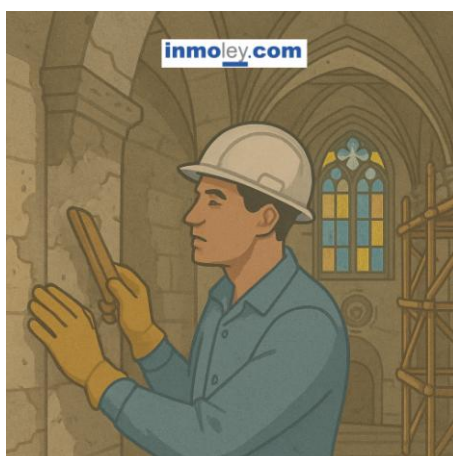




CURSO/GUÍA PRÁCTICA REHABILITACIÓN EDIFICATORIA DE MONUMENTOS HISTÓRICOS



Índice

¿QUÉ APRENDERÁ?	18
Introducción.	19
PARTE PRIMERA.	20
Fundamentos y marco teórico de la rehabilitación edificatoria de monumentos históricos	20
Capítulo 1: Conceptos y principios de la rehabilitación edificatoria de monumentos históricos	20
1. Marco conceptual	20
a. Definición de patrimonio arquitectónico y monumentos históricos.....	20
b. Evolución del concepto de conservación y restauración	21
c. Diferencias entre conservación, restauración y rehabilitación	21
2. Principios doctrinales internacionales	21
a. Carta de Venecia (1964)	21
b. Carta de Burra (1979) y conservación basada en valores	22
c. Declaración de Nara sobre autenticidad (1994)	22
3. Enfoques metodológicos de intervención	22
a. Mantenimiento preventivo	22
b. Restauración curativa	23
c. Rehabilitación adaptativa	23
4. Criterios de sostenibilidad y eficiencia	23
a. Eficiencia energética compatible con el patrimonio	23
b. Economía circular y gestión de residuos	24
c. Huella de carbono y análisis de ciclo de vida.....	24
5. Dimensión social y ética	24
a. Participación comunitaria y consulta pública	24
b. Accesibilidad universal respetuosa	24
c. Turismo responsable y capacidad de carga	24
6. Terminología y glosario básico	25
a. Términos técnicos de fábricas históricas.....	25
b. Siglas y acrónimos internacionales.....	25
c. Equivalencias terminológicas en español-inglés.....	25
Capítulo 2: Normativa y estándares para la rehabilitación edificatoria de monumentos históricos	26
1. Tratados y cartas internacionales	26
a. Convención del Patrimonio Mundial (UNESCO, 1972)	26
b. Recomendación de París (2011) sobre paisaje urbano histórico	26
c. Normas ISO aplicables a patrimonio cultural	27
2. Legislación europea y directivas comunitarias	28
a. Directiva de eficiencia energética de edificios (EPBD)	28
b. Estrategia europea para el patrimonio cultural	28
c. Normas EN sobre conservación de bienes culturales.....	29

3. Marcos normativos nacionales (España)	29
a. Ley 16/1985 de Patrimonio Histórico Español	29
b. Reales Decretos y normas autonómicas	29
c. Catálogos, inventarios y registros oficiales	30
4. Normativa comparada internacional	30
a. Secretary of the Interior's Standards (EE. UU.)	30
b. National Heritage Acts (Reino Unido)	31
c. Normativas latinoamericanas de referencia	31
5. Licencias, visados y procedimientos administrativos	31
a. Documentación requerida y plazos	31
b. Informes preceptivos de las comisiones de patrimonio	32
c. Coordinación con planes urbanísticos y uso del suelo	32
6. Responsabilidades legales y régimen sancionador	32
a. Tipos de infracciones y sanciones	32
b. Responsables civiles y penales	33
c. Coberturas de seguro y garantías	33
Capítulo 3: Investigación patrimonial y documentación previa a la rehabilitación edificatoria	34
1. Fuentes documentales históricas	34
a. Archivos textuales y bibliográficos	34
b. Planimetría y cartografía histórica	34
c. Testimonios orales y memoria colectiva	35
2. Técnicas de levantamiento gráfico	35
a. Topografía clásica y taquimetría	35
b. Fotogrametría terrestre y aérea	35
c. Escáner láser 3D y nubes de puntos	36
3. Sistemas de información y bases de datos	36
a. SIG patrimoniales	36
b. Modelos BIM-HBIM para patrimonio	37
c. Repositorios digitales y open data	37
4. Registro fotográfico y audiovisual	37
a. Metodología de fotografía sistemática	37
b. Vídeo 360° y recorridos virtuales	38
c. Drones y ortofotos de alta resolución	38
5. Cartografía de daños y patologías	38
a. Clasificación por gravedad y urgencia	38
b. Georreferenciación de lesiones	38
c. Integración en GIS y HBIM	39
6. Elaboración de la memoria histórica	39
a. Estructura y contenidos mínimos	39
b. Síntesis cronológica de intervenciones previas	39
c. Anexos y bibliografía crítica	39
PARTE SEGUNDA	41
Diagnóstico y proyecto de intervención en la rehabilitación edificatoria de monumentos históricos	41

Capítulo 4: Metodología de diagnóstico edificatorio..... 41

1. Inspección visual preliminar	41
a. Revisión exterior: cubiertas y fachadas	41
b. Revisión interior: estructuras y acabados	42
c. Equipamiento y accesibilidad de seguridad	42
2. Técnicas de auscultación no destructiva	43
a. Termografía infrarroja	43
b. Ultrasónica, radar y georradar	43
c. Endoscopia y resistografía de madera	43
3. Muestreo y ensayos de laboratorio	44
a. Petrografía y análisis mineralógico	44
b. Ensayos mecánicos de materiales históricos	44
c. Análisis químicos de sales y contaminantes	44
4. Detección y tipología de patologías	45
a. Patologías estructurales (fisuras, desplomes)	45
b. Patologías físico-químicas (humedades, sales)	45
c. Patologías biológicas (xilófagos, biodeterioro)	45
5. Análisis estructural preliminar	45
a. Modelización y simulación numérica	45
b. Calibración con datos in situ	46
c. Identificación de mecanismos de fallo	46
6. Informe de diagnóstico y propuestas iniciales	46
a. Matriz de riesgos y prioridades	46
b. Recomendaciones de intervención	47
c. Criterios de urgencia y fases de obra	48

Capítulo 5: Proyecto técnico de rehabilitación edificatoria de monumentos históricos 49

1. Fases de redacción de proyecto	49
a. Programa de necesidades y usos previstos	49
b. Anteproyecto y opciones de intervención	50
c. Proyecto básico y de ejecución	50
2. Soluciones constructivas compatibles	51
a. Refuerzo estructural respetuoso	51
b. Reintegración de fábricas y morteros históricos	51
c. Adaptación de instalaciones invisibles	52
3. Criterios de compatibilidad de materiales	52
a. Compatibilidad físico-química	52
b. Coeficientes de dilatación y porosidad	52
c. Durabilidad y envejecimiento comparado	53
4. Integración de instalaciones	53
a. Electricidad y sistemas de iluminación museística :	53
b. Climatización pasiva y activa	53
c. Seguridad, detección y extinción de incendios	53
5. Presupuesto y control de costes	54
a. Medición y descomposición de partidas	54
b. Análisis de precios unitarios	54

c. Contingencias y desviaciones aceptables	54
--	----

6. Documentos del proyecto	54
a. Memorias y pliegos de condiciones.....	54
b. Planos y detalles constructivos	55
c. Estudios de gestión de residuos y seguridad	56

Capítulo 6: Sistemas de refuerzo y consolidación estructural en la rehabilitación edificatoria de monumentos históricos..... 58

1. Estructuras de madera	58
a. Técnicas de injerto y prótesis en vigas	58
b. Refuerzos con perfiles metálicos y fibra de carbono	58
c. Tratamientos preventivos contra xilófagos	59
2. Estructuras de fábrica de piedra y ladrillo	59
a. Cosidos, grapas y anclajes	59
b. Inyecciones de lechada y consolidantes.....	60
c. Reconstrucción de nudos y apeos provisionales	60
3. Sistemas de cimentación y apeo	60
a. Micropilotes y recalces	60
b. Losas de reparto y zunchos perimetrales.....	61
c. Monitorización durante la ejecución	61
4. Cubiertas y cerchas históricas.....	61
a. Sustitución selectiva de elementos	61
b. Refuerzo con tensores y barras pos-tesadas.....	61
c. Impermeabilización y ventilación bajo teja	62
5. Materiales avanzados y compuestos.....	62
a. Fibras de vidrio, basalto y carbono.....	62
b. Morteros de cal modificada y nanolimas	62
c. Aleaciones con memoria de forma	62
6. Control de calidad y ensayos de verificación	63
a. Pruebas de carga y deformación	63
b. Ensayos ultrasónicos post-intervención	64
c. Emisión de certificados de idoneidad	64

PARTE TERCERA. 66

Ejecución, gestión y control de obra en la rehabilitación edificatoria de monumentos históricos66

Capítulo 7: Organización y planificación de la obra de rehabilitación 66

1. Plan de seguridad y salud específico	66
a. Evaluación de riesgos singulares en patrimonio	66
b. Protecciones colectivas y sistemas anti-caída	67
c. Plan de emergencia y evacuación.....	67
2. Programa de obra y cronograma	67
a. Metodología CPM y diagramas Gantt	67
b. Hitos críticos y caminos alternativos	68
c. Control de plazos y penalizaciones	68
3. Gestión de contratistas especializados.....	68
a. Criterios de homologación y solvencia	68

b. Coordinación de oficios tradicionales	68
c. Contratos y cláusulas de calidad	69
4. Aprovisionamiento de materiales patrimoniales	69
a. Canteras históricas y materiales originales	69
b. Reaprovechamiento y reciclaje in situ	69
c. Logística y transporte en cascos históricos	69
5. Comunicación institucional y comunitaria	70
a. Relaciones con autoridades patrimoniales	70
b. Informes periódicos y visitas guiadas	70
c. Plan de comunicación pública y redes sociales	70
6. Tramitación de licencias y autorizaciones	70
a. Dirección facultativa y dirección de obra	70
b. Coordinación con arqueología preventiva	71
c. Gestión de imprevistos y hallazgos	71
Capítulo 8: Técnicas de intervención en obra histórica	72
1. Desmontaje selectivo y recuperación	72
a. Códigos de marcado y acopio temporal	72
b. Sistemas de numeración y almacenaje	72
c. Reintegración posterior en su posición	73
2. Limpieza de superficies históricas	73
a. Técnicas mecánicas (microproyección, cepillado)	73
b. Técnicas químicas y geles tixotrópicos	73
c. Métodos láser y microabrasión regulada	74
3. Tratamientos de consolidación	74
a. Consolidantes orgánicos e inorgánicos	74
b. Métodos de inyección por gravedad y presión	74
c. Curado y control higrotérmico	74
4. Reintegración de morteros y juntas	75
a. Morteros de cal aérea e hidráulica	75
b. Compatibilidad cromática y granulométrica	75
c. Acabados y protección final	75
5. Restauración de carpinterías y cerrajería	75
a. Desinsectación y consolidación de madera	75
b. Tratamientos antioxidantes en hierro forjado	76
c. Reposición de herrajes y cerramientos históricos	76
6. Protocolos de reversibilidad	76
a. Unión mecánica frente a química	76
b. Memoria de procesos y trazabilidad	77
c. Documentación gráfica del proceso	78
Capítulo 9: Control de calidad y seguimiento post-obra	80
1. Documentación de avances de obra	80
a. Bitácora diaria y fotografías de progreso	80
b. Cruces contra cronograma y costes	80
c. Informes quincenales al promotor	81
2. Ensayos y verificaciones periódicas	81

a. Ensayos de adherencia, resistencia y flexión.....	81
b. Pruebas de estanqueidad de cubiertas	82
c. Aforo térmico y acústico post-intervención	83
3. Gestión de no conformidades.....	84
a. Registro de incidencias y partes de obra	84
b. Análisis de causa raíz y plan de acción	85
c. Revisión de procesos y lecciones aprendidas	85
4. Monitorización estructural continua	85
a. Extensometría y fisurómetros electrónicos.....	85
b. Sensores de humedad y temperatura	85
c. Plataforma de datos y alertas tempranas.....	86
5. Plan de mantenimiento preventivo	86
a. Tareas anuales, quinquenales y decenales.....	86
b. Manual de uso y manejo del edificio.....	86
c. Capacitación del personal de mantenimiento	86
6. Recepción de obra y entrega formal	87
a. Certificado final de obra y acta de recepción	87
b. Garantías y pólizas de seguro	87
c. Cierre administrativo y archivo digital	87
PARTE CUARTA.	88
Supuestos prácticos, herramientas y aplicaciones en la rehabilitación edificatoria de monumentos históricos	88
Capítulo 10: Supuestos de estudio internacionales de rehabilitación edificatoria	88
1. Europa.....	88
a. Catedrales góticas y refuerzos en piedra	88
b. Rehabilitación energética de palacios barrocos	89
c. Reconstrucción reversible de patrimonio bélico	90
2. América Latina.....	91
a. Iglesias coloniales en zonas sísmicas	91
b. Centros históricos urbanos y adaptabilidad	92
c. Consolidación de muros de adobe patrimonial.....	92
3. Asia y Oceanía	93
a. Templos de madera y sistemas antisísmicos japoneses.....	93
b. Patrimonio colonial en el sudeste asiático	94
c. Conservación de estucos y yeserías mogoles	95
4. África y Oriente Medio	96
a. Técnicas de tierra cruda y tapia.....	96
b. Patrimonio islámico de ladrillo vidriado	97
c. Rehabilitación tras conflicto armado	98
5. Lecciones aprendidas	99
a. Éxitos y fracasos documentados	99
b. Transferencia de tecnología y know-how	99
c. Adaptación a contextos socioculturales distintos	100
6. Buenas prácticas certificadas.....	102
a. Premios Europa Nostra.....	102

b. Programas World Monuments Fund	103
c. Certificaciones LEED / BREEAM Heritage	104

Capítulo 11: Tecnologías digitales y modelización aplicadas a la rehabilitación edificatoria de monumentos históricos.....105

1. Modelado BIM-HBIM	105
a. Captura de datos y nube de puntos	105
b. Familias paramétricas históricas	105
c. Integración con GIS patrimonial	106
2. Fotogrametría y escaneo 3D	106
a. Procesado y mallado de alta densidad	106
b. Ortofotogrametría y texturas realistas.....	106
c. Control de deformaciones en el tiempo	107
3. Realidad aumentada y virtual.....	107
a. Visitas virtuales y divulgación	107
b. Herramientas de obra con AR	107
c. Simulación de procesos constructivos históricos	107
4. Simulación estructural y energética	108
a. Modelos estáticos no lineales	108
b. Análisis dinámico y respuesta sísmica	108
c. CFD para ventilación natural en monumentos	108
5. Plataformas colaborativas y gestión de datos	108
a. CDE (Common Data Environment) patrimonial.....	108
b. Protocolos BIM-GIS-FM	109
c. Seguridad y preservación de la información	109
6. Inteligencia artificial y big data	109
a. Detección automática de patologías en imágenes.....	109
b. Algoritmos de predicción de deterioro	110
c. Gemelos digitales de edificios históricos	111

Capítulo 12: Gestión financiera y estratégica de la rehabilitación edificatoria de monumentos históricos.....112

1. Estructuración de la financiación	112
a. Fondos públicos y subvenciones europeas	112
b. Patrocinio privado y mecenazgo cultural	113
c. Crowdfunding patrimonial.....	113
2. Modelización financiera de proyectos.....	114
a. Flujo de caja y VAN en rehabilitación	114
b. Análisis de sensibilidad y escenarios	114
c. Indicadores clave de rentabilidad social	114
3. Contratación y partenariados	115
a. PPP (colaboración público-privada).....	115
b. Concesiones y contratos de gestión cultural	115
c. Acuerdos de patrocinio y naming rights	116
4. Incentivos fiscales y beneficios	116
a. Deducciones por inversiones en patrimonio	116
b. Bonificaciones en IBI e impuestos locales	116

c. Exenciones arancelarias para materiales.....	116
5. Plan de negocio y explotación sostenible	117
a. Nuevos usos compatibles (museos, hoteles).....	117
b. Estrategias de marketing cultural.....	117
c. Plan de gestión de visitantes y eventos	117
6. Evaluación de impacto social y cultural	118
a. Indicadores de desarrollo local.....	118
b. Metodologías SROI (retorno social)	119
c. Informes de legado y valor intangible	120
PARTE QUINTA.	122
Checklists y formularios técnicos para la rehabilitación edificatoria de monumentos históricos	122
Capítulo 13: Checklist de inspección inicial para la rehabilitación edificatoria de monumentos históricos.....	122
SECCIÓN 1: Elementos exteriores y envolvente.....	123
1.a Fachadas y revestimientos históricos	123
1.b Carpinterías, cerrajería y ventanas antiguas	123
1.c Cubiertas, evacuación de aguas y elementos de drenaje.....	123
SECCIÓN 2: Estructuras portantes y sistemas constructivos.....	124
2.a Muros de carga, fábricas de mampostería y sillares	124
2.b Forjados, vigas y entablados originales.....	124
2.c Cerchas, armaduras de madera y tensores metálicos.....	124
SECCIÓN 3: Materiales y acabados interiores.....	125
3.a Revoques, enlucidos y morteros tradicionales.....	125
3.b Yeserías, pinturas murales y acabados pictóricos	125
3.c Pavimentos históricos y carpintería interior.....	125
SECCIÓN 4: Estado de conservación y patologías visibles	126
4.a Grietas, fisuras y desplomes	126
4.b Humedades, eflorescencias y biocrecimiento.....	126
4.c Desprendimientos y pérdidas de materia	126
SECCIÓN 5: Instalaciones y servicios antiguos	127
5.a Redes eléctricas empotradas y mecanismos originales	127
5.b Fontanería, saneamiento y antigüedades hidráulicas.....	127
5.c Climatización incipiente y sistemas históricos.....	127
SECCIÓN 6: Registro fotográfico y georreferenciación	128
6.a Plan de fotografía sistemática	128
6.b Uso de drones y fotogrametría básica	128
6.c Geolocalización de patologías y elementos singulares.....	128
Capítulo 14: Formulario de diagnóstico patológico para la rehabilitación edificatoria de monumentos históricos.....	129
SECCIÓN 1: Identificación y ficha técnica del monumento	129
1.a Denominación, tipología y cronología.....	129
1.b Protección legal y nivel de catálogo	130
1.c Referencias históricas y bibliográficas	130
SECCIÓN 2: Antecedentes y documentación previa	130

2.a Informes anteriores de restauración.....	130
2.b Planos históricos y cartografía antigua	130
2.c Fotografías de archivo y comparativas temporales.....	130
SECCIÓN 3: Métodos de inspección y muestreo	131
3.a Ensayos in situ y auscultación no destructiva	131
3.b Toma de muestras y análisis de laboratorio.....	131
3.c Instrumentación preliminar (higrómetros, endoscopios).....	131
SECCIÓN 4: Registro de patologías y cronología de daños	131
4.a Clasificación (estructural, química, biológica)	131
4.b Grado de afectación y priorización de intervenciones	131
4.c Propuesta de tolerancias y umbrales de seguridad	132
SECCIÓN 5: Diagnóstico comparativo y valoración	132
5.a Comparativa con ejemplos de referencia.....	132
5.b Evaluación del riesgo y vulnerabilidad	132
5.c Matriz de decisión y criterios de intervención	132
SECCIÓN 6: Conclusiones y recomendaciones iniciales	132
6.a Síntesis del diagnóstico	132
6.b Propuestas de actuación a corto, medio y largo plazo.....	133
6.c Indicadores de seguimiento y control	133
Capítulo 15: Formulario de proyecto técnico para la rehabilitación edificatoria de monumentos históricos.....	134
SECCIÓN 1: Datos generales del proyecto	134
1.a Promotor, equipo técnico y responsabilidades.....	134
1.b Ámbito de intervención y delimitación de zonas	135
1.c Partes interesadas y agentes involucrados.....	135
SECCIÓN 2: Descripción detallada de intervenciones.....	135
2.a Actuaciones sobre estructura y cimientos	135
2.b Trabajos de conservación de envoltentes	135
2.c Intervenciones en elementos decorativos y mobiliario.....	135
SECCIÓN 3: Especificaciones técnicas y materiales	135
3.a Morteros, consolidantes y productos compatibles	135
3.b Maderas, piezas metálicas y materiales tradicionales	136
3.c Criterios de selección y homologación de suministros.....	136
SECCIÓN 4: Planificación temporal y cronograma	136
4.a Fases de obra y hitos críticos.....	136
4.b Duración estimada de cada intervención.....	136
4.c Secuencia y solapamiento de oficios	136
SECCIÓN 5: Presupuesto detallado y control de costes.....	137
5.a Desglose por capítulos de obra	137
5.b Unidades métricas, precios unitarios y sumas parciales	137
5.c Análisis de desviaciones y contingencias	137
SECCIÓN 6: Licencias y autorizaciones administrativas	137
6.a Tramitación ante patrimonio y ayuntamientos.....	137
6.b Documentación requerida y plazos legales	137
6.c Protocolos de comunicación con organismos públicos	137
Capítulo 16: Checklist de control de obra y calidad en la rehabilitación edificatoria de	

monumentos históricos.....	139
SECCIÓN 1: Programación de ensayos y verificaciones	139
1.a Pruebas de carga y deformación estructural.....	139
1.b Ensayos de adherencia y resistencia de morteros	140
1.c Control de consolidantes y tratamientos químicos	140
SECCIÓN 2: Recepción y verificación de materiales en obra.....	140
2.a Certificados de calidad y fichas técnicas	140
2.b Muestreo aleatorio y comprobación dimensional	140
2.c Registro de entregas y trazabilidad	140
SECCIÓN 3: Supervisión de intervenciones críticas	141
3.a Refuerzos estructurales y anclajes	141
3.b Limpieza y tratamientos de conservación	141
3.c Restauración de elementos ornamentales.....	141
SECCIÓN 4: Registro de incidencias y no conformidades.....	141
4.a Formulario de incidencia y causa raíz.....	141
4.b Plan de acción correctiva y seguimiento	141
4.c Archivo de informes y actas de obra	141
SECCIÓN 5: Protocolos de reversibilidad y documentación final	142
5.a Documentación gráfica del “antes” y “después”	142
5.b Instrucciones de desmontaje y posible revertido	142
5.c Archivo de planos y fichas actualizadas.....	142
SECCIÓN 6: Entrega de obra y acta de recepción	142
6.a Reunión de entrega con promotor y autoridades	142
6.b Listado de pendientes y garantías.....	142
6.c Documentación de cierre y libro de obra	142
Capítulo 17: Formulario de mantenimiento y seguimiento post-intervención de la rehabilitación edificatoria de monumentos históricos.....	144
SECCIÓN 1: Programa de mantenimiento preventivo	145
1.a Frecuencia de inspecciones y actividades	145
1.b Rutinas de limpieza y conservación.....	145
1.c Manual de uso y buenas prácticas.....	145
SECCIÓN 2: Calendario de inspecciones periódicas.....	146
2.a Inspección estructural anual	146
2.b Revisión de instalaciones y servicios	146
2.c Comprobación de acabados y protecciones	146
SECCIÓN 3: Registro de actuaciones y consumos.....	146
3.a Ficha de intervención y materiales usados.....	146
3.b Control de costes y presupuesto de mantenimiento	146
3.c Historial de actuaciones y responsables	147
SECCIÓN 4: Instrumentación y monitorización continua.....	147
4.a Sensores de humedad, deformación y carga	147
4.b Sistemas de alerta temprana y telemetría	147
4.c Análisis de datos y generación de informes	147
SECCIÓN 5: Renovaciones y acciones correctivas programadas	147
5.a Evaluación de necesidad de nuevas intervenciones	147

5.b Plan de mejoras y actualización de técnicas	148
5.c Presupuestación y priorización de recursos	148
SECCIÓN 6: Informe anual de estado de conservación.....	148
6.a Resumen ejecutivo y valoración global	148
6.b Evolución de patologías y efectividad de acciones	148
6.c Recomendaciones para el siguiente ciclo de mantenimiento	148
PARTE SEXTA.	149
Práctica de la rehabilitación edificatoria de monumentos históricos	149
Capítulo 18. Casos prácticos de de la rehabilitación edificatoria de monumentos históricos	149
Caso práctico 1. "REHABILITACIÓN EDIFICATORIA DE MONUMENTOS HISTÓRICOS." La restauración de fachadas ornamentales con tratamiento hidrófugo.....	149
Causa del Problema	149
Soluciones Propuestas.....	150
1. Limpieza y consolidación de superficies	150
2. Inyección de mortero compatible en juntas fisuradas.....	150
3. Aplicación de tratamiento hidrófugo transpirable	150
Consecuencias Previstas.....	151
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	151
Lecciones Aprendidas.....	151
Caso práctico 2. "REHABILITACIÓN EDIFICATORIA DE MONUMENTOS HISTÓRICOS." La intervención en cerchas de cubierta de madera con patología xilófaga.....	153
Causa del Problema	153
Soluciones Propuestas.....	153
1. Diagnóstico y catalogación de elementos afectados	153
2. Tratamiento fitosanitario biocida	153
3. Sustitución y refuerzo estructural selectivo.....	153
4. Restauración de cubierta y drenaje	154
Consecuencias Previstas.....	154
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	154
Lecciones Aprendidas.....	155
Caso práctico 3. "REHABILITACIÓN EDIFICATORIA DE MONUMENTOS HISTÓRICOS." Consolidación de muros de adobe en zona sísmica	156
Causa del Problema	156
Soluciones Propuestas.....	156
1. Diagnóstico estructural y caracterización del material	156
2. Inyección de mezcla de cal y tierra para relleno de fisuras	156
3. Refuerzo interno con cerchas metálicas disipativas	156
4. Revestimiento exterior con mortero de cal-arena hidráulica.....	157
Consecuencias Previstas.....	157
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	157
Lecciones Aprendidas.....	158
Caso práctico 4. "REHABILITACIÓN EDIFICATORIA DE MONUMENTOS HISTÓRICOS." El recalce de cimentaciones con micropilotes	159
Causa del Problema	159
Soluciones Propuestas.....	159
1. Estudios previos y diseño geotécnico	159
2. Recalce con micropilotes inclinados y verticales	159
3. Unión de micropilotes a zapatas existentes	160

4. Drenaje y control de agua subterránea	160
Consecuencias Previstas.....	160
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	161
Lecciones Aprendidas.....	161
Caso práctico 5. "REHABILITACIÓN EDIFICATORIA DE MONUMENTOS HISTÓRICOS." Integración de instalaciones de climatización y electricidad empotradas en muros de fábrica histórica.....	162
Causa del Problema	162
Soluciones Propuestas.....	162
1. Proyecto de canalizaciones ocultas en rodapié y zócalos	162
2. Instalación de unidades de climatización por conductos de baja altura	162
3. Cuadro eléctrico modular empotrado en cámara de servicio	163
4. Control domótico y sistema de monitorización ambiental	163
Consecuencias Previstas.....	163
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	164
Lecciones Aprendidas.....	164
Caso práctico 6. "REHABILITACIÓN EDIFICATORIA DE MONUMENTOS HISTÓRICOS." Refuerzo y consolidación de bóvedas de cañón con inyecciones de resina y cerchas metálicas ocultas	165
Causa del Problema	165
Soluciones Propuestas.....	165
1. Diagnóstico topográfico y estructural.....	165
2. Inyección de resina epoxi modificada con micropartículas cerámicas	165
3. Instalación de cerchas metálicas ocultas en impostas.....	166
4. Aplicación de malla de fibra de vidrio y mortero de cal reforzado	166
Consecuencias Previstas.....	166
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	166
Lecciones Aprendidas.....	167
Caso práctico 7. "REHABILITACIÓN EDIFICATORIA DE MONUMENTOS HISTÓRICOS." La elaboración e implantación de un Plan de Seguridad y Salud específico en obra patrimonial.....	168
Causa del Problema	168
Soluciones Propuestas.....	168
1. Elaboración de un PSyS adaptado a patrimonio	168
2. Implantación de protecciones colectivas y anclajes seguros	168
3. Programas de formación y coordinación de gremios	169
4. Procedimientos de emergencias y evacuación	169
Consecuencias Previstas.....	169
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	170
Lecciones Aprendidas.....	170
Caso práctico 8. "REHABILITACIÓN EDIFICATORIA DE MONUMENTOS HISTÓRICOS." La limpieza de superficies históricas con técnicas láser y microabrasión regulada	171
Causa del Problema	171
Soluciones Propuestas.....	171
1. Microabrasión regulada con corindón fino.....	171
2. Limpieza láser pulsado de Nd:YAG.....	171
3. Aplicación de geles tixotrópicos personalizados.....	172
4. Control y documentación fotogramétrica de avances.....	172
Consecuencias Previstas.....	172
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	172
Lecciones Aprendidas.....	173
Caso práctico 9. "REHABILITACIÓN EDIFICATORIA DE MONUMENTOS HISTÓRICOS." La implantación de accesibilidad universal sin alterar elementos patrimoniales	174

Causa del Problema	174
Soluciones Propuestas.....	174
1. Diseño de rampa desmontable modular	174
2. Plataforma salvaescaleras con polipasto eléctrico	174
3. Pavimento táctil y señalética Braille	175
4. Plataforma elevadora de bajo hueco	175
Consecuencias Previstas.....	175
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	176
Lecciones Aprendidas.....	176

Caso práctico 10. "REHABILITACIÓN EDIFICATORIA DE MONUMENTOS HISTÓRICOS." La mejora de eficiencia energética de un palacio barroco mediante aislamiento interior y fotovoltaica integrada

.....	177
Causa del Problema	177
Soluciones Propuestas.....	177
1. Diagnóstico térmico y modelización energética	177
2. Aislamiento interior con paneles de cal y corcho natural.....	177
3. Integración de placas fotovoltaicas en cubierta de teja	178
4. Sistema de gestión energética y control domótico.....	178
Consecuencias Previstas.....	178
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	178
Lecciones Aprendidas.....	179

Caso práctico 11. "REHABILITACIÓN EDIFICATORIA DE MONUMENTOS HISTÓRICOS." La creación de un modelo HBIM para un castillo medieval.....

.....	180
Causa del Problema	180
Soluciones Propuestas.....	180
1. Levantamiento digital mediante escáner láser 3D y fotogrametría	180
2. Procesado y generación de modelo HBIM paramétrico	180
3. Integración con SIG patrimonial y sistema CDE (Common Data Environment)	181
4. Formación y despliegue de protocolos HBIM para mantenimiento y obra	181
Consecuencias Previstas.....	181
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	182
Lecciones Aprendidas.....	182

Caso práctico 12. "REHABILITACIÓN EDIFICATORIA DE MONUMENTOS HISTÓRICOS." Estructuración de la financiación y gestión estratégica de la restauración de un monasterio renacentista.....

.....	183
Causa del Problema	183
Soluciones Propuestas.....	183
1. Combinación de subvenciones públicas y fondos UE	183
2. Mecenazgo corporativo y patrocinio cultural	183
3. Crowdfunding patrimonial con incentivos experienciales	184
4. Emisión de préstamo participativo para inversión social	184
Consecuencias Previstas.....	185
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	185
Lecciones Aprendidas.....	185

Caso práctico 13. "REHABILITACIÓN EDIFICATORIA DE MONUMENTOS HISTÓRICOS."

Implementación de un sistema de monitorización estructural continuo en un puente medieval

.....	187
Causa del Problema	187
Soluciones Propuestas.....	187
1. Diseño y colocación de extensómetros eléctricos y fisurómetros.....	187
2. Implementación de sensores de inclinación y acelerómetros triaxiales	187
3. Plataforma SCADA y umbrales de alerta automática.....	188

4. Mantenimiento y calibración periódica de la red de sensores	188
Consecuencias Previstas.....	188
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	189
Lecciones Aprendidas.....	189
Caso práctico 14. "REHABILITACIÓN EDIFICATORIA DE MONUMENTOS HISTÓRICOS." La elaboración de un formulario de diagnóstico patológico para muros de fábrica histórica.....	190
Causa del Problema	190
Soluciones Propuestas.....	190
1. Diseño de formulario impreso estándar y versión digital	190
2. Formación y pilotaje de uso en obra.....	190
3. Protocolos de clasificación, priorización y trazabilidad	191
4. Integración de resultados en HBIM y CDE	191
Consecuencias Previstas.....	191
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	191
Lecciones Aprendidas.....	192
Caso práctico 15. "REHABILITACIÓN EDIFICATORIA DE MONUMENTOS HISTÓRICOS." Desarrollo de un formulario de proyecto técnico de rehabilitación.....	193
Causa del Problema	193
Soluciones Propuestas.....	193
1. Diseño de formulario unificado para datos generales del proyecto.....	193
2. Estándar de descripción de actuaciones constructivas.....	193
3. Integración de estudio de presupuesto y medición automatizada.....	194
4. Sección de gestión de residuos y seguridad.....	194
Consecuencias Previstas.....	194
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	194
Lecciones Aprendidas.....	195
Caso práctico 16. "REHABILITACIÓN EDIFICATORIA DE MONUMENTOS HISTÓRICOS." Desarrollo e implantación de un checklist de control de obra y calidad.....	196
Causa del Problema	196
Soluciones Propuestas.....	196
1. Diseño del checklist de control de obra	196
2. Implantación del checklist en obra	196
3. Protocolo de no conformidades y acciones correctivas	197
4. Ensayos y verificaciones finales	197
Consecuencias Previstas.....	197
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	198
Lecciones Aprendidas.....	198
Caso práctico 17. "REHABILITACIÓN EDIFICATORIA DE MONUMENTOS HISTÓRICOS." Desarrollo e implantación de un formulario de mantenimiento y seguimiento post-intervención	199
Causa del Problema	199
Soluciones Propuestas.....	199
1. Diseño de un formulario de mantenimiento preventivo	199
2. Elaboración de un calendario de inspecciones periódicas.....	199
3. Sistema de registro de actuaciones y consumos	200
4. Instrumentación y monitorización continua.....	200
Consecuencias Previstas.....	200
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	201
Lecciones Aprendidas.....	201
Caso práctico 18. "REHABILITACIÓN EDIFICATORIA DE MONUMENTOS HISTÓRICOS." Consolidación de pavimento hidráulico y mosaico cerámico con técnicas reversibles	202

Causa del Problema	202
Soluciones Propuestas.....	202
1. Ejecución de sondeos localizados y levantamiento geotécnico	202
2. Retirada selectiva y catalogación de piezas originales.....	202
3. Ejecución de nueva capa de compresión con mortero autonivelante reforzado	203
4. Restauración de baldosas y recolocación reversible	203
Consecuencias Previstas.....	203
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	204
Lecciones Aprendidas.....	204

Caso práctico 19. "REHABILITACIÓN EDIFICATORIA DE MONUMENTOS HISTÓRICOS." Restauración y protección de vidrieras góticas con acristalamiento exterior ventilado.....205

Causa del Problema	205
Soluciones Propuestas.....	205
1. Diagnóstico integral de vidrieras y carpinterías.....	205
2. Desmontaje selectivo y restauración en taller	205
3. Instalación de acristalamiento protector exterior ventilado	206
4. Monitorización y mantenimiento periódico	206
Consecuencias Previstas.....	206
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	207
Lecciones Aprendidas	207

Caso práctico 20. "REHABILITACIÓN EDIFICATORIA DE MONUMENTOS HISTÓRICOS."

Implementación de Realidad Aumentada para asistencia en la intervención de sillares de caliza208

Causa del Problema	208
Soluciones Propuestas.....	208
1. Desarrollo de aplicación de Realidad Aumentada (RA) móvil.....	208
2. Colocación de marcadores y calibración de cámara	208
3. Formación y despliegue en obra	209
4. Integración de registros y feedback en HBIM	209
Consecuencias Previstas.....	209
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	209
Lecciones Aprendidas	210

Caso práctico 21. "REHABILITACIÓN EDIFICATORIA DE MONUMENTOS HISTÓRICOS." La gestión de economía circular: reutilización de materiales patrimoniales211

Causa del Problema	211
Soluciones Propuestas.....	211
1. Inventario y clasificación de materiales demolidos	211
2. Diseño de sistema logístico interno de reaprovechamiento	211
3. Integración de materiales recuperados en la obra	212
4. Justificación medioambiental, económica y patrimonial.....	212
Consecuencias Previstas.....	212
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	213
Lecciones Aprendidas	213

Caso práctico 22. "REHABILITACIÓN EDIFICATORIA DE MONUMENTOS HISTÓRICOS." Integración de gemelo digital y sensores IoT para monitorización preventiva.....214

Causa del Problema	214
Soluciones Propuestas.....	214
1. Desarrollo del gemelo digital (Digital Twin)	214
2. Implantación de red de sensores IoT inalámbricos.....	214
3. Plataforma de visualización y alertas	215
4. Procedimientos de respuesta y mantenimiento predictivo.....	215

Consecuencias Previstas.....	215
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	216
Lecciones Aprendidas.....	216

Caso práctico 23. "REHABILITACIÓN EDIFICATORIA DE MONUMENTOS HISTÓRICOS." La eliminación de grafitis en fachadas ornamentadas con bio-limpieza y recubrimiento fotocatalítico217

Causa del Problema.....	217
Soluciones Propuestas.....	217
1. Diagnóstico cromático y análisis de pigmentos	217
2. Bio-limpieza con cepas bacterianas y geles tixotrópicos	217
3. Aplicación de recubrimiento fotocatalítico antigrafiti	218
4. Protocolo de mantenimiento y vigilancia ciudadana	218
Consecuencias Previstas.....	218
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	219
Lecciones Aprendidas.....	219

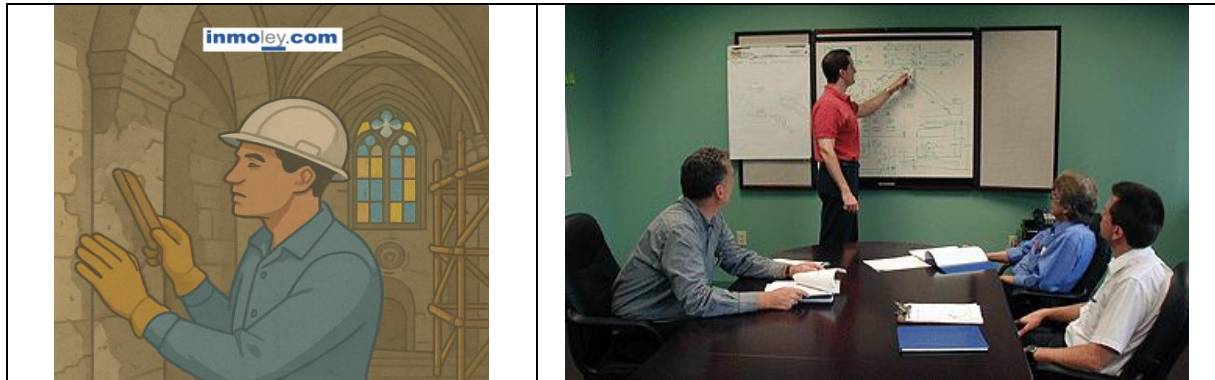
Caso práctico 24. "REHABILITACIÓN EDIFICATORIA DE MONUMENTOS HISTÓRICOS." Intervención reversible en fortaleza medieval dañada por bombardeos220

Causa del Problema.....	220
Soluciones Propuestas.....	220
1. Análisis de daño y estabilización provisional	220
2. Reconstrucción reversibles de vacíos de impacto	220
3. Consolidación de grietas y estabilización de cubos	221
4. Protección temporal de coronaciones y almenas	221
Consecuencias Previstas.....	221
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	222
Lecciones Aprendidas.....	222

Caso práctico 25. "REHABILITACIÓN EDIFICATORIA DE MONUMENTOS HISTÓRICOS." Intervención integral tras siniestro en teatro decimonónico con conservación patrimonial y adaptación funcional223

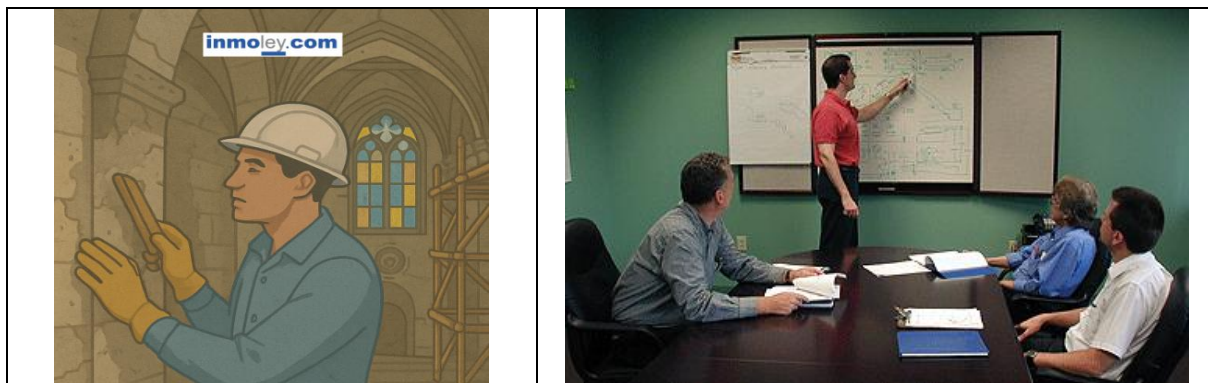
Causa del Problema.....	223
Soluciones Propuestas.....	223
1. Diagnóstico completo y documentación previa	223
2. Desescombros y limpieza conservativa	223
3. Refuerzo estructural y reconstrucción de cubierta	224
4. Restauración de ornamentación interior y adaptabilidad funcional	224
5. Integración digital y plan de mantenimiento post-obra	224
Consecuencias Previstas.....	225
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	225
Lecciones Aprendidas.....	225

¿QUÉ APRENDERÁ?



- Marco conceptual de patrimonio arquitectónico y monumentos históricos
- Principios y cartas internacionales de conservación y rehabilitación
- Normativa europea y legislación española de patrimonio
- Técnicas de investigación patrimonial y documentación previa
- Metodología de diagnóstico de patologías edificatorias
- Diseño de proyectos técnicos de rehabilitación
- Soluciones constructivas respetuosas y compatibles
- Planificación de la obra y seguridad y salud
- Técnicas de intervención y protocolos de reversibilidad
- Control de calidad, ensayos y seguimiento post-obra
- Tecnologías digitales: HBIM, fotogrametría y realidad aumentada
- Gestión financiera, financiación y elaboración de checklists

Introducción.



Los monumentos históricos son los testigos mudos de nuestro pasado: guardianes de memorias, estilos y saberes que han forjado nuestra identidad colectiva. Rehabilitarlos no es solo una cuestión técnica, sino un acto de responsabilidad cultural: devolverles la dignidad que merecen, garantizando su supervivencia para las generaciones futuras sin renunciar a su autenticidad.

Esta Guía Práctica de Rehabilitación Edificatoria de Monumentos Históricos te acompañará en cada fase de la intervención, combinando:

- Bases doctrinales y normativas: desde la Carta de Venecia hasta las últimas directivas de eficiencia energética.
- Metodologías de diagnóstico rigurosas: levantamientos láser, termografías, ensayos de laboratorio y patología edificatoria.
- Soluciones constructivas compatibles: morteros ancestrales, refuerzos con fibras avanzadas y tratamientos reversibles.
- Gestión de obra especializada: planificación, seguridad en entornos patrimoniales, trazabilidad y control de calidad.
- Herramientas digitales y modelización: BIM-HBIM, drones, escáner 3D, realidad aumentada y gemelos digitales.
- Dimensión social y económica: participación comunitaria, financiación creativa y explotación sostenible del patrimonio.

Tanto si eres arquitecto, restaurador, conservador o gestor de proyectos patrimoniales, aquí encontrarás criterios claros, casos reales y formularios prácticos para diseñar, ejecutar y supervisar intervenciones respetuosas, eficaces y duraderas.

Adentrémonos en este viaje donde la memoria y la técnica se dan la mano para escribir un nuevo capítulo en la vida de nuestros monumentos. ¡Comencemos!