

WP2-A1. Estudio comparativo de los planes de estudio sobre tecnología Blockchain en los países participantes.



Esta obra está licenciada bajo una [Licencia Internacional Creative Commons
Atribución-CompartirIgual 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

"Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados solo comprometen a su(s) autor(es) y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea o los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser considerados responsables de ellos."



Transilvania
University
of Brasov



Índice

1. INTRODUCCIÓN	4
2. TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN: UNA VISIÓN GENERAL	4
2.1. Introducción a la tecnología blockchain	4
2.2. Aplicación de la cadena de bloques	6
2.3. Impacto de la blockchain en el sector profesional	7
2.4. Educación y formación profesional en blockchain	8
2.5. El papel de Blockchain en la educación profesional	10
3. PLANES DE ESTUDIO DE BLOCKCHAIN	11
3.1. ALEMANIA	11
3.1.1. Blockchain en la Educación y Formación Profesional (VET)	12
3.1.2. Blockchain en la educación superior	13
3.2. ESPAÑA	14
3.2.1. Blockchain en la Educación y Formación Profesional (VET)	15
3.2.2. Blockchain en la educación superior	16
3.3. RUMANIA	18
3.3.1. Blockchain en la Educación y Formación Profesional (VET)	19
3.3.2. Blockchain en la educación superior	20
3.4. CROACIA	22
3.4.1. Blockchain en la Educación y Formación Profesional (VET)	23
3.4.2. Blockchain en la educación superior	24
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS	24
4.1. ALEMANIA	25
4.1.1. Blockchain aplicada a la industria y la sostenibilidad	26
4.1.2. Integración con el entorno	26
4.1.3. Enfoque en la regulación y el cumplimiento	27
4.1.4. Proyectos finales y estudios de caso	27
4.1.5. Conclusión general	28
4.2. ESPAÑA	28
4.2.1. Blockchain aplicada a la industria y la sostenibilidad	28
4.2.2. Integración de la Blockchain con el entorno	28
4.2.3. Énfasis en la legislación y el cumplimiento	29
4.2.4. Proyectos finales y estudios de caso	29

4.2.5.	Conclusiones generales.....	29
4.3.	RUMANIA.....	29
4.3.1.	Blockchain aplicada a la industria y la sostenibilidad	30
4.3.2.	Integración de la Blockchain con el entorno.....	30
4.3.3.	Énfasis en la legislación y el cumplimiento	31
4.3.4.	Proyectos finales y estudios de caso.....	31
4.3.5.	Conclusiones generales.....	31
4.4.	CROACIA	32
4.4.1.	Blockchain aplicada a la industria y la sostenibilidad	32
4.4.2.	Integración de la Blockchain con el entorno.....	33
4.4.3.	Énfasis en la legislación y el cumplimiento	33
4.4.4.	Proyectos finales y estudios de caso.....	34
4.4.5.	Conclusiones generales.....	34
5.	MEJORES PRÁCTICAS.....	35
5.1.	Características comunes de los planes de estudio efectivos de blockchain ..	35
	Estructura de aprendizaje progresivo:	35
	Aprendizaje basado en proyectos:.....	35
	Enfoque interdisciplinar:	35
	Modularidad y flexibilidad:	36
5.2.	Lagunas y lecciones para un proyecto centrado en la piedra y la economía circular	36
	Resumen de recomendaciones	37
6.	CONCLUSIONES	37
7.	REFERENCIAS	38
	Alemania – oferta de formación y contexto	39
	España – oferta de formación y contexto	41
	Rumanía – oferta de formación y contexto	42
	Croacia – oferta de formación y contexto.....	43
	Fuentes de las cifras	44

1. INTRODUCCIÓN

Este documento describe los hallazgos de la actividad WP2. A1, que se centra en un análisis comparativo de los planes de estudio relacionados con Blockchain en los países participantes. El objetivo de este estudio es recopilar y evaluar la oferta educativa actual sobre tecnología Blockchain entre los países socios y la Unión Europea.

El informe recopila y examina los programas educativos y recursos formativos que ofrecen las instituciones en el ámbito de la Blockchain. Al revisar los informes nacionales individuales, el estudio pretende mostrar prácticas exitosas y señalar áreas donde se necesitan mejoras o actualizaciones dentro del plan de estudios.

El informe concluye con un resumen de las principales ideas derivadas del análisis comparativo, que informarán el desarrollo de la actividad WP2. R3: "Definición de los objetivos de aprendizaje y resultados de aprendizaje del currículo."

2. TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN: UNA VISIÓN GENERAL

Desde su creación en 2008, con la propuesta que sentó las bases para la operación de Bitcoin (Nakamoto, 2008), la tecnología blockchain ha pasado de ser una innovación vinculada a las criptomonedas a convertirse en una herramienta con múltiples aplicaciones en diferentes sectores. En esencia, blockchain permite que las transacciones se registren de forma descentralizada en una red distribuida, proporcionando seguridad y transparencia. Su principal atractivo radica en la posibilidad de generar registros que no puedan ser manipulados, reducir el fraude y mejorar la eficiencia operativa en áreas como finanzas, salud, logística y gestión pública (Frizzo-Barker et al., 2020; Tapscott & Tapscott, 2016).

En los últimos diez años, el uso de blockchain ha crecido significativamente y se ha extendido a áreas como los contratos inteligentes, la verificación de identidad digital y las finanzas descentralizadas (DeFi). A medida que más industrias adoptan esta tecnología, la necesidad de profesionales formados también aumenta, lo que supone un desafío para el sector educativo. Es necesario ofrecer formación especializada que esté en sintonía con las demandas del mercado laboral, con programas sólidos tanto técnica como teóricamente (Fosso Wamba et al., 2020; Swan, 2015; Mougayar, 2016).

2.1. Introducción a la tecnología blockchain

La blockchain es una tecnología de libro mayor distribuido (DLT) en la que la información se almacena en bloques que están enlazados en orden cronológico. Según Zheng et al. (2017) e IBM (s.f.), cada bloque contiene un conjunto de transacciones o entradas de datos. Una vez que un bloque es validado por la red, se registra de forma permanente. Esta estructura hace que el sistema sea altamente seguro y transparente, ya que modificar la información de un bloque implicaría alterar todos los bloques que vienen

después, lo cual es prácticamente imposible debido al nivel de potencia de cálculo que se requeriría (Tapscott & Tapscott, 2016).

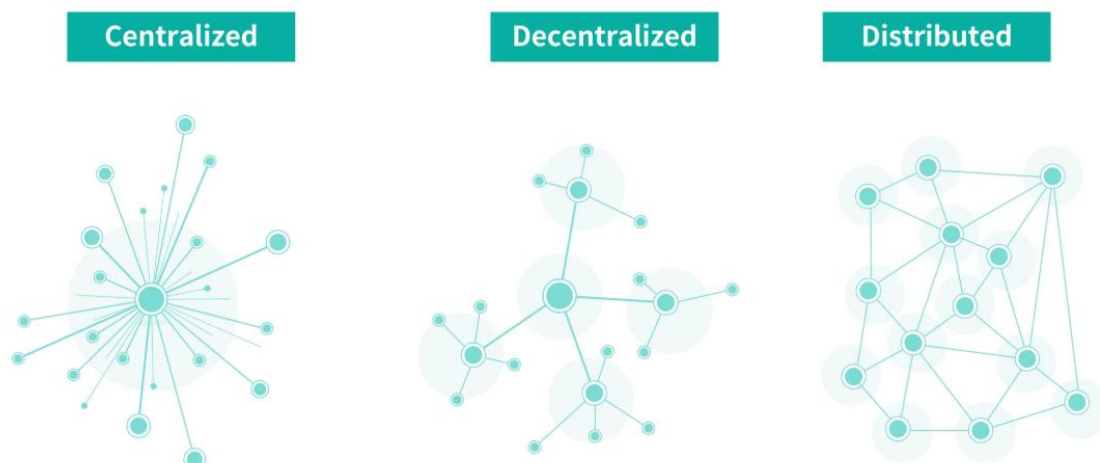


Figura 1: Sistemas centralizados/descentralizados/distribuidos

Los elementos clave de esta tecnología incluyen:

- **Descentralización:** A diferencia de los sistemas tradicionales, donde la información se concentra en una sola entidad, blockchain distribuye los datos entre varios nodos o participantes. Esta arquitectura elimina la necesidad de intermediarios, como bancos o autoridades, para validar las operaciones, haciendo el sistema más seguro y accesible (Crosby et al., 2016; Swan, 2015).
- **Mecanismos de consenso:** Para validar las transacciones, blockchain se basa en algoritmos de consenso. Algunas de las más conocidas son la Prueba de Trabajo y la Prueba de Estaca, que garantizan la integridad de los datos mediante el acuerdo entre quienes forman parte de la red (Mougayar, 2016; Zheng et al., 2017)
- **Seguridad criptográfica:** Cada bloque está vinculado al anterior mediante un código único (hash), generado mediante técnicas criptográficas avanzadas. Esto hace prácticamente imposible alterar la información registrada sin modificar toda la cadena subsecuente, lo cual es técnicamente inviable (IBM, s.f.).

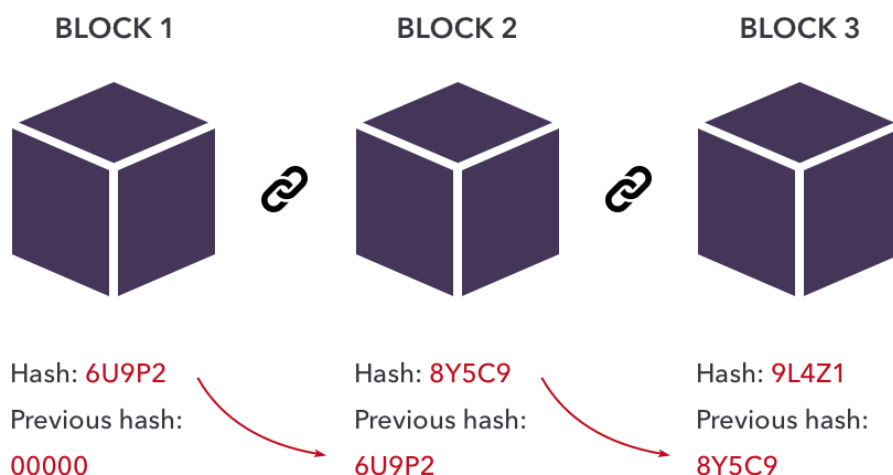


Figura 2: Hashing en blockchain.

- **Inmutabilidad:** Inmutabilidad: Una vez que la información se registra en la blockchain, no puede modificarse fácilmente. Esta característica es especialmente útil en sectores donde la fiabilidad de los datos es crítica, como las transacciones financieras, los historiales médicos o los procesos electorales (Tapscott & Tapscott, 2016).
- **Transparencia y confianza:** En las blockchains públicas, cualquier participante puede revisar y verificar las transacciones, creando un entorno transparente y reduciendo la necesidad de depender de una autoridad central. La propia red garantiza que todo se haga correctamente y de forma verificable (Tapscott & Tapscott, 2016).

2.2. Aplicación de la cadena de bloques

La tecnología blockchain ha demostrado ser muy versátil y ya se está utilizando en diversos sectores, mucho más allá de las criptomonedas. Algunos ejemplos concretos incluyen:

- **Finanzas:** Permite pagos internacionales más rápidos y baratos al eliminar la necesidad de intermediarios como los bancos (Tapscott & Tapscott, 2016; Wang et al., 2019).
- **Gestión de la cadena de suministro:** Ayuda a rastrear los productos desde su origen hasta el consumidor final, reduciendo el riesgo de fraude y mejorando la confianza del cliente (Francisco & Swanson, 2018; IBM, s.f.).
- **Sanidad:** Facilita el almacenamiento y el intercambio seguro de datos médicos. Esto mejora el acceso a la información relevante sin comprometer la privacidad del paciente (Agbo et al., 2019; Zheng et al., 2017).
- **Contratos inteligentes:** Una de sus aplicaciones más destacadas es la capacidad de crear acuerdos que se ejecutan automáticamente cuando se cumplen ciertas

condiciones. Esto agiliza los procedimientos en sectores como el inmobiliario, los seguros y los servicios legales, sin necesidad de intervención humana (Mougayar, 2016; Frizzo-Barker et al., 2020).

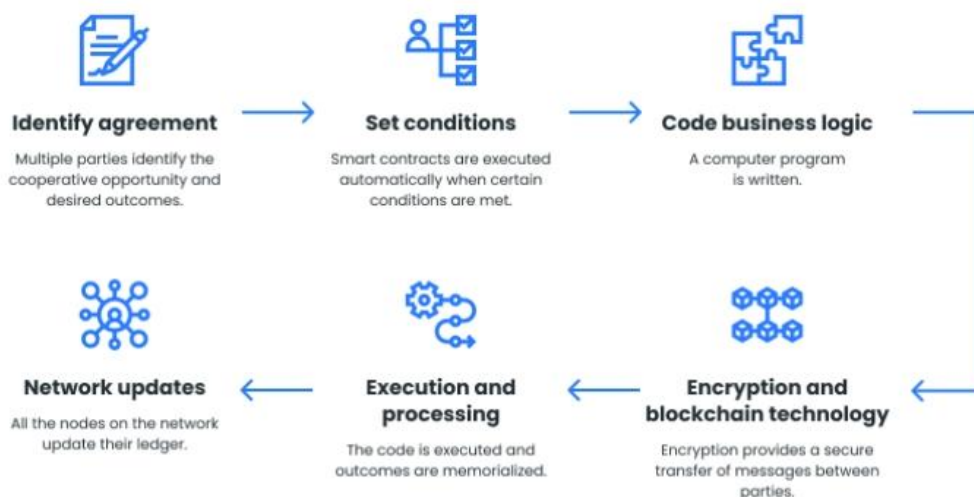


Figura 3: ¿Cómo funciona el Contrato Inteligente?

2.3. Impacto de la blockchain en el sector profesional

El impacto de la blockchain va mucho más allá de su estructura técnica. Esta tecnología está generando cambios significativos tanto en contextos sociales como industriales, gracias a su capacidad para crear sistemas descentralizados, seguros y transparentes. Al hacerlo, contribuye a resolver algunos de los desafíos más complejos que enfrentan diferentes industrias, con beneficios que también se extienden a la sociedad en general.

- **Finanzas e inclusión:** En el sector financiero, la blockchain ha hecho que las transacciones internacionales sean más rápidas, seguras y menos costosas al eliminar intermediarios como los bancos, que a menudo provocan retrasos y cobran comisiones elevadas (Tapscott & Tapscott, 2016). Al reducir estas barreras, también amplía las posibilidades de inclusión financiera, especialmente para individuos o empresas que no tienen acceso a servicios bancarios tradicionales (Swan, 2015). Además, el crecimiento de las Finanzas Descentralizadas (DeFi) está dando a más personas en todo el mundo la oportunidad de participar en los mercados y gestionar sus activos por sí mismas (Mougayar, 2016).
- **Sanidad:** En el sector sanitario, blockchain ofrece una forma segura de compartir historiales médicos entre profesionales autorizados sin comprometer la privacidad del paciente. Esto mejora la eficiencia de los tratamientos y garantiza que los médicos tengan acceso a información completa y actualizada (Zheng et al., 2017).

- **Cadenas de suministro:** Cuando se aplica a las cadenas de suministro, la blockchain permite rastrear un producto desde su origen hasta el consumidor. Esta trazabilidad ayuda a reducir el fraude y la falsificación, genera confianza en los clientes y obliga a las empresas a asumir la responsabilidad de prácticas de producción éticas (Zheng et al., 2017). También agiliza procesos como la verificación del origen, que resulta especialmente útil en sectores como la alimentación, la medicina y los bienes de lujo (Tapscott & Tapscott, 2016).
- **Contratos inteligentes y el sector legal:** Los contratos inteligentes permiten automatizar los acuerdos sin necesidad de intermediarios como abogados o agentes, reduciendo el papeleo, los costes y el riesgo de fraude. Esto es especialmente útil en sectores como el inmobiliario, los seguros y los servicios legales, donde se gestionan procesos sensibles y complejos (Tapscott & Tapscott, 2016).
- **Gobernanza:** A nivel institucional, blockchain puede aumentar la transparencia en la gestión pública. Por ejemplo, su uso se ha explorado en sistemas de votación a prueba de manipulación y en la verificación de operaciones gubernamentales, lo que podría ayudar a combatir la corrupción y fortalecer la confianza pública (Zheng et al., 2017).

En resumen, blockchain tiene el potencial de transformar industrias enteras promoviendo la equidad, la transparencia y la inclusión. Su capacidad para asegurar, simplificar y descentralizar procesos la posiciona como una tecnología clave en la evolución digital y en el impulso de un desarrollo más equitativo y eficiente.

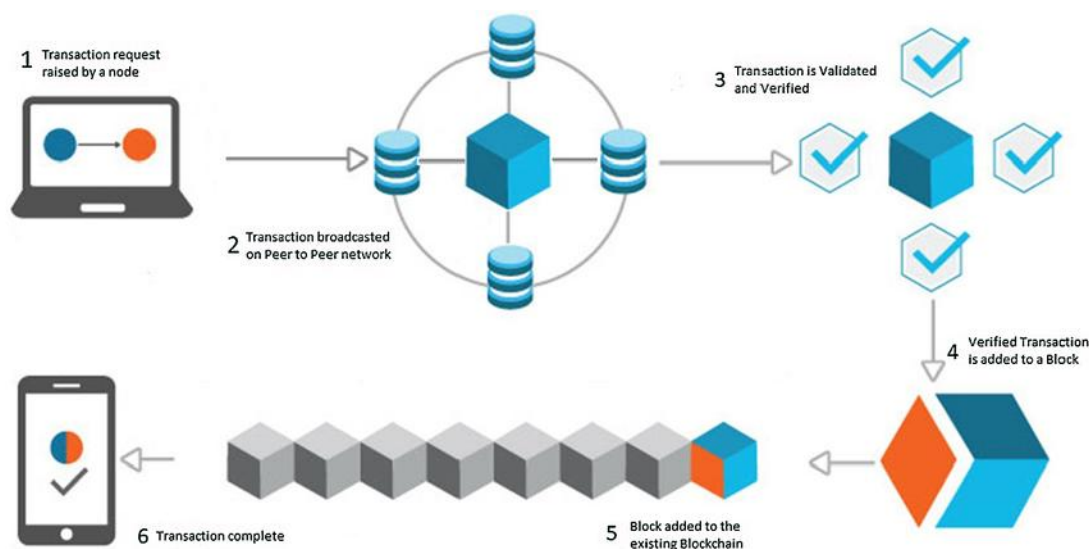


Figura 4: Diagrama de flujo blockchain

2.4. Educación y formación profesional en blockchain

Dado que la tecnología blockchain aún está en pañales, la necesidad de profesionales especializados es cada vez más urgente en todos los sectores. La educación desempeña un papel clave en la formación de las personas con los conocimientos y habilidades necesarios para aplicar esta tecnología de forma eficaz en contextos reales. Aunque ha ido ganando terreno gradualmente en programas universitarios, formación profesional y en la Educación y Formación Técnica y Profesional (VET), se está consolidando como una vía práctica y accesible para adquirir habilidades en blockchain.

En general, los programas de estudio combinan una base teórica con un enfoque práctico. El contenido suele incluir los fundamentos de las tecnologías de libro mayor distribuido (DLT), principios esenciales de criptografía y el desarrollo de contratos inteligentes. Como señala Mougayar (2016), estas habilidades tendrán una gran demanda en sectores como finanzas, logística, salud y administración pública. Además, la formación en blockchain no se limita a aspectos técnicos, sino que también aborda consideraciones legales y éticas, preparando a los estudiantes para enfrentarse a desafíos regulatorios y dilemas profesionales en diferentes entornos laborales.

Sin embargo, dado que se trata de una tecnología disruptiva, la formación en blockchain no debería dirigirse únicamente a profesionales de TI. Los profesionales empresariales, jurídicos y financieros también pueden beneficiarse de aprender a aplicar esta tecnología para mejorar la eficiencia operativa y la transparencia. Por eso cada vez más programas adoptan un enfoque interdisciplinar, combinando habilidades técnicas con aplicaciones prácticas, en línea con las necesidades de una economía digital en constante evolución.

Con el rápido avance de la tecnología, es esencial que los profesionales en áreas como negocios, logística y ciberseguridad comprendan a fondo el potencial de blockchain. Para ofrecer una formación integral, los programas más sólidos combinan teoría con práctica y permiten a los estudiantes trabajar con las principales plataformas del sector. Esto incluye tanto entornos públicos como Ethereum como soluciones empresariales más controladas como Hyperledger. Este enfoque mixto les proporciona una experiencia versátil, preparándoles para aplicar blockchain de manera eficaz en una variedad de contextos reales (Zheng et al., 2017).





















	Public	Private	Hybrid	Consortium
 Permissioned/Permissionless	Permissionless	Permissioned	Permissioned & Permissionless	Permissioned
 Control	No control by a central authority	Control by a central authority	Control by a central authority	Control by multiple central authorities
 Main Advantages	 Independence  Transparency	 Performance  Scalability	 Performance  Low Cost	 Performance  Security
 Main Disadvantages	 Performance  Scalability Issues	 Security  Trust	 Transparency  Upgrading	 Transparency
 Examples	Bitcoin Litecoin	Hyperledger Fabric	XRP token	Corda Quorum

Figura 5: Tipos de redes blockchain

2.5. El papel de Blockchain en la educación profesional

La Educación y Formación Técnica y Profesional (VET) desempeña un papel clave en la formación de profesionales capaces de responder a la creciente demanda de experiencia en blockchain. Estos programas están diseñados para proporcionar habilidades prácticas y orientadas al empleo, alineadas con las necesidades reales de sectores donde esta tecnología ya está empezando a tener un impacto significativo. Pero más allá de formar trabajadores cualificados, la incorporación de blockchain a la formación técnica busca impulsar la innovación y preparar a las industrias para los retos tecnológicos del futuro.

Las aplicaciones blockchain son especialmente relevantes en áreas como la logística, la gestión de la cadena de suministro y las finanzas digitales. Como resultado, muchas empresas buscan personas que no solo entiendan cómo funciona esta tecnología, sino que también puedan implementarla, gestionarla y mantenerla para seguir siendo competitivas en el mercado. En este contexto, la formación técnica aporta un valor añadido al centrarse en desarrollar habilidades prácticas junto con conocimientos específicos del sector. Esto incluye desde el desarrollo de contratos inteligentes y aplicaciones descentralizadas (DApps) hasta la gestión de estructuras de gobernanza dentro de los sistemas blockchain.

Dado que blockchain está evolucionando rápidamente, las instituciones de VET deben revisar y actualizar frecuentemente sus planes de estudio para mantenerse al día con los cambios tecnológicos. Este enfoque dinámico permite a los graduados acceder al mercado laboral con habilidades actualizadas listas para ser aplicadas. Además, estos programas no solo enseñan cómo utilizar la tecnología, sino que también promueven una visión crítica de su impacto industrial, así como de los retos éticos y regulatorios que conlleva.

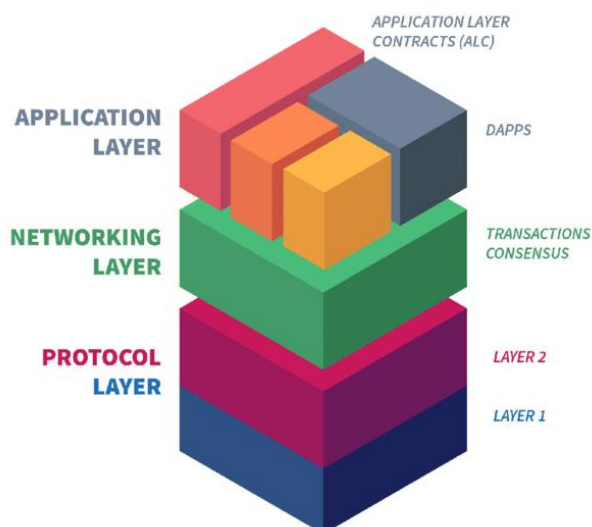


Figura 6: Pila tecnológica de blockchain

Integrar blockchain en la formación profesional ayuda a cerrar la brecha entre el conocimiento teórico y la aplicación en el mundo real. Los estudiantes no solo adquieren habilidades técnicas para implementar soluciones, sino que también desarrollan una mentalidad orientada a la innovación y la resolución de problemas. Esto les permite convertirse en agentes de cambio dentro de sus sectores, contribuyendo a una adopción más amplia de blockchain y a la transformación de industrias y economías en todo el mundo.

3. PLANES DE ESTUDIO DE BLOCKCHAIN

3.1. ALEMANIA

Alemania cuenta con un sistema altamente desarrollado de educación y formación profesional dual, complementado por una amplia red de universidades y centros de investigación aplicada. Su modelo dual es reconocido internacionalmente por combinar la formación práctica en empresas con la formación teórica en escuelas públicas, bajo normativas nacionales que involucran cámaras de comercio, empresas e instituciones educativas. Esta estructura permite que los perfiles profesionales estén bien alineados con las necesidades del mercado laboral, lo que contribuye a mantener bajos niveles de desempleo juvenil y una base sólida de habilidades intermedias.

A nivel político, en 2019 el gobierno federal adoptó una Estrategia Nacional de Blockchain con el objetivo de "marcar el rumbo de una economía basada en tokens." Esta estrategia considera que la blockchain es una tecnología digital clave para sectores como las finanzas, la industria, la energía, la movilidad y la administración pública.

En este marco, la educación relacionada con blockchain en Alemania ha estado moldeando un ecosistema dinámico para el desarrollo profesional y la capacitación. Sin embargo, la oferta sigue siendo en gran medida "horizontal": la mayoría de los programas se centran en tecnologías de libro mayor distribuido, criptomonedas e innovación Web3 sin un vínculo directo con sectores específicos como la piedra natural, la minería o los materiales de construcción

3.1.1. Blockchain en la Educación y Formación Profesional (VET)

Dentro del sistema de formación profesional en Alemania, la blockchain aún no se ha consolidado como una profesión reconocida dentro de la formación inicial (Ausbildungsberuf). En cambio, la mayor parte de la formación en este campo proviene de la formación profesional continua (Weiterbildung).

Estos programas suelen ofrecerse en forma de cursos cortos e intensivos con certificación y son impartidos por entidades como cámaras de comercio (IHK), academias privadas o iniciativas digitales financiadas por el Estado. Están dirigidos principalmente a profesionales que quieren actualizar sus habilidades informáticas o a personas en puestos de gestión que necesitan una visión general del ecosistema cripto. El objetivo es cerrar la brecha entre las habilidades tradicionales de formación profesional y las nuevas demandas de la economía basada en tokens

Bitcoin, Blockchain & Co. [Tarifa diaria]

- **Institución:** Servicio de Educación de la Cámara de Comercio de HKBiS de Hamburgo (seminario IHK)
- **Enlace:** [Curso HKBiS](#)
- **Descripción:** Un breve seminario presencial (10 horas de enseñanza) ofrecido como seminario IHK en Hamburgo. Introduce a los participantes en Bitcoin, criptomonedas alternativas, NFTs y principios básicos de blockchain. El enfoque está en entender cómo estas tecnologías se integran en las empresas modernas y los modelos de negocio digitales.

Curso avanzado de Python – Blockchain con Python

- **Institución:** Cimdata Bildungsakademie
- **Enlace:** [Curso de Python de Cimdata](#)
- **Descripción:** Un curso de cuatro semanas a tiempo completo que combina programación avanzada en Python con desarrollo de aplicaciones blockchain. El plan de estudios abarca fundamentos criptográficos, mecanismos de consenso (PoW vs. PoS), implementación de una blockchain personalizada, desarrollo de contratos inteligentes e integración de monederos.

Blockchain-Tecnología (Formación Modular)

- **Institución:** Cimdata Bildungsakademie
- **Enlace:** [Portal de cursos Schleswig-Holstein](#)

- **Descripción:** Un programa modular de formación continua de 24 semanas reconocido para los vales de agencias de empleo alemanas. Trata blockchain como parte de un perfil más amplio de "habilidades futuras", combinando conceptos de libro mayor distribuido con desarrollo web (HTML5, React) y computación en la nube. Los participantes adquieren un certificado Cimdata y posibles titulaciones del IHK.

Fundamentos técnicos de blockchain y DLT

- **Institución:** OPEN vhb (Universidad Virtual de Baviera, TU München)
- **Enlace:** [Curso OPEN vhb](#)
- **Descripción:** Un curso gratuito y online ofrecido por la Universidad Técnica de Múnich (TUM) como parte de la Estrategia Blockchain de Baviera. Ofrece una introducción estructurada a los conceptos básicos de criptografía, capas de protocolo, mecanismos de consenso y la implementación de contratos inteligentes. Cubre sistemas concretos como Bitcoin, Ethereum y Hyperledger.

3.1.2. Blockchain en la educación superior

Alemania destaca en Europa por ofrecer programas de máster integrales dedicados exclusivamente a blockchain, en lugar de ofrecerlo solo como optativa dentro de otros programas de grado. Las universidades de ciencias aplicadas (Fachhochschulen) y las universidades técnicas lideran este ámbito, con exigentes programas académicos que combinan ingeniería de software, regulación legal y gestión financiera.

Esta especialización profunda permite la formación de profesionales altamente cualificados capaces de diseñar arquitecturas distribuidas complejas y modelos económicos basados en tokens

Tecnologías de Blockchain y Libro Mayor Distribuido (DLT), M.Sc.

- **Institución:** Universidad de Ciencias Aplicadas de Mittweida
- **Enlace:** [Programa HS Mittweida](#)
- **Descripción:** Uno de los primeros programas de máster especializados en Europa dedicados completamente a blockchain. Es un programa orientado a aplicaciones que prepara a los graduados para operar infraestructuras blockchain. El plan de estudios incluye arquitecturas DLT, criptografía, economía de tokens y aspectos legales, con una fuerte cooperación industrial en fintech e Industria 4.0.

Tecnología de la Información – Tecnología Blockchain, M.Eng.

- **Institución:** Universidad SRH de Heidelberg
- **Enlace:** [Programa SRH Heidelberg](#)
- **Descripción:** Un máster orientado a la práctica impartido en inglés. Combina ingeniería de software avanzada y seguridad informática con una especialización en sistemas blockchain. Los módulos abordan el desarrollo de contratos

inteligentes, DApps, el rendimiento en seguridad y los modelos de negocio de tokenización. Los estudiantes trabajan en proyectos aplicados con aspiraciones como ingeniero blockchain o arquitecto de soluciones.

Máster en Blockchain y Activos Digitales, M.Sc.

- **Institución:** Frankfurt School of Finance and Management
- **Enlace:** [Frankfurt School](#)
- **Descripción:** Un programa de posgrado centrado en las dimensiones financieras y gerenciales de la tecnología. Cubre mercados de activos digitales, custodia, cumplimiento, DeFi y fundamentos técnicos. Dirigido a profesionales de banca y consultoría que desean diseñar productos financieros basados en blockchain.

Ingeniería de Sistemas basada en blockchain (Módulos)

- **Institución:** Universidad Técnica de Múnich (TUM)
- **Enlace:** [Presidente de TUM sebis](#)
- **Descripción:** Módulos especializados integrados en los planes de estudio de Informática. La Cátedra de Ingeniería de Software ofrece conferencias y laboratorios sobre "Ingeniería de Sistemas basada en Blockchain", abordando protocolos de consenso, identidad descentralizada y gobernanza. Estos son módulos orientados a la investigación disponibles para estudiantes de máster en informática y sistemas de información.

3.2. ESPAÑA

El principal objetivo del sistema de Formación Profesional (FP) en España es dotar a los estudiantes de habilidades y capacidades que respondan directamente a las necesidades del mercado laboral. Según el marco educativo español, la FP está organizada en dos niveles: Formación Profesional Intermedia y Formación Profesional Avanzada. Ambos combinan formación práctica y orientada al empleo en diferentes áreas profesionales. Estos programas están diseñados en colaboración con el sector productivo para garantizar que los graduados estén bien preparados para incorporarse al mercado laboral.

Con el rápido avance de la blockchain y su presencia cada vez más relevante en sectores como las finanzas, la logística y la gestión de la cadena de suministro, ha habido una conciencia creciente de la necesidad de incorporar habilidades relacionadas con esta tecnología en los planes de estudio de formación profesional. Dado que blockchain se ha consolidado como una herramienta clave para garantizar transacciones seguras, transparentes y descentralizadas, las empresas buscan profesionales capaces de implementarla y gestionarla en entornos reales.

Las instituciones españolas han iniciado recientemente la implementación de cursos de formación en Blockchain con orientación específica para estudiantes de VET que posean

habilidades prácticas y listas para el trabajo. Los programas proporcionarían a los estudiantes experiencia tanto teórica como práctica trabajando con plataformas Blockchain como Ethereum y Hyperledger, desarrollo de contratos inteligentes y consideraciones éticas y legales en el uso de la tecnología.

3.2.1. Blockchain en la Educación y Formación Profesional (VET)

En respuesta a esta demanda, algunas instituciones españolas han comenzado a ofrecer cursos de formación en blockchain dirigidos específicamente a estudiantes de formación profesional. Estos programas combinan teoría con práctica, permitiendo a los estudiantes trabajar con plataformas como Ethereum y Hyperledger. Además de aprender a desarrollar contratos inteligentes, los cursos también abordan cuestiones éticas y legales asociadas al uso de esta tecnología.

Curso de Criptomonedas: Estrategia, Regulación y Psicología del Inversor

- **Institution:** CEF (Centro de Estudios Financieros)
- **Enlace:** [Curso CEF](#)
- **Descripción:** Un curso online breve (aprox. 20 horas) dirigido a profesionales financieros que requieren una comprensión actualizada del ecosistema de criptoactivos. Cubre los fundamentos tecnológicos de la blockchain, las grandes redes como Bitcoin y Ethereum, y el papel de los intercambios centralizados frente a los descentralizados. De manera significativa, el temario aborda el marco europeo de MiCA, la regulación española y las mejores prácticas en gestión de riesgos y psicología del inversor en mercados volátiles.

Curso Técnico Superior en Blockchain

- **Institución:** Escuela de Negocios INESEM
- **Enlace:** [Curso INESEM](#)
- **Descripción:** Un programa en línea diseñado para técnicos y profesionales que buscan trabajar con infraestructuras blockchain. Avanza desde fundamentos conceptuales (DLT, mecanismos de consenso, carteras) hasta aplicaciones prácticas que involucran contratos inteligentes, NFTs y casos de uso DeFi. El curso enfatiza las habilidades aplicadas mediante ejercicios tanto en redes públicas como privadas.

Curso Universitario en Blockchain (Titulación universitaria + 5 ECTS)

- **Institución:** INESEM + Universidad Nebrija
- **Enlace:** [Curso acreditado por INESEM](#)
- **Descripción:** Un curso breve acreditado por la universidad (5 ECTS) centrado en arquitectura blockchain, primitivas criptográficas, modelos de transacciones y diseño de contratos inteligentes. Los estudiantes interactúan con Ethereum y otras plataformas. Este programa está posicionado como una opción formal de mejora de habilidades para graduados y técnicos de VET que buscan una credencial académica en los fundamentos de blockchain.

Curso de Experto en Blockchain

- **Institution:** Deusto Formación
- **Enlace:** [Curso de Deusto](#)
- **Descripción:** Un curso profesional que combina una introducción a las DLT con módulos sobre Web3, criptoactivos, tokenización y contratos inteligentes. Normalmente otorga un doble certificado (Deusto Formación más una universidad asociada) y está fuertemente orientada a aplicaciones empresariales prácticas, estudios de caso y el diseño de proyectos corporativos basados en blockchain.

Blockchain: Ecosistemas y aplicaciones empresariales

- **Institution:** Kursia Escuela de Formación
- **Enlace:** [Curso de Kursia](#)
- **Descripción:** Un curso online dirigido a directivos, personal del sector público y profesionales que necesitan un conocimiento integral de blockchain sin profundas habilidades de desarrollo técnico. Explica la evolución tecnológica, los tipos de redes y la tokenómica, centrándose en modelos de negocio, optimización de procesos y estudios de caso reales en finanzas, administración e industria.

Curso sobre Blockchain en Negocios

- **Institución:** IEBS Business School
- **Enlace:** [Curso IEBS](#)
- **Descripción:** Un breve curso online que explora cómo la blockchain transforma los modelos de negocio y las operaciones. Introduce fundamentos, criptoactivos y contratos inteligentes, guiando a los participantes en el análisis de propuestas de valor basadas en blockchain y Aplicaciones Descentralizadas (dApps). Dirigido a emprendedores, consultores y profesionales de negocios digitales.

Curso sobre Blockchain, Web3 y Metaverso

- **Institución:** Campus Internacional de Blockchain
- **Enlace:** [Curso de Blockchain en el campus](#)
- **Descripción:** Un programa online especializado (aprox. 150 horas) que combina contenido asíncrono con sesiones en directo. Cubre lo básico técnico, contratos inteligentes, economías de tokens, NFTs, DeFi y plataformas de metaverso. Diseñado explícitamente como formación profesional para desarrolladores, gestores de producto e innovadores que construyen proyectos en el ecosistema Web3

3.2.2. Blockchain en la educación superior

En el ámbito de la educación superior en España, varias universidades han comenzado a ofrecer programas especializados en blockchain, con el objetivo de preparar a los

estudiantes para afrontar los retos de un sector en constante crecimiento. Estos estudios, la mayoría impartidos a nivel de máster, abordan tanto los aspectos técnicos, económicos y regulatorios de esta tecnología. Su propósito es formar profesionales capaces de liderar proyectos en áreas como fintech, transformación digital y finanzas descentralizadas (DeFi).

El contenido académico de estos programas busca equilibrar la teoría con la práctica, poniendo un fuerte énfasis en el desarrollo de contratos inteligentes y el diseño de nuevos modelos de negocio basados en blockchain.

Máster en Blockchain y Big Data

- **Institución:** Universidad Complutense de Madrid (UCM)
- **Enlace:** [Máster UCM](#)
- **Descripción:** Un máster de 60 ECTS impartido por la Facultad de Estudios Estadísticos. Combina de forma única la formación en tecnología blockchain con el análisis de Big Data. Los estudiantes aprenden los fundamentos de redes, contratos inteligentes y dApps mientras adquieren habilidades en análisis de datos, programación y procesamiento en tiempo real. El programa está orientado a la práctica, con mentores del ecosistema blockchain español.

Máster en Tecnologías Blockchain y Contratos Inteligentes

- **Institution:** Universidad de Salamanca
- **Enlace:** [Máster USAL](#)
- **Descripción:** Un máster mixto/online (60 ECTS) que ofrece formación integral. Combina módulos técnicos (DLT, criptografía, Ethereum, Bitcoin) con contenido económico, empresarial y legal/regulatorio. Vinculado a la iniciativa CyberChain de la universidad, se dirige a graduados en TIC, economía, negocios y derecho especializados en transformación digital.

Máster en Blockchain, Contratos Inteligentes y Economía Cripto

- **Institution:** Universidad de Alcalá
- **Enlace:** [UAH Master](#)
- **Descripción:** Un máster de formación continua de 60 ECTS que ofrece una visión integrada de blockchain, DAOs, contratos inteligentes y activos virtuales. El plan de estudios está estructurado en torno a una triple perspectiva: Técnica (infraestructura, tokenómica), Económica-Financiera (DeFi, nuevos modelos de negocio) y Jurídica-Regulatoria (normativas de la UE/España). Impartido completamente online para profesionales de TIC, negocios y derecho.

Máster en Blockchain e Innovación Digital / Diploma

- **Institution:** Universidad Politécnica de Valencia (UPV)
- **Link:** [UPV Diploma](#)
- **Descripción:** El UPV ofrece una vía de formación modular que incluye un Máster en Blockchain e Innovación Digital y un Diploma de 30 ECTS. Estos programas cubren las principales variantes de blockchain, criptomonedas, análisis de datos

para Web3 y aplicaciones empresariales de NFTs y el metaverso, enfatizando proyectos prácticos y roles profesionales.

Máster en Blockchain, Criptoactivos y Tokenización

- **Institución:** Universidad Nebrija
- **Enlace:** [Maestro Nebrija](#)
- **Descripción:** Un máster oficial de 60 ECTS centrado tanto en los aspectos tecnológicos como empresariales de la blockchain. Los estudiantes estudian redes públicas y privadas (Bitcoin, Ethereum, Hyperledger), criptografía y desarrollo de contratos inteligentes, junto con módulos legales/empresariales sobre tokenización y finanzas digitales. Fuertemente orientado a la empleabilidad con socios del sector.

Máster en Tecnología Blockchain y Criptoconomía

- **Institution:** Universidad del País Vasco (UPV/EHU)
- **Enlace:** [Maestro UPV/EHU](#)
- **Descripción:** Un programa multidisciplinar de máster de 60 ECTS centrado en pilares fundamentales: Bitcoin, criptografía, complejidad algorítmica, teoría de juegos, sistemas monetarios y cuestiones legales. Incluye programación en entornos como Bitcoin, Ethereum y Hyperledger. Dirigido a graduados en ciencias e ingeniería especializados en Industria 4.0, finanzas o servicios legales.

3.3. RUMANIA

El principal objetivo del sistema de Educación y Formación Profesional (EFP) en Rumanía es dotar a los estudiantes de habilidades prácticas que respondan a las necesidades del mercado laboral. Combina vías de formación inicial a nivel de educación secundaria superior con un sector universitario diverso y una gama creciente de programas de desarrollo profesional continuo y de actualización. En los últimos años, las estrategias nacionales para la digitalización y la especialización inteligente se han centrado en las habilidades digitales avanzadas como un factor clave para impulsar la competitividad y la innovación.

En este contexto más amplio, blockchain ha comenzado a posicionarse como un campo emergente pero en rápido crecimiento. Desde aproximadamente 2017, universidades, centros de investigación y proveedores de formación especializada en Rumanía han comenzado a incluir módulos y programas centrados en esta tecnología. Este desarrollo está respaldado por un ecosistema activo que incluye más de 100 empresas y proyectos piloto relacionados con blockchain en sectores como fintech, identidad digital, gobierno electrónico, energía y educación (Holotescu et al., 2021). Como resultado, ha habido una creciente demanda de habilidades especializadas en tecnologías de libro mayor distribuido (DLT), contratos inteligentes y criptoactivos.

En respuesta a este desarrollo, varios departamentos de informática, ingeniería, economía y finanzas han comenzado a ofrecer cursos o módulos específicos sobre blockchain tanto en programas de grado como de posgrado. Además, hay programas ejecutivos, cursos cortos y formación online. Iniciativas estratégicas como el proyecto EBSI4RO (Conectando Rumanía a través de Blockchain) integran el uso de blockchain en una agenda más amplia de transformación digital, promoviendo la adopción de la Infraestructura Europea de Servicios Blockchain (EBSI) para el uso seguro de credenciales digitales e innovación en el sector público (EBSI4RO, 2022).

Aunque la adopción de esta tecnología ha avanzado más en la educación superior y el desarrollo profesional continuo que en la formación y formación profesional inicial (niveles 3 y 4 de ISCED), la gama de cursos cortos, mini-MOOCs y programas ejecutivos sigue creciendo. Esto facilita el acceso a formación especializada para profesionales de TI, personal del sector público y emprendedores.

3.3.1. Blockchain en la Educación y Formación Profesional (VET)

Aunque todavía no existen titulaciones formales específicas en blockchain a nivel de educación y formación profesional de bachillerato superior (VET inicial) en Rumanía, existe una amplia gama de programas de posgrado, formación continua y formación ejecutiva disponibles. Estas iniciativas desempeñan un papel clave en la actualización y reformación de profesionales adultos (VET continuada).

En general, son programas intensivos que pueden durar desde unas semanas hasta tres meses. Combinan contenidos teóricos básicos con estudios de caso y sesiones prácticas de laboratorio, permitiendo a los participantes adquirir conocimientos que pueden aplicarse de inmediato en su entorno profesional.

Emprendimiento en blockchain

- **Institución:** Universidad Oeste de Timișoara (programa de posgrado)
- **Enlace:** <https://admitere.uvt.ro/program/antreprenoriat-in-blockchain/>
- **Descripción:** Programa de posgrado en la Facultad de Matemáticas e Informática, diseñado como formación profesional continua para graduados y profesionales en TIC, finanzas, derecho, administración pública y otros sectores. El temario combina: fundamentos técnicos de blockchain en sistemas descentralizados y con permisos; oportunidades emprendedoras; modelos de negocio descentralizados; y módulos opcionales sobre aplicaciones en finanzas, energía, cadenas de suministro y educación, además de programación de aplicaciones blockchain en diferentes plataformas. Los certificados de finalización se emiten y registran en una blockchain, convirtiéndola en una referencia nacional para combinar el desarrollo de habilidades y credenciales digitales demostrables.

Tecnología Blockchain: Aplicación e innovación de los negocios transformadores

- **Institución:** Laboratorio Ejecutivo de Blockchain (ICI Bucarest)

- **Enlace:** <https://www.executiveblockchainlaboratory.ro/executive-courses.php>
- **Descripción:** Curso ejecutivo online de ocho semanas organizado por el Laboratorio Ejecutivo de Blockchain del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo en Informática (ICI Bucarest). Se dirige a ejecutivos, directivos y responsables de la toma de decisiones en empresas y administración pública. Los módulos abordan: fundamentos de blockchain; arquitecturas blockchain para negocios y ciberseguridad; casos de uso en la cadena de suministro; arquitecturas de resiliencia sistémica y gobernanza; y modelos de negocio basados en tokens y criptoconomía, en colaboración con Old Dominion University, Modex, Tailpath y el instituto de criptoconomía WU Viena. El curso se centra explícitamente en la estrategia y la innovación, ayudando a los participantes a diseñar soluciones habilitadas por blockchain para sus propias organizaciones.

EBSI4RO – Conectando Rumanía a través de Blockchain (mini-MOOCs y microcredenciales)

- **Enlace:** <https://ebsi4ro.ro/romanian-blockchain-ecosystem/>
- **Descripción:** EBSI4RO es un proyecto financiado por la UE que pilota el uso de la Infraestructura Europea de Servicios Blockchain (EBSI) para la emisión de diplomas y microcredenciales en Rumanía. Entre sus resultados se encuentran varios mini-MOOCs online alojados en la plataforma Unicampus, centrados en tecnología blockchain, casos de uso EBSI y credenciales verificables para servicios públicos y educación. Estos cursos enfatizan la integridad de los datos, los servicios transfronterizos de confianza y la alineación con las prioridades de la política digital de la UE, y emiten insignias y certificados digitales basados en blockchain.

Academia de Inteligencia Blockchain (BIA)

- **Institución:** ICI Bucarest & ChainArgos
- **Enlace:** <https://ici.ro/en/blockchain-intelligence-academy-bia/>
- **Descripción:** Iniciativa de formación público-privada centrada en análisis de blockchain, investigaciones de criptoactivos y forense digital para reguladores, instituciones financieras y agencias policiales. La academia ofrece cursos modulares sobre el ecosistema blockchain, rastreo de transacciones, cumplimiento de las normas AML/CFT y preparación de pruebas para el tribunal. Aunque no es específico por sector, este enfoque en la gobernanza, el riesgo y el cumplimiento es altamente transferible a la trazabilidad y el seguimiento en industrias extractivas.

3.3.2. Blockchain en la educación superior

En el ámbito de la educación superior, las universidades rumanas han incorporado gradualmente cursos y módulos específicos sobre blockchain, contratos inteligentes y

criptoactivos tanto en programas de grado como de posgrado. Estas asignaturas se integran principalmente en grados como Informática, Tecnología de la Información, Ingeniería y Economía.

Además, muchas de estas iniciativas académicas cuentan con el apoyo de grupos de investigación especializados y alianzas estratégicas con empresas del sector. Esto permite una conexión directa entre el contenido teórico y las necesidades reales del mercado laboral.

Blockchain: Fundamentos y aplicaciones

- **Institución:** Universidad Alexandru Ioan Cuza de Iași (Facultad de Informática)
- **Enlace:** https://edu.info.uaic.ro/blockchain/Blockchain_2024_2025_EN.pdf
- **Descripción:** Curso de máster ofrecido en varios programas de estudio (Ingeniería de Software, Sistemas Distribuidos, Seguridad de la Información, Estudios Avanzados en Informática). El curso abarca: conceptos de sistemas distribuidos; consenso y tolerancia a fallos; primitivas criptográficas; principales plataformas públicas y de blockchain con permisos; desarrollo de contratos inteligentes (por ejemplo, Ethereum); y la evaluación de blockchain como infraestructura para diferentes aplicaciones. Ha sido reconocida por la asociación rumana de la industria del software (ANIS) como una iniciativa educativa innovadora.

Blockchain: Contratos inteligentes

- **Institución:** Universidad Babeş-Bolyai de Cluj-Napoca (Facultad de Matemáticas e Informática)
- **Enlace:** https://www.cs.ubbcluj.ro/files/curricula/2025/syllabus/IG_sem6_MLE5157_e_n_craciunf_2025_10056.pdf
- **Descripción:** Curso opcional de grado (programa de Informática) dedicado a blockchain y contratos inteligentes. El temario incluye: introducción a los fundamentos de blockchain; Bitcoin y Ethereum; el modelo de ejecución de contratos inteligentes; patrones de diseño en Solidity; aplicaciones descentralizadas (DApps); problemas de seguridad en Ethereum; estrategias mineras; y protocolos de consenso. El trabajo de laboratorio guía a los estudiantes en la configuración de clientes Ethereum, utilizando herramientas como Ganache y Remix, y desarrollando y probando contratos inteligentes.

Blockchain y Big Data en aplicaciones médicas

- **Institución:** Universidad Nacional de Ciencia y Tecnología Politécnica de Bucarest (Facultad de Electrónica, Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información)
- **Enlace:** <https://etti.upb.ro/en/category/cursuri/master-cursuri/eim/>
- **Descripción:** Curso de máster en el área de Ingeniería Biomédica. Aborda escenarios de big data en la sanidad (historiales electrónicos de salud, datos de telemedicina, bases de datos de ensayos clínicos) y explora cómo blockchain

puede utilizarse para apoyar aplicaciones médicas distribuidas, intercambio seguro de datos e integridad de los historiales médicos. Las sesiones de laboratorio se centran en construir y evaluar soluciones de gestión de datos con soporte blockchain en contextos realistas de e-salud.

Blockchain, criptografía cuántica y seguridad de pagos electrónicos/comercio electrónico

- **Institución:** Universidad de Estudios Económicos de Bucarest (máster en Ciberseguridad)
- **Enlace:** <https://ism.ase.ro/curricula/cybersecurity-curricula-2022-2024/ism.ase.ro>
- **Descripción:** Curso dentro del máster en Seguridad TIC/Ciberseguridad. Según el plan de estudios oficial, combina tecnologías blockchain con criptografía cuántica y sistemas de pago seguros, abordando tanto la seguridad de pagos online como offline, los contratos inteligentes y el comercio electrónico seguro. Esto aporta una perspectiva legal-técnica y orientada al cumplimiento normativo que es relevante para la transparencia financiera, las regalías y las comisiones en industrias intensivas en recursos.

3.4. CROACIA

En Croacia, la educación blockchain está comenzando a tomar forma como parte de un proceso más amplio de transformación digital tanto en la educación y formación profesional (VET) como en la educación superior. Iniciativas nacionales como el programa "e-School" y la estrategia "Croacia Digital" están sentando las bases para incorporar tecnologías avanzadas en los planes de estudio. A nivel de formación profesional, las reformas recientes se han centrado en la transversalidad de las competencias digitales, aunque aún no existen módulos específicos de blockchain dentro de las cualificaciones oficiales. Por ahora, la formación en este campo ha surgido principalmente a través de cursos cortos y educación no formal para adultos ofrecida por entidades privadas.

En lo que respecta al sector de la piedra natural, Croacia cuenta con una institución clave: la Klesarska škola Pučišća (Escuela de Piedra de Pučišća), que forma parte del proyecto RockChain. Esta escuela es un referente europeo y ha participado en proyectos de digitalización como BIMSTONE. Sin embargo, su enfoque actual sigue siendo la artesanía y la seguridad, sin incluir contenido relacionado con blockchain por el momento. Esto confirma que RockChain no duplicará los esfuerzos, sino que complementará la oferta existente, cubriendo una necesidad específica en la intersección entre las artesanías tradicionales y las tecnologías de trazabilidad.

3.4.1. Blockchain en la Educación y Formación Profesional (VET)

En Croacia, la educación y formación profesional (VET) aún no cuenta con planes de estudio oficiales que aborden específicamente la tecnología blockchain dentro del sistema público. Debido a esta ausencia, la responsabilidad de proporcionar formación en este campo ha recaído en el sector privado y en los centros de educación de adultos.

Los cursos que existen suelen ser cortos, intensivos y orientados a la mejora rápida de habilidades. En su mayor parte, se centran en dos áreas principales: por un lado, el componente financiero de la blockchain, como las criptomonedas y las finanzas descentralizadas (DeFi), dirigido a personas interesadas en invertir o aprender por su cuenta; y por otro, la aplicación empresarial de esta tecnología, diseñada para emprendedores y gestores tecnológicos en organizaciones.

Curso "Blockchain, Criptomonedas, DeFi"

- **Institución:** Colegio Astera (Escuela Profesional Krešimir)
- **Enlace:** [Astera College](#)
- **Descripción:** Un curso de 20 horas para principiantes que tiene como objetivo familiarizar a los participantes con la tecnología blockchain y las criptomonedas. El plan de estudios abarca los conceptos básicos de blockchain, mecánicas de transacciones, almacenamiento de datos y Finanzas Descentralizadas (DeFi). También ofrece pasos prácticos para proteger carteras digitales y navegar por los mercados cripto.

Blockchain en aplicaciones empresariales

- **Institución:** Centro Educativo Mirakul
- **Enlace:** [Seminarios Mirakul](#)
- **Descripción:** Un seminario especializado que introduce blockchain como una tecnología distribuida para la descentralización empresarial. El programa analiza algoritmos de consenso, integridad de datos, firmas digitales y compara blockchain con bases de datos tradicionales. Se centra especialmente en contratos inteligentes y casos de uso empresariales reales.

Introducción a la Blockchain y los Contratos Inteligentes

- **Institución:** Web3.0 Workshops, Digitalna Dalmacija
- **Enlace:** [Dalmacia Digital](#)
- **Descripción:** Un taller orientado a la práctica dentro del ciclo WEB3.0. Teóricamente, explica las transacciones descentralizadas y el papel de las condiciones codificadas por software. En la práctica, los participantes trabajan con **Solidity** para crear tokens ERC-20 y desplegar contratos inteligentes en las redes de prueba de Ethereum, abordando las comisiones de gas y vulnerabilidades de seguridad.

3.4.2. Blockchain en la educación superior

A diferencia de la formación profesional, las instituciones de educación superior en Croacia han incorporado con éxito contenido blockchain como asignaturas optativas dentro de programas de grado consolidados, especialmente en ingeniería e informática. Estos módulos ofrecen una sólida formación académica que va más allá de la especulación de mercado y se centra en aspectos clave como la arquitectura de sistemas, la criptografía y la ingeniería de software.

Gracias a esta integración, los futuros ingenieros y especialistas financieros no solo adquieren conocimientos prácticos, sino también una base teórica profunda que les permite diseñar, auditar y aplicar soluciones descentralizadas de manera segura e informada.

Libros de contabilidad distribuidos y criptomonedas

- **Institución:** Universidad de Zagreb, Facultad de Ingeniería Eléctrica e Informática (FER)
- **Enlace:** [Detalles del curso FER](#)
- **Descripción:** Un curso especializado de posgrado de 4 ECTS que ofrece un conocimiento profundo de las DLT. El temario cubre estructuras de datos distribuidas, sistemas de toma de decisiones y tipos de arquitectura. La literatura central incluye estándares técnicos como Bitcoin and Cryptocurrency Technologies (Narayanan et al.) y Mastering Ethereum (Antonopoulos & Wood).

Tecnología blockchain y criptomonedas (DR4I-11-18)

- **Institución:** Universidad Josip Juraj Strossmayer de Osijek (FERIT)
- **Link:** [HERIDO Curriculum \(PDF\)](#)
- **Descripción:** Un curso optativo de 5 ECTS en el programa de posgrado en Ingeniería Informática. Introduce redes P2P, sistemas basados en DAG y la distinción entre cadenas públicas y privadas. El contenido abarca funciones hash, algoritmos de consenso y aplicaciones prácticas, apoyadas por clases y ejercicios de laboratorio.

FinTech I – Transformación de los Servicios Financieros

- **Institución:** Algebra Bernays University
- **Enlace:** [Universidad de Álgebra](#)
- **Descripción:** Parte del programa de grado en Economía de los Negocios Digitales. Este módulo examina cómo las tecnologías digitales transforman los servicios financieros. Permite a los estudiantes explorar tendencias fintech, conectando perspectivas de gestión económica con los fundamentos tecnológicos de las finanzas descentralizadas y las criptomonedas.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Este capítulo presenta un análisis comparativo de los programas educativos blockchain en los países participantes. El objetivo principal es evaluar hasta qué punto los planes de estudio existentes se alinean con los objetivos estratégicos del proyecto.

A través de una revisión sistemática de los enfoques académicos, las habilidades adquiridas y las aplicaciones prácticas, el análisis busca identificar tanto las mejores prácticas como las carencias significativas. Estos hallazgos sirven de base para formular recomendaciones concretas que mejoren la integración de la tecnología blockchain en los programas de formación. Además, el estudio muestra cómo la formación profesional actual aborda, o en algunos casos no aborda, los principales desafíos en áreas clave donde convergen finanzas, tecnología y sostenibilidad medioambiental.

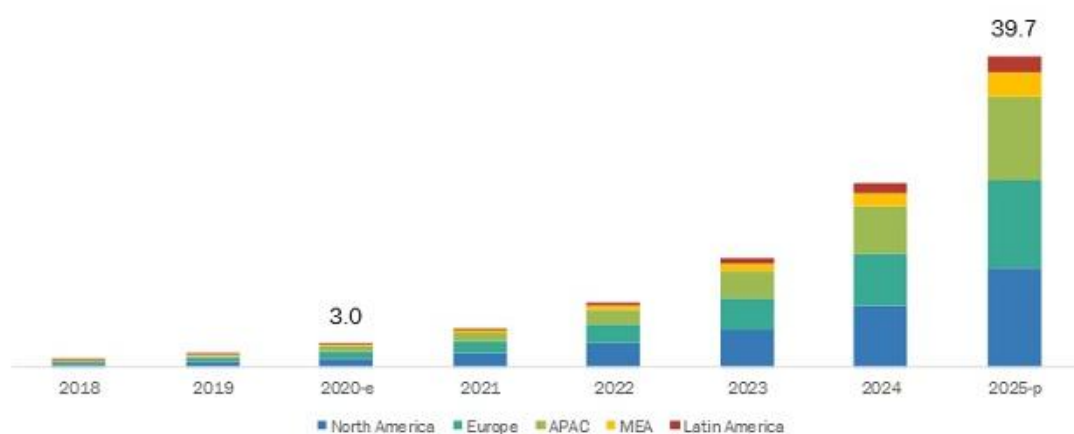


Figura 7: Mercado blockchain, por región (mil millones de USD)

4.1. ALEMANIA

El objetivo principal del proyecto RockChain es desarrollar un currículo especializado en blockchain centrado en la industria de la piedra natural, con especial énfasis en la gestión de residuos y la sostenibilidad. Alemania representa un entorno muy favorable para esta iniciativa, ya que cuenta con una amplia y avanzada gama de cursos de formación en blockchain, incluyendo másteres especializados, cursos intensivos de formación continua y MOOCs apoyados por estrategias digitales regionales.

Sin embargo, como en otros países socios del proyecto, ninguno de estos programas está específicamente dirigido al sector de la piedra natural, la extracción o la gestión de residuos industriales. La mayoría se centra en habilidades transversales de alto nivel, como infraestructuras de libro mayor distribuido, criptoactivos, contratos inteligentes e innovación Web3. Aunque este conocimiento es adaptable a escenarios de minería y economía circular, aún no es directamente aplicable en esos contextos.

4.1.1. Blockchain aplicada a la industria y la sostenibilidad

Los programas de alemán muestran una fuerte orientación hacia aplicaciones reales en la industria y los negocios, pero se centran principalmente en sectores como finanzas, logística, manufactura y administración pública. Por ejemplo, el máster en la Universidad de Mittweida prepara a los estudiantes para diseñar y operar infraestructuras blockchain en fintech e Industria 4.0, con énfasis en la economía de tokens y el diseño de aplicaciones. De manera similar, el programa SRH Heidelberg se dirige a perfiles como ingenieros blockchain o arquitectos de soluciones, con un enfoque en la seguridad y el rendimiento del sistema.

Los cursos de formación continua, como los que ofrecen Fraunhofer FIT y Cimdata, se centran en la optimización de procesos empresariales y el registro seguro de las transacciones. Las habilidades que se enseñan (como el mapeo de procesos, la tokenización de activos y la integridad de datos) son directamente aplicables a las cadenas de trazabilidad industrial. Aunque los programas actuales no mencionan explícitamente los bloques de cantera ni los residuos de piedra, los principios técnicos ya están presentes.

Además, la Estrategia Nacional de Blockchain de Alemania (2019) posiciona esta tecnología como una herramienta transversal para sectores como la energía, la movilidad y la industria. Esto crea un entorno regulatorio propicio para proyectos piloto centrados en la sostenibilidad. Aunque los programas educativos siguen utilizando casos genéricos como pagos o identidad digital, esta estrategia abre la puerta a la introducción de estudios de caso centrados en el análisis de flujos de materiales, la contabilidad de carbono y la reducción de residuos en industrias intensivas en recursos

4.1.2. Integración con el entorno

Los temas de economía circular y sostenibilidad aún no ocupan un lugar central en los planes de estudio de blockchain en Alemania. Los programas especializados tienden a priorizar la eficiencia, la automatización y la confianza digital por encima de los indicadores medioambientales o las evaluaciones del ciclo de vida (LCA). Aun así, hay elementos clave que pueden servir de base para el currículo de RockChain:

- Cadenas de suministro e Industria 4.0: Programas como los de Mittweida y Frankfurt School exploran la tokenización de activos, que puede adaptarse fácilmente para rastrear bloques de cantera o fracciones de residuos.
- Integridad y cumplimiento de datos: Cursos como los de OPEN vhb o TUM enfatizan la inmutabilidad y trazabilidad de los datos, elementos esenciales para informes medioambientales fiables y pasaportes digitales de productos.
- Estrategias digitales regionales: Iniciativas como Block.Chain.Trust en Baviera promueven el uso de blockchain como una infraestructura digital fiable con potencial para proyectos de trazabilidad ambiental en el sector manufacturero.

Aunque las referencias directas a materias primas secundarias son escasas, ya existen fundamentos técnicos y regulatorios para desarrollar módulos ambientales específicos en el contexto de la piedra natural.

4.1.3. Enfoque en la regulación y el cumplimiento

Los programas alemanes otorgan gran importancia a los aspectos regulatorios, de cumplimiento y gestión de riesgos, especialmente en el sector financiero. Por ejemplo, el Máster en Blockchain y Activos Digitales de Frankfurt School dedica una parte significativa de su plan de estudios a la custodia, la gobernanza y los riesgos asociados a los criptoactivos. De manera similar, los seminarios de HKBiS abordan cuestiones legales relacionadas con el uso empresarial de blockchain.

Estas habilidades legal-técnicas son muy valiosas para el sector de la piedra natural, que opera bajo estrictas normativas medioambientales y de seguridad. Algunos conceptos fácilmente aplicables incluyen:

- Registros inalterables para inspecciones mineras o permisos.
- Garantías o bonos tokenizados para asuntos medioambientales.
- Verificación automática del cumplimiento normativo mediante contratos inteligentes.

Lo que aún falta es una conexión clara entre estas capacidades orientadas al cumplimiento y los requisitos específicos de la legislación minera y medioambiental.

4.1.4. Proyectos finales y estudios de caso

La educación superior en Alemania suele incorporar proyectos aplicados y estudios de caso como parte de su metodología. En Mittweida y SRH Heidelberg, por ejemplo, los estudiantes colaboran con empresas en el desarrollo de aplicaciones blockchain específicas. En la formación continua, instituciones como Fraunhofer FIT y Cimdata se centran en la creación de prototipos y el diseño de contratos inteligentes.

Estos formatos ofrecen una excelente oportunidad para RockChain, sin necesidad de cambiar la estructura de los programas existentes. Algunas posibles adaptaciones incluyen:

- Reorientación del proyecto: Centrar los proyectos finales en la trazabilidad de productos y residuos de piedra.
- Diseño de incentivos: Replantear los ejercicios empresariales para incluir incentivos tokenizados destinados a la prevención de residuos.
- Casos regulatorios: Centrar los estudios de cumplimiento en industrias extractivas y construcción circular, en lugar del sector financiero.

La metodología ya existe, solo se necesita ajustar el enfoque temático.

4.1.5. Conclusión general

La formación en blockchain en Alemania es avanzada, diversa y está bien alineada con las estrategias digitales del país. Los programas analizados ofrecen una sólida base técnica en criptografía, un claro enfoque en aplicaciones industriales (especialmente en la Industria 4.0) y un fuerte énfasis en el cumplimiento normativo y la gestión de datos.

Sin embargo, la oferta sigue siendo generalista. La sostenibilidad medioambiental aparece más como un beneficio secundario (a través de mejoras en eficiencia o trazabilidad) que como un objetivo explícito de aprendizaje. Para el proyecto RockChain, no es necesario crear nuevos planes de estudio desde cero. La estrategia más eficaz sería aprovechar esta infraestructura 'horizontal' existente y complementarla con contenido especializado.

Al incorporar módulos opcionales o estudios de caso centrados en la piedra natural y la economía circular, RockChain puede preparar a los graduados para aplicar blockchain no solo en finanzas, sino también ante los verdaderos retos de la sostenibilidad en la extracción y procesamiento de piedra y la gestión eficiente de los residuos de piedra

4.2. ESPAÑA

El objetivo principal del proyecto RockChain es desarrollar un plan de estudios especializado en tecnología blockchain, centrado en la industria de la piedra natural y con un fuerte componente en gestión de residuos y prácticas sostenibles. Con este fin, se realizó un análisis comparativo de los distintos programas de formación en blockchain en España para identificar elementos transferibles y evaluar hasta qué punto abordan cuestiones relacionadas con la minería o el medio ambiente.

4.2.1. Blockchain aplicada a la industria y la sostenibilidad

Ninguno de los programas revisados aborda directamente las industrias extractivas ni la utilización de residuos. Sin embargo, títulos como el Máster en Blockchain y Big Data por la Universidad Complutense de Madrid (UCM) o el Máster en Blockchain y Web3 por la Universidad Europea incluyen sólidos módulos sobre aplicaciones industriales y empresariales. Estos contenidos son altamente adaptables, ya que la lógica de las cadenas de suministro industriales también puede aplicarse a prácticas mineras sostenibles y a la gestión de residuos en la industria de la piedra.

4.2.2. Integración de la Blockchain con el entorno

Aunque sectores como la piedra natural no se mencionan explícitamente, los programas analizados ponen un fuerte énfasis en la transparencia y la trazabilidad, dos características clave de blockchain muy útiles para monitorizar el impacto ambiental. Por ejemplo, el curso de Blockchain y Ecosistemas Empresariales de Kursia se centra en mejorar la gestión empresarial, lo que proporciona una base para desarrollar soluciones

de trazabilidad de recursos esenciales para medir y reducir los impactos en las operaciones mineras.

4.2.3. Énfasis en la legislación y el cumplimiento

El Curso de la CEF sobre Aspectos Legales de la Blockchain ofrece una visión completa del marco regulatorio, un aspecto fundamental para el sector minero, especialmente en lo que respecta a la gestión de residuos y las obligaciones legales. Otros programas, como los ofrecidos por Blockchain Intelligence, también incluyen módulos clave sobre legislación. Estos permiten a los profesionales implementar sistemas que garanticen transparencia y trazabilidad en la gestión de residuos mineros, en línea con las normativas europeas más estrictas.

4.2.4. Proyectos finales y estudios de caso

Muchos programas universitarios, como el máster en Blockchain y Criptoactivos en la Universidad Nebrija, culminan en proyectos finales aplicados o estudios de caso. Esta etapa representa una gran oportunidad: se puede guiar a los estudiantes para desarrollar soluciones específicas para la industria de la piedra natural. Esto fomenta la aplicación inmediata del conocimiento adquirido en contextos reales, como la trazabilidad de materiales o la implementación de sistemas circulares para la gestión de residuos en canteras.

4.2.5. Conclusiones generales

Aunque los cursos actuales no se centran directamente en la industria de la piedra ni en desafíos ambientales específicos, sí incluyen elementos clave —como trazabilidad, transparencia y gestión de recursos— que son perfectamente aplicables al sector. Las capacidades de Blockchain para rastrear el origen de los materiales, automatizar procesos mediante contratos inteligentes y garantizar el cumplimiento normativo la convierten en una herramienta con gran potencial para transformar la minería de forma sostenible. Además, la integración del Big Data y el análisis de datos en programas como el UCM es especialmente relevante para optimizar procesos, reducir la huella ambiental y mejorar la utilización de residuos.

En resumen, el análisis sugiere que existe un alto potencial para adaptar el contenido actual o desarrollar módulos complementarios específicos. Estos módulos deberían aprovechar los principios clave de la blockchain para abordar directamente las necesidades particulares del sector minero, con un claro enfoque en la sostenibilidad ambiental.

4.3. RUMANIA

Un análisis de las ofertas educativas blockchain en Rumanía revela un ecosistema dinámico y en constante evolución. Sin embargo, ninguno de los programas

identificados se centra directamente en la minería de piedra natural o en la gestión de residuos en canteras. La mayoría de los planes de estudio actuales priorizan aplicaciones empresariales, seguridad digital, innovación en el sector público y estudios de caso prácticos en áreas como energía, sanidad y finanzas.

4.3.1. Blockchain aplicada a la industria y la sostenibilidad

Los programas rumanos muestran un claro enfoque en aplicaciones reales en los negocios y la industria. Un buen ejemplo es el curso de posgrado Emprendimiento en Blockchain de la Universidad Oeste de Timișoara, que combina los fundamentos de las tecnologías de libro mayor distribuido con módulos especializados en finanzas, energía y cadenas de suministro. Este enfoque anima a los participantes a diseñar modelos de negocio innovadores y soluciones específicas para cada sector.

A nivel ejecutivo, el curso Tecnología Blockchain: Aplicación e Innovación hacia un Negocio Transformacional, coordinado por ICI Bucarest, está dirigido a directivos y responsables de la toma de decisiones en empresas e instituciones públicas. En este caso, el enfoque no está en los aspectos técnicos, sino en la transformación organizativa, los modelos de negocio basados en tokens y el rediseño de procesos.

Aunque estos programas no se centran explícitamente en la minería o el procesamiento de piedra, el enfoque en la gestión de procesos y las cadenas de suministro es muy adaptable. Las metodologías utilizadas para rastrear bienes en logística o diseñar incentivos en mercados energéticos pueden aplicarse eficazmente al seguimiento del flujo de materiales—desde la cantera hasta la planta de procesamiento—o al diseño de esquemas de incentivos tokenizados para promover la reutilización de residuos y prácticas circulares en el sector de la piedra ornamental.

4.3.2. Integración de la Blockchain con el entorno

Aunque la sostenibilidad ambiental aún no es un foco central en los programas de blockchain rumanos, existen puntos de entrada estratégicos. Dentro del curso de Emprendimiento en Blockchain, un módulo opcional sobre energía permite a los estudiantes explorar temas como el comercio de electricidad renovable, la contabilidad de carbono y las redes inteligentes, que están estrechamente vinculados a la eficiencia de los recursos y la política climática.

A nivel de ecosistema, el informe Rumano sobre el Ecosistema Blockchain destaca iniciativas como la plataforma RED de Restart Energy, que combina blockchain e IoT para permitir el comercio de electricidad verde entre particulares. También menciona el desarrollo de pilotos de trazabilidad agroalimentaria, impulsados por programas AgTech. Aunque estos temas aún no están completamente integrados en los programas educativos, muestran el potencial de blockchain para apoyar la transición energética, la trazabilidad y la economía circular.

El proyecto EBSI4RO refuerza esta dirección al ofrecer mini-MOOCs sobre la Infraestructura Europea de Servicios Blockchain (EBSI), credenciales verificables y prioridades digitales de la UE. Aunque no se centran directamente en el medio ambiente, estas formaciones desarrollan capacidades clave como el intercambio fiable de datos y la interoperabilidad transfronteriza, útiles para la elaboración de informes medioambientales, la documentación de transferencia de residuos y el seguimiento de materias primas secundarias en la industria de la piedra.

4.3.3. Énfasis en la legislación y el cumplimiento

Una de las fortalezas de la educación rumana es su enfoque en la seguridad, el cumplimiento normativo y los usos investigativos de blockchain. Por ejemplo, el curso de Blockchain, Criptografía Cuántica y Seguridad de Pagos Electrónicos/Comercio Electrónico de la Universidad de Estudios Económicos de Bucarest (ASE), incluido en el máster en Seguridad IT&C, combina blockchain con sistemas de pago seguros, contratos inteligentes y aspectos regulatorios del entorno digital. Este tipo de formación es especialmente valiosa para el sector minero, donde la transparencia en regalías, concesiones y tasas es clave.

Paralelamente, la Blockchain Intelligence Academy (BIA), una colaboración público-privada entre ICI Bucarest y ChainArgos, ofrece formación especializada en criptoactivos, investigaciones digitales y forense blockchain. Estas habilidades pueden aplicarse al diseño de modelos de gobernanza para residuos mineros, asegurando la trazabilidad de los flujos de materiales y el estricto cumplimiento de las normativas medioambientales europeas

4.3.4. Proyectos finales y estudios de caso

La mayoría de los programas rumanos combinan clases teóricas con práctica de laboratorio, proyectos o estudios de caso. Un ejemplo es el curso de Blockchain y Big Data en Aplicaciones Médicas de la Universidad Politécnica de Bucarest, donde se pide a los estudiantes que diseñen y prueben aplicaciones distribuidas para historiales médicos, integrando blockchain, big data y privacidad.

EBSI4RO mini-MOOCs también se estructuran en torno a actividades prácticas y tareas que otorgan microcredenciales. El curso de Emprendimiento en Blockchain, por su parte, fomenta el desarrollo de soluciones aplicadas a sectores específicos como la energía o las cadenas de suministro. Combinar estos formatos con proyectos reales del ecosistema rumano, como el mercado de energía verde o herramientas de trazabilidad, crea un entorno propicio para incorporar metodologías basadas en proyectos centradas en canteras, plantas de procesamiento y corrientes de residuos.

4.3.5. Conclusiones generales

En resumen, los programas de formación blockchain existentes en Rumanía aún no abordan directamente la minería de piedra natural ni la gestión de residuos industriales.

Sin embargo, tienen varias fortalezas que se alinean con los objetivos del proyecto RockChain:

- Aplicación práctica y enfoque sectorial: Se da prioridad a las aplicaciones reales en sectores como finanzas, energía, sanidad y cadenas de suministro, facilitando la adaptación del contenido al contexto de canteras y procesamiento de piedra.
- Enfoque en la seguridad y el cumplimiento: Gracias a cursos especializados y al trabajo de la Blockchain Intelligence Academy, existe una base sólida para diseñar sistemas que garanticen la trazabilidad y transparencia en las licencias de minería y la gestión de residuos.
- Formación basada en proyectos: Los cursos universitarios existentes y los mini-MOOCs ya incluyen componentes prácticos que pueden reorientarse hacia escenarios de economía circular en la industria de la piedra.
- Conexión con infraestructuras europeas: La estrecha relación con EBSI facilita la interoperabilidad de datos y servicios a nivel europeo, lo cual es esencial para el seguimiento de materiales reciclados y productos de piedra dentro del mercado común.

Por lo tanto, en el caso de Rumanía, no es necesario construir desde cero un plan de estudios de blockchain para el sector minero. Una estrategia más eficiente es ampliar los programas existentes con módulos específicos y estudios de caso sobre piedra natural, residuos de cantera y sostenibilidad medioambiental, aprovechando la experiencia ya consolidada del país en áreas como la integridad de datos, contratos inteligentes, identidad digital y regulación.

4.4. CROACIA

Un análisis de la oferta educativa en Croacia revela un panorama fragmentado pero en evolución. La formación en blockchain está disponible principalmente en cursos cortos orientados a la práctica y módulos especializados dentro de programas universitarios relacionados con informática o negocios digitales. Sin embargo, actualmente no existen programas directamente vinculados al sector de la piedra natural ni a la gestión de residuos industriales. La mayoría de la formación se centra en criptomonedas, finanzas descentralizadas (DeFi) y aplicaciones empresariales.

A pesar de ello, estrategias nacionales como la "Croacia Digital" e iniciativas en inteligencia artificial están creando un entorno favorable para extender estas habilidades a nuevas áreas, como la gestión de canteras y la economía circular.

4.4.1. Blockchain aplicada a la industria y la sostenibilidad

Ninguno de los programas identificados aborda directamente la piedra natural, actividades de extracción o reutilización de residuos. Cursos como Tečaj Blockchain, kriptovalute, DeFi (Učilište Astera) se centran en los fundamentos de la blockchain y la

gestión financiera (como carteras y criptoactivos). De manera similar, el seminario Blockchain u poslovnim primjenama en el centro educativo Mirakul presenta blockchain como una herramienta para registrar transacciones seguras y automatizar procesos empresariales.

A nivel universitario, cursos como Libros Mayores Distribuidos y Criptomonedas (Universidad de Zagreb, FER) y Tecnología Blockchain (FERIT) profundizan en el funcionamiento técnico de los mecanismos de consenso y las arquitecturas distribuidas. El módulo FinTech I de la Universidad Algebra Bernays sitúa blockchain dentro de la transformación digital de los servicios financieros.

Es importante destacar que todos estos programas comparten un enfoque en la transparencia, la trazabilidad y la seguridad en el registro de transacciones. Estas capacidades son totalmente transferibles a cadenas de valor industriales, incluyendo la extracción de piedra, el procesamiento y los flujos de residuos, aunque aún no se enseñan para ese propósito específico.

4.4.2. Integración de la Blockchain con el entorno

Por ahora, la sostenibilidad y la economía circular no ocupan un lugar central en los cursos de blockchain en Croacia. La mayor parte del contenido se centra en la eficiencia financiera y los ecosistemas Web3, con referencias indirectas a la sostenibilidad (como mejoras en procesos o reducción de intermediarios).

Sin embargo, el contexto político está evolucionando. La Estrategia "Croacia Digital 2032" identifica la blockchain como una tecnología clave para la economía digital y los servicios públicos. Por otro lado, proyectos piloto recientes en 53 escuelas profesionales con IA demuestran que existe una disposición para integrar tecnologías emergentes en los programas educativos. Este entorno favorece la introducción de soluciones como la trazabilidad ambiental o los pasaportes digitales de productos en sectores intensivos en materiales.

En el sector de la piedra ornamental, el proyecto INCLUSIVestone ya ha introducido herramientas digitales como simuladores de realidad virtual para la formación profesional. Esta experiencia demuestra que los socios croatas ya trabajan con entornos de formación basados en datos y ahora pueden complementar esta base con sistemas de trazabilidad blockchain que cierran el ciclo entre la innovación digital y la sostenibilidad ambiental.

4.4.3. Énfasis en la legislación y el cumplimiento

Aunque no existen cursos específicos sobre legislación minera, varios programas abordan cuestiones legales y de cumplimiento desde una perspectiva más general. Los seminarios orientados a los negocios (como los que ofrece Mirakul) abordan temas como firmas digitales e integridad de datos, que son elementos clave para las auditorías.

Los módulos FinTech, como los que ofrece Algebra Bernays, exploran marcos regulatorios relacionados con los activos digitales y la protección del consumidor.

Además, el marco de Croatia Digital promueve infraestructuras digitales seguras y soluciones de código abierto para el sector público. Estas líneas de acción son especialmente relevantes para la minería y la gestión de residuos, donde los sistemas de trazabilidad deben cumplir con estrictas normativas medioambientales europeas. Ya existen habilidades básicas en gestión segura de datos y trazabilidad que podrían orientarse fácilmente al cumplimiento normativo en contextos extractivos.

4.4.4. Proyectos finales y estudios de caso

Muchos cursos en Croacia incluyen componentes prácticos. Talleres como los organizados por Digitalna Dalmacija permiten a los participantes programar contratos inteligentes con Solidity. En las universidades (FER, FERIT), los estudiantes trabajan en laboratorios y en proyectos donde diseñan aplicaciones descentralizadas.

Este formato es ideal para reenfocar estudios de caso. En lugar de centrarse únicamente en tokens financieros, los estudiantes podrían desarrollar sistemas de seguimiento para operaciones de canteras o cadenas de suministro de productos de piedra. Integrar tareas prácticas en trazabilidad basada en blockchain permitiría conectar operaciones físicas a registros digitales fiables.

4.4.5. Conclusiones generales

En Croacia, la educación en blockchain aún no aborda directamente el sector de la piedra natural. Las oportunidades de formación se dividen entre cursos cortos y no regulados y módulos universitarios especializados en ingeniería. Sin embargo, existen varias fortalezas que coinciden con los objetivos del proyecto RockChain:

- Formación práctica: Una sólida tradición de talleres y aprendizaje basado en proyectos, tanto en formación profesional como en la universidad.
- Enfoque empresarial: Atención a la optimización de procesos y la integridad de los datos, que son clave para la trazabilidad industrial.
- Apoyo institucional: Una estrategia nacional que promueve explícitamente habilidades digitales avanzadas.
- Experiencia previa en el sector: Uso de herramientas digitales en la formación profesional en el sector de la piedra.

Por lo tanto, no es necesario crear un nuevo sistema educativo desde cero. La estrategia más eficiente es ampliar los programas técnicos y empresariales existentes con módulos específicos sobre operaciones y sostenibilidad de canteras. Esto permite a Croacia aprovechar su experiencia existente para abordar los verdaderos retos del sector de la piedra ornamental desde una perspectiva más sostenible y tecnológica.

5. MEJORES PRÁCTICAS

Un análisis comparativo de los planes de estudio de blockchain en España, Rumanía, Croacia y Alemania revela varios elementos comunes a los programas más efectivos en formación profesional, educación superior y educación continua. Al mismo tiempo, pone de relieve deficiencias comunes que son especialmente relevantes para un proyecto centrado en la piedra natural, la economía circular y la gestión de residuos.

5.1. Características comunes de los planes de estudio efectivos de blockchain

Estructura de aprendizaje progresivo:

Los programas efectivos tienden a seguir un orden lógico: primero los fundamentos técnicos y conceptuales (como libros de contabilidad distribuidos, criptografía, mecanismos de consenso y contratos inteligentes), luego las plataformas (blockchains públicas y privadas, marcos empresariales) y finalmente aplicaciones en sectores específicos (finanzas, logística o identidad digital). Esta secuencia se observa en másteres en España, cursos en Rumanía, módulos universitarios en Croacia y másteres en Alemania.

Aprendizaje basado en proyectos:

Otra constante es la importancia de la práctica. En España, Rumanía y Alemania, las clases teóricas se combinan con laboratorios, estudios de caso y proyectos finales. Los estudiantes diseñan contratos inteligentes, trabajan con redes de prueba y analizan modelos de negocio reales. Incluso en Croacia, los talleres cortos incorporan ejercicios prácticos como configurar carteras o ejecutar transacciones. Esto demuestra que una educación verdaderamente útil en blockchain no se limita a la teoría, sino que incluye la experimentación con datos reales o simulados.

Enfoque interdisciplinar:

Cada país aporta un matiz diferente a la interdisciplinariedad:

- España: blockchain vinculada a la transformación empresarial y digital.
- Rumanía: vinculado a la ciberseguridad, el cumplimiento normativo y el análisis forense.
- Croacia: integración con los ecosistemas de negocios digitales y Web3.
- Alemania: conexión con la Industria 4.0 y la ciencia de datos.

En todos los casos, blockchain se enseña como una infraestructura que interactúa con los procesos organizativos y la regulación, no como un tema técnico aislado.

Modularidad y flexibilidad:

La coexistencia de programas de máster integrales, cursos ejecutivos, MOOCs y micro credenciales nos permite atender tanto a quienes empiezan desde cero como a quienes buscan actualizar o ampliar sus habilidades.

5.2. Lagunas y lecciones para un proyecto centrado en la piedra y la economía circular

A pesar de estos puntos positivos, el análisis revela una deficiencia constante en los programas de los cuatro países: la mayoría son sectoriales neutrales o se centran en las finanzas. Cuando se abordan cuestiones medioambientales o de economía circular, suele ser en contextos como los mercados energéticos o la trazabilidad agroalimentaria, más que en recursos minerales o materiales de construcción. No se identificó ningún plan de estudios que aborde sistemáticamente aplicaciones blockchain para piedra natural, residuos de cantera o productos de piedra reciclada.

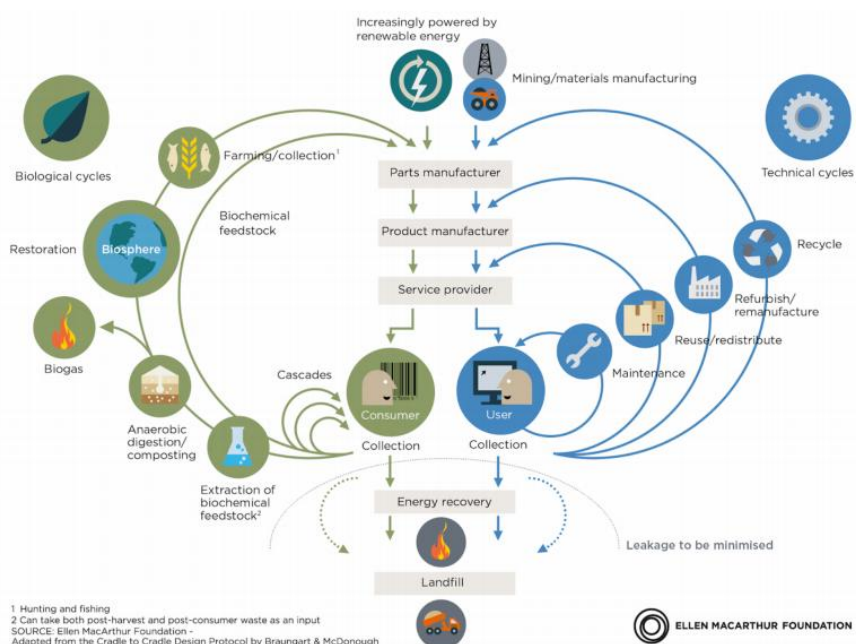


Figura 8: Diagrama de mariposa de economía circular

Aun así, varias características de la oferta existente son muy útiles para el proyecto RockChain:

- **Trazabilidad y cumplimiento:** El enfoque en la auditabilidad e integridad de los datos que aparece en los programas orientados a negocios (especialmente en Alemania y Rumanía) es directamente aplicable a la información medioambiental, la documentación de residuos y los pasaportes digitales de productos (DPP).
- **Metodologías pedagógicas:** El uso de proyectos y estudios de caso en la educación superior ofrece un marco probado. En RockChain, simplemente sería

cuestión de sustituir escenarios financieros por situaciones reales que involucren canteras, plantas de procesamiento y corrientes de residuos.

- **Alineación con la UE:** La conexión con las agendas digitales europeas (como la formación relacionada con EBSI en Rumanía o las estrategias nacionales en Alemania) proporciona una base sólida para incorporar requisitos de transparencia y circularidad en contenidos sectoriales.

Resumen de recomendaciones

Según el análisis, las mejores prácticas sugieren esta hoja de ruta para RockChain:

- **Mantén una progresión clara:** empieza con los fundamentos técnicos y avanza hacia casos aplicados en minería.
- **Asegúrate de componentes prácticos:** incluye laboratorios y uso real de plataformas como Ethereum o Hyperledger.
- **Enmarcado en un contexto sectorial:** enseñar blockchain dentro del marco de la economía circular y la regulación medioambiental.
- **Aprovecha la flexibilidad:** utiliza formatos modulares que se adapten a la formación profesional y a las estructuras de educación superior.

La principal oportunidad para RockChain reside en combinar estos elementos pedagógicos bien establecidos con un enfoque explícito y novedoso de la cadena de valor de la piedra ornamental, cubriendo así una carencia que aún no se ha abordado en los países socios.

6. CONCLUSIONES

Una revisión comparativa de los planes de estudio relacionados con blockchain en España, Rumanía, Croacia y Alemania revela un panorama educativo dinámico pero aún incompleto. Por un lado, blockchain ya no es un tema marginal y ahora está firmemente establecido en másteres, cursos ejecutivos y microcertificaciones. Por otro lado, esta presencia sigue siendo en gran medida "horizontal": los programas se centran en infraestructuras genéricas, criptomonedas e identidad digital, con casos de uso más comunes en finanzas y administración pública que en sectores industriales específicos como la piedra natural o la minería.

Un hallazgo clave de este estudio es la tensión entre la madurez técnica de los programas y su falta de enfoque sectorial. Los países socios tienen una amplia experiencia en los fundamentos de blockchain, ciberseguridad y regulación. Sin embargo, estas habilidades rara vez alcanzan los perfiles profesionales que son centrales en este proyecto: operadores de canteras, procesadores de piedra o estudiantes de formación profesional en oficios de la construcción. El problema no es la falta de

educación blockchain en general, sino que no está alineada con quienes la necesitan ni con los verdaderos retos de sostenibilidad que enfrenta el sector.

Metodológicamente, los programas analizados muestran una clara preferencia por combinar teoría con práctica. El uso de laboratorios, hackathones o estudios de caso empresariales indica que blockchain se enseña como una disciplina experimental. Este enfoque de "aprender haciendo" encaja especialmente bien con las necesidades del sector de la piedra natural, donde escenarios realistas, como seguir un bloque desde la extracción hasta la transformación, ayudan a desmitificar la tecnología.

La importancia de cuestiones como la seguridad, la auditabilidad y el cumplimiento en estos ecosistemas educativos responde a preocupaciones típicas del sector financiero, pero también son muy relevantes para la minería, un campo altamente regulado con requisitos estrictos de protección ambiental y trazabilidad de residuos. La base de formación existente relacionada con los "registros fiables" es un buen punto de partida. Lo que falta es la conexión entre estas competencias regulatorias generales y los marcos legales específicos que rigen los recursos minerales y la gestión de residuos.

Desde la perspectiva de la formación profesional, sigue existiendo una barrera significativa: la mayoría de los cursos avanzados están dirigidos a estudiantes universitarios o perfiles TIC. Existe una escasez de formación estructurada diseñada para trabajadores técnicos o propietarios de pequeñas y medianas empresas en sectores tradicionales. Para aprovechar el potencial de la economía circular en la industria de la piedra, es necesario adaptar las vías formativas (en términos de lenguaje, requisitos y modularidad) para hacerlas accesibles a quienes no tienen formación tecnológica.

En general, el estudio concluye que el camino más prometedor no es replicar currículos genéricos de blockchain, sino complementarlos. Los países socios ya cuentan con una sólida base técnica y pedagógica. El reto estratégico para RockChain es traducir estas fortalezas en aprendizaje específico por sector: vincular conceptos blockchain directamente con la cadena de valor, desde la cantera hasta el mercado, los flujos de residuos y los objetivos de economía circular de la industria de la construcción. Al hacerlo, el proyecto abrirá un campo de aplicación novedoso que aún está ausente en la oferta nacional, sin perder coherencia con las tendencias educativas identificadas en este análisis.

7. REFERENCIAS

- Agbo, C. C., Mahmoud, Q. H., & Eklund, J. M. (2019). Tecnología blockchain en la sanidad: una revisión sistemática. *Sanidad*, 7(2), 56. <https://doi.org/10.3390/healthcare7020056>
- Crosby, M., Pattanayak, P., Verma, S., & Kalyanaraman, V. (2016). Tecnología blockchain: Más allá de bitcoin. *Revisión de Innovación Aplicada*, 2, 6–10. <https://scet.berkeley.edu/wp-content/uploads/AIR-2016-Blockchain.pdf>
- Francisco, K., & Swanson, D. (2018). La cadena de suministro no tiene ropa: Adopción tecnológica de blockchain para la transparencia de la cadena de suministro. *Logística*, 2(1), 2. <https://doi.org/10.3390/logistics2010002>
- Fosso Wamba, S., Queiroz, M., & Trinchera, L. (2020). Dinámica entre los determinantes de la adopción de blockchain y el rendimiento de la cadena de suministro: una investigación empírica. *International Journal of Production Economics*, 229, 107791. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107791>
- Frizzo-Barker, J., Chow-White, P. A., Adams, P. R., y Mentanko, J. (2020). Blockchain como tecnología disruptiva para los negocios: una revisión sistemática. *International Journal of Information Management*, 51, 102029. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.10.014>
- IBM. (s.f.). *¿Qué es la tecnología blockchain?* Recuperado de <https://www.ibm.com/topics/what-is-blockchain>
- Mougayar, W. (2016). *La blockchain empresarial: Promesa, práctica y aplicación de la próxima tecnología de Internet*. Wiley.
- Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: Un sistema de dinero electrónico peer-to-peer*. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
- Swan, M. (2015). *Blockchain: Modelo para una nueva economía*. O'Reilly Media.
- Tapscott, D., & Tapscott, A. (2016). *Revolución blockchain: Cómo la tecnología detrás de bitcoin está cambiando el dinero, los negocios y el mundo*. Casa Aleatoria de Pingüino.
- Wang, Y., Han, J. H., y Beynon-Davies, P. (2019). Comprendiendo la tecnología blockchain para futuras cadenas de suministro: una revisión sistemática de la literatura y una agenda de investigación. *Gestión de la cadena de suministro: Una revista internacional*, 24(1), 62–84. <https://doi.org/10.1108/SCM-03-2018-0148>
- Zheng, Z., Xie, S., Dai, H., Chen, X., & Wang, H. (2018). Desafíos y oportunidades en blockchain: una encuesta. *Revista Internacional de Servicios Web y de Red*, 14(4), 352–375. <https://doi.org/10.1504/IJWGS.2018.10016848>

Alemania – oferta de formación y contexto

- Ministerio Estatal de Asuntos Digitales de Baviera. (2023). *Cursos online gratuitos sobre tecnología blockchain*. Ministerio Estatal de Asuntos Digitales de Baviera. <https://www.stmd.bayern.de>
- Ministerio Federal de Educación e Investigación. (2017). *El sistema alemán de formación profesional*. BMBF. <https://www.bmbf.de>

- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. (2019). *Estrategia blockchain del Gobierno Federal: Establecimos el rumbo de la economía de los tokens*. BMWi. <https://www.bmwk.de>
- Academia Educativa Cimdata. (s.f.). *Curso avanzado de Python – Blockchain con Python*. Cimdata Bildungsakademie GmbH. <https://www.cimdata.de/weiterbildung/python-aufbaukurs-blockchain-mit-python>
- Academia Educativa Cimdata. (s.f.). *Tecnología Blockchain* [Paquete de Educación Continua]. Portal del curso Schleswig-Holstein. <https://bildungsgutschein.kursportal.info/k1001216401>
- Instituto Federal de Educación y Formación Profesional. (2019). *El sistema de veterinaria alemán* [Sección web]. BIBB. <https://www.bibb.de/en/50.php>
- Noticias FinTech Suiza. (5 de octubre de 2022). *La Frankfurt School of Finance and Management lanza el Máster en Blockchain y Activos Digitales*. <https://fintechnews.ch>
- Escuela de Finanzas y Gestión de Frankfurt. (s.f.). *Máster en Blockchain y Activos Digitales (M.Sc.)* [Información del programa]. Escuela de Finanzas y Gestión de Frankfurt. <https://www.frankfurt-school.de>
- Instituto Fraunhofer para Tecnologías de la Información Aplicadas FIT. (2024). *Blockchain Professional – Educación Continua*. <https://www.fit.fraunhofer.de/de/weiterbildung/weiterbildung-blockchain.html>
- HKBiS Cámara de Comercio Hamburgo Bildungs-Service gGmbH. (s.f.). *Bitcoin, Blockchain & Co.* [Tarifa diaria]. <https://hkbis.de/kurs/bitcoin-blockchain-co-tageskurs/>
- Universidad de Ciencias Aplicadas de Mittweida. (s.f.). *Tecnologías de Blockchain y Libro Mayor Distribuido (DLT), M.Sc.*
- Universidad SRH de Heidelberg. (s.f.). *Tecnología de la Información – Tecnología Blockchain (M.Eng.)*. <https://www.srh-hochschule-heidelberg.de/en/degree-programmes/information-technology-blockchain-technology-meng>
- Universidad Técnica de Múnich. (s.f.). *Plataformas y ecosistemas descentralizados* [Visión general de investigación y enseñanza]. Cátedra de Ingeniería de Software para Sistemas de Información Empresariales (SEBIS). <https://www.cs.cit.tum.de/sebis/research/decentralized-platforms-and-ecosystems/>
- Universidad Virtual de Baviera. (s.f.). *Fundamentos técnicos de blockchain y tecnologías de libro mayor distribuido* [curso OPEN vhb]. <https://open.vhb.org/blocks/occoursemetaselect/detailpage.php?id=289>

España – oferta de formación y contexto

- INESEM Business School. (n.d.). *Curso Superior en Criptomonedas y Finanzas Descentralizadas* [Online course]. Retrieved December 9, 2025, from <https://www.inesem.es/curso-criptomonedas-finanzas-descentralizadas>
[INESEM Business School](#)
- Deusto Formación. (n.d.). *Curso Experto en Blockchain* [Online expert programme]. Retrieved December 9, 2025, from <https://www.deustoformacion.com/cursos/curso-experto-en-blockchain>
[t.signalplus.com](https://www.deustoformacion.com/cursos/curso-experto-en-blockchain)
- Kursia Escuela de Formación. (n.d.). *Curso de Blockchain* [Short vocational course]. Retrieved December 9, 2025, from <https://web.kursia.es/producto/curso-de-blockchain/> [Kursia](#) | [Escuela de Formación](#)
- Escuela Digital IEBS. (s.f.). *Máster en Blockchain y Fintech* [Máster online]. Consultado el 9 de diciembre de 2025 de <https://www.iebschool.com/programas/master-fintech-blockchain-banca-digital/> [IEB School](#)
- Blockchain Intelligence Law Institute. (n.d.). *Curso Certificado Experto/a Legal en Blockchain & Web 3.0, Smart Contracts, Tokenización y Criptoactivos* [Specialised legal course]. Retrieved December 9, 2025, from <https://blockchainintelligence.es/oferta/cursos/curso-experto-legal-en-blockchain-smart-contracts-e-icos/> [Blockchain Intelligence](#)
- Universidad Complutense de Madrid. (n.d.). *Máster en Blockchain y Big Data* [Título propio de posgrado]. Retrieved December 9, 2025, from <https://www.masterblockchainucm.com/> [Máster Blockchain y Big Data UCM](#)
- Universidad de Salamanca. (2025). *Máster de Formación Permanente en Tecnologías Blockchain y Smart Contracts* [Hybrid/online master's programme]. Retrieved December 9, 2025, from <https://www.usal.es/master-en-tecnologias-blockchain-y-smart-contracts-semipresencial-y-online> [Universidad de Salamanca](#)
- Universidad de Alcalá. (s.f.). *Máster en Blockchain, Smart Contracts y Criptoeconomía* [programa de máster online]. Consultado el 9 de diciembre de 2025 de <https://masterethereum.com/> [Master Ethereum](#)
- Universidad Nebrija. (n.d.). *Máster en Blockchain, Criptoactivos y Tokenización* [University master's degree]. Retrieved December 9, 2025, from <https://www.nebrija.com/programas-postgrado/master/blockchain-criptoactivos-tokenizacion/> [Nebrija](#)
- Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Informática. (2025). *Introducción a la tecnología blockchain y smart contracts (804997)* [Elective course in the Computer Engineering degree]. Retrieved December 9, 2025, from <https://www.ucm.es/estudios/grado-ingenieriadecomputadores-plan-804997> [Universidad Complutense de Madrid](#)

- Universidad Complutense de Madrid, Escuela de Práctica Jurídica. (n.d.). *Diploma de Alta Especialización en Blockchain* [Postgraduate legal diploma]. Retrieved December 9, 2025, from <https://www.epj.es/oferta-formativa/cursos-de-alta-especializacion/diploma-de-alta-especializacion-en-blockchain/>

Rumanía – oferta de formación y contexto

- Universidad Alexandru Ioan Cuza de Iași. (2024). *Blockchain: Fundamentos y aplicaciones – Descripción del curso*. Consultado el 9 de diciembre de 2025, desde https://edu.info.uaic.ro/blockchain/Blockchain_2024_2025_EN.pdf
- Universidad Alexandru Ioan Cuza de Iași, Facultad de Informática. (2025). *Guía del Estudiante FII 2025–2026* [PDF]. Consultado el 9 de diciembre de 2025, de https://www.info.uaic.ro/wp-content/uploads/2025/11/2025-2026_Ghidul-studentului-FII_EN.pdf
- Universidad Babeş-Bolyai. (2025). *Blockchain: Contratos Inteligentes – Plan de estudios* [Curso de grado, Matemáticas e Informática]. Consultado el 9 de diciembre de 2025, desde https://www.cs.ubbcluj.ro/files/curricula/2025/syllabus/IG_sem6_MLE5157_e_n_craciunf_2025_10056.pdf
- Universidad de Estudios Económicos de Bucarest. (2022). *Ciberseguridad – Plan de estudios de Máster 2022–2024* [Plan de estudios]. Consultado el 9 de diciembre de 2025, desde <https://ism.ase.ro/curricula/cybersecurity-curricula-2022-2024/>
- EBSI4RO. (2022). *Cursuri EBSI4RO – Tecnología Blockchain* [Mini-MOOCs]. UniCampus. Consultado el 9 de diciembre de 2025 desde <https://unicampus.ro/cursuri/course/index.php?categoryid=13>
- Laboratorio Ejecutivo de Blockchain – ICI Bucarest. (2021). *Tecnología Blockchain: Aplicación e Innovación de Negocios Transformacionales* [Curso ejecutivo]. Consultado el 9 de diciembre de 2025, de <https://www.executiveblockchainlaboratory.ro/executive-courses.php>
- Holotescu, C. (2021). *Ecosistema blockchain* rumano [Informe del proyecto, EBSI4RO]. Consultado el 9 de diciembre de 2025, desde <https://ebsi4ro.ro/romanian-blockchain-ecosystem/>
- Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo en Informática – ICI Bucarest. (26 de abril de 2021). *Executive Blockchain Laboratory – ICI Bucarest presenta el curso en vídeo "Tecnología Blockchain: Aplicación e Innovación hacia un Negocio Transformador"*. Consultado el 9 de diciembre de 2025 desde <https://www.ici.ro/en/events/executive-blockchain-laboratory-ici-bucharest-presents-the-video-course-in-the-english-language-blockchain-technology-application-and-innovation-towards-transformational-business/>

- Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo en Informática – ICI Bucarest. (s.f.). *Academia de Inteligencia Blockchain (BIA)*. Consultado el 9 de diciembre de 2025 desde <https://bia.ici.ro/>
- Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo en Informática – ICI Bucarest y ChainArgs. (2024). *Academia de Inteligencia Blockchain – BIA* [Programas de formación]. Consultado el 9 de diciembre de 2025, desde <https://ici.ro/en/blockchain-intelligence-academy-bia/>
- Universidad Nacional de Ciencia y Tecnología Politécnica de Bucarest. (2022). *Blockchain y Big Data en aplicaciones médicas* [Descripción del curso, máster en EM]. Consultado el 9 de diciembre de 2025, desde <https://etti.upb.ro/en/category/cursuri/master-cursuri/eim/>
- Universidad Nacional de Ciencia y Tecnología Politécnica de Bucarest, Facultad de Electrónica, Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información. (2022). *Cursos de máster EIM – Ingeniería Biomédica* [Catálogo de cursos]. Consultado el 9 de diciembre de 2025, desde <https://etti.upb.ro/en/category/cursuri/master-cursuri/eim/>
- Universidad Oeste de Timișoara, Facultad de Matemáticas e Informática. (2025). *Antreprenoriat în Blockchain – Descripción del programa de posgrado*. Consultado el 9 de diciembre de 2025, desde <https://admitere.uvt.ro/program/antreprenoriat-in-blockchain/>

Croacia – oferta de formación y contexto

- Universidad de Álgebra Bernays. (s.f.). *Economía de los negocios digitales – FinTech I: Transformación de los servicios financieros* [Descripción del programa de grado]. Consultado el 9 de diciembre de 2025, desde <https://www.algebra.hr/sveuciliste/en/undergraduate-university-programme/economics-of-digital-business/>
- Dálmacia. (s.f.). *Talleres WEB3.0 – Uvod u Blockchain i pametne ugovore* [Serie de formación Web3]. Consultado el 9 de diciembre de 2025, desde <https://www.digitalnadalmacija.hr/Web3>
- Consorcio INCLUSIVestone. (s.f.). *Proyecto INCLUSIVestone – Informes y materiales de formación* [Sitio web del proyecto]. Consultado el 9 de diciembre de 2025, desde <https://inclusivestone.eu/reports>
- Universidad Josip Juraj Strossmayer de Osijek, Facultad de Ingeniería Eléctrica, Informática y Tecnología de la Información Osijek. (2015). *Programa universitario de posgrado en Ingeniería Informática* (incluyendo el curso DR4I-11-18 Tecnología Blockchain y Criptomonedas). Consultado el 9 de diciembre de 2025, desde <https://www.ferit.unios.hr/2021/dokumenti/801/Graduate%20university%20study%20programme%20in%20Computer%20Engineering%20-%202015.pdf>

- Centro Educativo Mirakul. (s.f.). *Blockchain en aplicaciones empresariales* [Seminario especializado]. Consultado el 9 de diciembre de 2025 desde <https://www.mirakul.hr/seminari/blockchain-u-poslovnim-primjenama/>
- Učilište Astera. (s.f.). *Tečaj "Blockchain, kriptovalute, DeFi"* [Descripción del curso]. Consultado el 9 de diciembre de 2025, de <https://ucilisteastera.hr/courses/tecaj-blockchain-kriptovalute-defi/>
- Universidad de Zagreb, Facultad de Ingeniería Eléctrica e Informática. (2025). *Libros mayores distribuidos y criptomonedas* [Descripción del curso de posgrado]. Consultado el 9 de diciembre de 2025, de https://www.fer.unizg.hr/en/course/dlac_b
- Varios autores. (s.f.). *Los canteros de Pučišća, Croacia* [Vídeo y materiales relacionados sobre la escuela de cantería de Pučišća]. Consultado el 9 de diciembre de 2025, desde <https://www.youtube.com/watch?v=-MJ5eUJqkhg>
- Comisión Europea / Cedefop. (2024). *Croacia introduce contenido relacionado con la IA en los planes de estudio de formación profesional* [Noticia sobre pilotos de IA en VET]. Consultado el 9 de diciembre de 2025, desde <https://www.cedefop.europa.eu/>
- Comisión Europea. (2023). *Estrategia de Croacia Digital hasta 2032* [Documento de política sobre transformación digital y competencias]. Consultado el 9 de diciembre de 2025, desde <https://digital.gov.hr/>

Fuentes de las figuras

- **Figura 1:** <https://store.dcentwallet.com/blogs/post/key-concepts-of-blockchain-centralization-vs-decentralization-vs-distributed?srsId=AfmBOopUXoKsZbZ9O1v7DmKTI0htkQiY3eNmac0x5Ry8KX8LcQghwpRN>
- **Figura 2:** <https://www.helius.dev/blog/cryptographic-tools-101-hash-functions-and-merkle-trees-explained>
- **Figura 3:** <https://binariks.com/blog/smart-contracts-blockchain-examples/>
- **Figura 4:** https://www.researchgate.net/figure/Transaction-flow-in-a-Blockchain_fig1_342012510
- **Figura 5:** <https://blog.cfte.education/types-of-blockchain-networks/>
- **Figura 6:** <https://www.researchgate.net/publication/347198560/figure/fig1/AS:1023621556359169@1621061805118/Blockchain-technology-stack.png>
- **Figure 7:** <https://www.iebschool.com/hub/blockchain-cadena-bloques-revoluciona-sector-financiero-finanzas/>
- **Figura 8:** <https://vietnamcirculareconomy.vn/circular-economy-and-the-role-of-standards/?lang=en>