



CURSO/GUÍA PRÁCTICA INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) PARA PRECONSTRUCCIÓN Y OBRA ESTIMACIÓN 5D, PLANIFICACIÓN PROBABILÍSTICA Y CDE ASISTIDO



Índice

¿QUÉ APRENDERÁ?	31
Introducción.	32
PARTE PRIMERA.	34
MARCO Y ALCANCE DE LA IA EN PRECONSTRUCCIÓN Y OBRA (ESTIMACIÓN 5D, PLANIFICACIÓN PROBABILÍSTICA Y CDE ASISTIDO)	34
Capítulo 1: Objetivo profesional, alcance y resultados esperados en costes, plazos y documentación	34
1. Propósito de la guía y casos de uso prioritarios (estimación 5D, planificación probabilística, CDE asistido)	34
a. Beneficios concretos para promotor, constructor y dirección facultativa	34
b. Reducción de incertidumbre en coste y plazo (p50, p80)	35
c. Mejora de trazabilidad documental y handover digital.....	35
2. Alcance internacional (España–LatAm) y neutralidad normativa	36
a. Estructuras de información y estándares de uso generalizado	36
b. Adaptación a mercados con distinta madurez BIM/IA	36
c. Consideraciones culturales y de idioma técnico	36
3. Principios rectores de la IA aplicada a obra	37
a. Datos de calidad, explicabilidad y control humano	37
b. Integración con procesos existentes (sin “big bang”)	37
c. Seguridad, privacidad y permisos	37
4. Métricas clave alineadas con la dirección de proyecto	38
a. SPI/CPI, EAC/ETC, porcentaje de avance fiable	38
b. Indicadores de riesgo coste–plazo y reserva de contingencia	38
c. KPIs de ciclo documental en CDE.....	38
5. Roles y responsabilidades en la implantación	39
a. Sponsor, PMO, BIM Manager/CDE Manager	39
b. Jefe de Obra, Compras, Calidad/PRL	39
c. IT/Seguridad y Proveedores.....	39
6. Límites y no solapamiento con otras guías	40
a. Exclusión de diseño generativo y operación/post-obra	40
b. Foco en Preconstrucción y Obra (5D–planificación–CDE)	40
c. Enlaces sugeridos con guías complementarias.....	40
Capítulo 2: Fundamentos de datos, BIM y CDE como base del CDE asistido por IA	41
1. Concepto de CDE y estados de información.	41
a. WIP, Shared, Published, Archive.....	41
b. Reglas de nomenclatura y versionado	42
c. Firmas y sellos digitales	42
2. Requisitos de información para la IA (EIR/AIR)	43
a. Contratos de dato: propiedad, acceso y uso	43
b. Esquemas y taxonomías para 5D.....	43

c. Calidad, completitud y validación.....	43
3. Interoperabilidad para estimación 5D y planificación.....	44
a. IFC/BCF, BC3/series de precios.....	44
b. Integración con ERP/BI y herramientas de planificación	44
c. APIs y conectores (pull/push)	44
4. Seguridad y gobierno del dato en obra.	45
a. Permisos por rol y segregación de funciones	45
b. Auditoría y trazabilidad de cambios	45
c. Resiliencia y copias de seguridad.....	45
5. Ética y cumplimiento.....	46
a. Privacidad, minimización y retención	46
b. Sesgos y explicabilidad de modelos	46
c. Revisión legal y contractual	46
6. Preparación organizativa.....	47
a. Capacidades mínimas de datos y procesos	47
b. Cuadro de roles y RACI	47
c. Roadmap de adopción por fases	47
PARTE SEGUNDA.....	49
ESTIMACIÓN 5D CON IA (COSTE, CANTIDADES Y CONTINGENCIAS).....	49
Capítulo 3: Mediciones asistidas y extracción de cantidades desde modelos y planos.....	49
1. Take-off automatizado y semiautomatizado	49
a. De 2D/3D a partidas de obra	49
b. Detección de huecos y duplicidades	50
c. Control de versiones de mediciones.....	50
2. Validación de coherencia técnica.....	51
a. Reglas de negocio y checks de consistencia	51
b. Cruce con especificaciones y alcances	51
c. Alertas de “scope gaps”	51
3. Enriquecimiento con catálogos y series de precios	52
a. Normalización y mapeo de partidas.....	52
b. Factores de localización y productividad	52
c. Historias de coste por tipología	52
4. IA para estimación preliminar y benchmarking	53
a. Modelos paramétricos por tipología y ubicación	53
b. Rangos de coste y sensibilidad	53
c. Confianza y límites de uso	53
5. Gestión de cambios en estimación.....	54
a. Baseline 5D y control de desviaciones.....	54
b. Registros de cambios con evidencia.....	54
c. Impacto en hitos y flujo de caja	54
6. Entregables de preconstrucción.....	55
a. Informe de mediciones y supuestos.....	55
b. Resumen ejecutivo de costes (p50–p80)	55
c. Matriz de riesgos coste vinculada a partidas.....	55

Capítulo 4: Presupuestación 5D avanzada y contingencias coste-plazo..... 57

1. Construcción del presupuesto 5D	57
a. CBS/WBS y codificación homogénea	57
b. Unidades de obra y descomposición.....	58
c. Precios descompuestos y rendimientos	58
2. Curvas de aprendizaje y productividad	59
a. Factores por oficio, medio auxiliar y logística	59
b. IA para estimar rendimientos probables.....	59
c. Seguimiento vs. real en obra	60
3. Contingencias y reservas	60
a. Metodología p50/p80 y criterios de liberación	60
b. Reservas de gestión vs. técnicas	60
c. Trazabilidad en CDE	61
4. Integración con planificación y riesgos.....	61
a. Coste-plazo correlacionado	61
b. Efectos de holguras y buffers	61
c. Priorización de riesgos	62
5. Integración con ERP/BI.....	62
a. Estructuras contables y centros de coste	62
b. Cuadros de mando 5D	62
c. Reconciliación mensual	63
6. Cierre de preconstrucción (Go/No Go)	63
a. Informe de decisión con escenarios	63
b. Plan de valor y savings.....	63
c. Lecciones previas a licitar	64

PARTE TERCERA. 65

PLANIFICACIÓN PROBABILÍSTICA CON IA (PLAZOS, RIESGOS Y FORECAST) 65

Capítulo 5: De CPM/LPS/Takt a la planificación asistida por IA 65

1. Construcción del cronograma base	65
a. Estructura lógica y calendarios.....	65
b. Restricciones de suministro y permisos	66
c. Hitos contractuales y de pago	66
2. Integración con Last Planner y Takt Planning	66
a. Plan semanal comprometido y restricciones	66
b. Ritmos de producción y cuellos de botella.....	67
c. Kanban de obra y look-ahead	67
3. Predicciones y recomendaciones con IA.....	67
a. Probabilidad de retraso por paquete	67
b. Secuencias alternativas sugeridas	68
c. Alertas tempranas y mitigaciones	68
4. Buffers y protección del plazo	68
a. Buffer de proyecto y de alimentación	68
b. Dimensionado basado en riesgo	69
c. Reglas de consumo y reposición.....	69

5. Sincronización 4D–5D.....	69
a. Vinculación de actividades a partidas	69
b. Recursos y disponibilidad	70
c. Visualizaciones 4D para obra	70
6. Comunicaciones ejecutivas.....	70
a. Reporte de estatus entendible	70
b. Semáforos y variaciones clave.....	70
c. Reuniones de decisión con datos	71
Capítulo 6: Riesgos y Monte Carlo coste–plazo integrados.....	72
1. Identificación y registro de riesgos	72
a. Técnicos, logísticos y contractuales.....	72
b. Probabilidad–impacto y gatillos	73
c. Dueños del riesgo y respuesta	73
2. Cuantificación probabilística	73
a. Distribuciones por actividad/partida	73
b. Correlaciones coste–plazo.....	74
c. Runs de simulación y convergencia	74
3. Curvas S probabilísticas y fechas con confianza	75
a. p-fechas por hito	75
b. Reservas asociadas a objetivos	75
c. Visualización para dirección	75
4. Estrategias de mitigación basadas en datos	76
a. Re-secuenciación y tamaños de lote	76
b. Alternativas de recurso/proveedor	76
c. Ajuste de buffers y contingencias	76
5. Integración en CDE y trazabilidad	77
a. Versiones de análisis y supuestos.....	77
b. Evidencias para reclamaciones.....	77
c. Auditoría de cambios.....	77
6. Actualización continua	78
a. Reforecast mensual/semanal	78
b. Aprendizaje con datos de avance.....	78
c. Cierre de riesgos y lecciones.....	78
PARTE CUARTA.	80
CDE ASISTIDO POR IA (CONTROL DOCUMENTAL Y CUMPLIMIENTO).....	80
Capítulo 7: Submittals, RFIs y transmittals con IA (NLP, clasificación y plazos).....	80
1. Ingesta y normalización documental.....	80
a. Metadatos obligatorios y plantillas	80
b. Reconocimiento de texto e imágenes	81
c. Deducción automática de campos clave	81
2. Clasificación y ruteo inteligente.....	82
a. Tipificación y prioridad	82
b. Asignación al aprobador.....	82
c. SLA y vencimientos	82

3. Detección de contradicciones y duplicidades.	83
a. Cruce con planos y especificaciones.....	83
b. Consistencia entre revisiones.....	83
c. Alertas de conflicto.....	83
4. Seguimiento y accountability.....	84
a. Tablero de estado y cuellos de botella	84
b. Recordatorios automáticos	84
c. Matriz de responsabilidades.....	84
5. Evidencia para cambios y reclamaciones.....	85
a. Sellos de tiempo y versiones	85
b. Trazas de decisión	85
c. Exportables probatorios	85
6. Indicadores de rendimiento documental.	86
a. Lead time y tasa de rechazo	86
b. SLA cumplidos/incumplidos	86
c. Acciones correctivas	86
Capítulo 8: Verificación técnica y cumplimiento normativo (“policy-as-code”).....	87
1. Reglas de verificación automatizada	87
a. Checks de contenido y formatos	87
b. Requisitos de proyecto (EIR/AIR)	88
c. Normas técnicas aplicables.....	88
2. IA para lectura crítica de especificaciones	89
a. Extracción de requisitos y compatibilidades	89
b. Mapeo a paquetes y partidas	89
c. Gaps y riesgos de cumplimiento	89
3. Conformidad de entregables y hitos	90
a. Submittals críticos por fase	90
b. Aceptación con condiciones	90
c. Rechazos fundamentados.....	90
4. Auditorías y trazabilidad	91
a. Informes automáticos de evidencias.....	91
b. Muestreo y exhaustividad	91
c. Preparación para due diligence	91
5. Seguridad y permisos en el CDE	92
a. Acceso por rol y proyecto.....	92
b. Registros de acceso y uso.....	92
c. Protección de datos sensibles.....	92
6. Handover digital (as-built y O&M)	93
a. Paquetes de cierre y verificación.....	93
b. Entrega estructurada al operador	93
c. Criterios de aceptación	93
PARTE QUINTA.	95
COMPRAS, LICITACIÓN Y CAMBIOS CON IA (DE PRECONSTRUCCIÓN A OBRA).....	95
Capítulo 9: Bid leveling asistido por IA y evaluación de proveedores	95

1. Normalización de ofertas y equivalencias	95
a. Mapeo a CBS/WBS.....	95
b. Comparabilidad justa	96
c. Tratamiento de alternativos	96
2. Detección de huecos y riesgos en ofertas.....	96
a. Alcances omitidos y supuestos débiles	96
b. Riesgos de precio y plazo	97
c. Condiciones comerciales críticas	97
3. Scoring multi-criterio y recomendación	97
a. Capacidad y solvencia.....	97
b. Historial de desempeño	97
c. Sensibilidad a escenarios	98
4. Negociación basada en datos	98
a. Argumentarios con evidencia	98
b. Trade-offs coste-plazo-calidad.....	98
c. Mejores y finales (BAFO)	99
5. Integración contractual en CDE.....	99
a. Matriz de obligaciones por paquete.....	99
b. Entregables y SLA documentales.....	99
c. Plan de comunicación	99
6. Preparación para órdenes de cambio.....	100
a. Procedimientos y formularios	100
b. Criterios de aceptación.....	100
c. Reglas de impacto coste-plazo.....	100
Capítulo 10: Gestión de cambios y reclamaciones con soporte IA	102
1. Identificación y registro de cambios.....	102
a. Triggers técnicos/contractuales	102
b. Origen y responsabilidad.....	102
c. Evidencias en CDE	103
2. Cuantificación del impacto	103
a. Re-costeo 5D asociado	103
b. Reprogramación probabilística	103
c. Actualización de contingencias.....	104
3. Negociación y acuerdos.....	104
a. Propuestas fundamentadas.....	104
b. Actas y aprobaciones.....	104
c. Ajustes a hitos y pagos.....	104
4. Reclamaciones y defensa	105
a. Línea temporal probatoria.....	105
b. Peritajes y soportes	105
c. Estrategia de resolución	105
5. Control continuo.....	106
a. KPIs de cambios (frecuencia, importe)	106
b. Efecto en SPI/CPI/EAC	106
c. Acciones preventivas	106



6. Cierre y lecciones aprendidas	107
a. Estándares de documentación	107
b. Retroalimentación al estimador/planificador	107
c. Mejora del contrato tipo	107
PARTE SEXTA.	109
EJECUCIÓN Y CONTROL CON IA (EVM, AVANCE Y PREVISIÓN)	109
Capítulo 11: Seguimiento de avance, EVM con IA y previsiones de coste y plazo	109
1. Captura de progreso en obra.	109
a. Partes diarios, fotos y vídeo	109
b. Validación por hitos/partidas	110
c. Integración móvil	110
2. Cálculo de SPI/CPI y variaciones.	111
a. Curvas S reales vs. plan	111
b. Variaciones por paquete	111
c. Alertas de desviación	111
3. Forecast de coste y fecha final.	112
a. EAC/ETC con IA	112
b. Intervalos de confianza	112
c. Escenarios de recuperación	112
4. Planes de recuperación y re-secuenciación.	113
a. Medidas de corto y medio plazo	113
b. Impacto en buffers	113
c. Validación de viabilidad	113
5. Reporting ejecutivo y Juntas de obra.	114
a. Narrativa basada en datos	114
b. Semáforos y riesgos top N	114
c. Acciones y responsables	114
6. Cierre mensual y control financiero.	115
a. Conciliación con ERP	115
b. Certificaciones y hitos de pago	115
c. Revisión de contingencias	115
PARTE SÉPTIMA.	117
ASISTENTES Y AGENTES EN EL CDE (RAG Y ACCIONES CONTROLADAS)	117
Capítulo 12: Diseño, despliegue y gobierno de asistentes en CDE	117
1. Arquitectura de asistentes	117
a. RAG con fuentes autorizadas	117
b. Llamadas a herramientas (acciones)	118
c. Controles de seguridad	119
2. Diseño de prompts y grounding	119
a. Contexto y citas de origen	119
b. Restricciones y estilo de respuesta	120
c. Prevención de alucinaciones	120
3. Permisos y auditoría	120

a. Autorización por rol y proyecto.....	120
b. Registro de preguntas y acciones.....	121
c. Revisión periódica.....	121
4. Casos de uso típicos	121
a. “¿Qué plano aplica?” y conflictos de versión	121
b. “¿Qué partida cambia?” impacto 5D.....	121
c. “¿Qué submittals están vencidos?”	122
5. Medición de valor de los asistentes	122
a. Ahorro de tiempo y calidad de decisión	122
b. Reducción de rechazos documentales	122
c. Influencia en SPI/CPI.....	122
6. Operación continua y mejora	123
a. Entrenamiento con feedback	123
b. Librerías de prompts y patrones	123
c. Escalado a múltiples obras	123
PARTE OCTAVA.....	125
DESPLIEGUE, ROI, GLOSARIO Y REFERENCIAS.....	125
Capítulo 13: Implantación por madurez, ROI y referencias	125
1. Roadmap por fases	125
a. Quick wins (CDE y 5D).....	125
b. Pilotos de planificación probabilística	126
c. Escalado a cartera.....	126
2. Cambio organizativo y formación	127
a. Capacitación por rol.....	127
b. Comunidades de práctica	128
c. Gobierno de procesos.....	128
3. Modelo económico y ROI	128
a. Costes de adopción	128
b. Ahorros y reducción de riesgos	129
c. Caso de negocio	129
4. Gestión de proveedores y ecosistema.....	130
a. Criterios de selección.....	130
b. Contratos de datos y SLA.....	130
c. Auditorías y continuidad.....	130
5. Glosario de términos y acrónimos	131
a. Estimación 5D y planificación probabilística	131
b. CDE y documentación	131
c. EVM y métricas clave.....	132
6. Bibliografía y estándares de referencia	133
a. Normas y buenas prácticas.....	133
b. Guías técnicas complementarias.....	133
c. Recursos para actualización continua.....	133
PARTE NOVENA	135
HERRAMIENTAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) PARA PRECONSTRUCCIÓN Y OBRA: CHECKLISTS Y	

FORMULARIOS	135
--------------------------	------------

Capítulo 14: Checklists de estimación 5D y calidad de datos	135
--	------------

CHECKLIST Nº 14.01 — Preparación de datos de partida (5D)	135
--	------------

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	135
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	136
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	136
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	137
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	137
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	137
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	137
Sección 8. Evidencias y referencias	137

CHECKLIST Nº 14.02 — Check de mediciones automatizadas (take-off 2D/3D)	138
--	------------

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	138
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	138
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	138
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	139
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	139
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	139
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	139
Sección 8. Evidencias y referencias	139

CHECKLIST Nº 14.03 — Validación del presupuesto 5D (integridad, precios, rendimientos y reservas)	140
--	------------

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	140
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	140
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	140
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	141
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	141
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	141
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	141
Sección 8. Evidencias y referencias	141

CHECKLIST Nº 14.04 — Riesgos coste-plazo y datos para Monte Carlo	142
--	------------

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	142
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	142
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	142
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	143
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	143
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	143
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	143
Sección 8. Evidencias y referencias	143

CHECKLIST Nº 14.05 — Revisión de integraciones (ERP/BI/Planificación)	144
--	------------

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	144
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	144
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	144
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	145
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	145
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	145
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	145
Sección 8. Evidencias y referencias	145

FORMULARIO Nº 14.06 — Acta de cierre de Preconstrucción (Baselines y transición a obra)....	146
--	------------

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	146
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	146
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	146
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	147
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	147
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	147
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	147
Sección 8. Evidencias y referencias	147

Capítulo 15: Formularios de licitación y evaluación de ofertas (bid leveling)148

FORMULARIO Nº 15.01 — Invitación a licitación y alcance detallado (paquete: Fachada ventilada y carpinterías).....148

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	148
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	149
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	149
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	149
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	149
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	150
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	150
Sección 8. Evidencias y referencias	150

FORMULARIO Nº 15.02 — Matriz de equivalencias de partidas (normalización CBS/WBS)150

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	150
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	151
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	151
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	151
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	151
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	151
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	152
Sección 8. Evidencias y referencias	152

FORMULARIO Nº 15.03 — Hoja de evaluación técnica y económica (criterios y ponderaciones)152

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	152
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	153
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	153
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	153
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	153
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	153
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	154
Sección 8. Evidencias y referencias	154

FORMULARIO Nº 15.04 — Registro de aclaraciones y enmiendas (control de versiones en CDE)154

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	154
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	154
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	155
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	155
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	155
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	155
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	155
Sección 8. Evidencias y referencias	156

FORMULARIO Nº 15.05 — Informe comparativo y recomendación de adjudicación156

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	156
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	156

Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	156
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	157
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	157
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	157
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	157
Sección 8. Evidencias y referencias	157

FORMULARIO Nº 15.06 — Carta de adjudicación y kickoff (cláusulas de datos y CDE)158

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	158
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	158
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	158
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	159
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	159
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	159
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	159
Sección 8. Evidencias y referencias	159

Capítulo 16: Formularios CDE (submittals, RFIs, transmittals) y control documental160

FORMULARIO Nº 16.01 — Submittal de material y sistema constructivo (ejemplo cumplimentado)160

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	160
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	161
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	161
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	161
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	161
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	161
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	162
Sección 8. Evidencias y referencias	162

FORMULARIO Nº 16.02 — RFI técnica (ejemplo cumplimentado)162

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	162
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	162
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	163
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	163
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	163
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	163
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	163
Sección 8. Evidencias y referencias	164

FORMULARIO Nº 16.03 — Transmittal documental (ejemplo cumplimentado)164

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	164
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	164
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	165
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	165
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	165
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	165
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	165
Sección 8. Evidencias y referencias	165

CHECKLIST Nº 16.04 — Reglas de nombrado, versionado y estados en CDE166

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	166
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	166
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	166
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	167

Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	167
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	167
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	167
Sección 8. Evidencias y referencias	167
FORMULARIO Nº 16.05 — Matriz de rutas de aprobación y SLA por tipo documental	168
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	168
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	168
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	168
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	168
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	169
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	169
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	169
Sección 8. Evidencias y referencias	169
FORMULARIO Nº 16.06 — Registro de decisiones y evidencias probatorias	169
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	170
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	170
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	170
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	170
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	170
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	171
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	171
Sección 8. Evidencias y referencias	171
CHECKLIST Nº 16.07 — Matriz de compatibilidad documental y check de conflictos.....	171
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	171
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	172
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	172
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	172
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	172
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	172
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	172
Sección 8. Evidencias y referencias	173
FORMULARIO Nº 16.08 — Informe semanal de documentación (KPIs, backlog, prioridades y riesgos)	173
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	173
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	173
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	173
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	174
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	174
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	174
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	174
Sección 8. Evidencias y referencias	174
FORMULARIO Nº 16.09 — Handover documental de fin de obra (as-built y O&M).....	175
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	175
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	175
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	175
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	175
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	176
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	176
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	176
Sección 8. Evidencias y referencias	176

Capítulo 17: Checklists de seguimiento, EVM y gestión de cambios en obra177

CHECKLIST Nº 17.01 — Diario de avance en obra (captura, evidencias y validaciones)177

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	177
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	178
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	178
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	178
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	178
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	178
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	178
Sección 8. Evidencias y referencias	179

CHECKLIST Nº 17.02 — Semanal de avance y restricciones (LPS/Takt).....179

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	179
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	179
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	180
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	180
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	180
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	180
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	180
Sección 8. Evidencias y referencias	181

FORMULARIO Nº 17.03 — Control EVM y forecast (SPI/CPI, EAC/ETC y escenarios)181

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	181
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	181
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	181
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	182
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	182
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	182
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	182
Sección 8. Evidencias y referencias	182

CHECKLIST Nº 17.04 — Acciones correctivas y planes de recuperación183

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	183
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	183
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	183
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	183
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	184
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	184
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	184
Sección 8. Evidencias y referencias	184

FORMULARIO Nº 17.05 — Registro de cambio en obra (identificación e impacto 5D-plazo).....184

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	185
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	185
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	185
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	185
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	185
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	185
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	186
Sección 8. Evidencias y referencias	186

FORMULARIO Nº 17.06 — Aprobación de cambio y comunicación (acta y distribución)186

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	186
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	186

Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	187
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	187
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	187
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	187
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	187
Sección 8. Evidencias y referencias	187
CHECKLIST Nº 17.07 — Actualización de baselines (cronograma y 5D) tras cambios	188
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	188
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	188
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	188
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	188
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	189
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	189
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	189
Sección 8. Evidencias y referencias	189
CHECKLIST Nº 17.08 — Reunión de producción y coordinación (agenda, riesgos top N y compromisos).....	189
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	190
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	190
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	190
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	190
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	190
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	190
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	191
Sección 8. Evidencias y referencias	191
FORMULARIO Nº 17.09 — Informe ejecutivo semanal (semáforos, riesgos y recomendaciones)	191
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	191
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	191
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	192
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	192
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	192
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	192
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	192
Sección 8. Evidencias y referencias	192
CHECKLIST Nº 17.10 — Cierre de obra y lecciones aprendidas (evaluación de objetivos)	193
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	193
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	193
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	193
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	193
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	194
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	194
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	194
Sección 8. Evidencias y referencias	194
FORMULARIO Nº 17.11 — Transferencia de conocimiento y mejora del playbook	194
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	195
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	195
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	195
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	195
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	195
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	195

Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	196
Sección 8. Evidencias y referencias	196
Capítulo 18: Plantillas y dashboards listos para uso profesional.....	197
FORMULARIO Nº 18.01 — Informe ejecutivo One-Page de coste y plazo	197
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	197
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	197
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	198
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	198
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	198
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	198
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	198
Sección 8. Evidencias y referencias	199
FORMULARIO Nº 18.02 — Curvas S y p-fechas (económica y física)	199
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	199
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	199
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	199
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	200
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	200
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	200
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	200
Sección 8. Evidencias y referencias	200
CHECKLIST Nº 18.03 — Resumen ejecutivo de riesgos (top N y mitigaciones).....	200
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	201
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	201
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	201
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	201
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	201
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	201
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	202
Sección 8. Evidencias y referencias	202
FORMULARIO Nº 18.04 — Dashboard de preconstrucción: calidad de datos 5D.....	202
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	202
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	202
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	203
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	203
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	203
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	203
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	203
Sección 8. Evidencias y referencias	203
FORMULARIO Nº 18.05 — Dashboard de preconstrucción: alineamiento con ERP.....	204
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	204
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	204
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	204
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	204
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	204
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	205
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	205
Sección 8. Evidencias y referencias	205
FORMULARIO Nº 18.06 — Dashboard de preconstrucción: savings y decisiones	205

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	205
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	206
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	206
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	206
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	206
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	206
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	206
Sección 8. Evidencias y referencias	206
FORMULARIO Nº 18.07 — Dashboard EVM: SPI/CPI por paquete	207
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	207
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	207
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	207
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	207
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	207
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	208
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	208
Sección 8. Evidencias y referencias	208
FORMULARIO Nº 18.08 — Dashboard EVM: forecast con bandas	208
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	208
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	208
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	209
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	209
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	209
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	209
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	209
Sección 8. Evidencias y referencias	209
CHECKLIST Nº 18.09 — Dashboard EVM: alertas y acciones	210
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	210
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	210
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	210
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	210
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	210
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	210
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	211
Sección 8. Evidencias y referencias	211
FORMULARIO Nº 18.10 — Panel documental CDE: SLA y colas	211
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	211
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	211
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	211
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	212
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	212
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	212
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	212
Sección 8. Evidencias y referencias	212
CHECKLIST Nº 18.11 — Panel CDE: submittals críticos	212
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	213
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	213
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	213
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	213
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	213

Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	213
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	213
Sección 8. Evidencias y referencias	214
FORMULARIO Nº 18.12 — Panel CDE: KPIs de ciclo documental	214
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	214
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	214
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	214
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	214
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes	215
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	215
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	215
Sección 8. Evidencias y referencias	215
FORMULARIO Nº 18.13 — Reporte de cambios: impactos acumulados.....	215
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	215
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	216
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	216
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	216
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes	216
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	216
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	216
Sección 8. Evidencias y referencias	216
FORMULARIO Nº 18.14 — Reporte de reclamaciones: estado de negociación.....	217
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	217
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	217
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	217
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	217
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes	218
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	218
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	218
Sección 8. Evidencias y referencias	218
CHECKLIST Nº 18.15 — Reporte de cambios y reclamaciones: proyecciones.....	218
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	218
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	219
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	219
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	219
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes	219
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	219
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	219
Sección 8. Evidencias y referencias	219
CHECKLIST Nº 18.16 — Pack de cierre: checklist de entregables	220
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	220
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	220
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	220
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	220
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes	220
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	220
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	221
Sección 8. Evidencias y referencias	221
FORMULARIO Nº 18.17 — Pack de cierre: verificación de conformidad	221

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	221
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	221
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	222
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	222
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	222
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	222
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	222
Sección 8. Evidencias y referencias	222
FORMULARIO Nº 18.18 — Pack de cierre: índice de dossier final	223
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	223
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	223
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	223
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	223
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	223
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	224
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	224
Sección 8. Evidencias y referencias	224
PARTE DÉCIMA.	225
PRÁCTICA DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) PARA PRECONSTRUCCIÓN Y OBRA.....	225
Capítulo 19: Casos de edificación (residencial y dotacional)	225
1. Vivienda en altura urbana (España).	225
a. Estimación 5D y Monte Carlo de plazos	225
b. Bid leveling y cambios de estructura	226
c. Resultados y lecciones	226
2. Colegio público (LatAm).	226
a. Restricciones logísticas y LPS	226
b. CDE y submittals críticos	227
c. Resultados y lecciones	227
3. Residencial industrializado.	227
a. Productividad y curvas de aprendizaje	227
b. Buffers y abastecimiento.....	228
c. Resultados y lecciones	228
4. Rehabilitación con ocupación.	228
a. Fases y riesgos de convivencia	228
b. Documentación y permisos	228
c. Resultados y lecciones	229
5. Vivienda asequible con múltiples contratistas.....	229
a. Normalización de ofertas	229
b. Control EVM multicontrato	229
c. Resultados y lecciones	230
6. Handover digital a explotación.	230
a. Paquetes as-built/O&M.....	230
b. Verificaciones y checklist.....	230
c. Resultados y lecciones	231
Capítulo 20: Casos no residenciales e infraestructuras	232
1. Hospital de alta complejidad.	232

a. Planificación probabilística y áreas críticas	232
b. Submittals MEP y trazabilidad	233
c. Resultados y lecciones	233
2. Oficinas con fit-out por fases.	233
a. Re-secuenciación con IA	233
b. Cambios de alcance tardíos	234
c. Resultados y lecciones	234
3. Centro logístico periférico.	234
a. Riesgos de suministro y buffers	234
b. Control 5D y forecast	234
c. Resultados y lecciones	235
4. Carretera interurbana.	235
a. Takt y frentes de obra	235
b. Monte Carlo por climatología	235
c. Resultados y lecciones	236
5. Planta de tratamiento de agua.	236
a. Integración 4D-5D y commissioning documental	236
b. Gestión de cambios contractuales	236
c. Resultados y lecciones	236
6. Ferrocarril urbano (tramo crítico).	237
a. Restricciones y ocupaciones	237
b. CDE con múltiples actores	237
c. Resultados y lecciones	237
Capítulo 21: Casos prácticos de inteligencia artificial (IA) para preconstrucción y obra....	238
Caso práctico 1. "INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) PARA PRECONSTRUCCIÓN Y OBRA." Arranque de una estimación 5D asistida por IA en la licitación de un edificio de oficinas.	238
Causa del Problema	238
Soluciones Propuestas	238
1) Puesta en marcha del CDE y gobierno del dato desde el día 1	238
2) Normalización de la Estructura de Costes (CBS) y WBS antes de medir	239
3) Take-off semiautomatizado desde IFC y 2D con control de calidad dirigido	239
4) Enriquecimiento BC3 y precios descompuestos con factores de localización y rendimientos	239
5) Estimación paramétrica preliminar y benchmarking de coste por tipología	239
6) Evaluación probabilística coste-plazo (Monte Carlo) y definición de reservas	239
7) Integración 4D-5D y generación de curva S de costes y hitos de pago	240
8) Bid leveling preliminar de paquetes críticos (fachada y MEP) con IA	240
9) Gestión temprana de RFIs y submittals críticos con SLA en el CDE	240
10) Gobierno, auditoría y KPIs de preconstrucción	240
Consecuencias Previstas	241
Resultados de las Medidas Adoptadas	241
Lecciones Aprendidas	242
Caso práctico 2. "INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) PARA PRECONSTRUCCIÓN Y OBRA." Planificación probabilística con IA y buffers dinámicos en un residencial en altura con prefabricados.	244
Causa del Problema	244
Soluciones Propuestas	244
1) Baseline lógico y restricciones integradas (CPM+calendarios) como entrada a IA	244
2) Registro de riesgos cuantificable y correlaciones coste-plazo	244
3) Monte Carlo con IA (20.000 corridas) y cálculo de p-fechas/p-costes	245

4) Diseño de buffers: proyecto, alimentación y protección de Takt	245
5) Integración LPS/Takt con recomendaciones de IA	245
6) 4D para logística de grúas y rutas de montaje de prefabricados.....	245
7) Gestión de submittals críticos y RFIs en CDE con SLA y ruteo inteligente	245
8) Estrategia de compras y contratos con datos: dual sourcing y BAFO con evidencia	246
9) Modelo meteorológico y de permisos embebido en el forecast	246
10) EVM con IA: SPI/CPI y EAC/ETC probabilísticos	246
11) Tableros ejecutivos y narrativa para decisiones	246
12) Gobierno del dato, permisos y auditoría	246
Consecuencias Previstas.....	247
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	247
Lecciones Aprendidas.....	248

Caso práctico 3. "INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) PARA PRECONSTRUCCIÓN Y OBRA." Automatización de submittals, RFIs y cumplimiento técnico en CDE con IA para una planta de tratamiento de agua.

.....	250
Causa del Problema	250
Soluciones Propuestas.....	250
1) Ingesta y normalización documental con metadatos obligatorios	250
2) Clasificación automática de submittals y RFIs por NLP	250
3) Ruteo inteligente y definición de SLAs con escalado	250
4) Detección de contradicciones y duplicidades ("conflict checker")	251
5) "Policy-as-code" de cumplimiento técnico	251
6) Matriz de compatibilidad documental (planos–especificaciones–submittals).....	251
7) Gestión de revisiones y trazabilidad probatoria	251
8) Bibliotecas de submittals aprobados y reutilización.....	251
9) Integración con planificación y riesgos (4D/5D)	252
10) Panel de control de desempeño y KPIs.....	252
11) Capacitación por rol y "playbooks"	252
12) Seguridad y permisos granulares	252
Consecuencias Previstas.....	252
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	253
Lecciones Aprendidas.....	254

Caso práctico 4. "INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) PARA PRECONSTRUCCIÓN Y OBRA." Planificación de fases y cortes MEP asistida por IA en la rehabilitación de un hospital en funcionamiento.

.....	256
Causa del Problema	256
Soluciones Propuestas.....	256
1) CDE clínico-constructivo con "policy-as-code" ICRA y permisos hospitalarios.....	256
2) Gemelo 4D–5D de fases hospitalarias con microzonas Takt	256
3) Optimización multiobjetivo de ventanas de corte MEP con IA	257
4) Monte Carlo coste–plazo con correlaciones clínicas (20.000 simulaciones)	257
5) Submittals críticos y RFIs con ruteo clínico-técnico y SLA reforzado	257
6) Sensores temporales y visión para verificación de gating ICRA.....	257
7) Micro-logística y rutas "no contacto" asistidas por IA.....	258
8) Contratación y cambios: BAFO con precios nocturnos y reservas disciplinadas	258
9) EVM con IA: SPI/CPI y "SPI clínico" (camas/quirófanos disponibles).....	258
10) Comunicación ejecutiva y alertas 72/24 horas	258
Consecuencias Previstas.....	258
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	259
Lecciones Aprendidas.....	260

Caso práctico 5. "INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) PARA PRECONSTRUCCIÓN Y OBRA." Bid leveling con IA y control EVM multicontrato en un programa de vivienda asequible.....

Causa del Problema	262
Soluciones Propuestas	262
1) Estructura unificada CBS/WBS y taxonomía de partidas	262
2) Plantillas y formularios de oferta normalizados (BC3 + anexos)	262
3) Bid leveling asistido por IA (detección de huecos y equivalencias)	263
4) Scoring multicriterio con desempeño histórico y capacidad operativa	263
5) Monte Carlo coste-plazo por paquete y correlaciones interpaquetes	263
6) BAFO con evidencia y alternativas de valor (VE)	263
7) Contratos con cláusulas de datos y CDE (policy-as-code)	263
8) Integración 4D-5D y curva S multicontrato	263
9) EVM multicontrato con IA (SPI/CPI por paquete y portfolio)	264
10) Gestión de cambios y reclamaciones con soporte IA	264
11) Plan de movilización y onboarding digital por rol	264
12) Gobierno de permisos, seguridad y solvencia	264
Consecuencias Previstas	264
Resultados de las Medidas Adoptadas	265
Lecciones Aprendidas	266

Caso práctico 6. "INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) PARA PRECONSTRUCCIÓN Y OBRA." Planificación Monte Carlo y buffers estacionales en una carretera interurbana.268

Causa del Problema	268
Soluciones Propuestas	268
1) Estructura de datos y CDE con "policy-as-code" ambiental y de permisos	268
2) Registro de riesgos con gatillos medibles y dueños de riesgo	268
3) Monte Carlo coste-plazo con correlaciones (25.000 simulaciones)	269
4) Secuenciación 4D con ventanas estacionales y "no-regrets moves"	269
5) Buffers explícitos (CCPM) de proyecto y alimentación	269
6) Estrategia de suministro dual y acopios críticos	269
7) Ingeniería de valor climática (alternativas de mezcla y métodos)	269
8) Gestión de servicios afectados con detección anticipada	270
9) Permisos "marco" y ruteo de RFIs con SLA	270
10) EVM probabilístico y reforecast mensual	270
11) Gobernanza económico-contractual y reservas	270
12) Seguridad y medio ambiente con sensórica	270
Consecuencias Previstas	270
Resultados de las Medidas Adoptadas	271
Lecciones Aprendidas	272

Caso práctico 7. "INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) PARA PRECONSTRUCCIÓN Y OBRA." Gestión de posesiones de vía y obra nocturna con IA en un tramo crítico de ferrocarril urbano.....274

Causa del Problema	274
Soluciones Propuestas	274
1) CDE ferroviario con "policy-as-code" de seguridad y permisos	274
2) Modelado 4D-5D por "bloques de posesión" y microtarefas de 15-30 min	274
3) Optimización de posesiones con IA (programación entera + heurísticas)	275
4) Registro de riesgos con gatillos medibles y Monte Carlo coste-plazo (30.000 corridas)	275
5) Sensórica y verificación de ruido/vibraciones con IA	275
6) Gestión de servicios afectados con detección anticipada 3D	275
7) Submittals críticos ferroviarios con ruteo experto y SLA	275
8) Ingeniería de valor para "trabajo fuera de posesión"	276
9) EVM probabilístico y control por "rendimiento por posesión"	276
10) Contratación y gobierno: anexos de datos y penalizaciones/bonos por posesión	276
11) Plan de comunicación vecinal y eventos	276
12) Seguridad operacional reforzada	276

Consecuencias Previstas.....	277
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	277
Lecciones Aprendidas.....	278

Caso práctico 8. "INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) PARA PRECONSTRUCCIÓN Y OBRA." Planificación probabilística y control 5D en un centro logístico periférico con riesgos de suministro.....280

Causa del Problema.....	280
Soluciones Propuestas.....	280
1) CDE asistido con "policy-as-code" y taxonomía 5D común.....	280
2) Estimación 5D híbrida (bottom-up + paramétrica) y control de supuestos.....	280
3) Bid leveling con IA en paquetes críticos (estructura, panel sándwich, PCI, MT/BT, FV).....	281
4) Monte Carlo coste-plazo (30.000 simulaciones) con correlaciones de suministro.....	281
5) Planificación 4D por zonas Takt y "no-regrets moves".....	281
6) Ingeniería de valor técnica: diseño losa-racks y planimetría garantizada.....	281
7) Compras con datos: dual sourcing y compras tempranas de largo plazo.....	281
8) Submittals críticos y RFIs con SLA y "conflict checker".....	282
9) Buffers explícitos y reglas de consumo/reposición.....	282
10) EVM con IA y forecast financiero (curva S y tesorería).....	282
11) Handover digital y "golden submittals".....	282
12) Seguridad y compliance.....	282
Consecuencias Previstas.....	283
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	283
Lecciones Aprendidas.....	284

Caso práctico 9. "INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) PARA PRECONSTRUCCIÓN Y OBRA." Fast-track de un data center con compras de largo plazo, planificación probabilística y commissioning digital. .286

Causa del Problema.....	286
Soluciones Propuestas.....	286
1) CDE de misión crítica con "policy-as-code" (niveles de commissioning 1-5).....	286
2) Estimación 5D híbrida (bottom-up + benchmarking por MW IT).....	287
3) Diseño de arquitectura eléctrica "decidable" y bloqueo temprano de opciones.....	287
4) Bid leveling con IA en paquetes de largo plazo (MT/BT, UPS, generadores, chillers/CRAH).....	287
5) Monte Carlo coste-plazo (30.000 corridas) con correlaciones de suministro y pruebas.....	287
6) Compras tempranas y dual sourcing con contratos de capacidad mínima.....	288
7) 4D por salas técnicas y white space con Takt y "no-regrets".....	288
8) Commissioning digital con IA y gemelo operativo (L3→L5).....	288
9) Gestión de cambios y reclamaciones con línea temporal probatoria.....	288
10) EVM probabilístico y forecast financiero (curva S/PUE).....	289
11) Seguridad, permisos y ciberseguridad OT.....	289
12) Plan de handover digital (as-built/O&M/DCIM).....	289
Consecuencias Previstas.....	289
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	290
Lecciones Aprendidas.....	291

Caso práctico 10. "INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) PARA PRECONSTRUCCIÓN Y OBRA." Gestión de cambios y reclamaciones con IA en una planta fotovoltaica con subestación y línea de evacuación.293

Causa del Problema.....	293
Soluciones Propuestas.....	293
1) CDE con línea temporal probatoria (eDiscovery técnico) y "policy-as-code" de cambios.....	293
2) Registro y tipificación de cambios con IA (NLP + visión).....	293
3) Re-costeo 5D automático vinculado a la CBS y a series de precios.....	294
4) Reprogramación probabilística (Monte Carlo) con correlaciones de suministro y permisos.....	294
5) Negociación basada en datos (BAFO de cambio) y "árbol de decisiones".....	294

6) Gestión disciplinada de reservas (técnica vs. gestión) y reglas de consumo	294
7) Evidencia visual y sensorica de campo	295
8) Modelos paramétricos de producción y rendimiento eléctrico	295
9) Gestión de órdenes de cambio (formularios y SLA)	295
10) Integración 4D–5D para plan de recuperación	295
11) EVM con IA y reporting ejecutivo	295
12) Preparación de peritaje y, si procede, reclamación final.....	295
Consecuencias Previstas.....	296
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	296
Lecciones Aprendidas.....	298

Caso práctico 11. "INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) PARA PRECONSTRUCCIÓN Y OBRA." Seguimiento de avance con IA, EVM probabilístico y forecast de coste–plazo en una torre de oficinas con fit-out premium.300

Causa del Problema	300
Soluciones Propuestas.....	300
1) Normalización 5D–4D y “baseline de verdad” (as-built de planificación)	300
2) Captura de progreso multimodal (móvil + 360º + dron) integrada en CDE.....	300
3) Visión por computador para % completado por sistema/espacio.....	301
4) NLP sobre partes e incidencias para “avance útil” y retrabajos	301
5) Integración con ERP para coste real, compromisos y proyecciones	301
6) EVM con IA: SPI/CPI y EAC/ETC probabilísticos	301
7) Monte Carlo de fechas con correlaciones coste–plazo	301
8) Planes de recuperación con recomendador de re-secuencias y lotes	302
9) Buffers explícitos y reglas de consumo/reposición (BP/BA)	302
10) Control de calidad predictivo (NCRs evitables).....	302
11) Tablero ejecutivo “one-page” para comités de decisión	302
12) Gobierno del dato, permisos y seguridad	302
Consecuencias Previstas.....	303
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	303
Lecciones Aprendidas.....	304

Caso práctico 12. "INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) PARA PRECONSTRUCCIÓN Y OBRA." Implementación controlada de asistentes RAG en el CDE para consultas técnicas y acciones documentales.....306

Causa del Problema	306
Soluciones Propuestas.....	306
1) Arquitectura de asistentes RAG por proyecto y fuentes autorizadas.....	306
2) Diseño de prompts y grounding con citas obligatorias.....	306
3) Acciones controladas (“tool calls”) con permisos y flujo de aprobación	307
4) Seguridad y privacidad: RBAC/ABAC y filtrado de datos sensibles	307
5) Gobierno del dato y frescura: pipelines de ingesta y reconciliación de versiones	307
6) Prevención de alucinaciones y “no-answer policy”	307
7) Evaluación offline/online con “golden set” y A/B de respuestas	307
8) Integración con 4D/5D y ERP/planificación	308
9) Internacionalización y neutralidad normativa	308
10) Despliegue por fases y “champions”	308
11) KPIs y cuadros de mando	308
12) Modelo económico y ROI.....	308
Consecuencias Previstas.....	309
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	309
Lecciones Aprendidas.....	310

Caso práctico 13. "INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) PARA PRECONSTRUCCIÓN Y OBRA." Implantación

por fases y cálculo de ROI en una empresa constructora multipaís.	312
Causa del Problema	312
Soluciones Propuestas	312
1) Diagnóstico de madurez y segmentación por oleadas	312
2) Plan director 18 meses con "quick wins" y gates de decisión	312
3) Arquitectura corporativa del dato y CDE común	312
4) Normalización 5D y diccionario BC3 corporativo	313
5) Planificación probabilística y buffers	313
6) Submittals/RFIs con IA (clasificación, ruteo y "conflict checker")	313
7) EVM con IA y forecast de coste-plazo	313
8) Asistentes RAG por proyecto (solo lectura + acciones controladas)	313
9) Capacitación por rol ("campus IA en obra")	313
10) KPIs corporativos y dashboards ejecutivos	314
11) Modelo económico y ROI con trazabilidad	314
12) Seguridad y cumplimiento	314
13) Gestión de proveedores y contratos	314
14) Escalado y automatización	314
Consecuencias Previstas	315
Resultados de las Medidas Adoptadas	315
Lecciones Aprendidas	316

Caso práctico 14. "INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) PARA PRECONSTRUCCIÓN Y OBRA." Checklists de estimación 5D y calidad de datos para una licitación internacional de campus universitario. ...318

Causa del Problema	318
Soluciones Propuestas	318
1) Estructura corporativa 5D y contrato de datos de licitación	318
2) Ingesta en CDE y normalización con IA	318
3) Take-off automatizado 2D/3D con "doble contabilidad"	319
4) Checklists de calidad de datos 5D (automatizados)	319
5) Enriquecimiento con series de precios y benchmarks	319
6) Estimación híbrida (bottom-up + paramétrica)	319
7) Validación de coherencia técnica multidisciplinar	319
8) Planificación base y sincronización 4D-5D	319
9) Monte Carlo coste-plazo y reservas p50/p80	320
10) Biblioteca de "supuestos y exclusiones" con trazabilidad	320
11) QA de precios descompuestos y rendimientos	320
12) Curva S ejecutiva y perfil de tesorería	320
13) Gobierno, permisos y seguridad del dato	320
Consecuencias Previstas	321
Resultados de las Medidas Adoptadas	321
Lecciones Aprendidas	322

Caso práctico 15. "INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) PARA PRECONSTRUCCIÓN Y OBRA." Formularios de licitación y evaluación de ofertas (bid leveling) con IA para paquetes MEP y envolvente en un proyecto multipaquete.324

Causa del Problema	324
Soluciones Propuestas	324
1) Formulario de invitación y alcance detallado con "policy-as-code"	324
2) Plantilla de Q&A y gobernanza de aclaraciones	324
3) Entregables obligatorios y checklists por paquete	325
4) Matriz de equivalencias y normalización BC3	325
5) Reglas de conversión y factores de localización/productividad	325
6) Campos obligatorios críticos (rendimientos, medios auxiliares y plazos de suministro)	325

7) Hoja de evaluación técnica y económica (scoring multicriterio)	325
8) Registro de aclaraciones y enmiendas versionado	326
9) Informe comparativo y recomendación con sensibilidad a escenarios	326
10) Carta de adjudicación y kickoff con anexos de dato y CDE	326
11) IA para detección de huecos, exclusiones encubiertas y riesgos de lead time	326
12) Comprobaciones de integridad y logs de auditoría ("four-eyes principle")	326
Consecuencias Previstas	327
Resultados de las Medidas Adoptadas	327
Lecciones Aprendidas	328

Caso práctico 16. "INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) PARA PRECONSTRUCCIÓN Y OBRA." Formularios CDE para submittals, RFIs y transmittals con control documental y trazabilidad ejecutiva.....330

Causa del Problema	330
Soluciones Propuestas	330
1) Librería corporativa de formularios CDE y "policy-as-code"	330
2) Ingesta inteligente con NLP y deducción de metadatos	330
3) Ruteo y SLA por rol con recordatorios y escalado	331
4) "Conflict checker" plano-especificación-submittal	331
5) RFIs estructuradas con tipificación y plantillas de causa-efecto	331
6) Transmittals con acuse y huella probatoria	331
7) Control de versiones y "plano aplicable ahora"	331
8) Auditoría, permisos y segregación de funciones (RBAC/ABAC)	331
9) Indicadores de rendimiento documental y tableros	332
10) Formación por rol y onboarding a subcontratas	332
11) Handover documental y exportables probatorios	332
12) Modelo económico y reservas de implantación	332
Consecuencias Previstas	332
Resultados de las Medidas Adoptadas	333
Lecciones Aprendidas	334

Caso práctico 17. "INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) PARA PRECONSTRUCCIÓN Y OBRA." Checklists de seguimiento, EVM y gestión de cambios en un complejo hotelero con apertura estacional comprometida.....336

Causa del Problema	336
Soluciones Propuestas	336
1) Checklist diario/semanal de avance con captura multimodal	336
2) Control de incidencias y restricciones (LPS/look-ahead) integrado	336
3) % completado validado por partida (4D-5D)	337
4) EVM probabilístico con bandas y TCPI	337
5) Monte Carlo de fechas correlacionado con buffers explícitos	337
6) Gestión de cambios con "policy-as-code" contractual	337
7) Reconciliación mensual ERP↔CBS y control financiero	337
8) Reuniones de producción y coordinación con agenda tipo	338
9) QA/QC predictivo para evitar retrabajos	338
10) Gestión de cambios en obra (formularios, aprobaciones, baseline)	338
11) Reporting financiero y de tesorería (curva S con bandas)	338
12) Plan de formación por rol y RACI de decisiones	338
Consecuencias Previstas	338
Resultados de las Medidas Adoptadas	339
Lecciones Aprendidas	340

Caso práctico 18. "INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) PARA PRECONSTRUCCIÓN Y OBRA." Implantación de plantillas y dashboards ejecutivos 4D-5D-CDE en una cartera internacional de proyectos. 342

Causa del Problema	342
--------------------------	-----

Soluciones Propuestas.....	342
1) Biblioteca corporativa de plantillas "one-page" para dirección	342
2) Modelo de datos común 4D-5D-ERP-CDE (semantic layer).....	342
3) Cuadros de mando de preconstrucción (calidad 5D y readiness).....	343
4) Dashboard de obra EVM probabilístico con bandas.....	343
5) Panel documental CDE (SLA y colas).....	343
6) Reporte de cambios y reclamaciones (línea temporal probatoria)	343
7) Curva S y tesorería con bandas p50/p80	343
8) Packs de cierre y handover digital (as-built/O&M).....	343
9) Gobernanza, permisos y auditoría de dashboards	344
10) Automatizaciones de "alerta y acción"	344
11) Catálogo de visualizaciones y estándares de diseño	344
12) Programa de adopción y formación por rol.....	344
Consecuencias Previstas.....	344
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	345
Lecciones Aprendidas	346

Caso práctico 19. "INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) PARA PRECONSTRUCCIÓN Y OBRA." Estimación 5D y planificación probabilística en una torre residencial en altura con estructura mixta.348

Causa del Problema	348
Soluciones Propuestas.....	348
1) CDE asistido con "policy-as-code" para decisiones de diseño	348
2) Estimación 5D híbrida (bottom-up + paramétrica por m ² y por planta tipo)	348
3) Monte Carlo coste-plazo con correlaciones verticales y de suministro (30.000 corridas).....	349
4) Bid leveling con IA para estructura y fachada.....	349
5) 4D por Takt vertical y "círculo dorado" de planta tipo	349
6) Prefabricación selectiva (racks MEP y balcones)	349
7) Submittals y RFIs con "conflict checker" y ruteo experto	349
8) Compras tempranas y dual sourcing de vidrio/herrajes.....	350
9) QA/QC predictivo en estructura-fachada	350
10) EVM probabilístico y buffers explícitos (BP/BA)	350
11) Seguridad, permisos y logística vertical.....	350
12) Handover digital y "golden submittals"	350
Consecuencias Previstas.....	350
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	351
Lecciones Aprendidas	352

Caso práctico 20. "INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) PARA PRECONSTRUCCIÓN Y OBRA." Planificación probabilística por áreas críticas y control 5D-CDE en un hospital de alta complejidad.354

Causa del Problema	354
Soluciones Propuestas.....	354
1) CDE sanitario con "policy-as-code" por área y sistema	354
2) Estimación 5D híbrida y catálogo sanitario normalizado.....	354
3) Bid leveling IA en paquetes críticos (HVAC quirófanos, gases, eléctrica, UPS/grupos, PCI)	355
4) Planificación probabilística por áreas críticas y cadenas de suministro	355
5) 4D con Takt por bloques clínicos y "no-regrets"	355
6) Submittals críticos con ruteo experto y "conflict checker" clínico	355
7) Compras tempranas y dual sourcing de equipos de imagen y switchgear	356
8) QA/QC predictivo en salas limpias, gases y PCI	356
9) Commissioning digital clínico (IQ/OQ) con evidencia automática.....	356
10) Gestión de cambios clínicos con línea temporal probatoria.....	356
11) EVM con IA, buffers explícitos y curva S sanitaria	356
12) Seguridad y permisos operativos (clínicos y de obra).....	356
Consecuencias Previstas.....	357

Resultados de las Medidas Adoptadas.....	357
Lecciones Aprendidas.....	359

Caso práctico 21. "INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) PARA PRECONSTRUCCIÓN Y OBRA." Re-secuenciación con IA ante cambios de alcance tardíos en oficinas con fit-out por fases.360

Causa del Problema.....	360
Soluciones Propuestas.....	360
1) Congelaciones ("gates") por fase de entrega y "policy-as-code" del inquilino	360
2) 4D con Takt por frentes (núcleos, open-plan, salas, pasillos) y buffers de alimentación	360
3) Monte Carlo de plazos correlacionado con suministro y aprobaciones	361
4) IA para predicción ETA y dual sourcing de luminarias y suelos técnicos	361
5) Gestión de cambios vinculada a 5D (coste) y 4D (plazo)	361
6) RFIs y submittals críticos con ruteo experto y "conflict checker"	361
7) EVM con IA, buffers explícitos y TCPI por frente/fase	361
8) Re-secuenciación inteligente (nocturna/fin de semana) y micro-lotes	362
9) QA/QC predictivo en acabados (alineación, luminancia, acústica).....	362
10) Curva S y tesorería con bandas por fase y hitos de pago reequilibrados	362
11) Asistente RAG en CDE para "qué plano aplica" y "equivalencia de luminaria"	362
12) Formación por rol y disciplina en cambios tardíos	362
Consecuencias Previstas.....	363
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	363
Lecciones Aprendidas.....	364

Caso práctico 22. "INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) PARA PRECONSTRUCCIÓN Y OBRA." Planificación probabilística de suministro y control 5D-EVM en un centro logístico periférico de gran superficie.366

Causa del Problema.....	366
Soluciones Propuestas.....	366
1) CDE con "policy-as-code" para paquetes críticos (ESFR, soleras, Deck, paneles, muelles)	366
2) 5D granular por "línea de producción" (solera, estructura, cerramientos, PCI, racks).....	366
3) Planificación probabilística de suministro (Monte Carlo + correlaciones logísticas)	367
4) ETA predictivo y dual sourcing selectivo (ESFR, Deck, niveladores)	367
5) "Takt" de solera y estructura con ventanas climáticas y sensores	367
6) QA/QC de soleras con escaneo láser y aprendizaje de defectología	367
7) Submittals PCI ESFR y "conflict checker" con arquitectura y racks	367
8) Bid leveling de cerramientos y muelles con equivalencias controladas	368
9) EVM probabilístico con "avance útil" y TCPI por frente	368
10) Buffers explícitos de proyecto y de alimentación (BP/BA)	368
11) Curva S con bandas y plan de tesorería a 13 semanas	368
12) Formación por rol y "playbook de suministro crítico"	368
Consecuencias Previstas.....	369
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	369
Lecciones Aprendidas.....	371

Caso práctico 23. "INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) PARA PRECONSTRUCCIÓN Y OBRA." Takt, frentes de obra y Monte Carlo climático en una carretera interurbana con tráfico en servicio.372

Causa del Problema.....	372
Soluciones Propuestas.....	372
1) CDE con "policy-as-code" para permisos, desvíos de tráfico y ambiente	372
2) Segmentación productiva por Takt y frentes estables	372
3) Monte Carlo climático y calendario probabilístico	373
4) 5D granular y control de volúmenes con dron/LiDAR	373
5) IA ETA y dual sourcing para áridos y betunes	373
6) "Water first": drenaje y estabilización previa.....	373

7) 4D de gestión del tráfico y cierres de carril	373
8) QA/QC predictivo de compactación y mezclas	374
9) Verificación automática de drenaje y obras de fábrica	374
10) EVM probabilístico y buffers explícitos.....	374
11) Gestión de servicios afectados con IA geoespacial.....	374
12) Curva S con bandas y plan de tesorería a 13 semanas	374
13) Seguridad vial en obra y analítica de incidentes.....	374
14) Programa de adopción por rol y playbook de carretera	375
Consecuencias Previstas.....	375
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	375
Lecciones Aprendidas.....	377

Caso práctico 24. "INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) PARA PRECONSTRUCCIÓN Y OBRA." Integración 4D-5D y commissioning documental en una planta de tratamiento de aguas residuales (EDAR) con membranas MBR y digestión anaerobia.379

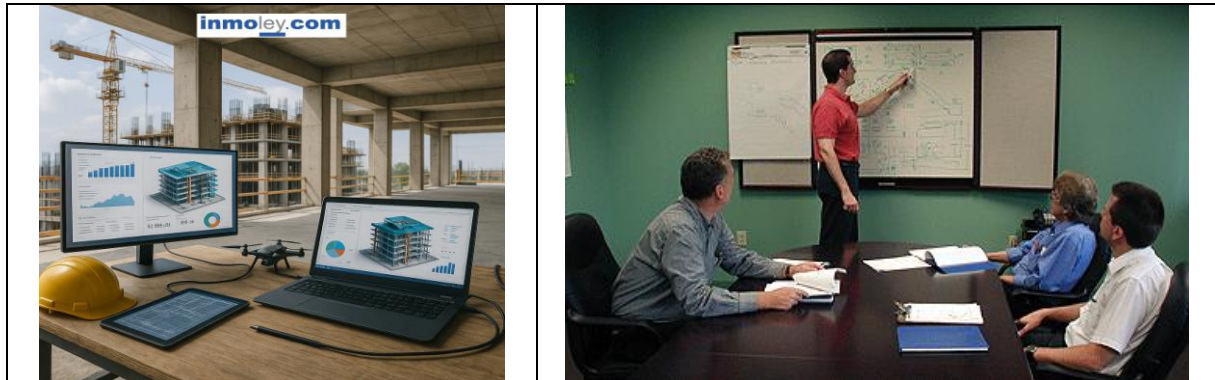
Causa del Problema	379
Soluciones Propuestas.....	379
1) CDE de proceso con "policy-as-code" y estados de información	379
2) 5D estructurado por cadena de proceso y por paquete	379
3) 4D sincronizado con 5D y ventanas de pruebas (dry/wet)	380
4) Monte Carlo coste-plazo con correlaciones de suministro y pruebas	380
5) Bid leveling IA para paquetes críticos (MBR, soplantes, MT/BT, cogeneración)	380
6) Compras tempranas con ETA predictivo y dual sourcing.....	380
7) Submittals y FAT/SAT con evidencia digital automática	380
8) Commissioning IQ/OQ/PQ "policy-as-code"	381
9) Gestión de cambios contractuales y narrativa probatoria	381
10) EVM con IA, buffers explícitos y TCPI por paquete.....	381
11) QA/QC predictivo de estanqueidad, recubrimientos e instrumentación	381
12) Handover O&M digital desde el día 1	381
Consecuencias Previstas.....	381
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	382
Lecciones Aprendidas	384

Caso práctico 25. "INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) PARA PRECONSTRUCCIÓN Y OBRA." Integración ferroviaria en tramo crítico de ferrocarril urbano: posesiones nocturnas, CBTC y vía en placa con losa flotante.386

Causa del Problema	386
Soluciones Propuestas.....	386
1) CDE ferroviario con "policy-as-code" de seguridad y aprobaciones.....	386
2) 5D por subsistemas ferroviarios con rendimientos y lead times.....	387
3) 4D con "reloj ferroviario" y ventanas de posesión	387
4) Monte Carlo coste-plazo con correlaciones de suministro-posesión-pruebas	387
5) ETA predictivo y dual sourcing selectivo	387
6) QA/QC predictivo de geometría de vía y vibraciones	387
7) Banco de pruebas HIL y "conflict checker" de señalización/energía/telecom	388
8) Gestión de cambios con "no-regrets" ferroviarios	388
9) EVM probabilístico y buffers explícitos.....	388
10) Analítica de ruido y vibración para gestión social y permisos	388
11) Seguridad y consignaciones digitales (LOTO) integradas.....	388
12) Handover ferroviario y "as-built RAMS"	389
Consecuencias Previstas.....	389
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	389
Lecciones Aprendidas	391

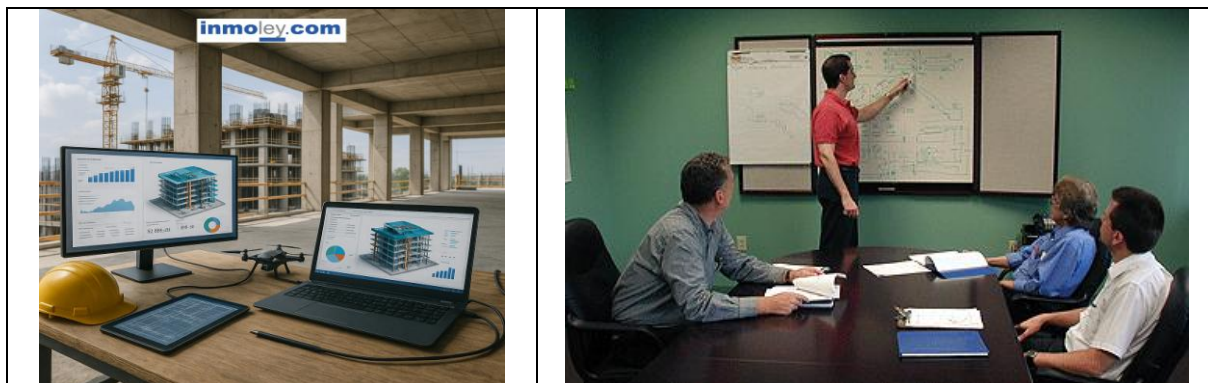


¿QUÉ APRENDERÁ?



- Estimación 5D desde modelos y planos con control de calidad
- Presupuestación avanzada con rendimientos, precios descompuestos y reservas p50/p80
- Planificación probabilística con simulación Monte Carlo y gestión de buffers
- Integración 4D-5D con cronogramas, recursos y previsión fiable
- Gobierno del dato en CDE: estados, versionado, permisos y auditoría
- Automatización documental en CDE: submittals, RFIs, transmittals y SLA
- Verificación técnica y cumplimiento mediante "policy-as-code"
- Bid leveling y evaluación de ofertas con scoring multicriterio
- Seguimiento de obra con EVM (SPI, CPI, EAC) y forecast de coste y plazo
- Asistentes de IA (RAG) en el CDE con acciones controladas y trazabilidad
- Dashboards ejecutivos y plantillas operativas para reporting y decisión
- Implantación por fases, gestión del cambio y cálculo del ROI en cartera

Introducción.



INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN PRECONSTRUCCIÓN Y OBRA: LA VENTAJA COMPETITIVA QUE TRANSFORMA COSTES, PLAZOS Y DOCUMENTACIÓN

La construcción está cambiando a gran velocidad. Márgenes ajustados, cadenas de suministro volátiles y una presión creciente por la trazabilidad exigen decisiones más rápidas y mejores. En este contexto, la inteligencia artificial (IA) deja de ser una promesa para convertirse en un factor diferencial. El reto no es solo adoptar nuevas herramientas, sino integrarlas en la gestión diaria para estimar con precisión, planificar con confianza y documentar sin fricción. Esta guía práctica responde justamente a esa necesidad: bajar la IA a obra y preconstrucción, con método, disciplina y resultados medibles.

Esta guía ofrece un recorrido completo y accionable. Explica cómo implantar estimación 5D con calidad de datos, cómo ejecutar planificación probabilística con Monte Carlo y buffers, y cómo operar un CDE asistido por IA para submittals, RFIs y transmittals. Incluye capítulos dedicados a bid leveling y licitación, gestión de cambios y reclamaciones, EVM con previsión de coste y plazo, y el despliegue de asistentes RAG con acciones controladas. Encontrarás casos reales España-LatAm, checklists y formularios listos para usar, y plantillas de dashboards para dirección. Todo ello con un enfoque neutral a estándares y aplicable a distintos niveles de madurez BIM/IA.

Como profesional, esta guía te ayudará a elevar tus estrategias y técnicas con impacto directo en tu posicionamiento y en el éxito de tus proyectos:

- Diferenciar tus ofertas con estimaciones 5D robustas y narrativas basadas en datos que generan confianza en promotor e inversor.
- Aumentar tu tasa de adjudicación mediante bid leveling transparente, criterios de evaluación claros y una gestión de aclaraciones impecable.
- Reducir incertidumbre de coste y plazo con planificación probabilística, p-fechas y reservas bien gobernadas, convirtiendo el riesgo en previsibilidad comunicable.
- Acelerar la gestión documental con CDE asistido (clasificación, ruteo y control de plazos), mejorando el cumplimiento y la trazabilidad probatoria.
- Anticipar desvíos en obra con EVM y forecasts asistidos por IA, activando planes de recuperación antes de que el problema sea visible al cliente.