

METODOLOGÍA · MODELO · PRESUPUESTO · OBRA

BIM paso a paso con **ERP**Sqlite

La metodología BIM explicada y aplicada,
del primer plano a la última certificación

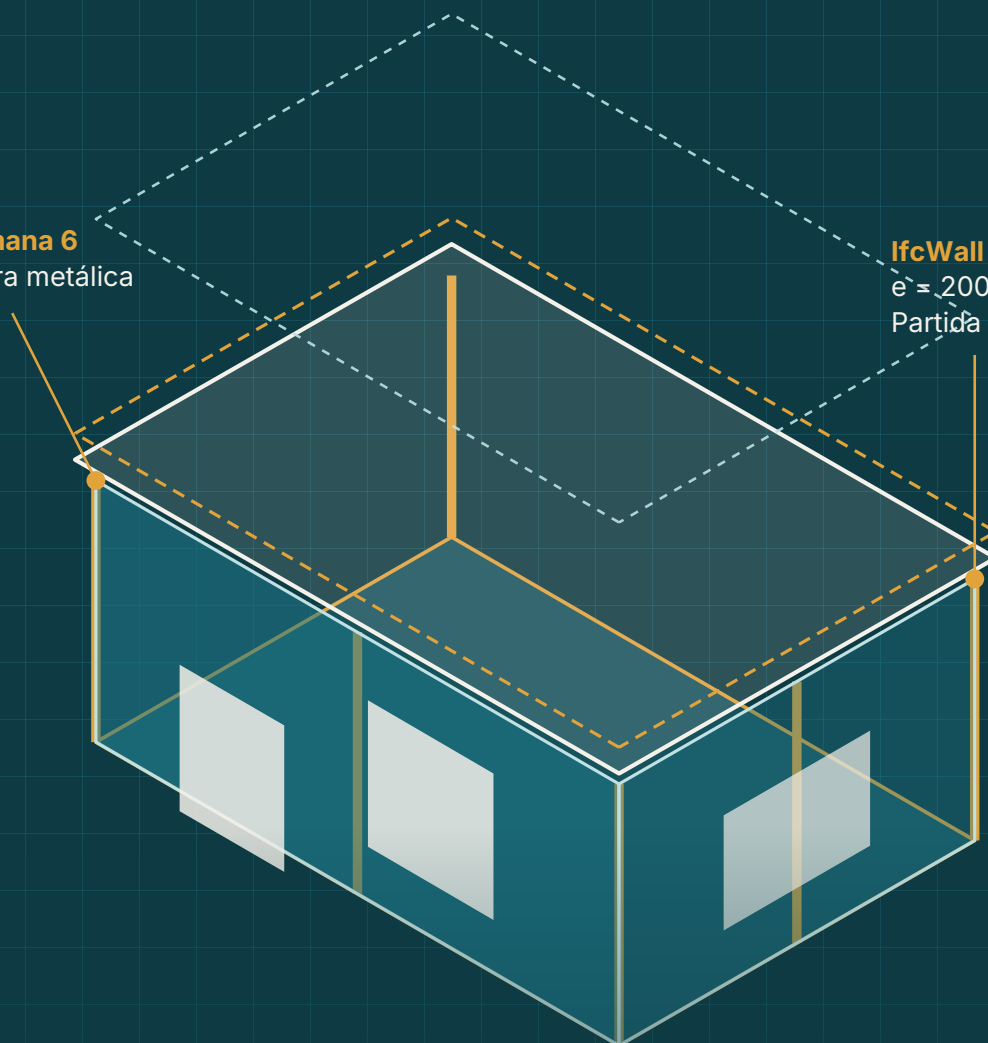
4D · Semana 6

Estructura metálica

IfcWall

$e = 200 \text{ mm} \cdot h = 2,70 \text{ m}$

Partida 03.02 · 112,40 m²



Marlon Falcón Hernández

Implemento BIM 2.0 · Valencia

BIM

BIM paso a paso con ERPSqlite

La metodología BIM explicada y aplicada,
del primer plano a la última certificación



Marlon Falcón Hernández

Implemento BIM 2.0 · Valencia

BIM paso a paso con ERPSqlite

La metodología BIM explicada y aplicada, del primer plano a la última certificación

© 2026 Marlon Falcón Hernández · Implemento BIM 2.0

Primera edición: octubre de 2026 · Valencia (España)

ERPSqlite: <https://www.erp-sqlite.xyz> · Demo online: <https://www.erp-sqlite.xyz/app/>

Las descripciones de pantallas, menús y botones corresponden a ERPSqlite 1.1.2 (octubre de 2026) y pueden variar en versiones posteriores. Los datos del proyecto de ejemplo «Vivienda modular Albufera», sus agentes, importes y plazos son ficticios y tienen fines didácticos. Los cálculos estructurales, mediciones y presupuestos de cualquier obra real deben ser revisados y firmados por el técnico competente.

Todas las marcas citadas pertenecen a sus respectivos titulares. Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta obra sin autorización del autor.

Índice

Prólogo 0

PARTE I · LA METODOLOGÍA BIM

1 Qué es BIM y por qué cambia la forma de construir 0

1.1 Una definición que va más allá del software	10
1.2 De CAD a BIM: de las líneas a los objetos	10
1.3 Una breve historia	11
1.4 Beneficios: qué se puede esperar de forma realista	12
1.5 Mitos que conviene desmontar	12
1.6 BIM en España	13
1.7 Qué significa «BIM para pymes»	14
1.8 Dónde encaja ERPSqlite: la «I» en una base de datos	14

2 Dimensiones, niveles de información y openBIM 0

2.1 Las dimensiones de BIM	17
2.2 Niveles de desarrollo: LOD	18
2.3 Del LOD al LOIN	19
2.4 openBIM frente a closedBIM	19
2.5 IFC: el idioma común	20
2.6 BCF, IDS y bSDD	20
2.7 Clasificaciones: poner nombre a las cosas	21
2.8 FIEBDC-3 / BC3: el puente con el presupuesto	21
2.9 Qué cubre ERPSqlite	22

3 La gestión de la información: ISO 19650 sin complicaciones 0

3.1 Por qué una norma para la información	24
3.2 Los agentes: quién pide y quién entrega	24
3.3 La cadena de requisitos: OIR, AIR, PIR y EIR	25
3.4 El BEP: cómo se va a trabajar	26
3.5 MIDP y TIDP: el calendario de la información	26
3.6 El entorno común de datos y sus cuatro estados	26
3.7 Nomenclatura, estados y revisiones	27
3.8 Los roles BIM en una pyme	28
3.9 Las ocho fases del ciclo de gestión de la información	29

PARTE II · BIM PASO A PASO CON ERPSQLITE

4 ERPSqlite: una plataforma BIM ligera para la pyme 0

4.1 Qué es ERPSqlite	31
4.2 Arquitectura: del archivo local al servidor	32
4.3 Modelo y gestión en la misma base de datos	33
4.4 Equivalencias entre conceptos BIM y aplicaciones	34
4.5 Lo que ERPSqlite no hace	34
4.6 Primeros pasos	35
4.7 Relación con BIM 2.0 para Odoo	36

5 Paso 1 · Arrancar el proyecto: cliente, requisitos y contrato 0

5.1 Por qué el arranque es un paso BIM	37
5.2 La oportunidad en CRM y los agentes en Contactos	37
5.3 La «Solicitud de presupuesto» y la estimación con IA	38

5.4	Los requisitos de información del promotor	39
5.5	Crear el proyecto y su carpeta	39
5.6	Firmar el contrato y el EIR	41
5.7	Comunicación y reunión de arranque	41
6	Paso 2 · El plan de ejecución BIM y el entorno común de datos 0	
6.1	El BEP: la respuesta a los requisitos	43
6.2	El entorno común de datos con Documentos	44
6.3	El «Maestro de capas» como estándar de modelado	46
6.4	Equipo, roles y formación	46
7	Paso 3 · Modelar el edificio en el CAD 0	
7.1	Un modelo es un dibujo que sabe lo que dibuja	48
7.2	Nuevo dibujo, unidades y capas	48
7.3	Partir de lo que ya existe	49
7.4	Muros, puertas, ventanas y pisos	50
7.5	Comandos clave y panel «Propiedades»	51
7.6	Los espacios: contornos cerrados de cada estancia	52
7.7	La Vista 3D: comprobar con los ojos	53
7.8	Comprobar e imprimir	54
7.9	El modelo como datos: JSON y API	54
8	Paso 4 · Disciplinas, coordinación y exportación IFC 0	
8.1	Una obra, varias disciplinas	56
8.2	La estructura metálica	56
8.3	Parcela, terreno y emplazamiento	57
8.4	Instalaciones en capas propias	58
8.5	Coordinar sin detección automática de colisiones	58
8.6	Las incidencias como tickets de Soporte	59
8.7	Exportar a IFC	60
8.8	Intercambio en DXF R12	61
8.9	Checklist de calidad antes de publicar	61
9	Paso 5 · 5D: del modelo a las mediciones y el presupuesto 0	
9.1	Qué es el 5D y por qué cambia la forma de presupuestar	62
9.2	La estructura de capítulos de la Albufera	63
9.3	Importar un banco de precios BC3	64
9.4	Integrar el plano con el presupuesto	64
9.5	Enlazar objetos y capas a partidas	65
9.6	Mediciones a mano: líneas, fórmulas y «Espacio»	66
9.7	Descomponer partidas en recursos	66
9.8	El asistente IA del presupuesto	68
9.9	Cambios de diseño sin perder los precios	68
9.10	Exportar e imprimir	69
9.11	Errores frecuentes	69
10	Paso 6 · 4D: planificar la obra con el modelo 0	
10.1	Qué es el 4D	70
10.2	Rendimientos: de la cantidad a la duración	70
10.3	Programar en la vista «Gantt» del presupuesto	71
10.4	Del presupuesto a la app Proyecto	72
10.5	La ruta crítica	73
10.6	El vídeo 4D desde el CAD	74
10.7	Compartir el avance con el cliente	74
10.8	Calendario y Tiempo para los tajos exteriores	75
11	Paso 7 · Ejecutar y controlar la obra 0	
11.1	El modelo como fuente de las compras	76

11.2	Recepciones y almacén de obra	77
11.3	Partes diarios y avance en colores	77
11.4	Personas, horas y gastos	78
11.5	Maquinaria, incidencias y comunicación	79
11.6	El cuadro de mando de la obra: semana 9	79
12	Paso 8 · Certificar, facturar y medir la rentabilidad 0	
12.1	La certificación: el avance convertido en documento	81
12.2	Ejemplo: certificación n.º 3 de la Albufera	82
12.3	De la certificación a la factura y al cobro	82
12.4	Rentabilidad: cuentas analíticas y desviaciones	83
12.5	Tablero en BI y automatizaciones con Flujo	84
12.6	Firma de la certificación por la dirección facultativa	85
13	Paso 9 · Entregar el modelo: as-built, 6D y 7D 0	
13.1	El cierre según ISO 19650: del PIM al AIM	86
13.2	Actualizar el modelo a «as built»	86
13.3	El paquete de entrega	87
13.4	Compartir con el propietario	88
13.5	6D: sostenibilidad con lo que hay	88
13.6	7D: uso y mantenimiento	89
13.7	Lecciones aprendidas y archivo	90
PARTE III · MÁS ALLÁ: AUTOMATIZACIÓN Y CASO COMPLETO		
14	IA, API y automatización al servicio del BIM 0	
14.1	El Asistente IA: un compañero con los permisos del usuario	92
14.2	Dibujar con IA y el asistente del presupuesto	92
14.3	El formato JSON del CAD: planos generados por otros asistentes	93
14.4	La API del CAD y la operación floorplan	94
14.5	La API JSON-RPC y XML-RPC compatible con Odoo	94
14.6	El conector MCP	95
14.7	Flujo: automatizaciones de obra	95
14.8	Generador: formularios de obra sin programar	96
14.9	Buenas prácticas y límites	96
15	Caso completo: la Vivienda modular Albufera de principio a fin 0	
15.1	Marzo: arranque, BEP y entorno común de datos	98
15.2	Abril: disciplinas, IFC, presupuesto y planificación	99
15.3	Mayo: arranca la obra y cambia el ventanal	99
15.4	Junio a agosto: certificar, recuperar y entregar	100
15.5	Resultados finales	101
15.6	Lecciones aprendidas	101
Herramientas de consulta 0		
A.	Glosario BIM	103
B.	Lista de comprobación por paso	106
C.	Plantilla de BEP para pymes	108
D.	Comandos y atajos del CAD	109
E.	Recursos y enlaces	110
Epílogo 0		

Prólogo

Durante años he visitado constructoras, estudios de arquitectura y pequeñas empresas de reformas que comparten una misma escena: el plano vive en un programa de CAD, la medición en una hoja de cálculo, el presupuesto en otro programa, la planificación en un diagrama de barras que nadie actualiza, las compras en el correo electrónico y la contabilidad en la gestoría. Cada vez que el plano cambia, alguien tiene que volver a medir, volver a presupuestar y volver a explicar a la obra qué ha cambiado. Ese «volver a» es el gran coste oculto de la construcción, y es precisamente el problema que la metodología BIM pretende resolver.

Este libro nace de una convicción sencilla: **BIM no es un programa, es una metodología**. Es una forma ordenada de crear, compartir y reutilizar la información de un edificio a lo largo de toda su vida, desde el primer croquis hasta el mantenimiento. Los programas ayudan, por supuesto, pero lo decisivo es el método: quién produce cada dato, en qué momento, con qué nivel de detalle y dónde se guarda para que el resto del equipo pueda confiar en él.

Sin embargo, en muchas pymes del sector sigue arraigada la idea de que BIM es caro, complejo y reservado a las grandes ingenierías que trabajan para la Administración. Se piensa en licencias costosas, en estaciones de trabajo potentes y en meses de formación. Esa percepción tiene parte de razón cuando BIM se reduce a «modelar en 3D», pero se desvanece cuando se entiende que lo importante es la *información*: que el muro dibujado sepa cuántos metros cuadrados tiene, a qué partida del presupuesto pertenece, cuándo se ejecuta, qué material hay que pedir y cuánto se ha certificado.

Por eso he elegido ERPSqlite como herramienta de trabajo para este libro. Se trata de un ERP de escritorio que reúne en **una sola base de datos** el plano, la medición, el presupuesto, la planificación, las compras, la certificación y la contabilidad. El dibujo del CAD se enlaza con las partidas; las partidas generan la planificación a partir de sus rendimientos; la planificación alimenta las solicitudes de materiales y los pedidos; el avance se convierte en certificaciones y estas en facturas que llegan a la contabilidad. No es la única forma de trabajar con BIM, ni pretende sustituir a los grandes modeladores, pero sí demuestra que una pyme puede aplicar la metodología con medios a su alcance y sin multiplicar programas ni duplicar datos. Allí donde ERPSqlite no ofrece una herramienta específica para un paso de la metodología, lo diré con claridad y propondré cómo cubrirlo.

Cómo leer este libro

La obra se divide en dos partes y unos anexos. La **Parte I** explica la metodología: qué es BIM, sus dimensiones, los niveles de información, los estándares abiertos como IFC y BC3, la norma ISO 19650 y el papel de cada agente. Es la base conceptual que permite tomar buenas decisiones, con independencia del programa que se utilice.

La **Parte II** es eminentemente práctica y avanza paso a paso. A lo largo de todos sus capítulos se desarrolla un mismo proyecto: la **Vivienda modular Albufera**, una vivienda unifamiliar de una planta y 96 m² útiles, con estructura metálica modular de pórticos de acero, cerramientos de 200 mm y cubierta plana, situada en una parcela de 450 m² en Catarroja (Valencia). La promueve Promociones Turia S.L. y la ejecuta Construcciones Levante BIM S.L., con un plazo previsto de cinco meses y un presupuesto de ejecución material orientativo de unos 118.000 €. Se dibujará la planta, se enlazará con el presupuesto, se programará la obra, se gestionarán las compras, se certificará el avance y se cerrará la obra con su documentación para el mantenimiento.

Los **anexos** recogen material de consulta: glosario, referencias normativas, plantillas y el formato de intercambio de datos del CAD, para que el lector pueda volver a ellos cuando lo necesite.

Recomiendo leer la Parte I completa antes de abordar la práctica, aunque quien ya conozca la metodología puede ir directamente a la Parte II y consultar los capítulos teóricos cuando surja una duda. Lo ideal es seguir los ejercicios con la aplicación abierta, ya sea instalada o en la demostración en línea, y reproducir la Vivienda Albufera con sus propias manos. Al terminar, el lector no solo sabrá qué es BIM: lo habrá aplicado en una obra completa.

Espero que estas páginas sirvan para acercar BIM a quienes construyen cada día y demostrar que la información bien organizada es la herramienta más rentable de una obra.

Marlon Falcón Hernández · Valencia, octubre de 2026

PARTE I

La metodología BIM

Qué es BIM, cómo se mide la madurez de la información y cómo se gestiona según la ISO 19650, explicado sin jerga y con un ojo puesto en la pyme constructora.

Qué es BIM y por qué cambia la forma de construir

BIM se ha convertido en una palabra de moda, pero detrás de las siglas hay un cambio profundo en la manera de producir y usar la información de un edificio. Este capítulo explica qué es realmente BIM, de dónde viene, qué aporta y por qué también tiene sentido para una pyme.

EN ESTE CAPÍTULO

- Definir BIM como metodología de gestión de la información, no como un programa.
- Distinguir entre dibujar líneas en CAD y construir un modelo de objetos con información.
- Conocer los beneficios realistas y desmontar los mitos más frecuentes.
- Situar BIM en el marco normativo español.
- Entender qué significa «BIM para pymes» y dónde encaja ERPSqlite.

1.1 Una definición que va más allá del software

Las siglas **BIM** proceden del inglés *Building Information Modeling*, que suele traducirse como «modelado de la información de la construcción». Algunos autores prefieren leer la «M» como *Management* (gestión), y esa lectura es reveladora: lo esencial de BIM no es el modelo tridimensional, sino la gestión de la información que contiene y que se genera a su alrededor.

Una definición práctica sería la siguiente: BIM es una **metodología de trabajo colaborativo** para crear, compartir y mantener la información de un activo construido (un edificio, una carretera, una red de saneamiento) durante todo su ciclo de vida, apoyándose en modelos digitales formados por objetos que llevan asociados datos. La norma internacional ISO 19650, adoptada en España como UNE-EN ISO 19650, habla precisamente de «gestión de la información» y no de modelado, lo que confirma el enfoque.

En esta definición hay tres ideas que conviene subrayar. La primera es la **colaboración**: BIM supone que arquitectura, estructura, instalaciones, constructora y propiedad trabajan sobre información compartida y no sobre copias aisladas. La segunda es el **ciclo de vida**: la información no se agota con la licencia de obra, sino que sirve para construir, explorar, mantener, reformar y, algún día, demoler. La tercera es el **objeto con datos**: el modelo no se compone de líneas, sino de muros, puertas, pilares y forjados que «saben» lo que son.

Un plano dice cómo es un edificio; un modelo BIM, además, sabe qué es cada una de sus piezas y qué se puede hacer con ella.

1.2 De CAD a BIM: de las líneas a los objetos

Para entender el salto que supone BIM, conviene recordar cómo se ha trabajado en las últimas décadas. El **CAD** (diseño asistido por ordenador) sustituyó al tablero de dibujo a partir de los años ochenta. Supuso una mejora enorme en precisión, rapidez y facilidad para modificar, pero conservó la lógica del papel: el plano es un conjunto de líneas, arcos

y textos que un técnico interpreta. Dos líneas paralelas separadas 200 mm representan un muro solo porque el ojo humano lo entiende así; para el programa son simplemente dos líneas en una capa.

Esta lógica tiene consecuencias. Si se quiere saber cuántos metros cuadrados de cerramiento tiene la Vivienda modular Albufera, hay que medirlos a mano o con herramientas de área, trasladar el resultado a una hoja de cálculo y de ahí al presupuesto. Si el arquitecto desplaza un tabique, la planta cambia, pero la sección, el alzado, la medición y el presupuesto siguen como estaban hasta que alguien los actualiza uno a uno. Cada documento es una isla.

En un entorno BIM, en cambio, se dibuja un **objeto muro** con un espesor, una altura, un material y una relación con otros objetos (las puertas y ventanas que contiene, el forjado sobre el que apoya). A partir de ese objeto se obtienen la planta, el alzado, la vista 3D y la medición, porque todos son *vistas* de la misma información. Si el muro cambia, cambian todas sus representaciones. Y como el objeto lleva datos, puede vincularse a una partida del presupuesto, a una fecha de ejecución o a un proveedor.



Figura 1.1 · El mismo muro representado en CAD tradicional y como objeto BIM con información asociada.

Esto no significa que el CAD haya muerto. Seguirá siendo útil para detalles constructivos, planos de replanteo o levantamientos rápidos. Lo que cambia es el centro de gravedad: el documento deja de ser el plano y pasa a ser la base de información, de la que los planos son una salida más.

1.3 Una breve historia

Las ideas que hoy llamamos BIM no son nuevas. Ya en los años setenta, investigadores como Charles Eastman describieron sistemas de descripción de edificios basados en elementos con propiedades, en lugar de dibujos. Durante los ochenta y noventa aparecieron los primeros programas de modelado orientado a objetos para arquitectura, aunque su uso se limitaba a estudios pioneros por el coste del hardware.

El término *Building Information Modeling* se popularizó a comienzos de la década de 2000, cuando varios fabricantes de software lo adoptaron en su comunicación y analistas del sector lo difundieron. En paralelo, la industria comprendió que, si cada programa guardaba la información en su propio formato, la colaboración sería imposible. De esa preocupación nació la organización que hoy se conoce como **buildingSMART** y el formato abierto **IFC**, que se estudiará en el capítulo 2.

En la década de 2010 llegó el empuje institucional. Varios países europeos, con el Reino Unido como referente temprano, empezaron a exigir BIM en la contratación pública, y la Unión Europea animó a sus Estados miembros a incorporarlo. Las normas británicas de gestión de la información sirvieron de base para la serie internacional ISO 19650, publicada a partir de 2018. España se sumó a este movimiento con la creación de la Comisión es.BIM en 2015, como se verá en la sección 1.6.

1.4 Beneficios: qué se puede esperar de forma realista

Es fácil encontrar presentaciones comerciales que prometen ahorros espectaculares. Este libro prefiere la prudencia: los beneficios de BIM dependen de cómo se implante, del tipo de obra y de la madurez del equipo. Aun así, la experiencia del sector permite identificar mejoras recurrentes.

Menos errores y menos retrabajo

Cuando planos, mediciones y presupuesto proceden de la misma información, desaparecen muchas incoherencias: el tabique que figura en planta pero no en el presupuesto, la ventana que cambió de tamaño en el alzado pero no en la carpintería pedida. En obras pequeñas, evitar un solo pedido erróneo de carpintería o de perfilería metálica puede compensar varias semanas de trabajo de organización.

Mediciones más rápidas y fiables

Medir es una de las tareas que más horas consume en un estudio o en el departamento técnico de una constructora. Obtener las cantidades directamente del modelo no elimina la revisión profesional, pero reduce de forma notable el tiempo dedicado y, sobre todo, permite volver a medir en minutos cuando el proyecto cambia.

Mejor control de plazo y coste

Vincular partidas con fechas y con costes permite ver con antelación cuándo se necesitará cada material, qué capítulos se desvían y cuál es el resultado económico real de la obra. En la Vivienda Albufera, con un plazo de cinco meses y unos 118.000 € de ejecución material, una desviación del 5 % supone casi 6.000 €: suficiente para justificar un control serio.

Mejor comunicación con el cliente

Una vista 3D o un recorrido explica más que cualquier plano a un promotor o a un particular. Muchos cambios de última hora se producen porque el cliente «no se imaginaba así» la cocina o la fachada; enseñarlo antes evita discusiones y modificaciones en obra.

Información útil después de la obra

Entregar a la propiedad un registro ordenado de lo construido (materiales, equipos, garantías, fechas) facilita el mantenimiento y las reformas futuras. Es un servicio de valor añadido que pocas pymes ofrecen y que diferencia frente a la competencia.

SOBRE LAS CIFRAS

Diversos informes del sector señalan reducciones apreciables de errores de diseño, de solicitudes de información y de desviaciones de coste en proyectos que aplican BIM con rigor. Sin embargo, los porcentajes varían mucho de un estudio a otro y no siempre son comparables. Lo prudente es medir los resultados propios: comparar horas de medición, número de cambios en obra y desviación presupuestaria antes y después de implantar la metodología.

1.5 Mitos que conviene desmontar

Buena parte de las resistencias a BIM en las pymes nacen de ideas equivocadas. Estas son las más extendidas.

«BIM es Revit»

Es probablemente el malentendido más común, porque durante años un mismo programa ha dominado el mercado del modelado arquitectónico. Pero BIM es una metodología, y existen numerosas herramientas, comerciales y libres, que participan en ella: modeladores, visores, verificadores, programas de presupuesto, planificadores, gestores documentales. Lo que las une no es la marca, sino los procesos y los formatos abiertos de intercambio. Decir que BIM es un programa equivale a decir que la contabilidad es una hoja de cálculo.

«BIM es solo 3D»

El modelo tridimensional es la parte más visible, pero no la más valiosa. Un modelo en 3D sin información es una maqueta digital: bonita, útil para enseñar, pero incapaz de medir, presupuestar o programar. El valor de BIM está en la «I»: los datos asociados a cada objeto y su conexión con el tiempo, el coste y el mantenimiento. Por eso se habla de dimensiones 4D, 5D y siguientes, que se estudian en el próximo capítulo.

«BIM solo sirve para grandes obras»

Es cierto que las grandes infraestructuras fueron las primeras en exigirlo, pero las pymes son quizá las que más pueden ganar, porque en ellas una sola persona suele hacer el plano, la medición, el presupuesto y la compra. Si esa persona deja de copiar datos de un programa a otro, el ahorro de tiempo es inmediato. Además, el tamaño de la obra condiciona el nivel de detalle necesario, no la conveniencia de trabajar con información ordenada.

«BIM exige una gran inversión»

Implantar BIM requiere formación, tiempo y cambio de hábitos, y eso tiene un coste. Pero no exige necesariamente licencias caras ni equipos potentes. Se puede empezar por lo esencial: dibujar con objetos, vincular el dibujo al presupuesto y ordenar la documentación. El resto llega por etapas.

ERROR FRECUENTE

Comprar un programa de modelado y esperar que «haga BIM» por sí solo. Sin unas reglas claras de nombres, capas, niveles de detalle y responsables, el resultado es un modelo 3D espectacular que nadie reutiliza. La metodología va primero; el software, después.

1.6 BIM en España

España ha seguido el camino de otros países europeos combinando impulso institucional y normalización. Conviene conocer las referencias principales, aunque los detalles concretos de cada licitación deben consultarse siempre en sus pliegos.

En 2015 se constituyó la **Comisión es.BIM**, impulsada desde el entonces Ministerio de Fomento, con el objetivo de fomentar la implantación de BIM en el sector y preparar a la Administración y a las empresas. Reunió a representantes públicos y privados y elaboró guías y documentos de referencia que siguen siendo útiles.

La **Ley 9/2017, de Contratos del Sector Público**, incorporó en su disposición adicional decimoquinta la posibilidad de que los órganos de contratación exijan el uso de herramientas electrónicas específicas, como las de modelado digital de la información de la construcción, en contratos de obras, concesiones de obras, servicios y concursos de proyectos. Es decir, la ley abrió la puerta a exigir BIM en las licitaciones públicas.

Posteriormente, el **Real Decreto 1515/2018** creó la Comisión Interministerial para la incorporación de la metodología BIM en la contratación pública, encargada de coordinar a los distintos departamentos de la Administración General del Estado. Fruto de ese trabajo, se aprobó en 2023 el **Plan de Incorporación de la Metodología BIM en la contratación pública** de la Administración General del Estado, que establece una aplicación progresiva a partir de 2024.

Tabla 1.1 · Hitos de BIM en España

Año	Hito	Qué supone
2015	Comisión es.BIM	Impulso y guías para el sector
2017	Ley 9/2017 (DA 15.ª)	Permite exigir BIM en contratos públicos
2018	RD 1515/2018	Comisión Interministerial BIM
2023	Plan de Incorporación BIM	Aplicación progresiva desde 2024

A ello se suma la adopción de normas internacionales como la serie **UNE-EN ISO 19650** para la gestión de la información y la norma **UNE-EN ISO 16739-1** para el formato IFC. Para una pyme que trabaja sobre todo en obra privada, este marco no es obligatorio, pero marca la dirección del mercado: los promotores profesionales, las aseguradoras y las grandes constructoras que subcontratan empiezan a pedir información estructurada.

CONSEJO

Aunque no se licite obra pública, es buena idea adoptar desde el principio el vocabulario de la ISO 19650 (requisitos de información, plan de ejecución BIM, entorno común de datos). Facilita entenderse con clientes y socios más grandes y prepara a la empresa para cuando se lo pidan.

1.7 Qué significa «BIM para pymes»

Una gran ingeniería que redacta un hospital necesita coordinar decenas de modelos de distintas disciplinas, detectar colisiones entre conductos y vigas y cumplir pliegos muy detallados. Una pyme que construye una vivienda unifamiliar o reforma un local tiene otras prioridades: medir bien, presupuestar con precisión, comprar a tiempo, controlar el coste y cobrar lo ejecutado.

«BIM para pymes» significa aplicar los principios de la metodología en la medida que aporta valor a ese tipo de obra. En la práctica se traduce en unas pocas reglas:

- Dibujar con objetos (muros, puertas, ventanas, pisos) y no con líneas sueltas, para que el dibujo pueda medirse.
- Usar un **maestro de capas** común en la empresa, en el que cada capa corresponde a un tipo de elemento y a sus partidas de presupuesto.
- Vincular el dibujo con el presupuesto, de modo que un cambio en el plano actualice las cantidades.
- Programar la obra a partir de las partidas y de sus rendimientos.
- Guardar toda la documentación en un lugar común, con una estructura de carpetas conocida por todos.
- Intercambiar información en formatos abiertos (IFC, BC3, DXF) cuando haya que colaborar con terceros.

Nada de esto requiere un departamento BIM ni un gestor dedicado. Requiere orden, unas plantillas bien pensadas y una herramienta que no obligue a copiar datos de un sitio a otro.

1.8 Dónde encaja ERPSqlite: la «I» en una base de datos

Si lo valioso de BIM es la información, la pregunta clave es dónde vive esa información. En muchas empresas está repartida entre el programa de dibujo, el de presupuestos, una hoja de planificación, el correo y el programa de contabilidad. Cada uno tiene una parte de la verdad y ninguno la tiene entera.

ERPSqlite parte de un planteamiento distinto: es un ERP de escritorio inspirado en Odoo en el que el CAD, el presupuesto, el proyecto, las compras, el inventario, la facturación y la contabilidad comparten **una misma base de datos**, que por defecto es un único archivo SQLite. Funciona en Windows, macOS y web, sin necesidad de servidor ni de conexión a Internet, aunque también puede instalarse en un servidor o trabajar sobre PostgreSQL o MySQL.

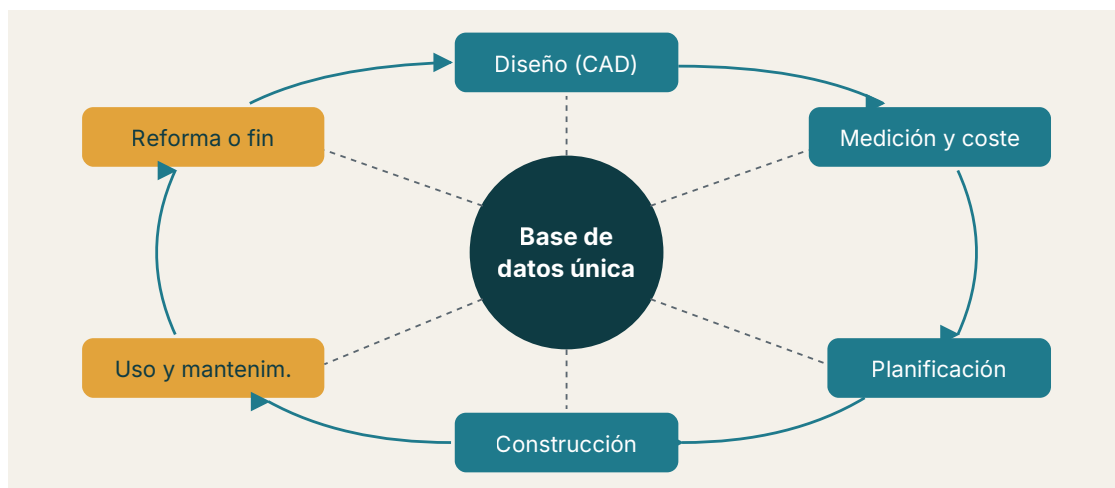


Figura 1.2 · Ciclo de vida del activo: cada fase aporta y consume información de una base de datos común.

En la práctica, esto permite recorrer el ciclo de la figura 1.2 sin salir de la aplicación. En el CAD se dibujan muros con espesor y altura, puertas, ventanas y pisos; las capas, cargadas «Desde el maestro», ya llevan asociadas sus partidas. Con «Integrar con presupuesto» las mediciones del plano se convierten en partidas con cantidades, y cuando el plano cambia, «Enviar las mediciones del plano» actualiza esas cantidades sin tocar precios ni recursos. Desde el presupuesto, «Programar con los rendimientos» genera la planificación; de ahí salen las solicitudes de materiales, los pedidos de compra, los partes diarios, las certificaciones y las facturas, que terminan en la contabilidad y en las cuentas analíticas de la obra.

EN ERPSQLITE

El vínculo entre dibujo y presupuesto funciona en ambos sentidos: en el panel del presupuesto, al pulsar una partida se seleccionan en el plano los objetos que la componen. Es una forma sencilla de comprobar qué se está midiendo y de detectar elementos sin partida asignada.

Conviene ser claro también con lo que ERPSqlite no pretende ser. No es un modelador multidisciplinar para coordinar grandes proyectos, ni incluye detección automática de colisiones ni gestión de incidencias en formato BCF. Para esas tareas, la aplicación permite exportar el modelo a IFC y revisarlo en visores o verificadores externos, y ofrece herramientas propias (tickets de soporte, carpetas de Documentos, capas y rayos X en la «Vista 3D») para cubrir de forma práctica las necesidades de una pyme. A lo largo del libro se indicará en cada caso qué se resuelve dentro de la aplicación y qué conviene complementar fuera.

Lo importante es la idea de fondo: en ERPSqlite la «I» de BIM no queda atrapada en un archivo de dibujo, sino que vive en la misma base de datos que gestiona el dinero, el tiempo y las personas de la obra. Esa es, para una pyme, la forma más directa de que la información sea útil.

EN RESUMEN

- BIM es una metodología de gestión de la información de un activo durante todo su ciclo de vida, no un programa concreto.
- La diferencia esencial con el CAD es que BIM trabaja con objetos que llevan información, de los que se derivan planos, mediciones y vistas.
- Los beneficios reales (menos errores, mediciones rápidas, mejor control de plazo y coste) dependen de la implantación; conviene medir los propios resultados.
- BIM no es Revit, no es solo 3D y no es exclusivo de grandes obras.
- En España, la Ley 9/2017, el RD 1515/2018 y el Plan de Incorporación de 2023 marcan el camino en la contratación pública.
- ERPSqlite reúne CAD, presupuesto, planificación, compras, certificación y contabilidad en una sola base de datos, y se complementa con IFC para lo que no cubre.

Dimensiones, niveles de información y openBIM

Hablar de BIM obliga a manejar un vocabulario propio: dimensiones, LOD, LOIN, IFC, BCF, BC3. Este capítulo ordena esos conceptos, explica para qué sirve cada uno y muestra, con honestidad, qué parte cubre ERPSqlite y cuál conviene resolver con otras herramientas.

EN ESTE CAPÍTULO

- Distinguir las dimensiones BIM de la 3D a la 7D y saber que su numeración varía.
- Entender los niveles de desarrollo (LOD) y el nivel de información necesaria (LOIN).
- Conocer la filosofía openBIM y los estándares IFC, BCF, IDS y bSDD.
- Situar las clasificaciones y el formato FIEBDC-3/BC3 como puente con el presupuesto.
- Saber qué formatos lee y escribe ERPSqlite.

2.1 Las dimensiones de BIM

En el capítulo anterior se vio que BIM no es solo 3D. Para expresar los distintos usos que se dan a la información del modelo, el sector ha adoptado la convención de hablar de **dimensiones**. Cada dimensión añade una capa de información a la geometría: el tiempo, el coste, la sostenibilidad o el mantenimiento. No son dimensiones en sentido geométrico, sino una forma cómoda de nombrar usos.

La **3D** es el modelo geométrico con sus objetos: muros, forjados, pilares, carpinterías. Es la base de todo lo demás y la que permite obtener planos y vistas coherentes. La **4D** incorpora el **tiempo**: cada objeto o grupo de objetos se vincula con una tarea de la planificación, lo que permite simular la secuencia constructiva y detectar problemas de orden, accesos o acopios. La **5D** añade el **coste**: las cantidades medidas en el modelo se enlazan con partidas y precios para obtener presupuestos, certificaciones y control económico.

A partir de aquí la terminología se vuelve menos uniforme. En España y en buena parte de Europa es habitual llamar **6D** a la **sostenibilidad** (análisis energético, huella de carbono, ciclo de vida de los materiales) y **7D** al **uso y mantenimiento** (gestión del activo, inventario de equipos, garantías, planes de mantenimiento). Sin embargo, otros autores invierten ese orden, y algunos hablan incluso de 8D (seguridad y salud) o más.

Tabla 2.1 • Dimensiones BIM más habituales

Dimensión	Información que añade	Uso típico
3D	Geometría y objetos	Planos, vistas, coordinación
4D	Tiempo	Planificación y simulación de obra
5D	Coste	Mediciones, presupuesto, certificación
6D	Sostenibilidad*	Energía, huella de carbono
7D	Uso y mantenimiento*	Gestión del activo, garantías

LA NUMERACIÓN VARÍA

(*) No existe una norma que fije qué significa cada dimensión a partir de la 5D. En documentos contractuales es preferible describir el uso concreto («el modelo se utilizará para la planificación y el control de costes») en lugar de citar un número de dimensión que cada parte puede interpretar de manera distinta.

Para una pyme, las dimensiones con retorno más inmediato son la 3D, la 4D y la 5D, porque afectan directamente al presupuesto, al plazo y al margen. En la Vivienda modular Albufera, la 4D permitirá ver cuándo deben llegar los pórticos de acero y los paneles de cerramiento, y la 5D, cuánto se ha gastado frente a lo presupuestado en cada capítulo.

EN ERPSQLITE

La 3D se trabaja en el CAD con la «Vista 3D»; la 5D, con «Integrar con presupuesto» y las mediciones enlazadas a partidas; la 4D, con «Programar con los rendimientos», el «Gantt» del presupuesto y la «Planificación» de Proyecto. El CAD puede además generar un vídeo 4D de la obra («Vídeo (.mov)» o «GIF animado») cuando el presupuesto tiene fechas. Para la 7D, las apps Servicios, Mantenimiento y Soporte permiten registrar equipos, órdenes de mantenimiento y garantías. La 6D no tiene una herramienta específica de análisis energético.

2.2 Niveles de desarrollo: LOD

Un modelo no tiene el mismo grado de detalle en el anteproyecto que en la fase de fabricación. Para expresar cuánto se puede confiar en un objeto en cada momento, el sector utiliza el concepto de **LOD** (*Level of Development*, nivel de desarrollo). La referencia más extendida es la especificación publicada por BIMForum, que define los niveles 100, 200, 300, 350, 400 y 500.

Es importante entender que el LOD no mide lo «bonito» que es un objeto, sino la **fiabilidad** de su geometría y de su información. Un muro puede estar dibujado con mucho detalle visual y, sin embargo, tener un espesor provisional que nadie ha confirmado: en ese caso su nivel de desarrollo real es bajo.

Para ilustrarlo, se puede seguir la evolución del muro de cerramiento de la fachada sur de la Vivienda Albufera a lo largo del proyecto.

Tabla 2.2 · El muro de fachada de la Vivienda Albufera en cada LOD

LOD	Significado	El muro de la Vivienda Albufera
100	Conceptual	Volumen de 12 × 8 m; el cerramiento se intuye en el contorno
200	Aproximado	Muro genérico de unos 200 mm y 2,70 m de alto; huecos orientativos
300	Preciso	Espesor de 200 mm fijado, posición exacta, puerta y ventanas con medidas
350	Con interfaces	Encuentros con pilares de los pórticos, anclajes y remates definidos
400	Fabricación	Despiece de paneles, perfilera y fijaciones para taller y montaje
500	Verificado en obra	Estado final comprobado, con material y lote realmente instalados

En una obra pequeña no es necesario llevar todos los objetos al mismo nivel. Para presupuestar la Vivienda Albufera basta con un LOD 300 en muros, carpinterías y pisos; para pedir los paneles al fabricante puede necesitarse un 400 en el cerramiento, mientras que los sanitarios pueden quedarse en 200 hasta que el cliente los elija.

CONSEJO

Indique en el presupuesto o en la memoria el nivel de desarrollo con el que se han obtenido las mediciones. Si el cliente sabe que el modelo está en LOD 200, entenderá que las cantidades pueden ajustarse cuando el proyecto avance, y se evitarán discusiones posteriores.

2.3 Del LOD al LOIN

El concepto de LOD ha sido muy útil, pero tiene una limitación: mezcla en un solo número la geometría y la información, cuando a menudo se necesita mucho detalle en una y poco en la otra. Un fabricante de carpintería quiere dimensiones exactas de los huecos, pero no le importa el color del revestimiento; el responsable de mantenimiento quiere la marca y la garantía de la caldera, pero no su geometría detallada.

Por eso la normativa europea ha introducido el **LOIN** (*Level of Information Need*, nivel de información necesaria), definido en la norma **EN 17412-1**. En lugar de un número único, el LOIN describe para cada objeto, cada fase y cada propósito qué información se necesita en tres apartados:

- **Información geométrica:** detalle, dimensionalidad, ubicación, apariencia y comportamiento paramétrico.
- **Información alfanumérica:** identificación del objeto y sus propiedades (material, resistencia, transmitancia, fabricante...).
- **Documentación:** fichas técnicas, certificados, instrucciones de mantenimiento, fotografías.

Tabla 2.3 · LOD frente a LOIN

Aspecto	LOD (BIMForum)	LOIN (EN 17412-1)
Expresión	Un número (100 a 500)	Ficha por objeto y propósito
Geometría e información	Agrupadas	Separadas
Documentación	No explícita	Incluida
Enfoque	Cuánto se ha desarrollado	Cuánto se necesita

La idea de fondo del LOIN es muy sensata para una pyme: **no producir más información de la necesaria**. Cada dato cuesta tiempo; si nadie lo va a usar, es un desperdicio. Antes de modelar, conviene preguntarse para qué servirá cada elemento.

LIMITACIÓN

ERPSqlite no asigna un LOD o LOIN como propiedad formal de cada objeto. En la práctica puede reflejarse con una convención: capas separadas para elementos provisionales y definitivos, la etiqueta (nombre del elemento) o el material asignado en el panel «Propiedades», y una tabla de LOIN guardada en la carpeta del proyecto en Documentos.

2.4 openBIM frente a closedBIM

Cuando todos los agentes de un proyecto utilizan el mismo programa y se intercambian archivos en su formato nativo, se habla de **closedBIM** (BIM cerrado). Funciona bien dentro de una organización o de un equipo homogéneo, pero obliga a todos a usar el mismo software, con sus licencias, versiones y limitaciones, y deja la información del cliente atada a un formato propietario.

El enfoque **openBIM**, promovido por buildingSMART, propone lo contrario: cada agente usa la herramienta que mejor le conviene y la información se intercambia en **formatos abiertos y documentados**. El arquitecto puede trabajar con un modelador, el calculista con otro, la constructora con su programa de presupuestos y la propiedad con su sistema de mantenimiento, y todos se entienden a través de estándares comunes.

La información de un edificio dura más que cualquier programa: guardarla en un formato abierto es asegurarse de que podrá leerse dentro de treinta años.

Para una pyme, openBIM tiene una ventaja decisiva: no obliga a comprar el mismo software que el gran estudio o la gran constructora con la que colabora. Basta con poder leer y escribir los formatos abiertos que correspondan a su papel en el proyecto.

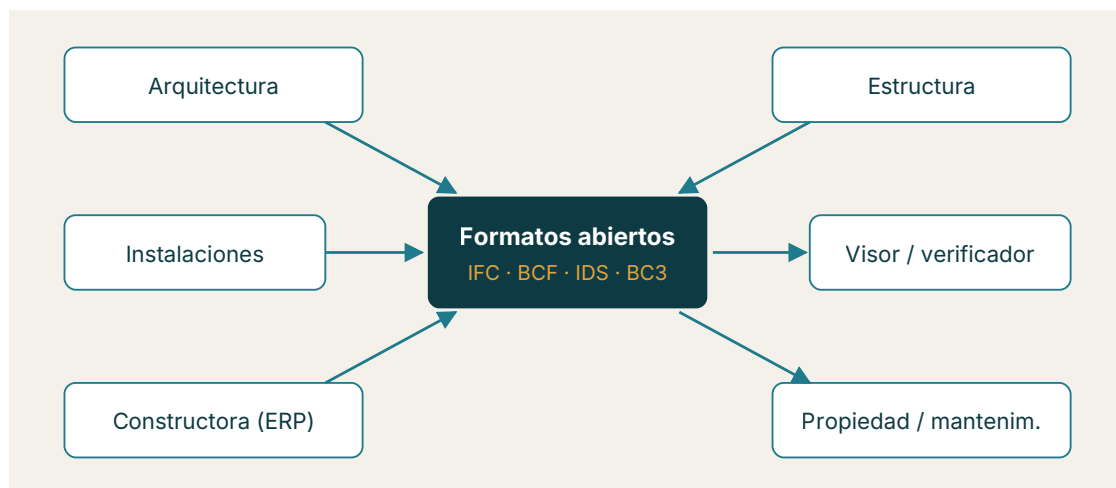


Figura 2.1 · En openBIM cada agente usa su herramienta y comparte la información mediante formatos abiertos.

2.5 IFC: el idioma común

El formato **IFC** (*Industry Foundation Classes*) es el estándar abierto de intercambio de modelos BIM desarrollado por buildingSMART y normalizado como **ISO 16739-1** (UNE-EN ISO 16739-1 en España). No es un formato de dibujo, sino un **esquema de datos** que describe los objetos de un edificio, sus propiedades y sus relaciones.

En IFC cada tipo de elemento tiene su **entidad**. Un muro es un `IfcWall`; una puerta, un `IfcDoor`; una ventana, un `IfcWindow`; un forjado, un `IfcSlab`; un pilar, un `IfcColumn`; una viga, un `IfcBeam`. Los espacios, como el salón o los dormitorios, se representan con `IfcSpace`, que no es un elemento físico sino un volumen con superficie, uso y nombre. Todo ello se organiza en una jerarquía espacial: proyecto, emplazamiento, edificio, planta y espacio (`IfcProject`, `IfcSite`, `IfcBuilding`, `IfcBuildingStorey`).

Las propiedades de cada objeto se agrupan en **conjuntos de propiedades** o **Psets**. buildingSMART define Psets estándar, como `Pset_WallCommon`, que incluye datos como si el muro es exterior, si es portante o su resistencia al fuego. Además, cada empresa o proyecto puede crear Psets propios para la información que necesite, por ejemplo el código de la partida del presupuesto.

```
#120= IFCWALL('202Fr$t4X7Zf8N0ew3FNr2',#5,'Fachada sur',,$,$,#121,#125,$,.STANDARD.);
#130= IFCPROPERTYSET('1kTvXnbbzCWw8LcMd1dR4o',#5,'Pset_WallCommon',,$,(#131,#132));
#131= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('IsExternal',,$,IFCB00LEAN(.T.),$);
#132= IFCPROPERTYSINGLEVALUE('LoadBearing',,$,IFCB00LEAN(.F.),$);
```

El fragmento anterior, simplificado, muestra cómo se ve un muro en un archivo IFC: una entidad `IfcWall` con su identificador único global y un conjunto de propiedades que indica que es exterior y no portante, como corresponde a un cerramiento sobre estructura metálica. No hace falta leer IFC a mano, pero entender su lógica ayuda a configurar bien las exportaciones.

VERSIONES DE IFC

Conviven varias versiones del esquema IFC; las más extendidas en la práctica son IFC2x3 e IFC4. Antes de intercambiar modelos, acuerde con el resto del equipo qué versión se usará y compruebe que todos los programas implicados la admiten.

2.6 BCF, IDS y bSDD

Alrededor de IFC, buildingSMART ha desarrollado otros estándares que resuelven necesidades concretas de la colaboración.

BCF (*BIM Collaboration Format*) sirve para comunicar **incidencias** sobre un modelo sin intercambiar el modelo completo. Una incidencia BCF contiene una descripción, un punto de vista de cámara, los identificadores de los objetos afectados, un responsable y un estado. Es la forma estándar de decir «esta ventana choca con este pilar, revisalo» y de seguir la conversación hasta su cierre.

IDS (*Information Delivery Specification*) es un formato para expresar, de forma legible por máquina, **qué información debe contener un modelo**: por ejemplo, que todos los `IfcWall` exteriores tengan informada la propiedad de transmitancia térmica. Con un archivo IDS, un verificador puede comprobar automáticamente si un IFC cumple los requisitos del cliente.

bSDD (*buildingSMART Data Dictionary*) es un servicio en línea que reúne diccionarios de clases y propiedades de distintas organizaciones y países. Permite que un mismo concepto (por ejemplo, «resistencia al fuego») tenga una definición común y un identificador único, lo que facilita que distintos programas y clasificaciones se entiendan.

EN ERPSQLITE

ERPSqlite no lee ni escribe BCF ni IDS. Para registrar incidencias de diseño o de obra puede usarse la app Soporte (tickets con etapas, responsables y SLA, visibles desde el proyecto), adjuntando capturas de la «Vista 3D». Para verificar un modelo contra un IDS, se exporta a IFC y se comprueba con un verificador externo gratuito.

2.7 Clasificaciones: poner nombre a las cosas

Para que la información sea reutilizable, cada objeto debe clasificarse con un sistema común. Una **clasificación** es un código jerárquico que identifica el tipo de elemento, sistema, espacio o producto, con independencia del idioma o del programa.

Entre las más utilizadas están **Uniclass 2015**, de origen británico, muy completa y vinculada a la tradición de la ISO 19650; **OmniClass**, de origen norteamericano; y **GuBIMClass**, una clasificación desarrollada en España a partir de la experiencia de los grupos de usuarios BIM, pensada para el contexto constructivo español. Ninguna es obligatoria en obra privada; lo importante es elegir una y aplicarla con coherencia.

En la práctica de una pyme, la clasificación más útil suele ser la que ya utiliza: la estructura de capítulos de su presupuesto. Si la empresa organiza siempre sus obras en «01 Movimiento de tierras», «02 Cimentación», «03 Estructura», «04 Cerramientos» y así sucesivamente, ese árbol funciona como una clasificación propia. Lo deseable es que coincida con el maestro de capas del CAD.

CONSEJO

Cree un maestro de capas cuyos nombres sigan la misma lógica que los capítulos del presupuesto (por ejemplo, una capa por tipo de cerramiento enlazada con las partidas del capítulo 04). Así el dibujo queda «clasificado» desde el primer trazo.

2.8 FIEBDC-3 / BC3: el puente con el presupuesto

Si IFC es el idioma común del modelo, en España el idioma común del presupuesto es el formato **FIEBDC-3**, conocido por la extensión de sus archivos: **BC3**. Fue creado para intercambiar bases de datos de precios de la construcción y presupuestos entre programas de distintos fabricantes, y hoy lo utilizan los principales bancos de precios, programas de mediciones y administraciones.

Un archivo BC3 es un archivo de texto con registros que describen conceptos (capítulos, partidas, recursos), su descomposición, sus precios, sus textos descriptivos y sus mediciones. Gracias a él, un presupuesto redactado por un estudio de arquitectura puede abrirse en el programa de la constructora sin volver a teclearlo, y una constructora puede cargar un banco de precios público como base de su oferta.

En un flujo BIM, BC3 es el **punto entre el modelo y el coste**. Las cantidades obtenidas del modelo se asignan a partidas, y el presupuesto resultante se intercambia en BC3 con el cliente, la dirección facultativa o los subcontratistas. En la Vivienda Albufera, la constructora podría recibir el proyecto de ejecución con su presupuesto en BC3, importarlo, vincular sus partidas al plano y, a partir de ahí, planificar y certificar.

2.9 Qué cubre ERPSqlite

Con todo lo anterior, conviene hacer un balance claro de los formatos e intercambios que admite ERPSqlite, para saber desde el principio qué puede hacerse dentro de la aplicación y qué requiere herramientas complementarias.

Tabla 2.4 · Formatos y estándares en ERPSqlite

Formato	Lectura	Escritura	Observaciones
IFC	No	Sí	Exportación desde el CAD
BC3 (FIEBDC-3)	Sí	Sí	Lee cualquier versión; exporta 2016 o 2000
DXF	Sí	Sí	Abre cualquier versión; guarda R12
DWG	Con conversor	No	ODA File Converter o LibreDWG
JSON del CAD	Sí	Sí	Formato propio y API
BCF / IDS	No	No	Usar Soporte y verificador externo

El punto fuerte de ERPSqlite está en la combinación de CAD con mediciones enlazadas y presupuesto con BC3, todo en la misma base de datos. El CAD abre planos DXF de cualquier versión, lo que permite partir de los planos que entrega el arquitecto; los muros, puertas, ventanas y pisos se miden y se vinculan a partidas; el presupuesto importa y exporta BC3, y además se exporta a Excel. La exportación a IFC permite entregar el modelo a terceros o revisarlo en un visor externo.

Las limitaciones también deben quedar claras. ERPSqlite no importa IFC, de modo que no puede federar modelos de otras disciplinas ni recibir un modelo IFC del arquitecto para medirlo directamente; en ese caso, lo habitual será partir de los planos DXF. Tampoco gestiona BCF ni IDS, ni asigna LOD formal a cada objeto. Para una pyme que construye o reforma, estas carencias rara vez son críticas, y se cubren con la exportación IFC, los visores gratuitos y las convenciones que se proponen en los próximos capítulos.

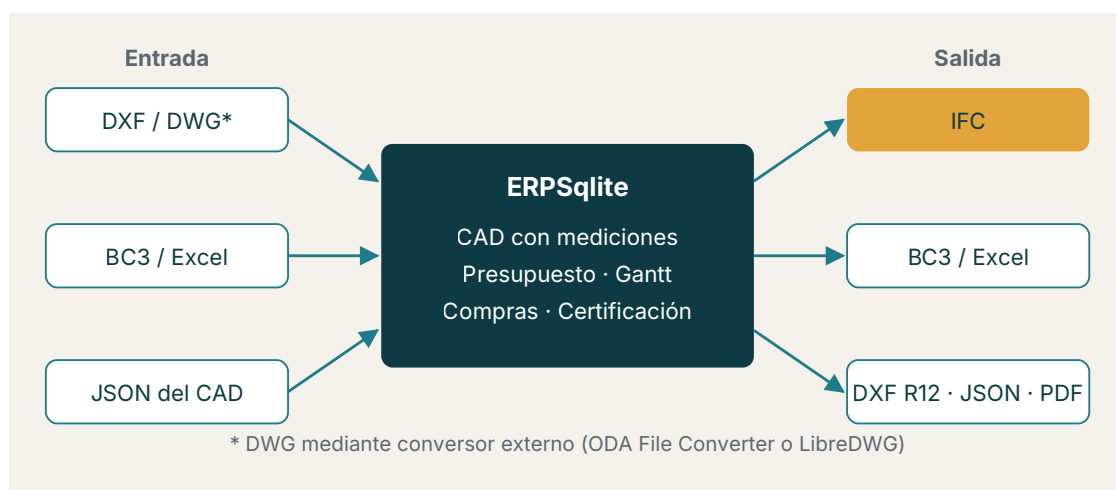


Figura 2.2 · Formatos de entrada y salida de ERPSqlite: IFC solo en exportación; BC3 y DXF en ambos sentidos.

EN RESUMEN

- Las dimensiones nombran usos de la información: 3D geometría, 4D tiempo, 5D coste y, según autores, 6D sostenibilidad y 7D mantenimiento.
- El LOD (100 a 500) expresa la fiabilidad de un objeto; el LOIN (EN 17412-1) describe la información geométrica, alfanumérica y documental necesaria para cada propósito.
- openBIM permite que cada agente use su herramienta y se comunique mediante formatos abiertos.
- IFC (ISO 16739-1) describe objetos como IfcWall, IfcDoor o IfcSpace y sus propiedades en Psets; BCF, IDS y bSDD completan el ecosistema.
- Las clasificaciones y el formato BC3 conectan el modelo con el presupuesto.
- ERPSqlite exporta IFC, lee y escribe BC3 y DXF; no importa IFC ni gestiona BCF o IDS, carencias que se cubren con herramientas externas y convenciones.

La gestión de la información: ISO 19650 sin complicaciones

BIM no consiste solo en modelar: consiste, sobre todo, en saber quién pide qué información, quién la produce, cuándo se entrega y en qué estado está. La serie ISO 19650 ordena todo eso con un lenguaje común. Este capítulo la traduce a la escala de una pyme y la aplica a la Vivienda modular Albufera.

EN ESTE CAPÍTULO

- Identificar a los agentes de la norma y su responsabilidad sobre la información.
- Distinguir los requisitos OIR, AIR, PIR y EIR y saber cómo se encadenan.
- Entender el BEP, el MIDP y el TIDP como herramientas de planificación.
- Organizar un entorno común de datos (CDE) con sus cuatro estados y una nomenclatura de archivos coherente.
- Repartir los roles BIM en un equipo de 6 a 10 personas y recorrer las ocho fases del ciclo.

3.1 Por qué una norma para la información

Cualquier obra genera miles de documentos: planos, mediciones, presupuestos, actas, certificados de materiales, fotografías, facturas. El problema habitual no es la falta de información, sino su desorden: versiones que circulan por correo sin control, planos «definitivos» que dejan de serlo al día siguiente, carpetas compartidas donde nadie sabe qué archivo es el válido. La serie **ISO 19650**, adoptada en España como UNE-EN ISO 19650, propone un método para que la información de un activo construido se pida, se produzca, se revise y se entregue de forma ordenada durante todo su ciclo de vida.

La parte 1 establece conceptos y principios; la parte 2 trata la fase de desarrollo (diseño y construcción); la parte 3, la fase de operación; y la parte 5, la seguridad de la información. Para una constructora o un estudio, la parte 2 es la más relevante, y es la que se sigue en este capítulo. Conviene desmitificarla desde el principio: la norma no obliga a usar un programa concreto ni exige grandes inversiones. Describe *qué* debe hacerse con la información, no *con qué* herramienta. Por eso una pyme puede aplicarla con medios modestos, siempre que sea disciplinada.

La ISO 19650 no habla de software: habla de responsabilidades. Quien entiende eso, puede aplicarla con las herramientas que ya tiene.

3.2 Los agentes: quién pide y quién entrega

La norma evita los nombres comerciales (promotor, constructora, arquitecto) y habla de relaciones de encargo. Hay tres figuras básicas:

- **Parte designante** (*appointing party*): quien encarga la información y la recibirá. En la Vivienda Albufera es Promociones Turia S.L.

- **Parte designada principal** o adjudicataria principal (*lead appointed party*): quien contrata directamente con la parte designante y coordina la información de su equipo. Aquí, Construcciones Levante BIM S.L.
- **Partes designadas** o adjudicatarias (*appointed parties*): los miembros del equipo que producen información para la principal: el estudio de arquitectura, la ingeniería de estructuras que calcula los pórticos metálicos, el instalador de climatización, el taller de cerrajería.

Al conjunto de la parte designada principal con sus adjudicatarias se le llama **equipo de desarrollo**, y cada grupo que produce información de una disciplina es un **equipo de trabajo**. Lo importante no es la etiqueta, sino que cada agente sepa a quién responde y qué debe entregar. Una misma empresa puede ocupar papeles distintos en obras diferentes: Construcciones Levante BIM es parte designada principal ante el promotor, pero actúa como parte designante cuando encarga el modelo de estructura a la ingeniería.

3.3 La cadena de requisitos: OIR, AIR, PIR y EIR

La información útil empieza por una pregunta: ¿para qué la necesita quien la paga? La norma organiza la respuesta en una cascada de requisitos que va de lo estratégico a lo operativo.

- **OIR**, requisitos de información de la organización: lo que la parte designante necesita para sus objetivos generales. Promociones Turia quiere conocer el coste real de cada vivienda que promueve para fijar precios en futuras promociones.
- **AIR**, requisitos de información del activo: lo que se necesita para operar y mantener el edificio terminado. Para la Albufera: equipos instalados con marca, modelo y garantía, superficies por estancia y calendario de mantenimiento de la cubierta.
- **PIR**, requisitos de información del proyecto: lo que se necesita para tomar decisiones durante el diseño y la construcción. Por ejemplo, la comparativa de coste entre dos soluciones de cerramiento antes de cerrar el presupuesto.
- **EIR**, requisitos de intercambio de información: la traducción contractual de todo lo anterior para cada encargo. Indica qué entregables, con qué nivel de información, en qué formatos y en qué fechas.

De los AIR nace el **modelo de información del activo** (AIM) y de los PIR, el **modelo de información del proyecto** (PIM). El PIM crece durante la obra y, al cerrarla, la parte útil se traslada al AIM para la fase de uso.

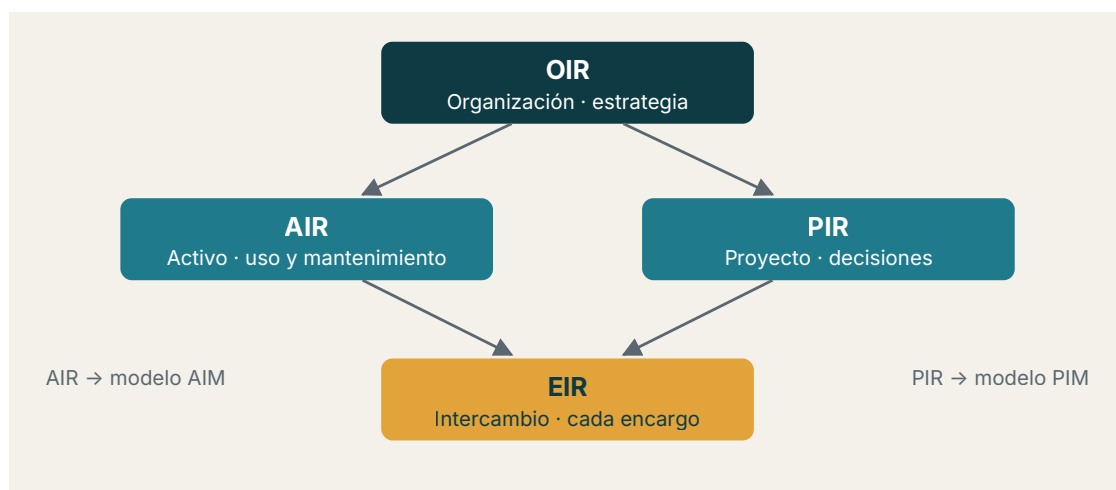


Figura 3.1 · Jerarquía de requisitos: de los objetivos de la organización a lo que se exige en cada encargo.

CONSEJO

Si el cliente no le entrega unos EIR, no espere: redacte usted una propuesta de una o dos páginas con los entregables, formatos y fechas, y pídale que la valide. Un cliente particular o una pequeña promotora rara vez conoce la norma, pero agradece saber exactamente qué va a recibir.

3.4 El BEP: cómo se va a trabajar

El **plan de ejecución BIM** (BEP) es la respuesta del equipo de desarrollo a los EIR. Tiene dos versiones. El **BEP pre-contrato** se presenta con la oferta y demuestra que el equipo entiende lo pedido y es capaz de cumplirlo: propone responsables, estrategia de entrega, programas y formatos. El **BEP postcontrato**, ya adjudicada la obra, lo desarrolla en detalle: calendario de entregas, nomenclatura de archivos, estructura del CDE, procedimientos de revisión, sistema de coordenadas y unidades, plantillas y capas.

Para la Albufera, un BEP postcontrato realista ocupa entre 8 y 12 páginas. Debe fijar, por ejemplo, que todos los planos se dibujan en milímetros con origen en la esquina suroeste del módulo, que las capas siguen el maestro de capas de la empresa, que el presupuesto se intercambia en BC3 y que el modelo se entrega en IFC al terminar la obra. Un BEP corto que se cumple vale más que uno extenso que nadie lee.

3.5 MIDP y TIDP: el calendario de la información

Si el BEP explica *cómo*, el plan de entregas explica *qué y cuándo*. Cada equipo de trabajo elabora su **TIDP** (plan de entrega de información del equipo de trabajo): una lista de los contenedores de información que producirá, con responsable, fecha y nivel de información. La parte designada principal reúne todos los TIDP en el **MIDP** (plan maestro de entrega de información) y comprueba que encajan con el programa de la obra.

En la práctica, un TIDP es una tabla. La de la ingeniería de estructuras para la Albufera podría tener diez líneas: plano de cimentación, plano de pórticos, modelo de cálculo, memoria de cálculo, listado de perfiles para el taller, etc. El MIDP las combina con las de arquitectura e instalaciones y las ordena en el tiempo. Lo valioso es que el MIDP se vincule al planning de obra: si el montaje de pórticos se programa para la semana 6, el plano de taller debe estar publicado, como mínimo, en la semana 4.

3.6 El entorno común de datos y sus cuatro estados

El **entorno común de datos** (CDE, *common data environment*) es la fuente única de verdad del proyecto: el lugar donde se guarda, se comparte y se controla toda la información. No es necesariamente un producto caro; es una combinación de herramienta y procedimiento. Lo que la norma exige es que cada contenedor de información tenga un identificador único, un estado, una revisión y un historial.

Los cuatro estados son:

- **En curso** (WIP, *work in progress*): el trabajo del equipo que lo produce. Solo lo ve ese equipo.
- **Compartido**: información revisada internamente y puesta a disposición de los demás equipos para coordinarse. No sirve para construir.
- **Publicado**: información autorizada por la parte designante o por quien tenga esa potestad, apta para su uso previsto (licitar, construir, operar).
- **Archivado**: registro histórico de todo lo que se compartió y publicó, para trazabilidad y auditoría.

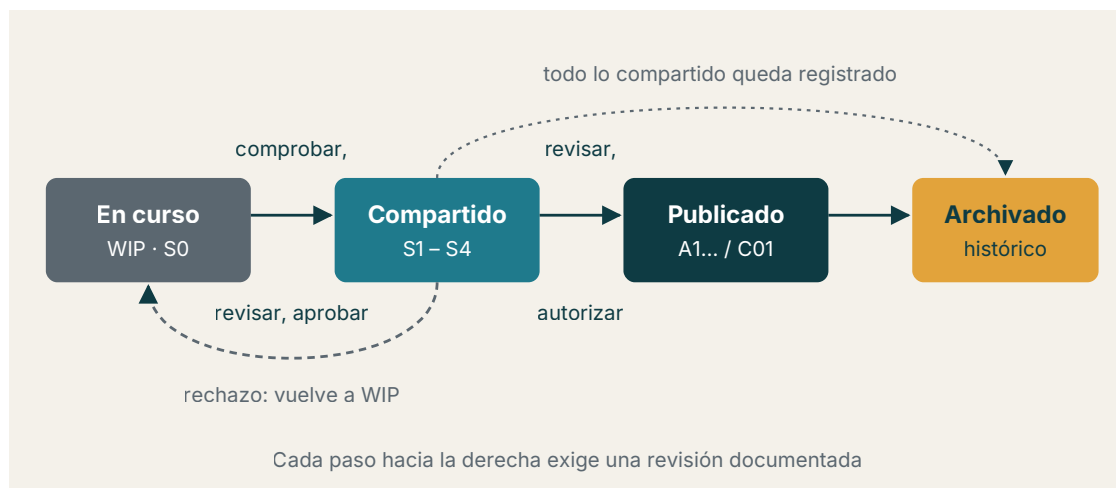


Figura 3.2 · Flujo de estados del CDE según ISO 19650 y sus transiciones.

Las transiciones son tan importantes como los estados. Para pasar de En curso a Compartido, el propio equipo **comprueba, revisa y aprueba** el contenedor: que cumple la nomenclatura, que no tiene capas sobrantes, que las cotas cuadran. Para pasar de Compartido a Publicado, la parte designada principal lo revisa y la parte designante lo **autoriza**. Si la revisión detecta errores, el contenedor no avanza: vuelve a En curso con una nueva revisión. Nada se borra; lo sustituido pasa a Archivado.

CONCEPTO

Un **contenedor de información** es cualquier conjunto de información con identificador propio: un archivo DXF, un PDF de plano, un presupuesto en BC3, una hoja de cálculo o incluso un registro dentro de una base de datos. La norma no exige que sean archivos.

3.7 Nomenclatura, estados y revisiones

Para que el CDE funcione, cada contenedor necesita un nombre que lo identifique sin abrirlo. La ISO 19650-2 define los campos que debe contener el identificador; y el anexo nacional británico propuso un formato concreto que se ha extendido mucho y que otros países y guías han adaptado. Aplicado a la Vivienda Albufera, un modelo de arquitectura se llamaría:

ALB-CLB-ZZ-00-M3-A-0001

Tabla 3.1 · Campos del identificador ALB-CLB-ZZ-00-M3-A-0001

Campo	Valor	Significado
Proyecto	ALB	Vivienda modular Albufera
Originador	CLB	Construcciones Levante BIM S.L.
Volumen o sistema	ZZ	Todos los volúmenes (un único módulo)
Nivel	00	Planta baja
Tipo	M3	Modelo tridimensional
Disciplina	A	Arquitectura
Número	0001	Correlativo del contenedor

Con la misma lógica, el plano de pórticos que entrega la ingeniería sería ALB-ING-ZZ-00-DR-S-0002 (DR, plano; S, estructuras) y el presupuesto, ALB-CLB-ZZ-ZZ-CO-Q-0001 (Q, mediciones y costes). Los códigos concretos de tipo y disciplina se fijan en el BEP; lo esencial es que sean pocos, estables y conocidos por todos.

El nombre no lleva el estado ni la revisión: esos son **metadatos** que acompañan al contenedor. Los **códigos de estado** más usados son S0 (en curso), S1 (apto para coordinación), S2 (para información), S3 (para revisión y comentarios), S4 (para aprobación) y A1, A2... (autorizado para una etapa concreta). Las **revisiones** distinguen las versiones preliminares, P01, P02..., de las contractuales, C01, C02...; en curso pueden usarse subversiones como P01.1 o P01.2. Así, «ALB-ING-ZZ-00-DR-S-0002 · S3 · P02» se lee sin ambigüedad: segunda versión preliminar del plano de pórticos, enviada a revisión.

ERROR FRECUENTE

Meter «definitivo», «final» o la fecha en el nombre del archivo. En cuanto llega un cambio aparece «final_v2_bueno.dxf» y la trazabilidad se pierde. La revisión va en un campo aparte y el nombre no cambia nunca.

EN ERPSQLITE

ERPSqlite no incorpora un flujo formal de estados ISO 19650, pero la aplicación Documentos permite montar el CDE por convención: una carpeta de proyecto con subcarpetas WIP, Compartido, Publicado y Archivado, vinculada al proyecto y al presupuesto de la obra, y compartida con usuario y contraseña con los agentes externos. El capítulo 5 desarrolla esta estructura paso a paso.

3.8 Los roles BIM en una pyme

La literatura BIM describe muchos perfiles, pero en la práctica se reducen a tres funciones:

- **BIM manager** o responsable de la gestión de la información: define el BEP, fija estándares (nomenclatura, capas, plantillas), administra el CDE y vela por que se cumplan los EIR. Es una función de organización más que de dibujo.
- **Coordinador BIM**: revisa los contenedores antes de compartirlos, cruza disciplinas para detectar conflictos, prepara las reuniones de coordinación y mantiene el MIDP al día.
- **Modelador** o técnico BIM: produce la información: dibuja, mide, asigna partidas, genera planos y documentación.

En una empresa de 6 a 10 personas nadie se dedica en exclusiva a uno de estos papeles, y no hace falta. Un reparto razonable en Construcciones Levante BIM sería este: el jefe de obra o el director técnico asume la función de BIM manager, con unas pocas horas semanales; un técnico de oficina actúa como coordinador y, a la vez, prepara presupuestos y certificaciones; y uno o dos delineantes o arquitectos técnicos ejercen de modeladores. El administrativo no es un rol BIM, pero conviene formarlo para que archive facturas y albaranes en la carpeta correcta del CDE.

Tabla 3.2 · Reparto de funciones BIM en una pyme de 8 personas

Persona	Función BIM	Dedicación orientativa
Director técnico	BIM manager	10 % de su jornada
Técnico de oficina	Coordinador BIM	30 %
Arquitecto técnico	Modelador y mediciones	60 %
Delineante	Modelador	80 %
Jefe de obra	Usuario: partes y avance	Puntual

La regla de oro es que quien produce un contenedor no sea quien lo autoriza. Aunque el equipo sea pequeño, esa separación evita la mayoría de los errores que llegan a obra.

3.9 Las ocho fases del ciclo de gestión de la información

La ISO 19650-2 describe el proceso de cada encargo en ocho fases. Recorrerlas con la Vivienda Albufera ayuda a ver que no es teoría, sino el orden lógico de cualquier contratación bien hecha.

- 1 **Evaluación y necesidad.** La parte designante define sus requisitos (OIR, AIR, PIR), nombra a quien gestionará la información por su parte y establece el CDE y los estándares del proyecto. Promociones Turia decide que quiere el coste final por partidas y el manual de mantenimiento.
- 2 **Invitación a licitar.** Se redactan los EIR y se incluyen en la documentación de licitación, junto con la información de referencia disponible: levantamiento de la parcela de 450 m², estudio geotécnico, normativa municipal.
- 3 **Respuesta a la licitación.** Cada candidato prepara su BEP precontrato, evalúa la capacidad de su equipo y un primer plan de entregas. Construcciones Levante BIM presenta su oferta de 118.000 € de ejecución material y un plazo de 5 meses.
- 4 **Adjudicación.** Se firma el contrato, se confirma el BEP postcontrato y se aprueban el MIDP y los TIDP. Los EIR pasan a ser obligación contractual.
- 5 **Movilización.** El equipo prepara recursos y herramientas: configura el CDE, carga plantillas y maestro de capas, prueba los intercambios (que el BC3 se lee bien, que el DXF abre correctamente) y forma a quien lo necesite.
- 6 **Producción colaborativa de la información.** Es la fase más larga: se modela, se mide, se coordina y se revisa, con los contenedores avanzando por los estados del CDE. En la Albufera abarca el proyecto de ejecución y toda la obra, con partes diarios y certificaciones mensuales.
- 7 **Entrega del modelo de información.** La parte designada principal revisa el modelo completo y lo entrega a la parte designante, que lo acepta o lo rechaza según los EIR. Incluye planos finales de obra, modelo IFC, presupuesto liquidado y documentación de equipos.
- 8 **Cierre del proyecto.** Se archiva el PIM, se traslada la información útil al AIM y se recogen las lecciones aprendidas para la siguiente obra.

Las fases 1 a 4 se dan una vez por encargo; las 5 a 7 se repiten con cada entrega parcial; la 8 cierra el proyecto. Una pyme no necesita documentar cada fase con un informe formal, pero sí conviene que tenga presente la secuencia: casi todos los problemas de información de una obra se originan en una fase 1 o 2 mal resuelta.

CONSEJO

Guarde al cierre de cada obra una página de lecciones aprendidas en la carpeta Archivado: qué códigos de nomenclatura sobraron, qué entregas llegaron tarde, qué formato dio problemas. Es la forma más barata de mejorar el BEP de la siguiente.

EN RESUMEN

- La ISO 19650 ordena responsabilidades sobre la información, no impone programas.
- Parte designante, designada principal y designadas definen quién pide y quién entrega.
- Los requisitos bajan en cascada: OIR → AIR y PIR → EIR; de ellos nacen el AIM y el PIM.
- El BEP explica cómo se trabajará; el MIDP y los TIDP, qué se entrega y cuándo.
- El CDE tiene cuatro estados (En curso, Compartido, Publicado, Archivado) y cada transición exige una revisión.
- Un identificador estable con estado y revisión como metadatos garantiza la trazabilidad.
- En una pyme, los roles se reparten a tiempo parcial, pero quien produce no debe autorizar.
- Las ocho fases del ciclo marcan el orden lógico de todo encargo con BIM.

PARTE II

BIM paso a paso con ERPSqlite

Nueve pasos aplicados a un proyecto real de principio a fin, la Vivienda modular Albufera, con los menús y botones de cada aplicación.

1. Arrancar el proyecto
2. Plan de ejecución BIM y CDE
3. Modelar en el CAD
4. Disciplinas, coordinación e IFC
5. 5D: mediciones y presupuesto
6. 4D: planificación
7. Ejecutar y controlar
8. Certificar y facturar
9. Entregar: as-built, 6D y 7D

ERPSqlite: una plataforma BIM ligera para la pyme

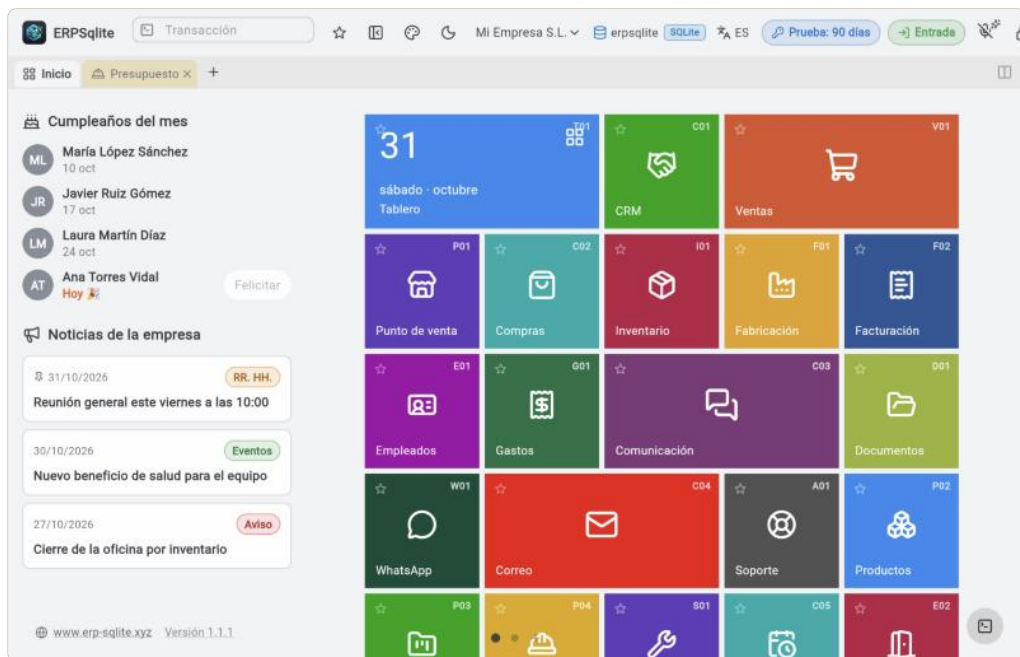
Conocidos los principios de BIM y de la gestión de la información, toca presentar la herramienta con la que se aplicarán en la Parte II. ERPSqlite reúne en una sola base de datos el dibujo, el presupuesto, la planificación, las compras y la contabilidad de la obra. Este capítulo explica qué es, cómo está construido, qué hace bien, qué no hace y cómo dar los primeros pasos.

EN ESTE CAPÍTULO

- Conocer la arquitectura de ERPSqlite y sus opciones de instalación.
- Entender por qué compartir base de datos entre modelo y gestión elimina los silos de información.
- Relacionar cada concepto BIM con la aplicación de ERPSqlite que lo cubre.
- Saber con claridad qué no hace ERPSqlite y cómo convivir con otras herramientas.
- Preparar la compañía, los usuarios y la base de datos de la obra.

4.1 Qué es ERPSqlite

ERPSqlite es un ERP de escritorio construido sobre **SQLite** e inspirado en Odoo. La versión de referencia de este libro es la 1.1.2, disponible para Windows y macOS, y también en versión web. Reúne 56 aplicaciones que cubren desde el CRM y las ventas hasta los empleados, el inventario o la firma electrónica, y cuenta con un manual de usuario de 472 páginas. Ofrece una prueba de 90 días y una licencia desde 10 € por usuario interno activo.



Captura · Pantalla de inicio de ERPSqlite en la demo online: cada mosaico es una aplicación del mismo ERP (Presupuesto, CAD, Proyecto, Compras, Documentos...).

Para una empresa constructora, lo relevante es el conjunto de aplicaciones de obra: un **CAD** con vista 3D, mediciones enlazadas a partidas y exportación a IFC; un módulo de **Presupuesto** con árbol de capítulos, partidas y recursos, Gantt, certificaciones e importación y exportación BC3; **Proyecto** con tareas, planificación y partes de horas; **Documentos, Compras, Inventario, Facturación** y **BI**. Según su web, el CAD incluye además herramientas de movimiento de tierras, GIS, emplazamiento, cálculo de estructuras 2D y 3D, avance de obra en colores y vídeo 4D.

La idea que da sentido al libro es sencilla: la metodología BIM pide que la información fluya sin copiarse de un programa a otro, y ERPSqlite la guarda toda en el mismo sitio.

4.2 Arquitectura: del archivo local al servidor

La mayor parte del software de gestión empresarial necesita un servidor; una conexión permanente y, a menudo, una suscripción en la nube. ERPSqlite parte del enfoque contrario: funciona **sin servidor ni Internet**, y cada base de datos es un único archivo SQLite en el ordenador. Una pequeña empresa puede instalarlo en un portátil y llevarse la obra a la caseta sin depender de la cobertura.

Cuando la empresa crece, la misma aplicación puede trabajar contra bases **PostgreSQL** o **MySQL**, configurables desde «Ajustes», o instalarse en un servidor propio con **Docker**:

```
docker compose up -d --build
# la aplicación queda disponible en el puerto 8080
```

Hacia fuera, ERPSqlite se abre por dos vías. La primera es la **API externa** («Ajustes» → «API externa»), que ofrece JSON-RPC y XML-RPC compatibles con Odoo, de modo que los mismos scripts de Python que funcionan contra Odoo sirven aquí, además de una API REST, con una clave API por integración. El CAD tiene su propia API para leer y crear dibujos en formato JSON. La segunda es el **conector MCP**, que permite que asistentes como ChatGPT, Gemini, Perplexity, Copilot o Claude consulten el ERP con los permisos que se les concedan y con registro de cada llamada.

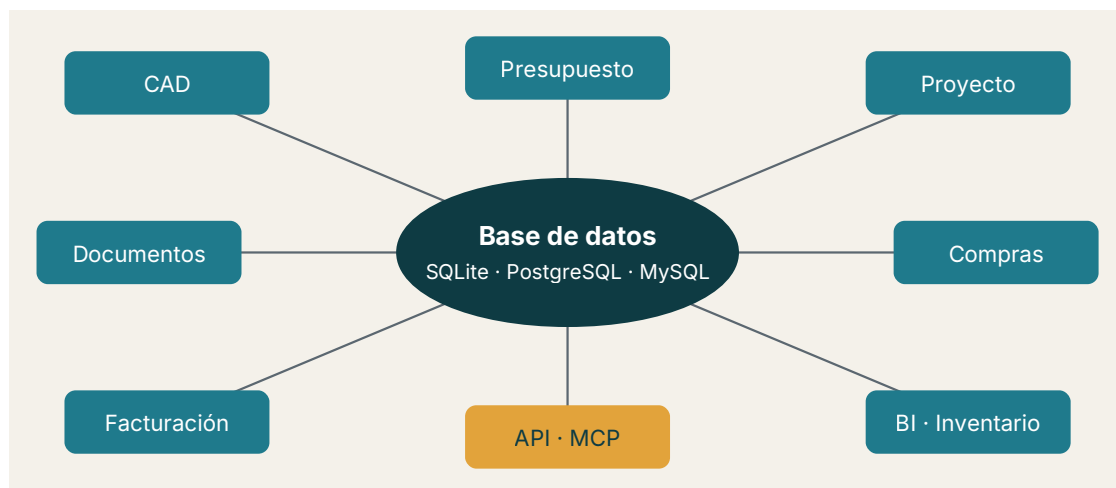


Figura 4.1 · Las aplicaciones de obra de ERPSqlite comparten una única base de datos; la API y el conector MCP la abren a otros programas.

CONCEPTO

Que la base de datos sea un archivo tiene una consecuencia práctica muy valiosa: la copia de seguridad de toda la empresa consiste en copiar el archivo `erpsqlite.sqlite`. No hay que exportar tablas ni coordinar varios programas.

4.3 Modelo y gestión en la misma base de datos

En la mayoría de las pymes de construcción, la información de una obra vive en islas: los planos en un programa de CAD, las mediciones en una hoja de cálculo, el presupuesto en un programa de presupuestos, la planificación en otro, las compras en el correo y la contabilidad en la gestoría. Cada salto entre islas implica volver a teclear, y cada tecleo es una ocasión de error. Cuando el arquitecto cambia la longitud de un muro, nadie actualiza la medición; cuando se actualiza la medición, la planificación sigue con la duración antigua; y al final de la obra nadie sabe explicar por qué el resultado real se aleja del previsto.

ERPSqlite rompe esos **silos** porque todas las aplicaciones escriben y leen en la misma base. En la Vivienda Albufera, el recorrido de la información es continuo:

- 1 **Plano.** Se dibujan en el CAD los muros de 200 mm, la cubierta y las carpinterías, en capas que el «Maestro de capas» vincula a partidas.
- 2 **Medición.** Con «Integrar con presupuesto» se añaden las mediciones del plano como partidas: metros cuadrados de cerramiento, de solera, de cubierta, número de puertas y ventanas.
- 3 **Presupuesto.** Las partidas reciben recursos de mano de obra, materiales y equipos con sus precios.
- 4 **Gantt.** «Programar con los rendimientos» calcula la duración de cada partida y la sitúa en el tiempo a partir del «Inicio de la obra».
- 5 **Compra.** Las solicitudes de materiales se aprueban y se convierten en pedidos de compra.
- 6 **Certificación.** Los partes diarios registran el avance; cada mes se certifica lo ejecutado.
- 7 **Factura.** Desde la certificación se pulsa «Crear factura».
- 8 **Analítica.** La cuenta analítica de la obra reúne ingresos y gastos y muestra el resultado.

Si a mitad de proyecto se amplía el salón un metro, basta con modificar el muro y pulsar «Enviar las mediciones del plano»: las cantidades del presupuesto se actualizan sin tocar precios ni recursos, y la programación puede recalcularse. Esa trazabilidad entre el objeto dibujado y su coste es exactamente lo que BIM promete en sus dimensiones 4D y 5D.

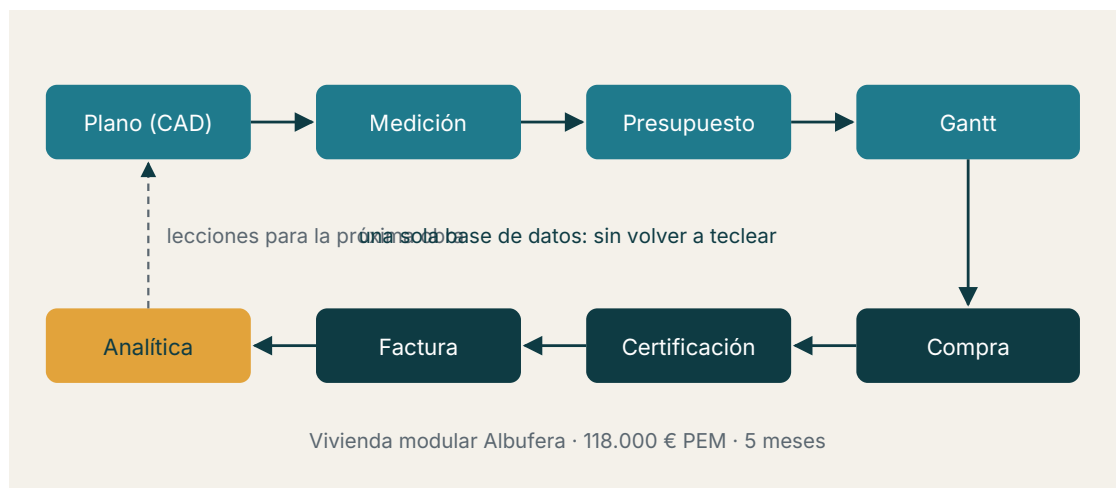


Figura 4.2 · Flujo de datos de la obra en ERPSqlite, del plano al resultado económico.

4.4 Equivalencias entre conceptos BIM y aplicaciones

La tabla siguiente sirve de mapa para el resto del libro: a la izquierda, el concepto de la metodología; a la derecha, dónde se trabaja en ERPSqlite. Cuando la cobertura es parcial o por convención, se indica.

Tabla 4.1 · Concepto BIM ↔ Aplicación de ERPSqlite

Concepto BIM	Aplicación de ERPSqlite
Modelo 3D	CAD: muros, puertas, ventanas, pisos y «Vista 3D»
Estándar de capas y clasificación	CAD → «Maestro de capas»
Mediciones desde el modelo	«Integrar con presupuesto»
5D · coste	Presupuesto: capítulos, partidas, recursos
4D · tiempo	Presupuesto «Gantt», Proyecto «Planificación», vídeo 4D
Intercambio de presupuestos	Importar y exportar BC3 FIEBDC
Intercambio openBIM	Exportación a IFC desde el CAD
CDE	Documentos, con carpetas WIP / Compartido / Publicado / Archivado por convención
Registro de incidencias	Soporte (tickets), vistos desde el proyecto
Control de ejecución	Partes diarios y «Certificaciones»
Aprovisionamiento	Compras e Inventario (almacén por obra)
Control económico	«Cuentas analíticas» y Facturación
Aprobación y firma de entregables	Firma electrónica de PDF
7D · uso y mantenimiento	Servicios y Mantenimiento
Cuadros de mando	BI y Tablero

4.5 Lo que ERPSqlite no hace

Un libro honesto debe decir también dónde termina la herramienta. ERPSqlite es una plataforma de gestión con un CAD integrado, no un sustituto de todo el ecosistema BIM. Conviene tener claras sus limitaciones antes de prometer nada a un cliente:

- **No es un modelador paramétrico** tipo Revit o Archicad. Dibuja muros con espesor y altura, huecos y pisos, y permite empujar y tirar caras en 3D, pero no gestiona familias paramétricas ni niveles de desarrollo por objeto.

- **No importa IFC.** Exporta a IFC, pero no abre modelos IFC de otros agentes ni federa modelos de varias disciplinas.
- **No detecta colisiones automáticamente** ni gestiona incidencias en formato **BCF**.
- **No guarda DWG.** Abre DXF de cualquier versión (ignora los sombreados) y DWG con un conversor externo, pero guarda en DXF R12.
- **Documentos no tiene un flujo formal de estados ISO 19650;** los estados se aplican por convención de carpetas.

Nada de esto impide trabajar con BIM; obliga a organizar la **convivencia con otras herramientas**. El esquema práctico es el siguiente. Con los proyectistas que modelan en otros programas, se intercambian planos en DXF, que el CAD abre y sobre los que se pueden asignar capas y partidas. Con los programas de presupuestos del mercado español, el puente es el BC3. Hacia el cliente o un verificador, se exporta el modelo a IFC y se revisa en un visor gratuito. Para la coordinación entre disciplinas, se usan las capas, los rayos X y la «Vista 3D» para la revisión visual, y los tickets de Soporte como registro de incidencias. Y para cualquier integración a medida, queda la API y el formato JSON del CAD.

LIMITACIÓN

Si un pliego exige entregar modelos federados con detección de colisiones y comunicación BCF, ERPSqlite no cubre ese requisito por sí solo. En ese caso, se recomienda declararlo en el BEP precontrato e indicar qué herramienta externa se usará para esa tarea.

4.6 Primeros pasos

Antes de empezar con la Vivienda Albufera en la Parte II, conviene dejar preparado el entorno. El proceso lleva menos de una hora.

- 1 **Descargar o probar la demo.** Descargue el instalador para Windows o macOS desde <https://www.erp-sqlite.xyz>, o pruebe la demo online en <https://www.erp-sqlite.xyz/app/> con usuario demo y contraseña demo. La demo sirve para explorar; para la obra real, instale la versión de escritorio.
- 2 **Crear la compañía.** En «Ajustes» → compañías, introduzca los datos de Construcciones Levante BIM S.L.: razón social, NIF, dirección y logotipo. ERPSqlite es multiempresa, de modo que puede crear otras compañías si gestiona varias sociedades.
- 3 **Usuarios y permisos.** En «Ajustes» → usuarios, dé de alta al equipo y asigne permisos según su función: el modelador necesita el CAD y el presupuesto; el administrativo, Compras y Facturación; el jefe de obra, Proyecto y los partes. Recuerde que la licencia se calcula por usuario interno activo.
- 4 **Preparar la base de datos de la obra.** En «Ajustes» → bases de datos decida si trabajará con el archivo SQLite local o con PostgreSQL o MySQL en un servidor. Para un equipo de una o dos personas en la misma oficina, el archivo local es suficiente; si varias personas trabajan a la vez desde distintos lugares, es preferible la instalación en servidor con Docker.
- 5 **Configurar las copias.** Abra la aplicación Respaldo y programe copias automáticas a una carpeta, a un FTP o a Dropbox. Compruebe una vez que sabe restaurar una copia antes de necesitarlo.

CONSEJO

Programe la copia automática diaria al terminar la jornada y guarde, además, una copia manual del archivo antes de cada certificación mensual. Si algo sale mal al certificar, volver al estado anterior es inmediato.

EN ERPSQLITE

Los dosieres de <https://www.erp-sqlite.xyz/dosieres> (Constructoras, Presupuesto, CAD, Proyecto, Gantt, Conector MCP...) son un buen complemento a este libro para profundizar en cada aplicación.

4.7 Relación con BIM 2.0 para Odoo

Muchas empresas del sector ya trabajan con Odoo para su contabilidad, ventas o compras. Para ellas, el autor desarrolla **BIM 2.0** (bim20.com), un vertical de construcción BIM para Odoo que lleva la misma filosofía al ecosistema Odoo. ERPSqlite y BIM 2.0 no compiten: responden a situaciones distintas. ERPSqlite encaja en la pyme que busca una solución ligera, local, sin servidor y con coste por usuario contenido; BIM 2.0 encaja en la empresa que ya tiene Odoo implantado y quiere añadir la gestión de obra sin cambiar de plataforma.

Entre ambos hay un puente técnico: como la API externa de ERPSqlite es compatible con la de Odoo en JSON-RPC y XML-RPC, los scripts de integración pueden reutilizarse, y el BI de ERPSqlite puede construir tableros también sobre una base de Odoo. Lo aprendido en este libro sobre metodología, nomenclatura y flujo de la información es igualmente aplicable en uno u otro entorno.

EN RESUMEN

- ERPSqlite es un ERP de escritorio sobre SQLite, inspirado en Odoo, con 56 aplicaciones y versión web de demostración.
- Funciona sin servidor ni Internet y escala a PostgreSQL, MySQL o Docker; se integra mediante API compatible con Odoo y conector MCP.
- Al compartir base de datos, el plano, la medición, el presupuesto, el Gantt, las compras, las certificaciones, la factura y la analítica quedan enlazados.
- Cada concepto BIM tiene su aplicación de referencia, con algunas coberturas por convención.
- No es un modelador paramétrico, no importa IFC ni detecta colisiones o usa BCF: se convive con otras herramientas vía IFC, DXF y BC3.
- Los primeros pasos son crear la compañía, los usuarios, elegir la base de datos y programar Respaldo.
- BIM 2.0 para Odoo es la alternativa para empresas que ya usan Odoo.

Paso 1 · Arrancar el proyecto: cliente, requisitos y contrato

Todo proyecto BIM empieza mucho antes del primer muro dibujado: empieza cuando un cliente llama y alguien anota qué quiere, para cuándo y con qué dinero. En este capítulo se pone en marcha la Vivienda modular Albufera dentro de ERPSqlite, desde la oportunidad comercial hasta la reunión de arranque, dejando por escrito lo que el promotor necesita recibir.

EN ESTE CAPÍTULO

- Registrar la oportunidad en CRM y dar de alta cliente y agentes en Contactos con sus etiquetas.
- Convertir el levantamiento del cliente en una «Solicitud de presupuesto» y obtener una estimación temprana con «Armar presupuesto con IA».
- Redactar unos requisitos de información (OIR/EIR) simplificados y guardarlos en Documentos.
- Crear el proyecto, su carpeta y su canal de comunicación, firmar contrato y EIR con Firma y convocar la reunión de arranque.

5.1 Por qué el arranque es un paso BIM

En la metodología BIM, la norma **UNE-EN ISO 19650** insiste en una idea sencilla: antes de producir información hay que saber quién la pide, para qué y en qué formato. Los requisitos del cliente no son un trámite comercial; son la primera pieza del modelo. Si en la fase de arranque nadie pregunta al promotor qué quiere hacer con el modelo cuando termine la obra, nadie modelará las instalaciones con el detalle necesario para mantenerlas, y el «BIM» se quedará en un 3D bonito para la presentación.

Por eso este primer paso reúne tareas que en una constructora tradicional viven en sitios distintos —el comercial en su agenda, el técnico en su Excel, el contrato en un cajón— y las coloca en un mismo sistema. En ERPSqlite, la oportunidad, el cliente, la estimación, los requisitos, el proyecto, el contrato firmado y las conversaciones quedan enlazados entre sí. Esa trazabilidad es, en sí misma, gestión de la información.

Un proyecto BIM bien arrancado no es el que tiene el mejor modelo el primer día, sino el que sabe desde el primer día qué modelo tiene que entregar.

5.2 La oportunidad en CRM y los agentes en Contactos

La historia de la Albufera empieza con una llamada. El gerente de **Promociones Turia S.L.** ha comprado una parcela de 450 m² en Catarroja y quiere levantar una vivienda unifamiliar de una planta con estructura metálica modular, para venderla o alquilarla. Pide a **Construcciones Levante BIM S.L.** un precio orientativo y un plazo. Antes de abrir el CAD, el comercial registra la oportunidad.

El **CRM** de ERPSqlite muestra las oportunidades en un pipeline kanban: cada tarjeta es un posible encargo que avanza de columna en columna a medida que madura (nueva, cualificada, propuesta enviada, ganada...). La tarjeta de la Albu-

fera recoge el nombre del promotor, el importe esperado (unos 118.000 € de ejecución material) y una nota con lo hablado por teléfono.

A continuación se dan de alta los agentes en **Contactos**. Las etiquetas permiten distinguir de un vistazo el papel de cada uno: «Cliente» para el promotor, «Proveedor» para el taller que suministrará los pórticos de acero y «Lead» para quien todavía no ha comprado nada. Conviene crear también etiquetas propias para los roles BIM que aparecerán en el proyecto, como el arquitecto redactor, el ingeniero de estructuras o el coordinador BIM externo, si lo hubiera.

- 1 **Crear la oportunidad.** En CRM, añada una tarjeta en la primera columna del pipeline con el título «Vivienda modular Albufera – Catarroja» y el importe estimado.
- 2 **Dar de alta al promotor.** En Contactos, cree «Promociones Turia S.L.» como empresa, con CIF, dirección y persona de contacto, y asígnele la etiqueta «Cliente».
- 3 **Añadir agentes.** Registre al taller metálico con la etiqueta «Proveedor» y al arquitecto colaborador con una etiqueta propia, por ejemplo «Agente BIM».
- 4 **Vincular.** Asocie el contacto del promotor a la oportunidad para que todo el historial comercial quede en su ficha.

CONSEJO

Defina las etiquetas una sola vez y con un criterio cerrado. Si cada comercial inventa las suyas («Promotor», «Cliente final», «Propiedad»), los filtros dejan de servir al cabo de unos meses.

5.3 La «Solicitud de presupuesto» y la estimación con IA

El promotor ha enviado por correo un croquis a mano, la nota simple de la parcela y una lista de deseos: tres dormitorios, dos baños, cocina abierta al salón, porche orientado al sur y cubierta plana preparada para placas solares. Esa información es el **levantamiento del cliente**, y su lugar natural en ERPSqlite es una solicitud dentro de la app **Presupuesto**.

En el menú «Solicitudes de presupuesto» se crea una nueva solicitud para la Albufera, se describe la obra con las palabras del cliente y se adjuntan los archivos recibidos. Desde ahí, el botón «Armar presupuesto con IA» genera un primer borrador de capítulos y partidas a partir de la descripción. No es un presupuesto de contrato, sino una **estimación temprana**: un orden de magnitud para que el promotor decida si sigue adelante.

- 1 **Abrir la solicitud.** En Presupuesto — «Solicitudes de presupuesto», pulse «Nuevo» y vincúlela al cliente Promociones Turia S.L.
- 2 **Describir la obra.** Escriba una descripción concreta: «Vivienda unifamiliar de una planta, 96 m² útiles, 12 × 8 m exteriores, pórticos de acero, cerramiento de 200 mm, cubierta plana, parcela de 450 m² en Catarroja (Valencia)».
- 3 **Generar el borrador.** Pulse «Armar presupuesto con IA» y revise los capítulos propuestos: movimiento de tierras, cimentación, estructura metálica, cerramientos, cubierta, carpintería, instalaciones, acabados.
- 4 **Ajustar con el asistente.** Ya en el presupuesto, pida al «Asistente del presupuesto» «asigne precios según España y prográmalo con 2 personas», y pregunte «¿Cuál es la partida más cara?» para detectar desviaciones.

En la Albufera, el borrador devuelve una cifra cercana a los 118.000 € con la estructura metálica y los cerramientos como capítulos de mayor peso, y una duración en torno a cinco meses. Es un buen punto de partida para la conversación con el cliente, siempre que se presente como lo que es.

ERROR FRECUENTE

Enviar al cliente el presupuesto generado por la IA sin revisarlo. La estimación temprana sirve para decidir, no para contratar: indíquelo por escrito («precio orientativo $\pm 15\%$, pendiente de proyecto») y revise siempre las partidas con mayor importe antes de compartirlo.

5.4 Los requisitos de información del promotor

La ISO 19650 distingue varios niveles de requisitos: los **OIR** (requisitos de información de la organización, lo que el cliente necesita saber para gestionar su negocio), los **AIR** (de los activos), los **PIR** (del proyecto) y los **EIR** (requisitos de intercambio de información, lo que se pide concretamente a cada adjudicatario). En una obra de 96 m² no tiene sentido redactar cuatro documentos; basta con uno breve que responda a tres preguntas: qué información quiere el promotor, en qué momento y en qué formato.

Ese documento se redacta como documento tipo Word en **Documentos** (o, en un primer borrador, en **Notas**) y se titula, por ejemplo, «ALB-EIR-01 Requisitos de información del promotor». Para Promociones Turia, que piensa vender la vivienda, interesan sobre todo la superficie útil por estancia para la comercialización, el coste real frente al presupuestado y un dossier final para el comprador.

Tabla 5.1 · Requisitos de información del promotor (Vivienda modular Albufera)

Requisito	Propósito	Hito	Formato
Planos de planta y alzados	Comercializar la vivienda	Fin de diseño	PDF A3 a escala
Superficies útiles por estancia	Fichas de venta	Fin de diseño	PDF / Excel
Modelo 3D de la vivienda	Revisión y renders	Fin de diseño	IFC + capturas
Presupuesto por capítulos	Control de inversión	Contrato	BC3 y PDF
Planificación de obra	Previsión de tesorería	Contrato	Gantt en PDF
Certificaciones mensuales	Pagos al constructor	Mensual	PDF firmado
Dossier de uso y mantenimiento	Entrega al comprador	Fin de obra	PDF + carpeta

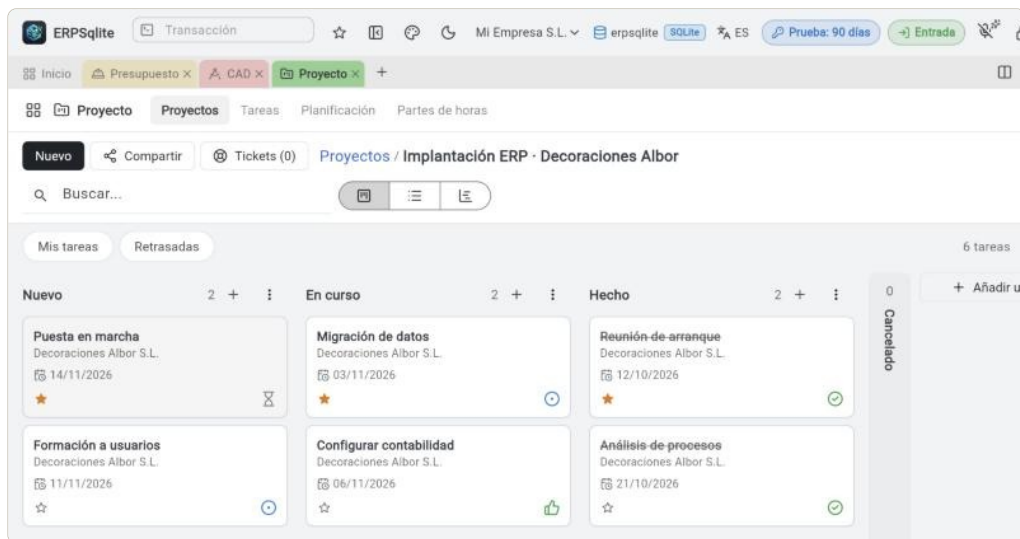
Fíjese en que cada fila responde a una necesidad del negocio del promotor, no a una preferencia técnica de la constructora. Esa es la lógica de la ISO: los requisitos nacen del uso que se dará a la información. Y fíjese también en que el modelo 3D se entrega en **IFC**, el formato abierto de buildingSMART, que ERPSqlite puede exportar desde el CAD; el promotor podrá abrirlo con cualquier visor gratuito sin necesidad de licencia alguna.

CONCEPTO

En la terminología de la ISO 19650, EIR significa «requisitos de intercambio de información». En textos españoles anteriores aparece como «requisitos de información del empleador». El contenido es el mismo: qué entregar, cuándo y cómo.

5.5 Crear el proyecto y su carpeta

Cuando el promotor acepta la estimación y la tarjeta del CRM pasa a «ganada», llega el momento de crear el **proyecto**. En la app **Proyecto**, el menú «Proyectos» muestra todas las obras en kanban o en lista. Se crea «Vivienda modular Albufera» y, desde «Configuración», se ajustan el responsable, el cliente y las fechas previstas.



Captura · App Proyecto: tareas de un proyecto en kanban por etapas (Nuevo, En curso, Hecho), con los botones «Compartir» y «Tickets» en la cabecera.

Un detalle importante: el proyecto aparece también en Presupuesto → «Proyectos». Es el mismo registro visto desde dos sitios, de modo que el presupuesto de la Albufera, sus certificaciones futuras y su cuenta analítica cuelgan del proyecto, y las tareas que se creen desde el árbol del presupuesto llegarán a la planificación sin copiar nada a mano.

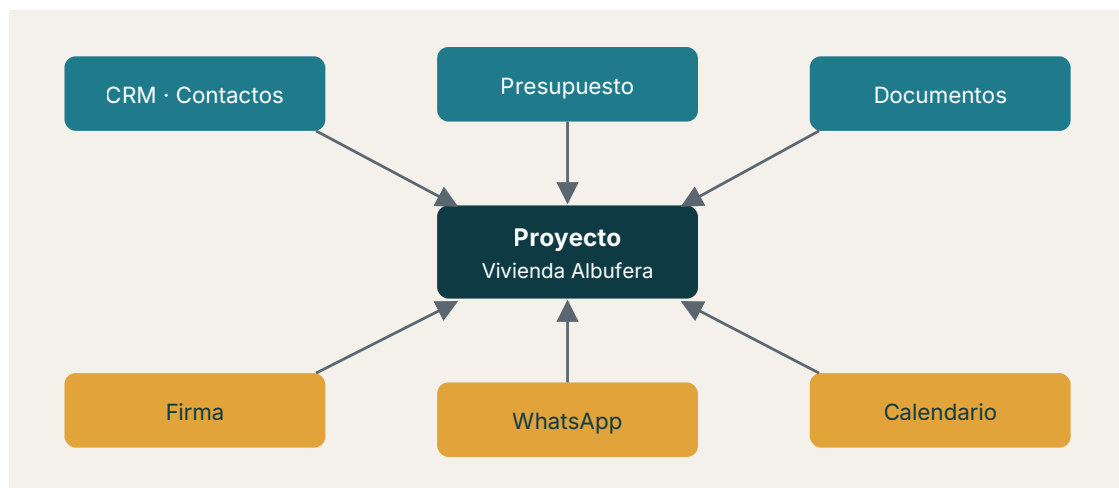


Figura 5.1 · El proyecto como eje: oportunidad, presupuesto, carpeta, contrato firmado, conversaciones y reuniones quedan vinculados a la misma ficha.

La **carpeta del proyecto** se crea en Documentos y se vincula al proyecto (y al presupuesto, cuyo botón «Documentación» abre directamente la carpeta del presupuesto). En ella se guardan, de momento, el croquis del cliente, la nota simple, el documento de requisitos y la estimación. En el capítulo siguiente esta carpeta crecerá hasta convertirse en el entorno común de datos, con su árbol completo de subcarpetas.

- 1 **Crear el proyecto.** En Proyecto → «Proyectos», cree «Vivienda modular Albufera» y asigne cliente y responsable en «Configuración».
- 2 **Comprobar el vínculo.** Abra Presupuesto → «Proyectos» y verifique que la Albufera aparece con su presupuesto de estimación asociado.
- 3 **Crear la carpeta.** En Documentos, cree la carpeta «ALB_Vivienda_Albufera», vincúlela al proyecto y mueva a ella los archivos del levantamiento y el documento ALB-EIR-01.

5.6 Firmar el contrato y el EIR

Con el precio aceptado, se firman dos documentos: el contrato de obra y el anexo de requisitos de información (el EIR). Incluir el EIR como anexo contractual es una buena práctica, porque convierte las entregas de información en obligaciones exigibles y evita discusiones al final de la obra sobre si «el modelo» estaba incluido o no.

La app **Firma** permite firmar electrónicamente los PDF de forma parecida a Odoo Sign. Se definen **roles** (promotor, constructor), el **orden** en que firma cada uno y **recordatorios** automáticos para quien se retrase. Cada firma queda protegida con hashes encadenados y el proceso termina con un certificado que acredita quién firmó y cuándo.

- 1 **Preparar los PDF.** Exporte el contrato y el ALB-EIR-01 a PDF y súbalos a Firma.
- 2 **Definir roles y orden.** Asigne el rol «Constructor» al gerente de Construcciones Levante BIM (firma primero) y el rol «Promotor» a Promociones Turia (firma después).
- 3 **Activar recordatorios.** Programe un recordatorio si el promotor no ha firmado en tres días.
- 4 **Archivar.** Guarde los PDF firmados y el certificado en la carpeta del proyecto, en una subcarpeta de contratos.

EN ERPSQLITE

El certificado de firma con hashes encadenados permite comprobar más adelante que el documento no se ha alterado. Guárdelo junto al PDF: si en una certificación se discute qué entregables se pactaron, la versión firmada del EIR es la referencia.

5.7 Comunicación y reunión de arranque

Buena parte de la comunicación de obra en España pasa por WhatsApp, guste o no. Lo que ERPSqlite aporta es que esas conversaciones dejen de ser privadas del móvil de un encargado. La app **WhatsApp** se vincula escaneando un código QR y permite asociar conversaciones al proyecto; además, cada grupo puede tener su carpeta en Documentos, de modo que las fotos y los PDF que envía el promotor quedan guardados con el resto de la información de la obra.

Para la Albufera se crea un grupo con el promotor, el jefe de obra y el arquitecto, y se vincula al proyecto. Desde la ficha del proyecto se ven las conversaciones vinculadas, igual que las carpetas de Documentos y, más adelante, los tickets de soporte.

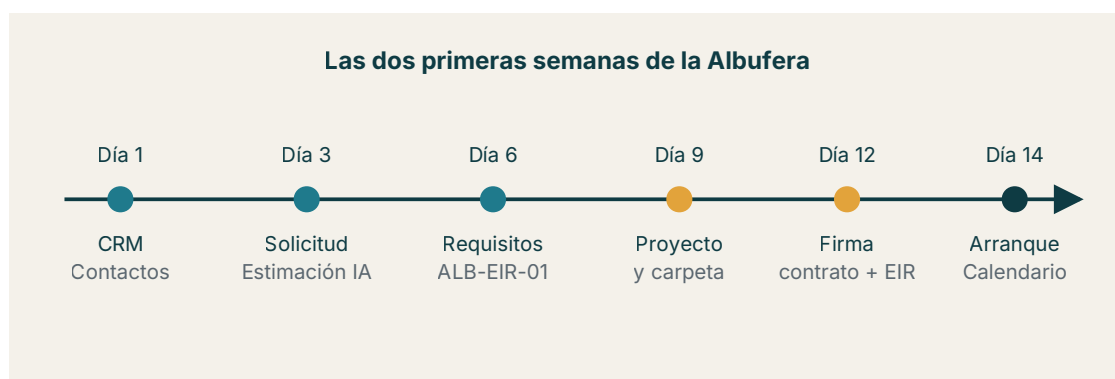


Figura 5.2 · Secuencia orientativa del Paso 1, de la primera llamada a la reunión de arranque.

El último gesto del Paso 1 es convocar la **reunión de arranque**. En **Calendario** se crea el evento con los asistentes (promotor, jefe de obra, arquitecto, responsable BIM) y, si el equipo trabaja con Google Calendar, la sincronización hace que aparezca en sus móviles. El orden del día debe ser breve: repasar los requisitos firmados, presentar el borrador de

plan de ejecución BIM (que se redacta en el Paso 2), acordar la periodicidad de reuniones y confirmar quién es el interlocutor de cada parte.

- 1 **Crear el evento.** En Calendario, cree «Reunión de arranque – Albufera» con fecha, hora y lugar (o enlace de videollamada).
- 2 **Invitar.** Añada a los asistentes y adjunte el orden del día desde la carpeta del proyecto.
- 3 **Levantar acta.** Durante la reunión, tome notas en Notas y guarde después el acta en Documentos, dentro de la carpeta del proyecto.

CONSEJO

Envíe el acta de la reunión de arranque por el grupo de WhatsApp vinculado y pida al promotor una confirmación expresa. Quedará registrada en la conversación del proyecto y servirá de referencia si más adelante cambian los requisitos.

EN RESUMEN

- El arranque es un paso BIM: los requisitos del cliente determinan qué información habrá que producir y entregar.
- La oportunidad se registra en el pipeline de CRM y los agentes en Contactos, con etiquetas coherentes («Cliente», «Proveedor», «Lead» y propias).
- La «Solicitud de presupuesto» guarda el levantamiento del cliente y «Armar presupuesto con IA» produce una estimación temprana que debe revisarse y presentarse como orientativa.
- Un documento breve de requisitos (OIR/EIR simplificados) responde a qué, cuándo y en qué formato; para la Albufera, siete entregables.
- El proyecto se crea en Proyecto, aparece también en Presupuesto — «Proyectos» y tiene su carpeta en Documentos.
- Contrato y EIR se firman con Firma (roles, orden, recordatorios, certificado); WhatsApp vinculado y Calendario cierran el paso con la reunión de arranque.

Paso 2 · El plan de ejecución BIM y el entorno común de datos

Con el contrato firmado y los requisitos claros, falta decidir cómo se va a trabajar: quién modela qué, dónde se guarda cada archivo, cómo se llama y cuándo se considera aprobado. Este capítulo redacta el plan de ejecución BIM de la Vivienda modular Albufera y monta su entorno común de datos con las herramientas que ERPSqlite ofrece de verdad.

EN ESTE CAPÍTULO

- Redactar un BEP proporcionado a una obra pequeña y guardarlo en Documentos.
- Construir un CDE con carpetas, permisos, enlaces protegidos y sincronización, usando una convención de estados propia.
- Fijar una nomenclatura de archivos y un «Maestro de capas» como estándar de modelado y clasificación.
- Definir equipo, roles y matriz de responsabilidades, y formar al equipo con Guías.

6.1 El BEP: la respuesta a los requisitos

Si el EIR es la pregunta del cliente, el **plan de ejecución BIM** (BEP, por sus siglas en inglés) es la respuesta del equipo: cómo se van a cumplir esos requisitos, con qué personas, programas, formatos y plazos. La ISO 19650 distingue un BEP previo a la contratación y otro posterior, más detallado; en una vivienda de 96 m² basta con un único documento vivo, de seis a diez páginas, que se revisa en cada hito.

El error habitual es copiar un BEP de cien páginas pensado para un hospital. Nadie lo lee, nadie lo cumple y el día que hay una discusión resulta que no dice nada concreto sobre la obra. Un buen BEP de pyme es corto, específico y está escrito para que el encargado lo entienda.

Tabla 6.1 · Contenido mínimo del BEP de la Vivienda modular Albufera

Apartado	Contenido para la Albufera
1. Datos del proyecto	Vivienda 96 m ² , Catarroja, 5 meses, PEM ~118.000 €
2. Objetivos y usos BIM	Planos, mediciones 5D, planificación 4D, IFC final
3. Agentes y roles	Promotor, constructor, arquitecto, taller metálico
4. Software y formatos	ERPSqlite CAD (JSON, DXF), IFC, BC3, PDF
5. Nivel de información	Por fase y elemento (ver capítulo 7)
6. CDE y nomenclatura	Árbol de carpetas y códigos de archivo
7. Estándar de modelado	Maestro de capas, unidades en mm, origen
8. Calendario de entregas	Hitos ligados al Gantt del presupuesto
9. Control de calidad	Revisiones, registro de incidencias

El apartado 4 merece una precisión honesta. ERPSqlite trabaja con un único modelo CAD por dibujo y no federa modelos de varias disciplinas ni detecta colisiones automáticamente. El BEP debe decirlo y explicar la alternativa: la estructura y la arquitectura de la Albufera se dibujan en capas separadas del mismo dibujo, se revisan con los rayos X de la «Vista 3D» y, cuando haga falta una comprobación formal, se exporta a IFC para abrirlo en un visor o verificador externo gratuito. Las incidencias detectadas se registran como tickets en Soporte, visibles desde el proyecto.

- 1 **Crear el documento.** En Documentos, dentro de la carpeta del proyecto, cree un documento tipo Word titulado «ALB-BEP-01 Plan de ejecución BIM».
- 2 **Redactar por apartados.** Use la Tabla 6.1 como índice y responda cada requisito del ALB-EIR-01 con una acción concreta.
- 3 **Versionar.** Al cerrar cada revisión, guarde una copia en PDF con sufijo de versión (P01, P02...) en la carpeta de publicados.

CONSEJO

Escriba el BEP en frases imperativas y verificables («Los muros se dibujan en la capa A-MUROS con espesor real»), no en declaraciones de intenciones («Se procurará un modelado coherente»). Lo que no se puede comprobar no se cumple.

6.2 El entorno común de datos con Documentos

El **entorno común de datos** (CDE) es el lugar único donde vive la información del proyecto. La ISO 19650 le asigna cuatro estados: **En curso** (WIP, el trabajo que cada uno tiene a medias), **Compartido** (enviado al resto del equipo para coordinar), **Publicado** (aprobado para un uso, por ejemplo construir) y **Archivado** (histórico).

LIMITACIÓN

La app Documentos de ERPSqlite no tiene un flujo formal de estados ISO 19650 ni aprobaciones automáticas de archivos. Lo que sí ofrece son carpetas compartidas tipo Dropbox, documentos tipo Word, enlaces con usuario y contraseña, sincronización con servicios externos y vínculo con proyectos, presupuestos y conversaciones de WhatsApp. Los estados se representan con carpetas y una convención de equipo.

La convención que se propone es sencilla: cada estado es una carpeta numerada, y un archivo «cambia de estado» cuando el responsable lo mueve de una carpeta a la siguiente. Numerar las carpetas fuerza el orden en cualquier explorador y evita que «Publicado» aparezca antes que «WIP».



Figura 6.1 · Árbol de carpetas propuesto para el CDE de la Albufera. Los estados son una convención propia, no una función de la app.

La carpeta **05_Obra** no corresponde a ningún estado ISO; existe porque la constructora genera mucha información durante la ejecución (fotos, partes diarios, certificaciones, albaranes digitalizados con OCR) que conviene tener separada del modelo de diseño. Del mismo modo, **00_Gestión** reúne el contrato firmado, el EIR, el BEP y las actas de reunión.

Acceso de colaboradores externos

El arquitecto colaborador y el taller metálico no son usuarios internos de la constructora, pero necesitan dejar y recoger archivos. Para ellos, Documentos permite compartir una carpeta mediante un **enlace con usuario y contraseña**. Lo razonable es compartir únicamente las carpetas que necesitan: el arquitecto, su subcarpeta de 01_WIP/ARQ y la carpeta 02_Compartido; el taller, solo 03_Publicado, para que nunca fabrique a partir de un borrador.

Para quien prefiera trabajar desde su propio explorador de archivos, la carpeta del proyecto puede sincronizarse con **Dropbox, Google Drive, OneDrive** o un servidor **FTP**. Es útil para el equipo de oficina, pero conviene que la carpeta de referencia siga siendo la de ERPSqlite, vinculada al proyecto.

- 1 **Crear el árbol.** Dentro de «ALB_Vivienda_Albufera», cree las carpetas 00 a 05 y las subcarpetas ARQ, EST e INS bajo 01_WIP.
- 2 **Compartir con externos.** Genere un enlace con usuario y contraseña para cada colaborador, limitado a sus carpetas.
- 3 **Sincronizar.** Si el equipo usa Google Drive, configure la sincronización de la carpeta del proyecto.
- 4 **Vincular.** Compruebe que la carpeta sigue vinculada al proyecto y que la conversación de WhatsApp de la obra guarda sus adjuntos en 05_Obra.

Nomenclatura de archivos

Sin estados automáticos, el nombre del archivo carga con buena parte de la información. Se propone un código corto, inspirado en la ISO 19650 pero simplificado: *proyecto-disciplina-tipo-número-versión*. Así, el plano de planta de arquitectura en su primera versión publicada se llamaría así:

ALB-ARQ-PL-001-P01.pdf	plano de planta, publicado, versión 1
ALB-EST-MD-001-W03.json	modelo de estructura, en curso, revisión 3
ALB-GEN-IFC-001-P02.ifc	modelo completo exportado a IFC, versión 2
ALB-GEN-PRE-001-P01.bc3	presupuesto de contrato en BC3

La letra de la versión indica el estado: **W** para trabajo en curso, **S** para compartido y **P** para publicado. Al pasar un archivo de 02_Compartido a 03_Publicado se cambia la letra; al publicar una versión nueva, la anterior se mueve a 04_Archivado.



Figura 6.2 · El archivo avanza de carpeta en carpeta; si la revisión lo rechaza, vuelve a WIP y la incidencia se registra como ticket.

6.3 El «Maestro de capas» como estándar de modelado

En el CAD de ERPSqlite, el «**Maestro de capas**» es la lista de capas estándar de la empresa, cada una con su color, tipo de línea, grosor y las partidas de presupuesto que le corresponden. Al crear un dibujo nuevo, el botón «Desde el maestro» carga todas esas capas de golpe. Esto convierte el maestro en algo más que una preferencia gráfica: es el **estándar de modelado y clasificación** de la empresa, el equivalente práctico de lo que en grandes proyectos se resuelve con Uniclass o GuBIMClass.

La lógica es potente: si todos los muros se dibujan en A-MUROS y esa capa está enlazada a la partida de cerramiento de 200 mm, al pulsar «Integrar con presupuesto» las mediciones caen en su sitio sin que nadie tenga que asignarlas. Un muro en la capa equivocada, en cambio, es un error de medición. Por eso el BEP debe obligar a usar las capas del maestro y prohibir crear capas nuevas sin autorización del coordinador.

Tabla 6.2 · Extracto del «Maestro de capas» de Construcciones Levante BIM

Capa	Color (ACI)	Grosor	Partida enlazada
A-MUROS	7 blanco/negro	0,50 mm	04.1 Cerramiento 200 mm
A-TABIQUES	8 gris	0,35 mm	04.2 Tabique interior
A-PUERTAS	3 verde	0,25 mm	07.1 Puerta de paso
A-VENTANAS	4 cian	0,25 mm	07.2 Ventana aluminio
A-PISOS	9 gris claro	0,18 mm	08.1 Solado porcelánico
E-PILARES	1 rojo	0,50 mm	03.1 Pilar acero HEB
E-VIGAS	6 magenta	0,35 mm	03.2 Viga acero IPE
C-CIMENTACIÓN	30 naranja	0,35 mm	02.1 Zapata hormigón
G-COTAS	2 amarillo	0,18 mm	— (sin medición)

El prefijo indica la disciplina (A arquitectura, E estructura, C cimentación, G general), lo que facilita encender y apagar grupos de capas o revisar la estructura con rayos X por debajo de la arquitectura. Las capas sin partida, como las cotas o los rótulos, existen para dibujar, no para medir.

- 1 Abrir el maestro.** En CAD — «Maestro de capas», cree las capas de la Tabla 6.2 con su color, tipo «CONTINUOUS» y grosor.
- 2 Enlazar partidas.** Asigne a cada capa las partidas del presupuesto de la Albufera que le corresponden.
- 3 Fijar unidades.** En el dibujo nuevo, compruebe en «Formato» — «Unidades y rejilla...» que se trabaja en mm, como exige el BEP.
- 4 Cargar en cada dibujo.** Al crear un plano con «Nuevo dibujo», pulse «Desde el maestro» antes de dibujar la primera línea.

EN ERPSQLITE

Como el formato JSON del CAD guarda cada capa con sus partidas enlazadas (clave ) , una plantilla de dibujo con el maestro ya cargado puede reutilizarse en todas las obras de la empresa. Guarde una copia en 00_Gestión como referencia.

6.4 Equipo, roles y formación

Las personas que intervienen se dan de alta en dos sitios: en **Empleados**, la ficha laboral (asistencia, ausencias, portal del empleado para fichar y ver tareas), y en **Ajustes**, el usuario con acceso a las aplicaciones y sus permisos de seguridad.

dad. Los colaboradores externos no necesitan usuario interno: se les da acceso mediante los enlaces protegidos de Documentos y se les mantiene informados por el grupo de WhatsApp del proyecto.

Un equipo nuevo no aprende un método leyendo el BEP. La app **Guías** permite grabar visitas guiadas sobre la propia pantalla de ERPSqlite: el coordinador graba una vez cómo se crea un dibujo con el maestro, cómo se nombra un archivo y cómo se mueve a 02_Compartido, y cada nuevo técnico la reproduce cuantas veces necesite.

Tabla 6.3 · Matriz de responsabilidades (R responsable, A aprueba, C consultado, I informado)

Tarea	Coordinador BIM	Arquitecto	Jefe de obra	Promotor
Redactar BEP	R	C	C	A
Mantener el maestro	R/A	C	I	—
Modelo de arquitectura	A	R	I	I
Modelo de estructura	R	C	I	—
Publicar planos e IFC	R	C	I	A
Fotos y partes de obra	I	—	R	I

En una pyme es normal que una misma persona ocupe varios roles: en la Albufera, el coordinador BIM es también el técnico que modela la estructura. Lo importante es que la matriz lo deje escrito, para que cada archivo de 02_Compartido tenga un responsable claro de revisarlo y moverlo a 03_Publicado.

- 1 Dar de alta al equipo.** Registre a cada técnico en Empleados y cree su usuario en Ajustes con acceso a CAD, Presupuesto, Proyecto y Documentos.
- 2 Grabar las guías.** En Guías, grabe tres visitas: «Nuevo dibujo con el maestro», «Nombrar y compartir un archivo» y «Registrar una incidencia».
- 3 Publicar la matriz.** Incluya la Tabla 6.3 en el BEP y guárdela en 00_Gestión.

CONSEJO

Revise el CDE cada viernes durante cinco minutos: archivos sueltos en la raíz, nombres fuera de norma o borradores olvidados en 02_Compartido. Corregir a tiempo es mucho más barato que reconstruir el historial al final de la obra.

EN RESUMEN

- El BEP responde al EIR con acciones concretas; para la Albufera bastan nueve apartados y unas pocas páginas, guardadas como documento en Documentos.
- El BEP debe reconocer lo que la herramienta no hace (federación, colisiones) y fijar la alternativa: capas, rayos X, IFC con visor externo y tickets en Soporte.
- El CDE se monta en Documentos con carpetas 00 a 05; los estados WIP, Compartido, Publicado y Archivado son una convención propia, apoyada en la nomenclatura W/S/P.
- Los externos acceden con enlaces con usuario y contraseña, limitados a sus carpetas; la sincronización con Dropbox, Google Drive, OneDrive o FTP es opcional.
- El «Maestro de capas» es el estándar de modelado y clasificación: capas con color, grosor y partidas enlazadas que hacen fiables las mediciones.
- Empleados y Ajustes definen al equipo, Guías lo forma y la matriz de responsabilidades fija quién aprueba cada entrega.

Paso 3 • Modelar el edificio en el CAD

Con los requisitos definidos y el presupuesto esbozado, llega el momento de dibujar. En este capítulo se construye, paso a paso, el modelo de la Vivienda modular Albufera en el CAD de ERPSqlite: desde el dibujo vacío hasta los planos impresos, pasando por los muros con altura, los huecos, los espacios medidos y la Vista 3D.

EN ESTE CAPÍTULO

- Preparar un dibujo nuevo con las unidades y las capas estándar de la empresa.
- Arrancar el modelo desde un croquis, un PDF o el DXF/DWG del arquitecto.
- Dibujar muros, puertas, ventanas y pisos con la información que después medirá el presupuesto.
- Comprobar el modelo, verlo en 3D e imprimir los planos.
- Entender el modelo como datos: el formato JSON y la API del CAD.

7.1 Un modelo es un dibujo que sabe lo que dibuja

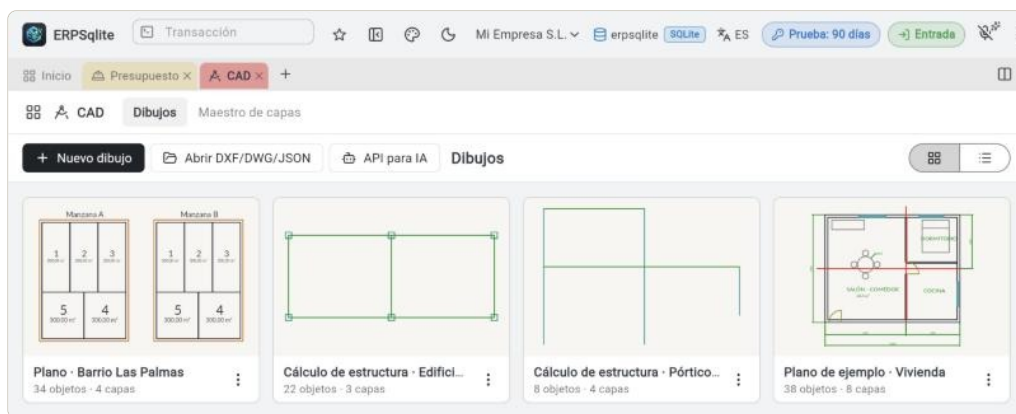
La diferencia entre un plano tradicional y un modelo BIM no está en el aspecto, sino en lo que hay detrás de cada línea. En un plano clásico, dos líneas paralelas separadas 20 cm «parecen» un muro; en un modelo, ese muro es un objeto que sabe que es un muro, que tiene 200 mm de espesor, 2,70 m de altura, que pertenece a la capa de cerramientos y que está enlazado con una partida del presupuesto. Esa información es la que permite medir, presupuestar, planificar y, más adelante, mantener el edificio.

El CAD de ERPSqlite está pensado justamente para eso: dibujar con la soltura de un CAD de toda la vida (comandos, alias de AutoCAD, referencias a objetos, orto) y, a la vez, guardar en cada objeto los datos que necesita la obra. Como vive dentro del mismo ERP que el presupuesto y el proyecto, no hay que exportar ni importar nada para que la oficina técnica y la de compras trabajen sobre los mismos números.

A lo largo del capítulo se modela la **Vivienda modular Albufera**: una planta rectangular de 12 × 8 m exteriores, muros de cerramiento de 200 mm, tabiquería interior de 100 mm, altura libre de 2,70 m y estructura de pórticos metálicos que se tratará en el capítulo siguiente.

7.2 Nuevo dibujo, unidades y capas

El CAD tiene dos entradas en el menú de la aplicación: «Dibujos», donde se guarda la lista de planos de la empresa, y «Maestro de capas», donde se definen las capas estándar con las partidas de presupuesto que les corresponden. Antes de dibujar la primera línea conviene dedicar cinco minutos a estas dos pantallas; es la inversión más rentable de todo el proceso.



Captura · CAD → «Dibujos»: la lista de planos con «Nuevo dibujo», «Abrir DXF/DWG/JSON» y el acceso a la API para IA.

- 1 **Crear el dibujo.** En «Dibujos», pulse «Nuevo dibujo» y póngale un nombre que siga la convención de la empresa, por ejemplo *ALB-ARQ-PB-01 Planta baja*.
- 2 **Fijar las unidades.** Abra «Formato» → «Unidades y rejilla...» y elija milímetros. En edificación es la unidad natural: los espesores (200, 100), las alturas (2700) y los huecos (825, 1200) se escriben sin decimales.
- 3 **Cargar las capas.** En el gestor de capas pulse «Desde el maestro». El dibujo recibe todas las capas estándar con su color, tipo de línea, grosor y, lo más importante, las partidas que tienen asociadas.
- 4 **Comprobar la capa activa.** Antes de cada orden de dibujo, mire qué capa está activa. Un muro dibujado en la capa de cotas se mide como nada.

Para la Albufera, la constructora Construcciones Levante BIM S.L. trabaja con un maestro de capas sencillo, que conviene copiar como punto de partida y ampliar con el tiempo.

Tabla 7.1 · Maestro de capas usado en la Albufera

Capa	Contenido	Mide
A-MUROS	Cerramientos de 200 mm	m ² (una cara)
A-TABIQUES	Tabiquería de 100 mm	m ²
A-CARPINTERIA	Puertas y ventanas	ud
A-PISOS	Solados por estancia	m ²
A-ESPACIOS	Contornos cerrados de estancias	m ²
S-ESTRUCTURA	Pórticos metálicos	kg / ud
A-COTAS / A-TEXTOS	Anotación	no mide

POR QUÉ LA CAPA LO DECIDE CASI TODO

En ERPSqlite los objetos y las capas se enlazan a partidas, y según la unidad de la partida se mide longitud, superficie, volumen o número de elementos. Si la capa A-MUROS está enlazada a la partida de cerramiento en m², cada muro que se dibuje en ella entra automáticamente en esa medición. La capa no es solo un color: es la puerta de entrada al presupuesto.

7.3 Partir de lo que ya existe

Pocas veces se empieza de una hoja en blanco. Lo habitual es recibir un croquis del promotor, un PDF del anteproyecto o un archivo del estudio de arquitectura. El CAD ofrece dos caminos.

Desde un croquis o un PDF: «Dibujar con IA»

El botón «Dibujar con IA» acepta órdenes escritas o por voz y permite adjuntar una imagen o un PDF. Para la Albufera, Promociones Turia entregó un croquis a mano escaneado. Basta con adjuntarlo y escribir: «Dibuja el plano de la imagen a escala real». La IA genera muros con grosor, puertas, rótulos con superficie y cotas. Después, con el plano dibujado, se puede pedir «Compara mi plano con la imagen y corrige lo que no coincida». Si algo no convence, todo lo generado se deshace con un solo «Deshacer».

También sirve para piezas sueltas: «Dibuja un dormitorio de 4 x 4 m» crea un recinto completo que luego se desplaza a su sitio. Y para tareas de presentación, como «Pon los muros azules» o «Proponme las otras vistas a partir de la planta».

CONSEJO DE OFICIO

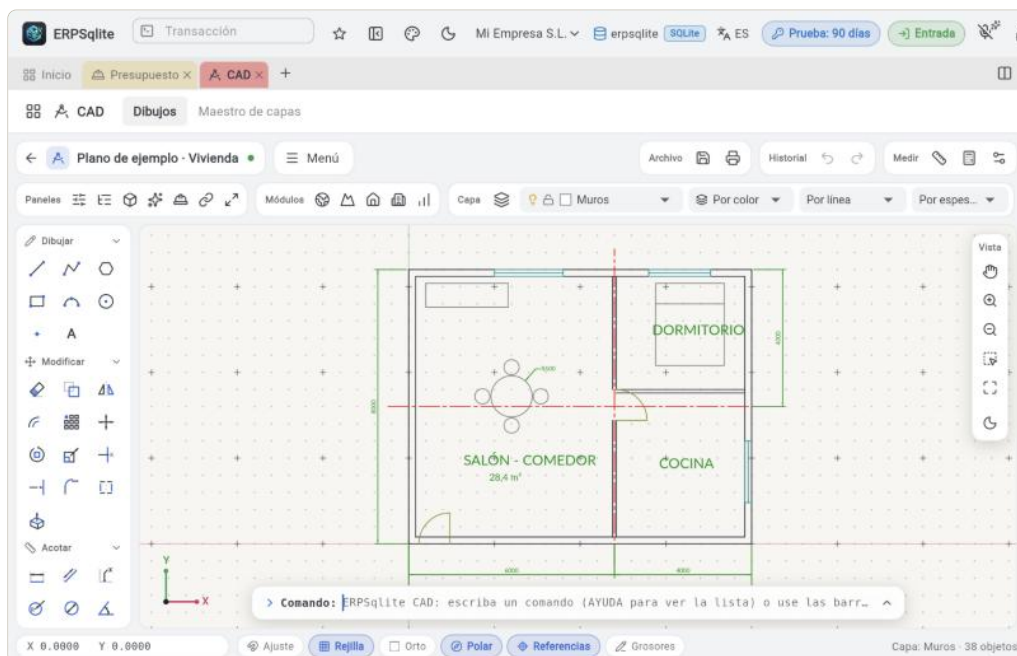
Trate lo que dibuja la IA como el trabajo de un delineante en prácticas muy rápido: ahorra horas, pero hay que revisarlo. Compruebe siempre las dos cotas generales (12,00 y 8,00 m) con «Distancia» antes de seguir; un error de escala en el arranque se arrastra a todas las mediciones.

Desde el archivo del arquitecto: «Abrir DXF/DWG»

En «Dibujos», el botón «Abrir DXF/DWG» abre archivos DXF de cualquier versión. Los sombreados se ignoran, lo que suele ser una ventaja: aligera el dibujo. Para los DWG hace falta tener instalado un conversor (ODA File Converter o LibreDWG). Un DXF importado trae líneas, no muros: el trabajo consiste en usarlo como plantilla, en una capa de referencia bloqueada, y dibujar encima los muros, huecos y pisos con las herramientas de arquitectura.

7.4 Muros, puertas, ventanas y pisos

Las herramientas de arquitectura del menú «Dibujo» son las que convierten un dibujo en un modelo. Cada una crea un objeto con información, no un conjunto de líneas.



Captura · Editor 2D del CAD con un plano de vivienda: muros con espesor, huecos, rótulos con superficie, cotas, capa actual «Muros» y la línea de comandos.

Muros con espesor y altura

- 1 **Activar la capa.** Ponga A-MUROS como capa actual.

- 2 **Lanzar la orden de muro.** Desde el menú «Dibujo» o la línea de comandos, indique un espesor de 200 mm y una altura de 2700 mm.
- 3 **Dibujar el perímetro.** Con orto activado, marque los cuatro vértices: 0,0 → 12000,0 → 12000,8000 → 0,8000 y cierre el contorno. El muro cerrado es la mejor garantía de mediciones correctas.
- 4 **Tabiques.** Cambie a A-TABIQUE y repita con 100 mm de espesor para las divisiones interiores, apoyándose en las referencias a objetos (punto medio, perpendicular) y en el rastreo polar.

La altura no es un detalle estético. ERPSqlite mide un muro con altura contando una cara: medio contorno por altura. Un muro sin altura aparece en planta, pero no aporta superficie a la partida.

Puertas y ventanas: huecos con antepecho

Puertas y ventanas se insertan sobre el muro y se guardan como huecos del propio muro, con su anchura, su altura y, en las ventanas, el **antepecho** (la altura desde el suelo hasta el alféizar). En la Albufera se usan tres modelos: puerta de entrada de 925 × 2030 mm, puertas interiores de 825 × 2030 mm y ventanas de 1200 × 1200 mm con antepecho de 900 mm, salvo el ventanal del salón, de 2400 mm de ancho. Al ser huecos del muro, la carpintería se cuenta por unidades en su partida y, además, el CAD sabe dónde está cada una cuando se pasa a la Vista 3D.

Pisos

Los pisos se dibujan como contornos cerrados en la capa A-PISOS. Si el salón lleva baldosa porcelánica y los dormitorios tarima, conviene dibujar un piso por estancia: así cada uno puede enlazarse a su partida de solado.

7.5 Comandos clave y panel «Propiedades»

La línea de comandos acepta órdenes en español y alias de AutoCAD, de modo que un delineante con experiencia no tiene que reaprender nada. La «Lista de comandos» completa está en «Ayuda».

Tabla 7.2 · Comandos más usados al modelar la Albufera

Orden	Alias	Uso típico
LINEA	L	Ejes y líneas auxiliares
Polilínea	PL	Contornos de espacios y pisos
Círculo	C	Bajantes, pilares redondos
DESFASE	O	Paralelas a 200 o 100 mm
RECORTA	TR	Limpiar encuentros
ACOLINEAL	—	Cotas horizontales y verticales

Las órdenes de edición habituales (desplazar, copiar, girar, simetría, desfase, matriz, recortar, alargar y empalme) completan el repertorio. La matriz, por ejemplo, es útil para repetir los ejes de los pórticos cada 4 m.

El panel «Propiedades» muestra y permite cambiar los datos del objeto seleccionado: capa, color, altura, cota base, material y etiqueta. Es el lugar donde se corrige un muro que se dibujó con la altura equivocada o se asigna el material a un piso. Seleccionar varios objetos a la vez (por ventana o por captura) y cambiar la altura de todos de golpe es uno de los gestos que más tiempo ahorran.

Etiquetas de elementos

Cada objeto puede llevar una **etiqueta**: el nombre del elemento. «Cerramiento exterior», «Tabique baño-vestíbulo», «Ventana dormitorio 1». Parece un detalle menor, pero es lo que permite reconocer un objeto en un listado, en una incidencia de coordinación o en una conversación con el jefe de obra. Una buena regla: si un objeto se va a nombrar en una reunión, debe tener etiqueta.

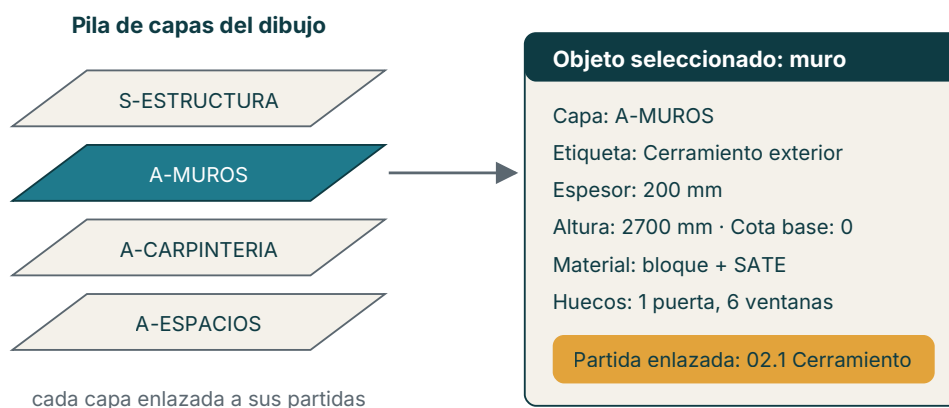


Figura 7.1 · La capa ordena el dibujo; el objeto guarda su información y su enlace con el presupuesto.

7.6 Los espacios: contornos cerrados de cada estancia

Un modelo útil no solo dibuja lo construido, sino también el aire que encierra. Cada estancia se representa con un **contorno cerrado** (una polilínea cerrada) en la capa A-ESPACIOS, etiquetado con su nombre. Es imprescindible porque en ERPSqlite las superficies solo se calculan en contornos cerrados: un contorno con un pequeño hueco entre el último y el primer vértice no tiene superficie.

El procedimiento es sencillo: con PL, recorra el perímetro interior de la estancia apoyándose en las referencias a objetos (punto final, intersección) y cierre la polilínea. Después ponga la etiqueta con el nombre de la estancia y compruebe el valor con «Área».



Figura 7.2 · Planta esquemática de la Vivienda modular Albufera con sus estancias y superficies de contorno (huecos de ventana en azul verdoso, entrada en ámbar).

Tabla 7.3 · Superficies de los contornos de la Albufera

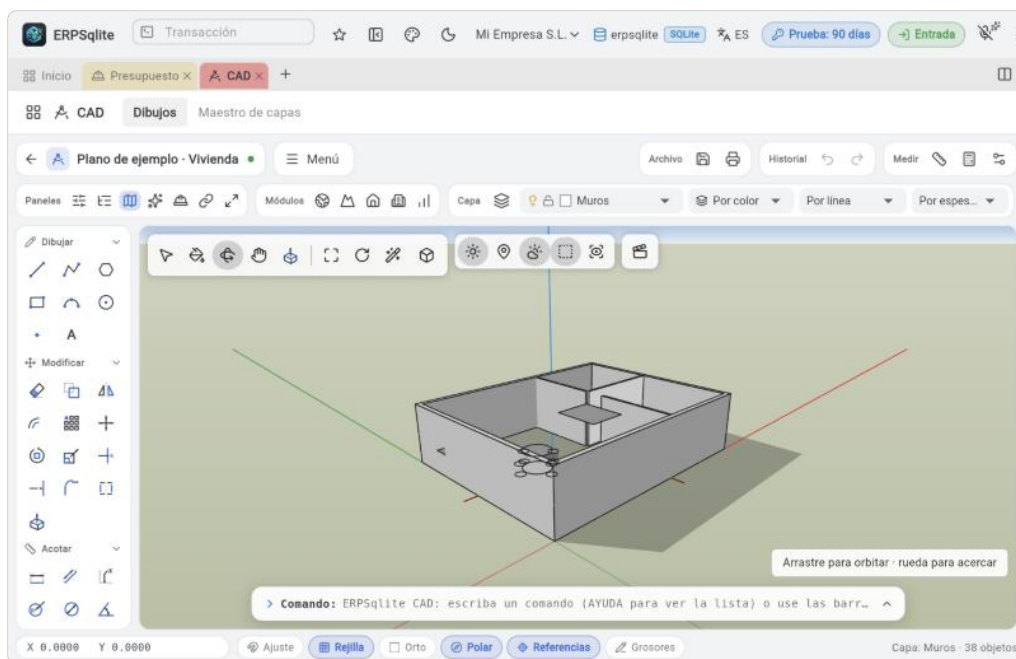
Estancia	Dimensiones (m)	Superficie (m²)	Piso
Salón-comedor-cocina	7,00 × 4,20	29,40	Porcelánico

Estancia	Dimensiones (m)	Superficie (m ²)	Piso
Dormitorio 1	4,50 × 4,20	18,90	Tarima
Dormitorio 2	3,40 × 3,30	11,22	Tarima
Dormitorio 3	3,70 × 3,30	12,21	Tarima
Baño	2,00 × 3,30	6,60	Gres
Vestíbulo	2,20 × 3,30	7,26	Porcelánico
Total estancias	—	85,59	—

La suma de estancias (85,59 m²) frente a los 96 m² de la huella exterior se explica por los muros de 200 mm y los tabiques de 100 mm. Hacer esta comprobación de cabeza, al terminar los contornos, es un hábito excelente: si la diferencia no cuadra, falta un espacio o hay uno solapado.

7.7 La Vista 3D: comprobar con los ojos

El botón «Vista 3D» (y su pareja, «Planta 2D») transforma el dibujo en un modelo tridimensional de tipo SketchUp. Es la forma más rápida de detectar un muro sin altura (se ve plano en el suelo), una ventana a una cota absurda o un tabique que no llega al cerramiento.



Captura · El mismo plano en «Vista 3D»: muros extruidos con su altura, huecos, sombras y la barra de herramientas de cámara, ubicación y vídeo.

- **Empujar/tirar.** Las caras pueden extruirse arrastrándolas; útil para volúmenes rápidos, como el peto de la cubierta plana o una jardinera.
- **Cámara y vistas.** Cámara libre y vistas predefinidas: planta, frontal, laterales, posterior e isométrica. La isométrica es la que se usa en las reuniones.
- **Suelo y sombras.** Se indica la ubicación por ciudad o por latitud y longitud, la orientación del norte y la hora con una barra. Para la Albufera se introduce Catarroja (unos 39,4° N): al mover la barra de la hora una tarde de julio se comprueba si el ventanal sur del salón necesita protección solar.
- **Aristas y rayos X.** Las aristas pueden mostrarse u ocultarse; el modo rayos X vuelve los objetos translúcidos y deja ver lo que hay detrás de un muro, algo muy útil cuando entren la estructura y las instalaciones.

- **Texturas.** El bote de pintura aplica colores y texturas (ladrillo, madera, baldosa...). Sirve para enseñar al promotor la tarima de los dormitorios antes de comprarla.

Diez minutos girando el modelo en 3D ahorran una mañana de discusiones en obra.

7.8 Comprobar e imprimir

Antes de dar el modelo por bueno, tres herramientas del menú «Herramientas» permiten verificar con datos lo que la vista sugiere:

- 1 «**Distancia**». Mida las cotas generales (12,00 × 8,00 m) y un par de luces interiores. Si la exterior da 12,20 m, se dibujó el muro hacia fuera del eje previsto.
- 2 «**Área**». Pinche cada contorno de A-ESPACIOS y compare con la Tabla 7.3. Un contorno que no devuelve superficie está abierto.
- 3 «**Listar objetos**». Revise que los muros tienen altura y espesor, que cada objeto está en su capa y que las etiquetas son correctas.

Con el modelo verificado, «Imprimir / Trazar» (Ctrl+P) genera un PDF en formatos de A4 a A0 o Carta, a una escala 1:N o ajustado al papel, con un cajetín que incluye nombre, escala y fecha. Para la Albufera basta una planta general a 1:50 en A1 y una a 1:100 en A3 para obra. Guarde los PDF en la carpeta del proyecto en Documentos, dentro de la carpeta «Compartido» o «Publicado» según el estado, como se vio al hablar del entorno común de datos.

7.9 El modelo como datos: JSON y API

Todo lo dibujado se guarda en un formato JSON documentado, propio del CAD ("format": "erpsqlite-cad"). Se obtiene desde el menú del dibujo con «Descargar JSON» o con «Archivo» → «Guardar como JSON...», y se vuelve a abrir con «Abrir DXF/DWG/JSON». Este fragmento corresponde al cerramiento exterior de la Albufera:

```
{
  "t": "wall",
  "p": [[0,0],[12000,0],[12000,8000],[0,8000]],
  "cl": true,
  "l": "A-MUROS",
  "g": "Cerramiento exterior",
  "hz": 2700,
  "z": 0,
  "mt": "Bloque + SATE",
  "xd": {
    "th": 200,
    "ops": [
      {"k": "window", "op": "double", "at": 2500, "w": 2400, "h": 1200, "sill": 900},
      {"k": "window", "op": "double", "at": 8800, "w": 1500, "h": 1200, "sill": 900},
      {"k": "door", "op": "simple", "at": 24400, "w": 925, "h": 2030}
    ]
  }
}
```

Se reconoce todo lo explicado: **t** es el tipo de entidad, **p** los vértices en milímetros, **cl** indica que el contorno es cerrado, **l** la capa, **g** la etiqueta, **hz** la altura, **z** la cota base y **mt** el material. Dentro de **xd**, **th** es el espesor y **ops** la lista de huecos, cada uno con su tipo, su posición sobre el muro, su anchura, su altura y, en las ventanas, el antepecho (**sill**). Cuando el muro se enlaza con el presupuesto aparece además la clave **bc** con los identificadores de las partidas.

Para integraciones, la API del CAD permite leer un dibujo (GET /api/cad/drawings/{id}/json) y crear otros (POST /api/cad/drawings). Destaca la operación `floorplan`, que dibuja de una vez muros, huecos, rótulos y cotas: una empresa de casas modulares como la que construye la Albufera puede generar desde un script la planta de cada variante de catálogo y dejarla lista para presupuestar. La documentación está en <https://www.erp-sqlite.xyz/formato-json-cad> y en <https://www.erp-sqlite.xyz/api-cad>.

ERRORES FRECUENTES

Contornos abiertos: un espacio o un piso sin cerrar no tiene superficie y desaparece de la medición; cierre siempre la polilínea y compruébelo con «Área». **Muro sin altura:** se ve en planta, pero no mide superficie; en la Vista 3D aparece plano. **Capa equivocada:** un tabique en A-COTAS o una ventana en A-MUROS se miden en la partida que no toca, o no se miden; revise con «Listar objetos» antes de integrar con el presupuesto. **Escala de arranque:** un PDF calcado sin verificar las cotas generales falsea todo el modelo.

EN ERPSQLITE

Con el modelo terminado, el botón «Integrar con presupuesto» permite volcar sus mediciones como partidas, y «Enviar las mediciones del plano» actualiza cantidades sin tocar precios. Ese paso, el que convierte el modelo en coste, se desarrolla en el capítulo dedicado al 5D.

EN RESUMEN

- Un modelo BIM es un dibujo cuyos objetos llevan información: espesor, altura, material, etiqueta, capa y partida.
- Empiece con «Nuevo dibujo», unidades en milímetros y capas cargadas «Desde el maestro».
- Arranque desde un croquis o PDF con «Dibujar con IA» o desde el DXF/DWG del arquitecto, verificando siempre la escala.
- Muros con altura, huecos con antepecho, pisos y contornos cerrados por estancia son la base de las mediciones.
- Compruebe con la Vista 3D, «Distancia», «Área» y «Listar objetos», e imprima con «Imprimir / Trazar».
- El modelo es también JSON accesible por API, lo que abre la puerta a automatizar plantas tipo con `floorplan`.

Paso 4 · Disciplinas, coordinación y exportación IFC

Un edificio no es solo arquitectura: lleva estructura, terreno e instalaciones, y cada disciplina tiene su propio responsable. Este capítulo explica cómo incorporar esas capas de información al modelo de la Vivienda modular Albufera, cómo coordinarlas con honestidad sobre lo que la herramienta hace y lo que no, y cómo entregar el modelo en IFC.

EN ESTE CAPÍTULO

- Usar el cálculo de estructuras 2D/3D como apoyo al diseño de los pórticos metálicos.
- Incorporar emplazamiento, movimiento de tierras, GIS e instalaciones en capas propias.
- Organizar la coordinación sin detección automática de colisiones: revisión con capas, rayos X y vistas.
- Registrar y seguir incidencias con tickets de Soporte vinculados al proyecto.
- Exportar a IFC y a DXF R12 y aplicar un checklist de calidad antes de publicar.

8.1 Una obra, varias disciplinas

En la metodología BIM cada disciplina (arquitectura, estructura, instalaciones, urbanización) produce su propia información, y el valor aparece cuando esa información se cruza y se comprueba antes de llegar a obra. En proyectos grandes eso suele hacerse con varios modelos independientes que se federan en un visor común. En una obra como la Albufera, de una sola planta y con un equipo pequeño, el enfoque más práctico es otro: un único dibujo del CAD donde cada disciplina vive en sus capas, con un responsable claro para cada grupo de capas.

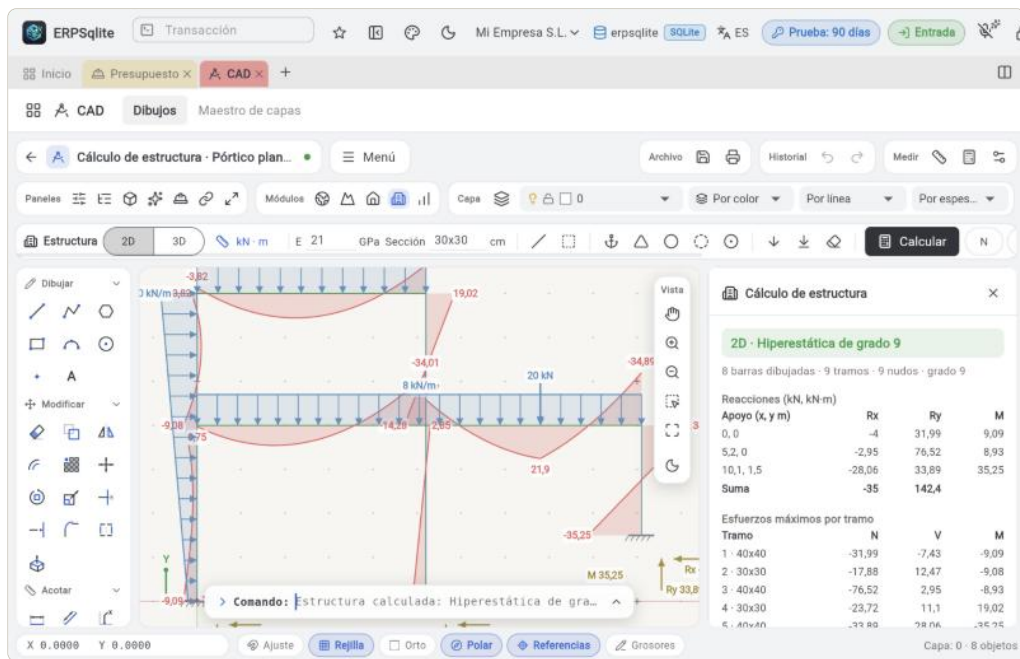
FEDERACIÓN DE MODELOS

ERPSqlite no dispone de una función de federación de modelos de distintas disciplinas ni importa archivos IFC. Por eso se propone trabajar con capas por disciplina en el mismo dibujo y, si un colaborador externo modela en otro programa, intercambiar a través de DXF y revisar el conjunto exportado a IFC en un visor externo.

Para la Albufera se fija este reparto: el estudio de arquitectura mantiene las capas A-; el ingeniero de estructuras, las S-; la ingeniería de instalaciones, las I-; y la oficina técnica de Construcciones Levante BIM S.L., las de emplazamiento y terreno (C-). El coordinador BIM de la constructora es quien convoca y registra la coordinación.

8.2 La estructura metálica

La Albufera se apoya en pórticos de acero modulares: cuatro pórticos transversales de 8 m de luz separados 4 m entre sí, con pilares y dinteles de perfiles laminados y correas para la cubierta plana. Estos elementos se dibujan en la capa S-ESTRUCTURA, con su etiqueta («Pórtico P1», «Pilar P1-A») y su altura.



Captura · Módulo «Estructuras» del CAD: pórtico plano con cargas, diagrama de momentos y panel «Cálculo de estructura» con reacciones y esfuerzos máximos por tramo.

Cálculo de estructuras 2D y 3D

Según la web del fabricante, el CAD incluye cálculo de estructuras en 2D y 3D, con diagramas de axiles, cortantes y fletores y una memoria de cálculo. En la práctica, permite al técnico tantear el comportamiento de un pórtico tipo, ver dónde se concentran los esfuerzos y generar una memoria que documenta las hipótesis y los resultados.

- 1 Definir el pórtico tipo.** Dibuje el pórtico P2, el más cargado por estar en el centro, con sus pilares y su dintel en S-ESTRUCTURA.
- 2 Introducir cargas y apoyos.** Indique las condiciones de apoyo de los pilares y las cargas que el técnico haya establecido para la cubierta.
- 3 Revisar los diagramas.** Consulte los diagramas de axiles, cortantes y fletores; compruebe que los valores máximos aparecen donde la intuición estructural dice (fletores máximo en el dintel y en los nudos).
- 4 Generar la memoria.** Obtenga la memoria de cálculo y guárdela en la carpeta «En curso» del proyecto en Documentos.

QUIÉN FIRMA LA ESTRUCTURA

El cálculo del CAD es una herramienta de apoyo. La comprobación de la estructura según la normativa aplicable, la elección definitiva de perfiles y uniones y la firma del proyecto corresponden siempre al ingeniero o arquitecto competente, que debe validar los resultados con su propio criterio y, si lo considera necesario, con el software que habitualmente utiliza. El libro no presenta estos resultados como un cálculo definitivo.

8.3 Parcela, terreno y emplazamiento

La parcela de Catarroja tiene 450 m², y la vivienda ocupa 96 m² de ella. Entre la casa y el resto del solar hay accesos, una pequeña rampa, zonas ajardinadas y la acometida de servicios. Esa información también forma parte del modelo, y el CAD ofrece, según la web, tres herramientas para ella: emplazamiento, movimiento de tierras y GIS con mapas de colores.

- **Emplazamiento.** Sitúa la vivienda en la parcela, con sus retranqueos y accesos. Es la base del plano de situación y de la orientación que ya se usó para las sombras en la Vista 3D.

- **Movimiento de tierras.** Ayuda a estimar desmontes y terraplenes para la plataforma de la casa y la cimentación de los pórticos. En una parcela casi llana como esta, el volumen será pequeño, pero conviene medirlo: es una partida que suele olvidarse.
- **GIS con mapas de colores.** Permite representar información del terreno o de la parcela con colores, por ejemplo cotas o zonas, para entenderla de un vistazo.

Todo ello se dibuja en capas C- (C-PARCELA, C-TERRENO, C-URBANIZACION) enlazadas, cuando proceda, a las partidas de excavación y urbanización del presupuesto.

8.4 Instalaciones en capas propias

ERPSqlite no tiene herramientas específicas de modelado de instalaciones (tuberías con diámetros, conductos o cálculo de redes). Lo que sí permite es dibujar los trazados en capas propias, con su color, tipo de línea, etiqueta, cota base y altura, y enlazarlos a las partidas correspondientes. Para una vivienda unifamiliar es suficiente: lo que importa es saber por dónde pasa cada red y que no se cruce con la estructura.

Tabla 8.1 · Capas de instalaciones de la Albufera

Capa	Contenido	Cota base típica
I-FONTANERIA	Agua fría y ACS	Suelo / falso techo
I-SANEAMIENTO	Desagües y bajantes	Bajo solera
I-ELECTRICIDAD	Circuitos y cuadro	Falso techo
I-CLIMA	Aerotermia y splits	Falso techo 2,50 m
I-FOTOVOLTAICA	Paneles en cubierta	Cubierta

La clave está en la cota base (**z**) y la altura (**hz**) de cada trazado: si un conducto de climatización se dibuja a 2,50 m y el dintel del pórtico baja hasta 2,55 m, el conflicto existe, y la Vista 3D con rayos X lo mostrará.

8.5 Coordinar sin detección automática de colisiones

Muchos programas BIM ofrecen detección automática de colisiones: comparan geometrías y listan los cruces. ERPSqlite no tiene esa función, y conviene decirlo con claridad. Tampoco gestiona incidencias en formato BCF. Eso no significa que no se pueda coordinar: significa que la coordinación se hace con método, combinando revisión visual guiada y un registro disciplinado de incidencias. En una vivienda de 96 m², una revisión sistemática encuentra prácticamente todo lo relevante.

Método de revisión con capas, rayos X y vistas

- 1 **Revisar por parejas de disciplinas.** Apague todas las capas salvo dos grupos (por ejemplo S- e I-CLIMA). Revisar por parejas reduce el ruido y concentra la atención.
- 2 **Activar la Vista 3D y los rayos X.** Con «Vista 3D» y el modo rayos X, los cerramientos se vuelven translúcidos y se ve lo que pasa dentro de muros y falsos techos.
- 3 **Recorrer las vistas predefinidas.** Planta, frontal, laterales, posterior e isométrica, siempre en el mismo orden. Un recorrido fijo evita saltarse zonas.
- 4 **Medir lo dudoso.** Ante una posible interferencia, use «Distancia» para confirmar la holgura real y «Listar objetos» para ver cota base y altura de los elementos implicados.
- 5 **Registrar cada hallazgo.** Toda interferencia, por pequeña que parezca, se convierte en una incidencia con captura y referencia a las etiquetas de los objetos.

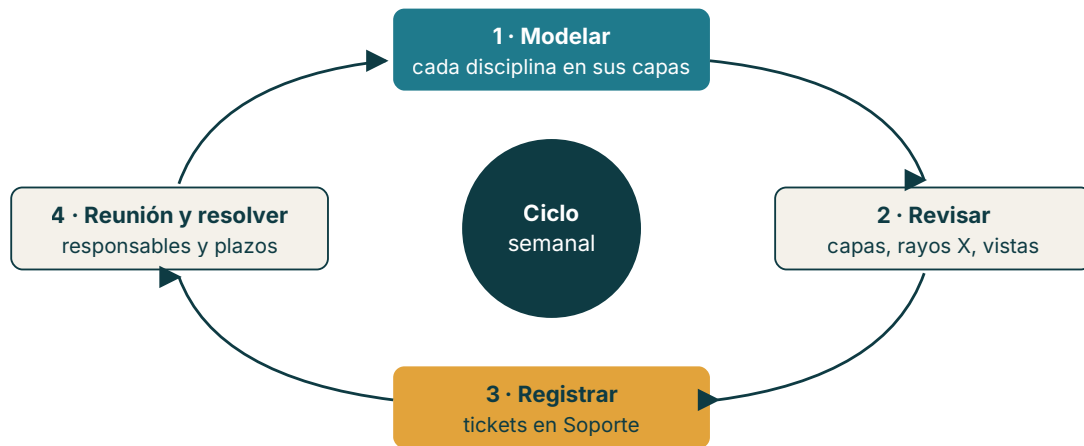
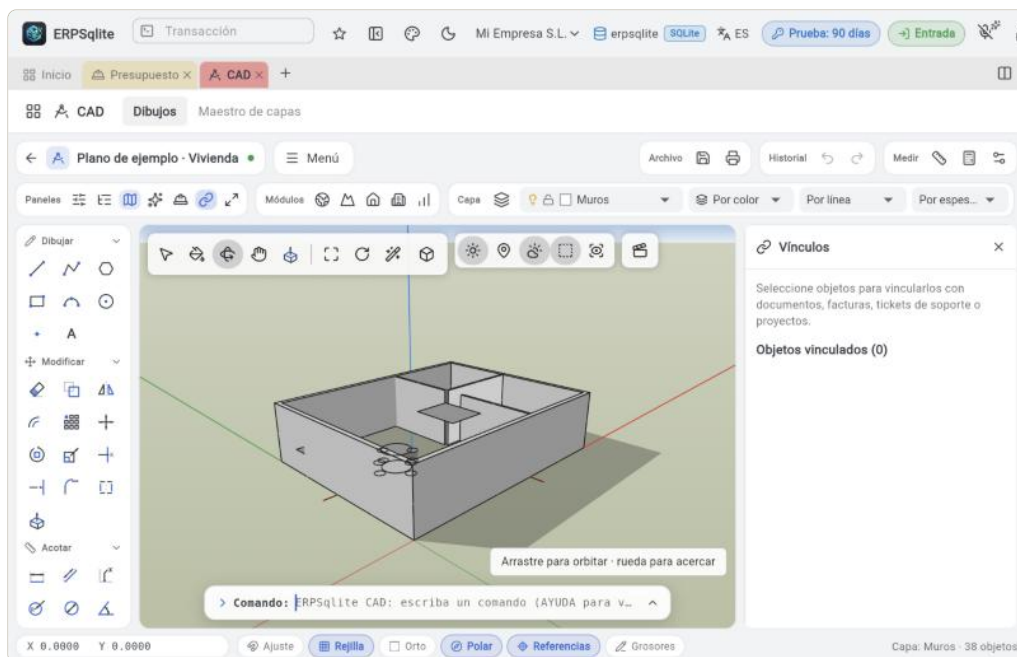


Figura 8.1 · Ciclo semanal de coordinación de la Albufera: modelar, revisar, registrar y resolver.

8.6 Las incidencias como tickets de Soporte

Una incidencia de coordinación necesita lo mismo que una avería de un cliente: un título claro, una descripción, un responsable, un estado, un plazo y un historial. Por eso la app «Soporte» de ERPSqlite, con tickets organizados en etapas, SLA y entrada por correo, sirve muy bien como registro de incidencias. Y como los tickets se ven desde el proyecto, el jefe de obra y el promotor encuentran las incidencias abiertas de la Albufera sin buscar en el correo.



Captura · Panel «Vínculos» del CAD: los objetos seleccionados se vinculan con documentos, facturas, tickets de soporte o proyectos, útil para anclar cada incidencia al elemento del modelo.

- 1 **Preparar las etapas.** En Soporte, configure un equipo «Coordinación BIM» con las etapas Abierta, En análisis, Resuelta en modelo, Verificada y Cerrada.
- 2 **Abrir el ticket.** Título con código y objetos: «INC-007 · Conducto I-CLIMA cruza dintel Pórtico P2». Adjunte la captura de la Vista 3D y la distancia medida.
- 3 **Vincular y asignar.** Vincule el ticket al proyecto Vivienda modular Albufera, asigne un responsable (la disciplina que debe mover su elemento) y fije una fecha límite.
- 4 **Resolver en el modelo.** El responsable corrige su capa y pasa el ticket a «Resuelta en modelo».

- 5 **Verificar y cerrar.** El coordinador comprueba en la Vista 3D que el conflicto ha desaparecido y cierra. Nunca se cierra una incidencia sin verificación de quien la abrió.

Si la empresa prefiere no usar Soporte, una alternativa válida son las tareas del proyecto, con su responsable, su fecha y sus dependencias; lo importante es elegir un único sistema y no mezclar.

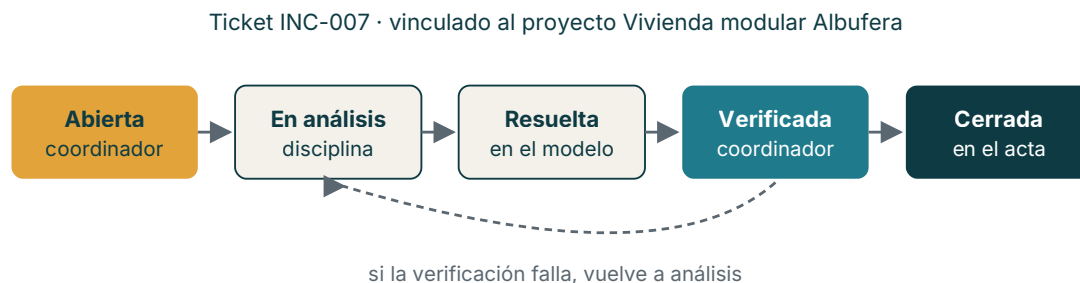


Figura 8.2 · Flujo de una incidencia de coordinación como ticket de Soporte, con su responsable en cada etapa.

La reunión semanal de coordinación

El registro solo funciona si alguien lo mira. Durante la fase de proyecto de la Albufera se celebra una reunión semanal de 45 minutos, presencial o por videollamada, con los responsables de cada disciplina y el jefe de obra designado. El orden del día es siempre el mismo: tickets nuevos desde la última reunión, tickets vencidos, tickets resueltos pendientes de verificar y decisiones que afectan al presupuesto o al plazo. El coordinador proyecta la Vista 3D con rayos X y la lista de tickets filtrada por el proyecto; cada decisión queda anotada en el ticket correspondiente, que se convierte así en el acta viva de la coordinación.

Una incidencia que no tiene responsable ni fecha no es una incidencia: es un comentario.

8.7 Exportar a IFC

IFC (Industry Foundation Classes, ISO 16739-1) es el formato abierto de buildingSMART para intercambiar modelos BIM entre programas distintos. Según su web, ERPSqlite ofrece exportación a IFC. Esto permite entregar el modelo de la Albufera a un promotor o a una administración que lo pida en formato abierto, o abrirlo en herramientas de terceros para revisarlo.

Existen visores IFC gratuitos y herramientas de verificación que permiten navegar por el modelo exportado, consultar las propiedades de los objetos y, en algunos casos, comprobar reglas o detectar interferencias. Es una manera razonable de complementar la revisión que se hace dentro de ERPSqlite. Hay que ser prudente con las expectativas: cómo se interpreten las clases y propiedades exportadas depende de cada visor, por lo que conviene hacer una prueba piloto con un modelo pequeño antes de comprometer una entrega en IFC con requisitos estrictos.

CONSEJO

Antes de exportar, deje el modelo limpio: capas con nombres claros, todos los objetos etiquetados y sin elementos auxiliares sueltos. Lo que en el CAD es solo desorden, en un visor IFC se convierte en objetos sin sentido que confunden al receptor.

Recuerde la limitación inversa: ERPSqlite exporta a IFC, pero no importa IFC. Si el arquitecto entrega su modelo en IFC, pídale también un DXF de las plantas.

8.8 Intercambio en DXF R12

Para colaboradores que trabajan en otros CAD, el intercambio más fiable es el DXF. El CAD de ERPSqlite abre DXF de cualquier versión y guarda en DXF R12, una versión antigua pero leída por prácticamente cualquier programa. No guarda DWG. Al exportar a DXF se pierde la información propia del modelo (alturas, huecos, enlaces con partidas): el receptor recibe geometría y capas. Por eso el DXF sirve para intercambiar dibujo, mientras que el IFC y el JSON del CAD conservan más información.

Tabla 8.2 · Qué formato usar en cada intercambio

Formato	Uso en la Albufera	Conserva
DXF R12	Enviar plantas al instalador	Geometría y capas
IFC	Entrega al promotor / revisión externa	Modelo en formato abierto
JSON del CAD	Integraciones y copias	Todo el modelo
PDF	Planos para obra y firma	Imagen a escala

8.9 Checklist de calidad antes de publicar

Antes de mover el modelo de la carpeta «Compartido» a «Publicado» en Documentos, el coordinador repasa una lista fija. Imprimirla y firmarla, o adjuntarla al último ticket de coordinación, deja constancia de que el control se hizo.

Tabla 8.3 · Checklist de control de calidad del modelo

Comprobación	Cómo	OK
Unidades en mm y cotas generales 12 × 8 m	«Distancia»	☐
Todos los muros con espesor y altura	«Listar objetos»	☐
Contornos de espacios y pisos cerrados	«Área»	☐
Cada objeto en su capa del maestro	Apagar capas una a una	☐
Objetos con etiqueta	«Listar objetos»	☐
Sin incidencias abiertas críticas	Tickets del proyecto	☐
Memoria estructural validada y firmada	Documentos	☐
IFC exportado y abierto en visor	Visor externo	☐
Planos PDF con cajetín y fecha	«Imprimir / Trazar»	☐

EN RESUMEN

- En una obra pequeña, la forma práctica de integrar disciplinas es un solo dibujo con capas por disciplina y un responsable por grupo de capas.
- El cálculo de estructuras 2D/3D del CAD ayuda a tantear los pórticos con diagramas y memoria, pero el técnico competente valida y firma.
- Emplazamiento, movimiento de tierras, GIS e instalaciones se dibujan en capas propias con cota base y altura.
- Sin detección automática de colisiones, se coordina con revisión por parejas de capas, rayos X y vistas predefinidas.
- Las incidencias se registran como tickets de Soporte vinculados al proyecto, con etapas, responsables y reunión semanal.
- Se exporta a IFC para entregar o revisar en visores externos, se intercambia en DXF R12 y se publica tras pasar el checklist.

Paso 5 · 5D: del modelo a las mediciones y el presupuesto

Un modelo que no se traduce en euros es solo un dibujo bonito. En este capítulo se convierte el modelo de la Vivienda modular Albufera en un presupuesto de unos 118.000 € que se actualiza solo cuando cambia el diseño, se puede descomponer en recursos y se exporta en BC3 para cualquier interlocutor.

EN ESTE CAPÍTULO

- Entender qué aporta la dimensión 5D y qué exige al modelo.
- Estructurar el presupuesto por capítulos y cargar un banco de precios BC3.
- Pasar las mediciones del plano al presupuesto y mantenerlas enlazadas.
- Medir a mano lo que el modelo no dibuja y descomponer partidas en recursos.
- Exportar, imprimir y evitar los errores más habituales.

9.1 Qué es el 5D y por qué cambia la forma de presupuestar

En la jerga BIM, la **dimensión 5D** es la que añade el coste al modelo. Si el 3D responde a «qué se construye» y el 4D a «cuándo», el 5D responde a «cuánto cuesta». La numeración de las dimensiones varía según autores, pero en esta concretamente hay consenso: se trata de vincular los elementos del modelo con las partidas de un presupuesto, de modo que la medición deje de ser una tarea manual, repetitiva y propensa a errores.

En el método tradicional, el técnico mide sobre el plano impreso o sobre el PDF, anota en una hoja de cálculo y pasa las cantidades a su programa de presupuestos. Cada cambio de diseño obliga a repetir parte del trabajo, y es ahí donde aparecen las discrepancias: el muro que se alargó en el plano y no en el presupuesto, la ventana que cambió de tamaño y se siguió presupuestando la antigua. En un flujo 5D, la cantidad sale del objeto: si el muro se alarga, su medición se alarga; si se elimina, desaparece.

El 5D no consiste en presupuestar más rápido, sino en que el presupuesto diga siempre la verdad sobre el modelo.

Esto exige disciplina al modelar. Un muro dibujado como cuatro líneas sueltas no se puede medir como superficie; un recinto que no está cerrado no tiene área. Por eso los capítulos anteriores insistían en dibujar con las herramientas de arquitectura (muros con espesor y altura, puertas, ventanas, pisos) y en usar las capas del «Maestro de capas». Ahora se recoge el fruto de esa disciplina.

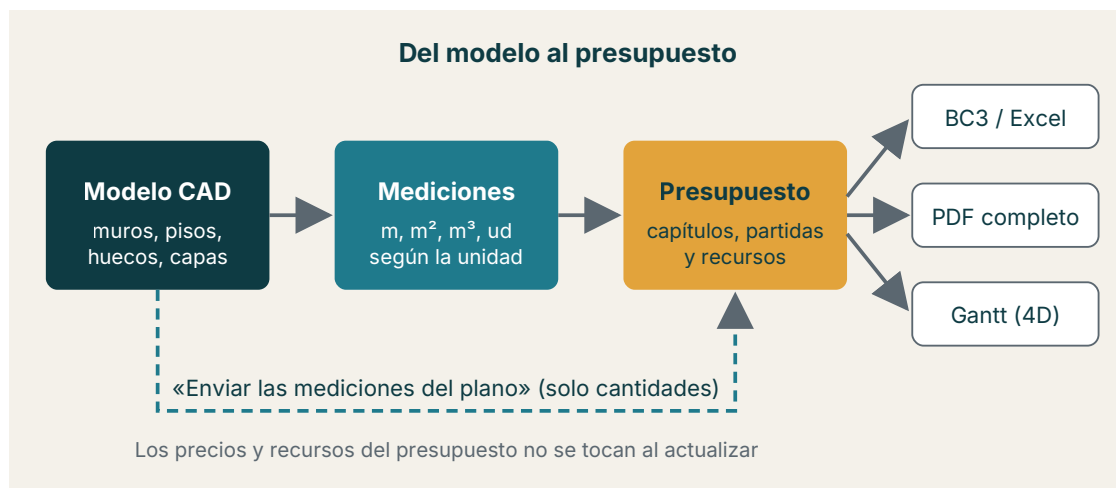


Figura 9.1 · Flujo 5D en ERPSqlite: el modelo genera mediciones, estas alimentan las partidas y los cambios de diseño vuelven a enviarse sin alterar los precios.

9.2 La estructura de capítulos de la Albufera

Antes de medir nada conviene decidir el esqueleto del presupuesto. Un buen árbol de capítulos sigue el orden lógico de la obra, facilita la comparación con otras obras de la empresa y, sobre todo, coincide con las capas del «Maestro de capas»: si existe una capa de cerramientos, debe existir un capítulo de cerramientos al que vayan a parar sus mediciones.

Presupuesto	Estado	Inicio	Fin	MO	MAT	EQ	SUB	Otros
PSU00001 - Vivienda unifamiliar	Nuevo			2.808,00 €	41.307,20 €	294,00 €	1.176,00 €	60,00 €

Captura · Presupuesto → «Presupuestos»: cada presupuesto con su estado y el coste por tipo de recurso (MO, MAT, EQ, SUB y Otros); arriba, «Importar BC3 / Excel».

Para la Vivienda modular Albufera, Construcciones Levante BIM S.L. trabaja con diez capítulos. La tabla 9.1 resume el presupuesto de ejecución material resultante, que servirá de referencia en el resto de la Parte II.

Tabla 9.1 · Capítulos del presupuesto de la Vivienda modular Albufera (PEM)

Cód.	Capítulo	Importe (€)	%
01	Actuaciones previas y movimiento de tierras	3.250	2,8
02	Cimentación	11.480	9,7
03	Estructura metálica modular	21.640	18,3
04	Cerramientos y fachadas	17.920	15,2
05	Cubierta plana	9.870	8,4
06	Tabiquería y aislamientos	8.360	7,1
07	Carpintería exterior e interior	12.450	10,6
08	Instalaciones	18.740	15,9
09	Revestimientos y pavimentos	10.290	8,7
10	Residuos, seguridad y salud	4.000	3,4

Cód.	Capítulo	Importe (€)	%
	Total ejecución material	118.000	100

Los porcentajes están redondeados. Observe el peso de la estructura metálica y de las instalaciones: en una vivienda modular la estructura se industrializa y se encarece por kilo, pero ahorra plazo; las instalaciones, en cambio, pesan lo mismo que en una vivienda convencional. Estas proporciones son útiles para detectar errores gruesos: si un día el capítulo 03 aparece con el 40 % del total, algo se ha medido dos veces.

- 1 **Crear el presupuesto.** En la aplicación Presupuesto, menú «Presupuestos», pulse «Nuevo» y asígnele el proyecto «Vivienda modular Albufera» y el cliente Promociones Turia S.L.
- 2 **Crear los capítulos.** Pulse «Capítulo» para cada uno de los diez. ERPSqlite asigna códigos automáticos (01, 02...) y, dentro de cada capítulo, las partidas reciben 01.1, 01.2, etc.
- 3 **Revisar la cabecera.** Los indicadores «Presupuestado», «Facturado», «Gastado» y «Resultado» estarán a cero; irán cobrando sentido a medida que avance la obra y se certifique.

9.3 Importar un banco de precios BC3

Pocas empresas parten de cero. Lo habitual es trabajar con un **banco de precios** en formato **FIEBDC-3**, el estándar español conocido como **BC3**: puede ser el de la propia empresa, el de un colegio profesional o uno comercial. ERPSqlite lee BC3 de cualquier versión, con su descomposición en recursos, sus textos descriptivos y, si las trae, sus mediciones.

- 1 **Abrir el importador.** En la lista de «Presupuestos», pulse «Importar BC3 / Excel» y seleccione el archivo .bc3.
- 2 **Revisar el resultado.** El banco aparece como un presupuesto con su árbol de capítulos, partidas y recursos. Los capítulos que solo contenían recursos se convierten en partidas, tal y como hace ERPSqlite por defecto con esa estructura.
- 3 **Llevar partidas a la obra.** Seleccione las partidas que necesite, use Copiar y, en el presupuesto de la Albufera, «Pegar (también de otro presupuesto)» dentro del capítulo correspondiente.

CONSEJO

Mantenga un presupuesto «Banco de la empresa» con sus partidas depuradas y con precios revisados cada trimestre. Copiar desde ahí es más seguro que importar cada vez un BC3 genérico, que suele traer miles de partidas que nadie necesita.

Los recursos sueltos (oficial de primera, hormigón HA-25, alquiler de grúa) conviene darlos de alta en el menú «Recursos». Así, al descomponer una partida, el coste se rellena solo, y una subida del acero se corrige en un único sitio.

9.4 Integrar el plano con el presupuesto

Con el árbol preparado, se abre el dibujo de la Albufera en el CAD y se conecta con su presupuesto. Es el paso que convierte el modelo en mediciones.

- 1 **Abrir el plano.** En CAD → «Dibujos», abra la planta de la Albufera.
- 2 **Integrar.** Pulse «Integrar con presupuesto» y elija el presupuesto de la obra (o cree uno nuevo desde ese mismo diálogo).
- 3 **Generar partidas.** Pulse «Añadir las mediciones del plano como partidas». ERPSqlite propone partidas de cimentación, muros, cubierta, revestimientos, suelos y carpintería con sus cantidades medidas en el plano.
- 4 **Ordenarlas.** Revise que cada partida generada cae en el capítulo correcto de la tabla 9.1 y asígnele su precio, ya sea desde el banco o desde «Recursos».

Cómo mide cada tipo de unidad

La regla es sencilla y conviene interiorizarla: **lo que se mide depende de la unidad de la partida**, no del objeto. El mismo muro puede alimentar una partida en m (longitud de zócalo), otra en m² (cerramiento) y otra en m³ (si fuese de fábrica maciza).

Tabla 9.2 · Qué mide ERPSqlite según la unidad de la partida

Unidad	Qué se mide	Ejemplo en la Albufera
m	Longitud del objeto	Rodapié, vierteaguas, zanja
m ²	Superficie (contornos cerrados)	Solado, cubierta, cerramiento
m ³	Volumen (superficie × altura)	Hormigón de losa o zapatas
ud	Número de elementos	Puertas, ventanas, pórticos

Dos matices evitan sorpresas. El primero: las superficies solo se calculan sobre **contornos cerrados**. Una polilínea de solado que no cierra por 2 mm no tiene área y su partida quedará a cero. El segundo es la **regla del muro con altura**: un muro con altura cuenta una sola cara, calculada como medio contorno por la altura. Un tramo recto de 4 m con 200 mm de espesor tiene un contorno de $4 + 0,2 + 4 + 0,2 = 8,4$ m; la mitad, 4,2 m, multiplicada por 2,80 m de altura, da 11,76 m². Es decir, se mide una cara más el espesor de los extremos, criterio razonable para un cerramiento que se presupuesta por m² de muro terminado.

En la Albufera, el cerramiento perimetral se dibujó como un muro cerrado de 200 mm y 2,80 m de altura. Su eje mide $2 \times (11,80 + 7,80) = 39,20$ m, de modo que la medición bruta ronda los 109,8 m². Si su criterio de medición descuenta huecos, compruebe cómo los trata la medición y anote el ajuste en las líneas de medición (apartado 9.6) para que quede trazable; en este libro se toma una medición neta de 96,40 m².

ATENCIÓN

Si dibuja la tabiquería interior como muros con altura y la enlaza a una partida de alicatado, obtendrá una sola cara por tabique, y el alicatado se aplica a las caras que dan al baño. Para revestimientos interiores es preferible medir a mano por recinto, como se explica en 9.6.

9.5 Enlazar objetos y capas a partidas

«Añadir las mediciones del plano como partidas» resuelve el grueso, pero el trabajo fino consiste en enlazar. Hay dos niveles de enlace y conviene combinarlos.

Enlace por capa

Es el más potente: todo lo que se dibuje en una capa mide automáticamente para las partidas asociadas. Si la capa de muros de fachada está enlazada a la partida de cerramiento, cualquier muro nuevo en esa capa suma. Para enlazar una capa existente, seleccione la partida en el árbol del presupuesto y use «Enlazar a una capa...»; en el detalle de la partida, el apartado «Capas del CAD» mostrará el vínculo. Si la empresa ha definido el «Maestro de capas» con sus partidas, al cargar las capas «Desde el maestro» los enlaces vienen ya hechos, y esta es la razón última de haber invertido tiempo en ese maestro.

Enlace por objeto

Para casos singulares, se enlazan objetos sueltos. Con el panel del presupuesto abierto en el CAD, se seleccionan los objetos en el dibujo y se pulsa el enlace de la partida deseada. La relación funciona también a la inversa: al pulsar una partida en el panel, se seleccionan en el plano los objetos que la miden. Esta **selección cruzada** es la mejor herramienta de control de calidad que existe: pulse la partida de ventanas y compruebe de un vistazo que se iluminan las seis ventanas de la vivienda, ni una más ni una menos.

EN ERPSQLITE

En el formato JSON del CAD, los enlaces se guardan en la clave `link` de cada entidad o capa (lista de ids de partidas), y el dibujo guarda en `link` el presupuesto al que está integrado. Esto permite auditar o generar enlaces mediante la API si se trabaja con muchos planos.

9.6 Mediciones a mano: líneas, fórmulas y «Espacio»

No todo está en el modelo, ni debe estarlo. Los alicatados, las ayudas de albañilería, la limpieza final o la gestión de residuos se miden mejor a mano. ERPSqlite lo resuelve con las líneas de medición de cada partida: «Añadir una línea» ofrece los campos clásicos de número, largo, ancho y alto, admite fórmulas y permite indicar el «Espacio» al que corresponde la línea.

Tome la partida 09.4, alicatado de gres porcelánico en paredes de baño, hasta 2,40 m de altura. La Albufera tiene un baño principal de $2,40 \times 1,80$ m y un aseo de $1,60 \times 1,50$ m. Con la fórmula del perímetro por la altura, $2 \cdot (b+c) \cdot d$, se obtienen las líneas de la tabla 9.3.

Tabla 9.3 · Medición del alicatado de baños (partida 09.4)

Espacio	Concepto	Fórmula	m ²
Baño principal	Perímetro × altura	$2 \cdot (2,40 + 1,80) \cdot 2,40$	20,16
Baño principal	Descuento puerta	$-0,825 \cdot 2,03$	-1,67
Aseo	Perímetro × altura	$2 \cdot (1,60 + 1,50) \cdot 2,40$	14,88
Aseo	Descuento puerta	$-0,825 \cdot 2,03$	-1,67
Total partida			31,70

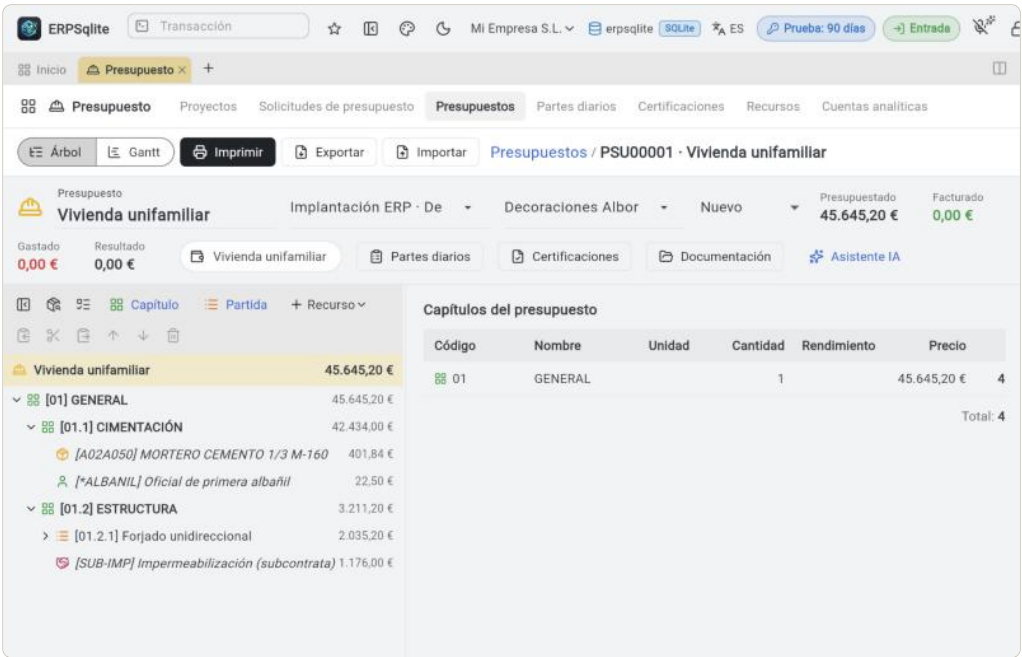
El campo «Espacio» parece un detalle menor, pero es oro para el jefe de obra: cuando el alicatador pregunta cuánto material subir al aseo, la respuesta está en la línea correspondiente. Y en certificaciones parciales permite justificar que se ha terminado un recinto y no otro.

CONSEJO

No mezcle en una misma partida mediciones automáticas y manuales sin dejarlo claro en el concepto de cada línea. Cuando llegue un cambio de diseño, sabrá qué líneas se actualizan solas y cuáles debe revisar usted.

9.7 Descomponer partidas en recursos

Un precio unitario sin descomposición es una caja negra: no se sabe cuánta mano de obra hay detrás, no se pueden pedir materiales y no se puede programar. Por eso cada partida relevante debe descomponerse en **recursos** de cuatro tipos: mano de obra (MO), materiales (MAT), equipos (EQ) y subcontratos (SUB). Con «Añadir recurso» se elige un recurso del menú «Recursos», que trae su coste, y se indica el rendimiento o cantidad por unidad de partida.



Captura · Vista «Árbol» de un presupuesto: capítulos, partidas y recursos a la izquierda, detalle a la derecha y la cabecera con Presupuestado, Facturado, Gastado y Resultado.

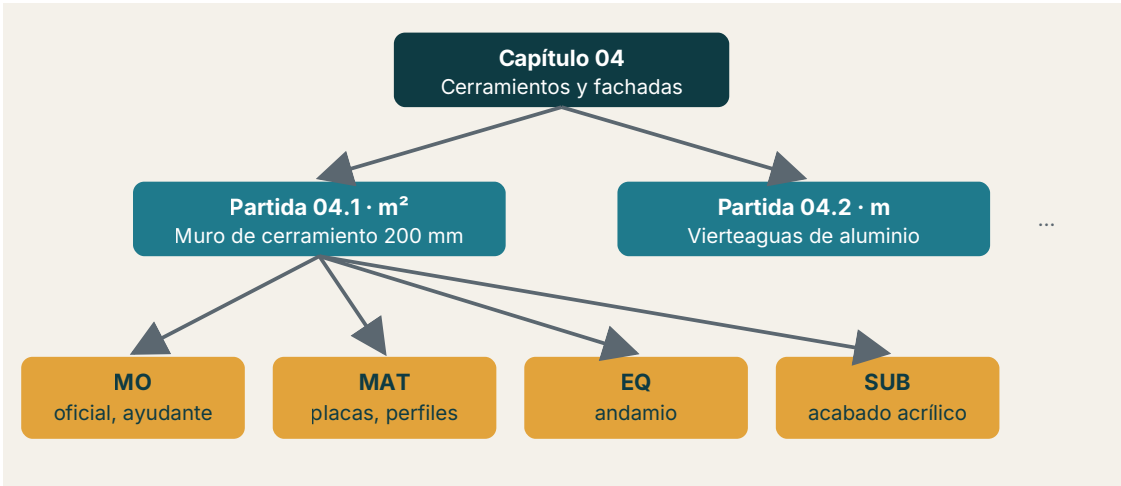


Figura 9.2 · Árbol capítulo–partida–recurso. Cada partida se descompone en recursos de mano de obra, materiales, equipos y subcontratos.

La tabla 9.4 muestra la descomposición de la partida estrella del capítulo 04: el muro de cerramiento de 200 mm de la Albufera, una fachada ligera sobre la estructura metálica con placa cementicia exterior, aislamiento de lana mineral, placa de yeso interior y acabado acrílico subcontratado.

Tabla 9.4 · Descomposición de la partida 04.1, muro de cerramiento 200 mm (m²)

Tipo	Recurso	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
MO	Oficial 1.ª montador	0,45 h	24,50	11,03
MO	Ayudante montador	0,45 h	21,00	9,45
MAT	Placa cementicia 12,5 mm	1,05 m²	18,40	19,32
MAT	Perfilería acero galvanizado	2,10 m	3,85	8,09
MAT	Lana mineral 120 mm	1,05 m²	9,60	10,08
MAT	Placa de yeso laminado 15 mm	1,05 m²	6,80	7,14

Tipo	Recurso	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
MAT	Lámina transpirable	1,10 m ²	2,30	2,53
MAT	Tornillería, cintas y pasta	1 ud	3,20	3,20
EQ	Andamio tubular (p. p.)	1 m ²	2,40	2,40
SUB	Acabado de mortero acrílico	1 m ²	24,00	24,00
Precio unitario				97,24

Con 96,40 m² de medición neta, la partida asciende a unos 9.374 €, algo más de la mitad del capítulo 04. Fijese en lo que permite esta tabla: el 21 % del precio es mano de obra propia (20,48 €), lo que servirá en el capítulo siguiente para calcular la duración; los materiales alimentarán las solicitudes de materiales en Compras; y el subcontrato del acabado aparecerá en la columna SUB de la lista de presupuestos, que muestra el coste por tipo de recurso.

9.8 El asistente IA del presupuesto

ERPSqlite incorpora inteligencia artificial en dos momentos. Al principio, se puede describir la obra y dejar que proponga partidas, e incluso pedirle «asigne precios según España y prográmalo con 2 personas». Para una vivienda como la Albufera, esto genera en minutos un primer borrador que sirve de lista de comprobación: ¿falta algo que la IA sí ha previsto?

Durante la redacción, el «Asistente del presupuesto» responde a preguntas escritas o habladas sobre el presupuesto abierto. Preguntas como «¿Cuál es la partida más cara?» ayudan a orientar la revisión, y pedirle que descomponga las partidas que aún no tienen recursos ahorra mucho trabajo mecánico. Si el resultado no convence, se deshace.

LIMITACIÓN

La IA propone; el técnico firma. Los precios que sugiere son orientativos y no conocen las condiciones de su zona, sus proveedores ni sus rendimientos reales. Revise siempre las partidas generadas antes de enviarlas al cliente.

9.9 Cambios de diseño sin perder los precios

A mitad del proyecto, Promociones Turia S.L. pide ampliar el salón: el muro de fachada sur se desplaza 60 cm y se añade una ventana. En un flujo tradicional, esto supondría volver a medir el cerramiento, el solado, la cubierta y la carpintería. Aquí basta con modificar el modelo y pulsar «**Enviar las mediciones del plano**».

La clave está en lo que ese botón *no* hace: actualiza las cantidades, pero no toca los precios ni los recursos. Toda la descomposición de la tabla 9.4, los precios negociados con el proveedor de placas o el subcontrato del acabado se conservan. Solo cambian las mediciones y, en consecuencia, los importes.

- 1 Guardar una referencia.** Antes del cambio, exporte el presupuesto a Excel para comparar después.
- 2 Modificar el modelo.** Desplace el muro y añada la ventana en sus capas habituales.
- 3 Enviar.** Pulse «Enviar las mediciones del plano».
- 4 Revisar.** Compare los totales de los capítulos afectados con la referencia y use la selección cruzada para comprobar la nueva ventana.

9.10 Exportar e imprimir

El presupuesto rara vez se queda en casa. El promotor lo quiere en PDF, la dirección facultativa en BC3 para su programa y el departamento de compras en Excel.

- **BC3.** Con «Exportar» se genera FIEBDC-3/2016 o el formato 2000. Use 2016 por defecto y recurra a 2000 solo si el destinatario trabaja con un programa antiguo.
- **Excel.** Tres variantes: completo, solo partidas y listado de recursos. Esta última es la base de las peticiones de oferta a proveedores.
- **PDF.** «Imprimir» → «Presupuesto completo» produce el documento con capítulos, partidas, mediciones y resumen.

CONCEPTO

El BC3 es el lenguaje común del 5D en España. Aunque ERPSqlite no importa modelos IFC, sí habla FIEBDC-3 en ambos sentidos, lo que garantiza que el presupuesto pueda revisarse con cualquier otra herramienta del mercado.

9.11 Errores frecuentes

ERRORES FRECUENTES

Contornos abiertos. Solados o cubiertas que miden cero porque la polilínea no está cerrada. Revise las partidas en m² con importe nulo.

Dobles enlaces. Un objeto enlazado a la partida por capa y además por objeto puede contarse dos veces. Use la selección cruzada y la tabla 9.1 como control de proporciones.

Unidades equivocadas. Un muro enlazado a una partida en m³ medirá volumen, no superficie. Compruebe la unidad antes de enlazar.

Dibujo en mm, partidas en m. Revise «Formato» → «Unidades y rejilla...» al empezar el plano; un error aquí multiplica las mediciones por mil.

Editar cantidades a mano en partidas enlazadas. El siguiente «Enviar las mediciones del plano» las sobrescribirá. Lo manual, en líneas de medición separadas.

EN RESUMEN

- El 5D vincula los objetos del modelo con partidas para que la medición salga del propio dibujo.
- La estructura de capítulos debe coincidir con las capas del «Maestro de capas»; en la Albufera son diez capítulos que suman 118.000 €.
- «Integrar con presupuesto» y «Añadir las mediciones del plano como partidas» generan el primer presupuesto medido; la unidad de la partida decide si se mide m, m², m³ o ud.
- Los enlaces por capa automatizan; los enlaces por objeto y la selección cruzada sirven para casos singulares y control.
- Lo que no está en el modelo se mide con líneas, fórmulas y el campo «Espacio».
- Descomponer en MO, MAT, EQ y SUB prepara las compras y la planificación del capítulo siguiente.
- «Enviar las mediciones del plano» actualiza cantidades sin tocar precios; el resultado se exporta en BC3, Excel o PDF.

Paso 6 · 4D: planificar la obra con el modelo

El presupuesto medido y descompuesto del capítulo anterior contiene, sin saberlo, casi todo lo necesario para planificar. En este capítulo se convierten sus cantidades y rendimientos en un calendario de cinco meses para la Vivienda modular Albufera, se pasa a la app Proyecto para gestionarlo y se genera un vídeo 4D que el cliente entiende a la primera.

EN ESTE CAPÍTULO

- Comprender qué es el 4D y qué datos necesita.
- Calcular duraciones a partir de rendimientos y programar en la vista «Gantt».
- Crear tareas del proyecto y gestionarlás en «Planificación» con dependencias y responsables.
- Identificar la ruta crítica de la obra.
- Generar el vídeo 4D, compartir el avance y planificar los tajos exteriores con la meteorología.

10.1 Qué es el 4D

La **dimensión 4D** añade el tiempo al modelo: cada elemento sabe cuándo se construye. En la práctica, esto significa enlazar los objetos del modelo con las actividades de un plan de obra, de modo que en cualquier fecha se pueda ver qué está hecho, qué está en curso y qué falta.

Su utilidad va mucho más allá de la imagen. Un plan 4D permite detectar incoherencias de secuencia (la cubierta programada antes que los pórticos que la sostienen), comunicar el plan a personas que no leen diagramas de barras y, sobre todo, conectar plazo y coste: si una partida tiene medición y rendimiento, su duración no es una opinión, es un cálculo.

En ERPSqlite, el enlace entre modelo y tiempo pasa por el presupuesto. Los objetos del CAD están enlazados a partidas (capítulo 9) y las partidas tienen fechas. Por eso el orden del método es estricto: primero 3D, luego 5D, después 4D. Sin mediciones fiables, la planificación se apoya en cantidades inventadas.

CONCEPTO

En este libro se sigue el orden 3D → 5D → 4D porque en ERPSqlite la duración se deriva de la medición. En otras herramientas el 4D se monta antes que el 5D; el resultado es equivalente siempre que plazo y coste acaben enlazados.

10.2 Rendimientos: de la cantidad a la duración

Un **rendimiento** expresa la productividad de una partida. ERPSqlite admite dos formas de calcular la duración: dividiendo la cantidad entre un rendimiento en unidades por día, o a partir de las horas por unidad de la mano de obra y los equipos de su descomposición, con jornadas de 8 horas. La segunda aprovecha directamente el trabajo del capítulo anterior.

Tome la partida 04.1, muro de cerramiento: su descomposición incluye 0,45 h de oficial por m². Con 96,40 m², son 43,4 horas de oficial, es decir, unas 5,4 jornadas de 8 horas para una cuadrilla de oficial y ayudante. Si se dispone de dos cuadrillas, la duración se reduce a la mitad, pero el coste de mano de obra no cambia: las horas son las mismas.

Tabla 10.1 · Rendimientos y duraciones de partidas significativas de la Albufera

Partida	Cantidad	Rendimiento	Duración
01.2 Excavación de zanjas	38 m ³	19 m ³ /día	2 días
02.1 Losa de cimentación	24 m ³	8 m ³ /día	3 días
03.1 Montaje de pórticos	14 ud	0,8 h MO/ud	4 días*
04.1 Muro de cerramiento	96,40 m ²	0,45 h MO/m ²	5,4 días
05.1 Impermeabilización	104 m ²	35 m ² /día	3 días
09.1 Solado porcelánico	88 m ²	18 m ² /día	5 días

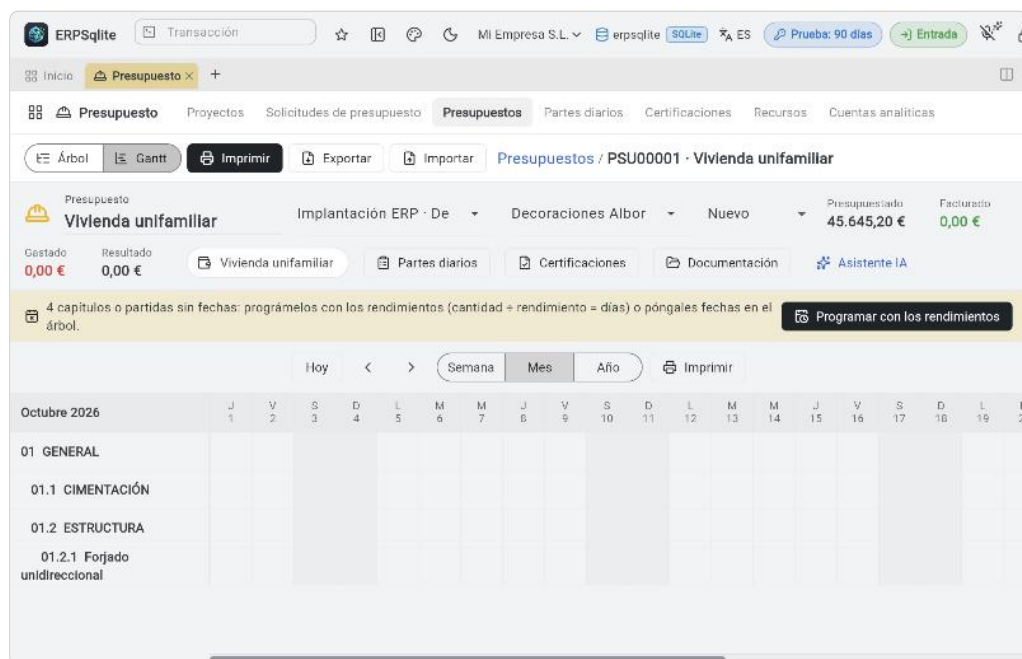
* El montaje de pórticos incluye también horas de grúa como recurso de equipo; ERPSqlite tiene en cuenta las horas por unidad de la mano de obra y de los equipos, de ahí que la duración resultante sea mayor que la que darían solo las horas de montador.

CONSEJO

Los rendimientos de los bancos de precios son medias de mercado. Tras dos o tres obras, ajústelos con los partes diarios de su propia gente: un plan basado en sus rendimientos reales vale más que cualquier software.

10.3 Programar en la vista «Gantt» del presupuesto

El presupuesto tiene un selector «Árbol» / «Gantt». La vista de árbol es la que se ha usado hasta ahora; la de Gantt muestra las mismas partidas como barras en el tiempo.



Captura · Vista «Gantt» del presupuesto: el aviso de partidas sin fechas y el botón «Programar con los rendimientos».

- 1 Fijar el arranque.** En el presupuesto de la Albufera, indique el «Inicio de la obra»: en el ejemplo, el lunes 1 de marzo, tras obtener la licencia.

- 2 **Calcular.** Pulse «Programar con los rendimientos». ERPSqlite asigna a cada partida una duración a partir de su cantidad y su rendimiento, o de las horas de mano de obra y equipos.
- 3 **Cambiar a «Gantt».** Use el selector para ver las barras. Revise que ninguna partida importante ha quedado con duración cero (señal de que le falta rendimiento o descomposición).
- 4 **Ajustar dependencias.** Corrija el orden lógico: la impermeabilización de cubierta empieza al terminar el forjado de cubierta, el solado espera a la tabiquería, la pintura al solado. Ajuste también los solapes razonables, como empezar instalaciones cuando haya cerramiento en la mitad de la vivienda.
- 5 **Revisar el total.** Compruebe que la fecha final cabe en los cinco meses del contrato. Si no, actúe sobre las partidas largas de la ruta crítica (apartado 10.5).

La figura 10.1 resume el resultado en ocho fases. Es un Gantt esquemático: el real, con más de un centenar de partidas, tiene el mismo aspecto con mucho más detalle.

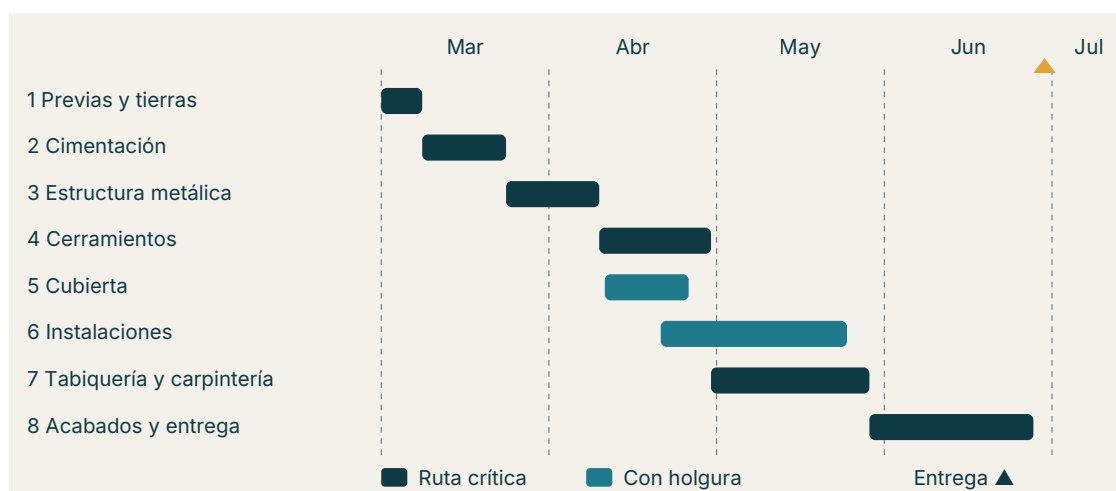
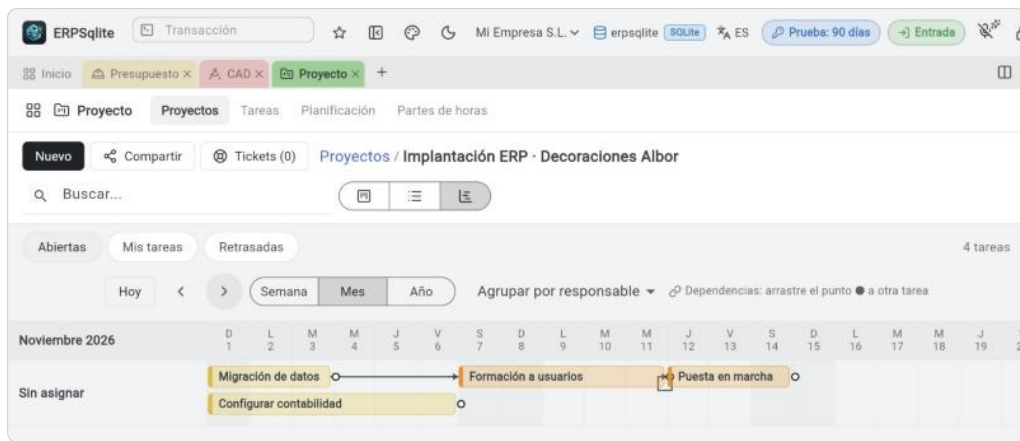


Figura 10.1 · Gantt esquemático de la Vivienda modular Albufera: ocho fases en cinco meses (marzo a finales de julio). En petróleo, la ruta crítica; en azul verdoso, fases con holgura.

10.4 Del presupuesto a la app Proyecto

El Gantt del presupuesto es excelente para calcular, pero la obra se gestiona con tareas, responsables y horas. Para eso está la app **Proyecto**. ERPSqlite permite crear las tareas del proyecto directamente desde el árbol del presupuesto, de manera que no hay que volver a teclearlas.



Captura · Gantt de la app Proyecto con dependencias entre tareas (se crean arrastrando el punto de una barra a otra).

- 1 **Crear tareas.** En el árbol del presupuesto, seleccione los capítulos o partidas y cree las tareas del proyecto. Para una obra de este tamaño, una tarea por capítulo con subtareas para las partidas principales suele ser el equilibrio adecuado.
- 2 **Abrir «Planificación».** En la app Proyecto, la vista «Planificación» muestra el Gantt de tareas y avisa de las que aún no tienen fechas.
- 3 **Definir dependencias.** Indique qué tareas bloquean a otras: «Estructura metálica» bloquea «Cerramientos» y «Cubierta»; «Cubierta» bloquea «Tabiquería»; «Instalaciones» bloquea los acabados.
- 4 **Asignar horas y responsables.** En cada tarea, indique las horas asignadas (tomadas de la mano de obra del presupuesto) y el responsable: el jefe de obra, el encargado de estructura o el subcontratista de instalaciones.
- 5 **Controlar.** A medida que el equipo imputa horas en «Partes de horas», compare horas asignadas frente a imputadas, y use el filtro «Retrasadas» en «Tareas» en la reunión semanal.

EN ERPSQLITE

El personal de obra puede ver sus tareas y fichar desde el portal del empleado. Los tickets de soporte de los equipos asociados y las conversaciones de WhatsApp vinculadas también se ven desde el proyecto, lo que convierte la ficha del proyecto en el tablero único de la obra.

10.5 La ruta crítica

La **ruta crítica** es la cadena de actividades dependientes cuya duración total determina el plazo de la obra. Una actividad crítica no tiene holgura: si se retrasa un día, la entrega se retrasa un día. Las actividades no críticas, en cambio, pueden moverse dentro de su holgura sin afectar a la fecha final.

En la Albufera, la ruta crítica es la secuencia física de la vivienda: movimiento de tierras, cimentación, estructura metálica, cerramientos, tabiquería y carpintería, y acabados. La cubierta y las instalaciones discurren en paralelo con cierto margen: la cubierta se ejecuta mientras se cierra la fachada y las instalaciones se reparten entre la fase de cerramiento y la de tabiquería.

Este análisis orienta las decisiones. Si el plan inicial excede los cinco meses, no sirve de nada reforzar las instalaciones: hay que actuar sobre la ruta crítica, por ejemplo con una segunda cuadrilla en cerramientos (de 5,4 a 2,7 días) o pidiendo al fabricante los pórticos premontados. Y en obra, el jefe sabe dónde concentrar la vigilancia: un retraso en la llegada del acero es grave; uno en los mecanismos eléctricos, probablemente no.

Planificar no es predecir la obra, sino saber de antemano qué retrasos importan y cuáles no.

LIMITACIÓN

ERPSqlite gestiona dependencias entre tareas y las muestra en el Gantt, pero no se documenta un cálculo automático de holguras ni un resultado de la ruta crítica. Identifíquela a mano siguiendo las cadenas de dependencias más largas, como en la figura 10.1, y anótela en la descripción de las tareas críticas o con una etiqueta común.

10.6 El vídeo 4D desde el CAD

Con las fechas en el presupuesto, el CAD puede generar el **vídeo 4D** de la obra: una animación en la que los elementos del modelo aparecen según su fecha de ejecución. Se exporta como «Vídeo (.mov)» o como «GIF animado».

El requisito es claro: el vídeo necesita fechas en el presupuesto. Las fechas llegan a los objetos a través de las partidas a las que están enlazados, de modo que un objeto sin enlace no aparecerá nunca, y una partida sin fechas deja a sus objetos fuera de la animación. Antes de exportar, conviene usar la selección cruzada del capítulo 9 para verificar que todos los elementos visibles están enlazados.

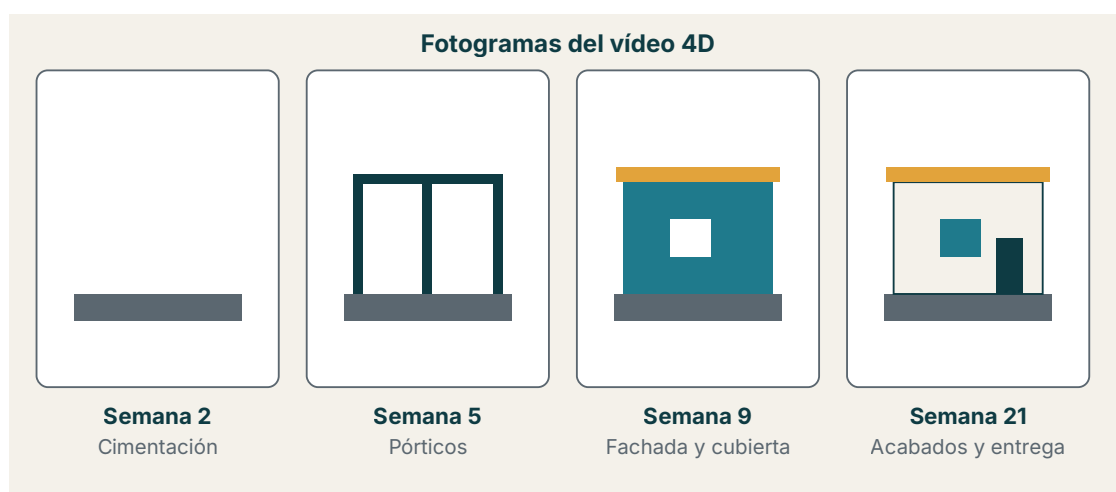


Figura 10.2 · Cuatro fotogramas esquemáticos del vídeo 4D de la Albufera: los elementos aparecen según las fechas de las partidas a las que están enlazados.

El formato a elegir depende del destino. El «GIF animado» se inserta en un correo, en un mensaje de WhatsApp o en una presentación sin reproductor; el «Vídeo (.mov)» ofrece más calidad para reuniones con el promotor o para la web de la constructora. En la Albufera, un GIF de treinta segundos enviado a Promociones Turia S.L. antes de la firma explica la secuencia de la obra mejor que cualquier diagrama de barras.

10.7 Compartir el avance con el cliente

Una vez en marcha, el cliente quiere saber cómo va su vivienda. En la ficha del proyecto, «Compartir con un enlace público» genera un enlace, con su código QR, que el promotor puede abrir sin usuario. Al crearlo se decide si se muestran u ocultan los costes: lo habitual es ocultarlos al cliente final y mostrarlos solo en enlaces internos o a la dirección facultativa.

CONSEJO

Imprima el QR en el cartel de obra o en el acta de replanteo. El promotor tendrá siempre a mano el estado de las tareas y usted recibirá menos llamadas preguntando «¿cómo va lo mío?».

Si además se registran los partes diarios con el avance de cada partida en el presupuesto, el CAD puede mostrar el avance de obra en colores, y un nuevo vídeo 4D al final de cada mes compara lo previsto con lo ejecutado.

10.8 Calendario y Tiempo para los tajos exteriores

En una vivienda de estructura metálica, buena parte del plazo crítico se ejecuta a la intemperie: cimentación, montaje de pórticos, cerramiento exterior e impermeabilización de cubierta. La lluvia o el viento fuerte paralizan esos tajos, y en Catarroja los episodios de lluvia intensa de otoño son conocidos por todos.

Dos aplicaciones ayudan. El **Calendario**, que se sincroniza con Google Calendar, sirve para fijar los hitos (hormigonado de la losa, llegada de los pórticos, prueba de estanqueidad de la cubierta) y convocar a los implicados. La app **Tiempo** muestra la meteorología de las ciudades: consultarla el viernes para la semana siguiente permite decidir si se hormigona el martes o se adelanta la tabiquería interior, que no depende del clima.

- 1 **Marcar tajos sensibles.** En «Planificación», identifique las tareas exteriores de la ruta crítica.
- 2 **Revisar el pronóstico.** Cada viernes, consulte «Tiempo» para Catarroja.
- 3 **Reprogramar.** Si se prevé lluvia, mueva las tareas exteriores y adelante trabajos interiores con holgura; actualice el evento en el Calendario para avisar a proveedores y subcontratistas.

ERRORES FRECUENTES

Programar sin rendimientos y obtener duraciones nulas; olvidar el «Inicio de la obra» y planificar desde la fecha de hoy; generar el vídeo 4D con partidas sin fechas u objetos sin enlazar; y no prever margen climático en los tajos exteriores de la ruta crítica.

EN RESUMEN

- El 4D enlaza el modelo con el tiempo; en ERPSqlite ese enlace pasa por las partidas del presupuesto.
- La duración sale de la cantidad y el rendimiento (unidades/día) o de las horas de mano de obra y equipos con jornadas de 8 h.
- «Inicio de la obra», «Programar con los rendimientos» y la vista «Gantt» producen el primer plan, que se afina con dependencias.
- Las tareas del proyecto se crean desde el árbol del presupuesto y se gestionan en «Planificación» con dependencias, horas y responsables.
- La ruta crítica de la Albufera es la secuencia tierras–cimentación–estructura–cerramientos–tabiquería–acabados.
- El vídeo 4D («Vídeo (.mov)» o «GIF animado») necesita fechas en el presupuesto y objetos enlazados.
- El enlace público con QR, el Calendario y la app Tiempo completan la comunicación y la planificación diaria.

Paso 7 • Ejecutar y controlar la obra

Con el modelo medido, el presupuesto enlazado y la planificación aprobada, llega el momento de construir. Este capítulo muestra cómo el mismo modelo que sirvió para medir se convierte en la fuente de las compras, del almacén, de los partes diarios y del control económico, de modo que lo que ocurre en la obra vuelve al modelo cada día.

EN ESTE CAPÍTULO

- Lanzar solicitudes de materiales desde el presupuesto y convertirlas en pedidos de compra.
- Organizar el almacén de obra en Inventario y registrar recepciones, transferencias y recuentos.
- Registrar partes diarios, horas, gastos, maquinaria e incidencias sin papeles.
- Leer el cuadro «Presupuestado / Facturado / Gastado / Resultado» y actuar a tiempo.

11.1 El modelo como fuente de las compras

En una obra tradicional, el jefe de obra pide material «a ojo» o a partir de una medición en papel que ya no coincide con el último plano. En la metodología BIM la cantidad que se compra sale del mismo modelo que se ha medido y presupuestado. En la Vivienda modular Albufera, el muro de cerramiento de 200 mm dibujado en la capa de muros del CAD está enlazado a la partida 03.1 «Fábrica de bloque cerámico aligerado de 200 mm»; esa partida tiene una medición de 96 m² y unos recursos (bloque, mortero, mano de obra de oficial y peón). Cuando la planificación indica que la fachada empieza en la semana 9, la necesidad de material no hay que calcularla: ya está escrita en el presupuesto.

ERPSqlite conecta ese dato con la aplicación **Compras** mediante las **solicitudes de materiales**. Una solicitud es una petición interna —normalmente del jefe de obra— que alguien con autoridad debe aprobar antes de que se convierta en un pedido real al proveedor. Este paso intermedio evita compras duplicadas y deja constancia de quién pidió qué y para qué partida.

- 1 **Revisar la necesidad.** Abra el presupuesto de la Albufera, cambie a la vista «Gantt» y localice las partidas que arrancan en las próximas dos semanas. Compruebe en cada una su medición y sus recursos de material.
- 2 **Crear la solicitud.** En Compras, cree una solicitud de materiales para la obra con las líneas necesarias: por ejemplo, 1.150 bloques cerámicos de 200 mm, 3,2 m³ de mortero M-7,5 y 96 m² de aislamiento XPS de 80 mm para la cubierta.
- 3 **Aprobar.** El responsable de compras o la gerencia revisa la solicitud y la aprueba o la devuelve con un comentario. Mientras no está aprobada, no genera compromiso con ningún proveedor.
- 4 **Convertir en pedido de compra.** Una vez aprobada, la solicitud se transforma en uno o varios pedidos de compra, uno por proveedor, que se envían por correo desde la propia ficha.

CONSEJO

Pida con un margen razonable sobre la medición neta del modelo (un 3-5 % en fábricas, más en piezas que se cortan mucho) y anótelos en la solicitud. Así el aprobador sabe que el exceso es deliberado y no un error de medición.

Listas de precios e importadores de productos

El precio de compra no tiene por qué ser el del presupuesto. Las **listas de precios de proveedores** de Compras guardan las tarifas pactadas con cada proveedor, de modo que al elegir el proveedor en el pedido el precio se propone solo. Para materiales cuyo precio cambia a menudo, la aplicación **Productos** ofrece importadores desde la web de un proveedor que actualizan el precio a diario. Comparar ese precio con el del recurso en el presupuesto es la primera alerta de desviación: si el acero o el aislamiento se han encarecido un 8 % desde que se presupuestó, conviene saberlo antes de firmar el pedido, no al recibir la factura.

11.2 Recepciones y almacén de obra

Cuando el camión llega a la parcela de Catarroja, el encargado registra la **recepción** contra el pedido de compra: cantidades recibidas, faltas y roturas. Una recepción parcial deja el resto pendiente, y el pedido muestra en todo momento qué falta por llegar. Es el equivalente digital de firmar el albarán, con la ventaja de que la oficina lo ve al instante.

Para que esa entrada tenga sentido hay que decidir dónde se guarda el material. **Inventario** admite varios almacenes y ubicaciones, así que lo habitual es crear un almacén por obra. En la Albufera se definió el almacén «ALB · Obra Albufera» con tres ubicaciones: «Caseta» (pequeño material y herramienta), «Acopio exterior» (bloques, perfiles, paneles) y «Contenedor cerrado» (aislamientos, impermeabilización y material sensible a la humedad).

Tabla 11.1 · Operaciones de almacén en la obra Albufera

Operación	Cuándo	Ejemplo semana 9
Recepción	Llega material del proveedor	1.150 bloques al acopio exterior
Transferencia	Material entre almacenes	Andamio del almacén central a la obra
Consumo	Material puesto en obra	620 bloques en fachada norte y este
Recuento	Cierre semanal o de fase	Recuento del acopio el viernes

Las **transferencias** mueven material del almacén central de la empresa al de la obra, o de una obra a otra cuando sobra. Los **recuentos** periódicos ajustan la existencia teórica a la real, y el historial de movimientos permite reconstruir qué pasó con cada referencia. Un recuento semanal del acopio, que no lleva más de veinte minutos en una obra de este tamaño, detecta a tiempo robos, roturas y consumos superiores a los previstos.

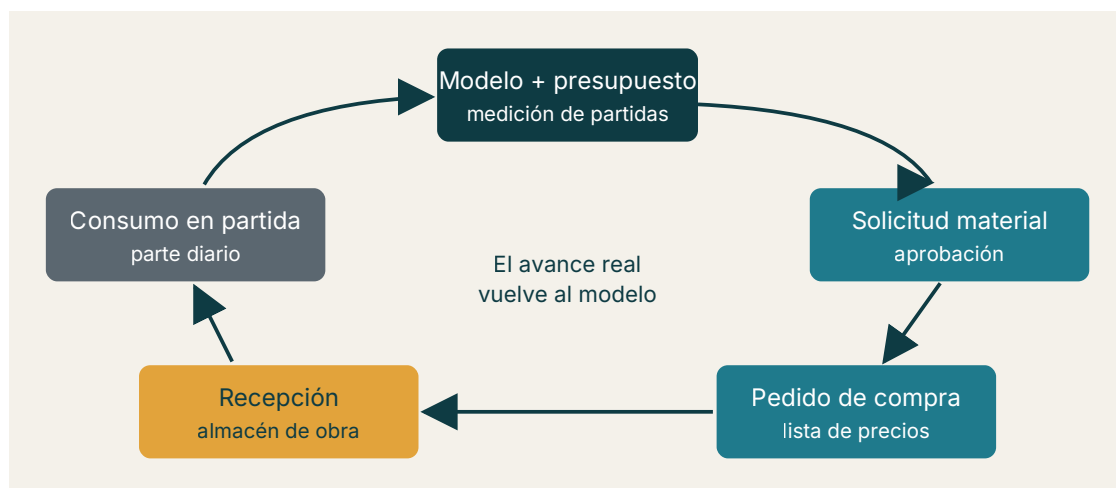


Figura 11.1 · Ciclo compra-recepción-consumo: la cantidad nace en el modelo y el consumo real regresa a él.

11.3 Partes diarios y avance en colores

El **parte diario** es el corazón del control de ejecución. En el presupuesto de ERPSqlite se registran partes diarios con el avance de cada partida: qué se ha hecho hoy, en qué cantidad y, si se desea, con una nota. No es un diario de texto libre,

sino una medición de lo ejecutado contra la medición presupuestada, y por eso alimenta después la certificación y la comparación entre lo previsto y lo real.

- 1 **Abrir el presupuesto de la obra.** Desde «Presupuestos», abra el de la Albufera y acceda a los partes diarios.
- 2 **Crear el parte del día.** Indique la fecha y añada las partidas trabajadas. El martes de la semana 9 se registraron 38 m² de fábrica de bloque (partida 03.1) y 24 m² de chapa grecada de cubierta (partida 04.1).
- 3 **Anotar observaciones.** Clima, personal presente, visitas, incidencias. Si ha llovido por la mañana, dígalos: explicará después una productividad más baja.
- 4 **Guardar y revisar el acumulado.** El avance acumulado de cada partida se actualiza y sirve de base para la siguiente certificación.

Ese avance tiene además una lectura visual. Entre las funciones del CAD que recoge la web está el **avance de obra en colores**: los objetos del plano enlazados a partidas se colorean según su grado de ejecución. Abrir la planta de la Albufera en la reunión semanal y ver la fachada norte en un color, la este a medias y la sur sin empezar comunica el estado de la obra en segundos a un promotor que no lee tablas. Si además se generó el vídeo 4D (capítulo 10), la comparación entre lo planificado y lo ejecutado se vuelve evidente.

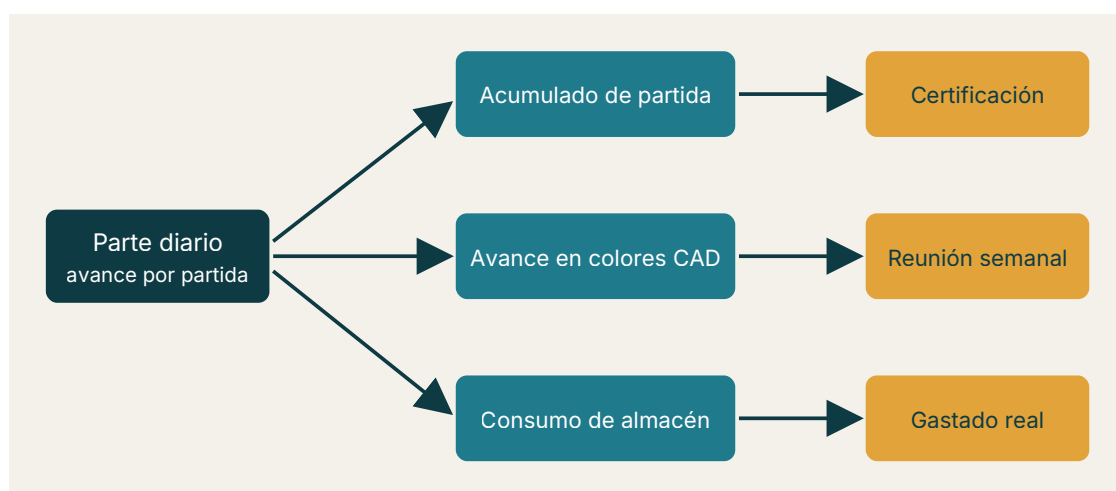


Figura 11.2 · Flujo del parte diario: un único registro alimenta certificación, lectura visual y coste real.

Un parte diario bien hecho cuesta diez minutos; reconstruir un mes de obra sin partes cuesta una certificación discutida.

11.4 Personas, horas y gastos

Partes de horas y cronómetro

La mano de obra suele ser la partida que más se desvía y la que peor se registra. En la aplicación **Proyecto**, el menú «Partes de horas» permite «Imputar horas» a cada tarea, y las tareas pueden haberse creado directamente desde el árbol del presupuesto, de forma que cada hora queda ligada a una partida. Para trabajos medidos en tiempo real, el cronómetro con «Iniciar» y «Finalizar e imputar» evita las estimaciones de fin de semana. El filtro «Mis horas de esta semana» ayuda a cada operario a revisar lo que ha cargado, y la comparación entre horas asignadas e imputadas muestra al jefe de obra qué tareas se están comiendo el tiempo previsto.

Portal del empleado y fichaje con ubicación

No todo el personal de obra trabaja delante de un ordenador. El **portal del empleado** de la aplicación Empleados permite fichar con ubicación desde el móvil y ver las tareas asignadas. En la Albufera, el oficial de albañilería ficha al lle-

gar a la parcela; la ubicación confirma que el fichaje se hizo en Catarroja y no desde casa, y el registro de asistencia queda disponible para nóminas y para el control horario que exige la normativa laboral.

ATENCIÓN

El fichaje con ubicación trata datos personales. Informe por escrito a los trabajadores de para qué se usa la ubicación y límitela al momento del fichaje. Es una cuestión de protección de datos, no de software.

Gastos de obra con foto y facturas con OCR

Los pequeños gastos —gasoil del grupo electrógeno, tornillería comprada de urgencia, una comida con el equipo de montaje— desaparecen si no se registran en el momento. En la aplicación **Gastos**, el encargado fotografía el ticket y lo asigna a la obra; los tickets se agrupan en informes que se aprueban. Para las facturas de proveedor, el **OCR** lee el PDF o la foto, rellena la factura con IA y guarda el original en Documentos. Así la factura del proveedor de perfiles llega a contabilidad con el pedido y la recepción ya enlazados, y la comprobación es casi inmediata: pedido, albarán y factura deben cuadrar.

11.5 Maquinaria, incidencias y comunicación

La **maquinaria y los vehículos** se gestionan en **Transporte**: flota, combustible, mantenimientos e ITV. La miniexcavadora que trabajó en la cimentación y la furgoneta de la cuadrilla tienen su ficha, con sus repostajes y revisiones. No es un módulo de alquiler de maquinaria por horas, pero sí evita la sorpresa de una ITV caducada el día que hay que llevar material a la obra.

Las **incidencias de obra** se registran como tickets en **Soporte**, que tiene etapas, SLA, entrada por correo y se ven desde el propio proyecto. ERPSqlite no tiene un gestor específico de incidencias BIM ni BCF; Soporte cubre ese papel con dignidad. En la semana 9 de la Albufera se abrieron dos: un pórtico con la placa de anclaje desplazada 15 mm respecto al plano, y un hueco de ventana en la fachada sur que no coincidía con la carpintería pedida. Cada ticket lleva foto, responsable, etapa («Abierto», «En análisis», «Resuelto») y fecha objetivo.

EN ERPSQLITE

Cuando una incidencia obliga a cambiar el plano, corrija el dibujo en el CAD y pulse «Enviar las mediciones del plano» en el presupuesto. Las cantidades se actualizan sin tocar precios ni recursos, y el ticket puede cerrarse con la referencia al plano revisado.

La **comunicación** de obra vive, guste o no, en WhatsApp. En lugar de luchar contra ello, ERPSqlite vincula WhatsApp por QR y asocia las conversaciones a proyectos, con una carpeta de Documentos por grupo. Las fotos que el encargado envía al grupo «Obra Albufera» quedan archivadas en la carpeta del proyecto, ordenadas y localizables meses después, cuando alguien pregunte cómo estaba la impermeabilización antes de colocar el aislamiento.

11.6 El cuadro de mando de la obra: semana 9

Todo lo anterior converge en la cabecera del presupuesto, que muestra cuatro cifras: «Presupuestado», «Facturado», «Gastado» y «Resultado». Es el termómetro económico de la obra y conviene mirarlo, como mínimo, una vez por semana.

Tabla 11.2 · Cabecera económica de la Albufera al cierre de la semana 9

Indicador	Importe	Lectura
Presupuestado	118.000 €	Importe total de la obra
Facturado	42.360 €	Certificaciones n.º 1 y 2
Gastado	49.800 €	Compras, horas y gastos imputados

Indicador	Importe	Lectura
Resultado	-7.440 €	Negativo transitorio

Un resultado negativo a mitad de obra no siempre es una mala noticia. En la semana 9 de la Albufera se había recibido y pagado casi todo el material de cerramientos y cubierta, que todavía no se había ejecutado ni, por tanto, certificado. La lectura correcta exige cruzar el cuadro con el almacén: si el acopio de obra vale unos 9.000 €, el resultado «real» es ligeramente positivo. Lo preocupante sería un resultado negativo con el almacén vacío, señal de que se está gastando más de lo que se produce.

CONCEPTO

El cuadro económico mide dinero, no avance. Para saber si la obra va bien hay que leerlo junto al acumulado de los partes diarios y al Gantt: gastar el 42 % habiendo ejecutado el 45 % es sano; gastar el 42 % con un 30 % ejecutado es una alarma.

La rutina semanal que se propone para la Albufera es sencilla: el lunes, revisión del Gantt y lanzamiento de solicitudes de materiales para las dos semanas siguientes; cada día, parte diario y fichajes; el viernes, recuento del acopio, cierre de tickets resueltos y lectura del cuadro económico. Con esta disciplina, cuando llegue el final de mes la certificación estará prácticamente escrita, que es exactamente lo que se verá en el capítulo siguiente.

EN RESUMEN

- Las compras nacen de la medición del modelo: solicitud de materiales con aprobación, pedido de compra y listas de precios de proveedores.
- Inventario con un almacén por obra, ubicaciones, transferencias y recuentos semanales mantiene bajo control el acopio.
- El parte diario con el avance de cada partida alimenta la certificación, el avance en colores del CAD y el control de costes.
- Horas con cronómetro, fichaje con ubicación, gastos con foto y facturas con OCR capturan el coste real sin papeles.
- Transporte, Soporte y WhatsApp vinculado cubren maquinaria, incidencias y comunicación, con las fotos archivadas en la carpeta del proyecto.
- El cuadro «Presupuestado / Facturado / Gastado / Resultado» se interpreta siempre junto al acopio y al avance físico.

Paso 8 · Certificar, facturar y medir la rentabilidad

La obra avanza y cada mes hay que convertir ese avance en dinero: certificar lo ejecutado, facturar, cobrarlo y comprobar si la obra gana o pierde. Este capítulo cierra el ciclo BIM 5D: la medición que nació en el modelo termina en una factura cobrada y en un informe de rentabilidad.

EN ESTE CAPÍTULO

- Preparar una certificación mensual con sus columnas presupuestado, anterior, este periodo y origen.
- Aplicar la retención, confirmar el estado de pago y crear la factura desde la certificación.
- Conciliar los cobros con el extracto bancario Norma 43.
- Analizar desviaciones por tipo de recurso en las cuentas analíticas y construir un tablero en BI.
- Automatizar avisos con Flujo y firmar la certificación con la dirección facultativa.

12.1 La certificación: el avance convertido en documento

Una **certificación de obra** es el documento, normalmente mensual, en el que se relaciona lo ejecutado en el periodo y a origen, valorado a los precios del contrato. Es la base de la factura y, en muchos contratos, también la prueba de que el trabajo se ha hecho conforme al proyecto. En la metodología BIM la certificación no es un trabajo de fin de mes con la calculadora: es la consecuencia directa de los partes diarios que se han ido registrando (capítulo 11) sobre partidas cuyas mediciones salieron del modelo.

En ERPSqlite las certificaciones se encuentran en el menú «Certificaciones» de la aplicación Presupuesto. Cada certificación muestra, por partida, cuatro columnas que todo jefe de obra reconoce: **presupuestado** (la cantidad y el importe del contrato), **anterior** (lo certificado en certificaciones previas), **este periodo** (lo que se certifica ahora) y **acumulado a origen** (la suma de anterior y periodo).

- 1 **Crear la certificación.** En «Certificaciones», cree una nueva para el presupuesto de la Albufera e indique el periodo (por ejemplo, del 1 al 31 del tercer mes de obra).
- 2 **Revisar las cantidades del periodo.** Compruebe partida a partida lo que se propone certificar, contrastándolo con el acumulado de los partes diarios.
- 3 **Completar lo terminado.** Si un capítulo ha concluido, pulse «Certificar todo lo pendiente»: lleva cada partida al 100 % sin superarlo nunca, lo que evita certificar por encima del contrato.
- 4 **Aplicar la retención.** Indique la «Retención %» pactada, habitualmente un 5 % como garantía hasta la recepción de la obra.
- 5 **Emitir y firmar.** Imprima la certificación en PDF y envíela a la dirección facultativa para su conformidad (apartado 12.6).

ERROR FRECUENTE

Certificar por estimación («la fachada estará al 70 %») en lugar de por medición. Si la dirección facultativa mide y encuentra un 60 %, la discusión retrasa el cobro de toda la certificación, no solo de esa partida. Certifique lo que dicen los partes diarios y el avance en colores del CAD.

12.2 Ejemplo: certificación n.º 3 de la Albufera

Al cierre del tercer mes, la Vivienda modular Albufera tiene terminadas la cimentación y la estructura metálica, la fachada y la cubierta al 60 % y las instalaciones empezadas. La tabla 12.1 resume la certificación n.º 3 por capítulos. Para no complicar el ejemplo se certifica sobre el presupuesto de ejecución material; en un contrato real se añadirían los gastos generales y el beneficio industrial pactados.

Tabla 12.1 · Certificación n.º 3 de la Albufera por capítulos (€)

Capítulo	Presupuestado	Anterior	Este periodo	Origen
01 Tierras y cimentación	14.500	14.500	0	14.500 (100 %)
02 Estructura metálica	26.800	26.800	0	26.800 (100 %)
03 Cerramientos	21.400	2.140	10.700	12.840 (60 %)
04 Cubierta	12.300	0	7.380	7.380 (60 %)
05 Instalaciones	17.600	0	3.520	3.520 (20 %)
06 Carpintería y acabados	22.100	0	0	0 (0 %)
07 Residuos y seguridad	3.300	1.150	550	1.700 (52 %)
Total	118.000	44.590	22.150	66.740 (57 %)

Sobre los 22.150 € del periodo se aplica la retención del 5 %, es decir, 1.107,50 €, y la base que se factura queda en 21.042,50 €. A esa base se añade el IVA que corresponda según el tipo de obra y de cliente, cuestión que debe confirmar el asesor fiscal. Las dos certificaciones anteriores sumaban 44.590 €, que tras la retención explican los 42.360 € facturados que aparecían en la cabecera del presupuesto en el capítulo anterior. La coherencia entre los capítulos no es casual: todas las cifras salen del mismo registro.

Una certificación que sale de los partes diarios se firma en una reunión; una que sale de la memoria se negocia en tres.

12.3 De la certificación a la factura y al cobro

Con la certificación conforme, el botón «Crear factura» genera la factura de cliente en la aplicación **Facturación** con el importe del periodo y la retención aplicada. No hay que volver a teclear importes, lo que elimina una fuente clásica de errores entre el departamento técnico y el administrativo. La factura queda enlazada a la certificación y aparece en el «Facturado» de la cabecera del presupuesto.

Cuando el promotor paga, el pago se registra en Facturación. La forma más fiable es la **conciliación bancaria**: se importa el extracto del banco en formato **Norma 43** (o CAMT.053) y se casan los movimientos con las facturas pendientes. Después, en la certificación se pulsa «Confirmar estado de pago» para que el documento técnico refleje también la situación del cobro. Así, quien consulta las certificaciones de la Albufera sabe de un vistazo cuáles están cobradas y cuáles pendientes, sin preguntar a administración.

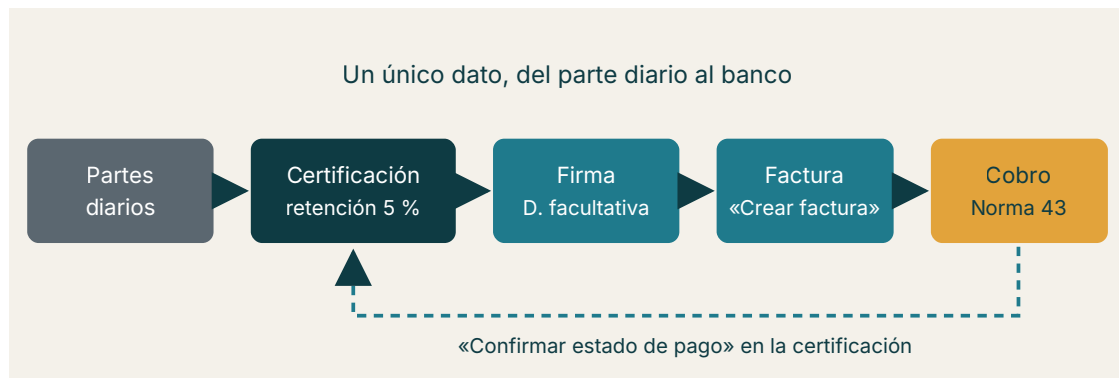


Figura 12.1 · Flujo certificación → factura → cobro, con el estado de pago devuelto a la certificación.

12.4 Rentabilidad: cuentas analíticas y desviaciones

Facturar bien no garantiza ganar dinero. Para saber si la Albufera es rentable hay que comparar lo que cuesta realmente con lo que se previó. Las **cuentas analíticas** del menú «Cuentas analíticas» del Presupuesto recogen los ingresos, los gastos y el resultado de cada obra: facturas emitidas por un lado, y compras, horas imputadas, gastos y facturas de proveedor por otro. Cada documento de los capítulos anteriores, si se asignó a la obra, ya está aquí.

El análisis más útil compara por **tipo de recurso**, porque cada desviación tiene una causa y un responsable distintos. La tabla 12.2 compara el coste directo previsto para lo ejecutado hasta la certificación n.º 3 con el coste real registrado.

Tabla 12.2 · Coste previsto de lo ejecutado frente a coste real (€)

Tipo de recurso	Previsto	Real	Desviación
Mano de obra (MO)	16.900	18.450	+1.550 (+9,2 %)
Materiales (MAT)	24.300	25.100	+800 (+3,3 %)
Equipos (EQ)	3.600	3.180	-420 (-11,7 %)
Subcontratos (SUB)	11.200	11.200	0 (0 %)
Otros	1.500	1.870	+370 (+24,7 %)
Total	57.500	59.800	+2.300 (+4,0 %)

La lectura es clara. La mano de obra se ha desviado un 9 %: los partes diarios muestran dos días de lluvia en la semana 9 y el retrabajo del hueco de ventana de la fachada sur, registrado como ticket en Soporte. Los materiales suben un 3 %, coherente con el encarecimiento del aislamiento que las listas de precios ya anunciaban. Los equipos ahorran porque la miniexcavadora terminó antes de lo previsto. Y «Otros» se dispara por pequeños gastos con ticket que nadie había previsto: un aviso para afinar el presupuesto de la próxima obra modular.

CONSEJO

Lleve las desviaciones a los rendimientos. Si la fábrica de bloque se ha ejecutado a 14 m²/día en lugar de los 18 previstos, corrija el rendimiento en el recurso y vuelva a pulsar «Programar con los rendimientos»: el Gantt se ajustará y la previsión de final de obra será realista.

12.5 Tablero en BI y automatizaciones con Flujo

Un tablero para la obra

La aplicación **BI** crea tableros al estilo de Power BI sobre la propia base de datos, diseñados a mano o por la IA. Para una obra como la Albufera, un buen tablero cabe en una pantalla y responde a tres preguntas: cuánto se ha ejecutado, cuánto se ha cobrado y si se está ganando dinero. Se sugieren estos indicadores:

- Porcentaje certificado a origen frente al porcentaje de plazo transcurrido.
- Importe pendiente de cobro y días medios de cobro.
- Coste real frente a previsto por tipo de recurso (como la tabla 12.2).
- Resultado acumulado y margen sobre lo facturado.
- Tickets de Soporte abiertos y su antigüedad.

Puede pedir a la IA de BI algo como «diseñame un tablero de la obra Albufera con avance certificado, cobros pendientes y desviación por tipo de recurso» y ajustar después el resultado a mano. La curva S de la figura 12.2 es el gráfico estrella de ese tablero.

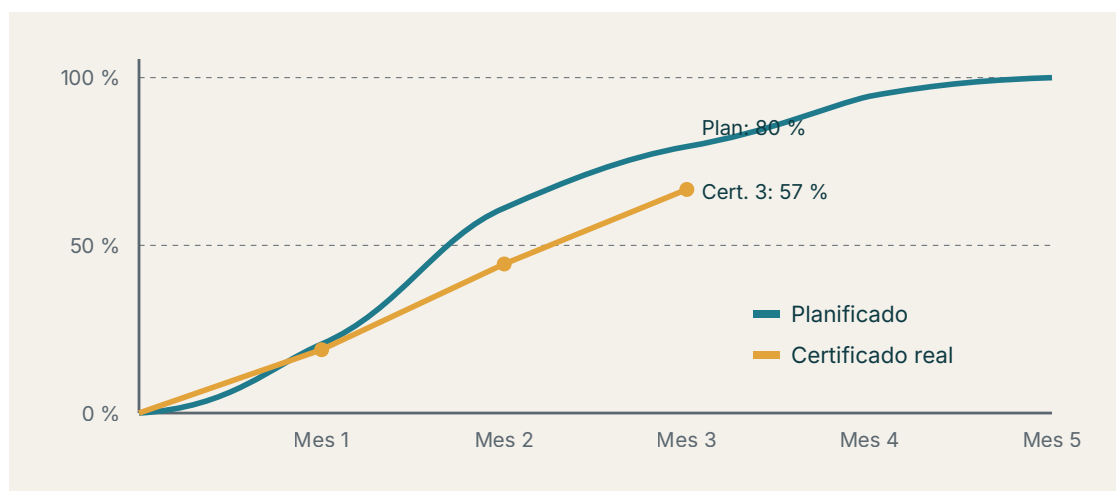


Figura 12.2 · Curva S de certificación de la Albufera: planificado frente a real al cierre del tercer mes.

La distancia entre ambas curvas en el mes 3 —un 57 % certificado frente a un 80 % planificado en importe— no indica necesariamente un retraso de obra equivalente, porque la planificación económica concentra al final del mes 3 el inicio de instalaciones y carpintería. Pero sí obliga a una pregunta en la reunión con el promotor, y es mejor hacerla con el gráfico delante.

Automatizaciones con Flujo

Flujo permite crear automatizaciones al estilo de n8n con disparadores, condiciones y acciones como enviar un correo o un WhatsApp. Dos automatizaciones dan mucho rendimiento en obra:

- 1 **Aviso de certificación confirmada.** Disparador: una certificación de la obra pasa a confirmada. Acción: enviar un correo al departamento de administración y un WhatsApp al promotor con el importe del periodo y el PDF adjunto.
- 2 **Alerta de desvío.** Disparador: periódico, cada lunes. Condición: el gastado de la obra supera en más de un 5 % al coste previsto de lo ejecutado. Acción: WhatsApp al jefe de obra y a gerencia con la desviación por tipo de recurso.

EN ERPSQLITE

Antes de activar un flujo con destinatarios externos, pruébelo enviándose los mensajes a usted mismo. Un aviso mal configurado que llega al promotor diez veces es peor que no tener aviso.

12.6 Firma de la certificación por la dirección facultativa

La certificación adquiere valor contractual cuando la firman el contratista y la dirección facultativa. La aplicación **Firma** ofrece firma electrónica de PDF con roles, orden de firma, recordatorios, hashes encadenados y certificado final, al estilo de Odoo Sign. Para la Albufera se definen tres roles en este orden: jefe de obra de Construcciones Levante BIM S.L., director de ejecución de la obra y, como conformidad, el representante de Promociones Turia S.L.

- 1 **Imprimir la certificación en PDF.** Genere el documento desde la certificación.
- 2 **Preparar la solicitud de firma.** En Firma, suba el PDF, sitúe los campos de firma y asigne los roles y su orden.
- 3 **Enviar y vigilar.** Los firmantes reciben el enlace; los recordatorios automáticos evitan que la certificación quede olvidada en una bandeja de entrada.
- 4 **Archivar.** Guarde el PDF firmado con su certificado en la carpeta «Publicado» de la obra en Documentos, siguiendo la convención de CDE del capítulo 6.

Con la firma se cierra el ciclo mensual. La obra ha pasado del modelo a la medición, de la medición al presupuesto, del presupuesto a la planificación, de la planificación a las compras y los partes, y de los partes a una certificación firmada, una factura cobrada y un informe de rentabilidad. Ese recorrido sin saltos de una herramienta a otra es lo que hace que BIM 5D sea algo más que un modelo bonito.

EN RESUMEN

- La certificación mensual muestra presupuestado, anterior, este periodo y origen, y se apoya en los partes diarios.
- «Certificar todo lo pendiente» completa partidas sin superar el 100 %; «Retención %» aplica la garantía, típicamente un 5 %.
- «Crear factura» genera la factura sin reteclear; la conciliación con Norma 43 y «Confirmar estado de pago» cierran el cobro.
- Las cuentas analíticas comparan coste previsto y real por tipo de recurso; las desviaciones deben corregir los rendimientos.
- BI resume la obra en un tablero con curva S; Flujo avisa de certificaciones confirmadas y de desvíos.
- Firma recoge la conformidad de la dirección facultativa con roles, orden y certificado.

Paso 9 • Entregar el modelo: as-built, 6D y 7D

La obra termina cuando se entregan las llaves; el proyecto BIM, cuando se entrega la información. Este capítulo cierra el ciclo de la Vivienda modular Albufera: se actualiza el modelo a lo realmente construido, se prepara el paquete de entrega para Promociones Turia S.L. y se deja organizado todo lo necesario para que la vivienda se use y se mantenga durante años.

EN ESTE CAPÍTULO

- Entender qué pide ISO 19650 al final de un proyecto: el modelo de información del activo (AIM).
- Actualizar el dibujo del CAD al estado «as built» y preparar el paquete de entrega.
- Publicar y compartir la documentación final con enlaces protegidos.
- Abordar la 6D (sostenibilidad) con las herramientas disponibles y con prudencia.
- Organizar la 7D (uso y mantenimiento) con Servicios, Soporte, Ventas y Home.

13.1 El cierre según ISO 19650: del PIM al AIM

Durante el diseño y la construcción, toda la información generada forma el **modelo de información del proyecto** (PIM): planos en curso, versiones del presupuesto, partes diarios, actas, correos. Al terminar, la norma UNE-EN ISO 19650 pide que esa información se transfiera, depurada, al **modelo de información del activo** (AIM), que es lo que el propietario necesita para explotar el edificio. El AIM responde a los **requisitos de información del activo** (AIR) que el cliente debería haber definido al principio; si no lo hizo, conviene acordarlos ahora por escrito.

La diferencia es de propósito. El PIM sirve para construir; el AIM sirve para usar. A Promociones Turia no le interesa la versión 7 del plano de cimentación ni la conversación sobre el retraso de los perfiles; le interesa saber qué hay detrás de cada pared, qué garantía tiene la bomba de calor, cuándo hay que revisar la impermeabilización de la cubierta plana y a quién llamar si algo falla. Separar lo uno de lo otro es el trabajo de este paso.

CONCEPTO

La ISO 19650-3 trata específicamente la fase de operación de los activos. En una vivienda unifamiliar no hace falta un despliegue formal completo, pero la idea es útil a cualquier escala: la información de entrega debe ser verificada, estar en formatos abiertos y poder encontrarse dentro de diez años.

13.2 Actualizar el modelo a «as built»

Ninguna obra se construye exactamente como se proyectó. En la Albufera, por ejemplo, la ventana del dormitorio principal se amplió de 1200 a 1500 mm a petición del promotor; el tabique entre cocina y salón se desplazó 300 mm para alojar un mueble a medida y la arqueta de saneamiento acabó dos metros más al norte por una roca que apareció en la

excavación. Todos esos cambios quedaron registrados en los partes diarios y en los tickets de incidencias; ahora hay que llevarlos al dibujo.

- 1 **Duplicar el dibujo.** En «Dibujos», conserve el plano de proyecto tal cual y trabaje sobre una copia llamada, por ejemplo, «Albufera – As built». Así se preserva la trazabilidad entre lo proyectado y lo construido.
- 2 **Reparar las incidencias.** Recorra los tickets de Soporte y los partes diarios del proyecto y anote cada cambio físico que afecte a geometría, materiales o instalaciones.
- 3 **Modificar la geometría.** Use las herramientas de «Modificar» (desplazar, alargar, recortar) y el panel «Propiedades» para ajustar muros, huecos y espesores. Compruebe con «Distancia» y «Área» que las cotas finales coinciden con las mediciones tomadas en obra.
- 4 **Revisar en 3D.** Pulse «Vista 3D» y active los rayos X para comprobar que instalaciones y estructura siguen siendo coherentes con los cerramientos.
- 5 **Enviar las mediciones.** Si el dibujo está enlazado al presupuesto, «Enviar las mediciones del plano» actualiza las cantidades sin tocar precios ni recursos, lo que permite cuadrar el presupuesto final con lo ejecutado.

CONSEJO

Cree una capa «AS-BUILT-CAMBIOS» y dibuje en ella una nube o un rótulo junto a cada modificación respecto al proyecto. Al imprimir el plano, el propietario verá de un vistazo qué se cambió; al ocultar la capa, obtendrá el plano limpio.

13.3 El paquete de entrega

El paquete de entrega es el AIM en su forma tangible: un conjunto ordenado de archivos que permite entender, usar y mantener la vivienda sin depender de la constructora. La regla es combinar formatos abiertos (IFC, DXF, BC3, PDF) con documentos legibles por cualquiera. La tabla 13.1 resume el contenido preparado para la Albufera.

Tabla 13.1 · Contenido del paquete de entrega

Documento	Formato	Origen en ERPSqlite
Modelo as built	IFC	CAD, exportación a IFC
Planos as built editables	DXF R12 y JSON	CAD, guardar DXF / JSON
Planos as built	PDF	«Imprimir / Trazar» con cajetín
Presupuesto final ejecutado	BC3 y Excel	Presupuesto, «Exportar»
Certificaciones y facturas	PDF	«Certificaciones», Facturación
Manuales de equipos	PDF	Documentación del fabricante
Garantías y certificados	PDF firmado	Documentos, Firma
Manual de uso y mantenimiento	Documento	Documentos (tipo Word)

El IFC permite que el propietario, o cualquier técnico futuro, abra el modelo con un visor gratuito sin necesidad de ERPSqlite. Antes de entregarlo, ábralo usted mismo en uno de esos visores para comprobar que muros, huecos y niveles se leen correctamente: es la mejor verificación disponible, ya que ERPSqlite exporta IFC pero no lo importa. El BC3 final, por su parte, deja constancia de las cantidades realmente ejecutadas y sirve de base para cualquier reforma o tasación posterior.

Estructura en Documentos

En el capítulo dedicado al entorno común de datos se propuso una convención de carpetas que imita los estados de ISO 19650, ya que Documentos no tiene un flujo formal de estados. Ahora se completan las dos últimas: «Publicado» recibe la versión definitiva que se entrega al cliente, y «Archivado» guarda todo el histórico del proyecto, congelado.



Figura 13.1 · Estructura de la carpeta de entrega dentro de «Publicado» y acceso del propietario

13.4 Compartir con el propietario

Documentos permite crear enlaces protegidos con usuario y contraseña. Es la forma más sencilla de entregar el AIM: el promotor recibe un enlace a la carpeta «03 Publicado / Entrega final», con acceso de solo lectura, y puede descargar todo cuando quiera. Si el cliente prefiere tenerlo en su propia nube, la sincronización con Dropbox, Google Drive, OneDrive o FTP evita enviar archivos pesados por correo.

Los documentos que requieren aceptación formal, como el acta de recepción, el certificado de garantía o el propio índice del paquete de entrega, pueden pasar por la app Firma, que registra quién firmó, en qué orden y cuándo, con hashes encadenados y certificado. Así la entrega queda acreditada sin papel.

ERROR FRECUENTE

Compartir la carpeta de trabajo completa «para que no falte nada». El propietario recibe cientos de archivos intermedios, no sabe cuál es el válido y, peor aún, puede ver costes internos y márgenes. Comparta solo «Publicado» y revise antes su contenido.

13.5 6D: sostenibilidad con lo que hay

La numeración de las dimensiones BIM varía según autores; en España es habitual llamar **6D** a la sostenibilidad y eficiencia energética y **7D** al uso y mantenimiento, y así se hace en este libro. ERPSqlite no incluye un módulo de simulación energética ni de análisis de ciclo de vida, y conviene decirlo claramente. Sin embargo, con las herramientas disponibles se pueden hacer dos aproximaciones útiles.

Soleamiento y sombras

La Vista 3D permite fijar la ubicación (ciudad o latitud y longitud), orientar el norte y mover la barra de la hora para ver las sombras reales sobre la vivienda y la parcela. Para la Albufera, en Catarroja, basta comparar las 12:00 de un día de diciembre con las de un día de julio para comprobar si el voladizo de la fachada sur protege los ventanales en verano y deja entrar el sol en invierno. Unas capturas de pantalla de esas vistas, incorporadas al manual de uso, ayudan al propietario a entender el comportamiento de su casa y a decidir dónde plantar un árbol o instalar un toldo.

Estimación de huella de carbono

El presupuesto as built contiene las cantidades de cada material: toneladas de acero estructural, metros cúbicos de hormigón de cimentación, metros cuadrados de panel de cerramiento y de aislamiento. Exportando el presupuesto a Excel con el «listado de recursos», se puede añadir una columna con el factor de emisión de cada material (kg de CO₂

equivalente por unidad) tomado de una base de datos pública o de las declaraciones ambientales de producto de los fabricantes, y multiplicar.

Tabla 13.2 · Plantilla de estimación de carbono incorporado (hoja exportada)

Recurso	Cantidad	Unidad	Factor (kg CO ₂ e/ud)	Total
Acero estructural	6,2	t	según fuente	=B×D
Hormigón HA-25	18,5	m ³	según fuente	=B×D
Panel sándwich	152	m ²	según DAP	=B×D
Aislamiento cubierta	104	m ²	según DAP	=B×D

LIMITACIÓN

Este cálculo es una estimación orientativa del carbono incorporado en los materiales principales, no un análisis de ciclo de vida ni una certificación energética. Cite siempre la fuente de cada factor; indique qué queda fuera (transporte, obra, uso, fin de vida) y no lo presente como un dato oficial. La certificación energética exigible se tramita con las herramientas reconocidas a tal efecto.

13.6 7D: uso y mantenimiento

La 7D es donde un ERP aporta más valor frente a un programa de modelado puro, porque la información del activo se conecta con los procesos que la mantienen viva. La figura 13.2 resume cómo se reparten las tareas entre aplicaciones.

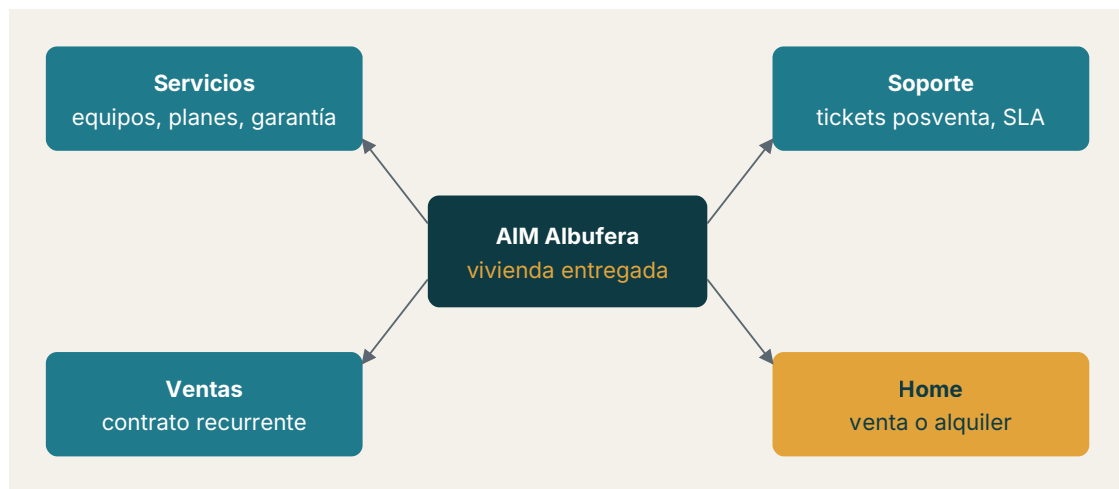


Figura 13.2 · La información del activo alimenta las aplicaciones de explotación

Equipos y planes de mantenimiento en Servicios

En Servicios se da de alta cada **equipo del cliente** relevante: bomba de calor, aerotermo de agua caliente, recuperador de ventilación, cuadro eléctrico, puerta de garaje motorizada. Cada ficha recoge marca, modelo, número de serie, fecha de instalación y garantía, y se le adjunta el manual. Sobre esos equipos se programan las órdenes de mantenimiento periódico (revisión anual de la bomba de calor, limpieza semestral de filtros del recuperador, inspección de la lámina de cubierta tras el otoño), con las horas y materiales que consumen. Cuando un equipo falla dentro de la garantía, la orden de reparación lo refleja y el coste se imputa correctamente.

Posventa en Soporte

Las incidencias de posventa entran como tickets en Soporte, ya sea creados por el equipo o recibidos por correo. Cada ticket se asocia al equipo afectado, avanza por etapas y está sujeto a un **SLA**: por ejemplo, respuesta en 24 horas y visita

en 72 para incidencias de estanqueidad. Como los tickets se ven desde el proyecto, el historial de la vivienda queda completo: de las incidencias de obra a las de uso, sin cambiar de herramienta.

EN ERPSQLITE

Si el promotor contrata el mantenimiento, cree en Ventas un contrato recurrente (anual o trimestral) que facture automáticamente la cuota. Las órdenes de Servicios consumirán esa cuota y las intervenciones fuera de contrato se facturarán aparte.

Si la vivienda se vende o se alquila

Promociones Turia construyó la Albufera para venderla. La app Home gestiona inmuebles en venta o alquiler con sus contratos, de modo que el mismo registro puede seguir la comercialización. Entregar al comprador final el enlace al paquete de entrega es, además, un argumento comercial: pocas viviendas se venden con su modelo, sus planos as built y su plan de mantenimiento.

13.7 Lecciones aprendidas y archivo

Antes de archivar, reúna al equipo una hora y repase tres preguntas: qué funcionó, qué no y qué se hará distinto en la próxima vivienda modular. Contraste las cifras: el presupuesto de ejecución material era de unos 118.000 € y el plazo de 5 meses; la cabecera del presupuesto («Presupuestado», «Facturado», «Gastado», «Resultado») y las cuentas analíticas muestran la desviación real. Si la partida de cerramientos se desvió un 8 % por rendimientos optimistas, corrija los rendimientos en «Recursos» o en la plantilla de presupuesto: es así como cada obra mejora la siguiente.

Una lección aprendida que no cambia una plantilla, un rendimiento o una capa del maestro es solo una anécdota.

Guarde las conclusiones como documento en la carpeta del proyecto, mueva el material de trabajo a «04 Archivado» y archive el proyecto desde «Proyectos». Finalmente, compruebe que la app Respaldo ha hecho una copia reciente: el archivo SQLite de la empresa contiene ahora la historia completa de la Albufera.

EN RESUMEN

- ISO 19650 pide transformar el PIM en un AIM depurado que responda a los requisitos de información del activo.
- El as built se hace sobre una copia del dibujo, a partir de tickets y partes diarios, y se cuadra con «Enviar las mediciones del plano».
- El paquete de entrega combina IFC, DXF, PDF, BC3 final, certificaciones, manuales y garantías, en «Publicado», compartido con enlace protegido.
- La 6D se aborda con prudencia: sombras por ubicación en la Vista 3D y estimación de carbono en una hoja exportada.
- La 7D se apoya en Servicios, Soporte con SLA, contratos recurrentes en Ventas y, si procede, Home.
- Las lecciones aprendidas deben traducirse en cambios de plantillas y rendimientos antes de archivar.

PARTE III

Más allá: automatización y caso completo

La inteligencia artificial, la API y las automatizaciones, y el recorrido completo de la obra de ejemplo como diario de proyecto.

IA, API y automatización al servicio del BIM

BIM es, ante todo, información estructurada; y la información estructurada es justo lo que mejor manejan la inteligencia artificial y las integraciones. Este capítulo reúne las herramientas de ER-PSqlite que permiten hablar con el modelo, generar planos desde otros asistentes, conectar scripts externos y automatizar tareas repetitivas de la obra, siempre con el técnico al mando.

EN ESTE CAPÍTULO

- Usar el Asistente IA, «Dibujar con IA» y el «Asistente del presupuesto» con instrucciones eficaces.
- Entender el formato JSON del CAD y pedir a ChatGPT, Claude o Gemini que generen planos.
- Conectar scripts de Python mediante la API compatible con Odo y conocer el conector MCP.
- Diseñar automatizaciones con Flujo y formularios de obra con Generador.
- Aplicar buenas prácticas y reconocer los límites de la IA en un proyecto técnico.

14.1 El Asistente IA: un compañero con los permisos del usuario

El **Asistente IA** es un chat integrado que puede crear presupuestos, pedidos, facturas e informes. Funciona con una clave de OpenAI que se configura en la empresa, y lo más importante es que actúa **con los permisos del usuario** que lo utiliza: si un encargado de obra no puede ver costes ni emitir facturas en su perfil, el asistente tampoco podrá hacerlo en su nombre. Esto convierte la gestión de usuarios y permisos de «Ajustes» en la primera medida de seguridad de la IA.

La segunda medida es de método. Antes de que el asistente cree o modifique registros, pídale que le muestre lo que propone y confirme usted. Una instrucción como «Prepara un pedido de compra al proveedor de perfiles para la Albufera con los materiales del capítulo 03; enséñamelo antes de crearlo» deja la decisión en manos humanas y permite detectar a tiempo una cantidad mal interpretada o un proveedor equivocado.

CONSEJO

Cree un usuario específico para pruebas con permisos limitados y practique con él en una copia de la base de datos. Como cada base es un archivo SQLite, duplicarla para ensayar es tan sencillo como copiar un archivo.

14.2 Dibujar con IA y el asistente del presupuesto

A lo largo de la Parte II se han usado ya varias funciones de IA. Conviene repasarlas juntas, porque comparten una misma lógica: el usuario describe lo que quiere en lenguaje natural, escrito o hablado, y la herramienta lo traduce a objetos concretos (muros, partidas, recursos) que después se pueden revisar y corregir. En el CAD, todo lo que genera «Dibujar con IA» se deshace con un solo «Deshacer», lo que invita a experimentar sin miedo.

Tabla 14.1 · Casos de uso de la IA en la Vivienda modular Albufera

Herramienta	Ejemplo de instrucción	Resultado esperado
«Dibujar con IA»	«Dibuja un dormitorio de 4 × 4 m»	Muros con grosor, puerta, rótulo y cotas
«Dibujar con IA»	«Dibuja el plano de la imagen a escala real» (croquis adjunto)	Planta digitalizada del boceto del promotor
«Dibujar con IA»	«Compara mi plano con la imagen y corrige lo que no coincida»	Ajustes sobre el dibujo existente
«Dibujar con IA»	«Dame el listado de material de esta vista»	Relación de elementos y cantidades
«Dibujar con IA»	«Propónme las otras vistas a partir de la planta»	Alzados propuestos para revisar
Presupuesto (IA)	«Vivienda modular de 96 m ² , estructura de acero, cubierta plana: asignale precios según España y prográmalo con 2 personas»	Partidas con precios y planificación inicial
«Asistente del presupuesto»	«¿Cuál es la partida más cara?»	Respuesta con la partida y su importe
«Asistente del presupuesto»	«Descompón las partidas que no tienen recursos»	Recursos de MO, MAT y EQ propuestos
Solicitudes	«Armar presupuesto con IA»	Borrador de presupuesto desde la solicitud del cliente

La calidad de la respuesta depende mucho de la instrucción. Funcionan mejor los encargos concretos, con medidas, materiales y contexto («muros de cerramiento de 200 mm, altura libre 2,70 m») que las peticiones vagas («haz una casa bonita»). Y, cuando el resultado no convence, suele ser más eficaz corregir paso a paso («desplaza la puerta 50 cm hacia el pasillo») que volver a empezar.

14.3 El formato JSON del CAD: planos generados por otros asistentes

Los dibujos del CAD se pueden guardar e importar en un formato JSON documentado públicamente en <https://www.erp-sqlite.xyz/formato-json-cad>. Su cabecera indica "format": "erpsqlite-cad" y "version": 1, y el bloque `drawing` contiene las capas, las entidades y las unidades. Cada entidad tiene un tipo `t` (line, pline, circle, arc, point, text, dim, wall, block) y unas claves comunes: `p` para los puntos, `l` para la capa, `hz` para la altura 3D, `mt` para el material o `bc` para los identificadores de partidas enlazadas.

Al ser un formato de texto sencillo y documentado, cualquier asistente de IA generalista, ya sea ChatGPT, Claude o Gemini, puede escribir un plano en él. El procedimiento es: se le da la página de documentación (o se pega su contenido), se le describe el encargo y se le pide únicamente el JSON. Después se guarda en un archivo .json y se abre en ERPSqlite con «Abrir DXF/DWG/JSON».

Un ejemplo de instrucción para la Albufera:

```
Usa el formato JSON de ERPSqlite CAD (format "erpsqlite-cad", version 1)
descrito en la documentación que te adjunto. Unidades: mm.
Dibuja el contorno exterior de una vivienda de 12 x 8 m con un muro
cerrado de 200 mm de espesor y 2700 mm de altura en la capa "A-MUROS".
Pon una puerta simple de 900 x 2100 mm a 2000 mm del origen en la
fachada sur y una ventana doble de 1500 x 1200 mm con antepecho de
900 mm a 7000 mm. Devuelve solo el JSON, sin explicaciones.
```

Y un fragmento representativo de lo que debería devolver:

```
{
  "format": "erpsqlite-cad",
  "version": 1,
  "drawing": {
    "units": "mm",
    "layers": [{"name": "A-MUROS", "color": 7, "ltype": "CONTINUOUS", "lw": 0.5}],
    "entities": [
      {"t": "wall", "l": "A-MUROS", "g": "Cerramiento exterior",
        "p": [[0,0],[12000,0],[12000,8000],[0,8000]], "cl": true, "hz": 2700,
        "xd": {"th": 200, "ops": [
          {"k": "door", "op": "simple", "at": 2000, "w": 900, "h": 2100},
          {"k": "window", "op": "double", "at": 7000, "w": 1500, "h": 1200, "sill": 900}
        ]}}
    ]
  }
}
```

LIMITACIÓN

Los asistentes generalistas a veces inventan claves que no existen o mezclan unidades. Si el archivo no abre o aparece desproporcionado, revise primero el valor de `units` y compare las claves con la documentación. Y recuerde que el resultado es un punto de partida: el técnico comprueba cada cota.

14.4 La API del CAD y la operación floorplan

Cuando la generación de planos debe repetirse muchas veces, por ejemplo en una promoción de casas modulares con variantes, es preferible usar la API del CAD (documentada en <https://www.erp-sqlite.xyz/api-cad>). `GET /api/cad/drawings/{id}/json` descarga un dibujo en el formato anterior y `POST /api/cad/drawings` crea uno nuevo. La operación `floorplan` dibuja muros, huecos, rótulos y cotas de una sola vez, lo que la hace idónea para generar desde un programa externo una planta completa a partir de unos pocos parámetros: dimensiones, número de dormitorios, posición de huecos.

Imagine que Construcciones Levante BIM ofrece la Albufera en tres tamaños (96, 110 y 128 m²). Un pequeño script puede leer una hoja con las variantes, llamar a la API y dejar los tres dibujos creados, cada uno con sus capas del maestro y listo para «Integrar con presupuesto».

14.5 La API JSON-RPC y XML-RPC compatible con Odoo

En «Ajustes» → «API externa» se habilitan las interfaces JSON-RPC y XML-RPC compatibles con Odoo, además de una API REST. Se genera una clave API por integración, de modo que cada conexión puede revocarse por separado. La compatibilidad tiene una consecuencia práctica muy valiosa: los scripts de Python escritos para Odoo funcionan también con ERPSqlite, y existe abundante documentación y ejemplos sobre ellos.

El siguiente ejemplo se conecta, se autentica y lee registros de un modelo:

```
import xmlrpc.client

URL = "https://su-servidor:8080" # dirección de su instalación
DB = "nombre_de_la_base"
USER = "usuario@empresa.es"
KEY = "clave_api_de_esta_integracion"
MODELO = "nombre.del.modelo" # consúltelo en la documentación

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

models = xmlrpc.client.ServerProxy(f"{URL}/xmlrpc/2/object")
registros = models.execute_kw(
    DB, uid, KEY, MODELO, "search_read",
    [[{}], # dominio de búsqueda (vacío = todos)
    {"fields": ["id", "name"], "limit": 10},
)
for r in registros:
    print(r["id"], r["name"])
```

CONCEPTO

Los nombres técnicos de los modelos (presupuestos, partidas, tickets, proyectos) y de sus campos no se deben suponer por analogía con Odoo: consúltelos en la documentación de la API o en la consola SQL de «Ajustes» antes de escribir el script. Empiece siempre por lecturas (`search_read`) y no pase a escrituras hasta haber probado en una copia de la base.

14.6 El conector MCP

El **conector MCP** (Model Context Protocol) permite que asistentes externos como ChatGPT, Gemini, Perplexity, Copilot o Claude consulten el ERP directamente, con permisos y con registro de cada llamada. La diferencia con el Asistente IA integrado es de lugar: aquí el técnico trabaja en su asistente habitual y este pregunta a ERPSqlite cuando lo necesita. «¿Qué tareas de la Albufera están retrasadas esta semana?» o «Resume las certificaciones emitidas a Promociones Turia» se responden con datos reales, y el registro de llamadas permite auditar después qué se consultó.

14.7 Flujo: automatizaciones de obra

Flujo es el motor de automatizaciones de ERPSqlite, similar a n8n: se encadenan disparadores, condiciones y acciones (correo, WhatsApp, facturas, IA) en un diagrama visual. La figura 14.1 muestra su estructura general; a continuación se describen tres automatizaciones útiles en una obra como la Albufera.

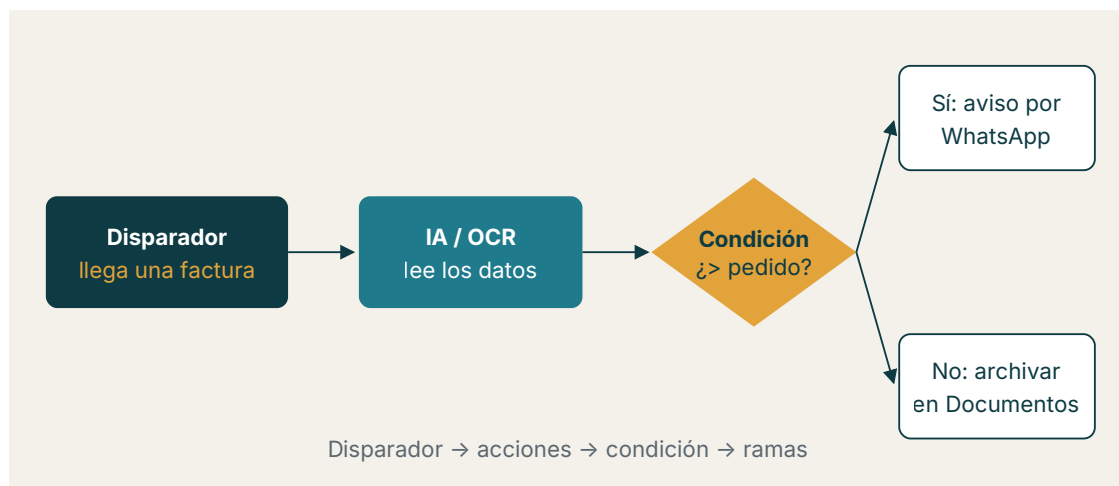


Figura 14.1 · Estructura de una automatización en Flujo (ejemplo de control de facturas)

Automatización 1: control de facturas de proveedor

- 1 **Disparador.** Entra por correo una factura de proveedor en PDF.
- 2 **Lectura.** El OCR con IA rellena la factura y la guarda en Documentos.
- 3 **Condición.** Se compara el importe con el pedido de compra de la obra.
- 4 **Acción.** Si supera el pedido, se avisa por WhatsApp al jefe de obra para que la revise antes de aprobarla; si coincide, queda lista para el circuito habitual.

Automatización 2: incidencia de seguridad

- 1 **Disparador.** Se crea un ticket de Soporte con la etiqueta de seguridad asociado al proyecto Albufera.
- 2 **Acción.** Se envía un correo al coordinador de seguridad y un WhatsApp al encargado.
- 3 **Seguimiento.** Si el ticket no cambia de etapa en el plazo fijado, se repite el aviso al jefe de obra.

Automatización 3: aviso de certificación al promotor

- 1 **Disparador.** Se confirma una certificación mensual.
- 2 **Acción IA.** La IA redacta un resumen breve del avance del periodo a partir de la certificación.
- 3 **Envío.** Se manda por correo a Promociones Turia con el PDF de la certificación y la factura adjuntos.

CONSEJO

Empiece con automatizaciones que solo avisan y no modifican datos. Cuando lleven unas semanas funcionando sin sorpresas, se puede dar el paso a las que crean o cambian registros.

14.8 Generador: formularios de obra sin programar

Generador permite crear aplicaciones y formularios propios sin programar, y cada uno dispone además de API. Es la herramienta ideal para digitalizar papeles de obra que no encajan en ninguna aplicación estándar. Para la Albufera se crearon dos:

El **checklist de seguridad diario**, con campos sí/no para vallado perimetral, andamios revisados, EPI en uso, orden y limpieza, más una foto y la firma del encargado. Rellenarlo en el móvil lleva dos minutos y, combinado con Flujo, cualquier «no» puede abrir automáticamente un ticket en Soporte.

El **parte de recepción de módulos**, para registrar la llegada de cada pórtico metálico: número de pieza, estado, incidencias de transporte y fotos. Complementa los partes diarios del presupuesto y la recepción de Compras con la información específica de la construcción modular.

14.9 Buenas prácticas y límites

La IA acelera, pero no firma. El proyecto, la dirección de obra y las certificaciones tienen responsables con nombre y apellidos, y ninguna herramienta los sustituye. Por eso conviene fijar unas reglas sencillas en la empresa y escribirlas en el plan de ejecución BIM.

Tabla 14.2 · Reglas de uso de la IA y las integraciones

Regla	Por qué
Revisión humana de todo lo generado	La IA puede equivocar cotas, unidades o precios
Confirmar antes de crear registros	Evita pedidos o facturas erróneos
Permisos mínimos por usuario y clave API	Limita el alcance de un error o una fuga

Regla	Por qué
Saber qué datos salen al proveedor de IA	Protección de datos y confidencialidad
Probar en una copia de la base	Los scripts y flujos pueden modificar datos
El técnico firma	La responsabilidad profesional no se delega

Un punto merece atención especial: cuando se usa el Asistente IA, «Dibujar con IA» o un asistente externo vía MCP, parte de la información (descripciones, planos, importes, nombres de clientes) se envía al proveedor del modelo de IA. Antes de usarlo con datos de un cliente, revise las condiciones del proveedor; informe al cliente si procede y evite incluir datos personales innecesarios en las instrucciones. ERPSqlite puede funcionar sin Internet; las funciones de IA, no.

La mejor IA de una constructora es la que ahorra horas de tecleo y deja intactas las horas de criterio.

EN RESUMEN

- El Asistente IA actúa con los permisos del usuario; conviene pedirle siempre que muestre su propuesta antes de crear.
- «Dibujar con IA» y el «Asistente del presupuesto» funcionan mejor con instrucciones concretas y correcciones paso a paso.
- El formato JSON del CAD permite que ChatGPT, Claude o Gemini generen planos que se abren con «Abrir DXF/DWG/JSON».
- La API del CAD, con la operación floorplan, y la API JSON-RPC/XML-RPC compatible con Odoo abren la puerta a scripts de Python.
- El conector MCP lleva los datos del ERP al asistente que el técnico ya usa, con permisos y registro.
- Flujo automatiza avisos y circuitos de obra; Generador digitaliza partes y checklists.
- Revisión humana, cuidado con los datos enviados a la IA y una regla clara: el técnico firma.

Caso completo: la Vivienda modular Albufera de principio a fin

Los capítulos anteriores han presentado cada paso por separado. Aquí se recorren los nueve seguidos, como un diario de proyecto escrito desde la oficina técnica de Construcciones Levante BIM S.L., con sus fechas, sus decisiones, sus imprevistos y sus números finales.

EN ESTE CAPÍTULO

- Ver cómo encadenan los nueve pasos en un calendario real de cinco meses.
- Seguir la propagación de un cambio de diseño desde el plano hasta las compras y la planificación.
- Leer un cierre económico y de plazo con cifras coherentes.
- Extraer lecciones aplicables a la próxima obra.

15.1 Marzo: arranque, BEP y entorno común de datos

El proyecto se firma a comienzos de marzo. Promociones Turia S.L. encarga a Construcciones Levante BIM S.L. la ejecución de una vivienda unifamiliar de una planta, 96 m² útiles y 12 × 8 m exteriores, con estructura de pórticos de acero, cerramientos de 200 mm y cubierta plana, en una parcela de 450 m² de Catarroja. El plazo contractual es de cinco meses, con entrega prevista el 31 de julio, y el presupuesto de ejecución material de referencia ronda los 118.000 €. Lo que sigue es el diario de la jefa de oficina técnica, que actúa también como coordinadora BIM.

2 de marzo · Paso 1, arranque. Reunión con el promotor: Se recogen sus requisitos en un documento breve que hace las veces de **EIR** simplificado: plano en DXF y PDF, presupuesto en BC3, planificación con hitos mensuales, certificaciones mensuales y, al final, un archivo IFC y un dossier de mantenimiento. En ERPSqlite se crea el proyecto en «Proyectos», se da de alta al promotor en «Contactos» con la etiqueta Cliente y se abre la oportunidad en el CRM como ganada, para que el histórico comercial quede unido a la obra.

9 de marzo · Paso 2, BEP y CDE. Se redacta un **BEP** de seis páginas a partir de la plantilla del anexo C: agentes, entregables, unidades (milímetros en el CAD), nomenclatura de archivos, capas del «Maestro de capas» y calendario de entregas. Como «Documentos» no tiene un flujo formal de estados ISO 19650, se adopta la convención de cuatro carpetas vinculadas al proyecto: *01_WIP*, *02_Compartido*, *03_Publicado* y *04_Archivado*. La carpeta Publicado se comparte con el promotor mediante un enlace con usuario y contraseña. Decisión clave del día: nada se envía por correo; todo lo que no esté en el CDE no existe.

CONSEJO

Escriba la regla «lo que no está en el CDE no existe» en la primera página del BEP y repítala en la reunión de arranque. Cuesta una semana que el equipo la interiorice, pero ahorra meses de versiones cruzadas.

16 de marzo · Paso 3, modelado. Se abre «Nuevo dibujo» con unidades en milímetros y se cargan las capas con «Desde el maestro». El primer borrador se genera con «Dibujar con IA» a partir del croquis del arquitecto adjunto en PDF («Dibujar el plano de la imagen a escala real»), y después se corrige a mano: muros de 200 mm con altura de 2.700 mm,

tabiques interiores, tres dormitorios, salón-cocina de 38 m², dos baños, puertas y ventanas. El ventanal del salón se dibuja con 2.400 × 1.200 mm y antepecho de 900 mm. La «Vista 3D» sirve para revisar con el promotor el soleamiento: con la ubicación de Catarroja y la barra de la hora se comprueba que el salón recibe sol de tarde. El 27 de marzo el plano pasa a la carpeta Compartido.

15.2 Abril: disciplinas, IFC, presupuesto y planificación

30 de marzo · Paso 4, disciplinas e IFC. La estructura se calcula con el módulo de cálculo de estructuras del CAD: pórticos de acero cada 4 m, con diagramas de axiles, cortantes y flectores y su memoria de cálculo, que se guarda en Documentos. Las instalaciones de fontanería, saneamiento y electricidad se trazan en capas propias. ERPSqlite no detecta colisiones de forma automática ni federa modelos de varias disciplinas, así que la coordinación se hace con «rayos X» y capas activadas por pares (estructura frente a saneamiento, estructura frente a electricidad). Se encuentran dos interferencias: una bajante que atraviesa una viga y una caja de registro bajo un pilar. Cada una se abre como ticket en «Soporte», vinculado al proyecto, con captura y responsable. Se exporta el IFC y se revisa en un visor gratuito externo para confirmar que muros, huecos y pisos llegan con sus nombres.

6 de abril · Paso 5, presupuesto 5D. Con «Integrar con presupuesto» se crea el presupuesto de la obra y se pulsa «Añadir las mediciones del plano como partidas». Aparecen los capítulos de cimentación, estructura, muros, cubierta, revestimientos, suelos y carpintería con sus cantidades. Se completan precios desde «Recursos», se importan del banco de precios en BC3 las partidas de instalaciones y se revisa cada partida con el «Asistente del presupuesto» («¿Cuál es la partida más cara?»: la estructura metálica, 21.400 €). El total queda en 117.960 €, que se redondea en la oferta a 118.000 € de ejecución material.

13 de abril · Paso 6, planificación 4D. Se fija el «Inicio de la obra» el 20 de abril y se pulsa «Programar con los rendimientos». El Gantt resultante termina el 22 de julio; se añaden dependencias manuales (la cubierta bloquea los revestimientos interiores) y una holgura de una semana antes de la entrega. Desde el árbol se crean las tareas del proyecto y se asignan a los dos equipos propios y a los subcontratistas. Con las fechas ya cargadas se genera el vídeo 4D en GIF animado, que el promotor recibe en la carpeta Publicado y reenvía, satisfecho, a su banco.

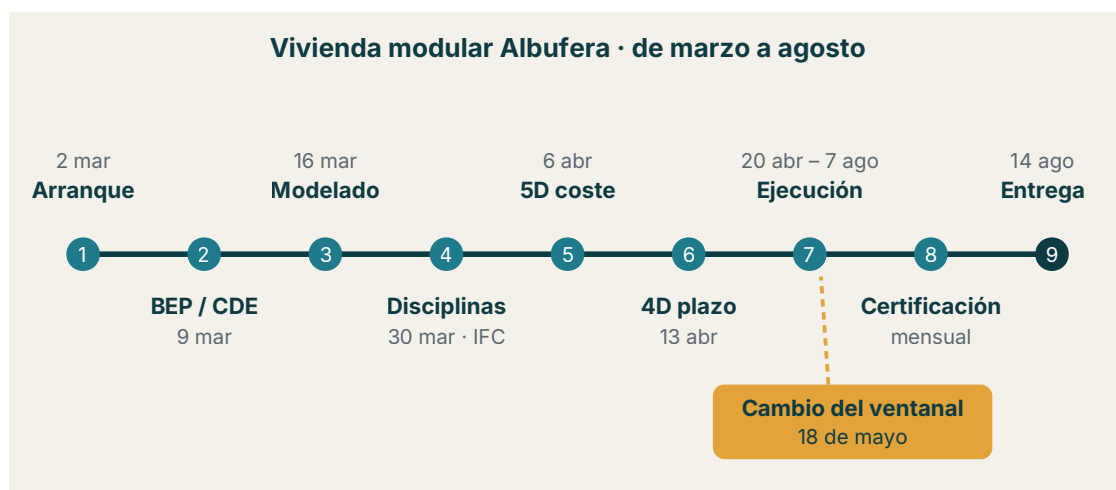


Figura 15.1 · Línea de tiempo de los nueve pasos en la Vivienda modular Albufera.

15.3 Mayo: arranca la obra y cambia el ventanal

20 de abril · Paso 7, ejecución. Comienza el movimiento de tierras. Los encargados registran cada tarde el parte diario con el avance de cada partida y fichan desde el portal del empleado. Las solicitudes de materiales de la estructura metálica se aprueban en Compras y se convierten en pedidos; el acero se recibe en el almacén de obra creado en Inventario. La conversación de WhatsApp de la obra queda vinculada al proyecto, de modo que las fotos de los jefes de equipo llegan directamente a su carpeta de Documentos.

18 de mayo · el cambio de diseño. En plena cimentación, el promotor pide que el ventanal del salón pase de 2.400 × 1.200 mm a 3.600 × 2.200 mm, casi de suelo a techo, con antepecho de 100 mm. En una obra tradicional este cambio habría supuesto dos o tres días de idas y venidas entre el arquitecto, la oficina técnica y el departamento de compras. En la Vivienda Albufera la secuencia fue esta:

- 1 **Plano (10:05).** En el CAD se selecciona la ventana y en el panel «Propiedades» se cambian anchura, altura y antepecho. La «Vista 3D» muestra el nuevo hueco y se envía una captura al promotor por WhatsApp.
- 2 **Estructura (10:20).** Con el cálculo de estructuras 2D se comprueba el dintel del pórtico afectado: hace falta un perfil de refuerzo. Se añade al plano en la capa de estructura.
- 3 **Medición (10:30).** Se pulsa «Enviar las mediciones del plano». La carpintería exterior, medida en m², pasa de 2,88 m² a 7,92 m² en esa unidad; el muro de cerramiento pierde 5,04 m² de cara medida. Los precios y recursos no se tocan.
- 4 **Presupuesto (10:40).** Se añade la partida del refuerzo y se ajusta el precio del vidrio bajo emisivo de gran formato. La cabecera «Presupuestado» sube de 118.000 € a 120.460 €: +2.770 € de carpintería y refuerzo, -310 € de muro.
- 5 **Compras (10:55).** Se anula la solicitud de materiales de la carpintería original y se crea otra con las nuevas medidas. El carpintero confirma un plazo de fabricación de tres semanas, una más de lo previsto.
- 6 **Planificación (11:10).** Se actualiza el rendimiento y la fecha de suministro de la partida de carpintería y se vuelve a pulsar «Programar con los rendimientos». El fin previsto se desplaza cinco días hábiles, todavía dentro de la holgura.

En poco más de una hora el cambio estaba reflejado en plano, medición, presupuesto, compras y Gantt, y el promotor tenía en la carpeta Publicado el modificado firmado electrónicamente con la app Firma. La mayoría de los pasos duraron minutos; lo único que llevó tiempo fue la conversación con el carpintero.

Un cambio de diseño no es caro por lo que cuesta construirlo, sino por lo que cuesta volver a contarlo en cada documento. Cuando el dato es único, se cuenta una sola vez.

15.4 Junio a agosto: certificar, recuperar y entregar

30 de junio · Paso 8, certificación. Desde finales de mayo se certifica mensualmente. En «Certificaciones» se crea la del periodo; las cantidades parten de los partes diarios y se revisan con el director de ejecución. Se aplica una retención del 5 % como garantía, se confirma el estado de pago del mes anterior y se pulsa «Crear factura». La cuenta analítica de la obra muestra ingresos, gastos y resultado en tiempo real: a final de junio el margen previsto se mantiene en el 16 %.

Julio · los imprevistos. Tres días de tormentas, que la app Tiempo ya anunciaba, detienen la impermeabilización de la cubierta. El acero de una segunda partida llega con cuatro días de retraso, y el ventanal, fabricado a medida, se instala el 24 de julio. La holgura se consume y el fin de obra se fija en el 7 de agosto. El promotor lo sabe desde el primer día gracias al enlace público del proyecto, en el que ve el avance en colores sin ver los costes.

14 de agosto · Paso 9, entrega. Se certifica todo lo pendiente con «Certificar todo lo pendiente», se libera la retención según contrato y se emite la factura final. Se entrega al promotor el plano definitivo en DXF y PDF, el presupuesto final en BC3 y Excel, el IFC del estado construido y un dossier de mantenimiento con los equipos dados de alta en «Servicios» (caldera, aerotermia, carpintería) con sus fechas de garantía. Toda la carpeta del proyecto pasa a 04_Archivado.

Tabla 15.1 · Hitos del proyecto

Fecha	Paso	Hito	Herramienta principal
2 mar	1	Contrato y requisitos	Proyectos, CRM

Fecha	Paso	Hito	Herramienta principal
9 mar	2	BEP aprobado, CDE creado	Documentos
27 mar	3	Plano compartido	CAD, Vista 3D
3 abr	4	Cálculo, coordinación, IFC	CAD, Soporte
10 abr	5	Presupuesto de 118.000 €	Presupuesto
17 abr	6	Gantt y vídeo 4D	Presupuesto, Proyecto
18 may	7	Modificado del ventanal	CAD, Compras, Firma
7 ago	7-8	Fin de obra	Partes, Certificaciones
14 ago	9	Entrega y archivo	Servicios, Documentos

15.5 Resultados finales

El cierre se hace sobre la cabecera del presupuesto y la cuenta analítica. El importe facturado se calcula sobre el PEM final con un 13 % de gastos generales y un 6 % de beneficio industrial, sin IVA. El coste real es la suma de lo imputado en mano de obra, materiales, equipos y subcontratos.

Tabla 15.2 · Resultados económicos y de plazo

Concepto	Previsto	Real	Desviación
PEM	118.000 €	120.460 €	+2.460 € (modificado)
Facturado (PEM × 1,19)	140.420 €	143.347 €	+2.927 €
Coste (Gastado)	117.950 €	123.850 €	+5.900 €
Resultado	22.470 €	19.497 €	-2.973 €
Margen sobre facturado	16,0 %	13,6 %	-2,4 puntos
Entrega	31 jul	14 ago	+10 días hábiles

De los 5.900 € de más en coste, 2.180 € corresponden al propio modificado del ventanal, que el promotor pagó y que por tanto no erosiona el margen de forma relevante. Frente al coste previsto actualizado tras el modificado (120.130 €), la desviación real es de 3.720 € (+3,1 %) y tiene tres causas identificadas: el precio del vidrio de gran formato, que subió entre la oferta y el pedido (1.450 €); las horas extra de julio para recuperar plazo (1.380 €), y el alquiler adicional de la plataforma elevadora durante la espera del acero (890 €). El resto son pequeñas diferencias de medición. Ninguna sorprendió al cierre: todas estaban visibles en la cabecera «Gastado» a medida que ocurrían.

EN ERPSQLITE

Para preparar la tabla de resultados basta con la cabecera del presupuesto («Presupuestado», «Facturado», «Gastado», «Resultado») y la cuenta analítica de la obra. Si se desea un informe para dirección, un tablero de BI sobre la misma base muestra la evolución mensual sin exportar nada.

15.6 Lecciones aprendidas

La reunión de cierre, de una hora, dejó cinco lecciones que la empresa incorporó a su BEP tipo:

- **Holgura explícita.** La semana de reserva antes de la entrega absorbió el cambio del ventanal; sin ella, el retraso habría sido de un mes. En adelante, se reserva un 5 % del plazo.
- **Plazos de fabricación en la partida.** Las carpinterías a medida y el acero deben llevar su plazo de suministro desde el presupuesto, no descubrirse al pedir.

- **Cambios con precio cerrado antes de dibujar.** El modificado se firmó en el día, pero el precio del vidrio se confirmó una semana después. Primero se cierra el precio con el proveedor, luego se firma.
- **Coordinación por pares de capas.** Sin detección automática de colisiones, la revisión estructura-instalaciones con rayos X y tickets en Soporte funcionó: las dos interferencias se resolvieron antes de hormigonar.
- **El CDE como única verdad.** Ni un solo plano se envió por correo. El promotor consultó la carpeta Publicado y el enlace público del proyecto en lugar de llamar, y las reuniones semanales se acortaron a la mitad.

La lección de fondo es que la metodología, más que el programa, fue lo que permitió reaccionar: un BEP corto pero respetado, un plano enlazado a partidas, una planificación que nace de los rendimientos y un registro diario del avance. Con esas cuatro piezas, el cambio más costoso de la obra se gestionó en una mañana.

EN RESUMEN

- Los nueve pasos se encadenaron entre el 2 de marzo y el 14 de agosto, con la preparación concentrada en las seis primeras semanas.
- El cambio del ventanal se propagó en poco más de una hora a plano, estructura, medición, presupuesto, compras y Gantt.
- El PEM pasó de 118.000 € a 120.460 €; el margen real fue del 13,6 % frente al 16,0 % previsto.
- La entrega se retrasó diez días hábiles por el plazo de fabricación del ventanal, la lluvia y un suministro de acero.
- Las lecciones (holgura, plazos de suministro, precio antes de firmar, coordinación por capas, CDE único) pasan al BEP tipo de la empresa.

Herramientas de consulta

Estos anexos reúnen el material al que conviene volver durante un proyecto: el vocabulario BIM, una lista de comprobación para cada paso, una plantilla de BEP pensada para pymes, los comandos más usados del CAD y las fuentes de referencia.

EN ESTE CAPÍTULO

- Consultar con rapidez los términos y siglas de la metodología.
- Verificar que cada paso está completo antes de pasar al siguiente.
- Redactar un BEP propio en una tarde.
- Localizar comandos, menús y recursos sin buscar en todo el libro.

A. Glosario BIM

Las definiciones son deliberadamente breves y prácticas. Cuando un término procede de una norma, se indica entre paréntesis; para su redacción exacta debe consultarse siempre el texto oficial.

AIM (Asset Information Model)

Modelo de información del activo: el conjunto de datos, documentos y modelos que sirve para operar y mantener el edificio ya construido (ISO 19650).

AIR (Asset Information Requirements)

Requisitos de información del activo: qué datos necesita el propietario para la explotación y el mantenimiento, y en qué formato.

As-built (estado construido)

Representación del edificio tal como se ha ejecutado finalmente, incluidos los cambios de obra. Base del AIM.

BC3

Extensión habitual de los archivos en formato FIEBDC-3, el estándar español para intercambiar bancos de precios, presupuestos y mediciones.

BCF (BIM Collaboration Format)

Formato abierto de buildingSMART para intercambiar incidencias (comentarios, capturas y punto de vista) sobre un modelo, sin enviar el modelo completo.

BEP (BIM Execution Plan)

Plan de ejecución BIM: documento que explica cómo el equipo cumplirá los requisitos de información del cliente, con agentes, entregables, normas y calendario.

BIM (Building Information Modelling)

Metodología de trabajo colaborativo que crea, comparte y reutiliza información estructurada de un activo a lo largo de todo su ciclo de vida.

BIM Manager

Figura responsable de definir y hacer cumplir la estrategia BIM de una organización o proyecto. En pymes suele coincidir con el coordinador.

bSDD (buildingSMART Data Dictionary)

Diccionario en línea de buildingSMART con clasificaciones, propiedades y sus definiciones, para que todos usen los mismos nombres.

buildingSMART

Organización internacional sin ánimo de lucro que desarrolla los estándares openBIM (IFC, BCF, IDS, bSDD). Tiene un capítulo en España.

CDE (Common Data Environment)

Entorno común de datos: repositorio único donde se guarda, revisa y publica la información del proyecto, con estados WIP, Compartido, Publicado y Archivado.

Certificación

Documento periódico que valora la obra ejecutada en un periodo y a origen, base de la facturación al promotor.

Clash detection (detección de colisiones)

Comprobación de interferencias geométricas entre elementos de distintas disciplinas, como una tubería que atraviesa una viga.

COBie

Esquema de datos, normalmente en hoja de cálculo, para entregar al propietario la información de espacios, equipos y garantías necesaria para el mantenimiento.

Coordinador BIM

Persona que coordina los modelos y la información de las distintas disciplinas y vela por el cumplimiento del BEP.

DXF

Formato de intercambio de dibujo CAD de documentación pública, legible por casi todos los programas de CAD.

EIR (Exchange Information Requirements)

Requisitos de intercambio de información: qué debe entregar el equipo, cuándo, con qué nivel de información y en qué formato (ISO 19650).

Entregable

Contenedor de información (plano, modelo, presupuesto, informe) que se entrega en un hito acordado.

es.BIM

Comisión creada en 2015 para impulsar la implantación de BIM en España, con guías y documentos de referencia para el sector.

Federación de modelos

Combinación de los modelos de varias disciplinas en una sola vista para coordinarlos, sin fusionar sus archivos.

FIEBDC-3

Formato de Intercambio Estándar de Bases de Datos para la Construcción, en su versión 3. Estándar español de presupuestos y bancos de precios.

Gantt

Diagrama de barras que representa las actividades de la obra en el tiempo, con sus duraciones y dependencias.

GuBIMClass

Sistema de clasificación de elementos de construcción desarrollado en España para organizar modelos y presupuestos BIM.

Hito

Fecha acordada en la que debe completarse una fase o entregarse un conjunto de información. Los hitos ordenan el MIDP.

IDS (Information Delivery Specification)

Estándar de buildingSMART que define, de forma legible por máquina, qué propiedades deben tener los objetos de un IFC para validarlo automáticamente.

IFC (Industry Foundation Classes)

Formato abierto y neutral para intercambiar modelos BIM entre programas distintos (ISO 16739-1).

Interoperabilidad

Capacidad de distintos programas para intercambiar información sin pérdidas relevantes, normalmente mediante formatos abiertos.

LOD (Level of Development)

Nivel de desarrollo de un elemento, combinación de detalle geométrico y fiabilidad de la información. Escala BIMForum: 100, 200, 300, 350, 400 y 500.

LOI (Level of Information)

Nivel de información alfanumérica (propiedades, datos) de un elemento, independiente de su detalle geométrico.

LOIN (Level of Information Need)

Nivel de información necesario: método de EN 17412-1 para definir qué geometría, datos y documentación se necesita para cada propósito.

Medición

Cuantificación de cada partida (longitud, superficie, volumen o unidades). En BIM se obtiene del modelo.

MIDP (Master Information Delivery Plan)

Plan maestro de entrega de información: calendario de todos los entregables del proyecto, agregando los TIDP de cada equipo.

Modelo federado

Resultado de la federación: vista conjunta de varios modelos de disciplina, usada para coordinar y revisar.

Nomenclatura

Regla acordada en el BEP para nombrar archivos, capas y elementos, de modo que cualquiera identifique su contenido, autor y versión.

OIR (Organizational Information Requirements)

Requisitos de información de la organización: lo que el propietario necesita saber de sus activos para sus objetivos estratégicos.

OmniClass

Sistema de clasificación norteamericano para la construcción, organizado en tablas por elementos, espacios, productos, etc.

openBIM

Enfoque de BIM basado en estándares abiertos y neutrales, que no obliga a todos los agentes a usar el mismo programa.

Parte diario

Registro diario de la obra con el avance de cada partida, personal, equipos e incidencias.

Partida

Unidad de obra del presupuesto, con código, unidad de medida, descripción, precio y descomposición en recursos.

PEM

Presupuesto de ejecución material: suma de las partidas a sus precios, sin gastos generales, beneficio industrial ni impuestos.

PIM (Project Information Model)

Modelo de información del proyecto: toda la información generada durante el diseño y la construcción (ISO 19650).

PIR (Project Information Requirements)

Requisitos de información del proyecto: lo que el cliente necesita saber para tomar decisiones durante el diseño y la obra.

Recurso

Elemento de coste que compone una partida: mano de obra, material, equipo o subcontrato.

Rendimiento

Cantidad de una partida que se ejecuta por unidad de tiempo (o tiempo por unidad). Determina la duración de las actividades.

Requisitos de información

Conjunto de OIR, AIR, PIR y EIR que define qué información necesita el cliente, para qué y cuándo.

Retención

Porcentaje de cada certificación que el promotor retiene como garantía hasta la recepción o el fin del plazo acordado.

TIDP (Task Information Delivery Plan)

Plan de entrega de información de cada equipo de trabajo: qué produce, quién lo produce y cuándo.

Uniclass 2015

Sistema de clasificación británico para todos los sectores de la construcción, con tablas por complejos, entidades, elementos, sistemas y productos.

UNE-EN ISO 19650

Serie de normas sobre organización y digitalización de la información en edificación y obra civil con BIM, adoptada en España.

WIP (Work in Progress)

Estado «en curso» del CDE: información en elaboración, visible solo para el equipo que la produce.

3D

Dimensión geométrica: el modelo tridimensional con sus objetos y propiedades.

4D

Dimensión temporal: el modelo vinculado a la planificación, que permite simular la secuencia de obra.

5D

Dimensión económica: el modelo vinculado a mediciones y presupuesto.

6D

En España suele asociarse a la sostenibilidad y la eficiencia energética; algunos autores la usan para el mantenimiento. La numeración varía.

7D

En España suele asociarse al uso, la explotación y el mantenimiento del activo. Conviene definirla en el BEP para evitar confusiones.

B. Lista de comprobación por paso

Utilice esta lista al final de cada paso, antes de dar por cerrado el hito. Una casilla sin marcar no impide avanzar, pero sí obliga a dejar constancia de por qué.

Las listas se han pensado para una obra del tamaño de la Vivienda modular Albufera; en proyectos mayores conviene añadir casillas propias, pero no quitar las que figuran aquí. Una forma práctica de usarlas es copiar cada lista como subtarefas de la tarea del hito correspondiente en «Proyectos»: así el avance de la comprobación queda registrado, se ve quién marcó cada casilla y el filtro «Retrasadas» avisa de lo que se ha quedado pendiente. Al final de la obra, las casillas que se marcaron tarde o que nunca se marcaron son la mejor fuente de lecciones aprendidas.

Paso 1 · Arranque del proyecto

- ☐ Proyecto creado en «Proyectos» con fechas y responsable.
- ☐ Promotor dado de alta en «Contactos» con la etiqueta Cliente.
- ☐ Requisitos del cliente (EIR simplificado) recogidos por escrito.
- ☐ Entregables, formatos e hitos acordados.
- ☐ Agentes del proyecto identificados con sus roles.
- ☐ Presupuesto orientativo y plazo contractual registrados.

Paso 2 · BEP y entorno común de datos

- ☐ BEP redactado y aprobado por el promotor.
- ☐ Carpetas WIP, Compartido, Publicado y Archivado creadas en «Documentos».
- ☐ Carpetas vinculadas al proyecto y al presupuesto.
- ☐ Nomenclatura de archivos definida y comunicada.
- ☐ «Maestro de capas» revisado con sus partidas asociadas.
- ☐ Permisos y enlaces con contraseña configurados para agentes externos.
- ☐ Copias de seguridad programadas con la app Respaldo.

Paso 3 · Modelado

- ☐ Unidades fijadas en «Formato» — «Unidades y rejilla...».
- ☐ Capas cargadas con «Desde el maestro».
- ☐ Muros con espesor y altura; puertas y ventanas con sus dimensiones.
- ☐ Contornos de superficies cerrados para que se midan.
- ☐ Revisión en «Vista 3D» y, si procede, soleamiento con la ubicación real.
- ☐ Plano impreso a PDF con cajetín y escala.

Paso 4 · Disciplinas e IFC

- ☐ Estructura calculada y memoria de cálculo guardada en Documentos.
- ☐ Instalaciones dibujadas en capas propias.

- ☐ Revisión por pares de capas con rayos X.
- ☐ Interferencias registradas como tickets en «Soporte».
- ☐ IFC exportado y comprobado en un visor externo.
- ☐ Versión revisada movida a la carpeta Compartido.

Paso 5 · Presupuesto (5D)

- ☐ Presupuesto creado con «Integrar con presupuesto».
- ☐ Mediciones añadidas como partidas y revisadas.
- ☐ Todas las partidas con recursos y precio.
- ☐ Partidas sin geometría (seguridad, gestión de residuos) añadidas a mano.
- ☐ Objetos y partidas enlazados en ambos sentidos.
- ☐ Presupuesto exportado a BC3 y a PDF con «Presupuesto completo».

Paso 6 · Planificación (4D)

- ☐ Rendimientos revisados en las partidas principales.
- ☐ «Inicio de la obra» fijado y obra programada con los rendimientos.
- ☐ Dependencias añadidas en el Gantt.
- ☐ Holgura de entrega reservada.
- ☐ Tareas del proyecto creadas y asignadas.
- ☐ Vídeo 4D generado para el promotor.

Paso 7 · Ejecución

- ☐ Almacén de obra creado en «Inventario».
- ☐ Solicitudes de materiales aprobadas y convertidas en pedidos.
- ☐ Partes diarios registrados con el avance de cada partida.
- ☐ Horas imputadas en «Partes de horas».
- ☐ Cambios de diseño reflejados en plano y enviados con «Enviar las mediciones del plano».
- ☐ Facturas de proveedor registradas (con OCR si procede).

Paso 8 · Certificación

- ☐ Certificación del periodo creada a partir del avance real.
- ☐ Cantidades revisadas con la dirección de ejecución.
- ☐ Retención aplicada según contrato.
- ☐ Estado de pago anterior confirmado.
- ☐ Factura creada desde la certificación.
- ☐ Cuenta analítica revisada: resultado y desviaciones.

Paso 9 · Entrega y mantenimiento

- ☐ Plano final (as-built) en DXF y PDF.
- ☐ Presupuesto final en BC3 y Excel.
- ☐ IFC del estado construido.
- ☐ Equipos dados de alta en «Servicios» con su garantía.
- ☐ Dossier de mantenimiento entregado y firmado.
- ☐ Lecciones aprendidas documentadas.
- ☐ Carpeta del proyecto movida a Archivado.

C. Plantilla de BEP para pymes

Un BEP útil para una obra pequeña o mediana cabe en cinco a ocho páginas. Lo importante no es su extensión, sino que cada apartado responda a una pregunta concreta del equipo. La tabla propone una estructura y el contenido mínimo de cada apartado, con ejemplos de la Vivienda modular Albufera.

Tabla C.1 · Estructura de BEP para pymes

Apartado	Contenido sugerido	Ejemplo Albufera
1. Datos del proyecto	Nombre, ubicación, superficie, plazo, PEM	Catarroja, 96 m ² , 5 meses
2. Agentes y roles	Promotor, proyectista, constructora, coordinador BIM, subcontratas	Promociones Turia, Levante BIM
3. Objetivos BIM	Usos del modelo: medición, presupuesto, planificación, mantenimiento	5D y 4D, dossier final
4. Requisitos del cliente	Resumen del EIR y de los formatos exigidos	DXF, PDF, BC3, IFC
5. Entregables e hitos	Qué, quién y cuándo (MIDP simplificado)	Tabla de 9 hitos
6. Nivel de información	LOD o LOIN por fase y elemento	LOD 300 en proyecto
7. Software y formatos	Programas, versiones de archivo, unidades	ERPSqlite, DXF R12, mm
8. Estándares	Capas, nomenclatura de archivos, códigos de partida	«Maestro de capas»
9. CDE	Carpetas, estados, permisos y reglas de publicación	WIP / Compartido / Publicado / Archivado
10. Coordinación	Método de revisión, registro de incidencias, reuniones	Rayos X, tickets, reunión semanal
11. Control de cambios	Quién aprueba, cómo se valora y firma	Modificado con Firma
12. Entrega final	As-built, IFC, mantenimiento, garantías	Equipos en «Servicios»

Cómo redactarlo sin perder una semana

El error más frecuente al redactar un primer BEP es copiar una plantilla de cuarenta páginas pensada para un hospital o una autovía. Nadie la lee y, por tanto, nadie la cumple. En una pyme funciona mejor el enfoque contrario: empezar por los apartados 5, 8 y 9 (entregables, estándares y CDE), que son los que el equipo consulta a diario, y completar el resto con una o dos frases cada uno. Un BEP de seis páginas que todo el equipo conoce vale más que uno de cuarenta que solo conoce su autor.

Conviene además que el BEP remita a lo que ya existe en el sistema en lugar de repetirlo. El apartado de estándares puede limitarse a decir que las capas son las del «Maestro de capas» y que los códigos de partida siguen la numeración automática del presupuesto (01, 01.1...). El apartado de entregables puede remitir a la tabla de hitos del Gantt. Así, si algo cambia, se cambia en un solo lugar.

Por último, el BEP debe tener fecha y versión, y cada revisión debe publicarse en la carpeta Publicado del CDE, moviendo la anterior a Archivado. Si el promotor tiene que firmarlo, la app Firma permite enviarlo con orden de firmantes y recordatorios, y deja constancia de cada versión aprobada.

CONSEJO

Guarde el BEP como documento en la carpeta del proyecto y, al terminar la obra, copie su versión revisada como plantilla de la empresa. Cada proyecto mejorará el siguiente.

D. Comandos y atajos del CAD

El CAD de ERPSqlite acepta comandos en español y alias de AutoCAD en la línea de comandos. La lista completa se consulta en «Ayuda» → «Lista de comandos». En la tabla, los alias marcados como «alias habitual de AutoCAD» corresponden a la convención de ese programa; compruebe en la «Lista de comandos» de su versión que están disponibles.

Para quien viene de otros programas de CAD, el modo de trabajo será familiar: se escribe el comando o su alias en la línea de comandos, se pulsa Intro y se siguen las indicaciones que aparecen, como el primer punto, el siguiente o la distancia. Las referencias a objetos, el modo orto y el rastreo polar ayudan a dibujar con precisión sin introducir coordenadas a mano. Para quien empieza desde cero, la recomendación es aprender primero cinco comandos (LINEA, POLILINEA, DESFASE, RECORTA y ACOLINEAL) y las herramientas de arquitectura de muros, puertas y ventanas; con ellos se dibuja la práctica totalidad de una vivienda como la del caso práctico.

Tabla D.1 · Comandos de dibujo y edición

Comando	Alias	Para qué sirve
LINEA	L	Dibujar segmentos de línea
POLILINEA	PL	Dibujar contornos abiertos o cerrados
CIRCULO	C	Dibujar círculos
RECORTA	TR	Recortar objetos contra un borde
DESFASE	O	Copiar paralelo a una distancia
ACOLINEAL	—	Acotar distancias horizontales o verticales
Desplazar	M (alias habitual de AutoCAD)	Mover objetos
Copiar	CO / CP (alias habitual de AutoCAD)	Duplicar objetos
Girar	RO (alias habitual de AutoCAD)	Rotar alrededor de un punto
Simetría	MI (alias habitual de AutoCAD)	Reflejar respecto a un eje
Matriz	AR (alias habitual de AutoCAD)	Repetir en filas, columnas o polar
Alargar	EX (alias habitual de AutoCAD)	Extender hasta un borde
Empalme	F (alias habitual de AutoCAD)	Unir dos objetos con esquina o arco

La tabla siguiente recoge los menús y botones que más se repiten a lo largo del libro, tanto en el CAD como en el Presupuesto. Tenerlos a mano evita buscar en los capítulos cuando se trabaja en una obra real.

Tabla D.2 · Menús y botones clave

Dónde	Menú o botón	Para qué sirve
CAD	«Nuevo dibujo» / «Abrir DXF/DWG»	Crear o abrir un plano
CAD	«Maestro de capas» / «Desde el maestro»	Capas estándar con sus partidas
CAD	«Formato» → «Unidades y rejilla...»	Fijar mm, cm o m
CAD	«Vista 3D» / «Planta 2D»	Cambiar entre vistas
CAD	«Dibujar con IA»	Dibujar por texto, voz o imagen
CAD	«Distancia», «Área», «Listar objetos»	Consultar medidas y datos
CAD	«Imprimir / Trazar» (Ctrl+P)	PDF a escala con cajetín
CAD	«Archivo → Guardar como JSON...»	Exportar el dibujo en JSON
CAD	«Integrar con presupuesto»	Crear partidas desde el plano
CAD	«Enviar las mediciones del plano»	Actualizar cantidades sin tocar precios

Dónde	Menú o botón	Para qué sirve
Presupuesto	«Importar BC3 / Excel»	Cargar un presupuesto o banco
Presupuesto	«Árbol» / «Gantt»	Ver partidas o planificación
Presupuesto	«Programar con los rendimientos»	Generar duraciones y fechas
Presupuesto	«Asistente del presupuesto»	Consultar y editar con IA
Presupuesto	«Certificar todo lo pendiente»	Certificar hasta el 100 %
Presupuesto	«Crear factura»	Facturar una certificación
Presupuesto	«Imprimir» → «Presupuesto completo»	Documento para el cliente

E. Recursos y enlaces

Se recogen solo direcciones verificadas en el momento de redactar el libro. Las páginas web cambian; si un enlace deja de funcionar, busque el nombre del recurso en el sitio principal.

ERPSqlite

Tabla E.1 · Recursos de ERPSqlite

Recurso	Dirección
Web oficial y descargas	https://www.erp-sqlite.xyz
Demo online (usuario y contraseña: demo)	https://www.erp-sqlite.xyz/app/
Formato JSON del CAD	https://www.erp-sqlite.xyz/formato-json-cad
API del CAD	https://www.erp-sqlite.xyz/api-cad
Dosieres (Constructoras, Presupuesto, CAD, Proyecto, Gantt...)	https://www.erp-sqlite.xyz/dosieres

Los artículos del blog sobre el CAD y el Presupuesto se encuentran enlazados desde la web oficial. Además, la web ofrece el manual de usuario completo y la versión de prueba de 90 días para Windows y macOS. Del mismo autor: bi-m20.com (vertical de construcción BIM 2.0 para Odoo) y loocalproject.com (programación de obras).

Normas

- **UNE-EN ISO 19650** (partes 1, 2, 3 y 5): organización y digitalización de la información en edificación y obra civil, incluido BIM. Disponible a través de UNE.
- **ISO 16739-1**: Industry Foundation Classes (IFC) para compartir datos en construcción y gestión de instalaciones.
- **EN 17412-1**: nivel de información necesario (LOIN), conceptos y principios.
- **FIEBDC-3**: formato de intercambio de bases de datos de construcción (BC3), en sus versiones 2000 y 2016.

Organizaciones y referencias

- **buildingSMART International**: estándares openBIM (IFC, BCF, IDS, bsDD) en <https://www.buildingsmart.org>, con su capítulo español.
- **Comisión es.BIM**: guías y documentos para la implantación de BIM en España; búsqese por su nombre en el sitio del Ministerio competente.
- **Comisión Interministerial BIM** (Real Decreto 1515/2018) y el Plan de Incorporación de la Metodología BIM en la contratación pública de la AGE.
- **Ley 9/2017 de Contratos del Sector Público**, disposición adicional decimoquinta, que permite exigir BIM en la contratación pública.
- **BIMForum**: especificación de niveles de desarrollo (LOD) de referencia.

Para profundizar en la metodología, la mejor inversión de tiempo es leer las partes 1 y 2 de la serie UNE-EN ISO 19650: son menos áridas de lo que parecen y explican con claridad el ciclo de requisitos, entregables y CDE que este libro ha aplicado a escala de pyme. Para IFC e IDS, la documentación de buildingSMART incluye ejemplos y herramientas gratuitas de validación.

ATENCIÓN

Las normas ISO y UNE están sujetas a revisiones. Antes de citarlas en un contrato o en un BEP, compruebe la edición vigente en el catálogo de UNE.

Epílogo

Cuando se cierra la última certificación de una obra, la información que se ha generado durante meses suele quedar olvidada en una carpeta. Este libro ha defendido lo contrario: que esa información es el verdadero producto del trabajo, tan valioso como el edificio, y que una pyme puede ordenarla, reutilizarla y convertirla en ventaja competitiva sin grandes inversiones.

El futuro inmediato del sector apunta en tres direcciones que conviene no perder de vista. La primera es la **inteligencia artificial**. Hoy ya es posible pedir a un programa que dibuje un dormitorio, que proponga las partidas de una reforma o que responda cuál es la partida más cara de un presupuesto. Mañana estas herramientas revisarán modelos contra los requisitos del cliente, anticiparán desviaciones de coste y redactarán buena parte de la documentación rutinaria. Pero la IA solo es tan buena como los datos sobre los que trabaja: un plano con capas ordenadas, partidas bien enlazadas y un CDE disciplinado son la mejor preparación para aprovecharla.

La segunda dirección es **openBIM**. Los formatos abiertos como IFC, BCF, IDS o el propio BC3 permiten que agentes con programas distintos colaboren sin depender de un único fabricante. Para una pyme esto significa libertad: elegir la herramienta que mejor se adapta a su tamaño y a su forma de trabajar, sabiendo que podrá entregar lo que le pidan sus clientes y la Administración.

La tercera es la llegada de BIM a las **pequeñas empresas**. La contratación pública lo exige de forma progresiva y los promotores privados empiezan a valorar recibir un presupuesto que se actualiza solo cuando cambia el plano, una planificación que se puede ver en vídeo o un dossier de mantenimiento con cada equipo y su garantía. Las empresas que adopten la metodología ahora, con proyectos pequeños y sin prisa, llegarán preparadas cuando sea la norma.

Nada de esto requiere esperar. El mejor modo de aprender BIM no es leer sobre BIM, sino aplicarlo a una obra real, por modesta que sea. Le invito a hacerlo: abra la demo online de ERPSqlite o descargue la versión de prueba, dibuje la planta de su próxima reforma, enlázela con un presupuesto y pulse «Programar con los rendimientos». Equivóquese, corrija y vuelva a intentarlo. Lo que en el primer proyecto lleva una semana, en el tercero lleva una tarde.

La Vivienda modular Albufera fue solo un ejemplo. La próxima obra será la suya.

Marlon Falcón Hernández

Implemento BIM 2.0 · Valencia

Del plano a la factura, sin copiar un dato.

BIM no es un programa caro ni un modelo 3D bonito: es una forma de gestionar la información de una obra para que cada decisión se tome con datos fiables. Este libro explica la metodología —ISO 19650, IFC, LOD, CDE, 4D y 5D— en un lenguaje claro y la aplica, paso a paso, con ERPSqlite: un ERP de escritorio que une en una sola base de datos el CAD, las mediciones, el presupuesto BC3, el Gantt, las compras, las certificaciones y la contabilidad.

APRENDERÁ A

- Modelar en 2D y 3D, con IA, y exportar a IFC
- Obtener mediciones y presupuesto directamente del plano
- Planificar con rendimientos, Gantt y vídeo 4D
- Comprar, controlar, certificar y facturar la obra
- Montar un entorno común de datos y un BEP para pymes
- Automatizar con la API, el conector MCP y Flujo

Marlon Falcón Hernández

Especialista en ERP Odoo e implantación BIM. Desarrolla BIM 2.0, vertical de construcción para Odoo, y acompaña a constructoras de España e Hispanoamérica en su paso a la gestión digital de obras.

www.erp-sqlite.xyz

Pruebe la demo online: www.erp-sqlite.xyz/app



IMPLEMENTO BIM 2.0