sencillos.

06

Compras, inventario y cadena de suministro

El material que falta en obra cuesta más que el que sobra en el almacén. Conectar modelo, plan y compras permite comprar lo justo, a tiempo.

6.1 Del presupuesto a la necesidad de compra

Con el presupuesto (qué y cuánto) y la planificación (cuándo) en ERPSqlite, la necesidad de material de cada semana se puede calcular de forma automática. La IA añade valor en tres pasos: agrupar las necesidades por familia y proveedor, aplicar coeficientes de desperdicio razonables por tipo de material y redactar las solicitudes de compra con plazos de entrega compatibles con el plan.

La aplicación de Compras de ERPSqlite admite **solicitudes de compra con aprobación**, pedidos, recepciones, facturas de proveedor y tarifas por proveedor. Este circuito de aprobación es el lugar natural para el "humano en el bucle": la IA propone la solicitud y el jefe de obra la aprueba.

6.2 Comparativos de ofertas con IA

El comparativo de ofertas es una tarea ideal para un LLM: las ofertas llegan en formatos distintos, con unidades, plazos y condiciones heterogéneas. La IA puede normalizarlas en una tabla, señalar qué incluye y qué excluye cada proveedor, y destacar condiciones de pago o portes que cambian el coste real.

Te adjunto tres ofertas de proveedores para la partida "Acero B500S corrugado". Normaliza a €/kg puesto en obra, incluyendo portes y descuentos. Tabla con: proveedor, precio unitario, plazo, forma de pago, exclusiones, validez. Después recomienda una opción y justifica. Indica cualquier dato que falte o sea ambiguo en lugar de suponerlo.

6.3 Inventario y acopios en obra

El inventario de ERPSqlite admite varios almacenes y ubicaciones, traslados, recuentos e historial de movimientos. Una práctica recomendable es crear un almacén por obra (o una ubicación de acopio dentro de él) para conocer el material disponible en cada momento y valorar los consumos reales frente a los presupuestados. La IA puede:

- Leer albaranes fotografiados y proponer la recepción del pedido correspondiente.

- Detectar recepciones parciales y pedidos con retraso respecto a la fecha comprometida.
- Avisar cuando el consumo de un material supera lo previsto para el avance certificado (posible desperdicio, robo o error de medición).

6.4 Evaluación inteligente de proveedores

Con el historial de pedidos, recepciones y facturas, es posible puntuar a cada proveedor por cumplimiento de plazos, incidencias de calidad, variación de precios y exactitud de facturación. Un resumen generado por IA antes de adjudicar un nuevo pedido evita repetir errores del pasado.

6.5 Captura automática de facturas

El OCR de facturas de ERPSqlite, apoyado en IA, extrae proveedor, fecha, base imponible, impuestos y líneas, y propone la factura de proveedor. Vinculada al pedido y a la recepción, permite la conciliación a tres bandas (pedido, albarán y factura) y que el coste real llegue al proyecto sin teclear.

Puntos clave

- Presupuesto + plan = necesidades de compra calculables.
- La IA normaliza ofertas y propone solicitudes; las personas aprueban.
- Un almacén por obra y el OCR de facturas acercan el coste real al presupuesto en tiempo casi real.

07

Control económico: certificaciones, costes y valor ganado

El control económico de una obra se resume en tres cifras: lo que vale lo hecho, lo que ha costado y lo que costará terminarla.

7.1 Certificaciones

La aplicación de Presupuestos de construcción de ERPSqlite gestiona certificaciones a partir de las mediciones ejecutadas. El ciclo recomendado es: partes diarios aprobados, medición de lo ejecutado a fin de mes, revisión, emisión de la certificación y facturación al cliente desde el módulo de Facturación y contabilidad.

La IA puede preparar el **borrador de certificación** cruzando el avance de los partes con las mediciones del modelo, señalar partidas en las que la medición certificada supera lo presupuestado (posible exceso de medición o modificado no aprobado) y redactar la memoria explicativa que acompaña a la certificación.

7.2 Imputación de costes reales

Para que el control económico funcione, cada coste debe llegar al proyecto y, si es posible, a la partida:

Tipo de coste	Origen en ERPSqlite	Ayuda de la IA
Materiales	Compras, recepciones, facturas de proveedor	OCR de facturas, propuesta de partida por línea
Mano de obra	Hojas de horas, asistencia, nóminas propia	Clasificar horas por actividad a partir de los partes
Subcontratas	Pedidos y facturas de subcontratista	Cotejar facturas con certificaciones del subcontratista
Maquinaria y flota	Flota, gastos	Detectar uso anómalo o costes sin asignar
Gastos generales	Gastos, contabilidad	Proponer reparto según criterios definidos

7.3 Gestión del valor ganado (EVM)

El método del valor ganado integra plazo y coste en un mismo marco y es el idioma común entre BIM 4D y 5D:

Indicador	Fórmula	Lectura
PV, valor planificado	Presupuesto de lo que debía estar hecho	Línea base
EV, valor ganado	Presupuesto de lo realmente hecho	Avance valorado
AC, coste real	Lo gastado para lograr el EV	Contabilidad de obra
CPI	EV / AC	< 1: sobrecoste
SPI	EV / PV	< 1: retraso
EAC	BAC / CPI (método simple)	Coste estimado a la conclusión

Con los datos en ERPSqlite, estos indicadores pueden calcularse automáticamente cada semana. El papel de la IA es doble: **explicar** las desviaciones en lenguaje claro ("el CPI de estructura cae a 0,91 por el sobreconsumo de hormigón en forjados de planta 2 y el alquiler adicional de encofrado") y **mejorar la previsión** del EAC con modelos que tienen en cuenta el comportamiento de obras similares, no solo la fórmula lineal.

7.4 Informe mensual de dirección

El informe mensual (situación económica, plazo, riesgos, decisiones pendientes) consume muchas horas de jefatura. Con datos conectados, la IA puede generar un primer borrador que el jefe de proyecto revisa y firma. Debe contener siempre las fuentes de cada cifra y separar claramente hechos, interpretaciones y recomendaciones.

ATENCIÓN CONTRACTUAL

Las certificaciones y los informes al cliente tienen efectos contractuales. La IA prepara; la firma, la responsabilidad y la decisión final son siempre de una persona cualificada.

Puntos clave

- Certificaciones, costes reales y contabilidad conviven en ERPSqlite.
- El valor ganado une 4D y 5D en indicadores calculables cada semana.
- La IA explica desviaciones y redacta informes; las personas firman.

08

Asistentes y agentes de IA conectados al ERP

El salto cualitativo se produce cuando la IA deja de ser una ventana de chat aislada y pasa a consultar y proponer cambios en el sistema real de la empresa.

8.1 Tres niveles de integración

Nivel	Cómo	Para quién
Asistente integrado	Asistente IA de ERPSqlite con la clave de OpenAI de la empresa	Usuarios de negocio, sin configuración técnica
IA externa vía MCP	Un cliente compatible con MCP se conecta al conector MCP de ERPSqlite	Jefes de proyecto y BIM managers que ya usan un asistente de IA
Integración a medida	Scripts o servicios que usan la API compatible con Odoo o la API REST	Equipos con capacidad técnica o integradores

8.2 El asistente IA integrado

Según la documentación pública, el asistente de ERPSqlite puede crear presupuestos, pedidos y facturas y solicita aprobación antes de modificar documentos. Es el punto de partida más rápido: basta con introducir una clave de OpenAI. Ejemplos de peticiones útiles en un contexto de obra:

```
"Crea un pedido de compra al proveedor Hormigones del Sur para la obra Residencial Los Olivos: 48 m³ de HA-25/B/20/IIa, entrega el jueves a las 8:00."

"Prepara un presupuesto para el cliente con las partidas del capítulo 05 Cubiertas, aplicando un 12 % de beneficio industrial."

"¿Qué facturas de proveedor de la obra Los Olivos están pendientes de pago y vencen esta semana?"
```

8.3 Conexión mediante MCP

El Model Context Protocol permite que un asistente de IA externo descubra las "herramientas" que ofrece una aplicación (consultar registros, crear documentos, etc.) y las use con los permisos que se le concedan. ERPSqlite incluye un conector MCP con permisos y registro, lo que encaja con dos requisitos esenciales de la gestión de proyectos: **control de acceso** (qué puede ver y hacer la IA) y **trazabilidad** (qué hizo y cuándo).

Recomendaciones de configuración:

- Cree un usuario o clave específicos para la IA, con permisos mínimos (empiece por solo lectura).
- Limite el acceso a las aplicaciones necesarias: proyectos, presupuestos de construcción, compras, inventario.
- Revise periódicamente el registro de llamadas.
- Amplíe a permisos de escritura solo para flujos con aprobación humana.

8.4 Integración a medida con la API compatible con Odoo

La compatibilidad con la API externa de Odoo significa que muchas bibliotecas y conocimientos existentes son reutilizables. El siguiente ejemplo en Python ilustra el patrón XML-RPC estándar de Odoo para leer las tareas de un proyecto. Los nombres de modelos y campos son orientativos: verifíquelos en su instalación.

```
# Ejemplo didáctico: patrón XML-RPC estilo Odoo
import xmlrpc.client

URL = "http://127.0.0.1:PUERTO"      # la API escucha en local por defecto
DB, USER, KEY = "obra_olivos", "ia@empresa.es", "CLAVE_DE_INTEGRACION"

common = xmlrpc.client.ServerProxy(f"{URL}/xmlrpc/2/common")
uid = common.authenticate(DB, USER, KEY, {})
models = xmlrpc.client.ServerProxy(f"{URL}/xmlrpc/2/object")

tareas = models.execute_kw(DB, uid, KEY, "project.task", "search_read",
    [[["project_id.name", "=", "Residencial Los Olivos"]]],
    {"fields": ["name", "date_deadline", "stage_id"], "limit": 200})

for t in tareas:
    print(t["name"], t["date_deadline"], t["stage_id"])
```

Con este patrón, un script nocturno puede extraer el estado de las tareas, pasárselo a un modelo de lenguaje para que identifique riesgos y enviar el resumen por correo al jefe de proyecto cada mañana.

8.5 Flujos de automatización

La aplicación de flujos de automatización de ERPSqlite, que también puede apoyarse en IA, permite encadenar disparadores y acciones sin programar. Ejemplos aplicados a obra:

- **Al recibir una factura de proveedor por correo:** leer con OCR, proponer la factura, vincularla al pedido y avisar si el importe difiere más de un 2 %.

- **Al aprobar un parte diario:** actualizar el avance de las tareas y, si una actividad crítica se retrasa, notificar al jefe de obra.
- **Al entrar un mensaje de WhatsApp de un cliente de posventa:** clasificar la incidencia, crear un ticket en la mesa de ayuda y responder con el número de seguimiento.
- **Cada viernes:** calcular los indicadores de valor ganado y generar el borrador del informe semanal.

8.6 Diseño de un agente de proyecto

Un agente es una IA a la que se le da un objetivo, unas herramientas y unas reglas. Un "agente de control de obra" bien diseñado tendría:

Elemento	Definición
Objetivo	Detectar cada día desviaciones de plazo, coste y suministro, y proponer acciones.
Herramientas	Lectura de tareas, partes, pedidos, recepciones, facturas y presupuesto vía MCP o API.
Permisos	Solo lectura; puede crear borradores de solicitudes de compra pendientes de aprobación.
Reglas	Citar siempre el documento origen; no estimar cifras que pueda consultar; escalar a una persona cualquier decisión contractual.
Salida	Resumen diario con semáforo por área y lista de acciones propuestas.

Puntos clave

- Empiece con el asistente integrado, siga con MCP y pase a integraciones a medida cuando haya casos claros.
- Permisos mínimos, registro y aprobación humana son innegociables.
- La API compatible con Odoo permite reutilizar patrones y bibliotecas conocidas.

09

Analítica, BI e IA predictiva sobre SQLite

Cada obra terminada es un conjunto de datos de entrenamiento. Las empresas que los conservan y los analizan aprenden más rápido que su competencia.

9.1 Cuadros de mando del proyecto

ERPSqlite incluye aplicaciones de cuadro de mando y BI. Un tablero de proyecto BIM debería mostrar, como mínimo: presupuesto frente a coste real por capítulo, CPI y SPI semanales, certificado frente a cobrado, pendientes pendientes de recibir, incidencias abiertas y horas imputadas por actividad.

9.2 Trabajar con una copia del archivo SQLite

Para análisis avanzados, la vía más segura es trabajar sobre una **copia** del archivo de base de datos (hecha con la aplicación cerrada o desde una copia de seguridad), nunca sobre el archivo en uso. Primero, explore el esquema:

```
-- Listar tablas y consultar su estructura (SQLite)
SELECT name FROM sqlite_master WHERE type = 'table' ORDER BY name;
PRAGMA table_info('nombre_de_tabla');
```

Una vez identificadas las tablas de proyectos, partidas, mediciones y costes, se pueden construir consultas de control. El siguiente ejemplo es **ilustrativo**: los nombres de tablas y columnas deben adaptarse a su esquema real.

```
-- Desviación por capítulo (nombres de tabla ilustrativos)
SELECT c.codigo, c.descripcion,
       SUM(p.cantidad_presupuestada * p.precio) AS presupuesto,
       SUM(p.cantidad_ejecutada * p.precio) AS valor_ganado,
       COALESCE(SUM(r.importe), 0) AS coste_real,
       ROUND(SUM(p.cantidad_ejecutada * p.precio)
             / NULLIF(SUM(r.importe), 0), 2) AS cpi
FROM capitulos c
JOIN partidas p ON p.capitulo_id = c.id
LEFT JOIN costes r ON r.partida_id = p.id
WHERE c.obra_id = :obra
GROUP BY c.id
ORDER BY cpi ASC;
```

TEXTO A SQL CON IA

Pase a la IA el resultado de `PRAGMA table_info` de las tablas relevantes y pídale que escriba la consulta. Ejecútela en la consola SQL de ERPSqlite o sobre la copia, revise el resultado y guarde las consultas que funcionen como una biblioteca reutilizable.

9.3 Un primer modelo predictivo

Con datos de varias obras cerradas, puede entrenarse un modelo que estime el sobrecoste final de una partida a partir de su comportamiento en las primeras semanas. Un esquema mínimo en Python:

```
import sqlite3, pandas as pd
from sklearn.ensemble import GradientBoostingRegressor
from sklearn.model_selection import cross_val_score

con = sqlite3.connect("copia_historico.sqlite") # siempre una copia
df = pd.read_sql("SELECT * FROM vista_partidas_historico", con)

X = df[["familia", "importe_presupuesto", "cpi_semana_4",
        "spi_semana_4", "n_cambios", "proveedor_score"]]
X = pd.get_dummies(X, columns=["familia"])
y = df["desviacion_final_pct"]

modelo = GradientBoostingRegressor()
print(cross_val_score(modelo, X, y, cv=5, scoring="neg_mean_absolute_error"))
modelo.fit(X, y)
```

La "vista" de histórico se construye con SQL a partir de las tablas reales. Lo importante no es el algoritmo, sino disponer de un histórico coherente: misma estructura de partidas, mismos criterios de imputación y fechas de corte homogéneas.

9.4 Detección de anomalías

Sin necesidad de entrenar modelos complejos, reglas estadísticas sencillas aplicadas cada semana detectan muchos problemas: facturas con precio unitario muy superior a la tarifa del proveedor, consumos de material desproporcionados respecto al avance, horas imputadas a actividades ya terminadas o partes diarios repetidos. La IA convierte después cada anomalía en un mensaje comprensible con el enlace al documento.

9.5 Retroalimentación al diseño

El objetivo último de la analítica es cerrar el ciclo: que los costes y plazos reales de las obras alimenten las bases de precios, los rendimientos y las decisiones de diseño de los proyectos siguientes. Una empresa que, gracias a su histórico, sabe cuánto le cuesta realmente un metro cuadrado de fachada ventilada, presupuesta mejor y gana más concursos con menos riesgo.

Puntos clave

- Analice siempre sobre una copia del archivo SQLite.
- La IA traduce preguntas a SQL; usted valida y guarda las consultas.
- El histórico homogéneo es el activo que hace posible la predicción.

10

Gobernanza, seguridad y ética de los datos

Conectar la IA a los datos de la empresa multiplica su utilidad y también sus riesgos. Gobernar bien es lo que permite escalar con confianza.

10.1 Marco de gestión de la información

La serie de normas ISO 19650 establece cómo organizar la información de un proyecto BIM: requisitos de información, entorno de datos común, estados de los contenedores (en curso, compartido, publicado, archivado) y responsabilidades. Aunque ERPSqlite no es un entorno de datos común en sentido estricto, su gestión documental y sus módulos de proyecto pueden alinearse con estos principios: nomenclatura coherente, estados de aprobación y trazabilidad de versiones.

10.2 Privacidad y protección de datos

- **Datos enviados a terceros.** El asistente integrado de ERPSqlite usa la clave de OpenAI del usuario y envía consultas y datos a OpenAI. Revise las condiciones de uso de datos de su cuenta, evite incluir datos personales innecesarios y documente este tratamiento en su registro de actividades conforme al RGPD.
- **Datos personales en obra.** Fichajes con ubicación, nóminas y datos de clientes requieren base jurídica, información a los afectados y medidas de seguridad proporcionadas.
- **Minimización.** Conceda a la IA acceso solo a las aplicaciones y campos necesarios para cada caso de uso.

10.3 Seguridad técnica

Riesgo	Medida recomendada
Pérdida o corrupción del archivo SQLite	Copias automáticas con la aplicación de Respaldo y copia externa cifrada
Robo del portátil de obra	Cifrado de disco y contraseña robusta
Accesos indebidos	Seguimiento de inicios de sesión fallidos, bloqueo de IP y alertas por correo
Exposición de la API	Mantener la escucha en local salvo necesidad; una clave por integración; revocar las que no se usen
Abuso de la consola SQL	Restringir su uso a administradores; trabajar sobre copias para análisis
Inyección de instrucciones en documentos	No conceder permisos de escritura a agentes que lean documentos externos sin aprobación humana

10.4 Ética y responsabilidad profesional

La IA no tiene responsabilidad civil ni colegiación. Toda decisión técnica, económica o contractual apoyada en IA debe ser revisada y asumida por una persona competente. Conviene además ser transparente con clientes y colaboradores sobre el uso de IA en documentos que les afecten, y vigilar sesgos: un modelo de evaluación de proveedores entrenado con datos parciales puede perjudicar injustamente a empresas pequeñas o nuevas.

POLÍTICA MÍNIMA DE USO DE IA (PLANTILLA)

1. La IA se usa para preparar, resumir, consultar y proponer.
2. Ningún documento contractual se emite sin revisión y firma humana.
3. Las cifras se obtienen de ERPSqlite, no de la memoria del modelo.
4. Cada integración tiene clave propia, permisos mínimos y registro.
5. Se revisa trimestralmente qué datos se envían a proveedores de IA.

11

Hoja de ruta de implantación en 90 días

Los 90 días de prueba gratuita de ERPSqlite son un plazo perfecto para validar el enfoque con una obra real antes de comprometer inversión.

11.1 Fase 1 · Días 1 a 30: cimientos de datos

- Instalar ERPSqlite y crear la base de datos de la empresa (o una por obra piloto).
- Cargar contactos, proveedores, productos y tarifas principales.
- Importar el BC3 de la obra piloto en Presupuestos de construcción.
- Crear el proyecto con su Gantt y un almacén para la obra.
- Configurar copias de seguridad automáticas.
- Definir la política de uso de IA (capítulo 10).

11.2 Fase 2 · Días 31 a 60: IA asistida

- Activar el asistente IA con la clave de OpenAI y formar a dos o tres usuarios clave.
- Poner en marcha el OCR de facturas de proveedor.
- Implantar partes diarios con resumen por IA y aprobación del jefe de obra.
- Usar la IA para comparativos de ofertas y solicitudes de compra con aprobación.
- Construir el cuadro de mando básico del proyecto.

11.3 Fase 3 · Días 61 a 90: conexión y automatización

- Activar la API externa y el conector MCP con un usuario de solo lectura.
- Conectar el asistente de IA del equipo y crear la biblioteca de prompts (Anexo B).
- Configurar dos o tres flujos de automatización (facturas, partes, informe semanal).
- Emitir la primera certificación preparada con apoyo de IA.
- Calcular CPI y SPI semanales y comparar con el método anterior.

11.4 Medir el retorno

Indicador	Antes	Objetivo a 90 días
Horas por certificación mensual	Medir	-40 %
Tiempo de registro de una factura de proveedor	Medir	-60 %
Días entre el hecho y su reflejo en el coste del proyecto	Medir	< 3 días
Partes diarios registrados	Medir	> 90 % de los días de obra
Desviaciones detectadas antes del cierre mensual	Medir	Todas las > 5 %

Los objetivos son orientativos; fije los suyos tras medir la situación de partida.

CLAVES DEL ÉXITO

Una obra piloto, un patrocinador en la dirección, dos o tres usuarios entusiastas, objetivos medibles y una revisión quincenal. Escale solo lo que haya demostrado valor.

12

Caso práctico: edificio residencial de 24 viviendas

Un recorrido completo, de la licitación a la posventa, con datos ficticios pero realistas.

12.1 Contexto

Construcciones Ejemplo S.L., constructora de 35 empleados, resulta adjudicataria de "Residencial Los Olivos": 24 viviendas en planta baja más cuatro, garaje bajo rasante, presupuesto de ejecución material de 2,9 millones de euros y plazo de 18 meses. El estudio de arquitectura entrega modelo IFC y presupuesto en BC3.

12.2 Licitación y estudio económico

El técnico de estudios importa el BC3 en ERPSqlite. Con la IA, compara las cantidades del BC3 con las extraídas del IFC y detecta tres discrepancias relevantes: la superficie de impermeabilización de cubierta está infravalorada en un 14 %, falta la partida de juntas de dilatación y el acero de la losa de cimentación está medido con un ratio inferior al de obras similares del histórico de la empresa. La oferta incorpora estas observaciones y la empresa reduce su riesgo antes de firmar.

12.3 Planificación

A partir de los capítulos del presupuesto y de los rendimientos propios, la IA genera una primera propuesta de 64 actividades. El jefe de obra la ajusta, fija el camino crítico (excavación, cimentación, estructura, cubierta) y la carga en el Gantt del proyecto. El cliente recibe el enlace público de avance.

12.4 Ejecución

- **Partes diarios:** el encargado envía cada tarde una nota de voz y fotos; la IA propone el parte estructurado, que el jefe de obra aprueba en dos minutos.
- **Compras:** cada lunes, la IA calcula las necesidades de las tres semanas siguientes y propone solicitudes de compra. El comparativo de ferralla entre tres proveedores revela que la oferta más barata no incluía portes ni descarga, lo que la convertía en la más cara.
- **Facturas:** el OCR registra 1.140 facturas de proveedor durante la obra; la conciliación con pedidos y albaranes señala 37 diferencias, 11 de ellas recuperadas como abonos.

- **Control semanal:** en el mes 7, el CPI de estructura baja a 0,92. La IA explica que la causa principal es el alquiler prolongado de encofrado por el retraso de una planta, y propone adelantar la entrega de la grúa a la fase de cerramientos para compensar.

12.5 Certificaciones y cierre

Cada mes, la IA prepara el borrador de certificación a partir de los partes aprobados y la memoria explicativa. El tiempo de preparación pasa de dos jornadas a media jornada de revisión. Al cierre, la obra termina con un desvío de plazo de tres semanas y un margen superior al previsto en un punto y medio.

12.6 Posventa y operación (7D)

Las incidencias de los propietarios llegan por WhatsApp; la IA las clasifica, crea tickets en la mesa de ayuda y las asigna al servicio de campo. El histórico de incidencias por partida alimenta el estudio de los siguientes proyectos: las carpinterías de un proveedor concreto concentran el 40 % de las reclamaciones, lo que se tiene en cuenta en futuras adjudicaciones.

12.7 Lecciones aprendidas

Lección	Aplicación futura
El cruce IFC-BC3 con IA detectó riesgos antes de firmar	Hacerlo obligatorio en todas las licitaciones
Los partes por voz multiplicaron su cumplimentación	Extender a todas las obras
El comparativo normalizado evitó decisiones por precio aparente	Plantilla de comparativo con IA estándar
El histórico de incidencias reveló patrones de proveedores	Integrar en la puntuación de proveedores



Conclusiones

La IA no gestiona proyectos. Ayuda a que las personas que los gestionan vean antes, decidan mejor y dediquen su tiempo a lo que solo ellas pueden hacer.

A lo largo de este libro hemos defendido una tesis sencilla: **el valor de la IA en la gestión de proyectos BIM depende de que los datos del proyecto estén conectados**. El modelo BIM describe el edificio; el ERP registra lo que cuesta, cuándo se hace, quién lo hace y quién lo paga. Solo cuando ambos mundos se encuentran puede la IA responder con fundamento a las preguntas que realmente importan.

ERPSqlite ofrece un camino especialmente accesible hacia ese objetivo. Su planteamiento de escritorio y sin servidor, con cada base de datos en un archivo SQLite, elimina barreras de entrada; sus aplicaciones de presupuestos de construcción con BC3, CAD con exportación a IFC, proyectos, compras, inventario y contabilidad cubren el ciclo completo; y su asistente de IA, su conector MCP y su API compatible con Odoo abren la puerta a la automatización y a los agentes.

Las recomendaciones finales pueden resumirse en siete ideas:

1. Empiece por los datos: un único sistema para presupuesto, plan, compras y costes.
2. Elija casos de uso concretos y medibles: certificaciones, facturas, partes, comparativos.
3. Mantenga siempre a una persona en el bucle para cualquier cambio con efectos económicos o contractuales.
4. Exija a la IA que consulte y cite; desconfíe de las cifras sin origen.
5. Conceda permisos mínimos, registre todo y revise periódicamente.
6. Conserve y homogeneice el histórico de obras: es su ventaja competitiva futura.
7. Avance por fases, con una obra piloto y objetivos a 90 días.

La transformación digital de la construcción no llegará de la mano de una única herramienta milagrosa, sino de la suma de pequeñas mejoras bien conectadas. Este libro pretende ser una guía para dar los primeros pasos con paso firme.

A

Anexo A. Glosario

BC3 / FIEBDC-3

Formato estándar español de intercambio de bases de precios y presupuestos de construcción.

BIM

Building Information Modeling: metodología de gestión de la información de un activo a lo largo de su ciclo de vida.

CPI / SPI

Índices de rendimiento de coste y de plazo del método del valor ganado.

EAC

Estimación del coste a la conclusión del proyecto.

EVM

Earned Value Management, gestión del valor ganado.

IFC

Industry Foundation Classes: formato abierto de intercambio de modelos BIM (ISO 16739).

ISO 19650

Serie de normas para la gestión de la información en proyectos BIM.

JSON-RPC / XML-RPC

Protocolos de llamada remota usados por la API compatible con Odoo.

LLM

Modelo grande de lenguaje, base de los asistentes conversacionales.

MCP

Model Context Protocol: estándar para conectar asistentes de IA con aplicaciones y datos.

OCR

Reconocimiento óptico de caracteres; con IA, extracción estructurada de documentos.

RAG

Generación aumentada por recuperación: el modelo responde apoyándose en documentos recuperados.

SQLite

Motor de base de datos embebido que guarda toda la base en un único archivo.

4D / 5D / 6D / 7D

Dimensiones BIM de tiempo, coste, sostenibilidad y operación-mantenimiento.

B

Anexo B. Biblioteca de prompts para gestión BIM

Plantillas listas para adaptar. Sustituya los textos entre corchetes.

B.1 Resumen de parte diario

Resume este parte de obra de [fecha] en formato estructurado: actividades realizadas (con partida si es posible), cantidades, personal y maquinaria, incidencias, meteorología y pendientes para mañana. Si falta un dato, escribe "no indicado". Texto del parte: [pegar o adjuntar].

B.2 Explicación de desviaciones

Con estos datos de valor ganado por capítulo [tabla], identifica los tres capítulos con peor CPI y SPI, explica las causas probables usando solo la información aportada y propone dos acciones correctoras por capítulo. Separa hechos, hipótesis y recomendaciones.

B.3 Revisión de pliego frente a presupuesto

Compara las prescripciones del pliego [adjunto] con las descripciones de las partidas del presupuesto [adjunto]. Lista contradicciones, exigencias del pliego sin partida y partidas sin respaldo en el pliego, citando apartado y código de partida.

B.4 Borrador de reclamación a proveedor

Redacta un correo formal al proveedor [nombre] por el retraso del pedido [número], comprometido para [fecha] y aún no entregado. Impacto: [actividad afectada]. Tono firme y cordial; solicita nueva fecha por escrito en 24 h.

B.5 Consulta en lenguaje natural vía MCP

Consulta en ERPSqlite los pedidos de compra de la obra [nombre] con fecha de entrega en los próximos 10 días que no tengan recepción. Devuelve tabla con proveedor, pedido, producto, cantidad y fecha. No modifique ningún registro.

B.6 Informe mensual de dirección

Genera el borrador del informe mensual de la obra [nombre] de [mes] con:
1) resumen ejecutivo en 5 líneas, 2) situación económica (presupuesto, certificado, coste real, CPI, EAC), 3) plazo (SPI, hitos), 4) riesgos y 5) decisiones requeridas. Indica la fuente de cada cifra.

C

Anexo C. Consultas y scripts de referencia

Fragmentos de partida, que deben adaptarse a los nombres reales de su esquema. Ejecute las consultas sobre una copia o desde la consola SQL con permisos de administrador.

C.1 Explorar el esquema

```
SELECT name, sql FROM sqlite_master
WHERE type IN ('table','view') AND name LIKE '%project%';
```

C.2 Pedidos pendientes de recibir (ilustrativo)

```
SELECT po.name AS pedido, pa.name AS proveedor,
       pol.product_qty - pol.qty_received AS pendiente,
       po.date_planned
FROM purchase_order po
JOIN purchase_order_line pol ON pol.order_id = po.id
JOIN res_partner pa        ON pa.id = po.partner_id
WHERE pol.product_qty > pol.qty_received
ORDER BY po.date_planned;
```

C.3 Horas imputadas por tarea (ilustrativo)

```
SELECT t.name AS tarea, ROUND(SUM(a.unit_amount), 1) AS horas
FROM account_analytic_line a
JOIN project_task t ON t.id = a.task_id
GROUP BY t.id ORDER BY horas DESC;
```

C.4 Copia segura para análisis (Python)

```
import sqlite3
origen = sqlite3.connect("empresa.sqlite")
destino = sqlite3.connect("copia_analisis.sqlite")
origen.backup(destino)          # API de copia en caliente de SQLite
destino.close(); origen.close()
```

Aunque SQLite permite copias en caliente, el fabricante recomienda cerrar la aplicación antes de copiar el archivo o usar la aplicación de Respaldo.

D

Anexo D. Lista de verificación de madurez IA-BIM

Marque cada punto y sitúe a su organización en uno de los cuatro niveles.

Nº	Criterio	Nivel
1	Presupuesto, plan, compras y costes en un único sistema	1 · Datos
2	Copias de seguridad automáticas verificadas	1 · Datos
3	Nomenclatura homogénea de obras, partidas y proveedores	1 · Datos
4	Modelo IFC con propiedades vinculadas a partidas	1 · Datos
5	Política de uso de IA aprobada	2 · Asistencia
6	Asistente IA en uso por usuarios clave	2 · Asistencia
7	OCR de facturas en producción	2 · Asistencia
8	Partes diarios estructurados con IA	2 · Asistencia
9	Acceso MCP/API con permisos mínimos y registro	3 · Conexión
10	Flujos de automatización con aprobación humana	3 · Conexión
11	Indicadores de valor ganado calculados automáticamente	3 · Conexión
12	Histórico de obras homogéneo y explotable	4 · Predicción
13	Modelos predictivos de coste o plazo validados	4 · Predicción
14	Lecciones aprendidas que retroalimentan bases de precios y diseño	4 · Predicción

INTERPRETACIÓN

Cumplir todos los criterios de un nivel antes de pasar al siguiente. La mayoría de las organizaciones obtienen el mayor retorno al completar los niveles 1 y 2, que pueden alcanzarse dentro del periodo de prueba de 90 días descrito en el capítulo 11.