



# **CURSO/GUÍA PRÁCTICA DE CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA: BIM + BLOCKCHAIN**





## Índice

<b>¿QUÉ APRENDERÁ?.....</b>	<b>16</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>17</b>
<b>PARTE PRIMERA .....</b>	<b>19</b>
Construcción colaborativa. Collaborative planning in construction (CP).....	19
<b>Capítulo 1. Introducción a la Construcción colaborativa. Collaborative planning in construction (CP) .....</b>	<b>19</b>
<b>1 ¿Qué es la construcción colaborativa? .....</b>	<b>19</b>
Caso Práctico: Edificio de Oficinas XYZ.....	20
<b>2. ¿Por qué es importante la construcción colaborativa? .....</b>	<b>20</b>
Caso Práctico: Renovación del Parque Central.....	21
<b>3. Fundamentos de BIM .....</b>	<b>21</b>
a. ¿Qué es BIM?.....	21
b. Beneficios de BIM en la construcción colaborativa.....	22
Mejora de la comunicación y la colaboración.....	22
Reducción de errores y omisiones .....	22
Eficiencia mejorada.....	22
Mayor transparencia.....	22
<b>4. Caso práctico: Aplicación de BIM en un proyecto de construcción hotelero. ....</b>	<b>22</b>
<b>5. Fundamentos de Blockchain .....</b>	<b>23</b>
a. ¿Qué es blockchain? .....	23
b. Beneficios de blockchain en la construcción colaborativa .....	23
Transparencia y confianza .....	24
Trazabilidad.....	24
Contratos inteligentes.....	24
<b>6. Caso práctico: Aplicación de blockchain en un proyecto de construcción de un centro comercial. ....</b>	<b>24</b>
<b>7. Integración de BIM y Blockchain. ¿Cómo pueden BIM y Blockchain trabajar juntos? .....</b>	<b>25</b>
<b>8. Caso práctico: Un proyecto de construcción residencial utilizando tanto BIM como blockchain</b>	<b>25</b>
<b>9. Economía de la Construcción Colaborativa: BIM + Blockchain.....</b>	<b>27</b>
a. Análisis de costes de la integración BIM-blockchain .....	27
Adquisición de software y hardware .....	27
Formación y desarrollo de competencias .....	27
Integración y personalización .....	27
b. Análisis de beneficios de la integración BIM-blockchain.....	27
Reducción de errores y retrasos .....	27
Ahorro de costes.....	27
Mayor transparencia y confianza.....	28
<b>10. Financiación de proyectos colaborativos con BIM y Blockchain.....</b>	<b>28</b>
<b>11. Caso práctico: Proyecto residencial con financiación y costes detallados .....</b>	<b>28</b>



<b>12. Cuestiones Legales y Éticas .....</b>	<b>29</b>
a. Protección de datos y seguridad en la construcción colaborativa .....	29
b. Legislación y normativa en BIM y Blockchain .....	29
<b>13. Caso práctico: Gestión de un incidente de seguridad en un proyecto colaborativo .....</b>	<b>30</b>
Identificación y contención del incidente .....	30
Investigación y resolución .....	30
Comunicación .....	30
Prevención de futuros incidentes.....	31
<b>14. Futuro de la Construcción Colaborativa: BIM + Blockchain.....</b>	<b>31</b>
a. Innovaciones emergentes en BIM y Blockchain .....	31
Inteligencia Artificial (IA) y Aprendizaje Automático (ML).....	31
Realidad Virtual/Aumentada (VR/AR).....	31
Contratos Inteligentes.....	32
b. Retos y oportunidades futuras .....	32
<b>15. Caso práctico: Implementación de innovaciones en un proyecto de construcción de hospital futurista. ....</b>	<b>32</b>
<b>16. Conclusiones.....</b>	<b>33</b>
a. Recapitulación de la importancia de BIM y Blockchain en la construcción colaborativa .....	33
b. Perspectivas y recomendaciones .....	33
Inversión en formación .....	33
Explorar la integración con otras tecnologías.....	33
Ser consciente de los problemas legales y éticos .....	33
<b>Capítulo 2. Construcción colaborativa. Collaborative planning in construction (CP) .....</b>	<b>34</b>
<b>1. Planificación colaborativa en la construcción. ....</b>	<b>34</b>
<b>2. ¿Cómo colaborar eficazmente en la construcción? .....</b>	<b>34</b>
a. La construcción colaborativa es una necesidad a la complejidad de la construcción. ....	34
b. Facilitar el trabajo colaborativo en la construcción .....	35
<b>3. La importancia de la colaboración en la construcción. ....</b>	<b>35</b>
<b>Capítulo 3. El valor de la colaboración eficaz en la gestión de la construcción .....</b>	<b>37</b>
<b>1. Beneficios de la Colaboración en Proyectos de Construcción .....</b>	<b>37</b>
<b>2. Colaboración en el diseño constructivo.....</b>	<b>38</b>
<b>3. La colaboración constructiva como base de la formación de equipos y el trabajo en equipo..</b>	<b>38</b>
<b>Capítulo 4. Soluciones para mejorar la colaboración en la construcción .....</b>	<b>40</b>
<b>1. Empezar a colaborar en las primeras etapas de planificación de un proyecto.....</b>	<b>41</b>
<b>2. Liderazgo fuerte.....</b>	<b>42</b>
<b>3. Cadena de mando de la comunicación en obra. ....</b>	<b>42</b>
<b>4. Invertir en estandarización.....</b>	<b>43</b>
<b>PARTE SEGUNDA.....</b>	<b>44</b>
<b>Soluciones digitales de construcción colaborativa.....</b>	<b>44</b>
<b>Capítulo 5. Soluciones digitales de construcción colaborativa. ....</b>	<b>44</b>



<b>1. El auge de las herramientas digitales en la construcción.....</b>	<b>44</b>
a. Sistemas compartidos seguros .....	44
b. Colaboración en tiempo real .....	45
d. Tecnología compartida segura para el trabajo colaborativo.....	45
Decisiones basadas en datos .....	45
Procesos todo incluido.....	45
Una voz para todos .....	45
<b>2. Soluciones integradas de software .....</b>	<b>46</b>
<b>3. Herramientas colaborativas digitales en la nube. ....</b>	<b>46</b>
<b>4. La necesaria integración de BIM y Blockchain en la construcción. ....</b>	<b>47</b>
<b>Capítulo 6. BIM como método colaborativo.....</b>	<b>49</b>
<b>1. BIM, la esencia de la construcción colaborativa. ....</b>	<b>49</b>
<b>2. BIM ayuda a un proyecto desde el concepto hasta las operaciones .....</b>	<b>50</b>
<b>3. El BIM Execution Plan (BEP).....</b>	<b>52</b>
<b>4. Proceso de colaboración BIM .....</b>	<b>52</b>
a. Interoperabilidad de datos.....	53
b. Creación e intercambio de datos. ....	53
c. Comunicación e interacción. ....	53
d. El intercambio de información. ....	53
<b>5. Evaluación de la colaboración BIM .....</b>	<b>54</b>
<b>Capítulo 7. El Blockchain .....</b>	<b>55</b>
<b>1. Es fácil sentirse perdido en el denso vocabulario utilizado para describir la tecnología blockchain. ....</b>	<b>55</b>
<b>2. Reglas que hacen único al Blockchain .....</b>	<b>56</b>
a. Criptografía.....	56
b. Red P2P descentralizada .....	56
c. Nodos.....	57
d. Libro mayor distribuido (Distributed Ledger).....	57
e. Reglas de Vigencia y Mecanismos de Consenso.....	57
f. Cadenas de bloques públicos y privados.....	57
g. Contratos inteligentes, oráculos (datos electrónicos) y BIM.....	58
<b>Capítulo 8. La importancia de BIM y Blockchain en los procesos colaborativos del sector de la Construcción .....</b>	<b>60</b>
<b>1. Modelos de gestión sistémicos colaborativos entre todos los actores de la construcción. ....</b>	<b>60</b>
a. BIM + Blockchain .....	60
b. Plataforma blockchain.....	61
c. Gestionar el ciclo de vida de los construidos con BIM.....	61
d. La inteligencia de gestión de BIM y la tecnología Blockchain .....	61
<b>2. BIM y Blockchain .....</b>	<b>62</b>
a. BIM, gestión digital del proceso de construcción.....	62
b. Blockchain .....	62
Blockchain y automatización de la construcción .....	62
Blockchain y y derechos de propiedad intelectual arquitectónicos. ....	63



Blockchain y Blockchain y DLT (Distributed Ledger Technology, tecnologías de contabilidad distribuida)	63
c. La idea de combinar BIM con Blockchain .....	65
<b>3. ¿Para qué sirve el Blockchain aplicado a BIM y cuáles son los beneficios para el sector de la construcción?</b> .....	<b>66</b>
a. BIM es la colaboración entre agentes .....	66
b. El blockchain es el sistema que da veracidad a las comunicaciones BIM .....	66
<b>4. El Blockchain en el sector de la construcción</b> .....	<b>67</b>
a. Blockchain + BIM: solución a la falta de productividad y rentabilidad del sector constructivo. ....	67
b. La aplicación del Blockchain al sector de la construcción .....	68
c. Las ventajas del Blockchain aplicado a BIM .....	69
<b>5. ¿Cuál es el tipo correcto de Blockchain que encaja con BIM?</b> .....	<b>70</b>
a. Sistema híbrido de Blockchain con ventajas legales en la construcción. ....	70
b. Cada actor del BIM dispondrá de un sistema de firma asimétrica de forma independiente .....	71
<b>6. Caso práctico de aplicación de Modelos de gestión sistémicos colaborativos entre todos los actores de la construcción</b> .....	<b>71</b>
a. BIM + Blockchain: Renovación del Hospital Comunitario.....	71
b. Plataforma blockchain: Construcción del Centro de Innovación Tecnológica .....	72
c. Gestionar el ciclo de vida de los construidos con BIM: Residencial Bosque Verde .....	72
d. La inteligencia de gestión de BIM y la tecnología Blockchain: Proyecto de Oficinas Ecosostenibles.....	72
<b>7. Caso práctico de aplicación del BIM y Blockchain</b> .....	<b>73</b>
a. BIM, gestión digital del proceso de construcción: Modernización del Centro Comercial .....	73
b. Blockchain y automatización de la construcción: Edificio de Oficinas TechHub .....	73
c. Blockchain y derechos de propiedad intelectual arquitectónicos: El Proyecto de Innovación Arquitectónica .....	74
d. Blockchain y DLT (Distributed Ledger Technology, tecnologías de contabilidad distribuida): El Proyecto Residencial de Lujo .....	74
e. La idea de combinar BIM con Blockchain: Proyecto del Parque de Innovación .....	74
<b>8. Caso práctico de aplicación del Blockchain al BIM y cuáles son los beneficios para el sector de la construcción</b> .....	<b>74</b>
a. BIM es la colaboración entre agentes .....	74
b. El blockchain es el sistema que da veracidad a las comunicaciones BIM .....	75
<b>9. Caso práctico de aplicación del Blockchain en el sector de la construcción</b> .....	<b>75</b>
a. Blockchain + BIM: solución a la falta de productividad y rentabilidad del sector constructivo. ....	75
b. La aplicación del Blockchain al sector de la construcción .....	76
c. Las ventajas del Blockchain aplicado a BIM .....	76
<b>10. Caso práctico de aplicación del tipo correcto de Blockchain que encaja con BIM</b> .....	<b>77</b>
a. Sistema híbrido de Blockchain con ventajas legales en la construcción .....	77
b. Cada actor del BIM dispondrá de un sistema de firma asimétrica de forma independiente .....	77
<b>Capítulo 9. Blockchain para la gestión transparente y rastreada de modelos BIM</b> .....	<b>79</b>
<b>1. Blockchain para la gestión transparente y rastreada de modelos BIM</b> .....	<b>79</b>
<b>2. El tema central de BIM es la interoperabilidad: compartir datos entre los agentes del proceso constructivo</b> .....	<b>80</b>
<b>3. Blockchain gestiona la transmisión de datos entre los agentes</b> .....	<b>81</b>
<b>4. Caso práctico del Blockchain para la gestión transparente y rastreada de modelos BIM</b> .....	<b>81</b>
a. El tema central de BIM es la interoperabilidad: compartir datos entre los agentes del proceso constructivo	



.....	81
b. Blockchain gestiona la transmisión de datos entre los agentes.....	82
c. Desarrollo del caso práctico: Reforma del Parque de Exposiciones.....	82
Blockchain para la gestión transparente y rastreada de modelos BIM.....	82
El tema central de BIM es la interoperabilidad: compartir datos entre los agentes del proceso constructivo.....	82
Blockchain gestiona la transmisión de datos entre los agentes.....	83
<b>Capítulo 10. Soluciones Blockchain en la gestión BIM de información de la construcción..</b>	<b>84</b>
<b>1. La importancia del proceso colaborativo en la construcción. ....</b>	<b>84</b>
<b>2. La prevención de litigios mediante la documentación constructiva BIM.....</b>	<b>85</b>
<b>3. ¿Cómo proteger en BIM los derechos de propiedad intelectual en la construcción? Con tecnología de blockchain. ....</b>	<b>86</b>
<b>4. Aplicaciones del Blockchain en la construcción. ....</b>	<b>87</b>
<b>5. Funcionamiento técnico del Blockchain en la construcción.....</b>	<b>87</b>
<b>6. Blockchain de transacciones BIM.....</b>	<b>87</b>
<b>7. Tokenización de la base de datos BIM.....</b>	<b>88</b>
<b>8. Caso práctico de aplicación de soluciones Blockchain en la gestión BIM de información de la construcción.....</b>	<b>91</b>
Soluciones Blockchain en la gestión BIM de información de la construcción.....	91
La prevención de litigios mediante la documentación constructiva BIM.....	91
¿Cómo proteger en BIM los derechos de propiedad intelectual en la construcción? Con tecnología de blockchain. ....	92
Aplicaciones del Blockchain en la construcción.....	92
Funcionamiento técnico del Blockchain en la construcción.....	92
Blockchain de transacciones BIM.....	93
Tokenización de la base de datos BIM.....	93
<b>Capítulo 11. IPD y BIM. ....</b>	<b>94</b>
<b>1. Implementar Blockchain a los sistemas integrados de ejecución de proyectos (Integrated Project Delivery (IPD)). Contratos colaborativos de la construcción IPD. ....</b>	<b>94</b>
<b>2. Un componente crítico de IPD es el software BIM. ....</b>	<b>94</b>
<b>3. Integrar Blockchain en el IPD.....</b>	<b>95</b>
<b>4. Caso práctico de implementación del Blockchain a los sistemas integrados de ejecución de proyectos (Integrated Project Delivery (IPD)) y al BIM. ....</b>	<b>95</b>
Un componente crítico de IPD es el software BIM. ....	96
Integrar Blockchain en el IPD.....	96
<b>Capítulo 12. Blockchain y contratos inteligentes de la construcción. ....</b>	<b>97</b>
<b>1. El contrato de construcción inteligente.....</b>	<b>97</b>
<b>2. Blockchain y Contratos inteligentes (Smart Contracts) .....</b>	<b>99</b>
<b>3. Ventajas de aplicar blockchain a los contratos inteligentes de la construcción. ....</b>	<b>100</b>
a. Supervisión automatizada del procedimiento reglamentario.....	100
b. Procesamiento de pagos acelerado.....	101
c. Colaboración Instantánea.....	102





d. Cadenas de suministro optimizadas.....	102
<b>4. La tecnología Blockchain podría funcionar como un administrador de contratos de obra. ....</b>	<b>103</b>
<b>5. Blockchain como soporte para contratos inteligentes: un proceso de pago automatizado ....</b>	<b>103</b>
a. Comprobaciones del proceso constructivo. ....	104
b. Mejor gestión de disputas y transparencia de la cadena de suministro .....	104
<b>6. Los contratos inteligentes y la figura del oráculo (Oracle).....</b>	<b>105</b>
<b>7. Caso práctico relacionando el Blockchain y contratos inteligentes de la construcción.....</b>	<b>106</b>
El contrato de construcción inteligente .....	106
Blockchain y Contratos inteligentes (Smart Contracts).....	106
Ventajas de aplicar blockchain a los contratos inteligentes de la construcción .....	106
a. Supervisión automatizada del procedimiento reglamentario .....	106
b. Procesamiento de pagos acelerado .....	106
c. Colaboración instantánea.....	106
d. Cadenas de suministro optimizadas .....	107
La tecnología Blockchain podría funcionar como un administrador de contratos de obra .....	107
Blockchain como soporte para contratos inteligentes: un proceso de pago automatizado .....	107
a. Comprobaciones del proceso constructivo .....	107
b. Mejor gestión de disputas y transparencia de la cadena de suministro.....	107
Los contratos inteligentes y la figura del oráculo (Oracle).....	107
<b>PARTE TERCERA .....</b>	<b>108</b>
<b>Construir el mecanismo de integración de BIM y Blockchain .....</b>	<b>108</b>
<b>Capítulo 13. Construir el mecanismo de integración de BIM y Blockchain.....</b>	<b>108</b>
<b>1. La integración de la tecnología blockchain y BIM mejora la seguridad, la integridad y la trazabilidad de BIM. ....</b>	<b>108</b>
<b>2. La integración de BIM y Blockchain permite el control preciso de todo el proceso y ciclo de vida de la construcción. ....</b>	<b>110</b>
<b>3. Mecanismo de procesamiento de blockchain y BIM .....</b>	<b>111</b>
a. Proceso de implementación .....	111
El proceso de uso de la tecnología blockchain.....	111
El proceso de uso de la tecnología BIM .....	111
Integración del BIM y Blockchain en el ciclo de vida digital del proceso completo del proyecto de construcción.....	112
b. Mejora de los contratos inteligentes BIMmanager en la construcción .....	112
Conectar el script en la construcción BIM con la tecnología blockchain. ....	112
c. Comprobación y detección de colisiones BIM .....	113
<b>4. Mecanismo de gestión de Blockchain y BIM.....</b>	<b>114</b>
a. Control de progreso y gestión dinámica.....	114
b. Mecanismo de supervisión de la obra.....	115
c. Mecanismo integrado de gestión BIM.....	115
<b>5. Caso práctico sobre la construcción del mecanismo de integración de BIM y Blockchain .....</b>	<b>115</b>
La integración de la tecnología blockchain y BIM mejora la seguridad, la integridad y la trazabilidad de BIM.....	115
La integración de BIM y Blockchain permite el control preciso de todo el proceso y ciclo de vida de la construcción .....	116
Mecanismo de procesamiento de blockchain y BIM.....	116
a. Proceso de implementación.....	116
b. Mejora de los contratos inteligentes BIMmanager en la construcción .....	116



c. Comprobación y detección de colisiones BIM.....	116
Mecanismo de gestión de Blockchain y BIM .....	116
a. Control de progreso y gestión dinámica .....	116
b. Mecanismo de supervisión de la obra .....	117
c. Mecanismo integrado de gestión BIM .....	117

**Capítulo 14. Plataforma de gestión de proyectos de construcción (Construction Project Management (CPM) basada en blockchain y contratos inteligentes .....118**

<b>1. Plataformas de gestión que automaticen los procesos de construcción colaborativa.....</b>	<b>118</b>
<b>2. Registro distribuido (distributed ledger technology (DLT)) y contratos inteligentes. ....</b>	<b>118</b>
<b>3. Monetizar activos digitales mediante contratos inteligentes de la construcción.....</b>	<b>119</b>
<b>4. Partes asociadas en los proyectos de construcción (Construction Project Management (CPM)120</b>	
a. Nuevo usuario a bordo (Onboard New User) .....	120
Administrar activo digital (Manage Asset) .....	120
b. Administrador de usuarios (User manager) .....	121
c. Administrador de activos digitales (Digital asset manager) .....	121
d. Integrante del proyecto (Project onboarder) .....	122
e. Gerente de proyecto completado (Completed project manager) .....	123
f. Administrador de pagos .....	123
g. Administrador de cartera (Wallet manager) .....	124
<b>5. Protocolo de blockchain dinámico .....</b>	<b>125</b>
a. Transacciones en cadena de la plataforma de construcción .....	125
b. Casos de uso de plataformas de construcción .....	126
Operaciones de creación de activos digitales .....	126
Operaciones de inicio de licitación .....	126
Operaciones de pago de proyectos .....	126
Operación de mantenimiento de edificios .....	127
<b>6. Caso práctico relativo a las partes asociadas en los proyectos de construcción (Construction Project Management (CPM) .....</b>	<b>128</b>
a. Nuevo usuario a bordo (Onboard New User) .....	128
b. Administrador de usuarios (User manager) .....	128
c. Administrador de activos digitales (Digital asset manager) .....	128
d. Integrante del proyecto (Project onboarder) .....	128
e. Gerente de proyecto completado (Completed project manager) .....	128
f. Administrador de pagos .....	129
g. Administrador de cartera (Wallet manager) .....	129
<b>7. Caso práctico que demuestra la relevancia de todos los roles en un proyecto de construcción de un nuevo rascacielos con un presupuesto de 200.000.000 de euros.....</b>	<b>129</b>
a. Nuevo usuario a bordo (Onboard New User) .....	129
b. Administrador de usuarios (User manager) .....	129
c. Administrador de activos digitales (Digital asset manager) .....	129
d. Integrante del proyecto (Project onboarder) .....	130
e. Gerente de proyecto completado (Completed project manager) .....	130
f. Administrador de pagos .....	130
g. Administrador de cartera (Wallet manager) .....	130
<b>8. Caso práctico sobre el Protocolo de blockchain dinámico .....</b>	<b>131</b>
a. Transacciones en cadena de la plataforma de construcción.....	131
b. Casos de uso de plataformas de construcción: .....	131





Operaciones de creación de activos digitales .....	131
Operaciones de inicio de licitación .....	131
Operaciones de pago de proyectos .....	131
Operación de mantenimiento de edificios .....	131
<b>PARTE CUARTA .....</b>	<b>133</b>
<b>Práctica de la construcción colaborativa: BIM + BLOCKCHAIN .....</b>	<b>133</b>
<b>Capítulo 15. Casos prácticos de la construcción colaborativa: BIM + BLOCKCHAIN.....</b>	<b>133</b>
<b>1. Caso práctico de Construcción de un Complejo Deportivo con Diseño Colaborativo y Gestión de la Cadena de Suministro a través de BIM + Blockchain .....</b>	<b>133</b>
Diseño Colaborativo .....	133
Gestión de la Cadena de Suministro .....	133
Contratos Inteligentes para la Contratación de Subcontratistas .....	134
<b>2. Caso práctico de construcción de un Sistema de Transporte Urbano a Gran Escala Mediante BIM + Blockchain.....</b>	<b>135</b>
Coordinación y Colaboración del Diseño.....	135
Contratos Inteligentes para la Licitación .....	135
Rastreo de la Cadena de Suministro .....	135
Gestión de Activos Post-Construcción .....	135
<b>3. Caso práctico de construcción de una Red de Energía Renovable con BIM + Blockchain .....</b>	<b>136</b>
Planificación y Diseño de la Infraestructura de Energía Renovable .....	136
Contratos Inteligentes para Adquisiciones y Contrataciones.....	136
Seguimiento y Verificación de la Cadena de Suministro .....	136
Gestión de Activos y Mantenimiento Post-Construcción.....	136
<b>4. Caso práctico de construcción de un Sistema de Transporte Público Inteligente con BIM + Blockchain.....</b>	<b>137</b>
Diseño y Planificación del Sistema de Metro .....	137
Contratos Inteligentes para Contrataciones y Compras.....	137
Seguimiento de la Cadena de Suministro.....	137
Gestión y Mantenimiento de Activos Post-Construcción.....	137
<b>5. Caso práctico de construcción de un Parque Eólico Marítimo con BIM + Blockchain .....</b>	<b>138</b>
Diseño y Planificación de los Aerogeneradores .....	138
Gestión de la Cadena de Suministro .....	138
Contratos Inteligentes para Licitación y Contratar .....	138
Gestión y Mantenimiento Post-Construcción .....	138
<b>6. Caso práctico de construcción de un Complejo Deportivo con BIM + Blockchain .....</b>	<b>140</b>
Diseño y Planificación del Complejo.....	140
Gestión de la Cadena de Suministro .....	140
Contratos Inteligentes para Licitación y Contratar .....	140
Gestión y Mantenimiento Post-Construcción .....	140
<b>7. Caso práctico de construcción de una Red de Tren de Alta Velocidad con BIM + Blockchain .....</b>	<b>142</b>
Diseño y Planificación de la Red de Trenes .....	142
Contratos Inteligentes para Contratación y Licitación .....	142
Gestión de la Cadena de Suministro .....	142
Control de Calidad y Mantenimiento Post-Construcción .....	142
<b>8. Caso práctico de construcción de un Complejo de Instalaciones Deportivas con BIM + Blockchain .....</b>	<b>144</b>



Diseño y Planificación de las Instalaciones Deportivas .....	144
Contratación y Licitaciones mediante Contratos Inteligentes .....	144
Gestión de la Cadena de Suministro .....	144
Supervisión y Mantenimiento Post-Construcción .....	144
<b>9. Caso práctico de construcción de un Polígono Logístico con BIM + Blockchain .....</b>	<b>145</b>
Diseño y Planificación del Polígono Logístico .....	145
Contratación y Licitaciones mediante Contratos Inteligentes .....	145
Gestión de la Cadena de Suministro .....	145
Construcción y Automatización.....	145
Mantenimiento y Gestión Post-Construcción .....	145
<b>10. Caso práctico de la arquitectura. Construcción de un Museo de Arte Moderno utilizando BIM + Blockchain.....</b>	<b>147</b>
Diseño Arquitectónico y Planificación .....	147
Contratación y Licitaciones mediante Contratos Inteligentes .....	147
Gestión de la Cadena de Suministro .....	147
Construcción y Supervisión .....	147
Mantenimiento y Gestión Post-Construcción .....	147
<b>11. Caso práctico de Rehabilitación de un Edificio Histórico utilizando BIM + Blockchain .....</b>	<b>149</b>
Evaluación y Planificación .....	149
Contratación y Licitaciones mediante Contratos Inteligentes .....	149
Gestión de la Cadena de Suministro .....	149
Ejecución de la Obra y Supervisión .....	149
<b>12. Caso práctico de construcción de un Parque Eólico utilizando Blockchain y Contratos Inteligentes .....</b>	<b>150</b>
Creación de contratos inteligentes para la adquisición de materiales .....	150
Gestión de licitaciones y contratos con subcontratistas .....	150
Proceso de pago automatizado.....	150
Control de la ejecución del proyecto .....	150
<b>13. Caso práctico de construcción de una Instalación Nuclear utilizando Blockchain y Contratos Inteligentes .....</b>	<b>151</b>
Gestión Regulatoria y de Seguridad .....	151
Contratos Inteligentes para Equipos y Materiales Especiales .....	151
Gestión de Proyectos y Contratación de Subcontratistas .....	151
Inspecciones y Validación Automatizadas.....	151
<b>14. Caso práctico de construcción de un Sistema Ferroviario de Alta Velocidad usando Blockchain y Contratos Inteligentes .....</b>	<b>153</b>
Control del Proyecto .....	153
Adquisición de suelo y Gestión de Permisos .....	153
Gestión de Subcontratistas y Proveedores .....	153
Mantenimiento y Operaciones Posteriores a la Construcción .....	153
<b>Capítulo 16. Casos prácticos de la construcción colaborativa: BIM + BLOCKCHAIN.....</b>	<b>154</b>
<b>Caso práctico 1: "CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA: CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA. BIM + BLOCKCHAIN" "Integración Inicial de BIM y Blockchain en la Gestión de Proyectos" .....</b>	<b>154</b>
Causa del Problema .....	154
Soluciones Propuestas.....	154
Implementación de Blockchain.....	154
Capacitación y Adopción de Tecnología .....	155
Consecuencias Previstas.....	155



Resultados de las Medidas Adoptadas.....	155
Lecciones Aprendidas.....	155
<b>Caso práctico 2: "CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA: CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA. BIM + BLOCKCHAIN" "Optimización de la Cadena de Suministro en Grandes Proyectos" .....</b>	<b>156</b>
Causa del Problema.....	156
Soluciones Propuestas.....	156
Integración de Blockchain en la Logística de Suministros.....	156
Interfaz entre BIM y Blockchain para Actualizaciones en Tiempo Real .....	156
Consecuencias Previstas.....	157
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	157
Lecciones Aprendidas.....	157
<b>Caso práctico 3: "CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA: CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA. BIM + BLOCKCHAIN" "Automatización de Cumplimiento Normativo en Proyectos de Construcción" ..</b>	<b>158</b>
Causa del Problema.....	158
Soluciones Propuestas.....	158
Implementación de Smart Contracts para el Cumplimiento Automático.....	158
Capacitación Continua y Alertas Automatizadas .....	158
Consecuencias Previstas.....	159
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	159
Lecciones Aprendidas.....	159
<b>Caso práctico 4: "CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA: CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA. BIM + BLOCKCHAIN" "Gestión de Subcontratistas y Contratos Basados en Desempeño" .....</b>	<b>160</b>
Causa del Problema.....	160
Soluciones Propuestas.....	160
Contratos Inteligentes para la Gestión de Subcontratistas .....	160
Integración de Sensores IoT y Blockchain para Supervisión en Tiempo Real: .....	160
Consecuencias Previstas.....	161
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	161
Lecciones Aprendidas.....	161
<b>Caso práctico 5: "CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA: CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA. BIM + BLOCKCHAIN" "Manejo de Modificaciones de Diseño en Tiempo Real" .....</b>	<b>162</b>
Causa del Problema.....	162
Soluciones Propuestas.....	162
Implementación de una Plataforma de BIM Integrada con Blockchain .....	162
Interfaz de Cliente para Revisiones y Aprobaciones en Tiempo Real .....	162
Consecuencias Previstas.....	163
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	163
Lecciones Aprendidas.....	163
<b>Caso práctico 6: "CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA: CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA. BIM + BLOCKCHAIN" "Seguridad y Prevención de Fraudes en Proyectos de Construcción" .....</b>	<b>164</b>
Causa del Problema.....	164
Soluciones Propuestas.....	164
Adopción de Blockchain para Certificación de Materiales .....	164
Sistema de Acceso Basado en Roles con Blockchain .....	164
Consecuencias Previstas.....	165
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	165
Lecciones Aprendidas.....	165
<b>Caso práctico 7: "CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA: CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA. BIM + BLOCKCHAIN" "Eficiencia Energética y Sostenibilidad en Proyectos de Construcción" .....</b>	<b>166</b>



Causa del Problema.....	166
Soluciones Propuestas.....	166
Integración de BIM con Herramientas de Análisis Energético.....	166
Implementación de Blockchain para la Certificación de Sostenibilidad.....	166
Consecuencias Previstas.....	167
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	167
Lecciones Aprendidas.....	167
<b>Caso práctico 8: "CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA: CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA. BIM + BLOCKCHAIN" "Integración de Tecnologías Emergentes para la Rehabilitación de Edificios Históricos" .....</b>	<b>168</b>
Causa del Problema.....	168
Soluciones Propuestas.....	168
Modelado BIM Detallado para la Documentación Histórica.....	168
Blockchain para el Registro de Intervenciones.....	168
Consecuencias Previstas.....	169
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	169
Lecciones Aprendidas.....	169
<b>Caso práctico 9: "CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA: CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA. BIM + BLOCKCHAIN" "Gestión de Conflictos y Resolución de Disputas en Proyectos de Construcción".....</b>	<b>170</b>
Causa del Problema.....	170
Soluciones Propuestas.....	170
Implementación de Blockchain para Documentación de Proyecto.....	170
Sistema de Resolución de Disputas Basado en BIM.....	170
Consecuencias Previstas.....	171
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	171
Lecciones Aprendidas.....	171
<b>Caso práctico 10: "CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA: CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA. BIM + BLOCKCHAIN" "Implementación de Tecnología en Proyectos de Infraestructura Pública" .....</b>	<b>172</b>
Causa del Problema.....	172
Soluciones Propuestas.....	172
Plataforma Integrada de BIM y Blockchain para la Gestión de Proyectos.....	172
Portal de Colaboración para Agencias Gubernamentales.....	172
Consecuencias Previstas.....	173
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	173
Lecciones Aprendidas.....	173
<b>Caso práctico 11: "CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA: CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA. BIM + BLOCKCHAIN" "Gestión de Riesgos en Proyectos de Alta Complejidad" .....</b>	<b>174</b>
Causa del Problema.....	174
Soluciones Propuestas.....	174
Integración de Análisis de Riesgo en el Modelo BIM.....	174
Registro y Seguimiento de Riesgos con Blockchain.....	174
Consecuencias Previstas.....	175
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	175
Lecciones Aprendidas.....	175
<b>Caso práctico 12: "CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA: CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA. BIM + BLOCKCHAIN" "Optimización de la Mantenibilidad Post-Construcción" .....</b>	<b>176</b>
Causa del Problema.....	176
Soluciones Propuestas.....	176
Integración de BIM con Sistemas de Gestión de Instalaciones (FM).....	176



Uso de Blockchain para el Registro de Actividades de Mantenimiento .....	176
Consecuencias Previstas.....	177
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	177
Lecciones Aprendidas.....	177
<b>Caso práctico 13: "CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA: CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA. BIM + BLOCKCHAIN" "Transparencia y Eficiencia en Licitaciones Públicas de Construcción" .....</b>	<b>178</b>
Causa del Problema.....	178
Soluciones Propuestas.....	178
Plataforma de Licitación Integrada con BIM y Blockchain .....	178
Sistema de Puntuación Automatizado y Transparente.....	178
Consecuencias Previstas.....	179
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	179
Lecciones Aprendidas.....	179
<b>Caso práctico 14: "CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA: CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA. BIM + BLOCKCHAIN" "Control de Calidad en Tiempo Real Durante la Construcción" .....</b>	<b>180</b>
Causa del Problema .....	180
Soluciones Propuestas.....	180
Integración de BIM con Herramientas de Inspección en Tiempo Real .....	180
Uso de Blockchain para Certificación de Cumplimiento de Calidad .....	180
Consecuencias Previstas.....	181
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	181
Lecciones Aprendidas.....	181
<b>Caso práctico 15: "CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA: CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA. BIM + BLOCKCHAIN" "Gestión de la Innovación y Tecnología en Grandes Corporaciones de Construcción" .....</b>	<b>182</b>
Causa del Problema.....	182
Soluciones Propuestas.....	182
Programa de Capacitación y Desarrollo Continuo .....	182
Implementación de Pilotos de Innovación.....	182
Consecuencias Previstas.....	183
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	183
Lecciones Aprendidas.....	183
<b>Caso práctico 16: "CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA: CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA. BIM + BLOCKCHAIN" "Integración de Sistemas de Gestión Ambiental en Proyectos de Construcción" .....</b>	<b>184</b>
Causa del Problema.....	184
Soluciones Propuestas.....	184
BIM para el Diseño Sostenible .....	184
Blockchain para la Trazabilidad de Materiales y Gestión de Residuos .....	184
Consecuencias Previstas.....	185
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	185
Lecciones Aprendidas.....	185
<b>Caso práctico 17: "CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA: CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA. BIM + BLOCKCHAIN" "Mejora de la Accesibilidad en Proyectos de Vivienda Pública" .....</b>	<b>186</b>
Causa del Problema.....	186
Soluciones Propuestas.....	186
Uso de BIM para Simulaciones de Accesibilidad.....	186
Blockchain para la Validación de Cumplimiento de Normativas de Accesibilidad .....	186
Consecuencias Previstas.....	187
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	187



Lecciones Aprendidas.....	187
<b>Caso práctico 18: "CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA: CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA. BIM + BLOCKCHAIN" "Gestión Eficiente de Recursos en Proyectos de Gran Escala" .....</b>	<b>188</b>
Causa del Problema.....	188
Soluciones Propuestas.....	188
Integración de BIM para la Planificación y Gestión de Recursos .....	188
Implementación de Blockchain para el Seguimiento de Recursos .....	188
Consecuencias Previstas.....	189
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	189
Lecciones Aprendidas.....	189
<b>Caso práctico 19: "CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA: CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA. BIM + BLOCKCHAIN" "Reducción de Tiempos Muertos en Proyectos de Construcción mediante la Automatización".....</b>	<b>190</b>
Causa del Problema.....	190
Soluciones Propuestas.....	190
Optimización de la Programación con BIM.....	190
Blockchain para la Gestión de la Cadena de Suministro .....	190
Consecuencias Previstas.....	191
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	191
Lecciones Aprendidas.....	191
<b>Caso práctico 20: "CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA: CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA. BIM + BLOCKCHAIN" "Gestión de Proyectos Multiparte con Diversos Stakeholders" .....</b>	<b>192</b>
Causa del Problema.....	192
Soluciones Propuestas.....	192
Plataforma Integrada de BIM para Colaboración .....	192
Blockchain para Contratos y Transacciones Financieras.....	192
Consecuencias Previstas.....	193
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	193
Lecciones Aprendidas.....	193
<b>Caso práctico 21: "CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA: CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA. BIM + BLOCKCHAIN" "Adopción de Tecnologías Sustentables en Desarrollos Urbanos" .....</b>	<b>194</b>
Causa del Problema.....	194
Soluciones Propuestas.....	194
Modelado BIM para Diseños Sostenibles .....	194
Blockchain para Certificación y Verificación de Sostenibilidad.....	194
Consecuencias Previstas.....	195
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	195
Lecciones Aprendidas.....	195
<b>Caso práctico 22: "CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA: CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA. BIM + BLOCKCHAIN" "Optimización de la Gestión de Instalaciones Hospitalarias" .....</b>	<b>196</b>
Causa del Problema.....	196
Soluciones Propuestas.....	196
Implementación de BIM para la Gestión de Instalaciones .....	196
Uso de Blockchain para el Control de Inventario y Auditorías.....	196
Consecuencias Previstas.....	197
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	197
Lecciones Aprendidas.....	197
<b>Caso práctico 23: "CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA: CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA. BIM + BLOCKCHAIN" "Desarrollo de Infraestructura Sostenible en Áreas Rurales" .....</b>	<b>198</b>





Causa del Problema.....	198
Soluciones Propuestas.....	198
Planificación con BIM para Infraestructura Sostenible.....	198
Blockchain para la Gestión Comunitaria y la Transparencia.....	198
Consecuencias Previstas.....	199
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	199
Lecciones Aprendidas.....	199

**Caso práctico 24: "CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA: CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA. BIM + BLOCKCHAIN" "Mejora de la Eficiencia en la Renovación de Edificios Antiguos" .....200**

Causa del Problema.....	200
Soluciones Propuestas.....	200
Uso Avanzado de BIM para Simulaciones de Renovación.....	200
Blockchain para Documentación y Cumplimiento Regulatorio.....	200
Consecuencias Previstas.....	201
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	201
Lecciones Aprendidas.....	201

**Caso práctico 25: "CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA: CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA. BIM + BLOCKCHAIN" "Implementación de Smart Cities: Integración de Infraestructura y Servicios Urbanos" .....202**

Causa del Problema.....	202
Soluciones Propuestas.....	202
Integración de BIM para la Planificación Urbana y el Diseño de Infraestructura.....	202
Blockchain para la Gestión de Datos y Servicios Urbanos.....	202
Consecuencias Previstas.....	203
Resultados de las Medidas Adoptadas.....	203
Lecciones Aprendidas.....	203



## ¿QUÉ APRENDERÁ?



- Los fundamentos de BIM y Blockchain: Entenderá qué son BIM (Building Information Modeling) y Blockchain, cómo funcionan y por qué son relevantes para la industria de la construcción.
- Cómo BIM y Blockchain pueden mejorar la colaboración en la construcción: Explorará cómo estas tecnologías pueden mejorar la eficiencia, la transparencia y la colaboración en los proyectos de construcción.
- Integración de BIM y Blockchain: Aprenderá cómo estas dos tecnologías pueden integrarse en un solo sistema y qué beneficios puede aportar esta integración.
- Blockchain y los contratos inteligentes: Obtendrá una comprensión detallada de cómo los contratos inteligentes pueden facilitar y mejorar la administración de contratos de construcción.
- La aplicabilidad y los casos prácticos: Verá ejemplos prácticos de cómo BIM y Blockchain pueden aplicarse en proyectos de construcción reales y cuánto dinero se puede ahorrar a través de su uso.
- Los desafíos y soluciones: Conocerá los desafíos que pueden surgir al implementar estas tecnologías y cómo superarlos.
- Prepararse para el futuro de la construcción: Finalmente, aprenderá sobre el futuro de estas tecnologías en la industria de la construcción y cómo puede prepararse para ello. La guía proporciona una visión sólida y práctica de cómo BIM y Blockchain pueden transformar la forma en que se llevan a cabo los proyectos de construcción.



## Introducción



### Revolución en la Construcción: Integración de BIM y Blockchain para una Colaboración Eficiente

La construcción colaborativa está tomando un nuevo rumbo con la integración de dos tecnologías disruptivas: el Modelado de Información de Construcción (BIM) y la tecnología blockchain. Esta combinación promete transformar la industria de la construcción, mejorando la transparencia, la eficiencia y la colaboración en todos los niveles de un proyecto. Exploraremos cómo la sinergia de BIM y blockchain está configurando el futuro de la construcción colaborativa.

#### BIM y Blockchain: Fundamentos para la Colaboración

BIM (Building Information Modeling) es una metodología digital que proporciona un modelo tridimensional detallado de un proyecto de construcción, integrando información pertinente desde la fase de diseño hasta la construcción y mantenimiento. Por otro lado, blockchain es una tecnología de registro distribuido que asegura la integridad y transparencia de los datos a través de una cadena de bloques inalterable.

#### Ventajas de la Integración de BIM y Blockchain

**Transparencia Mejorada:** Con blockchain, todas las transacciones y modificaciones en el diseño o en la construcción se registran de manera inmutable, proporcionando una pista de auditoría completa que mejora la transparencia y reduce las disputas.

**Eficiencia en la Gestión de Contratos:** La implementación de contratos inteligentes en blockchain puede automatizar los acuerdos contractuales entre las partes, asegurando que los pagos y otros términos se ejecuten automáticamente cuando se cumplan las condiciones especificadas en el BIM.

**Mejora de la Colaboración:** BIM facilita la colaboración entre todos los actores del proyecto (arquitectos, ingenieros, constructores) proporcionando una fuente



única de verdad. La integración con blockchain refuerza esta colaboración al garantizar que todos los participantes tengan acceso a la misma información verificada y actualizada en tiempo real.



**Seguridad de los Datos:** La tecnología blockchain ofrece una seguridad avanzada para los datos almacenados en el modelo BIM, protegiéndolos de alteraciones no autorizadas y ciberataques.



## Desafíos y Soluciones

La integración de BIM y blockchain, aunque prometedora, presenta desafíos como la complejidad tecnológica y la necesidad de una infraestructura robusta. La solución radica en la capacitación adecuada de los equipos, la inversión en tecnología compatible y la creación de normativas que faciliten la integración de estas tecnologías en los procesos estándares de la industria.

## Casos Prácticos y Aplicaciones Futuras

Empresas pioneras en el sector ya están explorando proyectos piloto que utilizan BIM y blockchain. Estos proyectos sirven como estudios de caso valiosos que demuestran el potencial de estas tecnologías para transformar la gestión de proyectos de construcción, desde la simplificación de la gestión de la cadena de suministro hasta la optimización de los flujos de trabajo y la reducción de los costes generales.

La integración de BIM y blockchain en la construcción colaborativa no es solo una mejora tecnológica, sino una revolución en cómo se conceptualizan, ejecutan y mantienen los proyectos de construcción. A medida que más empresas adopten estas tecnologías, podemos esperar una industria de la construcción más eficiente, transparente y colaborativa.



## PARTE PRIMERA

### *Construcción colaborativa. Collaborative planning in construction (CP)*

## Capítulo 1. Introducción a la Construcción colaborativa. Collaborative planning in construction (CP)



### 1 ¿Qué es la construcción colaborativa?