

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
SECCIÓN DE INGENIERÍA CIVIL



ARTÍCULO CIENTÍFICO FINAL DEL CURSO DE ESPECIALIZACIÓN:
APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) PARA
INGENIERÍA.

ARTÍCULO CIENTÍFICO:
PROPUESTA PARA INTEGRAR LA METODOLOGÍA BIM EN ASIGNATURAS DE LA
CARRERA DE INGENIERÍA FMO-UES

PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE:
INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:
CHRISTIAN FERNANDO PORTILLO SANDOVAL PS20006
RENÉ OSWALDO GONZÁLEZ SOLÍS GS19010
MANUEL GONZALO CORTEZ RIVAS CR19019

DOCENTE ASESOR:
ING. MILAGRO DE MARÍA ROMERO DE GARCÍA

NOVIEMBRE DEL 2025
SAN MIGUEL, EL SALVADOR, CENTROAMERICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

AUTORIDADES



M.SC. JUAN ROSA QUINTANILLA

RECTOR

DRA. EVELYN BEATRIZ FARFRÁN MATA

VICERRECTORA ACADÉMICA

M.SC. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

LIC. PEDRO ROSALIO ESCOBAR CASTANEDA

SECRETARIO GENERAL

LICDA. ANA RUTH AVELAR

DEFENSORA DE LOS DERECHOS UNIVERSITARIO

LIC. CARLOS AMILCAR SERRANO RIVERA

FISCAL GENERAL

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

AUTORIDADES



M.SC. CARLOS IVÁN HERNÁNDEZ FRANCO

DECANO

DRA. NORMA AZUCENA FLORES RETANA

VICEDECANA

LIC. CARLOS DE JESÚS SÁNCHEZ

SECRETARIO

MTRO. EVER ANTONIO PADILLA LAZO

DIRECTOR GENERAL DE PROCESO DE GRADO

ING. JOSÉ LUIS CASTRO CORDERO

DIRECTOR DE LA ESCUELA O JEFE DE DEPARTAMENTO

ING. MILAGRO DE GARCÍA

COORDINADORA GENERAL DE PROCESOS DE GRADO

Propuesta para integrar la metodología BIM en asignaturas de la carrera de Ingeniería FMO-UES

Proposal to Integrate the BIM Methodology into Courses of the Engineering Program at FMO-UES

TUTOR:

Milagro De Maria Romero De Garcia

AUTORES:

Christian Fernando Portillo Sandoval

René Oswaldo González Solís

Manuel Gonzalo Cortez Rivas

RESUMEN:

Este artículo científico se presenta una propuesta para la integración de la metodología BIM en las asignaturas de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad Multidisciplinaria Oriental de la Universidad de El Salvador. Tradicionalmente, los procesos de enseñanza en ingeniería civil se han apoyado en el uso de planos bidimensionales y en metodologías convencionales con limitaciones en eficiencia.

La metodología BIM, por el contrario, proporciona una perspectiva completa del proyecto a través de modelos tridimensionales que no solo permiten representar el diseño, sino también gestionar información útil en todas las fases de la construcción.

La propuesta busca evaluar la adecuada incorporación BIM en el plan de estudios, con el fin de que los ingenieros del futuro tengan conocimientos tecnológicos actualizados y acordes a las necesidades del mercado.

Palabras clave

BIM, integrar, asignaturas, ingeniería, metodología.

ABSTRACT:

This scientific article presents a proposal for the integration of the BIM methodology into the Civil Engineering courses at the Multidisciplinary School of the University of El Salvador. Traditionally, civil engineering teaching processes have relied on the use of two-dimensional drawings and conventional methodologies with efficiency limitations.

The BIM methodology, on the other hand, provides a comprehensive perspective of the project through three-dimensional models that not only represent the design but also manage useful information throughout all phases of construction.

The proposal seeks to evaluate the appropriateness of incorporating BIM into the curriculum, so that future engineers have up-to-date technological knowledge in line with market needs.

Keywords:

BIM, integration, courses, engineering, methodology

INTRODUCCIÓN:

Building Information Modeling (BIM) es una metodología muy importante y comúnmente utilizada en la construcción. Esta posibilita la integración y coordinación de tecnologías utilizadas en el manejo de proyectos, mejorando los procesos de diseño y ejecución.

En este contexto, es esencial que países en desarrollo, como El Salvador, tengan como objetivo estratégico la implementación de BIM. Para conseguirlo, las instituciones de educación superior que preparan a los futuros profesionales del sector como la Universidad de El Salvador, deben asumir la responsabilidad de incorporarla en sus programas académicos.

Con base en lo anterior, el presente artículo tiene como propósito analizar en qué asignaturas es más apropiado integrar la metodología BIM con el fin de fortalecer la enseñanza de la ingeniería civil en la Facultad Multidisciplinaria Oriental (FMO) de la Universidad de El Salvador.

Este análisis se enfocará en proponer materias seleccionadas de acuerdo con el programa de clases, tomando en cuenta su compatibilidad con herramientas BIM.

Asimismo, se plantean casos prácticos dentro de esas materias, para comprender cómo aplicarlo en el desarrollo de cada asignatura. El objetivo final es proponer la integración de BIM en asignaturas de Ingeniería Civil, para fortalecer la formación académica.

METODOLOGÍA

Este estudio fue de enfoque cuantitativo, es decir, usó datos numéricos obtenidos mediante encuestas. Fue exploratorio, ya que se investigó cómo implementar una metodología poco conocida en el país. También fue descriptivo, porque con los datos recolectados se busca reflejar de forma clara y ordenada el nivel de interés y conocimiento que tienen los docentes sobre BIM.

Para ello, se analizaron los programas de grado de las asignaturas de Ingeniería Civil 2024, con el fin de identificar en qué materias es posible integrar BIM, según su compatibilidad con herramientas de esta metodología.

Población y muestra

Participaron 3 docentes de Ingeniería Civil de la Facultad Multidisciplinaria Oriental. Se seleccionó únicamente a quienes imparten, en 2025, las asignaturas consideradas más factibles para implementar BIM.

Técnicas de recolección y análisis de datos

Uno de los objetivos de este artículo es conocer el nivel de conocimiento y disposición de los docentes que imparten las asignaturas propuestas. Para ello, se elaboró una encuesta que ayudó a cumplir ese fin.

Revisión bibliográfica

Se consultaron libros, artículos científicos, páginas web confiables y documentos sobre cómo se ha empezado a implementar BIM en universidades para formar profesionales en construcción.

¿Qué es BIM?

La terminología BIM se escucha por primera vez en los años de 1975 en la revista AIA¹ Journal, donde Charles M.Chuck comenzó la idea de Building description System actualmente existe una gran cantidad de definiciones en lo que respecta a BIM pero para esta ocasión lo entenderemos como la metodología de trabajo colaborativa, donde cada parte involucrada aporta lo referente a su especialización a un solo proyecto, esto con la finalidad de tener un mayor control sobre la vida de un proyecto (Aponte, 2016).

Para que esta metodología tuviese un auge tan grande como el que tiene hoy por hoy, y se haya mantenido tanto tiempo vigente e ir tomando mayor relevancia con el paso de los años en muchos países, tuvo que existir una normativa internacional que pudiera asegurar la correcta implementación.

Con ello, surgió la normativa ISO² 19650 y sus derivaciones, para poder garantizar que cualquier país que quisiese adoptar esta metodología, a pesar de no tener una normativa propia, pudiese dirigirse con las ISO creadas para la metodología BIM, algunas de las mas utilizadas y relevantes son las siguientes:

Norma ISO	Descripción
ISO 19650-1	Marco para la gestión de información en entornos de modelado de información de construcción
ISO 19650-2	Requisitos para la entrega de información durante las fases de construcción y operación de un proyecto
ISO 12006-3	Taxonomía de información para la construcción y la gestión de activos en entornos BIM
ISO 29481-1	Principios y requisitos para la representación simbólica de información en modelos BIM
ISO 29481-2	Orientación detallada sobre la implementación de la representación simbólica en modelos BIM

Tabla 1: Normas ISO principales para la regulación de la metodología BIM. (Adactado de ISO, 2018,2013,2016,2021)

1. En 1975, la revista AIA Journal publicó el artículo “The use of computers instead of drawings in building design” de C. Eastman, que sentó las bases conceptuales del Modelado de Información de Construcción (BIM) al proponer la idea de un modelo 3D digital a partir del cual se podrían derivar plantas y secciones.

2. Las normas ISO son documentos que establecen estándares para productos, servicios y sistemas, asegurando calidad, seguridad y eficiencia a nivel internacional, y son creadas por la Organización Internacional de Normalización (ISO).

Las Dimensiones en BIM

Las dimensiones del BIM son niveles adicionales de información que enriquecen el modelo digital, y van mucho más allá de la simple representación geométrica. Cada dimensión integra datos fundamentales para mejorar la gestión y eficiencia del proyecto, incluyendo aspectos como costos, tiempos, sostenibilidad y mantenimiento (BibLus, 2024).



Ilustración 1: 7 dimensiones de la metodología BIM. (Bimtool, 2019)

3. En 1974, el profesor Charles M. Eastman presentó su investigación sobre el “Esquema del Sistema de Descripción de Edificación” (Building Description System o BDS), sentando las bases del concepto que hoy conocemos como Modelado de Información de Construcción (BIM)

4. En 1984, Graphisoft aplicó el concepto de “Edificio Virtual” en su software ArchiCAD, considerado pionero en el Modelado de Información de Construcción (BIM), revolucionando el diseño arquitectónico al ir más allá de la digitalización del tablero de dibujo e integrando la gestión de información constructiva en un entorno 3D.

Evolución histórica y fechas importantes del BIM

El concepto de modelo de información de edificación, conocido como BIM, fue difundido por Charles Eastman en 1974⁴. Con el avance de la computación y el desarrollo de nuevos sistemas, la idea comenzó a tomar forma. En 1984, la empresa húngara Graphisoft aplicó el concepto en su software ArchiCAD⁵. Con el tiempo, BIM se convirtió en una herramienta que integra la tecnología con la construcción. En 2002, Autodesk adoptó el término y en 2004 lanzó Revit, primero para arquitectura y después para estructuras, mecánica, electricidad y plomería (Edwin, 2002).

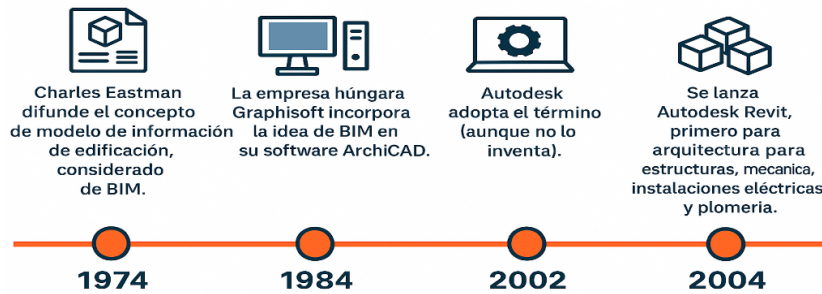


Ilustración 2: Evolución histórica y fechas importantes del BIM. (Adaptado de Edwin, 2002)

Antecedentes de la integración del BIM en la enseñanza universitaria.

Desde el surgimiento de la metodología BIM, la incorporación de esta a cualquier país ha sido un reto debido a la falta de información que pueda existir, por esa misma razón han surgido muchas investigaciones sobre cuales pueden ser las mejores estrategias para poder lograrlo, entre las cuales existe una que se menciona en repetidas ocasiones, la cual es la introducción de esta metodología al sistema de educación superior, dicho de otra forma, las universidades.

En España, en la universidad de Alicante⁵ se realizó un trabajo de investigación relacionado a la incorporación del BIM al sistema educativo superior, presentando algunos resultados en su investigación, relatan que tanto docentes como estudiantes estarían interesados en el aprendizaje de la metodología BIM, debido a que ambos reconocen la importancia de esta y que, obteniendo certificaciones y conocimientos sobre ello podrán optar a empleos que, sin el BIM no podrían ni aplicar a ellos (Bañón Blázquez et al., 2021).

La metodología BIM no solo se reconoce como muy necesaria para la optimización de recursos y eficacia en el área de la construcción en el continente europeo, sino también en el continente africano. En una universidad de Nigeria, se realizó una investigación sobre los desafíos y las medidas que se podrían encontrar a la hora de querer introducir dicha metodología en las universidades de su país (Ebekozién, Aigbavboa, Samsurijan, Azazi, & Duru, 2024).

5. La Universidad de Alicante (UA) ha sido y es un centro de investigación y formación en BIM, habiendo publicado trabajos relacionados con su uso en el sector de la construcción.

Ellos formularon la siguiente tabla como un resultado de los factores que juegan en contra para la implementación del BIM en Nigeria:

Falta de infraestructura de TI o conectividad a Internet débil
BIM requiere un uso intensivo de capital
Gobierno y gestión laxos
Costo de la capacitación del personal docente/profesor (programa de formación de formadores)
Disponibilidad de personal académico competente y calificado para impartir la docencia BIM, incluyendo clases prácticas.
Mecanismo para actualizar el software BIM
Estándares y requisitos de acreditación laxos como marco para la implementación de BIM dentro de un plan de estudios
Suministro de energía errático
Colaboración BIM laxa entre profesionales de la industria y el mundo académico
Resistencia del personal académico y del estudiantado
Restricciones financieras
Baja conciencia
Política curricular de educación BIM laxa
Inversión insuficiente en investigación y desarrollo
Beneficios y ganancias poco claros para muchas partes interesadas
Falta de personal suficiente para la formación BIM en las escuelas politécnicas
Falta de políticas e instalaciones basadas en TIC básicas para impulsar la educación BIM
BIM exige un nuevo método de enseñanza
Ausencia de voluntad política
Alto costo de mantenimiento de software

Tabla 2: problemas emergentes para aplicar BIM. (Ebekozien, Aigbavboa, Samsurijan, Azazi, & Duru, 2024)

En esta sección se pudo dar a conocer sobre que es la metodología BIM, sus dimensiones y su evolución. Por ultimo se presento un caso en una universidad de Nigeria sobre los principales obstáculos que tuvieron que afrontar para incorporar la metodología BIM a sus planes de estudio.

RESULTADOS.

En esta sección se presentan los resultados obtenidos de la encuesta aplicada a docentes de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad Multidisciplinaria Oriental⁶.

#	Pregunta
1	<p>¿Cuál es su nivel de conocimiento sobre la metodología BIM?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ninguna----- 0% • Basico----- 100% • Intermedio----- 0% • Ninguno----- 0%
2	<p>¿Cree que los temas de su materia se relacionan con BIM?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si, directamente----- 100% • Si, parcialmente----- 0% • No----- 0%
3	<p>¿Estaría dispuesto a incorporar la metodología BIM en la asignatura que imparte?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si----- 100% • No----- 0%
4	<p>¿Considera importante la implementación de la metodología BIM?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si----- 100% • No----- 0%
5	<p>¿Cuáles cree que podrían ser las dificultades que presentaría al integrar BIM en la asignatura que imparte? (respuestas múltiples)</p> <ul style="list-style-type: none"> • poco conocimiento del docente en BIM----- 40% • Dificultad para adaptar el contenido actual----- 0% • Limitacion en el equipo tecnologico de la institucion----- 40% • otros:----- 20% <p>Nivel de interés en el tema. Conocimiento básico de los alumnos sobre programas BIM.</p>
6	<p>¿Estaría dispuesto a recibir capacitación sobre la metodología BIM y cómo incorporarla en la asignatura?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si----- 100% • No----- 0%
7	<p>¿Qué opinión o sugerencia tiene sobre cómo podría incorporarse BIM a la asignatura que imparte?</p> <p>R/ Capacital al docente R/ Conocimientos de que BIM se debe usar como una herramienta para impartir clases, mas no como el centro de toda la asignatura.</p>

Tabla 3: Resultados de la encuesta aplicada a docentes de la carrera de Ingeniería Civil.

A partir del análisis de los programas de estudio de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, se identificaron cinco asignaturas para la integración de la metodología BIM. Después, se realizó una encuesta a los docentes responsables de impartir dichas materias, con el fin de conocer su grado de cono-

6. Se diseñó cada pregunta con el objetivo de entender la percepción, la disposición y los posibles obstáculos en relación con la implementación de la metodología BIM en las materias.

cimiento, disposición e interés para usar la metodología BIM como herramienta de apoyo en la enseñanza .A continuación se expone el análisis de las preguntas realizadas en la encuesta a los docentes que se menciona anteriormente:

En la primera pregunta, todos los docentes afirmaron tener conocimientos básicos sobre BIM, lo que supone un punto de partida para comenzar su integración, pero también demuestra la necesidad de capacitación a los docentes. Además, **el 100 % reconoció que sus asignaturas están relacionadas con la metodología**, lo que abre una oportunidad para incorporar herramientas y contenidos BIM dentro del contenido de las asignatura.

En cuanto a los retos identificados, los mas destacados fueron: **el poco conocimiento sobre BIM (40 %)**, **las limitaciones técnicas de los equipos institucionales (40 %)**, y otros factores como el bajo conocimiento de los estudiantes y su nivel de interés en el tema. Aun así, todos los docentes considera importante implementar esta metodología y que el estudiante la conozca desde etapas tempranas, lo que aaria mas fácil su adopción.

Una de las observaciones señaladas en la sección abierta de la encuesta fue que **BIM no debe ser el centro de la asignatura, sino una herramienta complementaria que enriquezca los contenidos**. Esta opinión reafirma que su incorporación debe ser estratégica con los propósitos de cada materia.

Las justificaciones siguientes se obtienen directamente del analisis del programa de grado 2024 y están respaldadas por la percepción docente obtenida en las encuestas.

Procesos Constructivos (PCT115): Esta asignatura introduce a los estudiantes a la secuencia lógica de las etapas de construcción y al cálculo de materiales (cemento, hierro, bloques, arena, entre otros).las unidad de esta asignatura muestra una compactibilidad con herramientas BIM, con software como revit, ya que calculo de materiales pueden vincular a modelos tridimensionales como los que genera dicho softwar (Universidad de El salvador,2024)⁷.

7. Esta cita corresponde al Plan de Estudio de Ingeniería Civil. Universidad de El Salvador 2024. El cual fue creado por la Universidad de El Salvador.

Costos y Presupuestos (CIP115): El enfoque del programa de esta asignatura es la creación de estimación de costos directos e indirectos y en la elaboración de presupuestos. El docente encargado de impartir la asignatura entiende la importancia de integrar la metodología BIM, ya que es una herramienta perfecta para conectar el modelo digital con los precios unitarios. (Universidad de El Salvador, 2024).

Planeamiento y Administración de Obras (PAB115): Esta materia está compuesta por unidades que tienen una alta susceptibilidad a la incorporación de BIM, dado que herramientas como Project o Navisworks posibilitan la creación de cronogramas visuales, la simulación de secuencias constructivas y detectar interferencias, alineándose con la 4ta dimensión BIM (Universidad de El Salvador, 2024).

Abastecimiento de Aguas y Alcantarillados (AAL115): En esta asignatura, los estudiantes aprenden a calcular la demanda de agua en el futuro y a diseñar sistemas de abastecimiento, saneamiento y drenaje. El programa de grado y las opiniones docentes concuerdan que BIM sería ideal para esta asignatura⁸ (Universidad de El Salvador, 2024).

Ingeniería Vial (IVL115): Esta asignatura enseña el análisis del transporte, el cálculo del (TPDA) y el diseño geométrico. El análisis curricular y las opiniones docentes concuerdan en que la metodología BIM sería una herramienta ideal para esta asignatura, ya que esta incluye programas como Civil 3D, que permite modelar el trazado vial. (Universidad de El Salvador, 2024).

Si bien estas materias seleccionadas son las idóneas para aplicar los software más afines a la 3D, 4D y 5D dimensión de la metodología BIM, su implementación debe realizarse desde las primeras materias, para que los estudiantes ya cuenten con una base de conocimientos más sólida para las materias posteriores. Las materias en las que se plantea integrar esta metodología podrían seleccionarse a futuro, de acuerdo con las necesidades y el avance del plan de estudios.

8. En programas como Civil 3D, podrían diseñarse redes de tuberías en 2D y 3D, generar perfiles y visualizar pendientes.

DISCUSIÓN

En este apartado se presentarán casos prácticos para cada asignatura seleccionada, que reforzarán las justificaciones planteadas y mostrar ejemplos claros de aplicación de la metodología BIM. Se identificaron temas que, con herramientas BIM, pueden mejorar el aprendizaje.

Además, estos casos buscan aclarar dudas de los docentes sobre cómo incorporar herramientas BIM en sus clases..

Casos prácticos de las asignaturas seleccionadas.

Caso práctico de procesos constructivos (PCT115): Utilización de Revit en el cálculo de materiales de una vivienda unifamiliar

En este caso práctico se partirá de un modelo existente de una casa unifamiliar⁹. El estudiante verá cómo Revit cuantifica materiales como bloques, piso cerámico, puertas, ventanas, tubos y cables. Si se cambia el diseño, Revit actualiza las cantidades automáticamente. Solo se calcularán materiales para un elemento, ya que los demás siguen el mismo proceso.

1. **Crea tu modelo BIM:** Asegúrate de que tu modelo de Revit esté bien desarrollado, con elementos de construcción definidos para generar la lista de cantidades.

9. El objetivo no es crear un modelo 3D, sino calcular cantidades de materiales usando Revit, con paredes, techo, ventanas, puertas, piso y demás elementos.

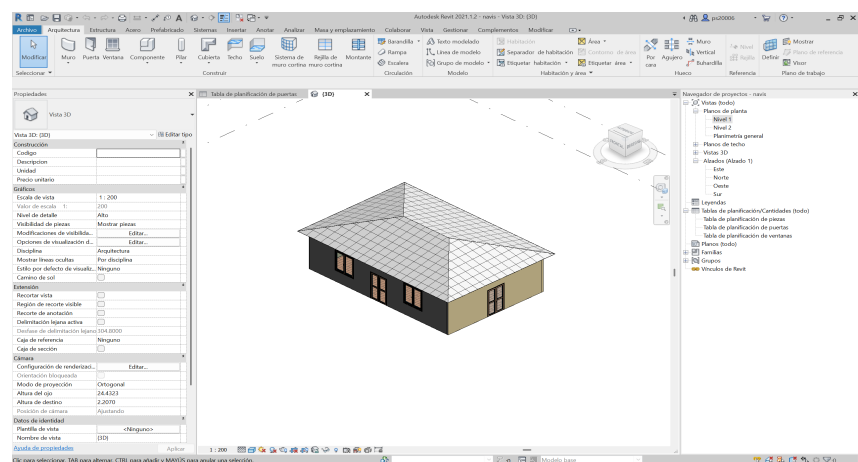


Ilustración 3: Imagen de elaboración propia, generada en Revit 2021.

2. Crea una Tabla de Cantidades:

Método 1

Ve a la pestaña “Ver” (View).

Selecciona “Tablas/Cantidades” (Schedules/Quantities) y haz clic en “Tabla de Cantidades” (Schedule/Quantities).

Método 2

Ve al navegador de proyecto(normalmente se encontrara en el lado derecho de la interfaz de Revit)

Selecciona “Tablas/Cantidades” (Schedules/Quantities) y haz clic derecho luego clic izquierdo en “Nueva Tabla de Cantidades” (Schedule/Quantities).

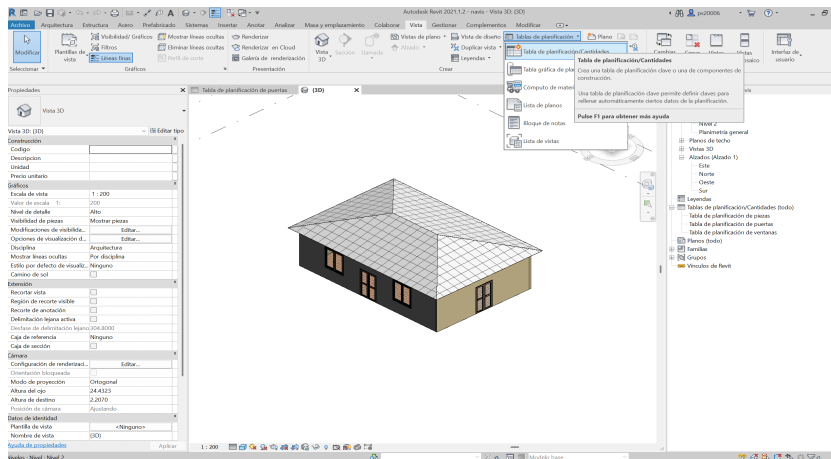


Ilustración 4: Imagen de elaboración propia, generada en Revit 2021.

3. Selecciona la categoría: Elige la categoría de elementos que deseas cuantificar (por ejemplo, “Muros”, “Pilares”, “Materiales”)¹⁰.

4. Agrega los campos necesarios: En la ventana de propiedades de la tabla de cantidades, selecciona los campos que te interesan para la es cálculo de materiales, para este ejemplo vamos a seleccionar los siguientes:

- Familia y tipo y materiales

10. Para asegurar que los datos cuantificados se correspondan de manera exacta con los elementos del modelo, es esencial escoger adecuadamente la categoría.

5. Parámetros calculadora: Se generará un parámetro calculado con el nombre de “bloques” el cual será de disciplina común, Tipo número y la formula será $12.5 \times \text{Área}^{11}$.

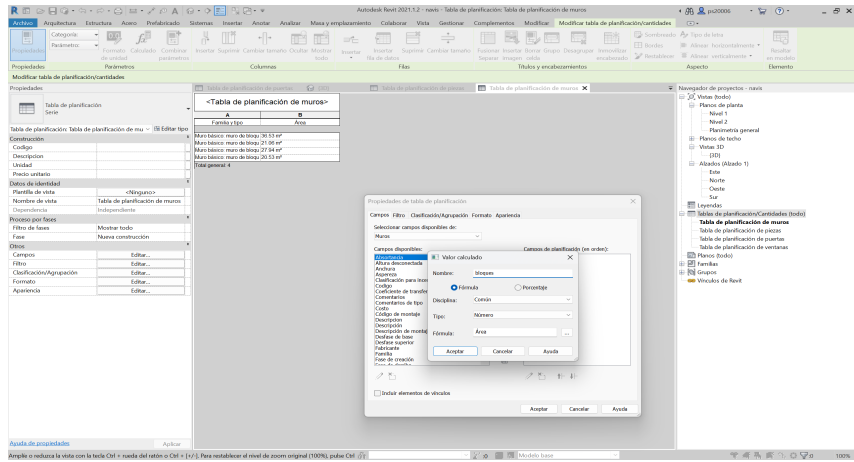


Ilustración 5: Imagen de elaboración propia, generada en Revit 2021.

6. Clasifica y agrupa:

En la ventana de propiedades de la tabla, ve a la sección “Clasificación y Agrupación” (Sorting/Grouping).

Clasifica por “familia y tipo” o el campo que necesites para agrupar elementos.

7. Calcula los totales: En la sección “Formato” (Formatting), puedes indicar que se calculen los “Totales” para obtener la suma de las cantidades.

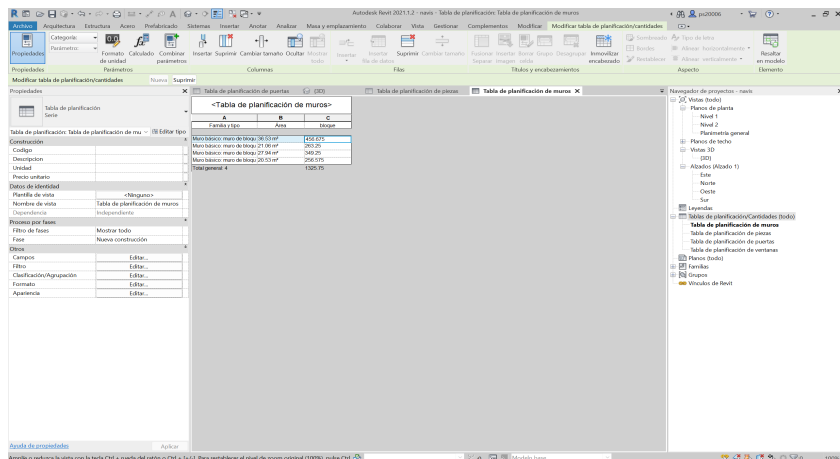


Ilustración 5: Imagen de elaboración propia, generada en Revit 2021.

11. El (12.5 es el numero de bloques en un metro cuadrado).

Caso práctico de Costos y presupuestos (CIP115).: Utilización de Revit en la estimación de costos y presupuestos de una vivienda unifamiliar.

A partir del cálculo de materiales del caso anterior, los estudiantes aprenden a relacionar cantidades con precios unitarios para hacer un presupuesto completo de una vivienda. Revit permite vincular materiales con costos y crear tablas automáticas con precios parciales y totales¹².

1. Agrega los campos necesarios: Tomando el caso práctico anterior. En la ventana de propiedades de la tabla de cantidades, selecciona los campos que te interesan para la es cálculo de materiales, para este ejemplo vamos a seleccionar los siguientes:

- Familia y tipo
- Materiales
- Precios unitarios

2. Parámetros calculadora: Se generará un parámetro calculado con el nombre de “Total” el cual será de disciplina común, Tipo número y la formula será siguiente: Precio Unitario* Área/(1m*1m) (el /(1m*1m) es la eliminar unidades).

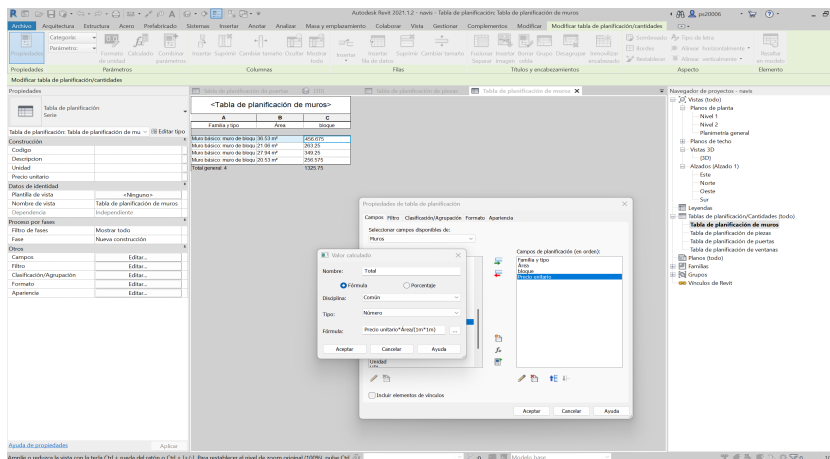


Ilustración 6: Imagen de elaboración propia, generada en Revit 2021.

3. Agregar datos: se agregará el dato del precio unitario en la columna de precio unitario para que Revit haga el cálculo.

12. Los estudiantes entienden que el cálculo de materiales es la base para estimar costos y que BIM integra diseño, materiales y economía en un modelo digital. En el caso práctico solo se calculará el costo total de un material, pues los demás siguen el mismo proceso.

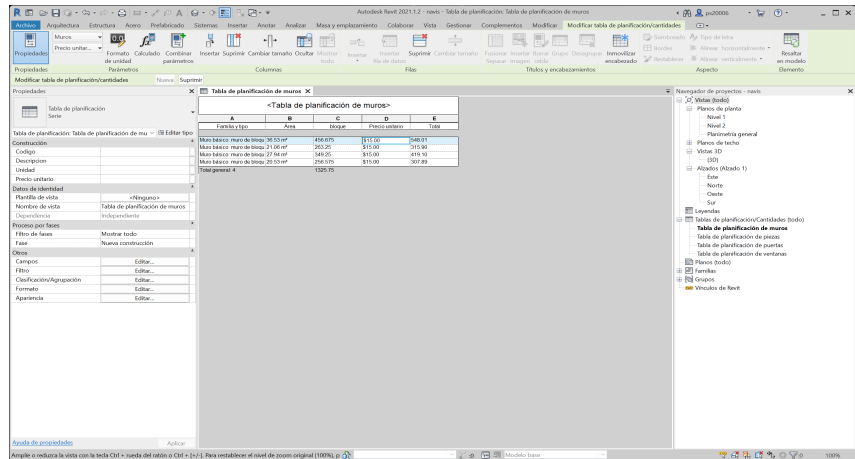


Ilustración 7: Imagen de elaboración propia, generada en Revit 2021.

4. Calcula los totales: En la sección “Formato” (Formatting), se indicará que se calculen los “Totales” para obtener la suma de las cantidades y en formato de campo de agregar el símbolo de la divisa¹³.

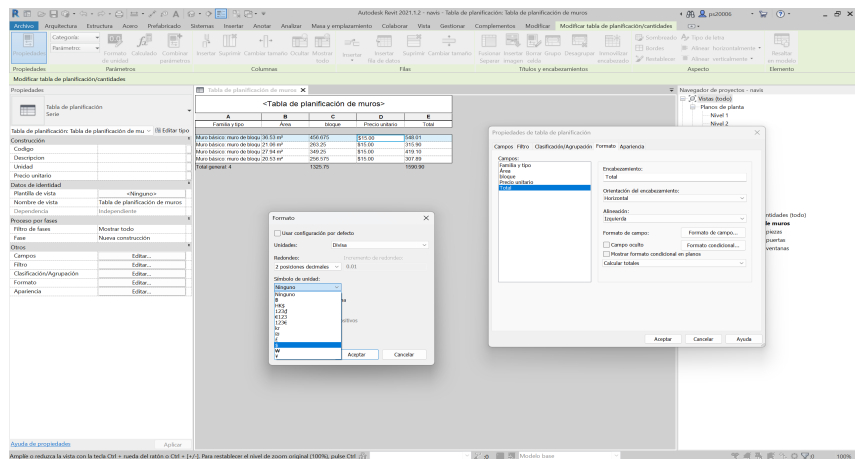


Ilustración 8: Imagen de elaboración propia, generada en Revit 2021.

13. Al calcular los totales, se puede conseguir el monto total de las cantidades y exponerlas en la forma monetaria apropiada, lo que simplifica el control y análisis de los costos del proyecto.

Caso práctico de Planeamiento y administración de obras. (PAB 115): Utilización de Synchro en la programación y planificación de la construcción de una nave industrial

En esta ocasión el estudiante necesitara hacer uso de los conocimientos obtenidos con anterioridad como lo son los procesos constructivos con el fin de llevar un orden lógico en la programación y secuencia de actividades.

Para esto será necesario que el estudiante cuente con un modelo de Revit de una nave industrial ya que partiendo de eso el estudiante deberá identificar las actividades que deben realizarse para su construcción

1. Vincula tu proyecto: Para comenzar se debe contar con un proyecto en formato Synchro el cual se obtiene de Revit para importarlo con todos sus elementos.

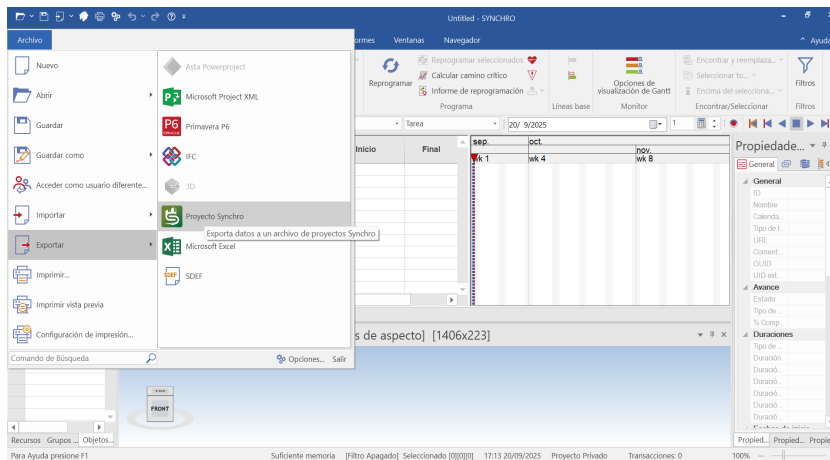


Ilustración 9: Imagen de elaboración propia, generada en Synchro 2023.

2. Comienza a crear las tareas del proyecto: El estudiante debe usar sus conocimientos sobre procesos y secuencias de construcción, y puede hacerlo de dos formas¹⁴.

Método 1

La primera es crear tareas manualmente en el programa, donde debe hacer tareas primarias y secundarias, y establecer duración, fecha de inicio y fin de cada tarea.

14. La creación de tareas del proyecto requiere aplicar los conocimientos sobre procesos y secuencias constructivas, permitiendo una planificación más realista y ordenada del desarrollo del modelo BIM.

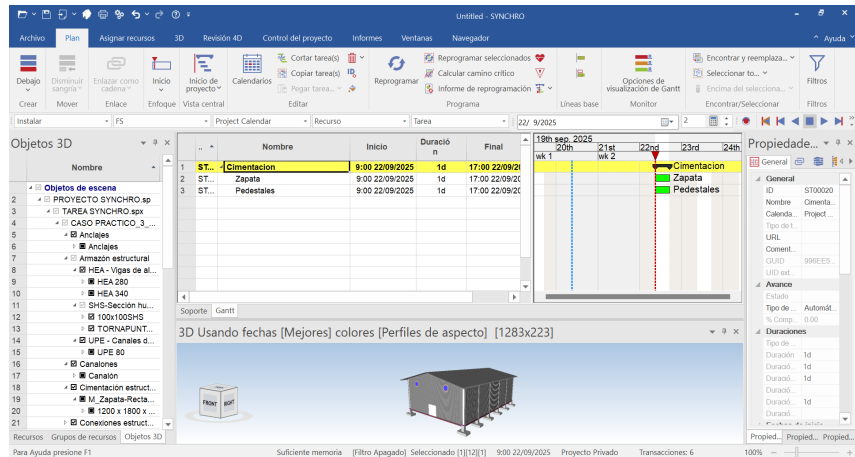


Ilustración 10: Imagen de elaboración propia, generada en Synchro.

Metodo 2

La segunda es que el estudiante haga uso de programas como Project en el cual realice su programación y solo importe el archivo con todas las actividades y sus tiempos.

3. Vincular los elementos a las actividades: Para visualizar el avance en el modelo 3D, el estudiante debe vincular cada elemento con su actividad correspondiente, seleccionando el elemento y, con Ctrl + Alt, arrastrarlo hacia la actividad correspondiente.¹⁵

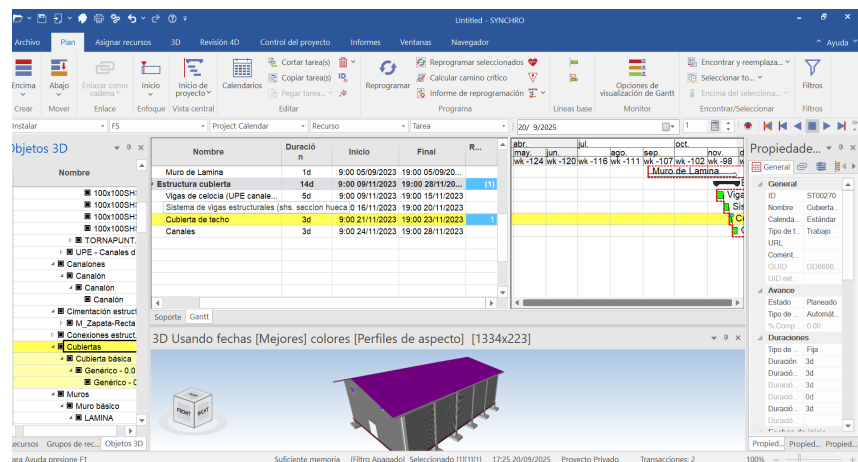


Ilustración 11: Imagen de elaboración propia, generada en Synchro.

15. Si es correcto, aparecerá el número de elementos en cada actividad. Se repite el proceso hasta vincular todos los elementos y así, al avanzar la línea de tiempo, se vea la creación progresiva.

4. Crea los perfiles de para la simulación del avance: El estudiante debe saber que no todos los elementos se crean igual; por ejemplo, la losa se hace de izquierda a derecha y la columna de abajo hacia arriba. Por eso, es necesario crear perfiles de usuario

para personalizar mejor, lo cual se hace en la pestaña de asignar recursos, perfiles de aspecto y crear nuevo perfil.

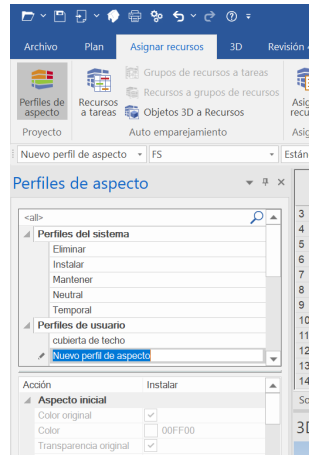


Ilustración 12: Imagen de elaboración propia, generada en Synchro.

5. Establece el tipo de simulación de avance: Para poder apreciar el avance de la creación de los elementos y que estos no solo aparezcan y desaparezcan, el estudiante debe ir a la pestaña de asignar recursos, luego en perfiles de aspecto buscar la opción de simulación de crecimiento y en tipo establecer según sea el elemento.

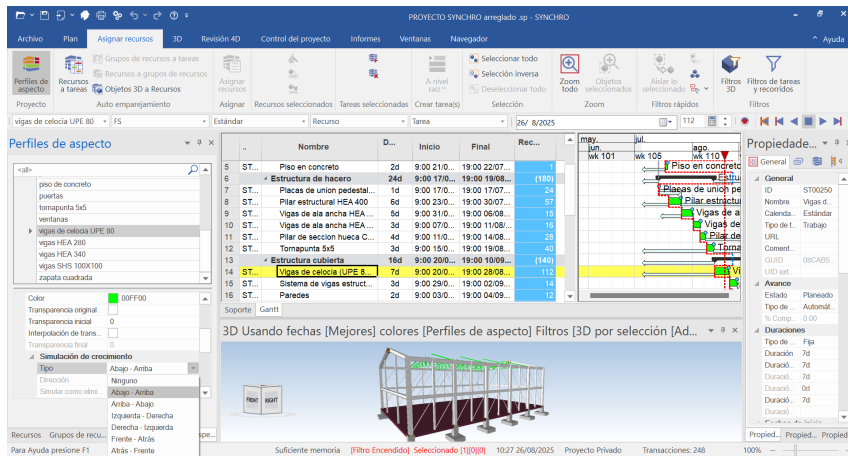


Ilustración 13: Imagen de elaboración propia, generada en Synchro.

6. Revisar todo: Por último, revisar que todos los elementos estén bien vinculados y establecidos con el fin de que el modelo 3D represente la construcción según la línea de tiempo así tanto al comenzar como al finalizar todo este bien representado¹⁶.

16. Revisar todos los elementos garantiza que el modelo 3D refleje con precisión la construcción, asegurando coherencia y fidelidad desde el inicio hasta la finalización del proyecto.

Caso práctico de Abastecimiento de aguas y alcantarillados (AAL115): utilización de Civil 3D para la creación un alineamiento donde se puedan visualizar los perfiles de un tramo de tubería junto con los pozos que las unen.

Para este caso, se partirá de un archivo donde la urbanización junto con las redes de tubería ya estén creadas y perfectamente conectadas a los pozos correspondientes.

También se necesitara lo aprendido en esta asignatura para poder calcular la población futura de la urbanización y así crear una red de aguas con la capacidad suficiente.

1. Preparación del modelo basado en Civil 3D: Tener un archivo de civil 3D del terreno obtenido del levantamiento topográfico, definiciones claras de lotes y calles, así como la correcta instalación de tuberías y pozos¹⁷.

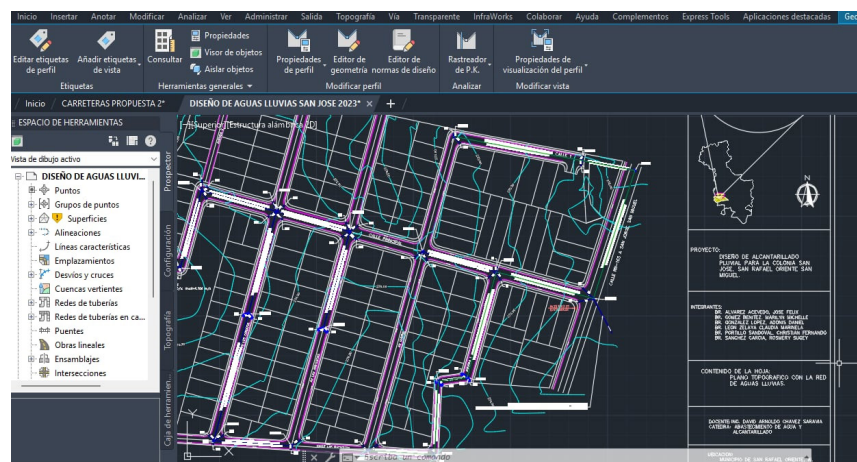


Ilustración 14: Imagen de elaboración propia, generada en Civil 3D.

2. Creación de una alineación a partir de una red: Se seleccionara el primer pozo o buzón del que se quiera partir en el alineamiento para que se despliegue una lista de opciones entre las cuales se seleccionara: "alineación a partir de red".

17. Contar con un modelo base bien preparado en Civil 3D asegura que todos los elementos del proyecto estén correctamente representados, facilitando el diseño, análisis y coordinación de las distintas etapas del trabajo.



Ilustración 15: Imagen de elaboración propia, generada en Civil 3D.

3. Definición del punto de inicio y final del alineamiento:

Al elegir el pozo inicial y final, se presiona Enter y se escribe el nombre para guardar el alineamiento ¹⁸.

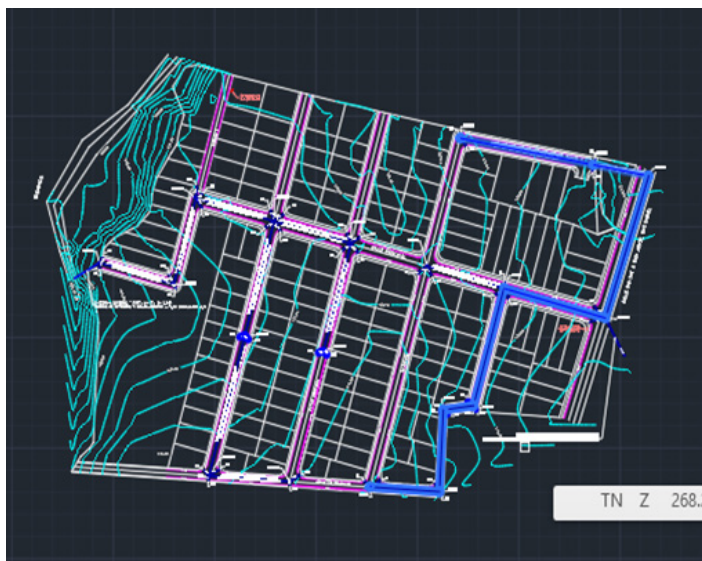


Ilustración 16: Imagen de elaboración propia, generada en Civil 3D.

4. Configuración y dibujo de la superficie en visualización de perfil: Tras hacer clic en “aceptar”, se abre una ventana donde se elige “añadir” para incluir la superficie y luego “dibujar en visualización de perfil”..

18. Definir claramente los puntos de inicio y final del alineamiento permite establecer correctamente la trayectoria del proyecto, asegurando precisión en el diseño y en la identificación de los elementos dentro del modelo.

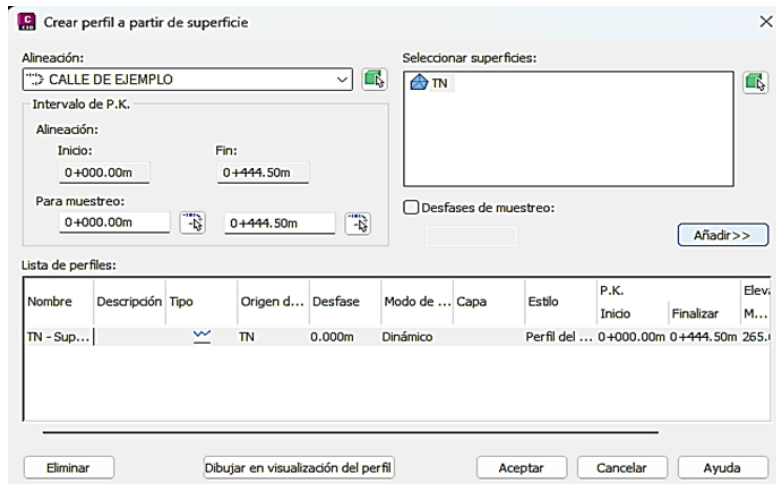


Ilustración 17: Imagen de elaboración propia, generada en Civil 3D.

5. Visualización de tuberías y pozos seleccionados: Se mostrará un cuadro de diálogo donde no es necesario editar nada; solo se hace clic en “siguiente” hasta el final. Este cuadro permite verificar las tuberías y pozos seleccionados¹⁹.

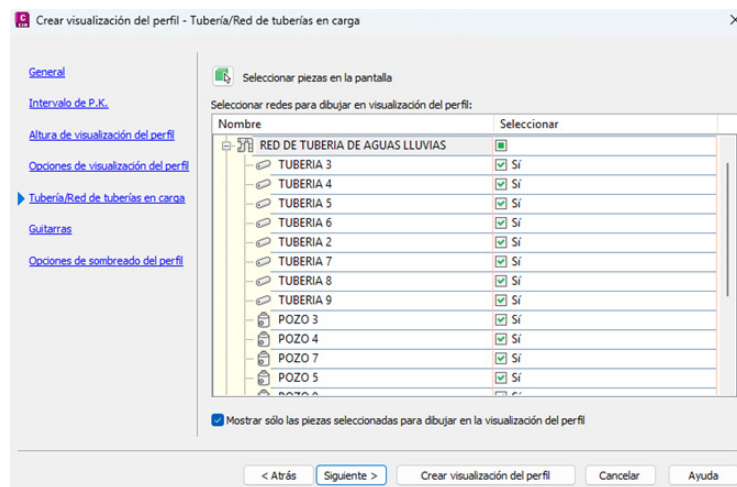


Ilustración 18: Imagen de elaboración propia, generada en Civil 3D.

6. Edición del estilo gráfico del perfil: En este paso, se procederá a dar clic en el espacio de la pantalla donde se quiera que aparezca el perfil. Luego, para que se vea más claro y comprensible, se dará clic derecho sobre el perfil y se seleccionará “editar estilo de visualización de perfil”.

19. Este cuadro de diálogo permite confirmar que solo se visualizan las tuberías y pozos deseados, facilitando la revisión del modelo sin necesidad de realizar modificaciones.

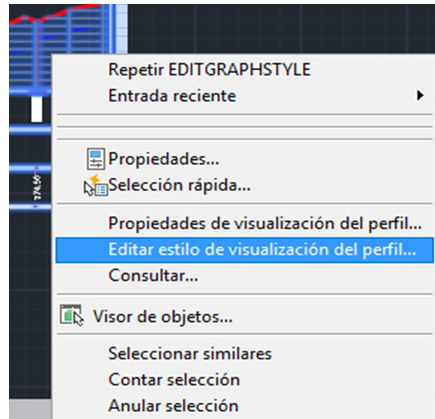


Ilustración 19: Imagen de elaboración propia, generada en Civil 3D.

7. Configuración de la rejilla y desfases de ejes: En el cuadro de diálogo, en el apartado “rejilla”, se seleccionan todas las opciones mostradas y se introducen los datos de los desfases de los ejes. Esto permite que el perfil se visualice más limpio y ordenado.

Luego bastara con dar clic en “aplicar” y luego en “aceptar” para que los cambios sean visibles²⁰.

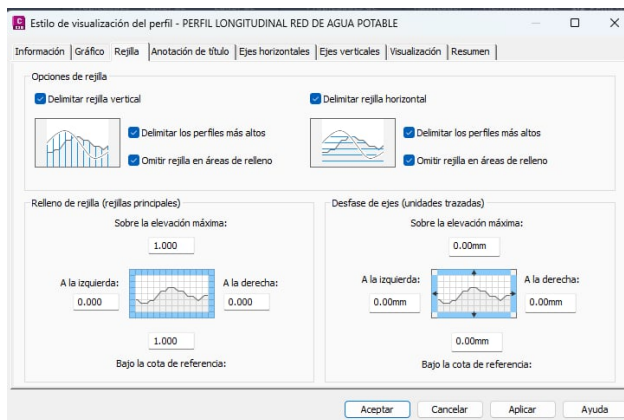


Ilustración 20: Imagen de elaboración propia, generada en Civil 3D.

8. Etiquetado de la Red de Tuberías: En este punto, el perfil está casi completo; solo resta añadir las etiquetas con el número de pozo, tubería, pendiente, diámetro u otros valores. Para hacerlo, se accede a la pestaña “anotar”, luego a “añadir etiquetas”, después a “red de tuberías” y finalmente a “añadir etiquetas de red de tuberías”.

20. Configurar correctamente la rejilla y los desfases de ejes permite que el perfil se visualice de forma más limpia, precisa y ordenada, facilitando la interpretación del modelo.

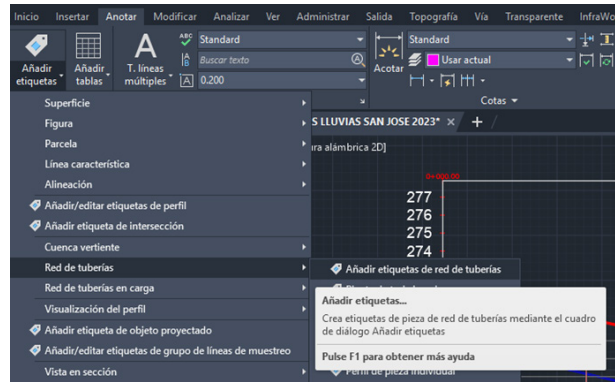


Ilustración 21: Imagen de elaboración propia, generada en Civil 3D.

9. Configuración de etiquetas para la red de tuberías: Se desplegará un cuadro de diálogo donde, en “elemento”, se dará clic en “red de tuberías”. En “tipo de etiqueta” y luego en “perfil de toda la red”. En “estilo de etiqueta de tubería” y “de estructura” se colocaran los estilos que previamente han sido creados.

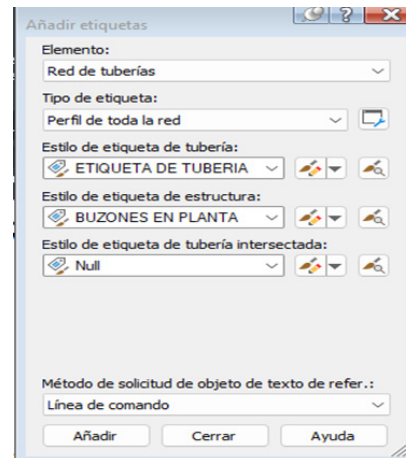


Ilustración 22: Imagen de elaboración propia, generada en Civil 3D.

21. La edición de visualización de etiquetas servirá para tener una mayor comprensión en la lectura de los datos de la tubería ver si esta cumple con los rangos de pendiente así como la ubicación y profundidad de los pozos, ya que aquí se podrán ir moviendo las tuberías a conveniencia ya sea subiendo o bajando los puntos de inicio y final de estas.

10. Verificación y ajuste del perfil de tuberías y pozos: al finalizar toda la secuencia de pasos anterior, así se verían las etiquetas junto con el perfil de tuberías y pozos²¹.

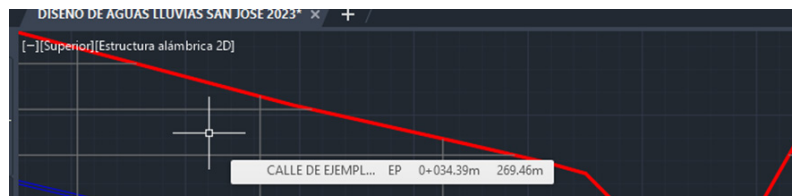


Ilustración 23: Imagen de elaboración propia, generada en Civil 3D.

Caso práctico de Ingeniería vial (IVL115): utilización de civil 3d para un de calculo de volúmenes de corte y relleno

Para este caso se partirá de un archivo de civil 3D en el cual ya cuente con la nube de puntos del terreno, la superficie junto con el diseño geométrico de la calle, el ensamblaje, las líneas de muestreo y los perfiles del terreno²².

1 Creación de vistas de sección: Para crear vistas de sección, primero se dará clic en la pestaña “inicio” y en “visualizaciones de perfil y vistas de sección” luego en “crear varias vistas”.

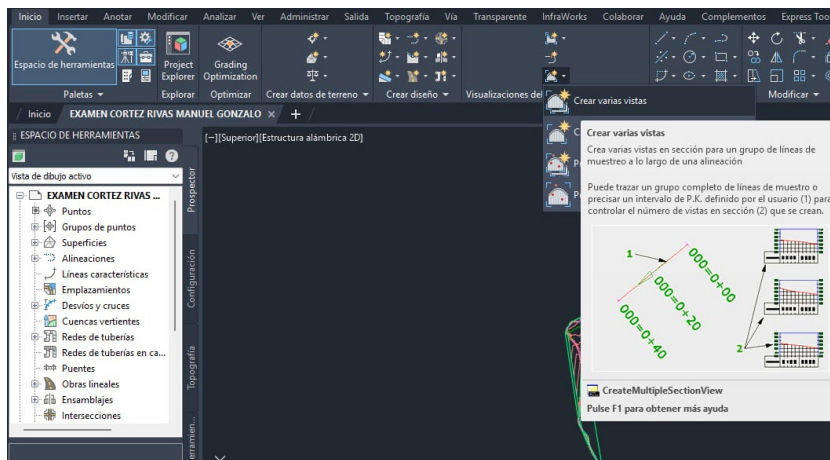


Ilustración 24: Imagen de elaboración propia, generada en Civil 3D.

2 Configuración de la vista de sección: luego se abrirá el siguiente cuadro de dialogo, donde se seleccionara el alineamiento previamente creado, así como también el grupo de líneas de sección. Luego, en “estilo de vistas de sección” se seleccionara “road section” para dar clic en “siguiente”.

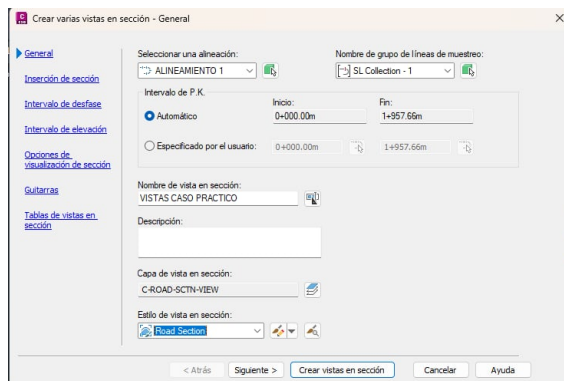


Ilustración 25: Imagen de elaboración propia, generada en Civil 3D.

22. Partiendo de aquí se mostrarán los pasos para la creación de vistas de sección de la obra lineal como las tablas de volúmenes de corte y relleno de la misma.

3 Configuración de visualización de secciones: luego de haber hecho las configuraciones en el apartado de "general" se dará clic en "siguiente" hasta llegar al apartado de "opciones de visualización de sección" donde habrá que cerciorarse que aparezcan tanto la superficie del terreno, el corredor y el alineamiento²³.

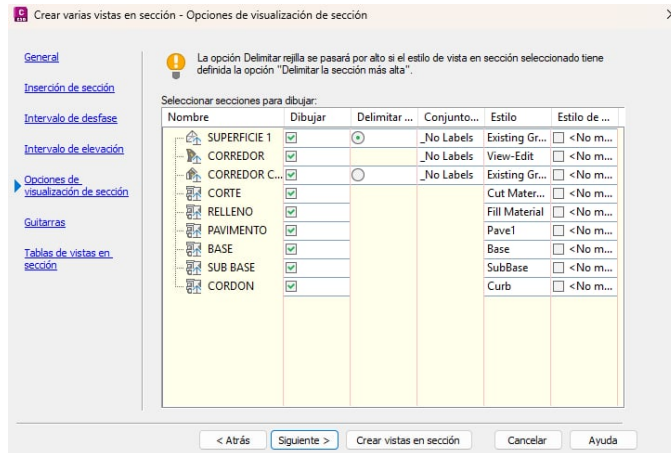


Ilustración 26: Imagen de elaboración propia, generada en Civil 3D.

4 Creación de vistas de sección: Luego, en "guitarras" se seleccionara el conjunto "LDT Sections", donde se dará clic en siguiente y luego en "crear vista de sección". Después, se cerrará el cuadro de diálogo y solo restara hacer clic en el área de trabajo donde se quiera colocar las vistas.

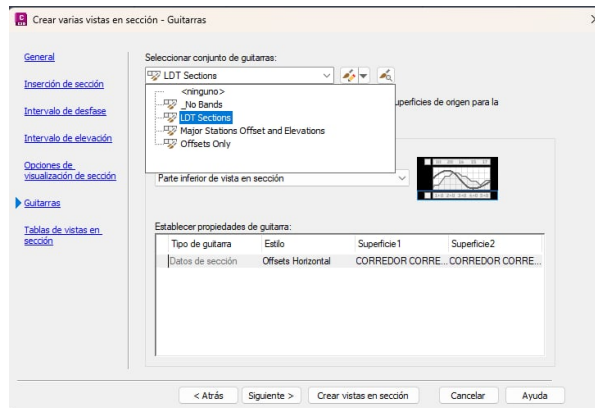


Ilustración 27: Imagen de elaboración propia, generada en Civil 3D.

23. Configurar correctamente las opciones de visualización de sección permite que se muestren todos los elementos clave del proyecto, como el terreno, el corredor y el alineamiento, facilitando la interpretación y análisis del modelo.

5 Cálculo de materiales en vistas de sección: Teniendo ya creadas las vistas de sección, para que aparezcan las configuraciones que se usaron en el ensamblaje, en la pestaña de "analizar" se dará clic en el icono de "calcular materiales".

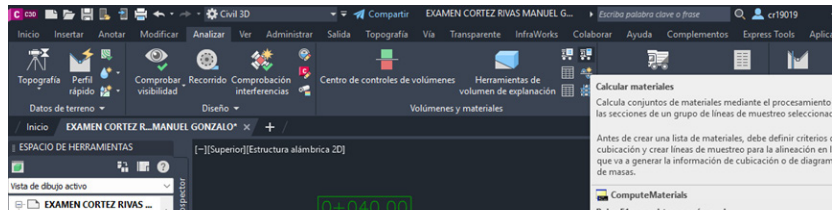


Ilustración 28: Imagen de elaboración propia, generada en Civil 3D.

6 Selección de alineamiento y grupo de líneas de muestreo: Posteriormente se abrirá el siguiente cuadro de dialogo, en donde se seleccionara el alineamiento previamente creado y el grupo de líneas de muestreo, luego solo resta dar clic en "aceptar".

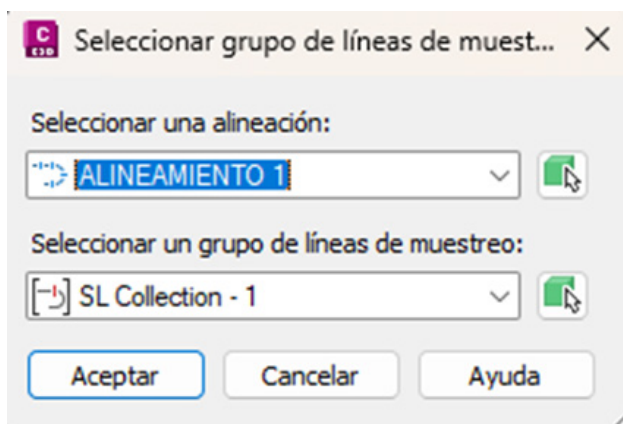


Ilustración 29: Imagen de elaboración propia, generada en Civil 3D.

7 Configuración de materiales y secciones de corte y relleno: En este paso, se seleccionara la superficie para que aparezcan las secciones de corte y relleno correctamente señaladas en las vistas de sección, luego se dará clic en "añadir material nuevo" y se cambiara el nombre por "corte o relleno"²⁴.

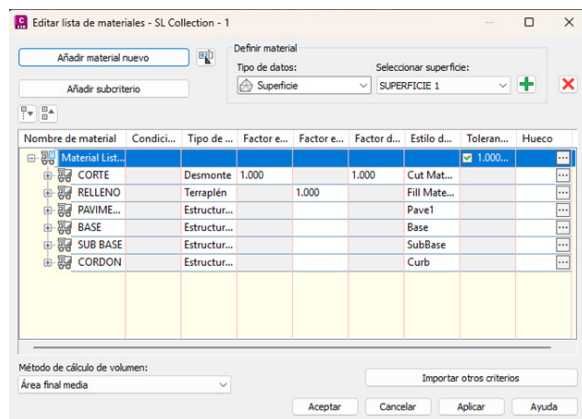


Ilustración 30: Imagen de elaboración propia, generada en Civil 3D.

24. Si se necesita que aparezcan mas datos, se deberán crear las secciones de pavimento, cordones cuneta, base y sub-base. Luego solo restara editar el estilo de estas para que se puedan diferenciar entre si.

8 Aplicación de vistas de sección: Si se siguieron correctamente los pasos anteriores, al hacer clic en “aplicar” y “aceptar”, las vistas de sección se generarán mostrando las áreas con líneas verdes como relleno y las áreas con líneas rojas como corte.

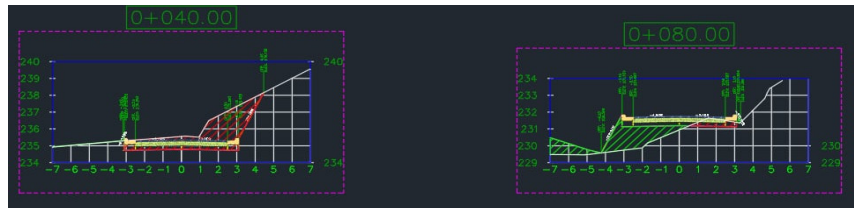


Ilustración 31: Imagen de elaboración propia, generada en Civil 3D.

9 Creación de tablas de volúmenes de corte y relleno: Una vez las vistas de sección estén correctamente editadas, solo restaría crear las tablas de volúmenes de corte y relleno. Para eso, en la pestaña de “analizar” se seleccionara el icono de “tabla de volúmenes totales”.

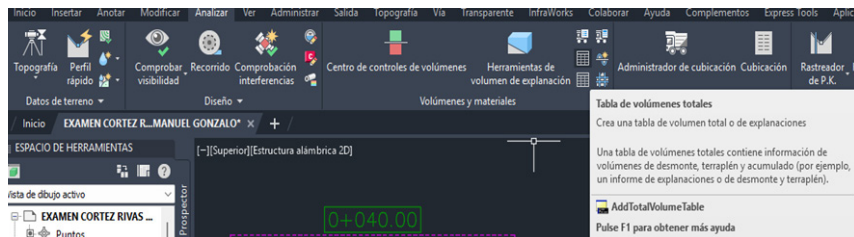


Ilustración 32: Imagen de elaboración propia, generada en Civil 3D.

10 Configuración de la tabla Cut and Fill: En el cuadro de diálogo que aparece, se selecciona el estilo de tabla “Cut and Fill” (corte y relleno) y luego el alineamiento previamente creado junto con el grupo de líneas de muestreo²⁵.

25. En el apartado de comportamiento al seleccionar “dinámico”, significa que cada vez que se realice un cambio en la carretera este inmediatamente se actualizara en las tablas de corte y relleno.

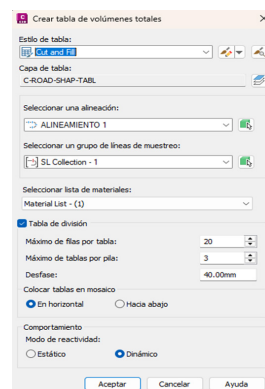


Ilustración 33: Imagen de elaboración propia, generada en Civil 3D.

11 Inserción de tablas en el área de trabajo: Luego de dar clic en aceptar, inmediatamente se tendrá que seleccionar el punto del área de trabajo donde se quieran colocar las tablas. Posteriormente las tablas creadas se verán similares a la que se mostrara a continuación²⁶.

Total Volume Table						
Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
0+000.00	0.01	4.22	0.00	0.00	0.00	0.00
0+010.00	0.71	3.37	3.62	37.91	3.62	37.91
0+020.00	0.25	4.04	4.78	37.06	8.40	74.97
0+030.00	0.07	5.35	1.57	46.95	9.97	121.92
0+040.00	0.04	6.34	0.54	66.43	10.51	190.35
0+050.00	0.01	16.13	0.24	122.34	10.76	312.69
0+060.00	1.16	3.02	5.44	96.73	18.20	409.41
0+070.00	9.35	0.00	50.08	15.17	66.28	424.59
0+080.00	5.61	0.83	71.02	4.31	137.30	428.89
0+090.00	3.67	7.68	42.44	43.27	179.74	472.16
0+100.00	0.00	10.46	17.10	90.61	196.84	562.77
0+110.00	2.88	4.18	14.41	73.19	211.25	635.96
0+120.00	4.33	1.40	36.05	27.91	247.30	663.87
0+130.00	5.17	0.72	47.46	10.63	294.76	674.50
0+140.00	2.98	0.68	40.73	7.00	335.49	681.50
0+150.00	5.10	1.93	40.42	13.08	375.91	694.56
0+160.00	0.79	3.01	29.47	24.70	405.38	719.26
0+170.00	1.42	2.72	11.04	26.64	416.41	747.90
0+180.00	2.22	1.40	18.19	20.62	434.60	768.51

Ilustración 34: Imagen de elaboración propia, generada en Civil 3D.

26. Es importante asegurarse de ubicar la tabla en una zona libre del área de trabajo para evitar superposición con otros elementos. Una vez insertada, se puede ajustar su tamaño y posición según sea necesario para una mejor organización del diseño.

CONCLUSIONES

Se observó que a los docentes les interesa formarse en la metodología BIM y aplicarla en sus materias. El 100% de los encuestados mostró disposición para recibir capacitación, lo cual indica una actitud abierta a la innovación y al empleo de tecnologías emergentes en pro de la formación de ingenieros civiles futuros.

En el análisis del pensum 2024 se pudieron reconocer varias asignaturas donde se puede aplicar la metodología BIM por la relación de contenidos y programas que ofrece esta metodología. En este caso se han tenido en cuenta las dimensiones 3D (modelado), 4D (tiempo o programación de obra) y 5D (costos), demostrando que su uso es viable y que puede ayudar a los estudiantes a adquirir conocimientos actualizados.

Asimismo, los casos prácticos que se llevan a cabo tienen un efecto positivo porque posibilitan evidenciar la aplicación de programas relacionados con BIM a través de situaciones similares a lo que ocurre en la vida real. Esto mejora su entendimiento en campos como el cálculo de materiales y costos de construcción, lo que aumenta sus habilidades para el mercado laboral.

BIBLIOGRAFIA

Aponte, L. X. (2016). Trabajo Final de Especialización en Gerencia Integral de Proyectos. Universidad de Santo Tomas, 19. Obtenido de <https://repository.umng.edu.co/server/api/core/bitstreams/1f317a2f-960b-4f7b-bf70-6207041b8eac/content>

International Organization for Standardization. (2013). ISO 16739: Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries. ISO.

International Organization for Standardization. (2016). ISO 29481-2: Building information models — Information delivery manual — Part 2: Interaction framework. ISO

BibLus. (28 de noviembre de 2024). BibLus. Obtenido de https://biblus.accasoftware.com/es/las-dimensiones-del-bim/?utm_source

Bimtool. (28 de octubre de 2019). Bimtool. Obtenido de https://www.bimtool.com/Article/12468893/Las-7-dimensiones-BIM-1D-2D-3D-4D-5D-6D-y-7D?utm_source

Edwin. (2002). SCRIBD. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/347456551/Origen-Del-Bim#>

Bañón Blázquez, L., Galao Malo, O., Marco Avendaño, A.J., Bañón Blázquez, C., Varona Moya, F.B., Ortuño Padilla, A., Esteve Verdú, S., Sánchez Mancebo, J., Úbeda Müller, M., & Rivera, J.A. (2021). Estrategia de implementación eficaz de la metodología BIM en los estudios de ingeniería civil. Universidad de Alicante.

Ebekozien, A., Aigbavboa, C., Samsurijan, M. S., Azazi, N. A. N., & Duru, O. D. S. (2024). BIM implementation for Nigeria's polytechnic built environment undergraduates: challenges and possible measures from stakeholders. *Facilities*, 42(15-16), 70-91. <https://doi.org/10.1108/F-07-2023-0058>

Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria Oriental. (2025). resultado de encuestas aplicadas a docentes sobre la integración de la metodología BIM en asignaturas de la carrera de Ingeniería Civil. https://drive.google.com/drive/folders/1Ay6N-gz_tFRL7V9ovXyhrqzwvAM7zncEQ?usp=drive_link

Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura. (2024). Plan de Estudio de Ingeniería Civil. Universidad de El Salvador.

En este código QR se encuentran los resultado de las encuestas aplicada a las docentes de la carrera de ingeniería civil

