



CURSO/GUÍA PRÁCTICA CONSTRUCCIÓN URBANA EN MADERA ESTRUCTURAL (CLT/GLULAM)



Índice

¿QUÉ APRENDERÁ?	29
Introducción.	30
PARTE PRIMERA.	32
VISIÓN Y ALCANCE URBANO DE LA MADERA ESTRUCTURAL (CLT/GLULAM)	32
Capítulo 1: Marco estratégico urbano para CLT/GLULAM	32
1. Concepto de “madera estructural urbana”	32
a. Diferencias con madera ligera y soluciones mixtas	32
b. Ventajas en ciudad: plazo, huella de carbono, ruido	33
c. Limitaciones: altura, normativa local, aseguramiento	33
2. Madurez de mercado en España y Latinoamérica	34
a. Drivers de demanda (residencial, dotacional, oficinas)	34
b. Barreras culturales y técnicas en entornos urbanos	34
c. Casuística de suelo, densidades y tipologías	35
3. Posicionamiento respecto a otras guías de industrialización	35
a. Enfoque específico CLT/GLULAM, no MMC genérico	35
b. Entregables técnicos: detalles, fuego, acústica, uniones	35
c. Evitar solapamientos: remisiones selectivas a otras obras	35
4. Criterios de elegibilidad del proyecto urbano en madera	36
a. Programa, parcela, servidumbres y condicionantes	36
b. Logística de acceso, acopios y grúas en ciudad	36
c. Requisitos de vecindad y horarios municipales	37
5. Indicadores clave de desempeño (KPI) en entorno urbano	37
a. Plazo de montaje y ritmo de ciclos	37
b. Coste por m ² y previsión de contingencias	37
c. Calidad acústica, vibraciones y confort	38
6. Plan maestro de la guía y ruta de entrega	38
a. Entregables por fase (diseño–licencia–obra–O&M)	38
b. Uso de checklists y formularios listos para usar	38
c. Matriz de cumplimiento y control documental	39
PARTE SEGUNDA	40
PRODUCTOS, MATERIALES Y NORMAS PARA CLT/GLULAM URBANO	40
Capítulo 2: CLT (Cross Laminated Timber) aplicado a edificación urbana	40
1. Fabricación y especificación del panel	40
a. Especies, calidades visuales/estructurales.	40
b. Dimensiones, espesores y tolerancias.	41
c. Clasificación y marcado del producto.	41
2. Prestaciones mecánicas y físicas	42
a. Módulos, resistencias y rigideces típicas.	42

b. Densidad, humedad de servicio y movimientos.....	42
c. Durabilidad y protección frente a humedad.....	43
3. Acabados visibles y no visibles en ciudad	43
a. Criterios estéticos y de exposición.	43
b. Protección UV, golpes y vandalismo.	44
c. Requisitos de limpieza y mantenimiento.....	44
4. Documentación técnica exigible	45
a. Declaraciones de prestaciones y EPD.	45
b. Ensayos y certificados compatibles con licencia.	45
c. Trazabilidad, lotes y albaranes.	46
5. Compatibilidad con otros materiales	46
a. Hormigón, acero, fachadas y MEP.....	46
b. Barreras de vapor y control higrotérmico.	47
c. Sellados y protección al fuego.	47
6. Condiciones de transporte y manipulación	48
a. Empaquetado, humedad y protección.	48
b. Elementos de izado y anclajes.....	48
c. Secuencia de descarga en vía pública.....	49
Capítulo 3: Glulam (madera laminada encolada) en pórticos y grandes luces urbanas	50
1. Tipologías de elementos glulam	50
a. Vigas rectas, curvas y pilares.	50
b. Marcos y cerchas para luces urbanas.....	51
c. Uniones prefabricadas y mecanizadas CNC.....	51
2. Prestaciones y control.....	52
a. Clasificación por resistencia.	52
b. Comportamiento reológico y flechas admisibles.	52
c. Protección superficial y durabilidad.	53
3. Integración arquitectónica en ciudad.....	53
a. Altura libre, pasajes y atrios.	53
b. Interacción con fachadas ligeras.	53
c. Requisitos de evacuación y recorridos.	54
4. Interfaces con CLT y otros sistemas	54
a. Apoyos y transferencias de carga.....	54
b. Conexiones mixtas con acero.....	55
c. Placajes, chapas y rigidizadores.....	55
5. Tolerancias y ajuste en obra	55
a. Alineación, verticalidad (el plomo) y nivelaciones.	55
b. Holguras y calzos.	56
c. Plan de verificación dimensional.	56
6. Vida útil y mantenimiento.....	56
a. Inspecciones programadas.	56
b. Reparaciones y sustituciones parciales.	57
c. Manual de uso y mantenimiento.....	57
PARTE TERCERA.....	58
DISEÑO ESTRUCTURAL URBANO EN CLT/GLULAM	58

Capítulo 4: Sistemas resistentes para edificios urbanos en madera masiva 58

1. Configuraciones estructurales típicas.....	58
a. Muros portantes CLT y pórticos glulam.....	58
b. Diafragmas de forjado y núcleos.....	59
c. Soluciones híbridas con hormigón/metal.....	59
2. Acciones y combinaciones en ciudad	60
a. Viento, sismo y empujes de fachada.....	60
b. Sobrecargas de uso urbanas.....	60
c. Estados límite y criterios de servicio.....	61
3. Estabilidad global y pandeo.....	61
a. Arriostramientos y diafragmas.....	61
b. Nudos rígidos y semi-rígidos.....	62
c. Trayectorias de carga y redundancia.....	62
4. Deformaciones y vibraciones.....	63
a. Flechas instantáneas y diferidas.....	63
b. Frecuencias propias y amortiguamiento.....	63
c. Confort peatonal y de equipos.....	63
5. Control higrotérmico estructural	64
a. Barreras y continuidad de capas.....	64
b. Humedad de equilibrio en servicio.....	64
c. Detalles anti-condensación.....	64
6. Verificación y modelización	65
a. Modelos numéricos y manuales de cálculo.....	65
b. Ensayos de apoyo y validaciones.....	65
c. Revisión independiente y peer review.....	65

Capítulo 5: Núcleos, diafragmas y comportamiento lateral en entorno urbano 67

1. Núcleos (madera/híbridos) y rigidez	67
a. Disposición, continuidad y torsión	67
b. Conexión con forjados CLT	68
c. Compatibilidad con escaleras/ascensores	68
2. Diafragmas y transmisión de esfuerzos	69
a. Placas, cordones y colectores	69
b. Uniones panel-panel y panel-viga.....	69
c. Capacidad de arrastre y anclajes	70
3. Disipación y detalles sísmicos	70
a. Conectores específicos y fusibles	70
b. Evitar fallos frágiles en madera	70
c. Mantenimiento post-sismo	71
4. Deformaciones diferidas y retraimiento.....	71
a. Fluencia y humedad.....	71
b. Juntas de dilatación	71
c. Secuencias constructivas mitigadoras	72
5. Compatibilidad con instalaciones urbanas	72
a. Huecos, patinillos y pasos MEP	72
b. Evitar debilitamiento del panel	72

c. Refuerzos locales	73
6. Pruebas y puesta en servicio	73
a. Ensayos de rigidez y estanqueidad	73
b. Verificación de vibraciones	73
c. Registro para licencia y aseguradora	74
PARTE CUARTA.	75
UNIONES Y DETALLES CRÍTICOS EN CLT/GLULAM URBANO	75
Capítulo 6: Uniones mecánicas y herrajes en madera masiva urbana.....	75
1. Tipologías de uniones.....	75
a. Tornillos, pernos, clavijas y conectores.	75
b. Placas ocultas/visibles y “sherpa”.	76
c. Herrajes a medida y CNC.	76
2. Diseño resistente y a fuego de uniones	77
a. Trayectoria de carga y ductilidad.	77
b. Comportamiento al incendio y encapsulado	77
c. Protección frente a delaminación/calor.	78
3. Resistencia a fatiga y servicio urbano	78
a. Vibraciones de uso diario.	78
b. Golpes y vandalismo.....	78
c. Corrosión y ambientes urbanos.....	79
4. Montaje y tolerancias	79
a. Guías de pre-taladrado y pares de apriete.	79
b. Ajustes in situ y calces.	79
c. Control de calidad y rechazo.	80
5. Uniones madera–acero/hormigón.....	80
a. Placas base y conectores químicos.....	80
b. Transferencias y asientos diferenciales.....	80
c. Sellados y protección.	81
6. Mantenimiento y sustitución.....	81
a. Accesibilidad y registros.	81
b. Repuestos y trazabilidad.	81
c. Protocolos de intervención.....	81
Capítulo 7: Detalles constructivos urbanos: envolvente, humedad y MEP.....	83
1. Envolvente compatible con CLT/GLULAM	83
a. Fachadas ventiladas y ligeras.	83
b. Puentes térmicos y sellados.	84
c. Condensaciones y control de vapor.....	84
2. Encuentros clave.....	85
a. Muro–forjado y pilar–forjado.....	85
b. Forjado–fachada y coronaciones.	85
c. Arranques y encuentros con cimentación.	86
3. Protección frente a agua	86
a. Obra en seco: cubiertas temporales.....	86
b. Drenajes y albardillas.	86

c. Plan anti-lluvia en montaje.....	87
4. Integración MEP sin penalizar acústica/fuego	87
a. Pasos sellados y collarines.....	87
b. Suspensiones desacopladas.....	88
c. Registros y accesos.....	88
5. Acabados interiores urbanos	88
a. Vistos vs encapsulados.....	88
b. Resistencia al impacto y limpieza.....	89
c. Compatibilidad con normativa sanitaria/uso.....	89
6. Documentación de detalle	89
a. Biblioteca de detalles tipo.....	89
b. Etiquetado y versiones.....	90
c. Requisitos para licencia y as-built.....	90
PARTE QUINTA.	91
FUEGO EN EDIFICIOS URBANOS DE MADERA MASIVA.....	91
Capítulo 8: Estrategias de diseño frente al fuego en CLT/GLULAM	91
1. Conceptos fundamentales.....	91
a. Carbonización y tasa de pérdida de sección.....	91
b. Encapsulado y tiempos de resistencia.....	92
c. Separación, compartimentación y sectorización.....	92
2. Diseño prestacional en ciudad.....	93
a. Objetivos, escenarios y curvas de incendio.....	93
b. Integración con evacuación y humo.....	93
c. Validación con ensayos/guías de referencia.....	94
3. Protección de uniones y anclajes	94
a. Recubrimientos, placas y selladores intumescentes.....	94
b. Fallos típicos y mitigación.....	94
c. Mantenimiento de la protección.....	95
4. Interacción con instalaciones.....	95
a. SRI, rociadores y detección.....	95
b. Compatibilidad con acabados	95
c. Accesibilidad de bomberos.....	96
5. Documentación para licencia y seguros	96
a. Memoria prestacional y planos	96
b. Cálculos y certificados de materiales	96
c. Plan de emergencia y mantenimiento.....	96
6. Control en obra y en uso	97
a. Inspecciones de protección pasiva	97
b. Ensayos in situ y sellados.....	97
c. Libro del edificio y revisiones periódicas	97
Capítulo 9: Ensayos, soluciones tipo y lecciones aprendidas en incendio	98
1. Resultados de ensayos aplicables	98
a. Paneles CLT, vigas glulam y uniones.....	98
b. Encapsulados y tiempos alcanzables.....	99

c. Limitaciones y extrapolación segura.....	99
2. Soluciones urbanas repetibles	99
a. Núcleos y pasos MEP sectorizados.....	99
b. Forjados con capas de protección.....	100
c. Fachadas y encuentros críticos.....	100
3. Prevención en montaje	100
a. Riesgos de obra: soldadura adyacente y polvo.....	100
b. Procedimientos de trabajos en caliente.....	100
c. Orden, limpieza y vigilancia.....	101
4. Gestión de cambios.....	101
a. Sustituciones de materiales.....	101
b. Cambios de espesores/recubrimientos.....	101
c. Reaprobación con dirección facultativa.....	102
5. Incidentes y correcciones	102
a. Casos de delaminación y cavitación.....	102
b. Reparaciones certificadas.....	102
c. Seguimiento post-ocupación.....	102
6. Checklist de cierre para fuego (resumen)	103
a. Diseño, obra y explotación.....	103
b. Evidencias documentales mínimas.....	103
c. Responsables y firmas.....	104
PARTE SEXTA.....	105
ACÚSTICA Y VIBRACIONES EN CLT/GLULAM URBANO	105
Capítulo 10: Aislamiento aéreo y de impacto en edificios urbanos de madera	105
1. Objetivos y criterios	105
a. DnT,w, L'nT,w y requisitos de uso.....	105
b. Criterios por tipología urbana.....	106
c. Compatibilidad con diseño arquitectónico.....	106
2. Transmisión por flancos en CLT	107
a. Rutas típicas y discontinuidades.....	107
b. Soluciones de desacoplo.....	107
c. Sellados y masas añadidas.....	107
3. Forjados y suelos flotantes	108
a. Capas resilientes y láminas.....	108
b. Anejos húmedos y cargas puntuales.....	108
c. Puentes acústicos a evitar.....	109
4. Particiones y encuentros	109
a. Tabiques masa–resorte–masa.....	109
b. Huecos y cajas de persiana.....	109
c. Patinillos y pasos de instalaciones.....	110
5. Verificación de proyecto y obra	110
a. Cálculo predictivo y ensayo de laboratorio.....	110
b. Ensayos in situ y aceptación.....	110
c. Tolerancias y correcciones.....	111
6. Conservación del desempeño	111

a. Detalles de mantenimiento.....	111
b. Sustitución de capas sin perder prestaciones.....	111
c. Reclamaciones y garantías.....	111
Capítulo 11: Vibraciones y confort en uso urbano	113
1. Fuentes y criterios de confort	113
a. Peatonales, equipos y tráfico.....	113
b. Frecuencias y amplitudes admisibles.....	113
c. Métricas de evaluación.....	114
2. Diseño para limitar vibraciones	114
a. Rigidez de diafragmas y uniones.....	114
b. Amortiguamiento y masa adicional.....	115
c. Modos y nodos sensibles.....	115
3. Detalles constructivos	116
a. Apoyos resilientes y desacoples.....	116
b. Escaleras y pasarelas.....	116
c. Salas de máquinas y gimnasios.....	116
4. Comprobación en obra.....	117
a. Medidas instrumentales.....	117
b. Criterios de aceptación.....	117
c. Ajustes post-montaje.....	117
5. Mitigación en uso	118
a. Rehabilitaciones ligeras.....	118
b. Refuerzos locales.....	118
c. Gestión de quejas del usuario.....	118
6. Registro y documentación	119
a. Protocolos de prueba.....	119
b. Informes para aseguradora/autoridad.....	119
c. Plan de monitorización.....	119
PARTE SÉPTIMA.....	120
DfMA, PREFABRICACIÓN Y CALIDAD EN CLT/GLULAM URBANO	120
Capítulo 12: DfMA y tolerancias: del diseño a fábrica	120
1. Estrategia de panelización y “kit de piezas”	120
a. Módulos y modulaciones urbanas.....	120
b. Reducción de piezas singulares.....	121
c. Codificación y etiquetado.....	121
2. Tolerancias de producción y montaje	122
a. Dimensionales y geométricas.....	122
b. Holguras de obra y ajustes.....	122
c. Plan de control metrológico.....	123
3. Calidad en fábrica (QA) y recepción en obra.....	123
a. Puntos de inspección y ensayos.....	123
b. Documentación de lote.....	123
c. No conformidades y acciones.....	124
4. Gestión de cambios y versiones.....	124



a. Control de planos y revisiones.....	124
b. Sustitución de herrajes/materiales.	125
c. Aprobaciones cruzadas.	125
5. Coordinación digital (BIM/IFC) sin solaparse con otras guías	125
a. LOD y atributos esenciales para CLT/GLULAM.	125
b. Interfaz con MEP y fachada.	126
c. Entregables mínimos para licencia/obra.	126
6. Seguridad y montaje	127
a. Puntos de izado y estabilidad temporal.	127
b. Trabajos en altura y protecciones.	127
c. Plan anti-lluvia y almacenamiento seco.	127
Capítulo 13: Logística urbana y secuenciación de montaje en madera masiva.....	128
1. Plan logístico de ciudad	128
a. Ventanas horarias y permisos municipales.	128
b. Rutas y restricciones de transporte.....	129
c. Coordinación con vecinos y policía local.	129
2. Grúas y medios de elevación	129
a. Capacidades y radios.	129
b. Posicionamiento en calle.....	130
c. Maniobras especiales.	130
3. Acopios y flujos en obra	131
a. Just-in-time y zonas tampón.	131
b. Protección y orden.	131
c. Minimizar doble manipulación.	131
4. Secuencia de montaje por plantas	132
a. Ritmo, cuadrillas y colas críticas.	132
b. Encadenamiento con MEP/fachada.	132
c. Control de geometría.....	132
5. Riesgos y contingencias urbanas.....	133
a. Clima, tráfico y ruidos.....	133
b. Incidencias de suministro.	133
c. Reprogramaciones.	133
6. Cierre de fase y traspaso a acabados	134
a. Hitos de aceptación.	134
b. Documentos de cierre.	134
c. Lecciones aprendidas.....	134
PARTE OCTAVA.	135
PERMISOS, LICENCIAS, SEGUROS Y CUMPLIMIENTO URBANO	135
Capítulo 14: Dossier de licencia para edificios urbanos CLT/GLULAM	135
1. Estructura del dossier.....	135
a. Memoria técnica y cálculos.	135
b. Planos y detalles críticos.	136
c. Certificados y ensayos.	136
2. Cumplimiento estructural	137

a. Criterios de seguridad y servicio.....	137
b. Bases de cálculo y modelos.....	137
c. Revisiones independientes.....	138
3. Fuego: memoria y evidencias	138
a. Estrategia prestacional o prescriptiva.....	138
b. Ensayos y certificados de sistemas.....	138
c. Plan de mantenimiento de protección.....	139
4. Acústica y vibraciones: justificación	139
a. Cálculos predictivos y soluciones.....	139
b. Ensayos previstos.....	139
c. Compromisos de desempeño.....	139
5. Producto y trazabilidad	140
a. Declaraciones y EPD.....	140
b. Etiquetado de lotes y herrajes.....	140
c. Manuales y fichas.....	140
6. Relación con aseguradoras y OCT	140
a. Requisitos de decenal y pólizas.....	140
b. Informes previos y condicionantes.....	141
c. Cierre de no conformidades.....	141
PARTE NOVENA.....	142
COSTE, PLANIFICACIÓN Y CONTRATACIÓN ESPECÍFICA CLT/GLULAM.....	142
Capítulo 15: Coste y planificación en madera estructural urbana	142
1. Descomposición del coste	142
a. Materiales, herrajes y transporte.....	142
b. Mano de obra y medios auxiliares.....	143
c. Riesgos y contingencias.....	143
2. Curva de caja y cash-flow de montaje	144
a. Hitos de pago a fabricante/montador.....	144
b. Anticipos y garantías.....	144
c. Impacto de plazos urbanos.....	145
3. Planificación y ruta crítica	145
a. Lead times de fabricación.....	145
b. Grúa y ventanas urbanas.....	145
c. Secuencias con fachada/MEP.....	146
4. Compras y contratos de suministro	146
a. Especificaciones y calidad exigible.....	146
b. Penalizaciones y garantías de fábrica.....	146
c. Repuestos y repeticiones.....	146
5. Control de costes en obra.....	147
a. Medición y certificación.....	147
b. Desperdicios y mermas.....	147
c. Cambios y órdenes de variación.....	147
6. Cierre económico y lecciones.....	148
a. Liquidación y claims.....	148
b. KPI de coste/plazo/calidad.....	148

c. Benchmark para futuros proyectos	148
Capítulo 16: Modelos de contratación y gestión de riesgos	149
1. Estructuras de paquetes CLT/GLULAM	149
a. Diseño–suministro–montaje	149
b. Interfaz con estructura/fachada/MEP	150
c. Responsabilidades y límites	150
2. Garantías y seguros específicos	151
a. Vicios ocultos y decenal	151
b. Garantías de producto y montaje	151
c. Seguro de transporte y acopio	151
3. Gestión de riesgos críticos	152
a. Fuego en obra y humedad	152
b. Logística y grúa en vía pública	152
c. No conformidades y retrabajos	152
4. Coordinación contractual	153
a. Matrices de interfaz	153
b. Protocolos de revisión de planos	153
c. Gestión de cambios	153
5. Cumplimiento legal y documental	153
a. Trazabilidad de materiales	153
b. Libro de órdenes y as-built	154
c. Entregables de cierre	154
6. Resolución de controversias	154
a. Prevención (cláusulas y gobernanza)	154
b. Mediación/arbitraje	154
c. Lecciones contractuales	155
PARTE DÉCIMA.	156
HERRAMIENTAS DE CONSTRUCCIÓN URBANA EN MADERA ESTRUCTURAL (CLT/GLULAM).	
CHECKLISTS Y FORMULARIOS	156
Capítulo 17: Checklists de diseño conceptual CLT/GLULAM urbano	156
CHECKLIST Nº 17.01 — Elegibilidad del proyecto urbano CLT/GLULAM	156
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	156
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	157
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	157
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	158
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes	158
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	158
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	158
Sección 8. Evidencias y referencias	159
CHECKLIST Nº 17.02 — Selección de sistema estructural (tipología, núcleos y hibridación)	159
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	159
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	159
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	160
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	160
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes	160
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	160

Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	160
Sección 8. Evidencias y referencias	161
CHECKLIST Nº 17.03 — Fuego: objetivos y estrategia (sectorización, encapsulados, evidencias)	161
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	161
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	161
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	162
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	162
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes	162
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	162
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	162
Sección 8. Evidencias y referencias	164
CHECKLIST Nº 17.04 — Acústica y vibraciones: objetivos y verificación	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	164
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 17.05 — Detalles y MEP (pasos, sellados, barreras de vapor, envolvente)	166
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 17.06 — Dossier de licencia (índice y matriz de cumplimiento)	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	169
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
CHECKLIST Nº 17.07 — Cierre del diseño conceptual (matriz de cumplimiento)	170
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	171
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes	171
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	171
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	171
Sección 8. Evidencias y referencias	171
Capítulo 18: Checklists de fábrica y obra (QA/QC) para madera estructural urbana	172
CHECKLIST Nº 18.01 — Fábrica: recepción de materia prima (madera estructural y adhesivos)	172

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	172
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	173
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	173
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	173
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	174
Sección 8. Evidencias y referencias	174
CHECKLIST Nº 18.02 — Fábrica: producto terminado (dimensiones, mecanizados, protección) 174	
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	174
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.....	175
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	175
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	176
Sección 8. Evidencias y referencias	176
CHECKLIST Nº 18.03 — Transporte y entrega urbana (permisos, descarga y registros).....176	
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	176
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	176
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	177
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	177
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	177
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	177
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	177
Sección 8. Evidencias y referencias	178
CHECKLIST Nº 18.04 — Montaje y control diario (alineaciones, pares, sellados, anti-lluvia).....178	
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	178
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	178
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	179
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	179
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	179
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	179
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	179
Sección 8. Evidencias y referencias	180
CHECKLIST Nº 18.05 — Seguridad y salud (altura, señalización, ruidos y emergencias).....180	
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	180
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	180
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	181
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	181
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	181
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	181
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	181
Sección 8. Evidencias y referencias	182
CHECKLIST Nº 18.06 — Cierre de fase (snagging, ensayos, actas y documentación)182	
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	182
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	182
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	182
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	183
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	183

Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	183
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	183
Sección 8. Evidencias y referencias	183

Capítulo 19: Formularios de permisos, licencias y aseguramiento184

FORMULARIO Nº 19.01 — Índice de memoria para licencia urbanística (CLT/GLULAM).....184

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	184
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)	186
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	186
Sección 8. Evidencias y referencias	186

FORMULARIO Nº 19.02 — Relación de certificados, ensayos y EPD (CLT/GLULAM)186

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	186
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	187
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)	188
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	188
Sección 8. Evidencias y referencias	188

FORMULARIO Nº 19.03 — Matriz de cumplimiento (urbanismo, PCI, acústica/vibraciones)188

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	188
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	189
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	189
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	189
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	189
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	191
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	191
Sección 8. Evidencias y referencias	191

FORMULARIO Nº 19.04 — Coordinación con aseguradoras y OCT (documentos, pólizas, hitos) 191

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	191
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	192
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)	193
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	193
Sección 8. Evidencias y referencias	193

FORMULARIO Nº 19.05 — Control de cambios (revisiones, sustituciones, impacto licencia/seguro)193

Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	193
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	194
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	194
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	194
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	194
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	195
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	195

Sección 8. Evidencias y referencias	195
FORMULARIO Nº 19.06 — Actas y recepciones (parcial, total y pendientes)	195
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	195
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	196
Sección 3. Requisitos y verificaciones técnicas/urbanísticas/financieras	196
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	196
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	197
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	197
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	197
Sección 8. Evidencias y referencias	197
Capítulo 20: Formularios de uniones, detalles y O&M (operación y mantenimiento)	198
FORMULARIO Nº 20.01 — Fichas de uniones (tipo, capacidad, protección, par y O&M)	198
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	198
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	199
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	199
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	200
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	200
Sección 8. Evidencias y referencias	200
FORMULARIO Nº 20.02 — Detalles críticos (encuentros, sellados, barreras y vigilancia)	200
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	200
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 20.03 — Plan de Inspección y Ensayo (PIE) de uniones y detalles	202
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	202
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	203
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)	204
Sección 8. Evidencias y referencias	204
FORMULARIO Nº 20.04 — Manual de usuario y mantenimiento (estructura y acabados asociados)	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	205
Sección 4. Riesgos, seguridad y cumplimiento normativo	205
Sección 5. Plazos, hitos y condicionantes.....	205
Sección 6. Costes, importes y garantías (si aplica)	205
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	206
Sección 8. Evidencias y referencias	206
FORMULARIO Nº 20.05 — Registro de incidencias urbanas (vecindad, permisos y acciones	

correctivas)	206
Sección 1. Identificación y alcance del expediente/proyecto	206
Sección 2. Datos del activo/terreno/inmueble (y/o del contrato/licencia)	206
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)	207
Sección 7. Aprobaciones y firmas (RACI)	207
Sección 8. Evidencias y referencias	208
FORMULARIO Nº 20.06 — Lecciones aprendidas (diseño, obra, explotación y ciclo de vida).....	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	210
PARTE UNDÉCIMA.	211
PRÁCTICA DE CONSTRUCCIÓN URBANA EN MADERA ESTRUCTURAL (CLT/GLULAM)	211
Capítulo 21: Vivienda colectiva de media altura en CLT/GLULAM	211
1. Programa y condicionantes urbanos	211
a. Parcela, alineaciones y retranqueos	211
b. Tipología de viviendas	212
c. Exigencias de aparcamiento y trasteros	212
2. Sistema estructural y montaje	213
a. Muros CLT y pórticos glulam	213
b. Diafragmas y núcleo	213
c. Ritmo de montaje por planta	214
3. Fuego y acústica objetivo	214
a. Sectorización de plantas/viviendas	214
b. Forjados flotantes	214
c. Protección de uniones	215
4. Logística y vecindad	215
a. Plan de tráfico y ruidos	215
b. Grúa torre vs móvil	215
c. Gestión de acopios	216
5. Coste y planificación	216
a. Desglose de partidas	216
b. Riesgos y contingencias	216
c. KPIs alcanzados	217
6. Resultados y lecciones	217
a. Conformidad de licencia	217
b. Satisfacción del usuario	217
c. Mejoras para repetición	218
Capítulo 22: Oficinas/dotacional y sobre-elevación urbana en madera masiva	219

1. Rehabilitación y sobre-elevación	219
a. Evaluación del existente	219
b. Apoyos y refuerzos	220
c. Interfaz con actividad en uso	220
2. Sistema estructural y vibraciones	221
a. Grandes luces y diafragmas	221
b. Equipos y salas técnicas	221
c. Criterios de confort	222
3. Fuego y evacuación en público concurrido	222
a. Rutas y anchos	222
b. Protección pasiva	223
c. Integración con SRI	223
4. Fachadas y envolvente	223
a. Imagen urbana y normativa	223
b. Control higrotérmico	224
c. Mantenimiento	224
5. Logística y continuidad de negocio	225
a. Fases y ventanas nocturnas	225
b. Plan anti-lluvia	225
c. Comunicación con usuarios	225
6. Coste, plazo y resultados	226
a. Curva de caja y desviaciones	226
b. KPIs finales	226
c. Replicabilidad y escalado	227
Capítulo 23: Casos prácticos de práctica de construcción urbana en madera estructural (CLT/GLULAM)	228
Caso práctico 1. "CONSTRUCCIÓN URBANA EN MADERA ESTRUCTURAL (CLT/GLULAM)." Edificio de vivienda colectiva en parcela estrecha con montaje just-in-time y control prestacional integral.	228
Causa del Problema	228
Soluciones Propuestas	229
1) Re-panelización modular compatible con logística urbana	229
2) Rediseño de uniones y verificación a fuego	229
3) Plan logístico JIT con microacopio y grúa móvil en posiciones escalonadas	229
4) Estrategia anti-lluvia y control higrotérmico con sensorización	229
5) Paquete acústico con control de flancos	229
6) Modelización y verificación independiente (peer review)	230
7) Coordinación digital y control de cambios (BIM/IFC)	230
8) Plan de seguridad y salud específico de montaje en altura	230
9) Contratación del paquete CLT/GLULAM con matriz de responsabilidades y penalizaciones	230
10) Gobernanza vecinal y permisos	231
Consecuencias Previstas	231
Resultados de las Medidas Adoptadas	232
Lecciones Aprendidas	233
Caso práctico 2. "CONSTRUCCIÓN URBANA EN MADERA ESTRUCTURAL (CLT/GLULAM)." Centro educativo de 3 plantas en entorno urbano con limitación severa de ruido y plazo escolar cerrado.	235
Causa del Problema	235

Soluciones Propuestas.....	235
1) DfMA agresivo con panelización estándar y “kit de piezas” escolar	235
2) Contratación integrada diseño–suministro–montaje con KPI/bonus–malus	235
3) Logística urbana silenciosa y just-in-time (JIT)	236
4) Grúa móvil telescópica por fases y maniobras controladas	236
5) Estrategia anti-lluvia y control higrotérmico	236
6) Solución prestacional de fuego con encapsulado selectivo	236
7) Paquete acústico escolar y control de flancos	236
8) Verificación de vibraciones en uso infantil	237
9) Integración MEP sin penalizar acústica y fuego	237
10) QA/QC en fábrica y en obra con evidencias digitales	237
11) Gobernanza de ruido y relación vecinal.....	237
12) Plan de contingencias de suministro y climatología	237
Consecuencias Previstas.....	238
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	239
Lecciones Aprendidas	240

Caso práctico 3. "CONSTRUCCIÓN URBANA EN MADERA ESTRUCTURAL (CLT/GLULAM)."

Sobreelevación ligera en madera sobre edificio ocupado con continuidad de negocio.242

Causa del Problema	242
Soluciones Propuestas.....	242
1) Auditoría estructural y refuerzo selectivo “ligero”	242
2) Sistema híbrido CLT/GLULAM con vigas de transferencia	242
3) DfMA y modularización por “bay”	243
4) Estrategia de fuego prestacional con rutas independientes	243
5) Control acústico y vibratorio reforzado	243
6) Logística nocturna JIT con grúa móvil y pantallas acústicas	243
7) Plan anti-lluvia y protección de cubierta existente	243
8) Integración MEP y refits sin penetraciones críticas	243
9) Monitorización geotécnica y estructural en obra	244
10) QA/QC digital y trazabilidad para OCT/aseguradora	244
11) Contratación con KPI y bonus–malus por ventanas nocturnas cumplidas	244
12) Gestión vecinal proactiva y comunicación transaccional	244
13) Fotovoltaica y cubierta técnica “silenciosa”	244
14) Plan de contingencias de viento >12 m/s y reprogramaciones	244
Consecuencias Previstas.....	245
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	246
Lecciones Aprendidas	247

Caso práctico 4. "CONSTRUCCIÓN URBANA EN MADERA ESTRUCTURAL (CLT/GLULAM)." Mercado municipal en funcionamiento con cubierta de grandes luces en glulam y altillos de CLT por fases.249

Causa del Problema	249
Soluciones Propuestas.....	249
1) Faseado en “tres sectores respirables” con mantas de protección y rutas de evacuación dedicadas.....	249
2) Sistema resistente: pórticos/cerchas glulam + altillos CLT con diafragmas rígidos y arriostramientos desmontables.....	249
3) Diseño prestacional de fuego en recinto de pública concurrencia	250
4) Acústica y vibraciones: confort de usuarios y vecinos	250
5) Durabilidad en ambiente agresivo (humedad, grasas, limpieza).....	250
6) Conexiones madera–acero/hormigón con placas base y anclajes químicos homologados	250
7) Logística urbana: grúa móvil telescópica y JIT con microacopio interior nocturno	250
8) Plan anti-lluvia y gestión de escorrentías durante sustitución de cubierta	251
9) Integración MEP y cocinas en altillos sin puentes acústicos ni fallos de fuego	251
10) QA/QC (fábrica/obra) y trazabilidad con QR	251

11) Gestión contractual con KPI operativos y cláusulas de convivencia.....	251
12) Comunicación con comerciantes y plan de contingencias	251
13) ESG: fotovoltaica y ventilación natural controlada.....	252
14) Monitorización estructural y de servicio	252
Consecuencias Previstas.....	252
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	253
Lecciones Aprendidas.....	254

Caso práctico 5. "CONSTRUCCIÓN URBANA EN MADERA ESTRUCTURAL (CLT/GLULAM)." Torre híbrida de diez plantas junto a ferrocarril con núcleo mixto, control dinámico y fachada ligera.256

Causa del Problema	256
Soluciones Propuestas.....	256
1) Sistema estructural híbrido con núcleo mixto y outriggers	256
2) Control de vibraciones por ferrocarril (suelo–edificio).....	256
3) Amortiguamiento adicional por viento (TMD compacto).....	257
4) Fuego prestacional con encapsulado selectivo y protección de uniones	257
5) Acústica de fachada y control de flancos.....	257
6) DfMA y modularización: paneles y “pods” de aseos	257
7) Logística urbana sin grúa torre: grúas móviles y JIT nocturno	257
8) Plan anti-lluvia y control higrotérmico en altura	258
9) Conexiones madera–acero/hormigón y placas base regulables	258
10) BIM/IFC, QA/QC y trazabilidad de EPD	258
11) Contratación integrada con KPI y bonus–malus	258
12) Gobernanza con operador ferroviario y OCT	258
Consecuencias Previstas.....	259
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	260
Lecciones Aprendidas.....	261

Caso práctico 6. "CONSTRUCCIÓN URBANA EN MADERA ESTRUCTURAL (CLT/GLULAM)." Hospital de día modular de dos plantas en recinto hospitalario operativo con requisitos sanitarios estrictos.263

Causa del Problema	263
Soluciones Propuestas.....	263
1) DfMA sanitario con panelización CLT y “pods” clínicos prefabricados	263
2) Sistema estructural CLT/GLULAM con diafragmas y núcleos rígidos.....	263
3) Fuego prestacional hospitalario con encapsulado selectivo	264
4) Higiene: superficies, uniones y detalles sanitarios	264
5) Acústica clínica y privacidad	264
6) Vibraciones/ruido por helipuerto y ambulancias	264
7) Integración MEP hospitalaria N+1 sin puentes acústico–fuego	264
8) Logística hospitalaria silenciosa y JIT	264
9) Anti-lluvia y control higrotérmico de montaje.....	265
10) QA/QC sanitario y trazabilidad por lote.....	265
11) Contratación integrada con KPI clínicos y bonus–malus	265
12) Gobernanza hospitalaria y comunicación	265
13) ESG y O&M.....	265
Consecuencias Previstas.....	266
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	267
Lecciones Aprendidas.....	268

Caso práctico 7. "CONSTRUCCIÓN URBANA EN MADERA ESTRUCTURAL (CLT/GLULAM)." Auditorio municipal de 600 butacas con grandes luces glulam, acústica variable y montaje sin grúa torre.270

Causa del Problema	270
Soluciones Propuestas.....	270
1) Sistema resistente de grandes luces: pórticos/cerchas glulam y diafragma de cubierta CLT	270

2) Geometría acústica y elementos difusores/reflectores en CLT	270
3) Acústica variable mediante cortinajes y velas móviles	271
4) "Box-in-box" para caja negra y salas de ensayo	271
5) Envolvente acústica a la calle y control de flancos	271
6) Fuego prestacional con madera vista controlada	271
7) DfMA: panelización CLT y prefabricación de "nubes" escénicas	271
8) Logística urbana sin grúa torre y JIT nocturno	271
9) Anti-lluvia y control higrotérmico (superficies extensas)	272
10) MEP silenciosa y HVAC con bajo ruido de fondo	272
11) QA/QC y auralización de obra	272
12) Contratación integrada y KPI (plazo, acústica, fuego, logística)	272
13) Relación vecinal y calendario de ensayos	272
Consecuencias Previstas	273
Resultados de las Medidas Adoptadas	274
Lecciones Aprendidas	275

Caso práctico 8. "CONSTRUCCIÓN URBANA EN MADERA ESTRUCTURAL (CLT/GLULAM)." Biblioteca y archivo urbano de cuatro plantas con microclima conservativo, madera vista controlada y montaje en entorno patrimonial. 277

Causa del Problema	277
Soluciones Propuestas	277
1) Sistema estructural híbrido con pórticos glulam y forjados CLT + núcleo mixto	277
2) Control de vibraciones (metro y uso humano) con losa flotante y apoyos elastoméricos	277
3) Diseño prestacional de fuego con madera vista acotada y protección de uniones	278
4) Envolvente higrotérmica "conservativa" y control UV	278
5) HVAC silenciosa y de alta precisión con recuperación de calor	278
6) Acústica arquitectónica y control de flancos	278
7) DfMA y tolerancias para sistemas móviles de archivo	279
8) Logística urbana sin grúa torre y just-in-time (JIT)	279
9) Plan anti-lluvia y control de humedad en montaje	279
10) Conexiones madera-acero/hormigón con placas regulables y QA/QC de aprietes	279
11) Seguridad y salud en entorno protegido	279
12) Contratación integrada con KPI técnicos y bonus-malus	279
13) Gobernanza con patrimonio, OCT y vecinos	280
14) ESG y EPD de materiales + cubierta ajardinada	280
Consecuencias Previstas	280
Resultados de las Medidas Adoptadas	281
Lecciones Aprendidas	282

Caso práctico 9. "CONSTRUCCIÓN URBANA EN MADERA ESTRUCTURAL (CLT/GLULAM)." Parque de bomberos urbano 24/7 con nave de grandes luces en glulam, dormitorios silenciosos en CLT y torre de entrenamiento híbrida. 284

Causa del Problema	284
Soluciones Propuestas	284
1) Sistema resistente principal: pórticos y cerchas glulam con diafragma de cubierta en CLT	284
2) Planta administrativa-docente y dormitorios en CLT con confort acústico reforzado	284
3) Fuego prestacional con compartimentación robusta y madera vista controlada	285
4) Durabilidad en ambiente agresivo: recubrimientos, herrajes y detalles de goteo	285
5) Cargas de impacto y transferencia segura a cimentación	285
6) Torre de entrenamiento de 5 niveles con estructura glulam/CLT híbrida	285
7) Logística urbana sin grúa torre: grúas móviles y JIT con microacopio interior	286
8) Plan anti-lluvia y control higrotérmico	286
9) MEP robusta, silenciosa y sectorizada	286

10) QA/QC y pruebas operativas	286
11) Contratación integrada con KPI operativos y bonus-malus	286
12) Gobernanza vecinal y operativa 24/7	287
13) ESG: fotovoltaica y recuperación de calor de gases de escape	287
Consecuencias Previstas	287
Resultados de las Medidas Adoptadas	288
Lecciones Aprendidas	289

Caso práctico 10. "CONSTRUCCIÓN URBANA EN MADERA ESTRUCTURAL (CLT/GLULAM)."

Polideportivo urbano con piscina cubierta, pabellón de 2 pistas y graderío en madera masiva en atmósfera clorada.291

Causa del Problema	291
Soluciones Propuestas	291
1) Sistema resistente principal: arcos y pórticos glulam de gran luz + diafragma CLT	291
2) Barrera de vapor continua y control higrotérmico anti-condensación	291
3) Durabilidad en atmósfera clorada: materiales, recubrimientos y herrajes	292
4) Fuego prestacional en pública concurrencia con madera vista controlada	292
5) Acústica arquitectónica dual y control de T30	292
6) Graderíos ligeros desacoplados y control de vibraciones	292
7) Integración MEP resistente a cloro y silenciosa	293
8) Juntas y encuentros "lavables"	293
9) Logística urbana sin grúa torre y JIT nocturno	293
10) Plan anti-lluvia y sensórica de humedad en montaje	293
11) Cimentación y juntas piscina-pabellón	293
12) QA/QC y pruebas de recepción	293
13) Contratación integrada con KPI y bonus-malus	294
14) Gobernanza vecinal y de usuarios	294
Consecuencias Previstas	294
Resultados de las Medidas Adoptadas	295
Lecciones Aprendidas	296

Caso práctico 11. "CONSTRUCCIÓN URBANA EN MADERA ESTRUCTURAL (CLT/GLULAM)."

Intercambiador urbano de autobuses con cubierta de grandes luces en glulam, volúmenes de servicio en CLT y operación ininterrumpida por fases.298

Causa del Problema	298
Soluciones Propuestas	298
1) Sistema resistente de cubierta: pórticos/cerchas glulam con diafragma CLT y tirantes de acero	298
2) Volúmenes auxiliares en CLT desmontables y modulares	298
3) Fuego prestacional en recinto semiabierto con madera vista controlada	299
4) Ventilación y calidad del aire: extracción asistida y efecto chimenea	299
5) Acústica urbana: absorbentes bajo cubierta y control de flancos	299
6) Durabilidad y protección superficial frente a UV, aceites y vandalismo	299
7) Impacto y guiado de vehículos	300
8) Control de viento, succión y drenaje extremo	300
9) Logística sin grúa torre: grúas móviles, ventanas nocturnas y microacopio	300
10) Faseado con operación al 60 % y rutas seguras de peatones	300
11) MEP silenciosa y registrable	300
12) Anti-lluvia y control higrotérmico durante montaje	300
13) QA/QC y pruebas: humo, ventilación, ruido y carga	301
14) Contratación integrada con KPI y bonus-malus	301
15) Gobernanza con operadores y vecinos	301
Consecuencias Previstas	301
Resultados de las Medidas Adoptadas	303

Lecciones Aprendidas	304
----------------------------	-----

Caso práctico 12. "CONSTRUCCIÓN URBANA EN MADERA ESTRUCTURAL (CLT/GLULAM)." Vivienda colectiva de media altura (PB+6) con planta baja comercial, patios interiores y certificación energética exigente en clima húmedo.306

Causa del Problema	306
Soluciones Propuestas.....	306
1) Sistema estructural mixto CLT/GLULAM con diafragmas y núcleo rígido.....	306
2) DfMA: modulación a 2,80 m y biblioteca de paneles + "pods" húmedos	306
3) Control higrotérmico de montaje ("plan anti-lluvia").....	307
4) Fachada ligera ventilada de altas prestaciones con control de infiltraciones	307
5) Balcones volados con conectores térmicos y acústicos.....	307
6) Acústica entre viviendas y frente a calle.....	307
7) Vibraciones y rigidez de servicio	307
8) Fuego prestacional con madera vista controlada	308
9) Integración MEP sin comprometer acústica/fuego/estanqueidad	308
10) Logística urbana sin grúa torre y JIT	308
11) Calidad de aire interior y ventilación con recuperación	308
12) Durabilidad exterior y mantenimiento	308
13) Contratación integrada con KPI y bonus-malus	308
14) Gobernanza con vecinos y comercios PB.....	309
15) ESG y trazabilidad (EPD + huella)	309
Consecuencias Previstas.....	309
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	311
Lecciones Aprendidas	311

Caso práctico 13. "CONSTRUCCIÓN URBANA EN MADERA ESTRUCTURAL (CLT/GLULAM)." Edificio mixto PB+12 en zona sísmica con núcleo híbrido y disipación histerética en uniones.314

Causa del Problema	314
Soluciones Propuestas.....	314
1) Sistema estructural híbrido: núcleo mixto y pórticos/muros CLT-glulam.....	314
2) Disipación sísmica en uniones "fusibles" y conectores de arrastre.....	314
3) Outriggers discretos y diafragmas reforzados en P6 y P10.....	315
4) Control dinámico de viento y vibraciones urbanas.....	315
5) Fuego prestacional con madera vista controlada y protección de uniones	315
6) Acústica y vibraciones entre usos (PB-P3 vs P4-P12)	315
7) DfMA: modulación 2,80 m, paneles ≤ 10,5 m y "pods" húmedos	315
8) Logística urbana con una grúa torre abatible y JIT nocturno	316
9) Plan anti-lluvia y control higrotérmico en altura	316
10) Interfaces madera-hormigón y transferencia de esfuerzos.....	316
11) MEP vertical registrable y sin puentes de fuego/acústica	316
12) QA/QC, EPD y trazabilidad	316
13) Contratación con KPI y bonus-malus	316
14) Gobernanza con vecinos y autoridad sísmica	317
Consecuencias Previstas.....	317
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	318
Lecciones Aprendidas	319

Caso práctico 14. "CONSTRUCCIÓN URBANA EN MADERA ESTRUCTURAL (CLT/GLULAM)." Sobreelevación de tres plantas en edificio residencial ocupado (años 70) con refuerzos discretos, núcleo exterior y montaje seco de alta precisión.321

Causa del Problema	321
Soluciones Propuestas.....	321
1) Campaña de diagnóstico estructural del existente y modelo "as-built"	321

2) Sistema ligero de sobreelevación CLT/GLULAM con diafragmas y colectores	321
3) Refuerzos discretos: fibra de carbono (FRP), encamisado metálico parcial y micropilotes	322
4) Núcleo exterior de evacuación y ascensor adicional (estructura mixta acero-glulam)	322
5) Estrategia de fuego prestacional con encapsulado selectivo y SRI en nuevas plantas.....	322
6) Control dinámico: outriggers discretos y TMD compacto	322
7) Acústica y vibraciones de uso (convivencia con residentes).....	323
8) Integración MEP: patinillos nuevos registrables y conexión mínima al existente	323
9) Plan anti-lluvia y control higrotérmico en cubierta en obra	323
10) Logística sin grúa torre: grúas móviles, minigrúa en cubierta y JIT nocturno.....	323
11) Instrumentación y monitorización estructural en obra	323
12) DfMA: modulación 2,80 m, paneles ≤ 10,5 m y “pods” de baños/cocinas	324
13) Contratación con KPI y bonus–malus ligados a convivencia.....	324
14) Gobernanza con comunidad y aseguradora	324
Consecuencias Previstas.....	324
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	326
Lecciones Aprendidas	326

Caso práctico 15. "CONSTRUCCIÓN URBANA EN MADERA ESTRUCTURAL (CLT/GLULAM)." Residencia universitaria de 10 plantas con zonas comunes activas, patios interiores y fachada ligera de altas prestaciones en parcela estrecha.

Causa del Problema	329
Soluciones Propuestas.....	329
1) Sistema estructural híbrido con núcleo mixto y diafragmas CLT	329
2) DfMA: modulación 2,80 m, biblioteca de paneles A/B/C y “pods” húmedos.....	330
3) Fuego prestacional con madera vista controlada y SRI en todo el edificio	330
4) Acústica entre unidades y control de flancos (cocinas/MEP).....	330
5) Mitigación de vibraciones por metro y tráfico	330
6) Fachada ligera ventilada de altas prestaciones y control de infiltraciones	330
7) Cocinas–comedor comunitarias: ventilación, fuego y ruido.....	331
8) Logística urbana sin grúa torre y JIT nocturno.....	331
9) Plan anti-lluvia y sensórica de humedad en altura	331
10) Interfaces madera–hormigón y medianeras: transferencia y dilataciones	331
11) MEP prefabricada registrable y silenciosa	331
12) QA/QC, EPD y cuadro de mando de KPIs	331
13) Contratación integrada con bonus–malus por desempeño	332
14) Gobernanza con barrio y universidad	332
Consecuencias Previstas.....	332
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	333
Lecciones Aprendidas	334

Caso práctico 16. "CONSTRUCCIÓN URBANA EN MADERA ESTRUCTURAL (CLT/GLULAM)." Escuela pública de infantil y primaria (3 líneas) con porches glulam, patios cubiertos y entrega en ventana estival de 8 semanas.

Causa del Problema	336
Soluciones Propuestas.....	336
1) Sistema estructural híbrido con pórticos glulam y forjados/muros CLT	336
2) Porches glulam de grandes luces y cubiertas ligeras ventiladas.....	336
3) Fuego prestacional con madera vista controlada y SRI	337
4) Acústica arquitectónica y control de flancos	337
5) Mitigación de vibraciones ferroviarias y ruido de fondo	337
6) Fachada ventilada de altas prestaciones con control solar	337
7) DfMA: modulación 2,80 m, biblioteca de paneles A/B/C y “pods” húmedos.....	337
8) MEP silenciosa y registrable (ventilación con recuperación).....	338

9) Plan anti-lluvia y sensórica de humedad	338
10) Durabilidad y mantenimiento escolar: superficies resistentes y detalles "antivandalismo"	338
11) Logística sin grúa torre y JIT en dos ventanas (semanas lectivas/estivales)	338
12) Contratación GMP con riesgo compartido y KPIs de desempeño	338
13) Gobernanza con barrio y comunidad educativa	338
14) Seguridad y salud en entorno escolar	339
15) ESG y EPD de materiales + FV en cubierta	339
Consecuencias Previstas	339
Resultados de las Medidas Adoptadas	341
Lecciones Aprendidas	341

Caso práctico 17. "CONSTRUCCIÓN URBANA EN MADERA ESTRUCTURAL (CLT/GLULAM)." Clínica urbana PB+4 con hospital de día, diagnóstico por imagen y quirófano ambulatorio: madera vista controlada, vibraciones de grado sanitario y limpieza hospitalaria.344

Causa del Problema	344
Soluciones Propuestas	344
1) Sistema estructural híbrido con núcleo mixto y diafragmas CLT	344
2) Control de vibraciones: quirófano y diagnóstico	344
3) Sala de RM (3 T) con entorno "MR-conditional"	345
4) Blindajes de RX/TAC integrados con madera	345
5) Fuego prestacional con madera vista controlada y SRI	345
6) Acústica sanitaria y control de flancos	345
7) Limpieza hospitalaria y superficies lavables compatibles con madera	346
8) Estanqueidad, presiones diferenciales y energía	346
9) MEP sanitaria prefabricada y registrable	346
10) DfMA: modulación 2,80 m, biblioteca de paneles y "pods" clínicos	346
11) Logística sin grúa torre y ventanas nocturnas	346
12) Plan anti-lluvia y sensórica de humedad en altura	346
13) Durabilidad y compatibilidades químicas	347
14) QA/QC sanitario y comisionado clínico	347
15) Contratación integrada con KPI y bonus-malus	347
16) Gobernanza con barrio y autoridad sanitaria	347
Consecuencias Previstas	347
Resultados de las Medidas Adoptadas	349
Lecciones Aprendidas	350

Caso práctico 18. "CONSTRUCCIÓN URBANA EN MADERA ESTRUCTURAL (CLT/GLULAM)." Mercado municipal cubierto con lonja gastronómica, cámaras frigoríficas y entreplanta técnica de CLT integrada en estructura patrimonial.352

Causa del Problema	352
Soluciones Propuestas	352
1) Estrategia estructural híbrida: entreplanta técnica y pasarelas en CLT/GLULAM, refuerzos discretos en pórticos históricos	352
2) Porches y marquesinas exteriores en glulam con cubierta ligera ventilada	353
3) Fuego prestacional con cocinas abiertas y madera vista controlada	353
4) Acústica arquitectónica: control de T30, inteligibilidad y ruido de fondo	353
5) Higiene y lavabilidad: superficies compatibles con limpieza intensiva	353
6) Cámaras frigoríficas y cargas concentradas	353
7) Vibraciones por tránsito de carretillas y público	354
8) Extracción de humos y grasas: integración MEP con CLT	354
9) Interfaces madera-acero y madera-fábrica patrimonial	354
10) DfMA y mock-ups: puesto tipo y esquina crítica	354
11) Logística urbana sin grúa torre y ventana de cierre	354

12) Plan anti-lluvia y control higrotérmico	355
13) Durabilidad y anticorrosión en ambiente graso/salino	355
14) QA/QC y recepción: humo, acústica, MEP y frío	355
15) Contratación con KPI y bonus-malus	355
16) Gobernanza con comerciantes, sanidad y patrimonio	355
Consecuencias Previstas	356
Resultados de las Medidas Adoptadas	357
Lecciones Aprendidas	358

Caso práctico 19. "CONSTRUCCIÓN URBANA EN MADERA ESTRUCTURAL (CLT/GLULAM)." Hotel urbano 4* PB+13 con restaurante en cubierta, spa con piscina interior y habitaciones modulares en CLT.360

Causa del Problema	360
Soluciones Propuestas	360
1) Sistema estructural híbrido con núcleo mixto y diafragmas CLT	360
2) DfMA: modulación 2,80 m y "pods" húmedos	360
3) Fuego prestacional con madera vista controlada y SRI	361
4) Spa con piscina: durabilidad, anticorrosión y control higrotérmico	361
5) Acústica entre habitaciones, pasillos y fachada a tráfico	361
6) Vibraciones de servicio y por metro	361
7) Fachada ligera ventilada con control de infiltraciones y puentes térmicos	361
8) Rooftop gastronómico y cubierta técnica	362
9) Integración MEP sin penalizar fuego/acústica/estanqueidad	362
10) Logística urbana sin grúa torre y JIT nocturno	362
11) Plan anti-lluvia y sensórica de humedad en altura	362
12) ESG y trazabilidad (EPD + huella)	362
13) QA/QC hotelero y comisionado	362
14) Contratación con KPI y bonus-malus	363
15) Gobernanza con barrio y explotación hotelera	363
Consecuencias Previstas	363
Resultados de las Medidas Adoptadas	365
Lecciones Aprendidas	365

Caso práctico 20. "CONSTRUCCIÓN URBANA EN MADERA ESTRUCTURAL (CLT/GLULAM)." Biblioteca y archivo metropolitano PB+6 con gran sala de lectura, depósitos de alta densidad y acondicionamiento higrotérmico conservativo.368

Causa del Problema	368
Soluciones Propuestas	368
1) Sistema estructural mixto: pórticos glulam, diafragmas CLT y forjado compuesto CLT+losas secas en depósitos	368
2) Núcleo híbrido y muros de arriostramiento compatibles con evacuación y depósitos	369
3) Fuego prestacional con agua nebulizada en depósitos, rociadores en públicos y detección por aspiración (ASD)	369
4) Control higrotérmico conservativo y estanqueidad de envolvente	369
5) Acústica arquitectónica avanzada y control de flancos	369
6) Vibraciones y caminabilidad en pasarelas y forjados de sala	369
7) Lucernarios y control solar/UV en atrio	370
8) DfMA: modulación 2,70-2,80 m, biblioteca de paneles y "pods" de aseos/instalaciones	370
9) Integración MEP sin penalizar fuego/acústica/estanqueidad	370
10) Logística urbana sin grúa torre (JIT) y convivencia con colegio	370
11) Plan anti-lluvia y sensórica de humedad estructural	370
12) Laboratorios de conservación: materiales compatibles y bajas emisiones	370
13) Auditorio: estructura de cubierta glulam, acústica variable y control de vibraciones	371

14) ESG y trazabilidad (EPD + huella + PV)	371
15) Contratación con KPIs y bonus-malus	371
16) Gobernanza con barrio, colegio y aseguradora	371
Consecuencias Previstas	371
Resultados de las Medidas Adoptadas	373
Lecciones Aprendidas	374

Caso práctico 21. "CONSTRUCCIÓN URBANA EN MADERA ESTRUCTURAL (CLT/GLULAM)." Vivienda colectiva de media altura (PB+8) con patios bioclimáticos, balcones corridos y planta baja comercial en trama densa.....376

Causa del Problema	376
Soluciones Propuestas	376
1) Sistema estructural híbrido con núcleo mixto y diafragmas CLT	376
2) DfMA residencial: modulación 2,80 m y "pods" húmedos	376
3) Fuego prestacional con madera vista controlada y SRI	377
4) Balcones corridos con conectores térmico-acústicos y drenaje independiente	377
5) Acústica: flancos en patios y entre viviendas	377
6) Vibraciones de servicio y confort	377
7) Envolvente ligera ventilada y estanqueidad	377
8) Patios bioclimáticos: ventilación y luz sin ruido	378
9) MEP prefabricada registrable y silenciosa	378
10) Plan anti-lluvia y sensórica de humedad	378
11) Interfaces madera-hormigón/medianeras	378
12) Seguridad y salud: izados nocturnos y pantallas acústicas	378
13) ESG y trazabilidad (EPD + PV + agua)	378
14) QA/QC y comisionado	379
15) Contratación con KPI y bonus-malus	379
16) Gobernanza con barrio y comercio PB	379
Consecuencias Previstas	379
Resultados de las Medidas Adoptadas	381
Lecciones Aprendidas	382

Caso práctico 22. "CONSTRUCCIÓN URBANA EN MADERA ESTRUCTURAL (CLT/GLULAM)." Sobreelevación de cuatro plantas de oficinas sobre edificio de los años 80 en servicio, con exoesqueleto glulam, transferencia perimetral y control avanzado de vibraciones.384

Sobreelevación de cuatro plantas de oficinas sobre edificio de los años 80 en servicio, con exoesqueleto glulam, transferencia perimetral y control avanzado de vibraciones.384

Causa del Problema	384
Soluciones Propuestas	384
1) Diagnóstico estructural y modelo "as-built" con verificación independiente	384
2) Exoesqueleto glulam con arriostramiento oculto y transferencia perimetral	384
3) Forjados CLT compuestos en sobreelevación y diafragmas conectados al exoesqueleto	385
4) Núcleo mixto exterior nuevo (escaleras/ascensores) para evacuación y accesibilidad	385
5) Refuerzos discretos del existente (FRP y encamisado atornillado)	385
6) Fuego prestacional con madera vista controlada y SRI	385
7) Acústica y vibraciones para oficinas y estudios ligeros	385
8) Fachada nueva de altas prestaciones (ventilada) acoplada al exoesqueleto	386
9) Integración MEP prefabricada y registrable	386
10) Plan anti-lluvia y sensórica de humedad en sobreelevación	386
11) Logística sin grúa torre: grúas móviles + minigrúas y ventanas "doradas"	386
12) Enlace estructural existente-nuevo: juntas registrables y control de asientos	386
13) Sostenibilidad y trazabilidad (EPD + PV + agua)	386
14) QA/QC y comisionado	387
15) Contrato con GMP, contingencia compartida y KPIs con bonus-malus	387
16) Gobernanza con inquilinos, hospital y municipio	387

Consecuencias Previstas.....	387
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	388
Lecciones Aprendidas.....	389

Caso práctico 23. "CONSTRUCCIÓN URBANA EN MADERA ESTRUCTURAL (CLT/GLULAM)."

Intercambiador multimodal con cubierta-plaza de grandes luces, plataformas CLT sobre vestíbulo de metro en operación 24/7 y terminal de autobuses integrada.391

Causa del Problema	391
Soluciones Propuestas.....	391
1) Sistema estructural de cubierta: pórticos glulam de gran canto con cerchas mixtas y diafragmas CLT.....	391
2) Plataformas elevadas en CLT sobre el vestíbulo existente (cargas de multitud)	392
3) Transferencia y limitación de cargas sobre la losa del vestíbulo	392
4) Fuego prestacional en espacio público con combustibles líquidos (autobuses) y madera vista controlada	392
5) Acústica urbana y control de flancos hacia viviendas.....	392
6) Vibraciones por tren y caminabilidad	392
7) Estructura de acceso y evacuación: pasarelas y núcleos exteriores	393
8) Envolvente y microclima: cubierta ventilada y control de viento/lluvia	393
9) MEP prefabricada: racks y galerías registrables	393
10) DfMA y mock-ups.....	393
11) Logística sin grúa torre y ventanas nocturnas	393
12) Plan anti-lluvia y humedad estructural	393
13) Integridad del vestíbulo en servicio: instrumentación y límites	394
14) ESG y huella	394
15) Contratación con KPIs y bonus–malus orientados a servicio.....	394
16) Gobernanza multinodal (operador metro, buses, municipal, comercio y vecinos).....	394
Consecuencias Previstas.....	394
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	396
Lecciones Aprendidas.....	396

Caso práctico 24. "CONSTRUCCIÓN URBANA EN MADERA ESTRUCTURAL (CLT/GLULAM)." Torre administrativa PB+20 en zona sísmica alta con aislamiento en base, muros rocking postensados de CLT y outriggers glulam; operación continua y evacuación asistida por ascensores.399

Causa del Problema	399
Soluciones Propuestas.....	399
1) Estrategia sísmica dual: aislamiento en base + muros “rocking” postensados de CLT.....	399
2) Núcleo híbrido y arriostramiento: estabilidad + evacuación	400
3) Forjados CLT compuestos y diafragmas de alta rigidez	400
4) Plano de aislamiento: juntas, pasos MEP y continuidad funcional.....	400
5) Fuego prestacional alto: madera vista controlada y SRI	400
6) Viento y confort: TMD en coronación	400
7) Evacuación asistida por ascensores y núcleo redundante.....	401
8) Acústica y vibraciones de uso	401
9) Envolvente de altas prestaciones y control de infiltraciones	401
10) MEP modular y BMS “sísmico”	401
11) DfMA y logística transoceánica.....	401
12) Plan anti-lluvia y sensórica de humedad	401
13) Protección de edificios históricos colindantes.....	402
14) QA/QC estructural y peer review internacional	402
15) Contratación: GMP con coberturas de divisa y KPIs medibles	402
16) Gobernanza con regulador sísmico, bomberos y seguro.....	402
Consecuencias Previstas.....	402
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	404



Lecciones Aprendidas	405
----------------------------	-----

Caso práctico 25. "CONSTRUCCIÓN URBANA EN MADERA ESTRUCTURAL (CLT/GLULAM)."

Regeneración de playa de vías en servicio con parque elevado, puente habitado y cinco edificios mixtos en madera masiva.407

Causa del Problema	407
Soluciones Propuestas.....	407
1) Matriz de cargas y "masterplan estructural" con madera ligera y masa donde conviene	407
2) Control de vibraciones ferroviarias por capas desacopladas y elastómeros sintonizados	408
3) Sistema estructural de edificios: núcleos híbridos, muros portantes CLT y pórticos glulam.....	408
4) Puente habitado glulam-acero con tablero CLT y diafragma continuo.....	408
5) Fuego prestacional multiescala: edificios, puente, parque y ENFC	408
6) Acústica urbana: fachadas, flancos y borde ferroviario.....	408
7) SUDS y biodiversidad: parque como infraestructura azul-verde	409
8) MEP modular y "arquitectura de servicios" bajo la losa.....	409
9) DfMA a escala distrito y biblioteca de paneles A/B/C	409
10) Plan anti-lluvia y sensórica BLE masiva	409
11) Logística sin grúa torre y ventanas ferroviarias	409
12) Gobernanza multinivel y participación vecinal	409
13) ESG y trazabilidad (EPD, PV y economía circular)	410
14) Seguridad y salud reforzada en pública concurrencia	410
15) QA/QC integral y comisionado por fases	410
16) Contratación con GMP por paquetes y KPIs con bonus-malus	410
Consecuencias Previstas.....	410
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	412
Lecciones Aprendidas	413

¿QUÉ APRENDERÁ?



1. Evaluar la viabilidad urbana de proyectos en CLT/GLULAM.
2. Conocer los productos, calidades y normativas aplicables.
3. Diseñar sistemas estructurales urbanos en madera masiva.
4. Definir núcleos, diafragmas y comportamiento lateral.
5. Seleccionar uniones y detalles críticos de proyecto.
6. Aplicar estrategias de protección contra incendio.
7. Implementar soluciones de aislamiento acústico y vibraciones.
8. Integrar principios DfMA y prefabricación en ciudad.
9. Planificar la logística urbana y la secuencia de montaje.
10. Preparar el dossier de licencia, seguros y cumplimiento normativo.
11. Gestionar el coste, la planificación y los contratos específicos.
12. Analizar casos prácticos reales y formularios aplicables.

Introducción.



CIUDAD DE MADERA: guía práctica para construir en CLT/GLULAM y posicionar tus proyectos en el mercado urbano

La edificación urbana vive una transformación acelerada: exigencias ambientales más estrictas, presión sobre plazos y costes, criterios ESG en la financiación y una opinión pública sensible al ruido y al impacto de obra. La madera estructural en formato CLT/GLULAM se ha consolidado como alternativa real para el promotor, pero su adopción exige algo más que solvencia técnica: hace falta una narrativa basada en evidencias, un marketing técnico que traduzca prestaciones en valor medible para administraciones, aseguradoras, inversores y usuarios.

Esta guía práctica ofrece una ruta completa, desde la visión urbana y la elección de productos hasta el diseño estructural, las uniones y detalles, la protección frente al fuego, la acústica y las vibraciones, la integración DfMA, la logística en ciudad y el cumplimiento normativo. Incluye módulos específicos de coste y contratación, así como permisos, licencias y seguros. Su núcleo diferencial es operativo: checklists y formularios listos para usar, matrices de cumplimiento, plantillas de dossier de licencia y una colección amplia de casos prácticos que muestran cómo se toman decisiones en proyectos reales.

Como profesional, encontrarás herramientas para mejorar tu propuesta de valor y tu estrategia comercial: argumentarios comparativos claros, KPIs de plazo, coste y calidad para dialogar con el promotor y la administración, guías para alinear documentación técnica con requisitos de aseguradoras y OCT, y modelos de planificación que reducen incertidumbre en el montaje. Obtendrás beneficios tangibles —mayor certidumbre en costes, reducción de retrabajos, licencias mejor encaminadas— e intangibles de alto impacto —confianza del cliente, reputación técnica y diferenciación competitiva—, todo ello con un enfoque de gestión que facilita la coordinación entre arquitectura, ingeniería, obra y operaciones.

Dar el paso a la madera masiva en ciudad exige invertir en conocimiento aplicado. Adquirir esta guía es apostar por una ventaja competitiva: transformar prestaciones técnicas en resultados que importan al mercado, acortar la curva de



aprendizaje del equipo y preparar propuestas más sólidas que faciliten la decisión del promotor y la financiación del proyecto.



Actualizarse ya no es opcional. Quien domine la combinación de solvencia técnica y marketing técnico liderará la conversación con ayuntamientos, aseguradoras y clientes. Te invitamos a dar el siguiente paso: incorpora estas estrategias, estandariza tu manera de trabajar y eleva la excelencia de tu gestión y de tus obras en madera estructural urbana.

