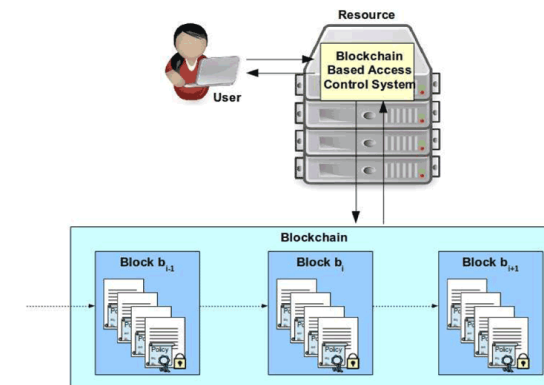
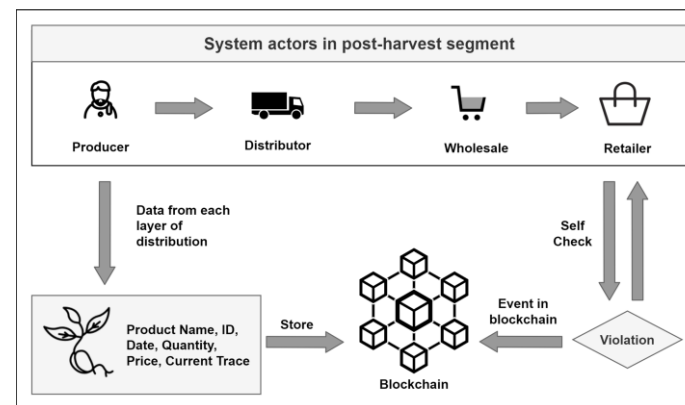
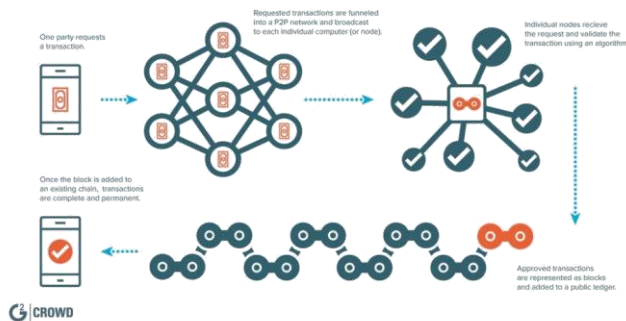


Aplicaciones de *blockchain* y otras tecnologías de registro descentralizado en Ingeniería

César Pérez-Chirinos Sanz

Presidente del comité sobre estas tecnologías en UNE

HOW DOES BLOCKCHAIN WORK?



Patrocina:

ALLPLAN
A NEMETSCHEK COMPANY

Blockchain vs DLT

- Las Tecnologías de Registro Distribuido/Descentralizado (DLT, por su acrónimo en inglés) permiten la creación de sistemas de información **confiables** mediante el almacenamiento de múltiples copias **bajo control independiente** de los **objetos digitales únicos** gestionados por estos sistemas.
 - Habitualmente, la integridad de estos objetos se garantiza mediante técnicas criptográficas muy robustas, y la transmisión del control sobre los mismos se apoya en parejas de clave pública y clave privada.
 - *Blockchain* es un **término comercial** utilizado para referirse genéricamente a cualquier DLT, aunque en rigor sólo se aplicaría a las DLT cuyos objetos se almacenan en bloques enlazados cronológicamente, y en las que la validez de un nuevo bloque se establece por la aceptación mayoritaria de los operadores independientes, frecuentemente denominados **mineros**, que mantienen las copias de dichos objetos.
 - La primera DLT de importancia práctica es la que implementa el protocolo informático Bitcoin, cuya red distribuida da soporte a la criptomoneda bitcoin.
- Hay muchos mitos erróneos relacionados con las DLT. Por ejemplo:
 - “Reduce la necesidad de intermediarios”. En la práctica, las DLT más conocidas presentan unos niveles de agregación de los “mineros” que los convierten *de facto* en **oligopolios de intermediación**.
 - “Son muy tolerantes a fallos”. Es cierto que **la resiliencia de las DLT es superior a la de los sistemas centralizados** gracias a un número muy superior de réplicas de su información, **aunque también dan lugar a escenarios de fallo que no se dan en los sistemas convencionales**, tales como la bifurcación del registro común del sistema.
 - “Son incensurables”. El uso supuestamente anónimo de las DLT más conocidas de acceso libre queda desmentido en la práctica por la existencia de empresas que proporcionan información de rastreo de sus usuarios que **permiten en la práctica la incautación de objetos digitales asociados a operaciones delictivas**.
- En cualquier caso, en el mundo de la ingeniería **algunas** DLT aportarán un valor poco discutible.



Sistemas de información compartidos

- Frente a los sistemas DLT de validación incontrolada (*permissionless*), los sistemas DLT basados en “mineros” conocidos (*permissioned*) y con reglas de gobernanza rigurosas son el equivalente digital de las uniones temporales de empresas y permiten crear aplicaciones de confianza entre organizaciones que no necesitan conocerse a priori:
 - Gestión colaborativa de proyectos.
 - Registro inmutable y transparente de transacciones.
 - Gestión financiera entre empresas vinculadas de distintos países.
 - Trazabilidad del cumplimiento legislativo (alimentario, sostenibilidad, ...)
 - ...

Estándares internacionales sobre DLT

- La estandarización técnica de las DLT es fundamental para la adopción y confiabilidad de estas tecnologías:
 - En el ámbito internacional, la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) marcó el camino a seguir entre 2017 y 2019 con su [Focus Group on Application of Distributed Ledger Technology](#) y su [Focus Group on Digital Currency including Digital Fiat Currency](#).
 - La Organización Internacional de Normalización (ISO) creó poco después, también en 2017, su [Technical Committee 307](#) (TC 307).
 - El Comité Europeo de Normalización (CEN) creó en 2018 su [CEN/CLC JTC 19](#).
 - Este comité está actualmente trabajando en la elaboración de una norma europea sobre gestión de credenciales de identidad digital mediante DLT basada en la norma española [UNE 71307-1:2020](#).
 - El Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones ([ETSI](#)), el [IEEE](#) y otras organizaciones internacionales también han creado grupos similares, pero...
- “La estandarización prematura se considera dañina” es un aforismo bien conocido por quienes participamos en la normalización técnica:
 - El vocabulario normalizado por el ISO TC 307, [ISO 22739:2020](#), sólo ha soportado un par de años 😞. En la actualidad ya se trabaja en su [sucesor](#).



Aplicaciones en Ingeniería

- Afianzamiento de documentación sensible:
 - Contratación internacional.
 - Licencias y registros oficiales (p.ej., catastrales).
 - Bases de datos BIM.
 - Etc.
- Trazabilidad:
 - Materiales consumidos.
 - Participantes en acciones en sectores críticos (p. ej., nuclear)
 - Etc.
- Automatización multiorganización, mediante ejecución de código almacenado en el registro de la DLT (*smart contracts*):
 - Ejecución automática de pagos.
 - Redes de energía *inteligentes*.
 - Etc.



Redes DLT [trans]estatales

- Algunos países (o regiones) promueven la constitución de redes DTL en apoyo de sus procesos de administración pública y actividades de fomento empresarial:
 - Dubái presentó su [Dubai Blockchain Strategy](#) en 2016, basada en tres pilares: eficiencia gubernamental, creación de una industria y liderazgo internacional en DLT.
 - Estonia usa una [DLT como eje temporal de su e-administration](#).
 - Por iniciativa de la Comisión Europea, los miembros de la Unión Europea, junto con Noruega y Liechtenstein, están construyendo la *European Blockchain Services Infrastructure* ([EBSI](#)).
 - Por iniciativa del Banco Iberoamericano de Desarrollo, 27 organizaciones de Iberoamérica y el Caribe comparten la red [LACChain](#).
 - Tanto el EBSI como LACChain comparten en buena medida la experiencia de la pionera red DLT española [Alastria](#), promotora de la ya citada norma [UNE 71307-1:2020](#).

Retos en la Adopción de DLT

- Infraestructura y formación:
 - Las redes DLT están en su infancia. Como ocurrió con aplicaciones como la transmisión de vídeo por internet, posiblemente no alcanzarán su potencial hasta que no se integren en el hardware de las infraestructuras de telecomunicaciones.
 - Hay una gran escasez de auténticos expertos en estas tecnologías, y la mayoría de la formación disponible es muy superficial y generalmente orientada a las aplicaciones de los equívocamente denominados *criptoactivos*.
- Integración con sistemas existentes:
 - Aunque la mayoría de las DLT son de dominio público y no requieren licencias de uso, la correcta integración con los sistemas existentes puede ser costosa por la ya señalada escasez de expertos.
 - Al ser generalmente *inmutables* los registros de las DLT, las pruebas de las aplicaciones basadas en ellas son muy problemáticas y los errores de programación pueden ser irreparables.
- Cambios en el entorno regulatorio:
 - La validez legal de la información gestionada mediante DLT es un tema sujeto a discusión en la mayoría de las jurisdicciones.
 - Los legisladores carecen, en la mayoría de las ocasiones, de la cualificación necesaria para entender las consecuencias de la legislación sobre esta materia que aprueban apresuradamente.



Reflexiones Finales

- **Las DLT tienen gran potencial de transformación** de las actividades relacionadas con la ingeniería: desde los aspectos contractuales hasta la creación de sistemas de control resilientes de gran complejidad en los que participen organizaciones sin jerarquía entre ellas.
- Sin embargo, la mayoría de las DLT están muy lejos de tener la capacidad transaccional necesaria y todas ellas **carecen de un marco legal apropiado para la resolución de los conflictos** a los que pueda dar lugar su empleo.
- Pero no debería subestimarse su capacidad disruptiva: en cualquier momento pueden surgir soluciones basadas en DLT a las que no quede otra opción que adherirse.
- Por ello, es aconsejable participar en su investigación y desarrollo, o al menos seguir su evolución, para no encontrar sorpresas: deberían estar en todos los programas de vigilancia tecnológica de las grandes consultoras de ingeniería.

Fuentes y lecturas recomendadas

- Además de los enlaces ya incluidos en esta presentación, son de consulta obligada las webs de las dos redes DLT más utilizadas:
 - Bitcoin: <https://bitcoin.org/es/>
 - Ethereum: <https://ethereum.org/es/>
- Algunos libros recomendables son:
 - *Move Over Brokers Here Comes The Blockchain*, de Keir Finlow-Bates (2020).
 - Un libro tan divertido como riguroso, al alcance de cualquier lector.
 - *Blockchain and the Supply Chain*, de Nick Vyas, Aljosja Beije, and Bhaskar Krishnamachari (2022)
 - Incluye ejemplos reales de cómo las DLT pueden transformar la gestión de cadenas de suministro.
 - *Blockchain Principles and Applications in IoT*, by Rajdeep Chakraborty, Anupam Ghosh, Valentina Emilia Balas, and Ahmed A. Elngar (2022).
 - Muchas aplicaciones de las DLT en ingeniería requieren la conexión del registro descentralizado con el mundo físico vía sensores. Este libro trata sobre ello.



Descargo, contacto y agradecimientos

- **El contenido de esta presentación es responsabilidad exclusiva de su autor, y no representa en absoluto la opinión de las organizaciones en las que presta sus servicios** (Banco de España, UNE, CICCPC)
- Estoy disponible en cpc.xbt@gmail.com.
- Debo agradecer especialmente mi experiencia en esta materia a tres personas:
 - Moisés Menéndez, el creador de LACChain,
 - Ismael Arribas, Vicepresidente del SC 307 de UNE,
 - Amanda Suo, Secretaria del SC 307 de UNE
- Y agradecer a Chat GPT 4.0 su capacidad de condensar esta presentación en sólo 10 páginas, aunque...
 - ... me ha intentado engañar cuando le he pedido una bibliografía ampliada sobre esta materia: *se ha inventado libros y autores inexistentes con todo descaro*. Falta mucho para que estos asistentes se ganen toda nuestra confianza. Igual que las DLT, dicho sea de paso 😊