



REVISTA LEX MERCATORIA
ISSN 2445-0936



Número Extraordinario, 2026. Artículo 5
DOI: <https://www.doi.org/10.21134/b0et4n44>

NOTAS SOBRE LOS GEMELOS DIGITALES EN LA MÚSICA

APPROACH TO DIGITAL TWINS IN MUSIC

Elena Vicente Domingo

Catedrática de Derecho Civil
Universidad de Burgos

Resumen

El trabajo es una primera aproximación a la novedad de la irrupción de los gemelos digitales, una tecnología originada en el sector industrial que ahora llega a la industria musical, generando importantes retos jurídicos. Dada la necesidad de precisar la naturaleza del GD, se hace una aproximación a su estructura técnica, especialmente compleja en el caso del gemelo digital humano, basado en datos biométricos y entrenado mediante IA generativa. Su proceso de creación tiene una estrecha relación con técnicas de minería de datos (TDM), con los problemas que suscita el entrenamiento de obras protegidas por derechos de autor. En el ámbito musical, estos gemelos permiten recrear artistas y actuaciones, lo que exige consentimientos específicos, licencias sobre los materiales utilizados y protección de datos. Se analizan los inputs necesarios y las obligaciones legales derivadas, así como la naturaleza jurídica del output, que no constituye obra protegida. El estudio aborda también los riesgos de daño reputacional y la necesidad de prever responsabilidad contractual.

Abstract

The paper analyzes the emergence of digital twins, a technology originating in the industrial sector that has now reached the music industry, generating significant legal challenges. Given the need to clarify the nature of the digital twin (DT), the study offers an overview of its technical structure, which is particularly complex in the case of the human digital twin, based on biometric data and trained through generative AI. Its creation process is closely linked to text and data mining (TDM) techniques, raising issues related to the training of AI models on copyright-protected works. In the musical field, these twins enable the recreation of artists and performances, which requires specific consents, licenses for the materials used, and data-protection safeguards. The work examines the necessary inputs and the resulting legal obligations, as well as the legal nature of the output, which does not constitute a protected work. The study also addresses reputational risks and the need to anticipate contractual liability.

Palabras clave

Gemelos digitales, gemelo digital humano, técnicas de minería de texto y datos (TDM), licencias de derechos de autor, protección de datos, riesgos reputacionales

Keywords

Digital twins, human digital twin, text and data mining (TDM) techniques, copyright license, data protection, reputational risks

Sumario

I. INTRODUCCIÓN. II. LOS GEMELOS DIGITALES. III. APLICACIONES EN LA INDUSTRIA MUSICAL Y DERECHOS DE AUTOR. IV. MONETIZACIÓN Y DAÑO A LA REPUTACIÓN DEL ARTISTA. V. PROTECCIÓN DEL SOFTWARE DE CREACIÓN DEL GEMELO. VI. BIBLIOGRAFÍA CITADA.

I. INTRODUCCION

La inteligencia artificial y las tecnologías digitales están redefiniendo los límites de la propiedad intelectual y los derechos de la personalidad. Cada día surgen avances y novedades que nos obligan a preguntarnos si las instituciones jurídicas van a ser capaces de dar respuestas coherentes y sistemáticas a los retos que plantean los nuevos desarrollos.

La proliferación de casos relacionados con la inteligencia artificial pone de manifiesto una tensión permanente entre la innovación tecnológica y la respuesta de las leyes¹. El legislador, en la mayoría de las ocasiones, actúa de manera reactiva, intentando establecer límites o resolver controversias cuando la vulneración de derechos ya se ha materializado.

En este contexto empiezan a aparecer con fuerza los llamados gemelos digitales en la industria musical.

¿De qué hablamos cuando hablamos de gemelos digitales en la música? ¿Nos referimos a cantantes sintéticos, a avatares, a clones digitales—cuerpos o “mentes” virtuales—creados a imagen y semejanza de intérpretes conocidos, que hablan, cantan o se mueven como ellos y parecen ser “ellos mismos” en versión digital?

Estas preguntas, revelan un primer problema jurídico: la imprecisión conceptual.

No siempre que se emplea el término gemelo digital se hace con rigor, o en un mismo sentido, y con frecuencia se confunde con categorías próximas, pero no idénticas, como avatares, clones digitales, hologramas, gemelos digitales dinámicos u outputs algorítmicos.

El gemelo digital no es un concepto nativo de la industria de la música. Se trata de una tecnología conocida, testada y aplicada principalmente en el sector industrial, y de forma creciente en ámbitos como la conservación del patrimonio y la medicina. Su trasposición al mundo de la música responde tanto a la búsqueda de nuevas experiencias creativas y comerciales, como a la voluntad de mejorar el control de los procesos.

Este trabajo tiene como finalidad explorar cómo y para qué se utilizan los gemelos digitales tratando de buscar respuestas a la dudas jurídicas que surgen de su aplicación a la industria musical: el análisis de los derechos de autor en esta nueva realidad representada por los gemelos digitales aplicados a la música, con especial atención a los problemas de titularidad, licencias, riesgo reputacional, así como a la necesidad de definiciones precisas que permitan articular soluciones coherentes con el sistema.

Por tanto, el enfoque adoptado es deliberadamente interdisciplinar: parte de una comprensión mínima de la tecnología para evaluar su encaje jurídico, siguiendo una línea de investigación previa en la que metodologías originarias de la ingeniería se utilizan como herramientas para tras-

1 TELLER, Marina: *Legal aspects related to digital twin*, “Phil. Trans. R. Soc.” (Philosophical Transactions of the Royal Society) 379: 20210023, 2021. <https://doi.org/10.1098/rsta.2021.0023> “The legal system is based on assumptions and concepts, such as the person, identity, will, property, free will ... All these concepts that structure the legal matrix are questioned by the ‘digital turn’, and now by the digital twin.”

ladar conceptos técnicos al análisis de la creación musical².

II. LOS GEMELOS DIGITALES: DEFINICIÓN, ESTRUCTURA Y APLICACIONES

Efectivamente, el concepto de gemelo digital (GD) proviene del mundo industrial donde lleva años utilizándose para analizar y reproducir procesos, buscando mayor eficiencia, sostenibilidad y capacidad predictiva.

Se trata de representaciones digitales sincronizadas de entes físicos, procesos o de sistemas. Estas réplicas virtuales permiten una monitorización y una simulación muy precisa de sus contrapartes físicas y necesitan una sincronización continua con el sistema real.

En la industria, los GD juegan un papel relevante como herramientas de optimización y soporte en la toma de decisiones. Al simular escenarios, las empresas pueden identificar cuellos de botella, prever problemas y optimizar el rendimiento de sus sistemas. Muy útil y complementario con el trabajo que desarrollan los ingenieros *lean* que analizan los escenarios y buscan soluciones de mejora continua en la industria.

Con datos precisos y actualizados, se reduce el riesgo de errores y mejora la precisión de las decisiones estratégicas y tácticas de la empresa³.

No resulta sencillo describir su proceso de creación, pero no es necesario comprender del todo la tecnología para utilizarla.

Se trata de un modelo virtual de algo (o de alguien) el cual reproduce y replica su funcionamiento y su comportamiento hasta el más mínimo detalle, en tiempo real. Los gemelos son réplicas digitales que, bajo simulaciones y gracias a la IA generativa, pueden predecir comportamientos sobre la base de los datos reales y de lo aprendido.

El concepto de gemelo digital tiene tres partes definidas:

- el producto/proceso/persona en sentido físico;
- el gemelo virtual y,
- el link o unión entre ambos.

2 HANANTO, A. L., TIRTA, A., HERNWAN, S. G., IDRIS, M., SOUDAGAR, M. E. M., DJAMARI D. W., & VEZA, I.: *Digital Twin and 3D Digital Twin: Concept, Applications, and Challenges in Industry 4.0 for Digital Twin*, *Computers*, vol. 13, nº 4, 2024, los cuales abogan por utilizar el concepto de 3D digital twin como definición más precisa que subraya la capacidad analítica de los DT. Un aspecto interesante es que aborda el punto central de la naturaleza de estos DT es que se identifica al IoT como el pilar fundamental que permite la sincronización en tiempo real entre el mundo físico y el digital, facilitando análisis avanzados y simulaciones detalladas.

3 Siemens ha lanzado, “*Digital Twin Composer para el metaverso industria*”, 7 enero 2026 <https://www.laeducaciondigital.com/tecnologias/gemelo-digital/siemens-lanza-digital-twin-composer-para-el-metaverso-industrial/> El software de Siemens permite construir entornos industriales virtuales a escala, integrando datos 2D y 3D con información física en tiempo real. Esta combinación da lugar a una escena virtual fotorrealista y gestionada, que puede mantenerse durante todo el ciclo de vida del producto o instalación. Según la compañía alemana, esta herramienta no solo acelera los procesos de diseño, sino que también mejora la calidad de las decisiones operativas.

En concreto, la representación virtual se basa en un fichero enriquecido con metadatos que contienen una multitud de información. El IoT permite el seguimiento del gemelo en tiempo real. Toda la vida del producto se encuentra en el fondo de un único fichero. La analítica, la minería de datos, y la IA forman “el cerebro” del gemelo digital. La capa de análisis permite al gemelo digital ir más allá de una representación estática y en tiempo real del activo o proceso y prever cómo se comportará en el futuro en función de una serie de variables.

Las aplicaciones son múltiples: de la medicina, al sector aeronáutico y del automóvil, también a la moda, la música, el arte, los juegos de video y los espectáculos en vivo. Ejemplo mundial es la transformación del puerto de Rotterdam gracias a la creación de su gemelo digital⁴.

Prácticamente ningún sector escapa hoy al uso potencial de los gemelos digitales aunque su adopción está limitada por costes elevados para pequeñas empresas.

Entre los sectores que los utilizan, destaca el campo de la conservación del patrimonio cultural, tanto arquitectónico, como musical, en el que esta tecnología está teniendo un rol esencial en su preservación⁵.

Por ej, a partir de una cantidad de registros y datos realizados antes del incendio de Notre-Dame de París⁶, especialmente con la ayuda de drones, nació una “Notre-Dame virtual”, para acompañar a modo de gemelo todo su proceso de reconstrucción, por fin terminada⁷.

También el Museo de Historia Natural de Londres, uno de los primeros museos en interesarse por el gemelo digital, lo utiliza como un tablero de control para gestionar y planificar sus próximas inversiones⁸.

En el ámbito de la investigación de mercados, la IA está revolucionando la creación de los *focus groups* con “gemelos digitales” de 27.000 individuos, con los que interactúa, ahorrándoles a las empresas tiempo y dinero porque al tener digitalizados y minados los perfiles de los consumidores, hacen el análisis de mercado con los GD⁹.

4 LOPEZ RODRIGUEZ, A.: *Gemelos digitales portuarios*, “Revista del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible”, n° 754, Enero 2025.

5 ZOU, C.; RHEE, S.-Y.; HE, L.; CHEN, D.; YANG, X.: *Sounds of History: A Digital Twin Approach to Musical Heritage Preservation in Virtual Museums*, “Electronics”, n°13, 2024, p. 2388. <https://doi.org/10.3390/electronics13122388>

6 <https://hubemag.com/notre-dame-digital-twin-a-virtual-cathedral-for-the-21st-century#:~:text=Notre%2D-Dame%203D%20model%20brings,early%20signs%20of%20structural%20wear>.

<https://es.euronews.com/next/2025/07/23/microsoft-hara-de-notre-dame-un-gemelo-digital-y-potenciar-las-lenguas-europeas>

7 Un trabajo interesante y documentado sobre el proceso de restauración de Notre Dame, VICENTE DOMINGO, Javier: *Nôtre Dame de París. Ruina y reconstrucción*, Ed. Reus, 2025.

8 <https://www.nhm.ac.uk/press-office/press-releases/The-Natural-History-Museum-partners-with-Amazon-Web-Services-to-transform-and-accelerate-scientific-research.html>

9 BROCKLEBANK, H., cofundador y CEO de Brox, explica que esta herramienta permite obtener respuestas sobre

Como vemos, son cada vez más los sectores que manejan estos GD con fines de mejora de posición y de una mayor eficiencia en la toma de decisiones.

1. El gemelo digital humano

El salto cualitativo se produce con la aparición de los gemelos digitales humanos, es decir, réplicas virtuales de personas. Siguiendo el mismo esquema conceptual, un gemelo digital humano puede definirse como una representación virtual de una persona en un entorno digital. Aunque el GD pueda resultar muy realista, carece de corporeidad física, —en palabras de la doctrina— “an entity that is halfway between people and things”¹⁰.

Mientras que el GD industrial se alimenta y entrena con datos técnicos, del proceso que se quiere llevar a la realidad digital, en tiempo real, “there are a continuous bidirectional data Exchange”, el GD humano, también se alimenta y actualiza y se entrena mediante datos, pero estos son biométricos, de voz, imagen, expresiones faciales, patrones de movimiento y actuaciones del sujeto.

Su comportamiento se genera mediante IA generativa, de modo que el sistema no solo reproduce, sino que también extrapola y predice conductas. En este sentido, el marco legal del RGPD y de la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de

los derechos digitales resulta plenamente aplicable, dado que se procesan datos personales - incluidos datos biométricos y de salud- especialmente protegidos.

Estos modelos pueden emplearse para fines muy variados: desde testar y probar digitalmente prendas de ropa, hasta simular interacciones o modelar la evolución de patologías a lo largo del tiempo.

En el ámbito sanitario, el Human Digital Twin permite desarrollar sistemas personalizados, combinando IA, análisis de datos, IoT y realidad virtual/aumentada. Estos gemelos requieren grandes volúmenes de datos complejos y heterogéneos, desde genómicos hasta fisiológicos. Estos gemelos digitales de sistemas biológicos, como explica Alfonso Valencia, director del departamento de Ciencias de la Vida del BSC-CNS, “requieren gran cantidad de datos complejos y heterogéneos procedentes de diversas fuentes que pueden incluir desde datos genómicos, imágenes, datos fisiológicos, información sobre el estilo de vida hasta historiales médicos. Esto requiere capacidades computacionales avanzadas de almacenamiento y gestión de datos”¹¹.

En todos los casos, los gemelos mantienen tres componentes fundamentales:

Por un lado, los humanos que se encuentran en el entorno físico, por otro, sus réplicas digitales, y, por último, los enlaces de datos ultra

las preferencias y hábitos de compra de los consumidores de manera eficiente: “Conocemos dónde compran, qué compran y qué les gusta comprar”

10 TELLER, Marina: *Legal aspects related to digital twin*. Phil. Trans. R. Soc. A, cit., 379: 20210023, 2021. <https://doi.org/10.1098/rsta.2021.0023>

11 Entrevista publicada en el Diario de León el 30 de octubre de 2024.

confiables que facilitan la coevolución de ambos entornos, físico y virtual¹².

No cabe duda de que la introducción de la IA ha ampliado notablemente las capacidades de los gemelos digitales, transformándolos en herramientas mucho más poderosas para la gestión y optimización de sistemas y procesos reales. Como se destaca en la literatura técnica, “the creation and use of digital twin technology heavily relies on artificial intelligence (...) enabling sophisticated analytics, automation and decision-making¹³”.

En síntesis, el gemelo digital es una “entidad autónoma” capaz de generar contenido nuevo. Entrenada con audios, videos y textos de una persona, una IA puede crear una réplica virtual capaz de dar una conferencia, participar en una videollamada o incluso escribir correos electrónicos en su nombre.

2. Pasos para la creación del gemelo digital

El proceso de elaboración de un gemelo digital está bien establecido y descrito en la literatura científica¹⁴ y voy a señalar de manera sencilla y sintética los pasos para su creación, con el fin de localizar más adelante en este trabajo, el punto de conexión con el derecho de autor, cuando se trata de gemelos digitales de cantantes.

-Recopilación y procesamiento de datos: Se recopilan datos relevantes de diversas fuentes necesarios para el análisis de IA. Esto puede incluir datos históricos, datos de sensores en tiempo real, fuentes de datos externas o datos de otros sistemas. Se preprocesan para garantizar su calidad y consistencia antes de integrarlo⁴ en los modelos.

-Desarrollo de modelos de IA: Desarrolla modelos de IA que estén adaptados a los objetivos específicos del gemelo digital. Esto puede implicar la selección de algoritmos apropiados, el entrenamiento de los modelos utilizando datos relevantes y su optimización para los resultados deseados. Las técnicas comunes de IA utilizadas en gemelos digitales incluyen aprendizaje automático, aprendizaje profundo y modelado estadístico.

-Integración con la plataforma del gemelo digital: Se integran los modelos de IA en la plataforma o marco del gemelo digital. Esto puede implicar el desarrollo de API o conectores para permitir una comunicación fluida entre el gemelo y los algoritmos de IA.

-Procesamiento de datos en tiempo real: Mecanismos para recibir y procesar datos en *streaming* de sensores, dispositivos IoT u otras fuentes en tiempo real. Esto permite que los modelos de

12 MILLER, M. E., & SPATZ, E.: *A unified view of a human digital twin. Human-Intelligent Systems Integration*, 4(1-2), 2022, pp. 23-33. <https://doi.org/10.1007/s42454-022-00041-x>

13 EMMERT-STREIB, F: *What Is the Role of AI for Digital Twins?* AI, 4(3), 2023, pp.721-728. <https://doi.org/10.3390/ai4030038>

14 Se considera el padre del concepto DT a GRIEVES. Vid. GRIEVES, M.- VICKERS, J., *Digital Twin: Mitigating Unpredictable, Undesirable Emergent Behavior in Complex Systems*, 2016, p.6 y ss. https://www.researchgate.net/publication/307509727_Origins_of_the_Digital_Twin_Concept/link/57c6f44008ae9d64047e92b4/download?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7InBhZ2UiOiJwdWJsaWNhdGlvbiInByZXZpb3VzUGFnZSI6bnVsbH19

IA analicen y aprendan continuamente de los datos más recientes, facilitando la toma de decisiones dinámica y la capacidad de respuesta.

-Aprendizaje y mejora continua: Implementa mecanismos para el aprendizaje y mejora continua de los modelos de IA dentro del gemelo digital. Esto puede implicar bucles de retroalimentación, reentrenamiento de los modelos con nuevos datos o actualización de los modelos a medida que se dispongan de nuevos conocimientos o algoritmos. El aprendizaje continuo asegura que las capacidades de IA del gemelo se mantengan actualizadas y se adapten a las condiciones cambiantes.

-Visualización e *insights*: Desarrolla visualizaciones y paneles que presenten los *insights* y recomendaciones generadas por la IA de manera amigable para el usuario. Esto permite a los interesados comprender e interpretar los análisis impulsados por la IA proporcionados por el gemelo digital, facilitando la toma de decisiones y la acción.

-Validación y pruebas: Valida y prueba las capacidades de IA integradas dentro del gemelo digital para asegurar su precisión, fiabilidad y rendimiento. Se llevan a cabo escenarios de prueba exhaustivos para verificar la efectividad de los modelos de IA y su alineación con los objetivos del gemelo digital.

-Despliegue y monitoreo: Despliegue de las capacidades de IA integradas en el entorno operativo y monitoreo continuo de su rendimiento.

-Mejora iterativa: Adopción de un proceso de mejora iterativa para la integración de IA. Se recopila continuamente la retroalimentación, se mide el impacto de la IA en el rendimiento del gemelo digital y se refina los modelos de IA y su integración basado en los conocimientos obtenidos. Este enfoque iterativo asegura que la integración de IA evolucione y entregue un valor creciente con el tiempo.

En conjunto, el proceso de creación de un gemelo digital sigue una secuencia metodológica consolidada, que abarca desde la recopilación y depuración de datos hasta su integración en modelos de IA capaces de aprender de manera continua. Su funcionamiento depende de flujos constantes de información en tiempo real y de mecanismos iterativos de validación que garantizan precisión y fiabilidad¹⁵.

Esta arquitectura, diseñada para reproducir y predecir comportamientos de sistemas físicos o humanos, adquiere especial relevancia cuando se aplica a artistas, especialmente cantantes, pues introduce nuevas tensiones con el derecho de autor y la protección de datos de la personalidad, como la voz.

3. Relación entre el proceso de creación de un gemelo digital y TDM.

Como se puede apreciar se trata de procesos muy técnicos y en los que hay que seguir diversas fases para lograr un buen resultado. Se requieren softwares muy especializados. Este proceso tiene mucha relación con las técnicas de *Text and Data*

15 FULLER, A., FAN, Z., DAY, C., BARLOW, C.: *Digital Twin: Enabling Technologies, Challenges, and Open Research*, "IEEE Access", 8, 2020, pp.108952-108971.

<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.299835>

Mining (TDM) pues comparten la lógica de extraer información significativa a partir de grandes volúmenes de datos heterogéneos.

En este sentido, la minería de datos es una técnica necesaria para el análisis de los datos y para el desarrollo, actualización y optimización de los gemelos digitales. Estos modelos virtuales dependen de la calidad, variedad y relevancia de los datos recopilados y procesados, de modo que solo mediante la información fiable es posible generar simulaciones coherentes, dinámicas y con capacidad predictiva.

En el caso específico de los gemelos digitales humanos, la dependencia de datos es aún más compleja debido a la integración de información personal, biométrica o incluso neurofisiológica, lo que permite construir representaciones virtuales capaces no solo de replicar el comportamiento físico, sino también de anticipar patrones, detectar desviaciones o extrapolar escenarios futuros en función de modelos probabilísticos avanzados.

Como sostiene Susana Navas Navarro, “la progresiva digitalización del cuerpo humano mediante la captación y tratamiento de datos biométricos, fisiológicos y conductuales configura un ‘internet de los cuerpos’ que amplía las posibilidades de representación y monitorización digital de la persona, pero también incrementa los riesgos derivados de la circulación y reutilización de estos datos”¹⁶.

Así, aunque gemelos digitales y TDM no son procesos idénticos, sí resultan complementarios: el TDM proporciona la base del tratamiento y entrenamiento de la información que hace posible la construcción y actualización continua de los gemelos digitales, mientras que estos últimos constituyen aplicaciones avanzadas que dependen de la calidad de la extracción y del análisis de datos.

III. APLICACIONES EN LA INDUSTRIA MUSICAL Y DERECHOS DE AUTOR

¿Cómo están cambiando la IA y otras nuevas tecnologías los procesos de creación, distribución, aprendizaje y escucha de música?¹⁷

La musicóloga Judith Finell¹⁸ tras décadas de asistir como perito a juicios sobre copyright constata la preocupación existente sobre el “robo masivo” de obras por las IA con anterioridad incluso a su puesta en el mercado. Afirma que “*AI or any form of technology that can enhance the creative process, but also the ways in which it threatens creative content. The training mechanism, is built on previous musical or non-musical works, depending on the art form. And from that, there is a concern in the music industry that copyright infringement is actually taking place in order to train AI.*”

En la industria musical, los gemelos digitales pueden utilizarse para múltiples finalidades, entre ellas: para crear representaciones virtuales

16 NAVAS NAVARRO, S., *El internet de los cuerpos: Una aproximación jurídica*. Revista de derecho y genoma humano, Nº 56, 2022, pp. 93-123.

17 Se pregunta XABIER SERRA, director del Music Technology Group (MTG) de la Universidad Pompeu Fabra.

18 Podcast “Berkeley Technology Law Journal Podcast”: *AI and Music Copyright Law with Professor Judith Finell*, <https://btjlj.org/2025/03/ai-and-music-copyright-law/>

con instrumentos musicales; para recrear estudios de grabación y producción musical¹⁹ o incluso para llevar a cabo procesos musicales completos. Es decir, con el mismo o parecido propósito a como se utilizan en el sector industrial pero sólo podrán considerarse gemelos digitales en sentido estricto si tienen una sincronización en tiempo real con los instrumentos reales o con los espacios y procesos de grabación reales.

Pero también pueden recrear un cantante, es decir, un gemelo digital humano, un artista. No se trata de imitadores del artista original ni tampoco de tributos. Se trata de alter egos, personas virtuales a imagen y semejanza de personajes conocidos que hablan y se mueven igual, que son ellos mismos, pero en versión digital y con datos reales, en tiempo real.

La frontera entre el yo físico y el yo digital se vuelve cada vez más borrosa, desafiando las leyes de propiedad intelectual y los derechos de la personalidad.

Se conocen algunos casos, aunque no todos ellos son gemelos en sentido estricto.

ABBA-tras presentó la gira de conciertos ABBA voyage y en un escenario real expresamente

creado para ello, los avatares de ABBA (jóvenes) interpretaban sus canciones y presentaban su último disco.

Justin Bieber junto con su avatar ofreció en el metaverso un concierto en el que los usuarios pudieron tener una experiencia inmersiva.

En sentido estricto, un avatar no es un gemelo digital, pues le falta al avatar ese elemento esencial de sincronización en tiempo real²⁰.

Uno de los primeros y más conocidos y verdadero gemelo digital de cantantes es el de Mark Tuan, estrella del K-pop y miembro del grupo Got7. El artista prestó su consentimiento para la creación de este gemelo y él mismo contrató a la empresa Soul Machines para la creación de su propio gemelo digital, para interactuar con los fans en tiempo real, imitando sus expresiones faciales y su voz.

Tuan se ha convertido en la primera celebridad en asociar su imagen a la integración GPT de OpenAI, una tecnología de inteligencia artificial que permite a los fans entablar conversaciones uno a uno con el avatar de Tuan, convenientemente entrenado con sus propios datos. Se trata de un auténtico gemelo digital que funciona con

¹⁹ Disney en colaboración con Accenture desarrolló un gemelo digital de sus instalaciones (3.500 mts cuadrados) para que trabajaran los creativos y los diseñadores.

Vid. The Walt Disney Studios StudioLAB Advances the Art of Storytelling Through Next-Generation Technology <https://thewaltdisneycompany.com/news/the-walt-disney-studios-studiolab-advances-the-art-of-storytelling-through-next-generation-technology/>

²⁰ WENHUI LIU, YIHAN LV, QIAN WANG, BO SUN, AND DONGCHEN HAN, *A Systematic Review of the Digital Twin Technology in Buildings, Landscape and Urban Environment from 2018 to 2024*, "Buildings", 2024. Según LIU y PENG, "avatars are commonly utilized in virtual environments, online gaming, social media, and marketing to represent users visually and functionally. They embody characteristics like self-representation, identity cues, and social interaction facilitation, often enhancing user experience through embodiment, presence, and psychological effects such as the "Proteus effect" where the characteristics of an avatar influence user behavior."

IA generativa. No tiene conexión en tiempo real con Tuan pero ha entrenado con sus propios datos de tal manera que reacciona, responde y actúa igual que el Tuan real.

Estos ejemplos nos permiten distinguir entre un avatar estático o parcialmente interactivo como el de ABBA y un gemelo digital dinámico, capaz de aprender, actualizarse y responder en tiempo real, como el de Tuan. En ambos casos se trata de representaciones virtuales, pero tienen diferencias. Mientras que un gemelo digital es una réplica virtual dinámica que se retroalimenta continuamente el avatar es una representación más estática.

1. Datos para la creación del gemelo-artista. La titularidad de los inputs

La creación de un gemelo digital exige, en su fase preliminar, acceso lícito a los datos necesarios para el entrenamiento del sistema lo que abre tres planos de análisis que se superponen:

En primer lugar, la autorización personal del artista para la propia creación del gemelo, desde la perspectiva de los derechos de la personalidad.

En segundo lugar, las licencias y límites que amparan la minería de textos y datos (TDM) sobre materiales protegidos por derechos de autor y derechos conexos.

Por último, las garantías en materia de privacidad y protección de datos pues se trata de datos personales y de datos biométricos.

El primer e imprescindible paso en este proceso es la autorización del artista para la creación del propio gemelo. Sin su autorización la creación sería ilegal y vulneraría sus derechos de la personalidad pues se trata de del ejercicio de un derecho personalísimo que involucra el derecho a su propia imagen y la utilización de su voz e interpretaciones.

El GD del cantante no puede crearse sin el consentimiento expreso y específico del propio artista que autoriza el uso de su imagen, su voz, su movimiento, sus interpretaciones y también, los posibles usos comerciales del gemelo²¹. Este consentimiento debe de ser expreso, informado, específico y recogerse en el contrato de cesión de derechos y explotación de la obra, de acuerdo con el art.2 de la LO 1/82, 5 de mayo de protección del honor, la intimidad personal y familiar y propia imagen.

Además, la autorización no se presume comprendida en contratos estándar de fijación, reproducción o comunicación pública suscritos con compañías discográficas o audiovisuales: la digitalización integral y dinámica de una persona para construir un gemelo constituye un objeto y una intensidad de uso cualitativamente distintos, pues

El artista ostenta un monopolio originario sobre la autorización de su gemelo digital, coherente con su posición en materia de derechos morales y con la tutela de la LO 1/1982 (honor, intimidad y propia imagen), incluyendo la posibilidad de revocación por cambio relevante de convicciones, con la correspondiente indemnización.

21 AMMERMAN YEBRA, J., *El derecho a la propia voz como derecho de la personalidad*, Ed. Colex, 2021, en donde defiende la posibilidad de que la voz sea objeto de cesión con independencia de otros derechos de la personalidad.

Por tanto, se debería de incluir, en su caso, un acuerdo específico y detallado que regule y autorice la creación del gemelo y también sus modalidades de explotación (usos permitidos, territorios, plazos, control de calidades, *brand safety*, derecho de retirada, auditorías algorítmicas, etc.) por su promotor cesionario de derechos.

Además, en el contrato también conviene hacer alguna previsión relativa a la propiedad del gemelo después de la muerte del artista pues aunque la alimentación haya terminado será un “contenedor” de datos personales.

Desde un punto de vista cronológico, la decisión sobre si crear o no el gemelo pertenece al ámbito de los derechos de la personalidad; la dimensión y la afectación a los derechos de autor surge después, en la fase de entrenamiento y explotación del GD.

Como ya he explicado, los datos base necesarios para el entrenamiento pueden recogerse de grabaciones de voz e imágenes, de videos, de publicaciones en redes sociales o de cualquier otro lugar en el que el cantante haya dejado su huella digital, teniendo en cuenta que el acceso a los datos tiene que ser legal y que habrá que comprobar que no se trate de material protegido por derechos de autor.

A partir de estos datos utilizando algoritmos de aprendizaje profundo la IA analiza los videos y grabaciones para identificar patrones y relaciones.

Con esos resultados se utiliza un software específico que seguirá procesos de minería de textos y datos que, como sabemos, tiene una fase de preprocesamiento y reproducción de todos los materiales²².

La fase de entrenamiento del gemelo implica copias técnicas y extracciones protegidas por el derecho de reproducción (art. 2, Directiva 2001/29/CE). El Derecho de la UE ha positivado dos límites de TDM en la Directiva (UE) 2019/790 (DSM):

Art. 3 (TDM para investigación científica): autoriza TDM a organizaciones de investigación y entidades de patrimonio cultural con acceso lícito, para fines de investigación científica. Es irrenunciable por contrato y no admite opt-out por los titulares.

Art. 4 (TDM general): permite TDM por cualquier usuario (para cualquier fin, incluidos los comerciales), con acceso lícito; los titulares pueden reservar derechos mediante medios de exclusión legibles por máquina (opt-out).

La creación de un gemelo digital musical persigue, típicamente, una finalidad comercial y, por ello, quedaría fuera del art. 3 DSM. Sólo sería amparable por el art. 4 DSM si no existe *opt-out* válido y se acredita acceso lícito.

Dado que SGAE ha realizado un *opt-out* general, cualquier uso para entrenar un gemelo digital exige licencia y remuneración.

²² SIEMENS proporciona soluciones de gemelo digital basadas en simulación y análisis de datos, integrando información en tiempo real procedente de sensores, IoT y otras fuentes para reflejar con precisión el estado del activo físico <https://www.sw.siemens.com/es-ES/technology/digital-twin/>

Por tanto, previsiblemente estos videos y grabaciones estarán sujetos a derechos y dado que este supuesto no encaja en el amparado por el límite de TDM para investigación, esto es, no se trata de uso para investigación de las obras o prestaciones ajenas, se trata de un uso claramente comercial, habrá que tener claro si estos han ejercitado su derecho a negarse.

Como se puede apreciar, estoy poniendo el foco en los *inputs* para el entrenamiento del gemelo y en los derechos de autor y derechos conexos que sobre esos videos musicales e imágenes puede haber (autor de la música; autor de la letra; intérprete; productor del fonograma) por lo que no solo se requiere la autorización del cantante, sino que debe de estar presente toda la cadena de autorizaciones pertinente, tales como los derechos sobre letra, música y los derechos sobre las grabaciones sonoras²³.

En el caso del gemelo de Tuan, los datos los proporcionó él mismo y ex profeso para la creación del gemelo y durante varios días estuvo grabando con un traje de captura de movimiento. Tuan pasó un día completo demostrando expresiones faciales emotivas para que el Digital Mark aprendiera de ellas, y luego pasó un tiempo considerable en su estudio para que “pudieran obtener mi reconocimiento de voz”.

2. ¿Es necesario suministrar al gemelo datos en tiempo real?

Para el funcionamiento de un gemelo digital, ya sea en el ámbito industrial o en el sanitario,

resulta imprescindible contar con una actualización y transmisión de datos en tiempo real. Solo así es posible analizar con precisión el proceso que se desea estudiar y, especialmente, tomar decisiones correctamente informadas. En ambos contextos, cualquier variación en las condiciones ambientales —como temperatura, humedad u otros parámetros críticos— o en las constantes fisiológicas debe registrarse de inmediato. En estos casos el GD se crea por razones técnicas y científicas, mientras que en la música se crea por razones de entretenimiento y branding.

La sincronización de los datos y la simulación en tiempo real son características esenciales de un gemelo digital. Esta sincronización garantiza que la representación virtual siga siendo precisa y esté actualizada.

Sin embargo, en el caso de cantantes, el acervo creado con los datos de sus movimientos, rasgos, voz, actuaciones y de sus interpretaciones, puede permitir a la IA generativa elaborar patrones y desarrollarlos autónomamente y modificarlos, sin que se requiera alimento continuo. En estos casos la necesidad de alimentación continua es diferente que, en los otros casos, tanto por la finalidad como por el propósito del gemelo. No se crea para optimización y eficiencia ni tampoco para tomar decisiones, sino que se trata de branding, *followers* y monetización, gracias a la permanente y completa disponibilidad del GD.

Lo que sí que es importante en este supuesto es la necesidad de verificar y controlar que el gemelo represente y actúe fielmente para evitar el

²³ La importancia de los pactos y de las cesiones se demuestra en el mediático caso de la cantante Taylor Swift y su batalla para recuperar el control de las grabaciones de sus obras. TAMASHIRO, Andreia M.: *Taylor Swift's Copyright Battle and Strategic Re-Recording Songs*, “Berkeley Technology Law Journal”, 2 mayo 2025, <https://btlj.org/2025/05/taylor-swifts-copyright-battle/>

riesgo reputacional que podría sufrir si se saliera de su patrón de conducta y artístico²⁴.

La empresa que opera el gemelo debe asumir responsabilidad por sesgos o comportamientos inesperados de la IA; respuestas erróneas que afecten a la imagen del cantante; interacciones automatizadas con fans que generen perjuicios.

El contrato de explotación debería de incluir cláusulas de responsabilidad objetiva del operador por mal funcionamiento, seguros tecnológicos y auditorías periódicas del modelo y cláusulas de confidencialidad debido a la información sensible que contienen. Todo este marco legal necesario debe de acompañar al proceso técnico de creación del gemelo con el fin de prevenir daños y, en su caso, desplegar la responsabilidad contractual y la reparación de los daños padecidos.

3. El output. Naturaleza y derechos de autor

Como he ido describiendo, el gemelo digital, a efectos jurídicos, es el resultado de un proceso técnico basado en la integración automatizada de datos, modelos computacionales y sistemas de inteligencia artificial, cuyo objeto es reproducir de forma dinámica el comportamiento, estado o funcionamiento de un elemento físico o lógico. Su configuración deriva, por tanto, de procedimien-

tos automatizados destinados a generar simulaciones, análisis y predicciones orientadas a la toma de decisiones en tiempo real. Este proceso es mecánico y carece de creatividad intelectual que lo haga susceptible de protección por derechos de autor. El resultado no puede considerarse obra protegible de acuerdo con los requisitos y parámetros del art. 5 del TRLPI y del art.10 del mismo texto legal en los que se combina la exigencia de que el creador sea una persona natural y que el resultado sea original²⁵. No obstante, como apunto más adelante, sí que tiene protección a través del derecho de autor el software con el que se crea el gemelo.

En consecuencia, en mi opinión, el gemelo digital constituye un producto digital de naturaleza instrumental y no una obra en el sentido jurídico de la propiedad intelectual. Es una entidad interdependiente con la persona humana, en el sentido de que sin sus datos carece de existencia.

De conformidad con el Reglamento de IA (UE) 2024/1689, el marco jurídico europeo establece que su finalidad es garantizar un entorno regulado para el desarrollo, comercialización, puesta en servicio y utilización de sistemas de inteligencia artificial, creando un marco armonizado que proteja la salud, la seguridad y los derechos fundamentales, a la vez que fomenta una inteligencia artificial fiable y centrada en el ser humano.

24 TRUJILLO CABRERA, C., *El derecho a la propia imagen (y a la voz) frente a la inteligencia artificial*, Indret, n°1, 2024, plantea riesgos de imitación no consentida e intromisiones ilegítimas con tecnologías de IA, deepfakes con apariencia de realidad.

25 En relación a la naturaleza de las interpretaciones artísticas generadas por una inteligencia artificial, DE ROMÁN PÉREZ, R.: *Artistas intérpretes o ejecutantes en “el Metaverso”, Inteligencia artificial y propiedad intelectual*, en *Arte tokenizado y propiedad intelectual*, dir. NAVAS NAVARRO, S., Ed. Reus, 2023, pp.104-109, “las obras y las interpretaciones artísticas enteramente generadas por inteligencias artificiales no reúnen las características que determinan el nacimiento de derechos de propiedad intelectual y, pueden usarse libremente por cualquiera.”

El gemelo digital, en la medida en que incorpora capacidades automatizadas de análisis, predicción o simulación, debe considerarse un sistema de IA a los efectos de este Reglamento, debiendo su desarrollo y utilización ajustarse al conjunto de obligaciones previstas en función del nivel de riesgo aplicable.

El propio Reglamento subraya que su objeto consiste en mejorar el funcionamiento del mercado interior mediante un marco jurídico uniforme para los sistemas de IA, impidiendo restricciones nacionales no autorizadas y garantizando un nivel elevado de protección de derechos fundamentales. Asimismo, establece un régimen de categorías de riesgo que determina obligaciones específicas para los proveedores y usuarios, comprendiendo sistemas de riesgo mínimo, riesgo limitado, alto riesgo y riesgo inadmisibles.

En este sentido, los gemelos digitales que desempeñen funciones críticas –por ejemplo, en sectores industriales estratégicos o en el sector sanitario– pueden ser calificados como sistemas de alto riesgo, debiendo cumplir requisitos reforzados en materia de calidad de datos, documentación técnica, supervisión humana, gestión de riesgos y trazabilidad.

Por otra parte, el Reglamento europeo establece obligaciones de transparencia para aquellos sistemas que generen contenidos mediante procesos automatizados, así como requisitos de

información para permitir un uso informado por parte de los usuarios. Dado que el gemelo digital en sí mismo no responde a una autoría personal ni produce tampoco una obra protegida, sino que constituye un producto tecnológico derivado de la ejecución de modelos automatizados, su régimen jurídico se encuentra en el ámbito del reglamento de inteligencia artificial, quedando excluido en mi opinión, de las normas de propiedad intelectual.

Por tanto, el gemelo digital del artista, no puede considerarse artista, intérprete o ejecutante, a los efectos del art. 105 TRLPI:

«Se entiende por artista intérprete o ejecutante a la persona que represente, cante, lea, recite, interprete o ejecute en cualquier forma una obra».

Para que el GD pueda interpretar canciones de su “humano” o de terceros deberá de contar con la autorización del titular de derechos o con licencia para ello, salvo cuando interprete canciones que se encuentren en el dominio público²⁶.

En este sentido, también comparto la doctrina relativa a la ausencia de derechos de autor cuando se pone en marcha un sistema de inteligencia artificial con el que se obtiene un objeto igual a una interpretación artística, sin intervención humana, no se generando derechos de interpretación²⁷.

26 BERTRAND, S., *Les enjeux juridiques de la reconnaissance juridique des jumeaux numériques*, <https://www.avocat-chatillon.com/les-enjeux-juridiques-de-la-reconnaissance-juridique-des-jumeaux-numeriques/>, 2025, “La reconnaissance juridique des jumeaux numériques implique l’élaboration de contrats et licences spécifiques, permettant d’encadrer précisément les droits d’utilisation, la titularité des droits et les conditions d’exploitation.”

27 SÁIZ GARCÍA, C., *Las obras creadas por sistemas de inteligencia artificial y su protección por el derecho de autor*, Indret, nº1, 2019.

Junto con las hipótesis analizadas también debemos de considerar siquiera brevemente los casos en los cuales tanto la música como los músicos tienen su origen en el software, es decir en la tecnología y la IA.

En el caso de que el artista digital interprete canciones compuestas por la IA no habría derechos de autor involucrados en la misma, dado que ni es un artista, ni estamos tampoco ante una obra a estos efectos.

En estos casos, la posible vulneración de los derechos de autor estaría conectado al modo en el que la IA se ha entrenado y en la medida en la que para su entrenamiento se hayan utilizado letras o música protegida o se haya clonado la voz del cantante.

Si todo es sintético, voz, música y representación física, no se vulnera ningún derecho de autor, ni tampoco ningún derecho de la personalidad. El proceso de creación del gemelo humano pasa por crear la biografía del personaje, el relato de su vida o su vida misma en modo digital.

IV. MONETIZACIÓN Y DAÑO A LA REPUTACIÓN DEL ARTISTA

Otro aspecto a tener en cuenta es el del retorno económico. Dado el coste de creación del GD lo natural es pensar que más allá del branding y la imagen se busque explotar y sacar rentabilidad a la inversión a través de la creación de productos que produzcan retorno económico directo.

En la explotación del gemelo se podría incluir versión libre y versión pro y en este caso, podemos pensar en que el usuario pueda solicitar ser-

vicios personalizados, solicitud de canciones de felicitación a una pareja o amigo, versiones de canciones de terceros...toda una cadena de autorizaciones, así como de términos y condiciones a aceptar por el usuario.

Todo ello podría verse frustrado irremediablemente por un incorrecto funcionamiento del GD. Efectivamente, aun cuando los sistemas de inteligencia artificial han alcanzado un nivel de sofisticación notable, es un dato contrastable, que pueden producir errores significativos, comportamientos imprevisibles o resultados que se desvíen del propósito inicial, de la finalidad con la que se crearon.

Confiar plenamente en estos sistemas, sin prever mecanismos de control y corrección, puede generar resultados que comprometan la reputación y los intereses comerciales del artista.

Por este motivo, dado que la finalidad principal de estos gemelos digitales es mejorar su imagen artística ante su audiencia, resulta imprescindible que estos riesgos potenciales que estoy describiendo, se encuentren previstos y expresamente pactados en el contrato. Dicho contrato deberá contemplar con precisión las condiciones de uso, los límites, los mecanismos de supervisión humana y las responsabilidades derivadas de cualquier resultado inadecuado. Será necesaria la inclusión en el contrato de pactos que aborden el riesgo de daño reputacional y sus consecuencias.

El titular del gemelo, su promotor, salvo pacto en contra, deberá de responder de los fallos del funcionamiento de la IA y de los daños que este comportamiento anómalo pueda causar²⁸. En su caso, el promotor podrá repetir contra el creador

²⁸ El dilema del gemelo digital: ¿Qué pasa cuando una IA puede imitarte a la perfección? <https://es.linke->

del software si resultara ser la causa del daño padecido²⁹.

V. PROTECCIÓN DEL SOFTWARE DE CREACIÓN DEL GEMELO

Por último, aunque cronológicamente sea un primer paso en la creación del GD hay que poner el foco en la protección del software de creación del gemelo digital, el cual encuentra su régimen jurídico en los arts. 95 a 104 del TRLPI³⁰. El derecho de autor ofrece protección al código fuente del software, teniendo en cuenta que este protege la expresión y no la funcionalidad del mismo.

Existen varios programas y herramientas que permiten crear gemelos digitales humanos. Estos softwares combinan tecnologías avanzadas como inteligencia artificial, análisis de datos y sensores IoT para crear réplicas digitales precisas de personas.

En el ámbito de la salud empresas como Siemens y Philips tienen sus propios softwares para la creación de gemelos digitales para la salud, Healthineers y Health Suite que ofrecen soluciones para crear gemelos digitales en el ámbito de la salud, permitiendo simular y analizar el comportamiento de los pacientes para mejorar los tratamientos.

Estos gemelos digitales pueden ser utilizados para diversas aplicaciones, desde la personaliza-

ción de tratamientos médicos hasta la optimización de tareas y la toma de decisiones.

También existen algunas herramientas y plataformas que están explorando la creación de gemelos digitales humanos en el ámbito de la música. Estas tecnologías permiten a los artistas crear réplicas digitales de sí mismos para diversas aplicaciones, como actuaciones virtuales, interacción con fans y más. Por ej. Sony CSL Music, en su *Sony Computer Science Laboratories* ha estado trabajando en la creación de gemelos digitales de músicos para explorar nuevas formas de creatividad y colaboración en la música.

Sin embargo, la oferta actual de sistemas de creación de gemelos para la música, no ofrecen sincronización y renovación de datos en tiempo real, son avatares y modelos de voz clonada para llevar a cabo animaciones puntuales sin que se de un comportamiento dinámico dependiente del artista real, por lo que no son gemelos digitales en el sentido estricto técnico ni jurídico.

VI. BIBLIOGRAFÍA CITADA

AMMERMAN YEBRA, J., *El derecho a la propia voz como derecho de la personalidad*, Ed. Colex, 2021

BERTRAND, S., *Les enjeux juridiques de la reconnaissance juridique des jumeaux numériques*, <https://www.avocat-chatillon.com/les-enjeux-juridi->

[din.com/pulse/el-dilema-del-gemelo-digital-qu%C3%A9-pasa-cuando-una-ia-puede-qavie](https://www.din.com/pulse/el-dilema-del-gemelo-digital-qu%C3%A9-pasa-cuando-una-ia-puede-qavie)

²⁹ Este tipo de dudas y desafíos jurídicos se las cuestiona, BERTRAND, S., *op. cit.* que analiza qué actores participan en los entes virtuales, los cuales son el fruto de un proceso complejo de creación y de alimentación con datos. En este sentido, es complicado determinar quién es titular de los derechos sobre un gemelo digital lo que requiere analizar la cadena de valor de su creación y de su explotación.

³⁰ RODRIGUEZ TAPIA, J.M., *Comentarios a la Ley de Propiedad Intelectual (Texto Refundido, RDL 1/1996)*, ex. Arts. 95-104, 1997, p.345 y ss.

[*ques-de-la-reconnaissance-juridique-des-jumeaux-numeriques/*](#), 2025

DE ROMÁN PÉREZ, R.: *Artistas intérpretes o ejecutantes en “el Metaverso”, Inteligencia artificial y propiedad intelectual*, en *Arte tokenizado y propiedad intelectual*, dir. NAVAS NAVARRO, S., Ed. Reus, 2023

EMMERT-STREIB, F: *What Is the Role of AI for Digital Twins?* AI, 4(3), 2023, pp.721-728. <https://doi.org/10.3390/ai4030038>

FULLER, A., FAN, Z., DAY, C. , BARLOW, C.: *Digital Twin: Enabling Technologies, Challenges, and Open Research*, “IEEE Access”, 8, 2020

HANANTO, A. L., TIRTA, A., HERNWAN, S. G., IDRIS, M., SOUDAGAR, M. E. M., DJAMARI D. W., & VEZA, I.: *Digital Twin and 3D Digital Twin: Concept, Applications, and Challenges in Industry 4.0 for Digital Twin*, “Computers”, vol. 13, nº 4, 2024

LOPEZ RODRIGUEZ, A.: *Gemelos digitales portuarios*, “Revista del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible”, nº 754, Enero 2025

MILLER, M. E., & SPATZ, E.: *A unified view of a human digital twin. Human-Intelligent Systems Integration*, 4(1-2), 2022, pp. 23-33. <https://doi.org/10.1007/s42454-022-00041-x>

NAVAS NAVARRO, S., *El internet de los cuerpos: Una aproximación jurídica. Revista de derecho y genoma humano*, Nº 56, 2022

RODRIGUEZ TAPIA, J.M., *Comentarios a la Ley de Propiedad Intelectual (Texto Refundido, RDL 1/1996)*

SAIZ GARCIA, C., *Las obras creadas por sistemas de inteligencia artificial y su protección por el derecho de autor*, Indret, nº1, 2019

TAMASHIRO, Andreia M.: *Taylor Swift’s Copyright Battle and Strategic Re-Recording Songs*, “Berkeley Technology Law Journal”, 2 mayo 2025, <https://btlj.org/2025/05/taylor-swifts-copyright-battle/>

TELLER, Marina: *Legal aspects related to digital twin*. Phil. Trans. R. Soc. A, cit.,

379: 20210023, 2021. <https://doi.org/10.1098/rsta.2021.0023>

TRUJILLO CABRERA, C., *El derecho a la propia imagen (y a la voz) frente a la inteligencia artificial*, Indret, nº1, 2024

VICENTE DOMINGO, Javier: *Nôtre Dame de París. Ruina y reconstrucción*, Ed. Reus, 2025

WENHUI LIU, YIHAN LV, QIAN WANG, BO SUN, AND DONGCHEN HAN, *A Systematic Review of the Digital Twin Technology in Buildings, Landscape and Urban Environment from 2018 to 2024*, “Buildings”, 2024

ZOU, C.; RHEE, S.-Y.; HE, L.; CHEN, D.; YANG, X.: *Sounds of History: A Digital Twin Approach to Musical Heritage Preservation in Virtual Museums*, “Electronics”, nº13, 2024