

Proyecto Erasmus+ 2022-1-NO01-KA220-HED-000087893

Este proyecto Erasmus+ ha sido financiado con el apoyo de la Comisión Europea. La Comisión Europea y las Agencias Nacionales Erasmus+ no se hacen responsables del uso que pueda hacerse de la información aquí difundida.

Proyecto de construcción BIM-LCA**Informe de un estudio de caso**

ESTUDIO DE CASO UTCN Modelos BIM de la estructura de un edificio y de un tramo de carretera Realización de una evaluación de la sostenibilidad del ciclo de vida de distintos materiales y residuos

Parte 2

1 - Objetivos

Esta presentación ofrece un análisis exhaustivo de cómo funciona el Building Information Modelling (BIM) en los proyectos de infraestructuras viarias. La presentación explora la historia y los principios básicos de BIM, destacando sus beneficios y su potencial para el desarrollo de infraestructuras viarias. Analiza el uso de BIM para el diseño, la construcción y el mantenimiento de carreteras, destacando su papel en la mejora de la colaboración, la optimización de los resultados de los proyectos y el apoyo a la gestión de activos. Además, la presentación examina las características y capacidades específicas de BIM en el software de diseño de obras civiles. Concluye con un análisis de las oportunidades y retos de la implantación de BIM en los proyectos de infraestructuras viarias y ofrece una visión del futuro de BIM en el sector. En general, este análisis destaca el potencial transformador de BIM para revolucionar el desarrollo de las infraestructuras viarias y, en última instancia, conducir a redes de transporte más sostenibles y eficientes.

2 - Descripción del estudio de caso

En

3 - Uso avanzado de BIM para evaluar la sostenibilidad del diseño de una carretera

Building Information Modelling (BIM) ha surgido como una tecnología transformadora en el sector de la construcción, revolucionando la forma en que se planifican, diseñan, construyen y gestionan los proyectos. Inicialmente, BIM se utilizaba en proyectos de



construcción civil, pero su aplicación se ha extendido al ámbito de las infraestructuras viarias, ofreciendo diversas ventajas para el diseño, la construcción y el mantenimiento de las redes de transporte.

El BIM en las infraestructuras viarias permite a las partes interesadas utilizar herramientas y procesos digitales avanzados para mejorar la colaboración, aumentar la precisión del diseño, agilizar las operaciones de construcción y optimizar la gestión de activos. Esta presentación explora el potencial y la importancia del BIM en las infraestructuras viarias, examinando su historia, definiendo sus principios básicos y profundizando en sus aplicaciones y beneficios de gran alcance. Al comprender las capacidades y ventajas del BIM en las infraestructuras viarias, podemos evaluar su potencial para remodelar el sector, mejorar los resultados de los proyectos y contribuir a unas redes de transporte más sostenibles y eficientes.

4 - Reglamentos y normas

- [1] <https://www.geospatialworld.net/blogs/what-is-bim/>
- [2] Arquitectura, Paramétrica. ¿Qué es el modelado de información para la construcción (BIM)? [En línea] 2022. <https://www.youtube.com/watch?v=3VYIYMnONS8>.
- [3] AutodeskSolucionesBuilding .Qué es el BIM (Building Information Modeling)? [En línea] 2018. <https://www.youtube.com/watch?v=suNadRnHy-U>.
- [4] Canal BuiltEvolve. Interoperabilidad en BIM e intercambio de datos. [En línea] 2021. <https://www.youtube.com/watch?v=3BJmVb8XpGQ>.
- [5] Explorador. Qué es BIM y cómo está cambiando la industria de la construcción. [En línea] 2019. https://www.youtube.com/watch?v=cUkW2jjNC_w.
- [6] Civil Encuesta Soluciones Pty Ltd. Civil Sitio Civil. [En línea] <https://civilsitedesign.com.au/>.
- [7] CADexpert NET. Empresa de soluciones de ingeniería CADexpert NET. [En línea] <https://www.cadexpert.eu/noutati/860-bim-viitorul-vine-pesto-noi>

5 - Metodología de estudio de casos.

Building Information Modelling (BIM) ha surgido como una tecnología transformadora en el sector de la construcción, revolucionando la forma en que se planifican, diseñan, construyen y gestionan los proyectos. Inicialmente, BIM se utilizaba en proyectos de construcción civil, pero su aplicación se ha extendido al ámbito de las infraestructuras viarias, ofreciendo diversas ventajas para el diseño, la construcción y el mantenimiento de las redes de transporte.

El BIM en las infraestructuras viarias permite a las partes interesadas utilizar herramientas y procesos digitales avanzados para mejorar la colaboración, aumentar la precisión del diseño, agilizar las operaciones de construcción y optimizar la gestión de activos. Esta presentación explora el potencial y la importancia del BIM en las infraestructuras viarias, examinando su historia, definiendo sus principios básicos y



profundizando en sus aplicaciones y beneficios de gran alcance. Al comprender las capacidades y ventajas del BIM en las infraestructuras viarias, podemos evaluar su potencial para

remodelar el sector, mejorando los resultados de los proyectos y contribuyendo a unas redes de transporte más sostenibles y eficientes.

El concepto de Building Information Modelling (BIM) existe desde los años 70, con la introducción de los primeros sistemas de diseño asistido por ordenador (CAD), pero no fue hasta los 90 cuando empezó a tomar forma el concepto de BIM tal y como lo conocemos hoy.

El desarrollo del BIM se ha visto influido por los avances en tecnología informática, modelado 3D y herramientas de colaboración. Con los años, el BIM ha pasado de ser una herramienta de modelado 3D a un proceso global que integra datos, información y flujos de trabajo a lo largo del ciclo de vida de un proyecto de construcción.

A principios de la década de 2000, gobiernos y organizaciones del sector reconocieron el potencial del BIM para mejorar la eficiencia y productividad del sector de la construcción. A medida que el BIM ha ido ganando terreno, se han desarrollado normas y protocolos industriales para garantizar la interoperabilidad y la colaboración entre las distintas partes interesadas.

La evolución del BIM también se ha visto impulsada por avances tecnológicos como la computación en la nube, los dispositivos móviles y la inteligencia artificial. Estos avances han facilitado la colaboración en tiempo real, la mejora de las capacidades de análisis de datos y una mayor accesibilidad a los modelos BIM.

Hoy en día, el BIM está reconocido como un componente fundamental de la transformación digital del sector de la construcción. Se ha convertido en parte integrante de la ejecución de proyectos, permitiendo a las partes interesadas crear, analizar y gestionar representaciones digitales de activos físicos. El BIM no se limita a los proyectos de construcción civil, sino que se ha ampliado para incluir proyectos de infraestructuras como carreteras, puentes y servicios públicos.

En esencia, el BIM se rige por varios principios fundamentales que conforman su metodología y aplicación. El primer principio del BIM es la creación de una representación digital común de un edificio a lo largo de su ciclo de vida. Esto significa que el BIM abarca no sólo la geometría física del edificio, sino también los datos y la información pertinentes asociados a su diseño, construcción y funcionamiento.

El segundo principio es la naturaleza colaborativa de BIM, que anima a los equipos a trabajar juntos de forma coordinada. BIM fomenta la colaboración mediante el intercambio y la integración de datos e información entre las distintas partes interesadas, lo que permite tomar decisiones eficientes y reducir errores o conflictos.

El tercer principio del BIM es el uso del modelado paramétrico, que permite crear objetos inteligentes y dinámicos que pueden modificarse y actualizarse a lo largo del ciclo de vida del proyecto. El modelado paramétrico permite que los cambios en un aspecto del modelo actualicen automáticamente otros aspectos relacionados, lo que garantiza la coherencia y la precisión.



El cuarto principio es la incorporación de la interoperabilidad de datos, que garantiza que la información pueda intercambiarse y compartirse entre diferentes plataformas y programas informáticos.

sistemas. Esto permite la integración de diferentes conjuntos de datos y fomenta una colaboración eficaz.

Por último, BIM hace hincapié en la importancia de la gestión de la información y el uso de datos estructurados, lo que permite a las partes interesadas extraer información valiosa y tomar decisiones fundamentadas basadas en información fiable y actualizada. Al adherirse a estos principios básicos, el BIM permite a las partes interesadas optimizar los resultados del proyecto, mejorar la colaboración y aumentar la eficiencia y eficacia generales del proceso de construcción. La figura 1 muestra el concepto BIM.

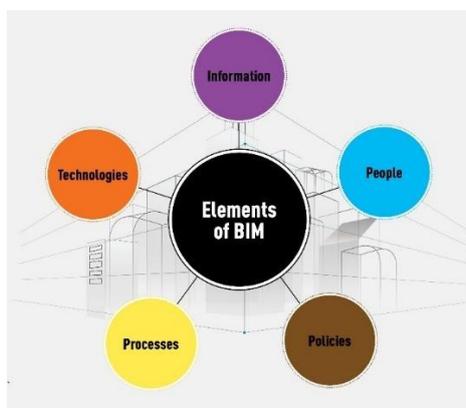


Figura 1 Concepto BIM

El BIM ofrece una serie de posibilidades y ventajas cuando se aplica a proyectos de infraestructuras viarias. Una de las principales posibilidades es la capacidad de crear modelos 3D precisos y detallados de las redes de carreteras. Estos modelos pueden incluir alineaciones, curvas, puentes, túneles y otros elementos, proporcionando una representación digital completa de toda la infraestructura. Con el BIM, las partes interesadas pueden visualizar el proyecto de carretera en un entorno virtual, lo que les permite evaluar la viabilidad del proyecto, identificar posibles conflictos y optimizarlo antes de que empiece la construcción.

Otra posibilidad del BIM para las infraestructuras viarias es la integración de distintos ámbitos y fuentes de datos. BIM permite intercambiar e integrar datos de distintas fuentes, como topografía, análisis geotécnicos, servicios públicos y factores medioambientales. Al incorporar estos datos al modelo BIM, las partes interesadas pueden comprender mejor el proyecto de carretera, lo que permite tomar decisiones con mayor conocimiento de causa y mejorar la coordinación entre los distintos equipos.

BIM también ofrece oportunidades para mejorar la colaboración y la comunicación en los proyectos. Con BIM, todas las partes interesadas pueden acceder y contribuir a un modelo digital central y compartido, lo que fomenta una colaboración eficaz y reduce la pérdida de información. Esto permite la comunicación en tiempo real, la detección de conflictos y la coordinación entre diseñadores, ingenieros, contratistas y otros participantes en el proyecto. La mejora de la colaboración puede reducir errores,



mejorar la secuenciación de la construcción y aumentar la eficiencia general del proyecto.

Además, el BIM abre posibilidades de simulación y análisis de los procesos de construcción y mantenimiento de carreteras. Al incorporar al modelo BIM datos basados en el tiempo,

Las partes interesadas pueden simular secuencias de construcción, analizar el flujo de tráfico y optimizar los calendarios de construcción. Esto permite identificar posibles cuellos de botella, oportunidades de ahorro de costes y una asignación eficiente de los recursos.

El BIM también tiene el potencial de apoyar la gestión y el mantenimiento de los activos a lo largo del ciclo de vida de la infraestructura vial. Al integrar la información de los activos en el modelo BIM, los propietarios y operadores de carreteras pueden acceder a datos críticos como los calendarios de mantenimiento, el estado de los activos y el historial de rendimiento. Esto facilita la planificación proactiva del mantenimiento, permite el análisis predictivo y apoya la toma de decisiones informadas para maximizar la vida útil y la eficiencia de la red de carreteras.

6 - Desarrollo del estudio de caso.

6.1 - Modelos BIM.

El software Civil Site Design, que incorpora los principios del modelado de información para la construcción (BIM), ofrece una serie de potentes funciones que mejoran el diseño y el análisis de los proyectos de ingeniería civil. Una de ellas es la integración de objetos inteligentes y funciones de modelado paramétrico. Los usuarios pueden crear y manipular objetos como carreteras, alineaciones, superficies y sistemas de drenaje. Esto permite realizar cambios dinámicos en el diseño, ya que las modificaciones de un objeto actualizan automáticamente los componentes relacionados, garantizando la coherencia en todo el proceso de diseño (Figura 2).

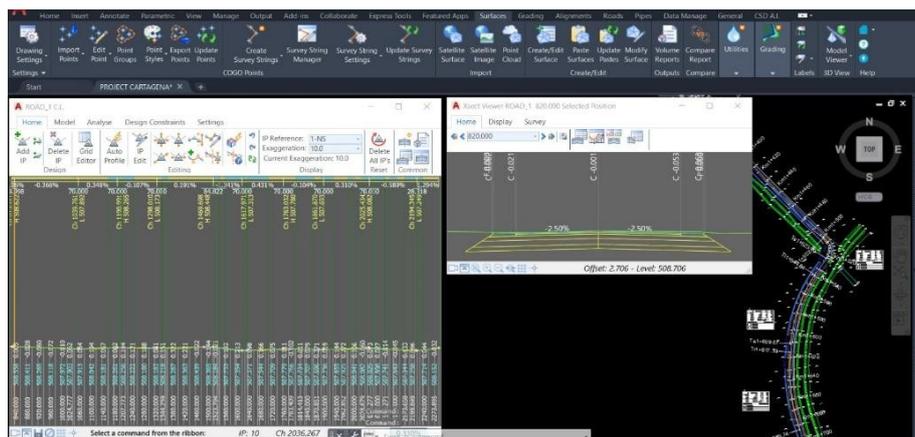


Figura 2

Otra característica importante del BIM en el software de diseño de obras civiles es la capacidad de generar modelos tridimensionales completos del emplazamiento (Figura 3). Estos modelos incorporan datos topográficos, análisis del terreno y elementos de diseño de ingeniería, proporcionando una representación visual del proyecto. Con el modelo 3D, los usuarios pueden realizar análisis como cálculos de movimiento de



tierras, estimaciones de excavación y relleno, análisis de visibilidad y visualizar el impacto del proyecto en el entorno circundante.

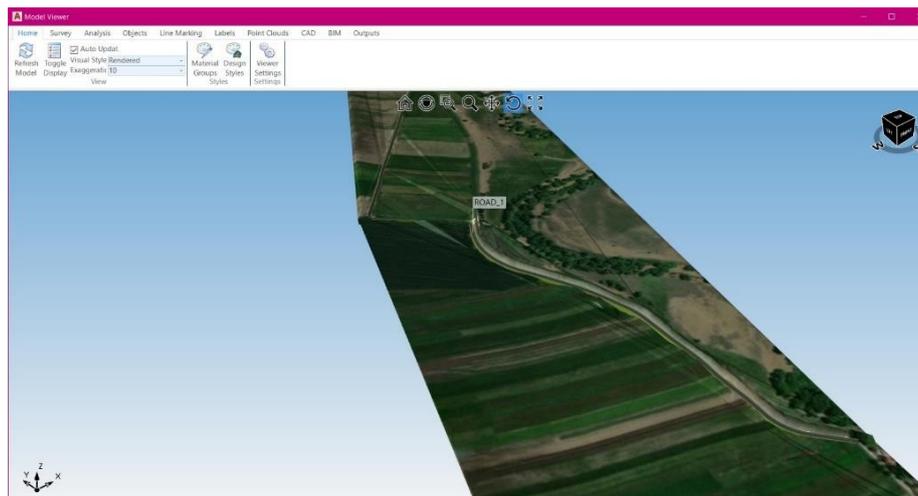


Figura 3

Civil Site Design también permite una colaboración y coordinación eficaces entre las partes interesadas del proyecto. El software permite compartir datos de diseño en un entorno de datos común, lo que facilita la colaboración entre ingenieros civiles, topógrafos, arquitectos y otros profesionales. Este entorno de colaboración agiliza el intercambio de información, reduce errores y conflictos y mejora la comunicación durante todo el ciclo de vida del proyecto.

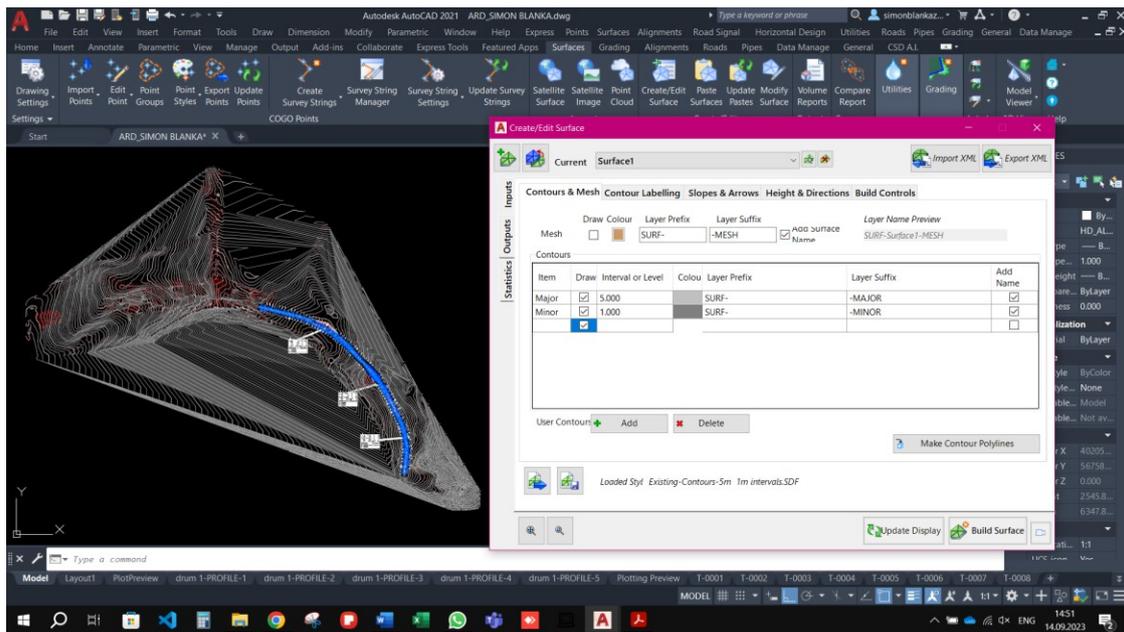
Además, el programa ofrece herramientas avanzadas de análisis para optimizar las decisiones de diseño. Por ejemplo, los usuarios pueden realizar análisis hidráulicos para evaluar la escorrentía de las aguas pluviales y determinar el tamaño y la ubicación óptimos de los sistemas de drenaje. Además, las funciones BIM del software permiten analizar las alineaciones de las carreteras, lo que permite a los usuarios evaluar la idoneidad del diseño, analizar las líneas de visión y optimizar la configuración de la calzada en aras de la seguridad y la eficiencia.

La integración con datos geoespaciales y sistemas topográficos es otra característica notable del software BIM de diseño civil de obras. Al incorporar datos de sistemas de información geográfica (SIG), los usuarios pueden superponer planos de obra sobre la información topográfica existente, visualizar las limitaciones del proyecto e incorporar datos específicos de la obra para lograr un diseño y un análisis más precisos.

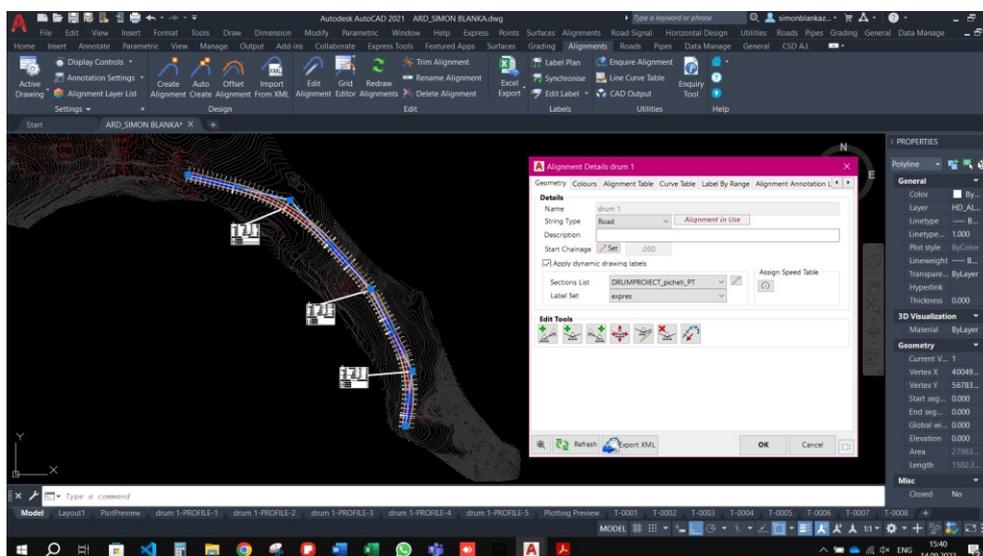
5.3 - Estudio de casos

El siguiente estudio de caso se refiere al proceso de diseño de una carretera de categoría II mediante Civil Site Design. El objetivo del estudio es explorar algunas características principales del software, incluido BIM.

El proceso de diseño comienza con la creación de una superficie mediante puntos topográficos.


Figura 4

Una vez creada la superficie podemos pasar a crear la alineación de la carretera. Una vez creada la alineación, los PI son editables, podemos establecer el radio de las curvas. También podemos añadir anotaciones y etiquetas.


Gráfico 5

El software funciona con cadenas y códigos. Podemos construir las secciones típicas de la carretera y luego pasar a diseñar las secciones longitudinales y transversales.

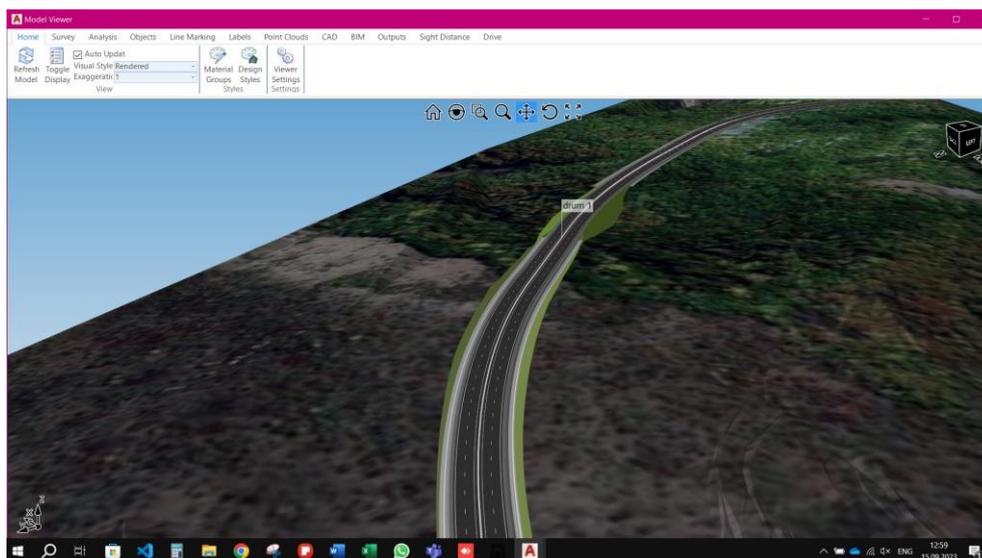


Figura 8

La herramienta de visualización de modelos nos permite ver desde el punto de vista del conductor. Podemos hacer análisis de la distancia de visión, en base a los cuales podemos especificar las marcas de carril y las señales de tráfico.

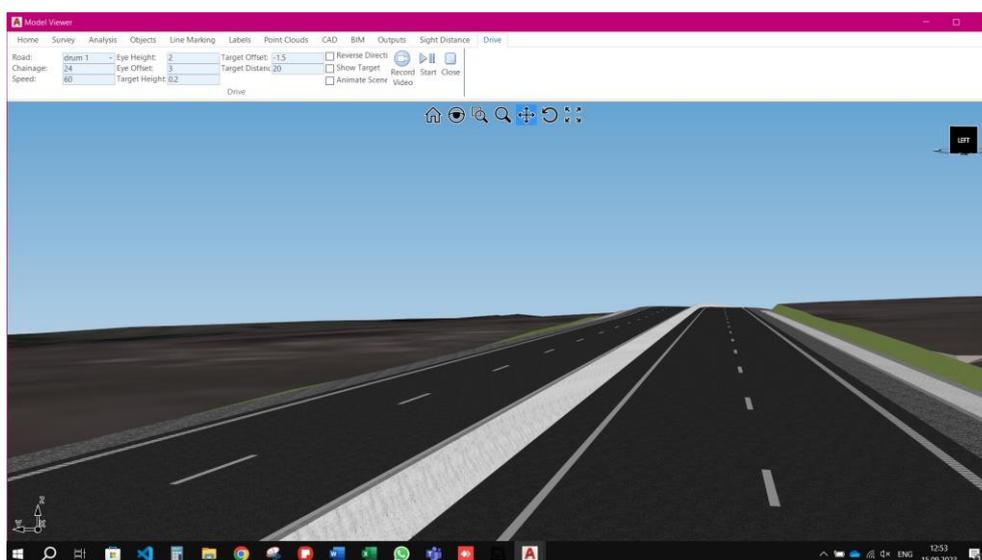


Figura 9

El software permite al usuario importar otros elementos CAD en el Visor de Modelos.

Las funciones BIM del software permiten al usuario crear un sólido BREP a partir del modelo 3D. El método BREP se utiliza para representar formas 3D definiendo los límites de su volumen. Un sólido se representa como una colección de elementos de superficie conectados, que definen el límite entre puntos interiores y exteriores.

La función Exportar IFC permite a los usuarios exportar un modelo de diseño de obra civil a un formato de archivo IFC (.IFC4) para la interacción con otros paquetes de software y la integración en entornos de modelos BIM.

Un Loft se define en el software como una forma 2D (polilínea cerrada) extruida a lo largo de una Cadena, referenciando un Código por desplazamiento y elevación. Resulta muy útil para representar elementos como guardarraíles, vallas de protección y otros elementos lineales.

Las extrusiones permiten utilizar una polilínea 2D (cerrada o no, con o sin elevación) para crear extrusiones verticales. Son útiles para crear formas sencillas de edificios, vallas, postes y otros elementos.

El programa crea y almacena una colección de cálculos y cifras. Muchos de estos elementos pueden incluirse en informes y salidas de secciones largas. Los informes pueden generarse como un archivo de texto, a un archivo de formato .csv o colocarse en AutoCAD como una tabla de AutoCAD.

7 - Análisis de las distintas alternativas estudiadas.

Se analizaron tres tipos de estructuras viarias: flexibles, semirrígidas y rígidas. Las estructuras se componen de:

- Estructura flexible:
 - 4 cm de capa superficial de BA16
 - Curso de encuadernación de 5 cm de BAD20
 - Capa base de 8 cm de AB31.5
 - capa de subbase de 20 cm de piedra triturada
 - Capa de subrasante de 35 cm de mezcla óptima de áridos 0-63mm
- Estructura semirrígida:
 - 4 cm de capa superficial de BA16
 - Curso de encuadernación de 5 cm de BAD20
 - Capa base de 8 cm de AB31.5
 - 20 cm de áridos estabilizados con ligante hidráulico
 - Capa de subrasante de 25 cm de mezcla óptima de áridos 0-63mm
- Estructura rígida:
 - Pavimento de hormigón de 24 cm de BcR4,5
 - Capa de base de 20 cm de piedra triturada
 - Capa de subrasante de 35 cm de mezcla óptima de áridos 0-63mm

El software permite generar informes de volumen que ayudan a identificar la estructura óptima.

Estructura flexible	
Material	Volumen (m) ²
BA16	1156.77
BAD20	1456.65
AB31.5	2355.35
piedra triturada	6937.57
agregado mezcla óptima 0-63mm	12598.12
margen de carretera de piedra triturada	747.87
C30/37	685.7
agregado mezcla óptima 0-63mm drenaje	685.7
margen de carretera de piedra triturada	747.87

Estructura semirrígida	
Material	Volumen (m) ²
BA16	1156.77
BAD20	1456.65
AB31.5	2355.35
áridos estabilizados con ligante hidráulico	6937.57
agregado mezcla óptima 0-63mm	8939.26
margen de carretera de piedra triturada	747.87
C30/37	685.7
agregado mezcla óptima 0-63mm drenaje	685.7

Estructura rígida	
Material	Volumen (m) ²
BcR4.5	6917.79
piedra triturada	5764.83
agregado mezcla óptima 0-63mm	10088.45
margen de carretera de piedra triturada	747.87
C30/37	685.7
agregado mezcla óptima 0-63mm drenaje	685.7

Teniendo en cuenta la diferencia de precio entre el pavimento de hormigón y el de asfalto, así como la comodidad de los viajeros, la estructura de carretera flexible es más viable.

8 - Conclusiones y recomendaciones.

En conclusión, BIM puede cambiar el ámbito de los proyectos de infraestructuras viarias. La adopción de BIM en este sector ofrece multitud de ventajas, desde la mejora del diseño hasta la agilización de las operaciones de construcción y una mejor gestión de los activos. Aprovechando las herramientas y procesos digitales avanzados, las partes interesadas pueden utilizar todo el potencial de BIM para optimizar los resultados de los proyectos, mejorar la colaboración y contribuir a unas redes de transporte más sostenibles y eficientes.

Al integrar distintos ámbitos y crear modelos 3D detallados, el BIM permite a las partes interesadas visualizar los proyectos de infraestructuras viarias en un entorno virtual, lo que facilita una mejor toma de decisiones y reduce los conflictos. La naturaleza colaborativa del BIM fomenta una comunicación y coordinación eficaces entre los distintos equipos, lo que se traduce en una reducción de errores, una mejor secuenciación de la construcción y una mayor eficiencia del proyecto. Además, la capacidad de simular y analizar los procesos de construcción y mantenimiento de carreteras permite a las partes interesadas optimizar los plazos de construcción, analizar el flujo de tráfico y mejorar la asignación de recursos. Sin embargo, para implantar con éxito el BIM en los proyectos de infraestructuras viarias es necesario superar retos como la necesidad de protocolos normalizados, la interoperabilidad entre distintas plataformas de software y el desarrollo de competencias entre los profesionales. De cara al futuro, el BIM en las infraestructuras viarias ofrece prometedoras oportunidades de innovación.