

**MODELADO CON METODOLOGÍA BIM APLICANDO ANÁLISIS ENERGÉTICO  
E INTEGRACIÓN DE UN PROTOCOLO PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO Y  
FLUJO DE TRABAJO DEL DELINEANTE**

LUISA FERNANDA COTASIO CALDÓN

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIO MAYOR DEL CAUCA  
FACULTAD DE ARTE Y DISEÑO  
CAUCA  
POPAYAN  
2019

**MODELADO CON METODOLOGÍA BIM APLICANDO ANÁLISIS ENERGÉTICO  
E INTEGRACIÓN DE UN PROTOCOLO PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO Y  
FLUJO DE TRABAJO DEL DELINEANTE**

Luisa Fernanda Cotasio Caldón

Modalidad investigación:  
**Delineante de Arquitectura e Ingeniería**

Asesor  
Arq. Luis Alberto Santanilla Sandoval

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIO MAYOR DEL CAUCA  
FACULTAD DE ARTE Y DISEÑO  
CAUCA  
POPAYAN  
2019

# CONTENIDO

	pág.
AGRADECIMIENTOS.....	7
RESUMEN.....	8
ABSTRACT.....	9
1. INTRODUCCIÓN.....	10
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	12
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	13
1.3 OBJETIVOS.....	14
1.4 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
2. MARCO TEÓRICO .....	17
2.1 BIM EN TÉRMINOS GENERALES.....	17
2.2 ¿PARA QUÉ SIRVE BIM? .....	17
2.2.1 Visualización 3D .....	17
2.2.2 Gestión de Cambios .....	18
2.2.3 Simulación del Edificio .....	18
2.2.4 Gestión de Datos BIM.....	18
2.2.5 Operativa del Edificio .....	18
2.3 ¿QUÉ NECESITO SABER A LA HORA DE SELECCIONAR MI HERRAMIENTA BIM? .....	18
2.4 ¿QUE ES EL BIM Y QUE UTILIDAD TIENE EN LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE? .....	20
2.5 LAS 7 DIMENSIONES DEL BIM.....	21
2.5.1 1ª Dimensión del BIM: La idea.....	21
2.5.2 2ª Dimensión: El boceto.....	22
2.5.3 3ª Dimensiones: El modelo gráfico tridimensional .....	22
2.5.4 4ª Dimensión: El tiempo.....	22
2.5.5 5ª Dimensión del BIM: El coste.....	22
2.5.6 6ª Dimensión: El análisis de sostenibilidad .....	22
2.5.7 7ª Dimensión del BIM: LA gestión del ciclo de vida .....	22
2.6 EL BIM EN LATINOAMÉRICA.....	23
2.7 BIM EN COLOMBIA.....	23

2.8 EL BIM EN COLOMBIA .....	24
2.9 BIM FORUM COLOMBIA.....	25
2.9.1 Guía de modelado BIM .....	25
2.9.2 Nivel de desarrollo LOD .....	26
2.9.3 Flujos de trabajo BIM. ....	29
2.9.4 Plan de ejecución BIM. ....	29
2.10 BIM, REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA EN CONSTRUCCIÓN EN COLOMBIA .....	32
2.10.1 ¿Cuál es la importancia del mercado colombiano para potenciar el uso de BIM? .....	33
2.11 COMPAÑÍA COLOMBIANA PIONERA EN IMPLEMENTAR BIM.....	33
2.12 ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA: ¿EN QUÉ CONSISTE? .....	35
2.12.1 ¿Cómo construir una vivienda bioclimática?.....	36
2.13 ¿QUÉ ES EL CAMBIO CLIMÁTICO? .....	37
2.13.1 ¿Cuáles son los cambios climáticos que sufre Colombia y cuáles van a ser en el futuro cercano las zonas más sensibles y los riesgos potenciales?.....	37
2.14 IMPACTOS AMBIENTALES EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN.....	38
2.15 CONSUMO DE RECURSOS NATURALES.....	38
2.15.1 Materiales .....	39
2.16 ANÁLISIS ENERGÉTICO BIM, UN FLUJO DE TRABAJO MEJORADO, INTERACTIVO Y COMPARTIDO. ....	40
2.17 FASES DEL ANALISIS ENERGETICO .....	40
3. MARCO HISTÓRICO.....	42
3.1 ORIGEN DEL BIM .....	42
4. MARCO LEGAL .....	43
4.1 NORMAS ISO 19650 BUILDING INFORMATION MODELLING .....	43
5. DESARROLLO DEL PROYECTO .....	44
5.1 FLUJO DE TRABAJO DEL DELINEANTE.....	44
5.2 LOS ROLES DEL DELINEANTE .....	44
5.3 DIAGNOSTICO.....	45

6. EJERCICIO PRÁCTICO .....	46
6.1 PROTOCOLO .....	46
6.1.1 Que se necesita saber para realizar un diseño de análisis energético en revit. .....	46
6.1.2 Cómo se trabajó el diseño de análisis de rendimiento .....	46
6.1.3 La cinta de análisis de rendimiento de revit. ....	46
6.1.4 Generar el análisis energético .....	54
6.1.5 Crear el modelo energético.....	57
6.1.6 Configuración de energía.....	57
6.1.7 Optimización de energía .....	71
6.1.8 Acerca de Insight. ....	73
7. CONCLUSIONES. ....	74
8. BIBLIOGRAFÍAS.....	75



## **AGRADECIMIENTOS.**

Quiero agradecer en primer lugar a Dios por darme el don de la vida y regalarme una familia que me apoya en mis decisiones y estudios.

Doy gracias por la oportunidad de estudiar en la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca y ser aquí donde mis conocimientos crecieron.

También fue aquí donde conocí a mis compañeros de estudio quienes fueron otro apoyo en este proceso de aprendizaje.

## **RESUMEN.**

El presente trabajo consiste en investigar acerca de la metodología BIM y los nuevos roles que los delineantes deben asumir frente a este nuevo paradigma, permitiendo definir un protocolo de trabajo general para aplicarlo al modelado de pequeños proyectos de arquitectura e ingeniería demostrando las ventajas de esta tecnología que va más allá del 2D y 3D, involucrando también en el análisis energético y sostenibilidad (6D), esto no solo atañe a conceptos relacionados con la construcción sostenible o el ahorro energético sino también en la optimización de los sistemas constructivos, sistemas estructurales y las instalaciones, buscando tanto ahorro económico como reducción del impacto ambiental.

Se utilizará el software Revit de Autodesk como herramienta de modelado y el plugin Insaght para la realización del análisis energético, modelando un ejemplo práctico que se irá desarrollando por fases de acuerdo con el protocolo previamente definido, a fin de obtener expedientes técnicos como los planos, las gráficas de análisis energético e imágenes 3D, entendiendo las dimensiones que el BIM permite alcanzar, también se analizará el modelo digital para conocer los procesos y resultados que se pueden lograr comparado con el flujo de trabajo tradicional del CAD.

Esta investigación presentará un panorama global, nacional y local con respecto a la metodología BIM, sus inicios, evolución y hacia dónde se dirige, abordando siempre el impacto en la profesión del delineante y los nuevos roles que se desencadenan.

## **ABSTRACT**

The present work consists of investigating about the BIM methodology and the new roles that draftsmen must assume in front of this new paradigm, allowing to define a general work protocol to apply it to the modeling of small architecture and engineering projects demonstrating the advantages of this technology which goes beyond 2D and 3D, also involving energy analysis and sustainability (6D), this not only concerns concepts related to sustainable construction or energy saving but also in the optimization of construction systems, structural systems and facilities, seeking both economic savings and environmental impact reduction.

The Autodesk Revit software will be used as a modeling tool and the Insaght plugin for energy analysis, modeling a practical example that will be developed in phases according to the previously defined protocol, in order to obtain technical files such as drawings, Energy analysis graphs and 3D images, understanding the dimensions that BIM allows to achieve, will also analyze the digital model to know the processes and results that can be achieved compared to the traditional workflow of the CAD.

This research will present a global, national and local panorama regarding the BIM methodology, its beginnings, evolution and where it is going, always addressing the impact on the profession of the draftsman and the new roles that are triggered.

## 1. INTRODUCCIÓN.

En los últimos años la tecnología nos ha permitido ampliar y mejorar los resultados que se logran con los softwares de dibujo como lo ha sido el AutoCAD tradicionalmente, la mayoría de profesionales del sector de la construcción lo han utilizado para la representación gráfica de sus proyectos. Esta es una herramienta de dibujo que permite obtener planos en 2D y ha sido ventajosa en su momento, aunque actualmente tiene sus desventajas en cuestiones de tiempo, las cuales no permiten tener toda la información integrada y no da la posibilidad de realizar cambios o ajustes en un menor tiempo, por eso es necesario integrarla en el proceso de desarrollo de los proyectos.

La tecnología digital se puede convertir en una herramienta útil que incrementa e impulsa el proceso de diseño tradicional. BIM es una metodología de trabajo integrada en la que se unen en un modelo virtual elementos con información paramétrica, y se controlan los procesos de diseño, construcción y operación de un cierto proyecto durante sus distintas etapas de desarrollo. Es un proceso en que se genera y principalmente administra una base de datos centralizada, una modelación de la obra con información que facilita y optimiza la manera de crear el proyecto. Esta metodología trata de automatizar el trabajo de los planos 2D y aprovecha las ventajas del modelado 3D, también crea el uso de información computable a cerca del proyecto de edificación tanto en el diseño como en la construcción, mejorando la integración de los datos que sean necesarios, para que sea verificada su consistencia y nos permita coordinar cada técnica aplicada, para que finalmente se logre una simulación de la obra con realidad virtual.

Las construcciones que se realizaban anteriormente se les encontraban fallas o errores en la ejecución de las obras es por eso que era muy común encontrar como los proyectos que se realizaban se pasaban de técnico en técnico a la vez que cada uno implementaba su parte de trabajo, todo esto genera un retraso en la ejecución y en muchos casos pérdidas económicas.

Para obtener mejores resultados es necesario plantear una nueva metodología en la cual se utilizará un modelado de ejemplo realizado con BIM, este proceso de cambio nos permitirá evolucionar con esta herramienta que facilitara la visualización y permitirá crear una construcción virtual en la cual podríamos identificar su estructura, instalaciones e incluso las mínimas deficiencias para optimizar tiempo durante las revisiones del diseño, de tal modo que si es necesario podríamos realizar cambios en el modelo y este los corregiría automáticamente.

La situación que se presenta en las empresas de ingeniería, arquitectura y construcción, necesitan de documentos que contengan toda una información necesaria para llevar a cabo la ejecución de un proyecto o construcción. Este tipo de documentos permiten realizar una serie de análisis que nos dice que tan complejo es el proyecto e identifica errores que pueden estar ocurriendo.

Gracias a la tecnología BIM, se puede tener un mejor control del proyecto completo en cada una de sus etapas, teniendo un buen acceso y manejo de la cantidad de información necesaria al nivel que se desee. Se trabaja en base a un modelo virtual con la información del proyecto de cada especialidad, logrando mejorar la manera en que se diseña.

## 1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El cambio climático nos empuja a buscar formas de optimizar el consumo de recursos y de realizar diseños conscientes que midan y aminoren el impacto ecológico. La arquitectura, la ingeniería y la construcción al implantarse sobre el ecosistema deben estar hoy más que nunca, en sintonía con esta situación. Desde la profesión del delineante es importante investigar para aportar, apoyar y aplicar acerca de metodologías eficientes que permitan un mejor flujo de trabajo para el diseño, la representación gráfica, y a la vez tomar mejores decisiones para reducir la huella ecológica.

### **Pregunta de investigación.**

¿Cuáles son los nuevos roles que el delineante de arquitectura debe asumir cuando se trabaja con metodología BIM?

## 1.2 JUSTIFICACIÓN

Esta investigación se hace con el propósito de realizar un trabajo de grado para obtener el título de delineante como requisito para graduarme y poner a prueba lo aprendido durante la carrera.

Con este trabajo se hace una investigación en la cual se quiere abordar, profundizar y aprender a dominar nuevas herramientas que la tecnología ofrece hoy para la profesión como lo es la metodología BIM, también ampliar nuestros conocimientos acerca de la dimensión 6D (análisis energético) para integrarla en el entorno del delineante, y que dentro de esta nueva práctica se adquieran habilidades necesarias para adaptarse a los cambios y nos permita establecer un protocolo sobre los procesos que se pueden emplear, porque dentro de nuestros roles como delineantes es importante conocer nuevas metodologías que mejoren el flujo de trabajo.

El objetivo de realizar esta investigación nace de la importante necesidad de aprender nuevas cosas, fortaleciendo y practicando los conocimientos y competencias adquiridos en el ciclo de formación y por medio de la investigación poder brindar soluciones a problemas y necesidades existentes en la profesión y en la sociedad.

Es necesario iniciar con bases teóricas de investigación ya que no se encuentra mucha información desde el punto de vista de la profesión del delineante, en estos aspectos es fundamental conocer como el tema de la metodología BIM impacta en el entorno de trabajo del delineante y así mismo conocer sus beneficios para ser un modelador BIM e integrar las disciplinas de trabajo que optimizan tiempo y generan resultados exactos y en este caso apoyar con el rendimiento energético de la vivienda.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo General**

- Definir el flujo de trabajo adecuado para que el delineante aborde un proyecto en metodología BIM en las disciplinas 2D, 3D y 6D garantizando una correcta representación gráfica.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Recolectar y analizar información teórica y de práctica para dejar un precedente y guía base de información.
- Realizar un diagnóstico de conocimiento y de práctica adquirida durante la carrera, implementando metodología BIM, utilizando Revit como herramienta.
- Proponer un protocolo que mejore el flujo de trabajo y optimice el tiempo para el desarrollo del modelado virtual.
- Difundir las experiencias y resultados que se obtengan de la implementación de la metodología BIM, en los procesos de diseño del modelo de una vivienda.

## **1.4 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.**

Para cumplir con los objetivos propuestos se realiza un orden de trabajo en cuatro fases.

En la primera fase se recolectan datos de información teórica que permitan conocer el concepto del BIM, el impacto que está dando en la actualidad y como se está implementando en Colombia.

La segunda fase es realizar un diagnóstico de cómo se está teniendo en cuenta al delineante de arquitectura e ingeniería en estos procesos de trabajo.

En la tercera fase se aplica un ejercicio práctico con un proceso y pasos a paso de cómo utilizar las herramientas de revit para la realización del diseño de un modelo energético. Aquí se inicia desde los dibujos de los planos del proyecto ayudándonos con revit, para obtener los muros, distribuciones y alturas entre cada planta, el diseño de la cubierta, las puertas y ventanas. A partir de los planos 2D obtenemos un modelo 3D ya que revit trabaja con varias disciplinas, lo cual nos da una mejor visualización del proyecto, rendimiento y flujo de trabajo.

La disciplina BIM que se trabajo es la disciplina 6D (análisis energético), esta consiste en ir avanzando mediante diferentes niveles de desarrollo, el primer paso es comenzar con el modelo exterior, con sus distribuciones para darle forma y explorar el entorno urbano ya que es importante conocer el ambiente al que va a ser expuesta la vivienda.

Una vez terminada las plantas arquitectónicas y la volumetría general del proyecto se comenzarán a dar materiales e información a las familias del modelo, revit trabaja con familias que en algunos casos es necesario personalizarlas para que queden lo más realista posible y para llegar a un nivel de detalle más avanzado. En este nivel todos los componentes del modelo contarán con la información necesaria para sacar los procesos constructivos del proyecto. Finalmente se trabajará con el análisis energético, utilizando autodesk insight que encontramos en versiones nuevas de revit a partir de 2016, terminado el modelo de análisis podemos visualizar los resultados desde nuestro correo electrónico, estos resultados son los que se generan a partir del modelo y nos muestran de forma automática el diseño final del análisis de rendimiento.

En La cuarta fase se expone los resultados obtenidos del proyecto.

Tabla Metodología de Investigación.

<b>Fase</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Actividades</b>
<p>FASE 1</p> <p>Recolectar y analizar información</p>	<p>Documentación.</p> <p>Términos generales</p> <p>Adquirir conocimiento sobre la dimensión 6D análisis Energético</p>	<p>-BIM en términos generales</p> <p>- para que sirve</p> <p>-Que es BIM y que utilidad tiene en la construcción sostenible</p> <p>-Dimensiones del BIM</p> <p>-BIM en Colombia</p> <p>-Arquitectura bioclimática</p> <p>-Análisis energético</p>
<p>FASE 2</p> <p>Diagnostico</p>	<p>-Analizar cómo se tiene en cuenta al delineante de arquitectura</p> <p>-Proponer un protocolo de trabajo que mejore el flujo de trabajo del delineante</p> <p>-Definir cuál es el rol del delineante al implementar metodología BIM</p>	<p>-Analizar las dificultades oportunidades fortalezas y amenazas que se tienen actualmente el delineante dentro de su profesión</p> <p>-Las ventajas que se tienen al tener una metodología que mejore el flujo de trabajo</p> <p>-Ampliar los conocimientos acerca de la metodología BIM para implementarla dentro del rol del delineante</p>
<p>FASE 3</p> <p>Ejercicio practico</p>	<p>Aplicar las herramientas de diseño de análisis de rendimiento energético.</p> <p>Explicar un paso a paso de cómo se desarrolla un modelado de revit con análisis de rendimiento.</p>	<p>Realización de un modelo practico con aplicación de análisis energético para obtener los resultados de eficiencia y rendimiento del proyecto.</p>
<p>FASE 4</p> <p>Exponer resultados</p>	<p>Exponer y analizar los resultados obtenidos de la investigación.</p>	<p>Mostrar los procesos y resultados que surgieron de la investigación ante el jurado.</p> <p>Conclusiones obtenidas del trabajo de investigación</p>

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 BIM EN TÉRMINOS GENERALES

BIM es un acrónimo de Building Information Modeling. Se habla mucho últimamente sobre BIM en la industria de la construcción, pero cuando preguntamos, recibimos tipos distintos de definiciones y de diferentes personas.

Algunos dicen que BIM es un tipo de software. Otros dicen que BIM es el modelo 3D virtual de los edificios. Otros dicen que BIM es un proceso o que BIM no es más que una colección de datos de un edificio organizados en una base de datos estructural que se puede consultar fácilmente de forma visual o numérica. Es seguro afirmar que BIM es todo lo que se dice anteriormente y algunas cosas más... Vamos a ver BIM explicado en términos generales. Cuando algo se convierte en BIM empieza con un modelo digital 3D del edificio. Este modelo no es más que pura geometría y algunas texturas colocadas sobre él para su visualización. Un verdadero modelo BIM consiste en los equivalentes virtuales de los elementos constructivos y piezas que se utilizan para construir el edificio. Estos elementos tienen todas las características -físicas y lógicas- de sus componentes reales. Estos elementos inteligentes son el prototipo digital de los elementos físicos del edificio, como son los muros, pilares, ventanas, puertas, escaleras, etc. que nos permiten simular el edificio y entender su comportamiento en un entorno virtual antes de que se inicie su construcción real. Sin embargo, con la llegada de las tecnologías móviles, como los iPhones/iPads y la aceptación del uso del BIM ha ido más allá del cerrado círculo de los profesionales. Los clientes, los propietarios de los edificios y los operarios cada vez tienen más acceso a los modelos BIM a través de sus dispositivos móviles, incluso sin tener que instalar ninguna aplicación BIM para ello. Este hecho va a suponer la adopción de BIM en el siguiente nivel y, por lo tanto, usted como profesional, no puede continuar ignorando por más tiempo el concepto BIM.

### 2.2 ¿PARA QUÉ SIRVE BIM?

**2.2.1 Visualización 3D** Aunque puede haber varias metas diferentes para la creación de un modelo construido BIM que pueden diferir tanto en su enfoque, alcance, complejidad, nivel de detalle y la profundidad de la información incorporada al modelo 3D, por supuesto, el uso más trivial de un modelo BIM es para realizar bonitas visualizaciones del edificio que se va a construir. Esto es bueno tanto para ayudar a su decisión de diseño mediante la comparación de diferentes alternativas de diseño como para "vender" su diseño a su cliente o incluso a la comunidad local, que podría tener un voto sobre el proyecto del edificio.

**2.2.2 Gestión de Cambios** Puesto que los datos se almacenan en un lugar central en un modelo BIM cualquier modificación del diseño del edificio se replicará automáticamente en cada vista, tales como planos de planta, secciones y alzados. Esto no sólo ayuda a la creación de la documentación de forma más rápida, sino que también proporciona la garantía de calidad rigurosa en la coordinación automática de los diferentes puntos de vista.

**2.2.3 Simulación del Edificio** Los modelos BIM no solo contienen datos arquitectónicos sino también toda la información interna del edificio, incluyendo todos los datos de ingeniería como las estructuras de carga, todos los conductos y tuberías de los sistemas e incluso la información sobre sostenibilidad, permitiéndonos realizar simulaciones de las características del edificio por adelantado.

**2.2.4 Gestión de Datos BIM** contiene información que no se ve representada en los planos. La información sobre el calendario, por ejemplo, clarifica los recursos humanos necesarios, la coordinación y todo lo que pueda afectar a la agenda del proyecto. El coste es también la parte del BIM que nos permite saber el presupuesto estimado del proyecto en cada fase del tiempo durante el cual se ejecuta.

**2.2.5 Operativa del Edificio** No hace falta decir que todos estos datos insertados en el modelo BIM no son útiles solamente durante las fases de diseño y construcción, sino que pueden utilizarse durante todo el ciclo de vida del edificio, ayudando a reducir su coste de operación y mantenimiento, la magnitud de los cuales son en definitiva mucho mayores que el coste de su construcción.

### **2.3 ¿QUÉ NECESITO SABER A LA HORA DE SELECCIONAR MI HERRAMIENTA BIM?**

Aunque existen diversas soluciones de diseño basadas en el modelo disponibles en el mercado, es importante tener en cuenta que no todas pueden cumplir completamente los requerimientos para ser una solución BIM verdadera. Las siguientes preguntas le ayudarán a juzgar si ciertas soluciones tienen todas las características que le permiten ser una verdadera y completa solución BIM que destaque sobre las demás:

- ¿Cuál es la "profundidad" soportada del modelo BIM? De manera óptima, el modelo BIM debe ser capaz de cubrir todas las necesidades durante todo el ciclo de vida del proyecto de construcción. Hay varios niveles y profundidades para crear modelos de edificios en 3D, empezando por los modelos de comunicación utilizados para el diseño

esquemático a través de modelos 3D creados con fines de visualización hasta los modelos de información inteligente "reales" de la construcción. Mientras que los modelos creados para la visualización no contienen más que la geometría 3D y descripciones de los materiales necesarios para la presentación realista del edificio, los modelos reales de BIM, además de la geometría, también contienen una gran cantidad de información adicional necesaria para coordinar, documentar, listar y gestionar el edificio basándose en su modelo BIM inteligente.

- ¿Cubre la solución BIM el flujo de trabajo completo? Como se indica anteriormente, los modelos BIM "reales" deberían incorporar toda la información necesaria para crear todas las entregas necesarias durante el ciclo de vida del proyecto de construcción. Esto también indica que la herramienta de creación BIM debería cubrir completamente el flujo de trabajo BIM sin tener que estar cambiando de herramienta y/o de flujos de trabajo en mitad del proyecto. Por lo tanto, es una cuestión vital si el diseño, la documentación, la realización y el funcionamiento del edificio es soportado por la herramienta BIM, empezando por el diseño conceptual hasta el desarrollo de la documentación del diseño de la construcción, la administración y gestión de la construcción y, finalmente, la gestión de instalaciones.
- ¿A qué nivel soporta la solución BIM la interoperabilidad? Adicionalmente a ser compatible con el resto del mundo a nivel binario (compatibilidad de archivos) las herramientas BIM también necesitan ser compatibles entre sí a nivel de procesos o de flujos de trabajo. Esto es especialmente necesario en el caso de equipos de diseño interdisciplinarios que necesitan colaborar en diferentes aspectos del diseño del mismo edificio. Al seleccionar su herramienta BIM es crítico saber de qué manera su herramienta BIM soporta los estándares abiertos y flujos de trabajo abiertos que permiten la coordinación con los consultores, sin tener en cuenta el tipo o versión de su aplicación de diseño (herramienta BIM).
- ¿Soporta la solución BIM la colaboración basada en el modelo a tiempo real? El diseño constructivo es un proceso de equipo en la mayoría de los casos. Por lo tanto, debería también ser un proceso BIM. Sin embargo, esto no es un hecho, ya que los modelos BIM están mucho más estrechamente integrados que los proyectos tradicionales de CAD basados en dibujos. Compartir el diseño en BIM requiere un enfoque totalmente nuevo que involucra a servidores BIM activos que ofrecen un acceso a tiempo real de forma paralela para todo el equipo de trabajo. Cuando seleccione su herramienta BIM es una pregunta de vital importancia saber de qué forma

está diseñado el modelo BIM y el proceso para ser creado, de cara a que sea capaz de soportar el trabajo de diseño compartido en tiempo real para equipos y proyectos de cualquier tamaño

- ¿Tiene la solución BIM suficiente rendimiento como para soportar proyectos grandes/complejos?  
Como decíamos anteriormente, los modelos BIM están mucho más estrechamente integrados que los proyectos tradicionales de CAD basados en dibujos. Esto implica necesariamente que el tamaño del proyecto tiene un crecimiento exponencial con relación a los requisitos de rendimiento. La forma en que una solución BIM puede soportar este crecimiento depende de varios factores, incluyendo su habilidad de aprovechar las últimas mejoras de hardware y la manera que tiene de manejar el modelo. Cuando seleccione su herramienta BIM debe preguntar sobre todo cual es el tamaño máximo soportado/recomendado del proyecto y de qué forma son soportados los últimos avances en tecnología como los 64bits y los multiprocesadores de forma conjunta y al mismo tiempo por la aplicación BIM.
- ¿soporta la solución BIM los estándares locales y ofrece contenido local suficiente?  
Los proyectos de edificación no son piezas de diseño únicas, pero la forma en que son diseñadas varía según el país. Los proveedores de soluciones BIM Globales soportan el concepto de "local" a diferentes niveles. La traducción del idioma no es realmente "localizar" la aplicación - solamente es traducir sus nomenclaturas. Cuando seleccione su herramienta BIM debe interesarse por saber y comprobar de qué forma la solución BIM soporta los estándares de diseño locales y si tiene contenidos locales como elementos constructivos inteligentes, plantillas de listados y esquemas locales y grupos de atributos que siguen los estándares locales.<sup>1</sup>

## **2.4 ¿QUE ES EL BIM Y QUE UTILIDAD TIENE EN LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE?**

Modelado de Información de Construcción, por sus siglas en ingles BIM (Building Information Modeling), es un proceso destinado a la gestión de los datos para la edificación, durante su proceso de desarrollo; marcando un antes y un después en la ingeniería y arquitectura.

Se trata de un programa, cuyo software permite el modelado en tiempo real de edificios en 3D, permitiendo el diseño de Viviendas sostenibles y seguras, mediante la producción de todo lo referente a la información de la construcción, incluyendo

---

<sup>1</sup> GRAPHISOFT. Open BIM. [En línea]. España. [Citado 13-Noviembre2019]. Disponible en internet: <https://www.graphisoft.es/info/>

los datos geográficos y espaciales, la geometría del edificio, las cantidades y propiedades de sus componentes.

Desde la década de los 80's se hacía referencia a este tipo de tecnología dentro del mundo de la construcción y arquitectura.

Sin embargo, fue Jerry Laiserin quien popularizó el término, refiriéndose a una herramienta que mejoraría la representación digital de procesos de construcción, que para la época se manejaba, con la finalidad de intercambiar este tipo de información en formato digital, de forma sencilla, eficaz y rápida.

El objetivo de todo proyecto arquitectónico es la creación de un conjunto de planos, dibujos, esquemas y textos explicativos utilizados para plasmar el diseño de una edificación sobre papel, en maqueta o en formato digital, antes de ser construida, y mediante el uso de BIM esto es más que posible; además de hacerlo en tiempo real, disminuyendo pérdidas importantes en el tiempo de diseño y ejecución, así como en los recursos de construcción.

**BIM** ofrece y hace uso interactivo de dinámicas bibliotecas de objetos inteligentes y paramétricos.

Destaca además por interpretar la interacción lógica entre los distintos tipos de objetos y almacenar los datos referentes a estos objetos.

Esta herramienta útil, está marcando tendencia hoy en día en este contexto, gracias a las múltiples ventajas que ofrece, especialmente el ahorro de tiempo al crear y modificar proyectos, además de facilitar la interacción al más alto nivel con otros profesionales que manejen el mismo modelo **BIM**.<sup>2</sup>

## 2.5 LAS 7 DIMENSIONES DEL BIM

Las distintas etapas de diseño y gestión de una infraestructura, junto con las fases de mantenimiento y desmantelamiento de la misma, transcurren inmersas en una dinámica de trabajo en la que pueden destacarse 7 dimensiones diferentes:

**2.5.1 1ª Dimensión del BIM: La idea** Todo proyecto implantado de acuerdo a la metodología BIM parte de una idea inicial. En esta primera dimensión se incluirían actuaciones tales como la determinación de la localización y las condiciones iniciales de la estructura; las estimaciones geométricas primigenias, así como aquellas relativas a los costes y volúmenes de materiales o el establecimiento del plan de ejecución inicial.

---

<sup>2</sup> YAISON. ¿Qué es el BIM y que utilidad tiene en la construcción sostenible? [En línea]. España. [Citado 12-Noviembre2019]. Disponible en internet: <https://maison-plus.es/bim/>

**2.5.2 2ª Dimensión: El boceto** Tras la fase inicial, se procede a la preparación de la fase de boceto, en la cual se determinan las características genéricas del proyecto. Forman parte de esta fase la preparación de la modelización mediante el software BIM, el planteamiento de los materiales, la definición de las cargas estructurales, la determinación de la dimensión energética del proyecto y el establecimiento de las bases para la sostenibilidad de general de éste.

**2.5.3 3ª Dimensiones: El modelo gráfico tridimensional** Una vez recopilada la totalidad de la información respectiva a las dos primeras dimensiones, es momento de proceder a la modelización geométrica de la infraestructura en formato 3D mediante el uso de animaciones o renders, la cual se fundamentará en la información reunida a lo largo de las fases previas.

**2.5.4 4ª Dimensión: El tiempo** He aquí la principal seña de identidad que caracteriza y diferencia a BIM de otras metodologías y/o softwares de trabajo tradicionales: el dinamismo. Frente a los modelos de proyecto puramente estáticos en la realidad, la metodología BIM aporta una nueva dimensión temporal. De esta forma, es posible la realización de una planificación temporal exhaustiva de todas y cada una de las fases del proyecto, la cual irá variando a medida que vayan variando las características y condiciones del proyecto en sus diferentes fases de ejecución.

**2.5.5 5ª Dimensión del BIM: El coste** Esta fase comprende el análisis y estimación de los costes del proyecto, además de su control a medida que este avance o se vea modificado. Al integrar BIM información detallada de cada una de los elementos integrantes, es relativamente sencillo generar informes presupuestarios en cualquier momento de la vida de la infraestructura.

**2.5.6 6ª Dimensión: El análisis de sostenibilidad** Se trata del planteamiento y simulación de las alternativas contingentes y analizarlas, a fin de determinar cuál de ellas es más adecuada para ser llevada a cabo. En otras palabras, es una fase de elección de la alternativa óptima teniendo en cuenta todas las dimensiones del proyecto.

**2.5.7 7ª Dimensión del BIM: LA gestión del ciclo de vida** BIM representa un entorno de gestión en el que se localiza y organiza información referente a una infraestructura a lo largo de toda su vida útil. Así, el software almacena todas las características de los elementos dispuestos en el proyecto, tales como dimensiones, costes, planes de mantenimiento, etc.

De esta forma, existe un proceso de modificación y retroalimentación continua que registra todas las variaciones entre el proyecto inicial y la realidad, de tal manera que exista una total correspondencia entre el modelo BIM y el resultado real.

La metodología BIM presenta importantes ventajas con respecto a la metodología CAD tradicional, especialmente en obras de gran envergadura, hasta el punto de que la ejecución de muchos de los grandes proyectos llevados a cabo durante los últimos años, tales como el Canal de Panamá o el Crossrail de Londres no hubiera sido posible sin BIM<sup>3</sup>

## **2.6 EL BIM EN LATINOAMÉRICA**

Sabemos que BIM es ya una metodología integrada y con mucha aceptación en España. Las cifras hablan por sí solas, hoy en día más del 40% de los proyectos que se realizan en el área de construcción tienen sello BIM.

Una realidad que crece a pasos agigantados, pero, ¿Cómo avanza el BIM en Latinoamérica? ¿Ha logrado entrar en los grandes proyectos?

Según indican los estudios, en 2020 el mercado BIM aumentará hasta un 11% en esta región del mundo, pero vemos signos claros de que este crecimiento es mucho más lento de lo que se esperaba.

Hacemos un repaso por diferentes países latinoamericanos, hablamos con entendidos de la materia, revisamos la legislatura y los estudios vigentes para conocer el presente y el futuro del BIM en estos países.

## **2.7 BIM EN COLOMBIA**

### **BIM MANAGER**

Angélica González

Nos servimos de la experiencia de Angélica González, BIM Manager colombiana, que nos relata la situación actual de su país.

Colombia es quizá el país con más conciencia BIM de todos los que evaluamos hoy. La implementación cuenta con el sello de asociaciones que custodian la integración de la nueva metodología en empresas de diversos ámbitos. Sus grandes valedores han sido las principales constructoras nacionales y europeas, que, a través de formación, búsqueda de procesos e implementación han ido dando el paso a BIM en todas las fases de sus proyectos. Por otro lado, “las instituciones no han

---

<sup>3</sup> CUARTERA, Juan A. 7 dimensiones del BIM, la metodología que cambiará la construcción en A. Latina [En línea]. España. [Citado 10-Noviembre2019]. Disponible en internet: <https://www.americaeconomia.com/analisis-opinion/7-dimensiones-del-bim-la-metodologia-que-cambiara-la-construccion-en-latina>

expresado la intención de involucrar la metodología en proyectos públicos como ocurre en algunos países vecinos”.

**Un perfil demandado** Desde hace 3 años vemos como ha incrementado la demanda de perfiles profesionales con conocimientos en sistemas BIM. Sin embargo, “estos perfiles son escasos en el país por lo que muchas empresas se decantan por formar a sus equipos e iniciar una implementación gradual en función de sus posibilidades. La iniciativa de estas empresas ha hecho que cada vez más compañías del sector apuesten por la adopción de un sistema eficiente, popular y que ofrece la posibilidad de formar a su propio equipo”.

**Formación BIM** En el ámbito educativo, “la mayoría de universidades han incluido dentro de sus programas académicos enseñar algunos softwares tecnológicos que involucran la metodología BIM. Solo algunas han abarcado el tema más allá de un curso o diplomado, los más expertos y especializados en esto son los centros de capacitaciones que incluyen las materias de gestión de proyectos que complementan todos los procesos que involucran las diferentes fases de BIM”.

**BIM EN 2018** Este seguirá siendo un gran año en el crecimiento del BIM en este país. Verán la luz nuevos proyectos, iniciativas, creadas en un entorno completamente BIM. Un 2018 lleno de oportunidades para que el BIM no deje de crecer.<sup>4</sup>

## 2.8 EL BIM EN COLOMBIA

Qué popular se ha vuelto el termino BIM en el sector de la construcción, pero pareciera que no se tiene aún un consenso del concepto en Colombia. Al discutir el concepto algunos mencionan que es un software otros que es una serie de prácticas orientadas a la gestión de cambios y al trabajo colaborativo apoyados en un prototipo digital.

Lo cierto es que a la hora de implementar la metodología no se tiene claro que hay que hacer, como referencia, el Instituto de Normalización del Reino Unido (BSI – British Standards Institution) creó un documento que tiene como finalidad incorporar los procesos BIM a todas las obras gubernamentales en etapa de proyecto. A partir de 2016 todas las empresas que trabajen para obras estatales deberán cumplir con esta normativa que tendrá como objetivo principal reducir entre un 20% y 30% los costos de las obras públicas.

Cuentan con una amplia ventaja ¿no? Pero en Colombia también se está trabajando para llegar a una “*Normativa BIM*” que nos permita ser más competitivos y tener mejores resultados en los proyectos de infraestructura de la nación. A estos esfuerzos de tener un claro referente de BIM se vinculan las grandes constructoras

---

<sup>4</sup> EDITECA. El BIM en Latinoamérica. [En línea]. España. [Citado 10-Noviembre2019]. Disponible en internet: <https://editeca.com/bim-en-latinoamerica/>

del país con pilotos que poco a poco van dejando claro el camino a seguir, también Autodesk hace su aporte y por supuesto IAC (ingeniería asistida por computador) al proporcionar consultores y plataformas claramente orientadas a la gestión de cambio, a desarrollar prototipos digitales fácilmente, a la correcta administración documental y que permitan realizar simulaciones tanto estructurales como análisis que vinculen cronogramas, costos y prototipos digitales en un solo entorno.

Una metodología BIM implica diferentes tipos de acciones de acuerdo al tipo o modelo de negocio se tenga, pero sea cual sea el acercamiento más apropiado no puede faltar, entre otros:

- **Un modelo 3D o maqueta digital**, este debe tener los equivalentes de los elementos constructivos de un edificio de manera que permita comprender integralmente el proyecto, incluyendo funciones como documentación técnica (planos), material de mercadeo, optimización de recursos, etc.
- **Comunicar la información a todos los interesados en el proyecto**, lo cual es un interesante reto ya que es necesario conservar una verdad única del proyecto con diferentes actores transformando el edificio con cambios que afectan otras disciplinas las cuales deben estar completamente enteradas de la actualidad del proyecto. Este reto también implica tener flujos de trabajo, accesos a la información y roles muy bien definidos para lo cual ya existen una serie de herramientas que exigen integración entre sí y que me permitan hacer una efectiva gestión de cambios y documentación tales como Vault Professional que gestiona el ciclo de vida del proyecto y toda la documentación técnica como planos y modelos 3D.
- **Implementación de simulaciones**. Estas me deben permitir entender el proyecto y su comportamiento de manera que me permita hacer optimizaciones ya sean estructurales, energéticos, de planeación de ejecución, de costos, etc. Entender cómo se comporta realmente mi proyecto me permitirá tomar las decisiones adecuadas para mi negocio y poder generar innovación en él y hacerlo sostenible.<sup>5</sup>

## 2.9 BIM FORUM COLOMBIA.

**2.9.1 Guía de modelado BIM** El presente documento busca dar directrices sobre las buenas prácticas en el modelado de proyectos bajo la metodología BIM acotando los aspectos más importantes para tener en cuenta.

Según el buildingSMART, organización internacional para la promoción de BIM en el mundo, Building Information Modeling (BIM) es una metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de un proyecto de construcción. Su objetivo

---

<sup>5</sup> GILLERMO, Luis. El BIM en Colombia. [En línea]. Colombia. [Citado 10-Noviembre2019]. Disponible en internet: <https://www.iac.com.co/el-bim-en-colombia/>

es centralizar toda la información del proyecto en un modelo de información digital creado por todos sus agentes.

BIM supone la evolución de los sistemas de diseño tradicionales basados en el plano, ya que incorpora información geométrica (3D), de tiempos (4D), de costes (5D), ambiental (6D) y de mantenimiento (7D). Al tiempo, promueve una evolución de las dinámicas de trabajo y la cultura organizacional de las empresas donde la colaboración y el fortalecimiento de los canales de comunicaciones resulta la piedra angular que garantiza el éxito de su uso.

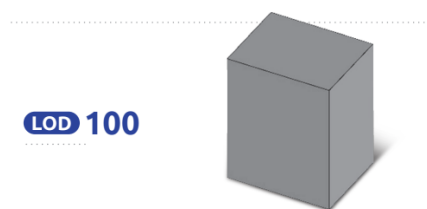
Las buenas prácticas al momento de realizar modelos permiten garantizar la calidad de estos, esto redundará en un mejor desempeño y mayor posibilidad de explotar el potencial que tienen, al tiempo permite reducir reprocesos y facilitar un flujo de información como el planteado en el documento de “Gestión de la Información con BIM”, de la misma manera los roles y perfiles asociados a la metodología BIM cobran mucho más sentido cuando entendemos los puntos clave que debemos tener en cuenta al momento de realizar un modelo.

Es por esto que BIM Fórum Colombia dedica un documento exclusivo para hablar de los aspectos clave al momento de realizar un modelo, características de la georreferenciación, coordenadas, niveles, ejes, niveles de desarrollo y características de los modelos en cada etapa de entregable son algunos de los temas indispensables a tener en cuenta para el desarrollo de modelos de calidad que permitan hacer explícitos los beneficios del BIM en el desarrollo de proyectos.

**2.9.2 Nivel de desarrollo LOD** Se ha elegido la categorización de detalle del documento LEVEL OF DEVELOPMENT SPECIFICATION V2017 de BIM FORUM, para definir el nivel al cual se deben modelar los elementos. El rango va de **LOD 100** a **LOD 500**. LEVEL OF DEVELOPMENT LOD, por sus siglas.

Esta categorización es solo ilustrativa, la definición del LOD dentro de un proyecto puede ser muy específica en cuanto su aplicación dentro de las fases de diseño, esto deberá ser definido dentro del plan de ejecución BIM (BEP) propio del proyecto y dentro de los alcances contractuales establecidos para el mismo.

### **LOD 100**



**Interpretación:** Los elementos en un nivel LOD 100 no son representaciones geométricas. Ejemplo, la información ligada al elemento demuestra su existencia dentro del modelo mas no forma, tamaño o localización precisa. Cualquier información derivada de elementos LOD 100 debe ser considerada aproximada.

**Usos:** Diseño Conceptual y cabidas.

## LOD 200



Los elementos son gráficamente representados en el modelo como un sistema genérico, objeto o ensamble con aproximación a cantidades, tamaño, forma, localización y orientación.

**Interpretación:** A este nivel, los elementos aún no son definitivos, ejemplo una silla puede ser representada por un cubo alargado.

Pueden llegar a ser reconocible por una geometría sencilla o pueden ser simplemente volúmenes para reservar espacio. Cualquier información derivada del LOD 200 debe ser considerada aproximada.

**Usos:** Diseño Esquemático, anteproyecto.

## LOD 300

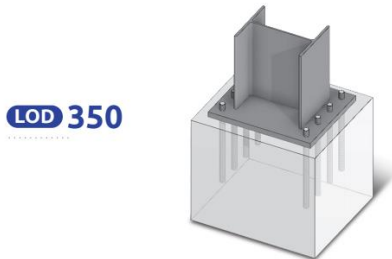


Los elementos son gráficamente representados dentro del modelo como un sistema específico, objeto o ensamble en términos de cantidad, tamaño, forma, localización y orientación.

**Interpretación:** La cantidad, tamaño, forma, localización y orientación de los elementos puede ser medida directamente del modelo sin necesidad de buscar información anexa como detalles o notas.

**Usos:** Desarrollo de Diseño y coordinación.

### LOD 350

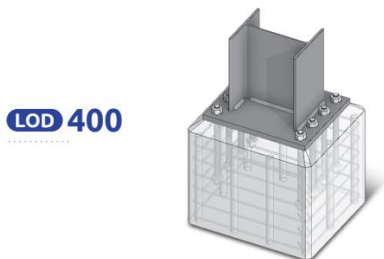


Los elementos son gráficamente representados dentro del modelo como un sistema específico, objeto o ensamble en términos de cantidad, tamaño, forma, localización, orientación y conexión con otros sistemas de la edificación.

**Interpretación:** Están modeladas las partes necesarias para coordinación del elemento con otros elementos adyacentes. Estas partes incluyen objetos como soportes o conexiones. La cantidad, tamaño, forma, localización y orientación de los elementos puede ser medida directamente del modelo sin necesidad de buscar información anexa como detalles o notas

**Usos:** Desarrollo de Diseño / Documentos de Construcción, fase de proyecto.

### LOD 400



Los elementos son gráficamente representados dentro del modelo como un sistema específico, objeto o ensamble en términos de tamaño, forma, localización, cantidad y orientación con detalle e información de fabricación, ensamble e instalación.

**Interpretación:** Los elementos LOD 400 están modelados de manera detallada y exacta para fabricación/construcción. La cantidad, tamaño, forma, localización y orientación de los elementos se puede medir directamente desde el modelo sin necesidad de referirse a información no modelada como notas o detalles.

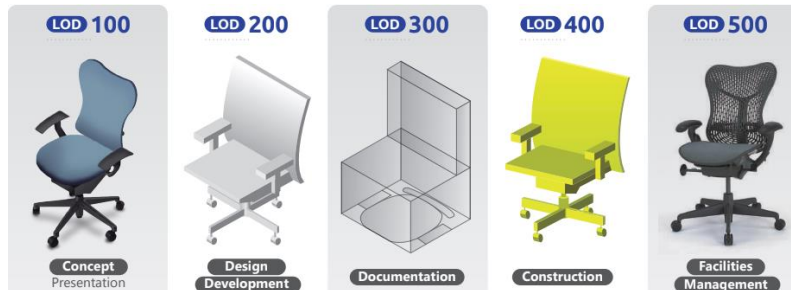
**Usos:** Documentos de Construcción, fabricación o instalación, ejecución del proyecto.

## LOD 500

La representación de los elementos es exacta y ha sido verificada en el sitio en cuanto tamaño, forma, localización, cantidad y orientación.

Los objetos tienen datos necesarios para fases de ejecución y posteriormente de operación, por ejemplo: distribuidor, referencia, fecha de adquisición, ficha técnica, etc.

**Usos:** As built, record, operación y mantenimiento.



**2.9.3 Flujos de trabajo BIM.** Las compañías de construcción tienen establecidos flujos de trabajo para sus actividades del core de negocios, estos flujos típicamente se ven influenciados por la naturaleza de la empresa (Promotores, constructores, diseñadores o todas las anteriores) y por la cultura organizacional de las compañías, por lo cual uno de los aspectos más relevantes al momento de proponer una implementación BIM en una empresa es identificar dónde y cómo se ven afectados estos flujos, pues esto determina las expectativas que pueden tener en torno a BIM, así como las personas y entregables que se impactan.

Al mismo tiempo define los roles críticos que deben tener un tratamiento especial de gestión del cambio, ayuda a identificar a qué roles les genera mayor valor un proceso de implementación y qué capacidades y herramientas debe adquirir su equipo de cara a unas metas explícitas que se definan asociadas al proceso de implementación.

**2.9.4 Plan de ejecución BIM.** Tan pronto como sea posible y no más allá del término de \_\_\_\_\_ días calendario después del inicio del contrato entre el Contratante y el Contratista, todos los Participantes del Proyecto se reunirán, deliberarán, y pondrán de su parte para llegar a un acuerdo sobre los términos o modificaciones del Plan de

Ejecución BIM. Cuando se llegue a un acuerdo, el Plan de Ejecución BIM será parte integral al presente Anexo.

A menos que sea acordado algo distinto, el Coordinador BIM agendará y liderará tales reuniones.

El Plan de Ejecución BIM abordará mínimo los siguientes aspectos, pudiendo incluir aspectos adicionales:

- Información de Contacto de cada Participante del Proyecto.
- Identificar qué Modelos serán creados, el propósito de cada Modelo y cual Participante(s) de Proyecto es(son) responsables por crear cada Modelo.
- La definición de qué Modelo o Modelos Publicados, si hay alguno, no constituirá un Entregable Contractual.
- Las áreas o zonas del Proyecto a ser modeladas en cada Modelo y las áreas o zonas que no serán modeladas.
- El contenido y el Nivel de Desarrollo/Detalle requerido de cada Modelo en los diferentes hitos del Proyecto, incluyendo:
  - a. Información geométrica y espacial
  - b. Información de propiedades del elemento
  - c. Información de composición del elemento
  - d. Fuente de información acreditada

- Un cronograma con los hitos de intercambio de cada Modelo, teniendo en cuenta el proceso de gestión de la versión de cada Modelo y los Modelos que lo componen.
- Una definición de qué Modelo o Modelos constituirán los Modelos Publicados del Proyecto.
- Procedimientos y protocolos para la entrega, y para la aprobación de los Modelos incluyendo el sellado digital, para determinar un Modelo como Modelo Publicado, y para la acción a llevar a cabo en una solicitud de aprobación.
- Procedimientos y protocolos para determinar qué proyecciones bidimensionales derivadas del Modelo se consideran Entregables Contractuales.
- El esquema de precisión en las dimensiones del Modelo:
  - Está limitado a lo establecido en el Contrato.
  - Está de acuerdo con el estándar que aplique para cada Contribución.
  - Es equivalente al estado de desarrollo correspondiente a los Documentos de Construcción bidimensionales

Adicionalmente, se deberá seleccionar uno de los siguientes esquemas aplicable a la precisión en las dimensiones de cualquier Contribución a un Modelo. Independiente de la selección, el esquema:

1.

[ \_ ] Cada Colaborador garantiza que las dimensiones de su Contribución a un Modelo son precisas y estas prevalecen sobre las dimensiones presentes en los Planos o que son inferidas de los Planos. Detalles y componentes que no estén representados en ninguna de las Contribuciones a un Modelo serán extraídos de los Planos.

[ \_] Cada Colaborador garantiza que las dimensiones de su Contribución a un Modelo son precisas en el alcance que especifique el Plan de Ejecución BIM, y todas las demás dimensiones serán extraídas de los Planos.

o

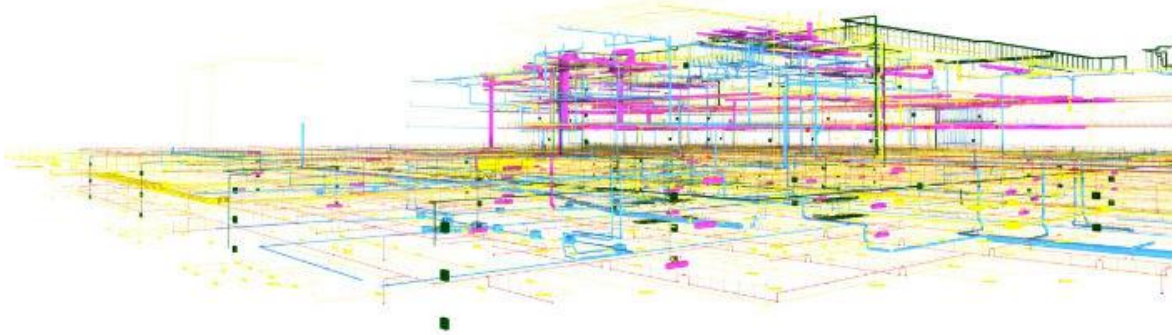
[ \_] Otro: \_\_\_\_\_

- Establecer un sistema común de coordenadas
- Establecer el sistema de unidades
- Convenios para definir dimensiones críticas y contenido crítico del Modelo
- Formatos de archivo a ser usados
- Convenciones de nomenclatura de archivos y de objetos
  
- Estructura de archivos a ser usada.
- Software para usar.
- Medidas necesarias para permitir la interoperabilidad entre aplicaciones.
- Planos bidimensionales de referencia.
- Uso de BIM para el proceso de solicitudes de información (RFIs), incluyendo el protocolo de respuesta, los tiempos establecidos, y cómo se incorporan las mismas en relación con el Modelo.
- Uso de BIM para el proceso de solicitudes de cambio, incluyendo el protocolo de respuesta, los tiempos establecidos, y cómo se incorporan las mismas en relación con el Modelo.
- Un cronograma que establezca las reuniones entre los Participantes del Proyecto relacionadas a BIM durante el desarrollo del proyecto y para la detección y coordinación de interferencias.
- Participación del Coordinador BIM durante todos estos procesos.
- Procedimientos y protocolos para el registro de los cambios en sitio a través de un Modelo Récord de Proyecto.
- Directrices para el cierre del Proyecto, y sus entregables finales<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> CAMACOL. BIM Fórum Colombia. [En línea]. Colombia. [Citado 24-Noviembre2019]. Disponible en internet: <https://camacol.co/documentos-bim-forum-colombia>

## 2.10 BIM, REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA EN CONSTRUCCIÓN EN COLOMBIA



Colombia. El modelado en 3D ha revolucionado industrias como el cine, la medicina, diseño de interiores, además de las industrias arquitectónicas y de construcción.

El llamado modelado de información para la edificación (Building Information Modeling - BIM siglas en inglés) es la generación y gestión de datos de un edificio durante su ciclo de vida, utilizando software dinámico de modelado en tres dimensiones y en tiempo real, para disminuir la pérdida de tiempo y recursos en el diseño y la construcción. Algunos expertos internacionales hablan sobre la importancia de implementar la metodología BIM en el área de la construcción en Colombia:

Luis Henao, Gerente regional de Victaulic para Centro América, explica que BIM concierne tanto a la geometría, a la relación con el espacio, a la información geográfica y a las propiedades de los componentes de un edificio y puede ser utilizado para ilustrar el proceso completo de edificación, mantenimiento e incluso de demolición. Es como hacer legos, agrega Henao, quien resalta que la filosofía de su compañía es hacer las cosas mucho más rápido, de forma mucho más sencilla y más expedita, todo esto gracias a esta metodología.

Otros expertos como Ivana Kermen, Especialista técnica para Autodesk en Latinoamérica, señala que el concepto BIM es sinónimo de eficiencia y otorga una garantía de hacer las cosas de una mejor manera.

La compañía Autodesk, especialista en diseño 2D y 3D, ingeniería y software de entretenimiento es también creadora de Revit®, sistema que se basa en la metodología BIM y que consiste en un programa con un motor de cambios paramétricos con una base de datos que gestiona y coordina la información

necesaria para el modelado del diseño arquitectónico, construcción e ingeniería de un edificio, incluyendo todas las especialidades. Este programa permite crear diseños basados en objetos inteligentes y tridimensionales, los que están asociados para coordinarse automáticamente ante cualquier cambio introducido.

**2.10.1 ¿Cuál es la importancia del mercado colombiano para potenciar el uso de BIM?** "La industria de la construcción cumple una función esencial en la economía de los países en América Latina. La situación actual de Colombia, en específico, enfrenta nuevos desafíos en las inversiones en esta industria. La principal ventaja de implementar BIM en los países latinoamericanos, es que permite el trabajo colaborativo de los diferentes agentes implicados en el proceso constructivo a través de una sola plataforma en la que pueden trabajar con la misma herramienta, integrando y compartiendo información en tiempo real" Explica Kermen.

Finalmente, los especialistas indican que a pesar de los enormes y comprobados beneficios que los sistemas de BIM prestan a la industria de la construcción, el alto desconocimiento de esta metodología en Latinoamérica se traduce en una baja tasa de implementación. Ivana agrega que Colombia está a medio camino, el conocimiento de las herramientas se tiene, pero también hay que involucrar a las personas y los procesos.<sup>7</sup>

## **2.11 COMPAÑÍA COLOMBIANA PIONERA EN IMPLEMENTAR BIM**

Con la reciente implementación de BIM, Modelado de Información de Construcción, la compañía Amarilo se podría situar, para el 2021, en la empresa líder en implementación y utilización de esta metodología en Colombia.

Amarilo es una empresa colombiana líder en promoción, gerencia, venta y construcción de proyectos de vivienda. Reconocida como la No. 1 en "Mejor Reputación" del sector de construcción e infraestructura. Desde su inicio en 1993, aplica buenas prácticas y habilidades distintivas en su gestión, desarrollando proyectos de vivienda, proyectos de comercio, edificaciones para oficina y educación y macro proyectos urbanísticos. Se ha convertido también en una de las compañías pioneras en implementar BIM en el país. Aquí le mostramos el proceso para que la empresa incorporara esta metodología.

---

<sup>7</sup> JARAMILLO, Santiago. BIM revolución tecnológica en construcción en Colombia. [En línea]. Colombia. [Citado 26-Noviembre2019]. Disponible en internet: <https://www.gerenciadeedificios.com/201802205880/noticias/empresas/bim-revolucion-tecnologica-en-construccion-en-colombia.html>

**El reto.** A pesar de la gran experiencia de Amarilo, se presentaban algunas oportunidades de mejora en los procesos de diseño, coordinación, compras y construcción implementando procesos documentados y protocolos de comunicación. Por esta razón la empresa emprendió una búsqueda de metodologías para solucionar sobrecostos y demoras en el ciclo de vida de los proyectos iniciando por la coordinación técnica.

*“El sector de la construcción a nivel mundial presenta oportunidades de mejoras en la productividad comparado con otros sectores económicos, y aún más, Colombia frente a otros países tiene brechas enormes que necesitamos comenzar a cerrar. Es así como la transformación digital presenta una gran oportunidad para mejorar la eficiencia de ese sector y sabiendo que esta es una de las locomotoras de la economía local, el impacto podría ser aún mayor”,* comentó Mario Ciardelli, Gerente general de Amarilo.

**La solución.** La implementación BIM hace parte de ese esfuerzo de transformación digital que mencionaba Ciardelli, y Amarilo adoptó un gran nivel de compromiso para alcanzar las metas planteadas. La empresa implementó BIM con Herramientas Autodesk (Revit y Navisworks) y un sistema manejo de información (Common Data Environment).

En su primera etapa de Implementación BIM contó con la asesoría de un consultor externo y posteriormente creación de una Oficina BIM interna para segunda etapa de implementación.

La implementación de los planes cortos y mediano plazo están en un cumplimiento promedio del 85% de las tareas destinadas, sin embargo, la meta de llevar a Amarilo a nivel de madurez BIM “Definido” basado en Objetos “Modelado” se pudo cumplir. En este año la empresa iniciará los procesos necesarios para llevar a Amarilo a nivel de madurez BIM “Gestionado” basada en modelos de “Colaboración” como parte del proceso de situar a Amarilo en el 2021 como la empresa líder en implementación y utilización de la metodología BIM en Colombia, esto no podrá ser llevado a cabo sin la participación y el compromiso de todas las personas involucradas en el proceso.

Amarilo se presentó como una de las empresas que firmemente está implementando BIM en etapas. Para la compañía, el Building Information Modeling (BIM) no solo destaca la eficacia con la que desarrollan o desarrollarán sus proyectos, sino que tienen un plan de acción y de implementación acorde a las expectativas y a las metas propuestas.

Es importante entender que implementar BIM no es un proceso de un día, sino más

bien que comprende esfuerzo, inversión y compromiso. Estos son los pilares que Amarilo está cumpliendo para esta incorporar satisfactoriamente esta metodología en toda la compañía.

Finalmente, Alejandro León, el Director para Latinoamérica de Autodesk, compañía encargada de traer BIM a Colombia, agrega que “Amarilo se ha convertido en un referente de implementación BIM en la industria de la construcción en Colombia; por eso trabajamos en la estandarización de esta metodología a nivel nacional y participamos activamente en el BIM Fórum Colombia, el cual busca la aplicación de mejores prácticas a nivel industria.”<sup>8</sup>

## 2.12 ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA: ¿EN QUÉ CONSISTE?

La arquitectura bioclimática es diseñar edificios aprovechando los recursos naturales disponibles: sol, lluvia, viento, vegetación... Así se ahorra en consumo de energía y disminuye el impacto medioambiental. Ahorrando energía ahorramos dinero y vivimos de forma más sostenible.

Aunque parezca una tendencia nueva y sofisticada, no es así: recordemos las viviendas encaladas\* de Andalucía para evitar el calor o una medida tan sencilla como tener en cuenta la construcción de tejados o posición de las ventanas según la orientación hacia el sol.

Los problemas vienen cuando nosotros, como consumidores, desconocemos la importancia de demandar este tipo de construcciones, y por parte de arquitectos y constructores prima el diseño y no se tienen en cuenta estas medidas de ahorro. Es ahorro para todos: para nosotros y para el planeta. Menos emisiones de CO<sub>2</sub> y menos dependencia de los combustibles fósiles.

Una vivienda bioclimática en la actualidad, puede llegar a ser sostenible totalmente: esto aumenta un poco el coste en la construcción, pero a la larga es rentable ya que se amortiza. En el caso de tener que consumir energía externa, estas construcciones cuentan con una producción basada en renovables, como paneles solares, por ejemplo. Hablamos entonces de:

Edificios 0 emisiones: gracias a las medidas tomadas en la construcción y a su sistema de energía mediante renovables, es totalmente autosuficiente en materia energética, generando 0 emisiones de CO<sub>2</sub>, y ahorrando en el consumo de energía.

Edificios energía plus: no sólo son 0 emisiones, sino que generan energía sobrante que pueden vender.

---

<sup>8</sup> AEROCUCUTA.COM. Una compañía colombiana pionera en implementar BIM. [En línea]. Colombia. [Citado 26-Noviembre2019]. Disponible en internet: <https://www.areacucuta.com/una-compania-colombiana-pionera-en-implementar-bim/>

En cuanto a los materiales utilizados en la construcción bioclimática, encontramos dos:

**Naturales:** como bambú, madera, tierra, piedra, etc.

**Procesados:** como el poliestireno, que es un fantástico aislante térmico.

Otra de las medidas sencillas que se pueden tomar y que es muy efectiva, es el uso de las plantas: estratégicamente colocadas protegen del frío del viento, u ofrecen sombra en verano. También sirven de pantalla contra el ruido y controlan la erosión, además de embellecer el lugar donde las pongamos.

Arquitectura bioclimática: diseñar edificios aprovechando los recursos naturales

Tweet

**2.12.1 ¿Cómo construir una vivienda bioclimática?** Para conseguir una vivienda con estas características, hay varios aspectos a tener en cuenta como:

- **Ventilación correcta y aislamiento de los muros**, para conseguir la máxima eficiencia en el mantenimiento de la temperatura (con poliestireno, por ejemplo).
- **Integrar energías renovables**, para no contaminar ni gastar consumiendo combustibles fósiles cuando necesitemos de esa energía.
- **Orientación de la construcción**, para aprovechar al máximo las horas de luz. Utilizar todo lo que se pueda
- **materiales naturales**, y aquellos que más se usan en la región (nos saldrán más baratos y será más rápido obtenerlos).
- **Intentar reciclar todos los residuos** que podamos (la basura orgánica, por ejemplo, en compost\* para las plantas, o el agua de la ducha que dejamos perder hasta que se calienta, para usarla en el riego o para fregar, etc.).
- **Fijarnos en la distribución de los huecos** de la casa, y mirar si interesa construir patio, chimenea de refrigeración, lucernarios...
- **Elementos exteriores pueden ser de gran ayuda**, como toldos o persianas, o pérgolas...
- **El color** tanto de los techos como de las paredes también influye: los claros reflejan la luz y así se refrigeran los espacios. Los oscuros, en cambio, por ejemplo, en techos, absorben la luz por lo tanto el calor. Un tejado claro, frente a uno oscuro, reduce la absorción de calor en un 50%.
- **Si disponemos de jardín, optando por árboles de hoja caduca** aprovechamos que frena el sol en verano, pero podemos seguir disfrutando del calor del sol en el invierno.<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> SOSTENIBILIDAD. Arquitectura bioclimática: Casas que ahorran. [En línea]. [Citado 26- Noviembre2019]. Disponible en internet: <https://www.sostenibilidad.com/construccion-y-urbanismo/arquitectura-bioclimatica-casas-que-ahorran/>

## **2.13 ¿QUÉ ES EL CAMBIO CLIMÁTICO?**

De acuerdo con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), éste se entiende como un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables. Por otro lado, el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) lo define como cualquier cambio en el clima con el tiempo debido a la variabilidad natural o como resultado de actividades humanas.

Desde el punto de vista meteorológico, se llama cambio climático a la alteración de las condiciones predominantes. Los procesos externos tales como la variación de la radiación solar, variaciones de los parámetros orbitales de la tierra (la excentricidad, la inclinación del eje de la tierra con respecto a la eclíptica), los movimientos de la corteza terrestre y la actividad volcánica son factores que tienen gran importancia en el cambio climático.

### **2.13.1 ¿Cuáles son los cambios climáticos que sufre Colombia y cuáles van a ser en el futuro cercano las zonas más sensibles y los riesgos potenciales?**

El IDEAM ha registrado un incremento de 0.2 a 0.3 °C por década y un decrecimiento en la precipitación mensual entre 2 y 3 mm por década entre los años de 1961 y 1990. Recientes proyecciones basadas en los cambios que, en relación con el período 1961-1990, habría en el 2070-2100 en los escenarios A2 y B2 del IPCC para las variables temperatura del aire y precipitación, indican que en el territorio colombiano y debido al cambio climático la temperatura aumentará entre 1 y 4 °C y se generará una variación significativa (entre el 15-30 %) en la precipitación para el período 2070-2090. Para tal efecto se utilizó el modelo PRECIS en resolución espacial de 25 x 25 kilómetros. A partir de estos datos y los resultados de la Primera y Segunda Comunicación Nacional, las zonas y sectores más sensibles al cambio climático en Colombia serán:

- Zonas costeras e insulares.
- Ecosistemas de alta montaña y disponibilidad del recurso hídrico.
- Salud.
- Sector transporte, energético y agropecuario.<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> IDEAM. Cambio climático. [En línea]. Colombia. [Citado 26-Noviembre2019]. Disponible en internet: <http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/cambio-climatico>

## **2.14 IMPACTOS AMBIENTALES EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN**

El sector de la construcción debe tener en cuenta que:

Necesitamos más de 2 toneladas de materias primas por cada m<sup>2</sup> de vivienda que construimos, la cantidad de energía asociada a la fabricación de los materiales que componen una vivienda puede ascender, aproximadamente, a un tercio del consumo energético de una familia durante un periodo de 50 años, la producción de residuos de construcción y demolición supera la tonelada anual por habitante.

El análisis del ciclo de vida de un edificio permite intuir con mayor facilidad las consecuencias ambientales que se derivan del impacto de la construcción, que, a grandes rasgos, pueden reducirse a lo siguiente:

- Los edificios resultantes del proceso constructivo, así como las infraestructuras necesarias para favorecer la accesibilidad, ocupan y transforman el medio en el que se disponen.
- La fabricación de materiales de construcción comporta el agotamiento de recursos no renovables a causa de la extracción ilimitada de materias primas y del consumo de recursos fósiles.
- Nuestro entorno natural se ve afectado por la emisión de contaminantes, así como por la deposición de residuos de todo tipo.
- La reducción del impacto ambiental de este sector se centra en tres aspectos: el control del consumo de recursos,
- La reducción de las emisiones contaminantes, y
- La minimización y la correcta gestión de los residuos que se generan a lo largo del proceso constructivo.

Sin embargo, para poder conseguir nuestro objetivo y contribuir al progreso sin dañar el planeta, será imprescindible:

- Contar con la colaboración del conjunto de agentes que intervienen en las diferentes etapas del ciclo de vida de una obra de construcción (desde la extracción de las materias primas, hasta la demolición de un edificio etc.). Si cada uno de ellos asume la responsabilidad que le corresponde, será posible aplicar estrategias para la prevención y la minimización del impacto ambiental.
- Considerar los residuos como un bien, es decir, aprovecharlos como materia prima mediante reciclaje o reutilización, e incorporarlos de nuevo en el proceso productivo, imitando en cierto modo a los ciclos naturales.

## **2.15 CONSUMO DE RECURSOS NATURALES**

Un recurso natural es aquel elemento o bien de la naturaleza que la sociedad, con su tecnología, es capaz de transformar para su propio beneficio. Por ejemplo, el grado de desarrollo que ha adquirido la sociedad actual ha sido capaz de transformar el petróleo (recurso natural) en una fuente de energía, en plástico, en asfalto, etc.

Los recursos se dividen en renovables y en no renovables. De modo que, cuando nos referimos a la energía que nos llega a través del sol, nos estamos refiriendo a un recurso renovable, que equivale a decir que “no se agota”, mientras que cuando nos referimos al petróleo o a otros combustibles fósiles nos estamos refiriendo a recursos no renovables, pues sus existencias son limitadas y su regeneración depende de un proceso natural que requiere millones de años.

En cualquier caso, debemos tener presente que el aprovechamiento de un determinado recurso natural no debe afectar al equilibrio ecológico que lo sostiene y que es responsable de su existencia. Por ejemplo, en el caso de la madera, será necesario compatibilizar las explotaciones forestales con la regeneración de las mismas mediante replantaciones que produzcan nueva materia prima al ritmo pertinente, pues, de otra manera, estaremos agotando un recurso renovable por definición.

### ¿Qué recursos necesitan las obras de construcción?

- Materias primas para fabricar los materiales y los productos necesarios para edificar.
- Agua para la fabricación y elaboración de los materiales durante la etapa de construcción.
- Energía para posibilitar la extracción de recursos, su posterior manufacturación y su distribución a pie de obra.

**2.15.1 Materiales.** De las 2 toneladas de material que necesitamos para edificar un m<sup>2</sup> de vivienda, más de la mitad son áridos (casualmente, los residuos de construcción y demolición están constituidos principalmente por material pétreo).

¿Cómo podemos contribuir desde nuestro puesto de trabajo?

- Realizar demoliciones atendiendo a criterios de desconstrucción.
- Aprovechar al máximo los materiales.
- Reutilizar los recortes de obra siempre que sea posible.
- Reciclar los materiales pétreos y reutilizarlos como subbases en obras de urbanización, como material drenante, etc.<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> CONSTRUMATICA. Impactos ambientales en el sector de la construcción. [En línea]. España. [Citado 26-Noviembre2019]. Disponible en internet: [https://www.construmatica.com/construpedia/Impactos\\_Ambientales\\_en\\_el\\_Sector\\_de\\_la\\_Construcci%C3%B3n](https://www.construmatica.com/construpedia/Impactos_Ambientales_en_el_Sector_de_la_Construcci%C3%B3n)

## **2.16 ANÁLISIS ENERGÉTICO BIM, UN FLUJO DE TRABAJO MEJORADO, INTERACTIVO Y COMPARTIDO.**

Estas herramientas nos permiten estudiar varias propuestas de diseño, simulando análisis energéticos y térmicos que nos ayudan a tomar mejores decisiones en cuanto a la eficiencia energética y rendimiento del proyecto. Las herramientas BIM permiten llevar a cabo análisis energéticos de manera autónoma, pero también nos ofrecen la posibilidad de exportar la información contenida en nuestro modelo a otras herramientas externas específicas para este fin.

El objetivo final de estos análisis energéticos es mejorar el rendimiento global del edificio durante su vida útil, reduciendo el gasto energético y mejorando el confort térmico, acústico y visual de los ocupantes. Para que estos estudios preliminares de las diferentes estrategias de mejora sean de uso generalizado en el proceso de diseño han de ser compatibles con los métodos de trabajo habitual utilizados por los diseñadores.

En este aspecto las herramientas BIM permiten una mejora en la interoperabilidad con los programas específicos de análisis energético, proporcionando herramientas donde el proceso de diseño y análisis puede integrarse para ayudar a tomar decisiones de mejora energética.

Podemos concluir que desde la aparición de herramientas que permiten realizar directamente estos análisis energéticos con el modelo BIM su generación es más sencilla, menos costosa y por lo tanto más extendida.

## **2.17 FASES DEL ANALISIS ENERGETICO**

El análisis energético de un edificio pasa por diferentes fases en relación al estado del proyecto. Podemos llevar a cabo diferentes tipos de análisis, siendo aquellos que llevamos a cabo en etapas iniciales los que más impacto pueden tener en el rendimiento de nuestro diseño.

En etapas iniciales de diseño conceptual los análisis energéticos deben enfocarse en aspectos globales de diseño, como volumen general, orientación y estrategias pasivas. En esta etapa podemos llevar a cabo análisis de sombreado general donde solo necesitaremos la definición general de masas y forma del edificio (LOD 0/100), teniendo en cuenta también la definición del entorno que pueda arrojar sombras sobre el proyecto a estudio.

A continuación, cuando el diseño pasa a una etapa esquemática se pueden estudiar estrategias de sombreado específicas, incidencia solar y diferentes opciones de diseño de la envolvente en su conjunto. Para este tipo de análisis debemos tener un modelo (LOD 200) donde huecos, espacios interiores, elementos de protección solar, suelos, muros y dimensiones ya están definidos.

Por último, durante el estado de desarrollo del proyecto nos podemos enfocar en estudios de incidencia de luz natural; consumo energético; rendimiento y análisis térmico; y definición de los sistemas de sombreado. Con estos análisis debemos añadir información a nuestro modelo (LOD 300), como propiedades térmicas de los materiales y el modelado de particiones interiores.

Conforme avanzamos en el desarrollo del proyecto la incidencia sobre el rendimiento del edificio de las decisiones de diseño que hagamos será menor. Cuando un proyecto ya está en etapa de documentación constructiva los análisis energéticos han de pasar a un segundo plano, ya que generan una sobrecarga de trabajo que no se ve recompensada. Es por ello que debemos focalizar nuestros esfuerzos de análisis energéticos en las primeras etapas de diseño conceptual, esquemático y de desarrollo del proyecto.<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> EADIC. Análisis energético BIM, un flujo de trabajo mejorado, interactivo y compartido. [En línea]. Madrid. [Citado 26-Noviembre2019]. Disponible en internet: <https://www.eadic.com/analisis-energetico-bim-un-flujo-de-trabajo-mejorado-interactivo-y-compartido/>

### 3. MARCO HISTÓRICO.

#### 3.1 ORIGEN DEL BIM

Hay varios puntos de vista acerca del origen de este concepto. La empresa pionera en la aplicación del concepto BIM fue Graphisoft,[cita requerida] de Hungría, que lo implementó con el nombre Virtual Building (Edificio Virtual) desde 1984 en su programa ArchiCAD, reconocido como el primer software de CAD para computadora personal capaz de crear tanto dibujos en 2D como 3D;5 Autodesk comenzó utilizar el concepto BIM desde 2002 cuando compró la compañía texana Revit Technology Corporation por 133 millones de dólares,1 mientras que otros postulan que fue el profesor Charles M. Eastman, del Georgia Tech Institute of Technology, el primero en difundir el concepto de modelo de información de edificación, como un sinónimo de BIM, a inicios de los setenta en numerosos libros y artículos académicos.6 Sin embargo, parece haber un consenso generalizado acerca de que Jerry Laiserin fue quien lo popularizó como un término común para la representación digital de procesos de construcción, con el objetivo de intercambiar e interoperacionalizar información en formato digital. Esta capacidad hoy es ofrecida por diferentes proveedores tecnológicos como: Bocad, Tekla, Nemetschek, Sigma Design, Autodesk, StruCad de AceCad Software, Bentley Systems, AVEVA Solutions, Graphisoft, ACCA software, sds/2 por Design Data (líder en ingeniería de detalle), CADDetails, Dlubal Software, entre otros. Por otra parte, el concepto de BIM, en el área de la arquitectura y la construcción, presenta varias opciones en cuanto a plataformas y software para su implementación. En 1978 se presentó la primera versión de SigmaGraphics, desarrollado por Sigma Design International, de Alexandria, Louisiana, el cual posteriormente se denominó ARRIS CAD en el año de 1984: un entorno completamente dedicado a la arquitectura y la construcción. Este software originalmente fue desarrollado para entornos multitarea tales como UNIX/XENIX y actualmente trabaja bajo sistemas operativos de Windows.

## 4. MARCO LEGAL

### 4.1 NORMAS ISO 19650 BUILDING INFORMATION MODELLING

La norma ISO 19650 es una norma internacional de gestión de la información a lo largo de todo el ciclo de vida de un activo construido utilizando el modelado de información para la edificación (BIM o Building Information Modelling). Contiene todos los mismos principios y requisitos de alto nivel que BIM Nivel 2 y está estrechamente alineado con los estándares británicos actuales 1192. En el primer trimestre de 2019 se han publicado las dos primeras normas internacionales de la serie ISO 19650:

**BS EN ISO 19650-1:** Organización y digitalización de la información relativa a trabajos de edificación y de ingeniería civil, incluyendo BIM. Parte 1: Conceptos y principios (Concepts and Principles)

**BS EN ISO 19650-2:** Organización y digitalización de la información relativa a trabajos de edificación y de ingeniería civil, incluyendo BIM. Parte 2: Fase de producción de los activos (Delivery phase of the assets)

Estas dos normas se basan en las normas británicas desarrolladas por BSI de gestión de la información mediante el modelado de información para la edificación, es decir, BS 1192:2007 + A2:2016 y PAS 1192-2:2013. Los principios se mantienen según estos estándares y los cambios en la terminología se conservan a través de los Prólogos y el Anexo de los Archivos Nacionales del Reino Unido

Los objetivos de este Subcomité son, principalmente, la normalización del BIM para permitir el intercambio de información de todo tipo, a lo largo de toda la vida del proyecto, y entre todas las entidades que participan en el proceso.

## **5. DESARROLLO DEL PROYECTO**

### **5.1 FLUJO DE TRABAJO DEL DELINEANTE**

El delineante de arquitectura le beneficia contar con herramientas BIM en el proceso de desarrollo de proyectos de construcción, la implementación de una metodología BIM alimenta sus conocimientos y las capacidades de aprendizaje. Se puede garantizar un desarrollo del trabajo con información suficiente y de calidad que permite obtener buenos resultados.

Tener un flujo de trabajo definido nos permitirá tener un orden de las actividades que se van a realizar, en este caso una metodología o protocolo que nos guie en los procesos de desarrollo de un modelo de análisis de rendimiento energético. Tener un paso a paso de cómo desarrollar un proyecto ayuda a reducir tiempos de diseño, agilizar y organizar mejor los trabajos.

### **5.2 LOS ROLES DEL DELINEANTE**

El delineante de arquitectura desde sus inicios trabajaba con materiales de dibujo para representar los planos técnicos con ayuda de sus instrumentos de medición como la regla escuadra y escala. Esta forma de trabajo del delineante con el tiempo fue remplazada por el AutoCAD y ahora es evidente que se utiliza muy poco la técnica del dibujo a mano para la realización de proyectos de construcción debido a las ventajas de ahorro de tiempo.

Actualmente podríamos decir que el AutoCAD al ser un programa que permite realizar planos en 2D y generar modelos 3D no es lo suficientemente eficiente en estos tiempos ya que han surgido nuevos programas que trabajan con una mejor eficiencia, de modo que si se adoptó el AutoCAD por ser una ayuda de trabajo eficiente en los tiempos en que se dibujaba manualmente los trabajos, el BIM por ser mucho más completo remplazaría al AutoCAD.

El delineante en la actualidad necesita cambiar su metodología de trabajo, la metodología BIM aborda varias disciplinas integradas en un solo modelo facilitando la información de todo el proyecto, si se trabaja utilizando esta metodología se puede garantizar un buen resultado y un diseño completo, tener conocimiento de esta técnica de trabajo optimiza el tiempo de desarrollo de diseño y nos genera de forma automática los cambios e identifica los riesgos que se pueden encontrar a la hora de ejecutar el proyecto, dentro del rol del trabajo del delineante esta metodología puede ser integrada para mejorar su flujo de trabajo.

### 5.3 DIAGNOSTICO

<b>DIFICULTADES</b>	<b>OPURTUNIDADES</b>	<b>FORTALEZAS</b>	<b>AMENAZAS</b>
Bajo nivel de manejo y uso de herramientas BIM	Ampliar conocimientos e implementar herramientas BIM que faciliten el flujo de trabajo.	Disposición de cambio para implementar nuevas metodologías	Si no se actualiza se pueden perder oportunidades de trabajo
No se cuenta con equipos con una capacidad suficiente para trabajar los proyectos con programas BIM	Se ahorra tiempo y se genera un trabajo con un diseño completo en información	La comunicación la información y la practica permiten el desarrollo de trabajos con información suficiente para un mejor desempeño del proyecto.	Se pierden oportunidades y se genera falta de conocimiento que puede afectar oportunidades laborales si no se cambia a una metodología más actualizada.
Poco conocimiento de metodologías de trabajo BIM	Genera nuevas oportunidades laborales y permite un cambio en los resultados de los proyectos.	El trabajo colaborativo que emplean los programas BIM permite realizar proyectos con una mejor complejidad,	Si no se tiene en cuenta, una metodología con mejor desempeño y rendimiento puede existir el riesgo de desaparecer la profesión del delineante.

## 6. EJERCICIO PRÁCTICO

### 6.1 PROTOCOLO

#### 6.1.1 Que se necesita saber para realizar un diseño de análisis energético en revit.

De acuerdo a lo aprendido durante el procedimiento del modelado realizado con revit 2019 análisis de rendimiento energético se inicia con lo siguiente:

- Tener conocimientos de metodologías y términos del BIM
- Tener acceso a internet
- Tener conocimientos de revit
- Contar con un buen equipo
- Contar con los planos e información del proyecto

#### 6.1.2 Cómo se trabajó el diseño de análisis de rendimiento

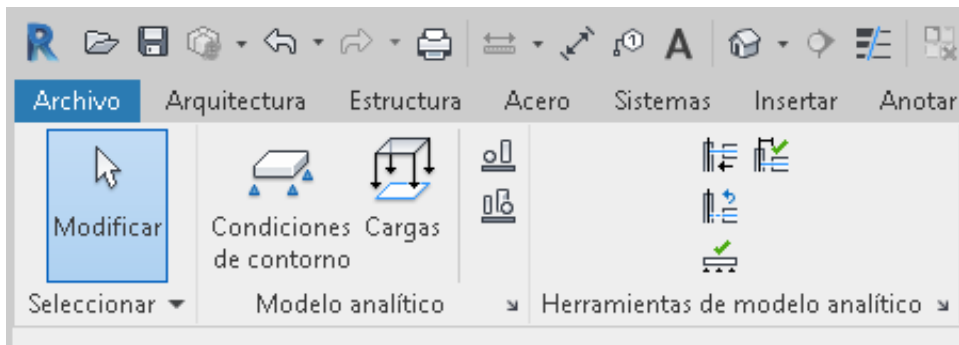
- Se inició con el dibujo de los planos del proyecto en Revit
- Se levantó el modelo en 3D con las medidas establecidas en el proyecto
- Se agregaron familias como ventanas puertas muros y cubierta
- Se le colocó el material correspondiente a cada elemento de construcción del modelo
- Se inició con el análisis de rendimiento energético

Para conocer un poco a acerca del contenido y uso de la cinta de rendimiento de revit, se muestra a continuación como utilizar esta herramienta.

#### 6.1.3 La cinta de análisis de rendimiento de revit. Como utilizar la cinta de rendimiento de Análisis dentro de revit.

Esta designada específicamente con las herramientas que vas a necesitar para generar distintos tipos de análisis a lo largo del proyecto y en distintas fases.

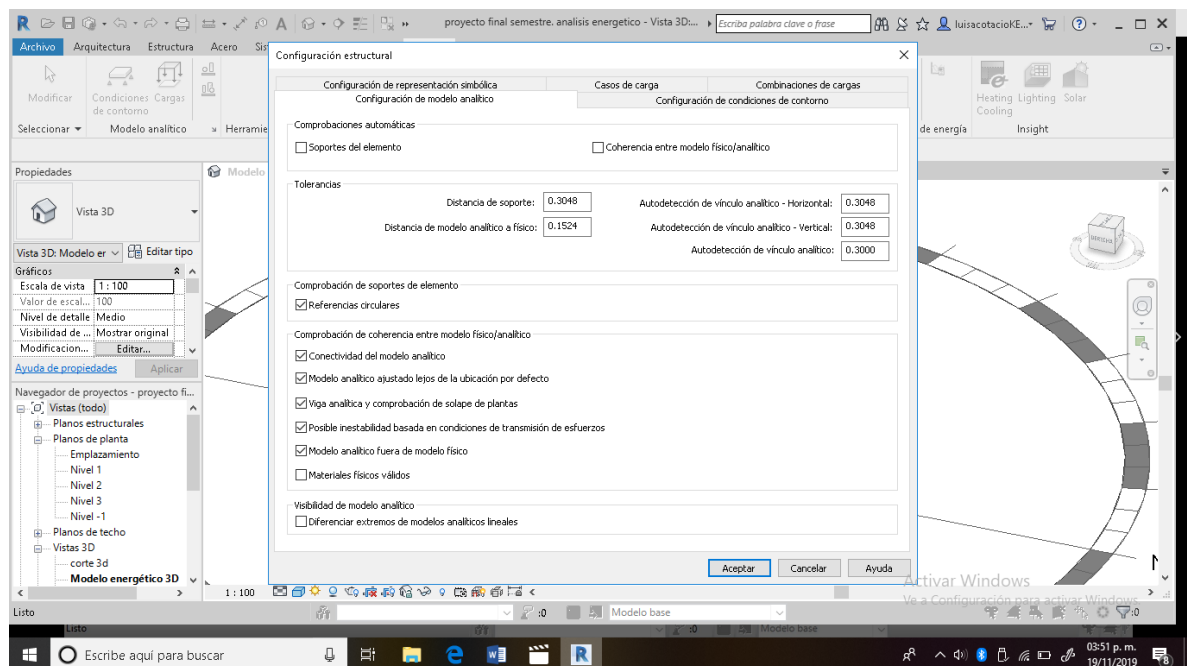
- Desde aquí vamos a tener varias partes importantes la primera que es modelo analítico y herramientas de modelo analítico:



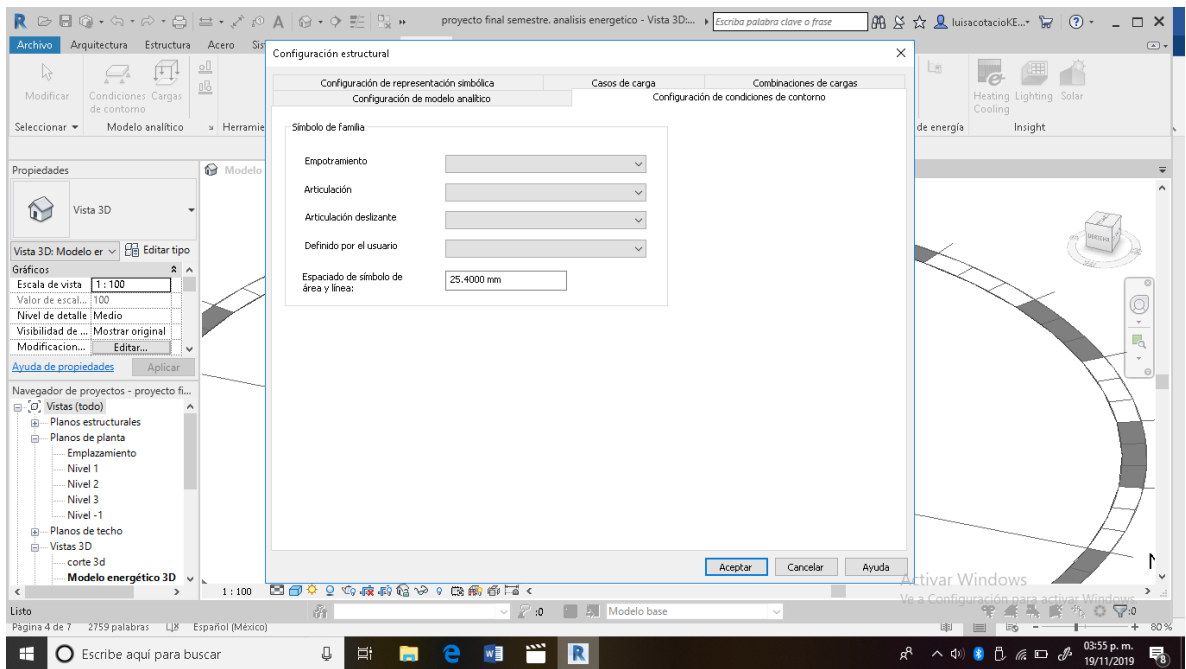
Está designada específicamente para el cálculo estructural, desde aquí vas a poder generar una representación simplificada de toda la estructura, ver sus propiedades y el tipo de carga que va a tener.

- Primero vamos a tener la **configuración general** del modelo analítico.

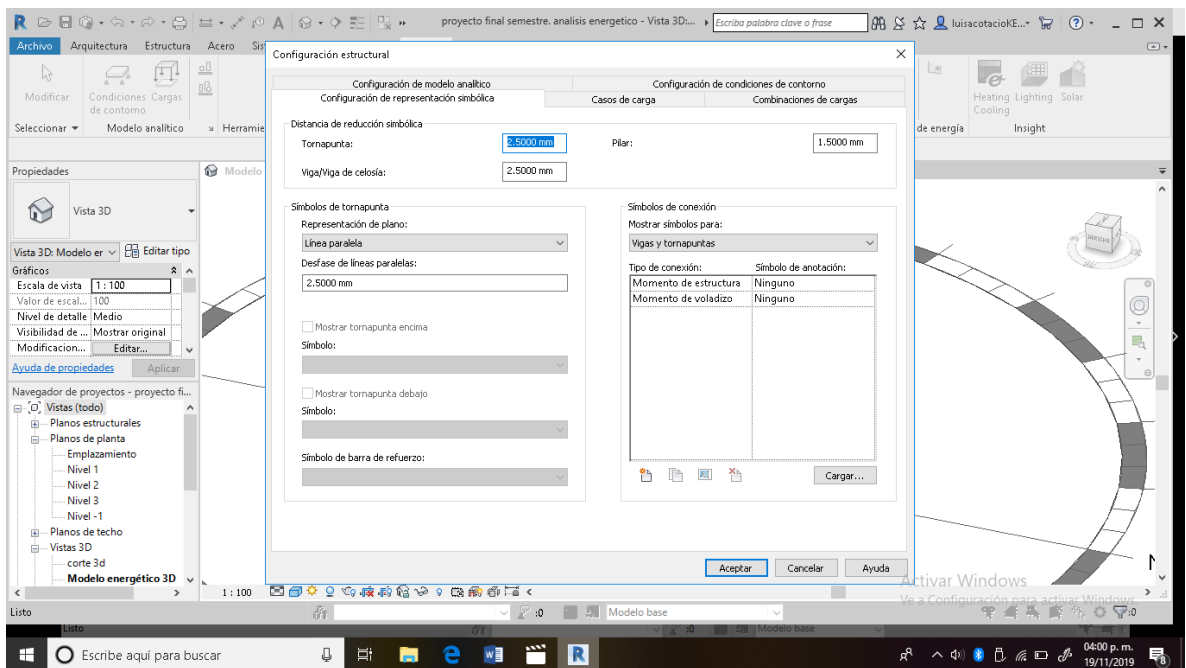
Desde aquí vas a poder pedir que compruebe los soportes la conectividad el tipo de vigas y además le vas a indicar diversas tolerancias.



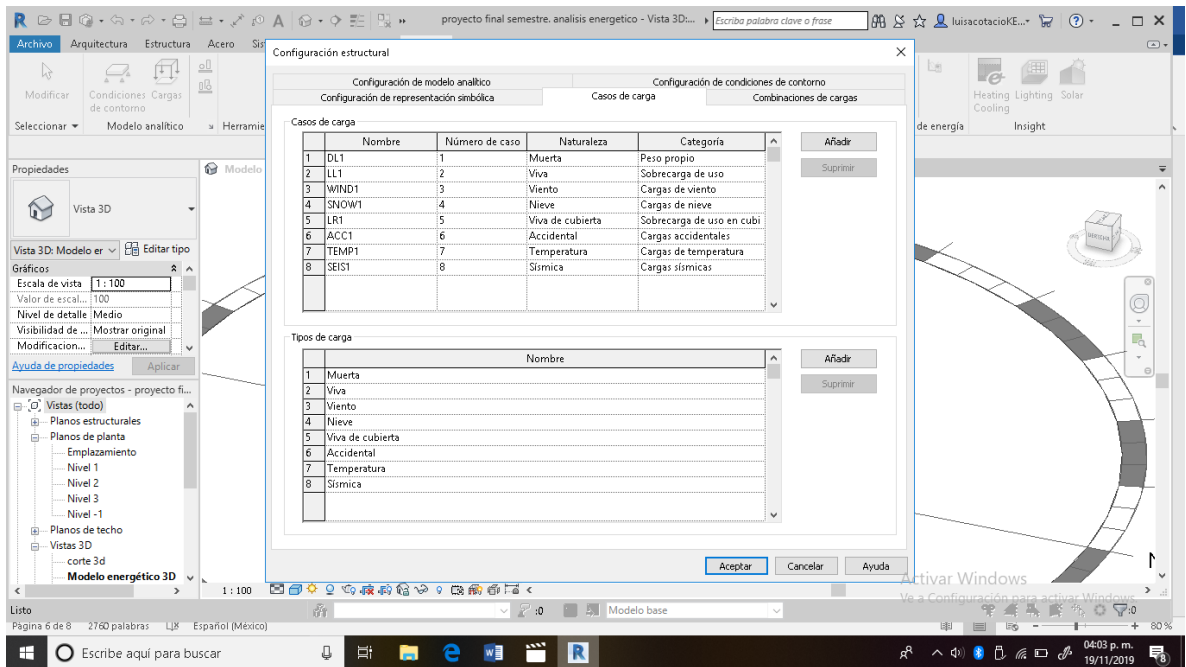
- Después vamos a tener la configuración de condiciones de contorno.



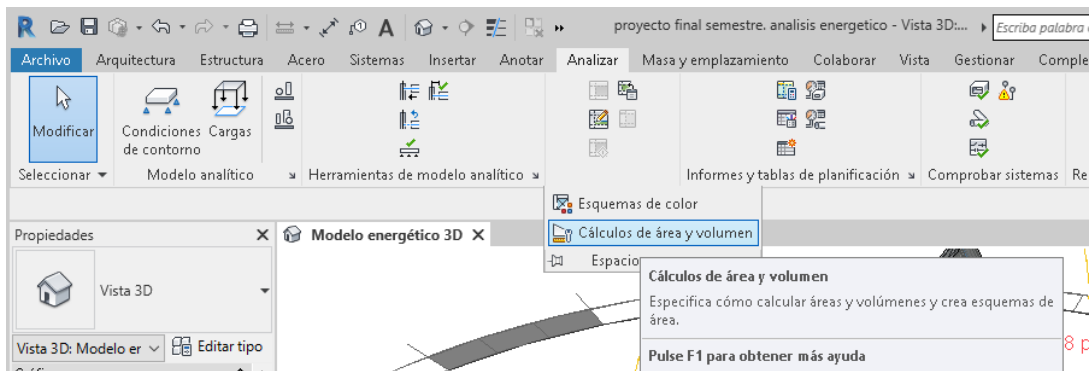
- Primero tenemos el empotramiento, las articulaciones, deslizantes y alguna otra que podamos definir. También tenemos representaciones simbólicas de tornapunta vigas y vigas en celosía, desde aquí vamos a poder indicar si existen momentos en la estructura o en los voladizos y el símbolo con el que se van a notar.



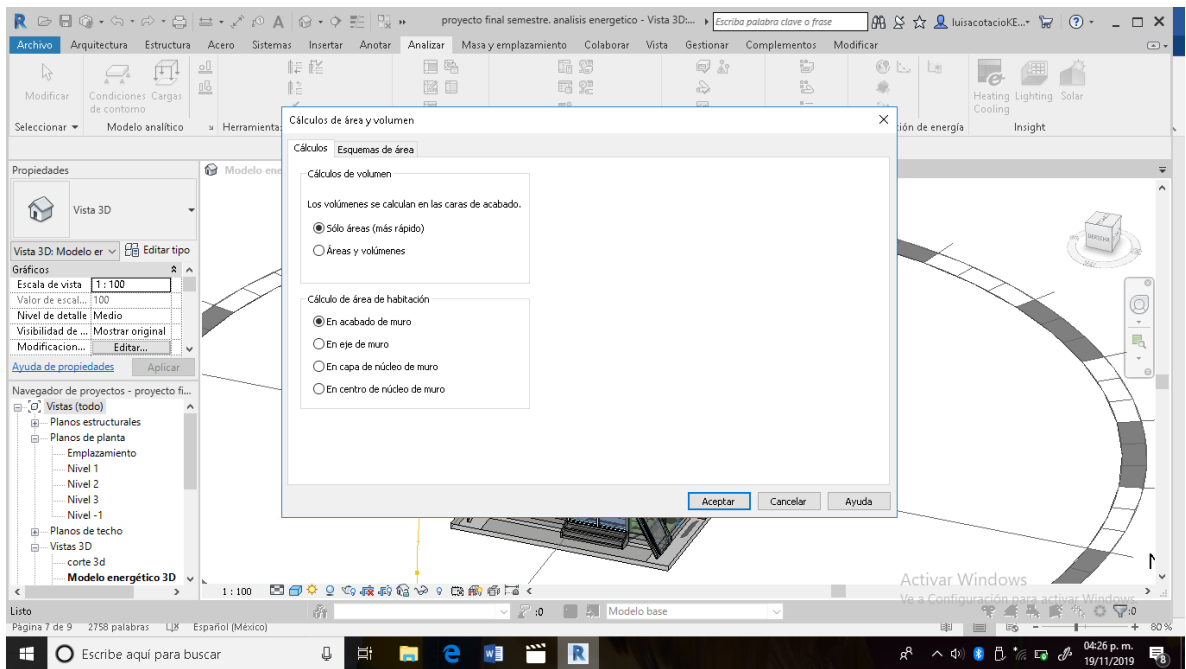
- Luego tenemos una parte muy importante que son los casos de carga, desde aquí en listamos los elementos y le indicamos el tipo de peso carga que van a tener, un peso muerto que es su propio peso, un peso vivo sobrecarga de uso, el peso del viento de la nieve una sobrecarga en una cubierta, cargas accidentales cargas de temperatura o cargas sísmicas y finalmente podremos hacer diversas combinaciones de cargas según sean necesarias.



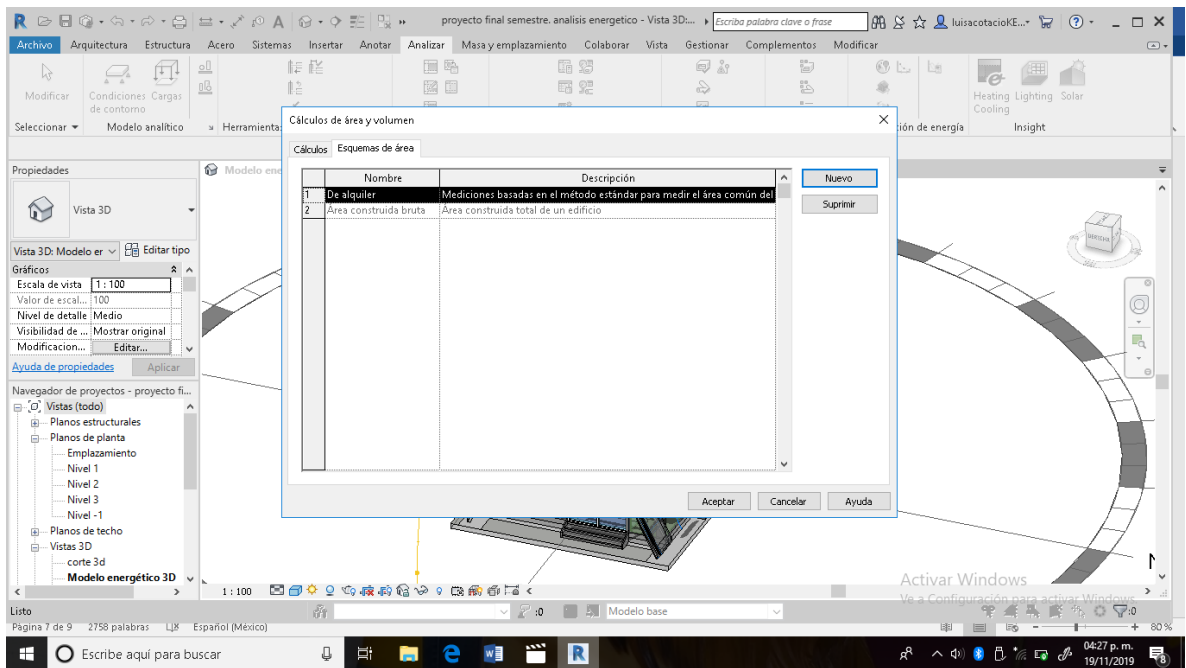
- Posteriormente vamos a tener el análisis de espacios y zonas, vamos en particular a cálculo de área y volumen



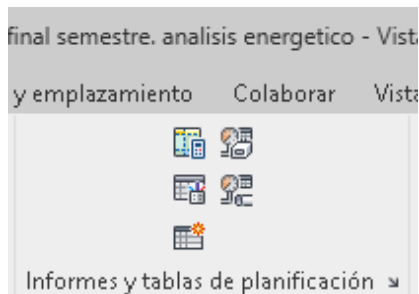
Podemos indicarle que de manera rápida calcule sólo las áreas, o podemos indicarle que calcule las áreas y los volúmenes también podemos pedirle el cálculo del área de una habitación que lo haga desde el acabado del muro, desde el eje del muro, desde la capa del núcleo del muro o desde el centro del núcleo del muro.



Finalmente podemos designar distintos esquemas para las áreas.

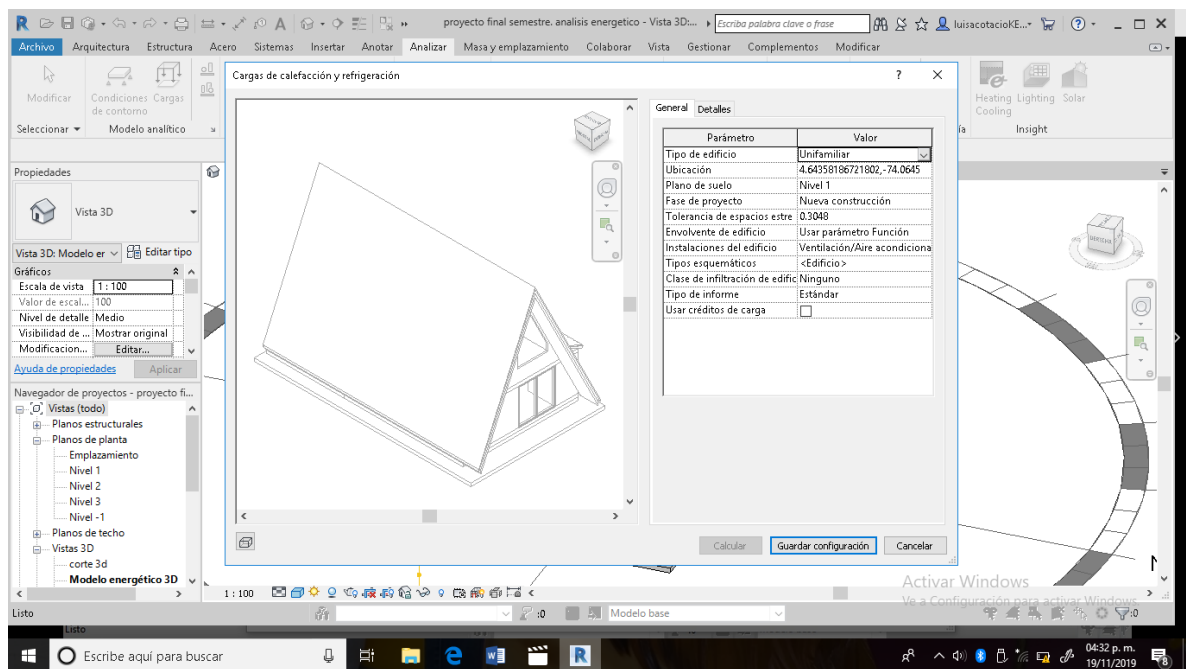


- Desde aquí vamos a controlar todo lo referente a sistemas de refrigeración y calefacción vamos a dar click en refrigeración y calefacción

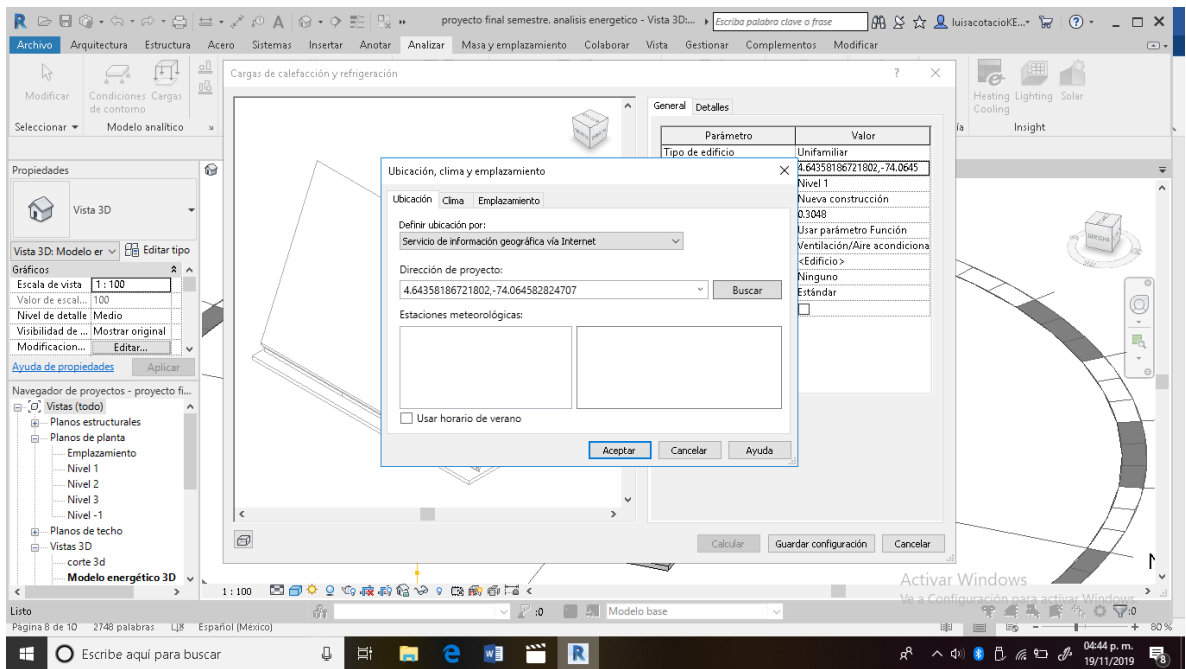


Nos indica que tenemos que trabajar en área y volumen y no únicamente en área, esto es normal vamos a pedirle que lo cambié a áreas y volúmenes y nos aparecerá la vista previa, desde aquí vamos a detallar especificaciones generales para que se pueda generar el cálculo.

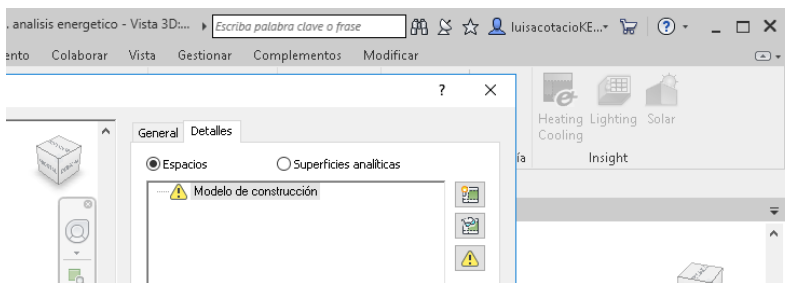
El tipo de edificio por ejemplo si es un museo, una oficina, un restaurante, una residencia, un juzgado o cualquier otro tipo de construcción.



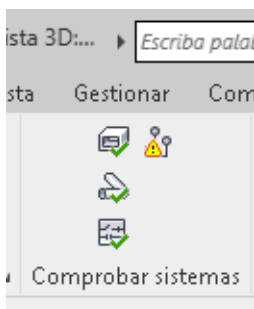
- Vamos a darle una ubicación y para esto vamos a abrir la tabla de ubicación clima y emplazamiento, desde aquí vamos a poder buscar la ciudad o integrar las coordenadas necesarias, vamos a encontrar diversas ubicaciones climáticas desde las cuales va a estar tomando información, nos va a dar información del clima e información del emplazamiento.



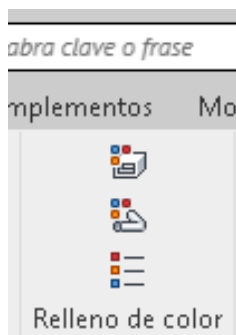
- Desde detalles vamos a poder hacer otras modificaciones referentes al cálculo de H back, ver qué espacios tenemos o superficies analíticas con las que contamos.



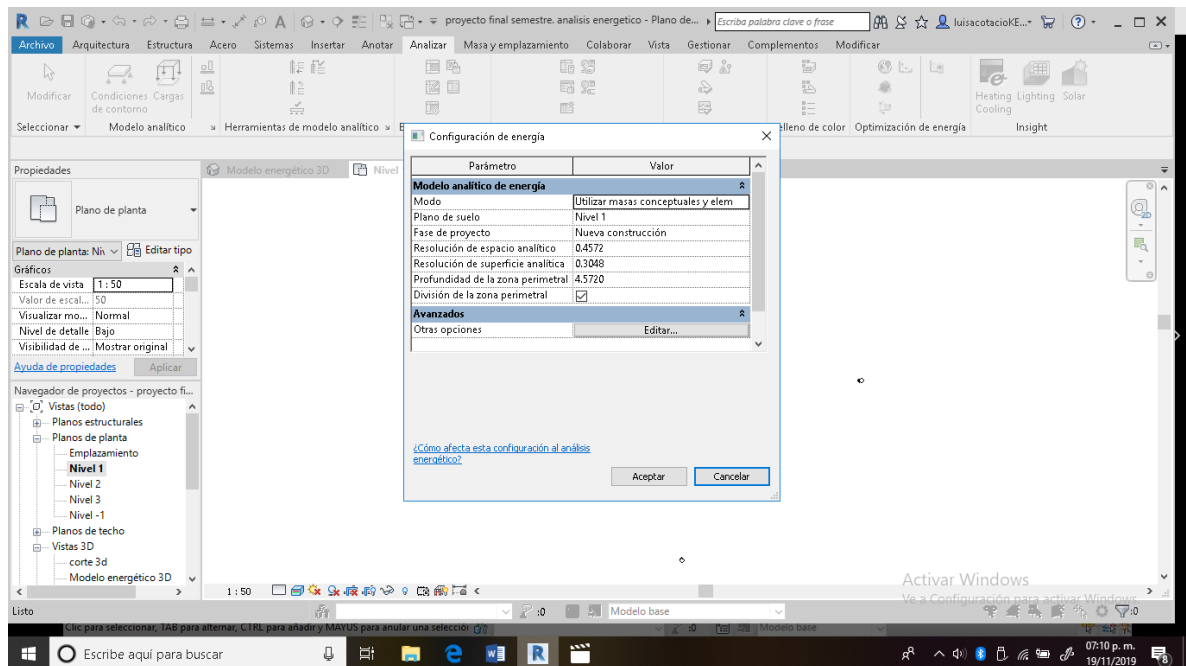
- A partir de Aquí vamos a poder configurar todos los sistemas y conexiones que existan en las tuberías en los conductos en los circuitos.



Esta parte nos va a permitir generar rellenos, pero va a funcionar únicamente cuando estemos en una vista de planta.

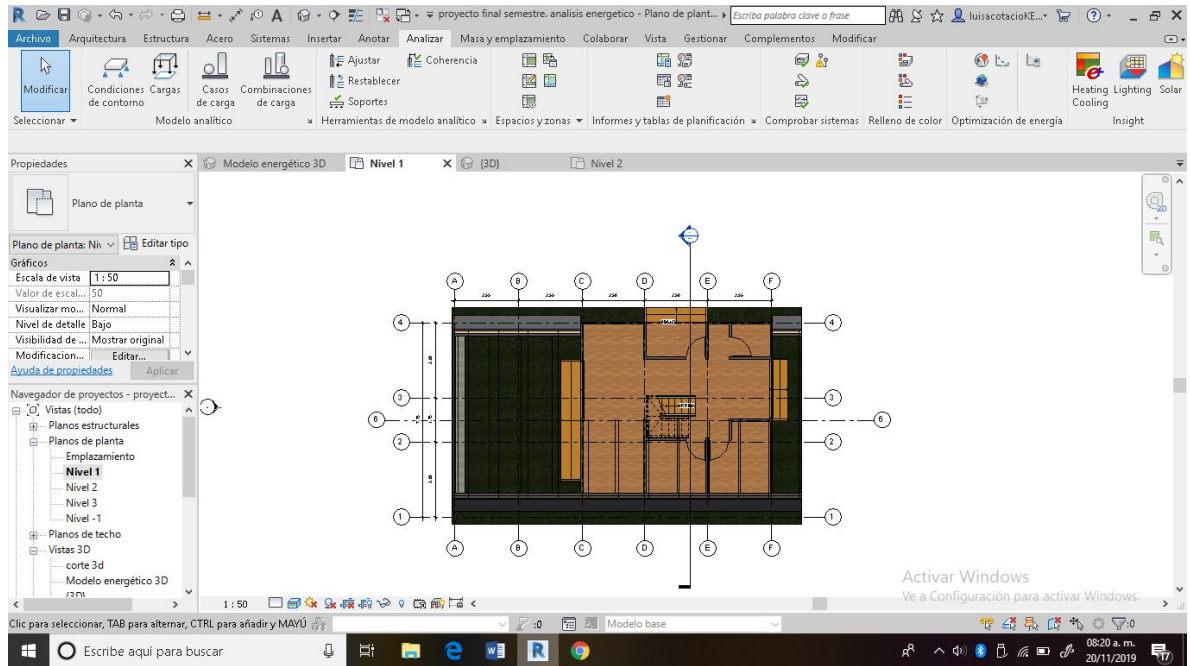


- Desde aquí vamos a poder hacer una configuración de energía, vamos a tener la configuración de energía con todos los parámetros y valores necesarios para lograr generar el análisis, tipo de edificio, ubicación, plano de suelo en el que nos encontramos, las habitaciones la complejidad, la fase en la que se encuentra el proyecto, las distintas resoluciones para el espacio y el modelo energético.

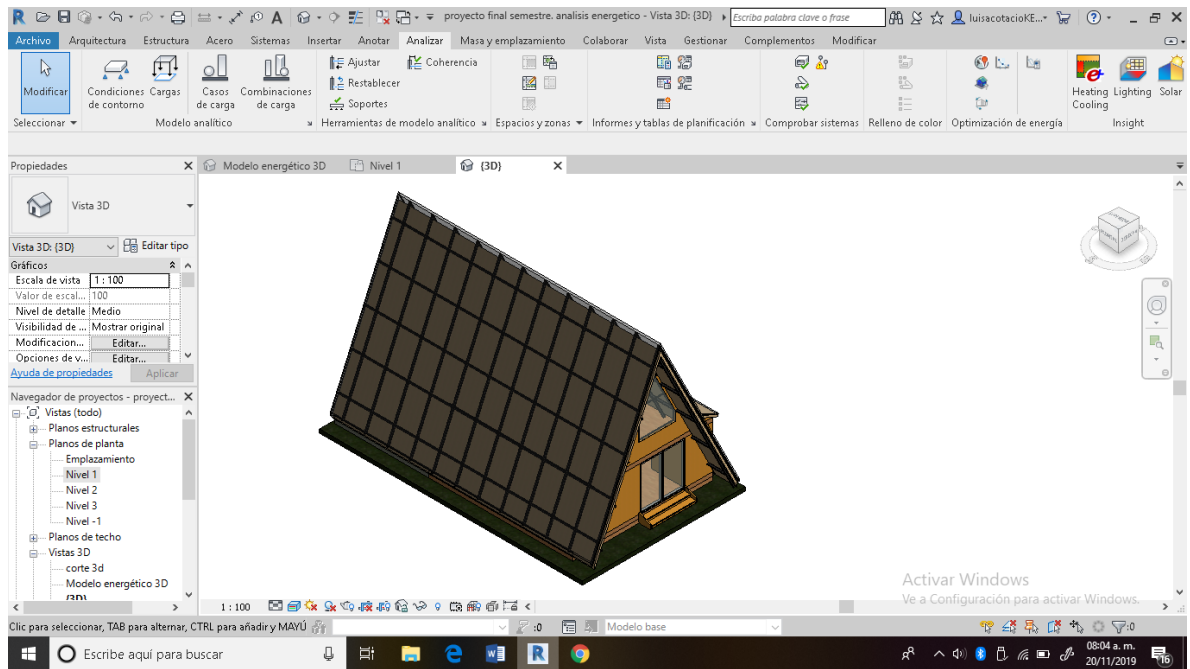


- finalmente vamos a tener algo de información referente a las instalaciones desde aquí vamos a poder convertir Este modelo en un modelo energético y listo para el análisis.

**6.1.4 Generar el análisis energético.** Se crea un modelo arquitectónico en revit 2019 y a partir de él se hace un análisis energético, los planos fueron tomados de la página de Archdaily.<sup>13</sup>



<sup>13</sup> DEJTIAR, Fabian. Vivienda rural sostenible y productiva en Colombia, por espacio Colectivo Arquitectos + Estación Espacial Arquitectos. [En línea]. Colombia. [Citado 13-Noviembre-2019]. Disponible en internet: <https://www.archdaily.co/co/913305/vivienda-rural-sostenible-y-productiva-en-colombia-por-espacio-colectivo-arquitectos-plus-estacion-espacial-arquitectos>

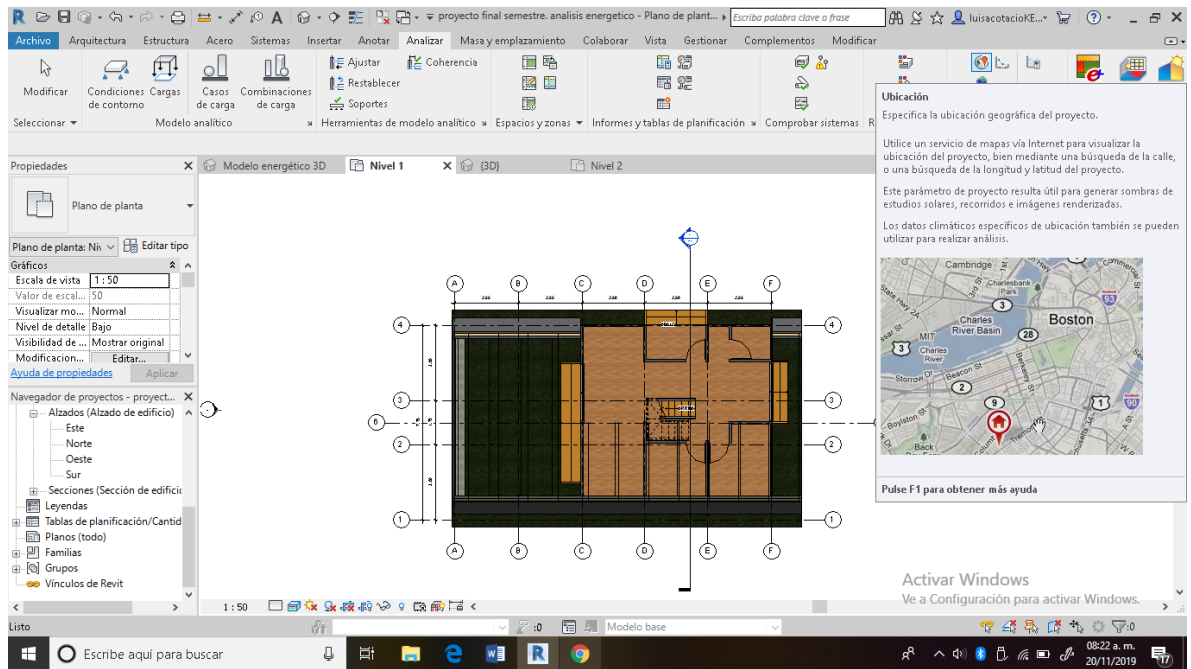


Antes de iniciar el análisis, realice las siguientes acciones:

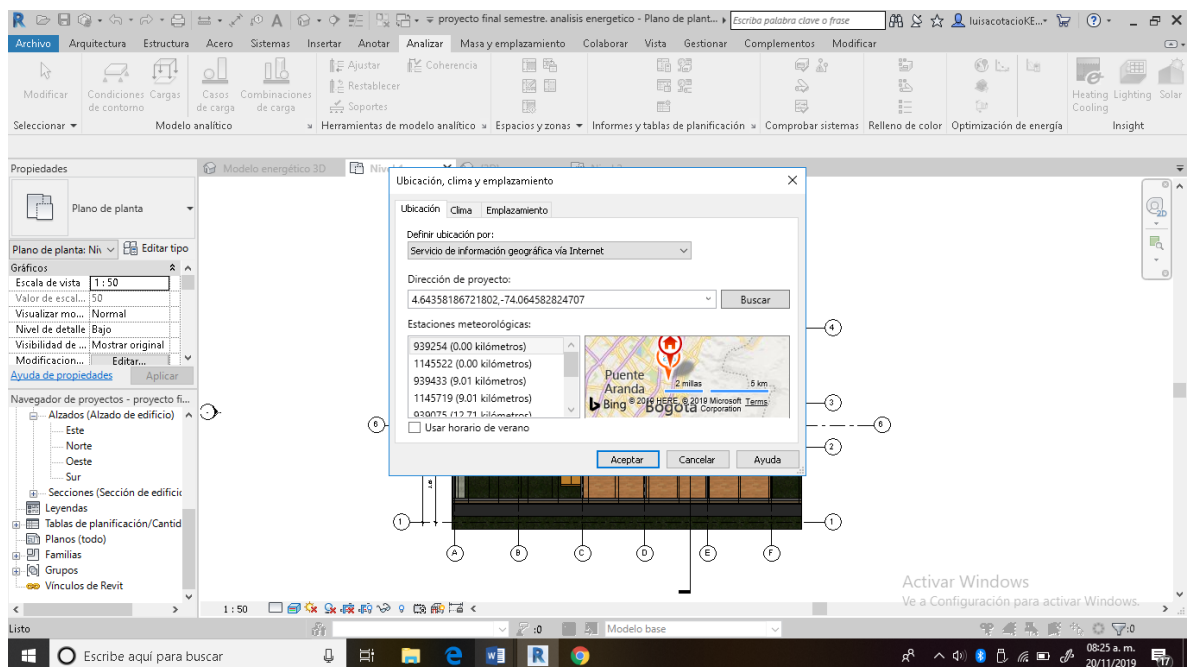
### **Especificar la ubicación**

Antes de efectuar optimización de energía del modelo de construcción, especifique su ubicación geográfica y seleccione una estación meteorológica cercana.

1. Haga clic en la ficha Analizar ➤ grupo Optimización de energía ➤  (Ubicación).



2. En el cuadro de diálogo, indique la dirección completa del proyecto o bien la población más próxima. Si hay más de una población potencial, selecciónela en la lista.



Las estaciones meteorológicas disponibles se muestran en el mapa y en la lista de la izquierda. En general, se elige la estación meteorológica más próxima a su ubicación. En este caso la ubicación del proyecto es en el sur de Bogotá

**Nota:** Para ver las estaciones meteorológicas en el mapa y en la lista, se debe haber iniciado sesión en la cuenta de Autodesk con Suscripción.

**6.1.5 Crear el modelo energético.** Una de las claves para una optimización de energía rápida y satisfactoria es la creación automática de un modelo energético completo y preciso directamente desde un modelo arquitectónico.

Este enfoque significa que no se requiere la creación de modelos especiales para el análisis. Funciona con una serie de estilos de modelado y niveles de detalle.

Para aprovechar las ventajas de este enfoque, es necesario comprender el rango de estilos de modelado y prácticas admitidas, el modo en que Revit convierte los elementos del modelo arquitectónico en elementos del modelo energético y qué hace que la geometría del modelo energético sea precisa y fiable.

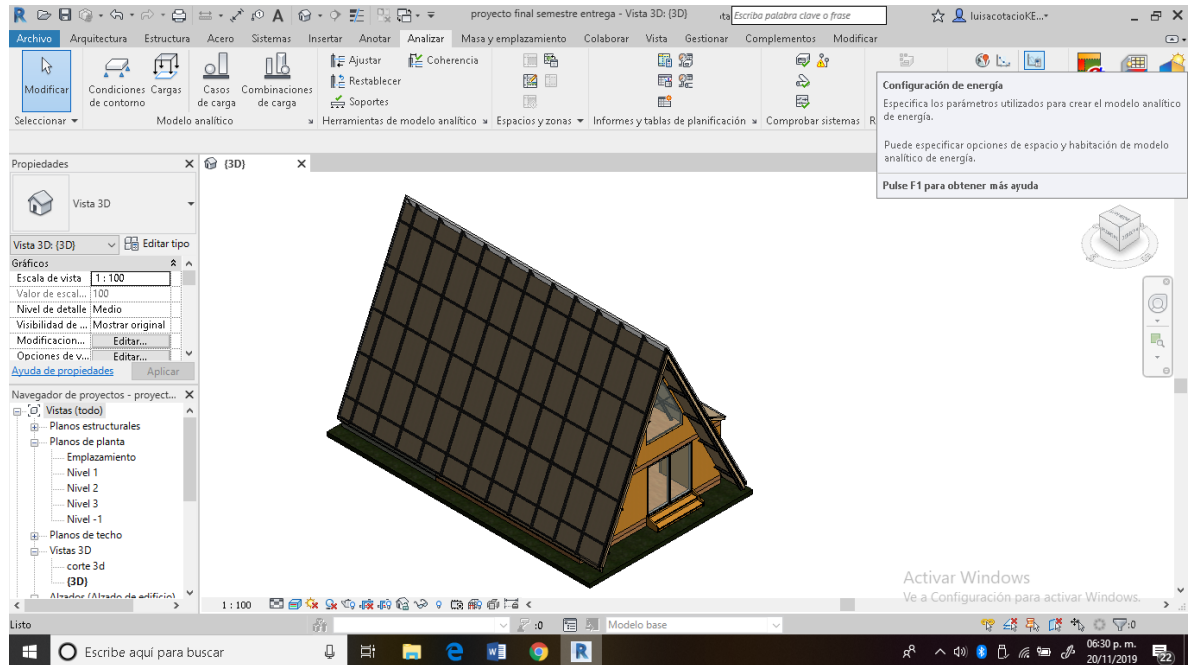
Aunque las prácticas de modelado arquitectónico varían en gran medida, Revit ofrece tres enfoques para generar automáticamente un modelo energético a partir de un modelo arquitectónico.

- **Masa.** Este método es el más sencillo y una de las formas más eficaces de utilizar Revit para optimizar el consumo de energía en un diseño de construcción. Se recomienda en las primeras fases del proceso de diseño o cuando se empieza. Sin embargo, este método no está limitado al diseño conceptual. También puede constituir un método eficaz para diseños detallados y edificios existentes cuando el tiempo es limitado.
- **Diseño combinado.** Idealmente, Energy Optimization for Revit debe utilizarse en fases tempranas y con frecuencia: desde las fases iniciales del diseño hasta el desarrollo de diseños esquemático, en que se toman decisiones sobre el diseño y la colocación de ventanas, muros cortina, sombreados y espacios. Durante este proceso, se dirige continuamente hacia un mejor rendimiento energético. Este método puede utilizar una combinación de elementos de masa y elementos arquitectónicos detallados. Se reconoce la amplia naturaleza del modelado arquitectónico real en Revit, y permite valorar cómo funciona la creación automática de modelos energéticos.
- **Modelo arquitectónico detallado.** Si lo desea, puede abrir Energy Optimization for Revit con un modelo arquitectónico detallado. Con este método, siga unos sencillos pasos para asegurarse de que el modelo energético sea lo más completo y preciso posible. Dado que la mayoría de los modelos detallados evolucionan con el tiempo, puede resultar útil conocer muchos de los conceptos en el enfoque de diseño combinado.

**6.1.6 Configuración de energía.** Tras efectuar un análisis energético inicial, puede utilizar el cuadro de diálogo Opciones avanzadas de Configuración de energía para especificar parámetros que afecten al consumo energético del modelo de construcción.

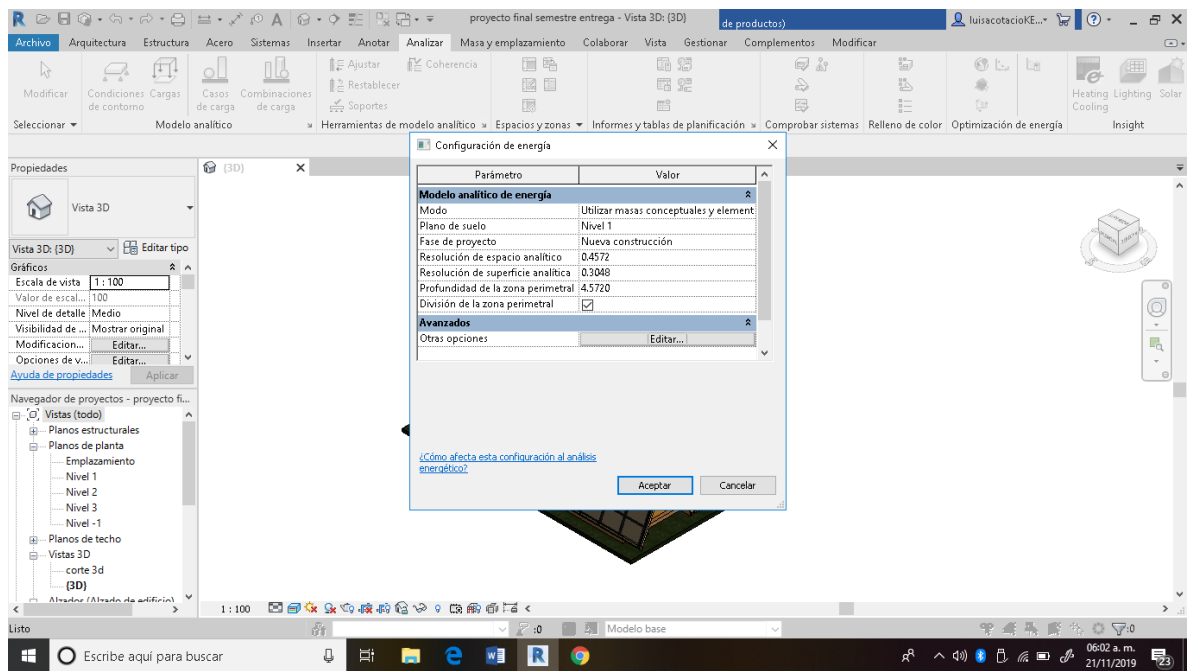
Para abrir el cuadro de diálogo Opciones avanzadas de Configuración de energía

1. Haga clic en la ficha Analizar ► grupo Optimización de energía ►  (Configuración de energía).



2. En el cuadro de diálogo Configuración de energía, en Otras opciones, haga clic en Editar.

Se muestra el cuadro de diálogo Opciones avanzadas de Configuración de energía.



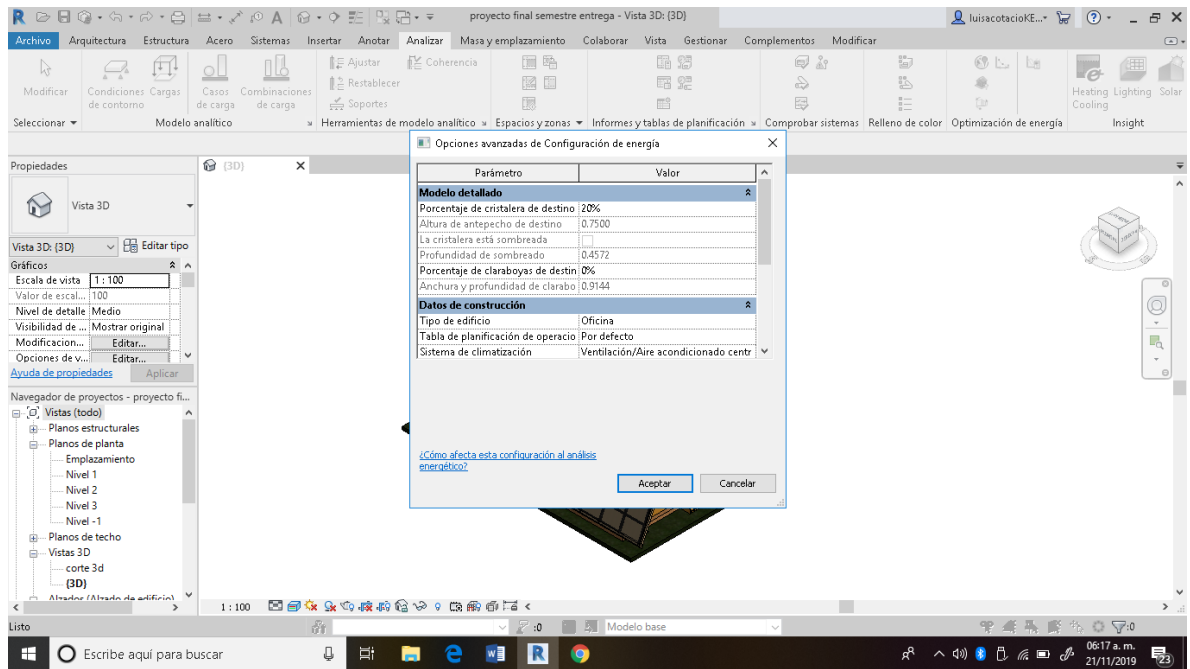
**Modelo detallado** Algunas opciones de configuración del cuadro de diálogo hacen referencia únicamente al modo heredado Utilizar masas conceptuales. Estas opciones de configuración no están disponibles al utilizar el modo por defecto, Utilizar masas conceptuales y elementos de edificación.

El modelo de ejemplo se configura a elementos de edificación.

**Porcentaje de cristalería de destino.** Este parámetro solo se aplica a las masas conceptuales con suelos de masa. Especifica el porcentaje de muros exteriores que deben ser huecos con cristal (ventanas). Es decir, representa la proporción muros-ventanas (WWR).

El valor por defecto es 0. Para muros cortina, el valor máximo es de 95%, que tiene en cuenta el área de armazón.

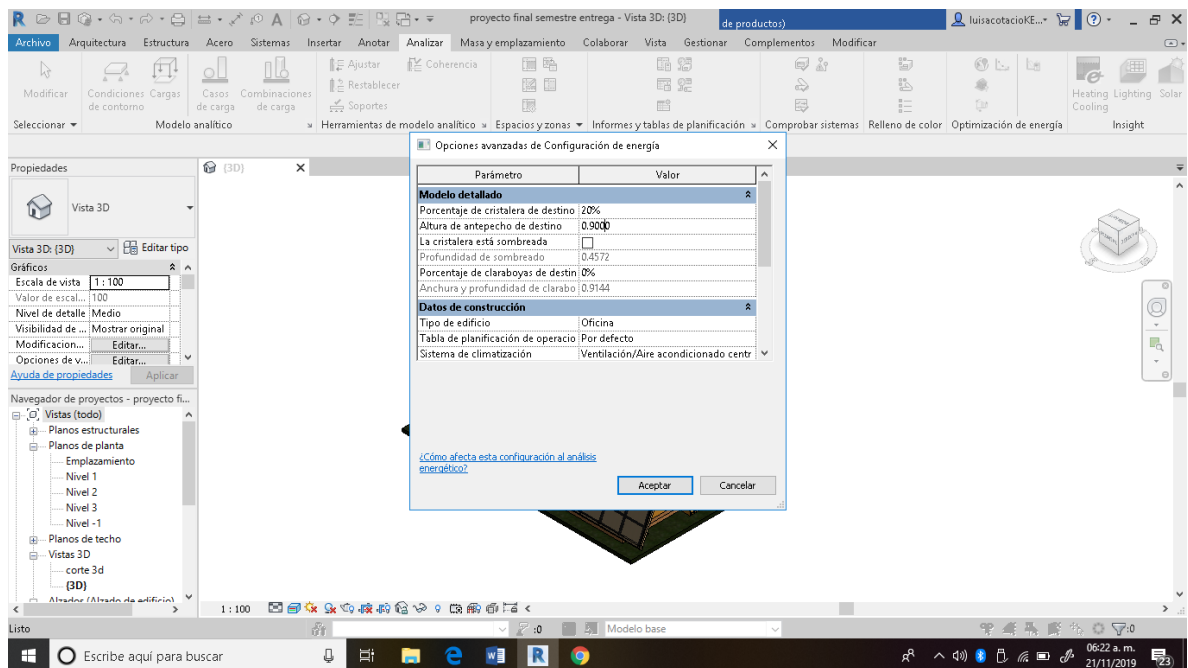
Insight - Energy Analysis simula una gama de Porcentaje de cristalería de destino en cada alzado principal de un edificio.



### Altura de antepecho de destino (solo modo de masa conceptual heredado)

Este parámetro solo se aplica a las masas conceptuales con suelos de masa. Especifica la distancia desde el suelo a la parte inferior de la ventana. Las áreas de ventana situadas por debajo de una altura de aproximadamente 0,75 metros (2,5 pies) producen incrementos y pérdidas de calor sin aportar luz diurna.

El porcentaje de cristalera de destino y la altura de antepecho de destino tienen un efecto conjunto. Si se especifica un valor más alto de Porcentaje de cristalera de destino, Revit puede utilizar una altura de antepecho inferior a la especificada para satisfacer el requisito.



### **La cristalera está sombreada (solo modo de masa conceptual heredado)**

Esta opción solo se aplica a las masas conceptuales con suelos. Seleccione esta opción si desea que las pantallas solares hagan sombra sobre las ventanas y otras cristaleras para el análisis energético conceptual. Un sombreado apropiado reduce considerablemente la energía de refrigeración requerida para un espacio con grandes áreas de cristaleras desprotegidas.

En un modelo conceptual, las pantallas externas automáticas son solo externas y no se pueden manipular al margen de las ventanas correspondientes. No obstante, es posible crear manualmente pantallas exteriores u otros medios de creación de sombra (por ejemplo, marquesinas) para el modelo conceptual mediante el uso de superficies de masa.

### **Profundidad de sombreado (solo modo de masa conceptual heredado)**

Utilice la opción Profundidad de sombreado para especificar la anchura de las pantallas exteriores en el modelo.

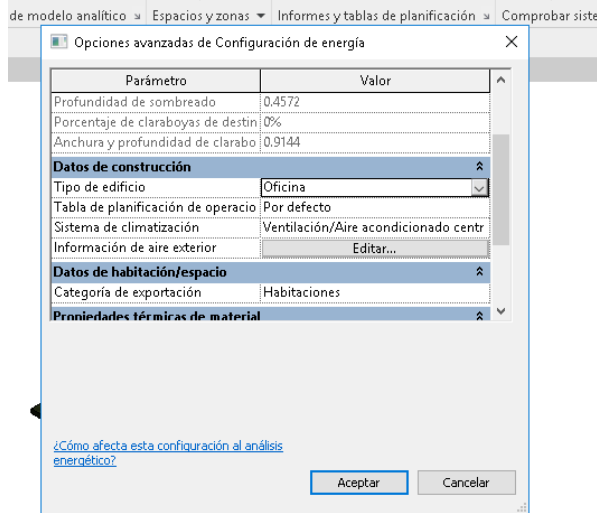
**Porcentaje de claraboyas de destino.** Este parámetro solo se aplica a las masas conceptuales con suelos de masa. Especifica el porcentaje de cubiertas que deben ser claraboyas. Este valor representa la proporción de claraboyas-cubiertas (SRR). El valor por defecto es 0.

**Anchura y profundidad de claraboya (solo modo de masa conceptual heredado).** Al especificar un valor de Porcentaje de claraboyas de destino, utilice este parámetro para especificar el tamaño de las claraboyas.

Escriba una cota que defina la anchura y la profundidad de las claraboyas. Por ejemplo, utilice el valor 4' para especificar claraboyas con una anchura de 4 pies x una profundidad de 4 pies.

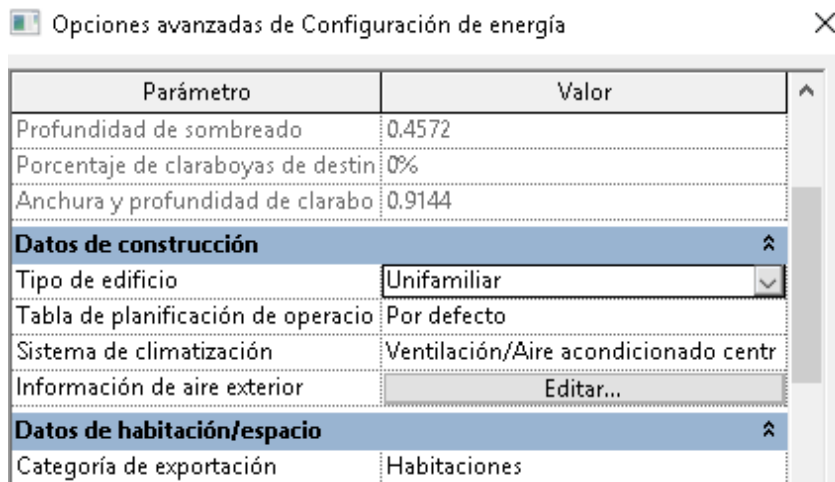
Este parámetro solo se aplica a las masas conceptuales con suelos de masa.

### Datos de construcción.



Insight - Energy Analysis simula las consecuencias de todos los parámetros siguientes en relación con un intervalo. Estos valores afectan a la opción de BIM que se muestra en Energy Range Factors de Autodesk Insight. Cambie estos parámetros únicamente después de llevar a cabo un análisis energético inicial.

### Tipo de edificio



En el cuadro de diálogo Configuración de energía, especifique lo siguiente: Este parámetro es un valor por defecto para todo el proyecto.

El tipo de edificio incluye supuestos de uso para la tabla de planificación típica de la construcción.

Para modificar la tabla de planificación por defecto del tipo de edificio seleccionado, utilice la opción Tabla de planificación de operaciones de construcción. También puede modificar los tipos de espacio para espacios específicos.

**Tabla de planificación de operaciones de construcción.** Especifique la tabla de planificación de actividad del edificio. Este parámetro prevalece sobre la tabla de planificación por defecto, que se basa en el tipo de edificio seleccionado.

Esta tabla puede tener un impacto considerable en los resultados de energía. Para elegir una tabla de planificación, tenga en cuenta las horas de uso previstas para el edificio.

Para cada tabla de planificación de ocupación, las tablas siguientes ofrecen valores hora por hora para un periodo de 24 horas, a partir de la medianoche (de 0 a 24 en el eje X)

### **Sistema de climatización**

Especifique un sistema de climatización para el proyecto.

Se encuentran las siguientes especificaciones:

**Sistema de ventilconvector de 2 conductos, enfriador 5,96 COP, calderas 84,5 efic.**

- Enfriador centrífugo refrigerado por agua (COP 5.96)
- Torre de refrigeración a presión atmosférica abierta con ventilador de velocidad variable y aproximación de 5° F (2,8° C)
- Ventilador de aspas cóncavas y volumen constante con motor de eficiencia máxima
- 0,25 pulgadas de presión estática de hidrómetro (62,3 pascales) en sistema de conducto de volumen constante
- Caldera de agua caliente a gas con ventilador de tiro inducido >2500 kBtuh, 84,5% de eficiencia de combustión
- Bomba de agua caliente de volumen variable
- Batería de agua caliente
- Bomba de agua fría de volumen variable
- Batería de agua fría
- Bomba condensadora de agua de volumen variable
- Unidad de agua caliente sanitaria (factor de energía 0,575)

Sistema de ventiloconvector de 4 conductos, enfriador 5,96 COP, calderas 84,5 efic.

- Enfriador centrífugo refrigerado por agua (COP 5,96)
- Torre de refrigeración a presión atmosférica abierta con ventilador de velocidad variable y aproximación de 5° F (2,8° C)
- Ventilador de aspas cóncavas y volumen constante con motor de eficiencia máxima
- 0,25 pulgadas de presión estática de hidrómetro (62,3 pascales) en sistema de conducto de volumen constante
- Caldera de agua caliente a gas con ventilador de tiro inducido >2500 kBtuh, 84,5% de eficiencia de combustión
- Bomba de agua caliente de volumen variable
- Batería de agua caliente
- Bomba de agua fría de volumen variable
- Batería de agua fría
- Bomba condensadora de agua de volumen variable
- Unidad de agua caliente sanitaria (factor de energía 0,575)

Ventilación/aire acondicionado unitario 11 EER, 84,5% calentamiento de caldera

- Unidad de ventilación/aire acondicionado unitario (VAV) 11 EER, >20 ton, recalentamiento de agua, mecanismo de cambio de velocidades (VSD)
- Ventilador de aspas cóncavas y VSD con motor de eficiencia máxima
- Sistema de conducto VAV con 3,5 pulgadas de presión estática de hidrómetro (871,8 pascales)
- Economizador de temperatura seca con diferencial integrado
- Caldera de agua caliente a gas con ventilador de tiro inducido >2500 kBtuh, 84,5% AFUE
- Bomba de agua caliente de volumen constante
- Batería de agua caliente
- Cajas de recalentamiento de agua
- Unidad de agua caliente sanitaria (factor de energía 0,575)

Sistema de gas partido/compacto 12 SEER/0,9 AFUE, 5-11 ton

- Sistema de horno dividido de calor a gas, 12 SEER, 90% AFUE
- Ventilador de aspas cóncavas y volumen constante con motor de eficiencia máxima
- Sistema de conducto de volumen constante con 2 pulgadas de presión estática de hidrómetro (498 pascales)
- Economizador de temperatura seca con diferencial integrado
- Unidad de agua caliente sanitaria (factor de energía 0,575)

Bomba de calor de sistema partido compacto 12 SEER/7,7 HSPF

- Sistema de bomba de calor partido/compacto 12 SEER/7,7 HSPF (coeficiente de prestación estacional de bomba de calor) < 11,25 ton
- Ventilador de aspas cóncavas y volumen constante con motor de eficiencia máxima
- Sistema de conducto de volumen constante con 2 pulgadas de presión estática de hidrómetro (498 pascales)
- Economizador de temperatura seca con diferencial integrado
- Unidad de agua caliente sanitaria (factor de energía 0,575)

Bomba de calor compacta (PTHP) 12 SEER/8,3 HSPF

- Bomba de calor compacta (PTHP) 12 SEER/8,3 HSPF (coeficiente de prestación estacional de bomba de calor)
- Ventilador de aspas cóncavas y volumen constante con motor de eficiencia máxima
- Sistema de conducto de volumen constante con 0,25 pulgadas de presión estática de hidrómetro (62,3 pascales)
- Unidad de agua caliente sanitaria (factor de energía 0,575)

Ventilación/aire acondicionado central, calor de resistencia eléctrica, enfriador 5,96 COP

- Enfriador centrífugo refrigerado por agua (COP 5.96)
- Torre de refrigeración a presión atmosférica abierta con ventilador de velocidad variable y aproximación de 5° F (2,8° C)

- Ventilador de aspas cóncavas y mecanismo de velocidad variable (VSD) con motor de eficiencia máxima
- Sistema de conducto de volumen de aire variable (VAV) con 3,5 pulgadas de presión estática de hidrómetro (871,8 pascales)
- Economizador de temperatura seca con diferencial integrado
- Recalentamiento de resistencia
- Bomba de agua fría de volumen variable
- Batería de agua fría
- Bomba condensadora de agua de volumen variable
- Unidad de agua caliente sanitaria (factor de energía 0,575)

VAV central, calor de agua caliente, enfriador 5,96 COP, calderas 84,5 efic.

- Enfriador centrífugo refrigerado por agua (COP 5.96)
- Torre de refrigeración a presión atmosférica abierta con ventilador de velocidad variable y aproximación de 5° F (2,8° C)
- Ventilador de aspas cóncavas y mecanismo de velocidad variable (VSD) con motor de eficiencia máxima
- Sistema de conducto de volumen de aire variable (VAV) con 3,5 pulgadas de presión estática de hidrómetro (871,8 pascales)
- Economizador de temperatura seca con diferencial integrado
- Caldera de agua caliente a gas con ventilador de tiro inducido >2500 kBtuh, 84,5% de eficiencia de combustión
- Bomba de agua caliente de volumen variable
- Batería de agua caliente
- Cajas de recalentamiento de agua
- Bomba de agua fría de volumen variable
- Batería de agua fría
- Bomba condensadora de agua de volumen variable
- Unidad de agua caliente sanitaria (factor de energía 0,575)

Sistema de gas partido/compacto residencial 14 SEER/0,9 AFUE, <5,5 ton

- Sistema de horno dividido/compacto de calor a gas, 14 SEER,90% AFUE, <5,5 ton

- Ventilador cíclico residencial de volumen constante
- Sistema de conducto de volumen constante con 2 pulgadas de presión estática de hidrómetro (498 pascales)
- Unidad de agua caliente sanitaria (factor de energía 0,575)

#### Bomba de calor residencial de sistema partido/compacto 14 SEER/8,3 HSPF

- Sistema de bomba de calor partido/compacto 14 SEER/8,3 HSPF (coeficiente de prestación estacional de bomba de calor) <5,5 ton
- Ventilador cíclico residencial de volumen constante
- Sistema de conducto de volumen constante con 2 pulgadas de presión estática de hidrómetro (498 pascales)
- Economizador de temperatura seca con diferencial integrado
- Unidad de agua caliente sanitaria (factor de energía 0,575)

#### Bomba de calor de sistema partido residencial 17 SEER/9,6 HSPF, <5,5 ton

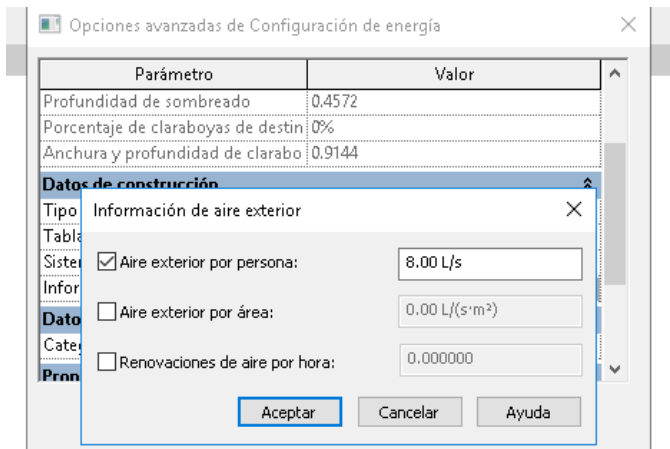
- Bomba de calor de aire de sistema partido/compacto con modo de ventilador intermitente, 17,4 SEER/9,6 HSPF <5,5 ton
- Ventilador cíclico residencial de volumen constante
- Sistema de conducto de volumen constante con 2 pulgadas de presión estática de hidrómetro (498 pascales)
- Unidad de agua caliente sanitaria (factor de energía 0,85 ) a demanda sin depósito, eficiencia máxima

#### Distribución de aire bajo piso

- Sistema de volumen de aire variable compacto (PVAV) con distribución de aire bajo piso
- Ventilador de aspas cóncavas y mecanismo de velocidad variable (VSD) con motor de eficiencia máxima
- Sistema de conducto VAV con 3,5 pulgadas de presión estática de hidrómetro (871,8 pascales)
- Caldera de agua caliente a gas con ventilador de tiro inducido >2500 kBtuh, 84,5% de eficiencia de combustión
- Economizador de temperatura seca con diferencial integrado
- Bomba de agua caliente de volumen variable

- Batería de agua caliente
- Cajas de recalentamiento de agua
- Calentador de agua caliente sanitaria de eficiencia mejorada (85% de rendimiento térmico)

**Información de aire exterior.** Haga clic en Editar para especificar el aire exterior por persona, el aire exterior por área y la filtración para todo el edificio.



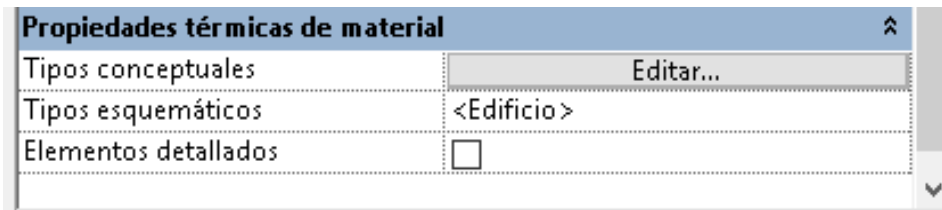
**Datos de habitación y de espacio.** No es necesario añadir elementos de habitación ni de espacio al modelo arquitectónico para crear un modelo energético. Ahora bien, si el modelo arquitectónico contiene habitaciones o espacios que residen dentro de espacios analíticos del modelo energético, la opción Categoría de exportación determina si en el análisis se utiliza información de habitación o de espacio.

**Categoría de exportación.** Si este parámetro se define en Habitaciones, Revit pasa el número y el nombre de objeto de Habitación al nombre de espacio analítico correspondiente.

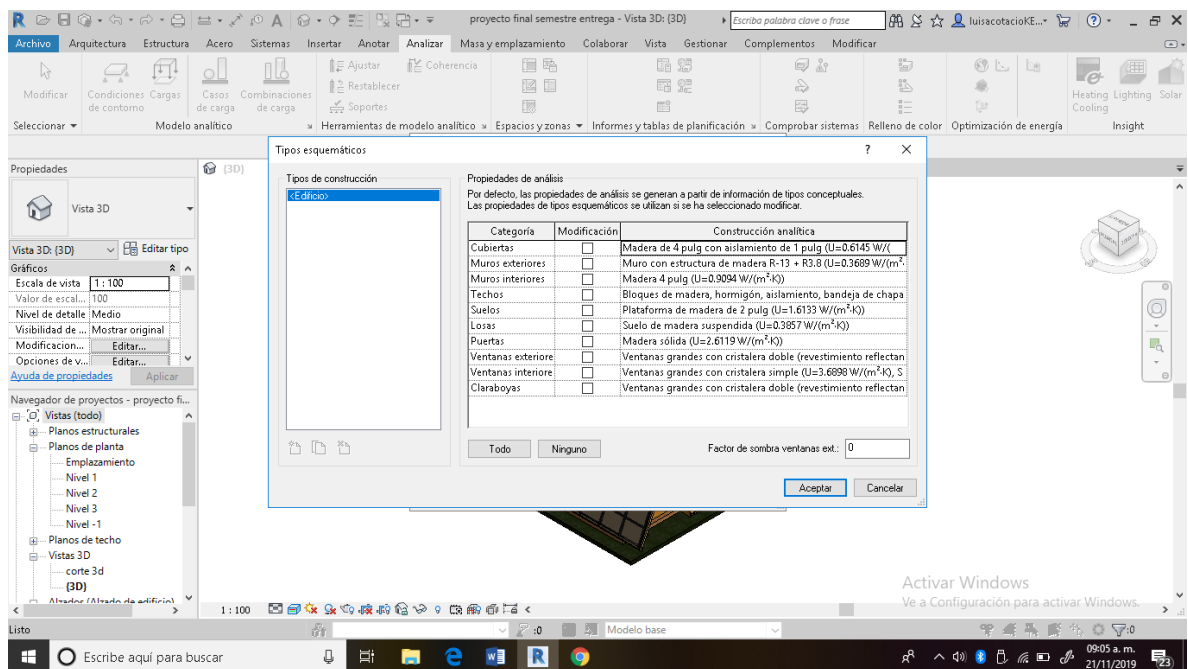
Si se define en Espacios, Revit pasa la información siguiente para el análisis: número y nombre de objeto de Espacio, Ocupación, Iluminación, Equipos y Zona.

**Propiedades térmicas de materiales.** Revit ofrece tres formas de especificar propiedades térmicas de materiales de elementos de edificación para análisis energético. Estos métodos se pueden utilizar en combinación con otro para adaptarse a las diferentes etapas del proceso de diseño, niveles de detalle y preferencias del usuario.

Si se emplean diferentes métodos para especificar propiedades térmicas de materiales, se aplican en este orden:



1. Tipos conceptuales; es la opción por defecto.
2. Tipos esquemáticos; si están activados, modifican los tipos conceptuales.
3. Elementos detallados; si están activados y si se especifican propiedades térmicas de materiales para elementos de edificación, modifican los tipos conceptuales y los esquemáticos.



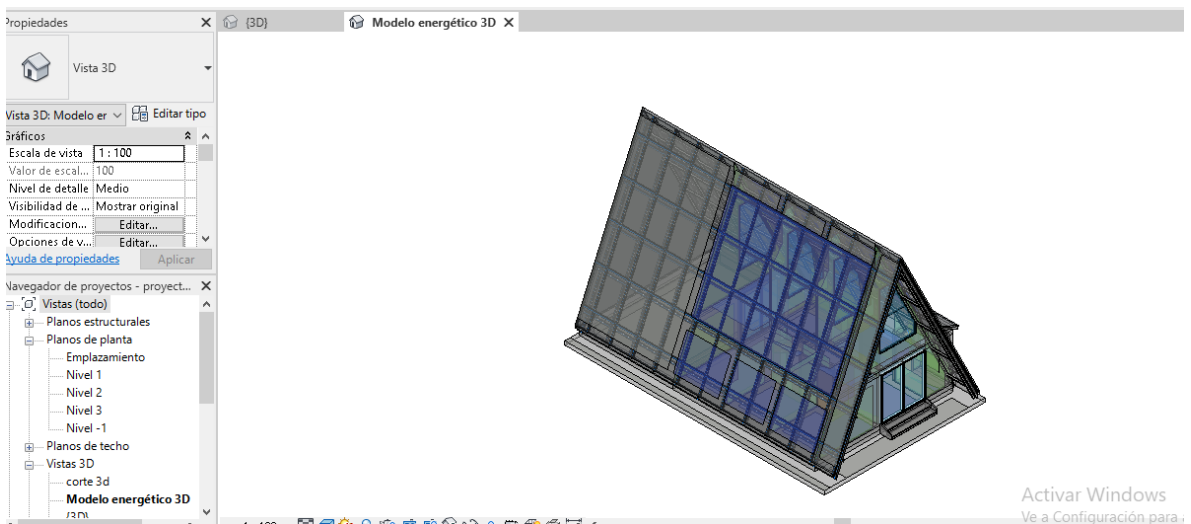
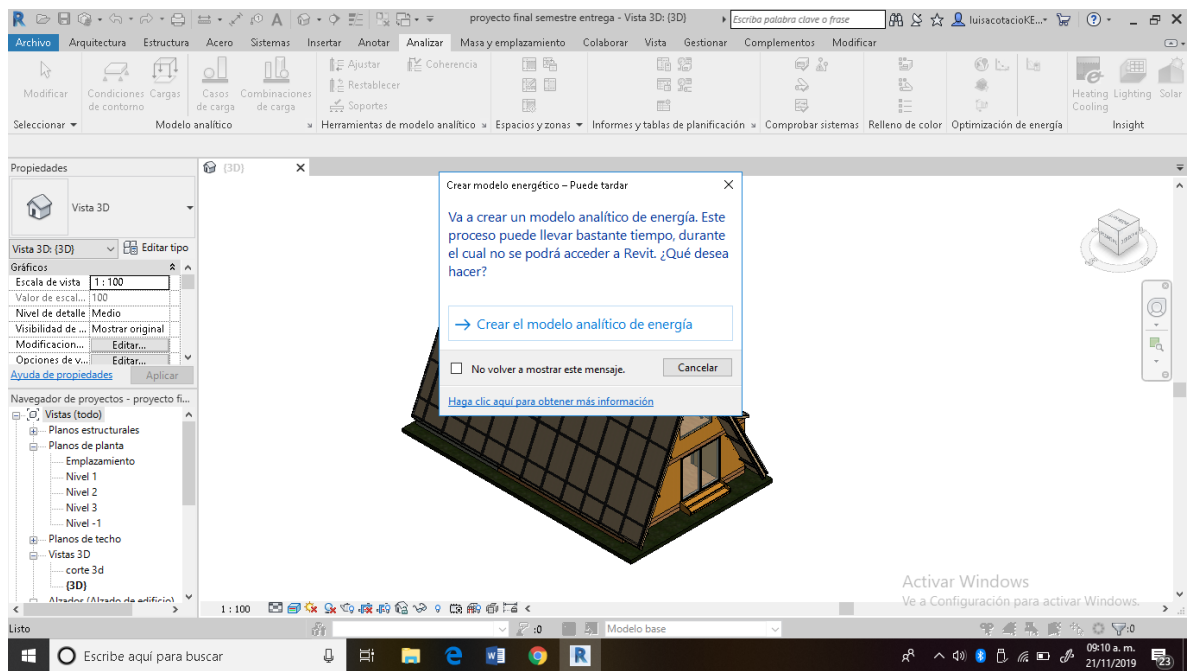
## Temas de esta sección

- **Visualización y modificación de tipos conceptuales**  
Los tipos conceptuales determinan las propiedades térmicas que se utilizan para análisis energéticos si las propiedades térmicas no se han definido mediante tipos esquemáticos o elementos detallados.
- **Utilizar propiedades térmicas definidas por tipos esquemáticos**  
Los tipos esquemáticos definen propiedades térmicas para los elementos de construcción durante el diseño esquemático.
- **Utilizar Elementos detallados para Propiedades térmicas de materiales**  
Si desea llevar a cabo un análisis energético de un modelo de Revit que contiene elementos de edificación como suelos, muros y cubiertas, puede añadir propiedades térmicas de materiales a los elementos detallados.

Con los conceptos que acabamos de colocar en la configuración de energía podemos modificarlos en cualquier momento, una vez que tengamos configurada toda la energía y todos los aspectos necesarios para el cálculo ya es posible empezar a generar un análisis.

Para generar automáticamente un modelo energético a partir del modelo arquitectónico de Revit, utilice esta herramienta.

- Ficha Analizar ► grupo Optimización de energía ►  (Crear modelo energético)



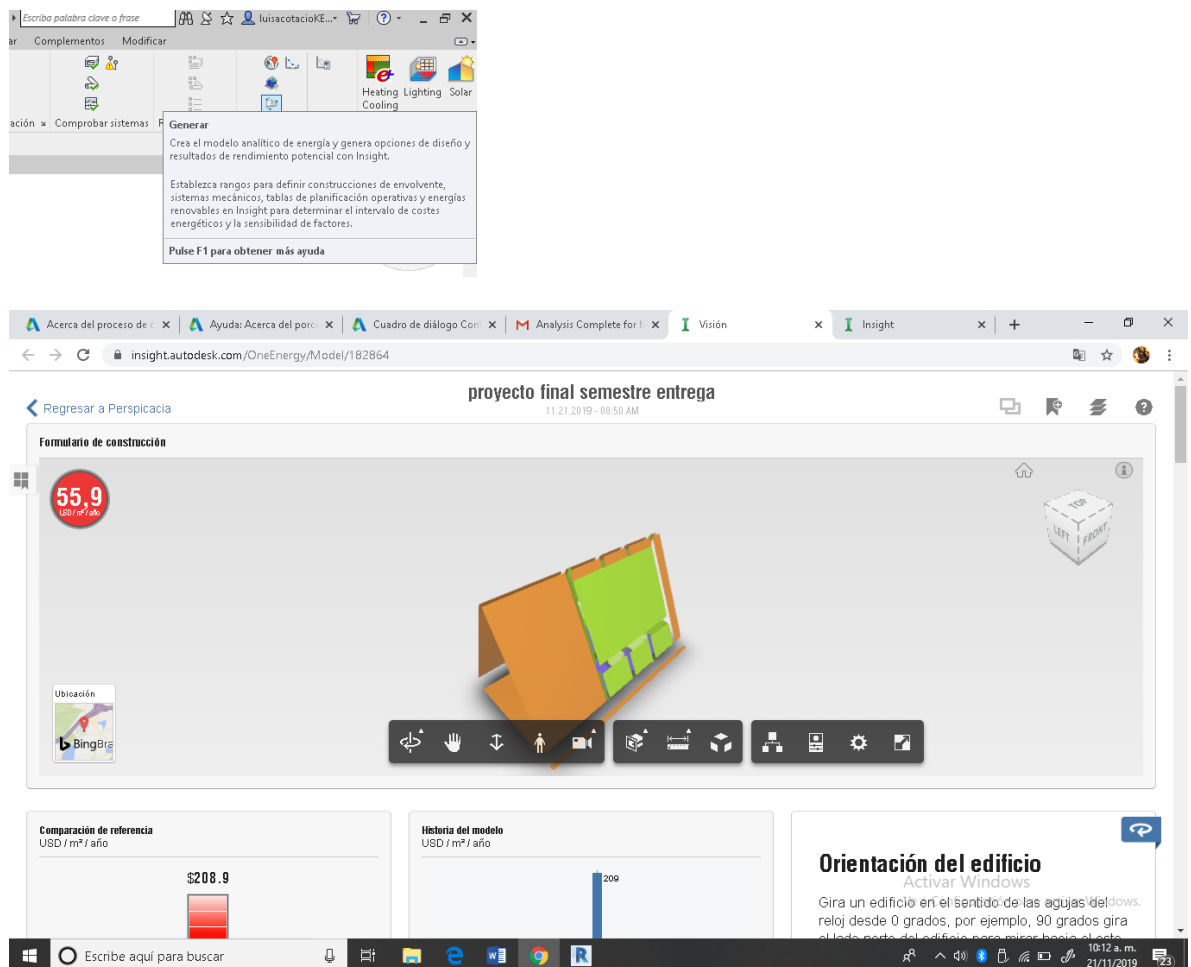
El modelo energético no se regenera con el modelo arquitectónico. Después de crear el modelo energético en el proyecto de Revit, el icono cambia a Suprimir modelo energético, que permite eliminar el modelo energético existente. Cuando se selecciona Crear modelo energético de nuevo, se crea un nuevo modelo energético.

### 6.1.7 Optimización de energía

1. Haga clic en la ficha Analizar > grupo Optimización de energía > (Generar).


Recibirá un mensaje de correo electrónico para confirmar la recepción de la solicitud de análisis. Dependiendo del tamaño y la complejidad del modelo, el análisis podría tardar desde un par de minutos hasta una hora o más en procesarse.

Cuando se haya completado el análisis, recibirá otro mensaje de correo electrónico con un vínculo al modelo en Autodesk Insight.



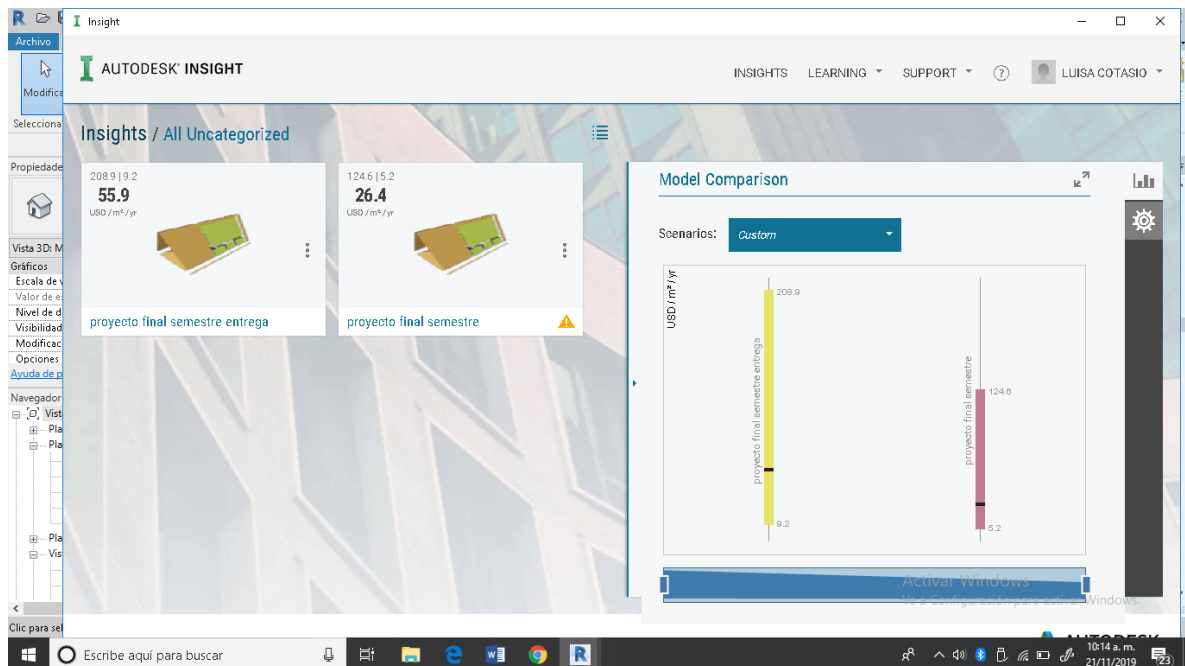
Si desea ver el análisis, haga clic en Optimizar en la ficha Analizar para abrir el servicio Insight. En el panel de control de Insight, se muestran diferentes aspectos del edificio relacionados con la eficiencia energética.

Para abrir el modelo en Insight y ver los resultados, utilice uno de los siguientes métodos:

- Haga clic en el vínculo del correo electrónico.
- En Revit, haga clic en la ficha Analizar ► grupo Optimización de energía ►  (Optimizar).
- Vaya a [insight.autodesk.com](https://insight.autodesk.com) e inicie sesión en su cuenta de Autodesk. En la galería de Insight, vaya al rango energético del modelo.

**Nota:** Para abrir Insight, utilice Google Chrome™, Mozilla® Firefox® o Apple® Safari®. Otros navegadores web podrían no admitir Insight.

Para obtener más instrucciones, consulte la ayuda de Insight.



Para comprobar cómo los cambios realizados en el diseño pueden afectar a la eficiencia energética general, seleccione un aspecto del edificio y haga clic en el icono "Voltear".



## 7. CONCLUSIONES.

- Se definió un flujo de trabajo rápido y seguro en el cual el delineante puede además de modelar en la disciplina de arquitectura implementar herramientas de análisis energético a fin de tomar mejores decisiones en pro de aprovechar al máximo los recursos de construcción y reducir el impacto ambiental.
- Recolectar y analizar información sobre la metodología BIM permite concientizar la importancia de que el profesional delineante esté en constante actualización con respecto al paradigma tecnológico ya que los flujos de trabajo y las herramientas cambian constantemente.
- Es importante recalcar que modelar para la metodología BIM exige una planificación detallada a fin de lograr un modelo eficiente que permita realizar análisis de datos obteniendo la información y documentación necesaria que necesita el proyecto. En este trabajo de investigación se definió un protocolo o paso a paso para realizar el ejercicio práctico.
- Durante el desarrollo del ejercicio práctico se hizo necesario aprender y trabajar con el plugin insigth el cual es el software especializado para el análisis energético de la empresa autodesk, es importante mencionar que hasta la versión 2015 de revit estas herramientas venían incorporadas al programa, hoy el plugin ofrece más comandos trabajando de manera online para cotejar información en tiempo real sobre clima, esto muestra como en poco tiempo surgen nuevos softwares y herramientas para problemas específicos en la industria de la construcción.
- Aprender sobre metodología BIM cualifica al delineante en nuevos roles que mejoran su perfil profesional convirtiéndolo en un elemento importante dentro de un equipo de trabajo.
- Trabajar con un modelo que integra varias disciplinas, en este caso arquitectura y análisis energético, exige conocer de construcción, las especificaciones de materiales, entender los procesos y replicarlos de manera digital a fin de lograr un modelo BIM eficiente que permita la interoperabilidad entre disciplinas

## 8. BIBLIOGRAFÍAS.

CUARTERA, Juan A. 7 dimensiones del BIM, la metodología que cambiará la construcción en A. Latina [En línea]. España. [Citado 10-Noviembre2019]. Disponible en internet: <https://www.americaeconomia.com/analisis-opinion/7-dimensiones-del-bim-la-metodologia-que-cambiara-la-construccion-en-latina>

GRAPHISOFT. Open BIM. [En línea]. España. [Citado 13-Noviembre2019]. Disponible en internet: <https://www.graphisoft.es/info/>.

YAISON. ¿Qué es el BIM y que utilidad tiene en la construcción sostenible? [En línea]. España. [Citado 12-Noviembre2019]. Disponible en internet: <https://maison-plus.es/bim/>

AEROCUCUTA.COM. Una compañía colombiana pionera en implementar BIM. [En línea]. Colombia. [Citado 26-Noviembre2019]. Disponible en internet: <https://www.areacucuta.com/una-compania-colombiana-pionera-en-implementar-bim/>

AUTODESK. Crear el modelo energético. [En línea]. [Citado 24-Noviembre2019]. Disponible en internet: <https://knowledge.autodesk.com/es/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ESP/Revit-Analyze/files/GUID-A77EF18D-0EB8-47D3-A653-6370D9F1374A-htm.html>

CAMACOL. BIM Fórum Colombia. [En línea]. Colombia. [Citado 24-Noviembre2019]. Disponible en internet: <https://camacol.co/documentos-bim-forum-colombia>

CONSTRUMATICA. Impactos ambientales en el sector de la construcción. [En línea]. España. [Citado 26-Noviembre2019]. Disponible en internet: [https://www.construmatica.com/construpedia/Impactos\\_Ambientales\\_en\\_el\\_Sector\\_de\\_la\\_Construcci%C3%B3n](https://www.construmatica.com/construpedia/Impactos_Ambientales_en_el_Sector_de_la_Construcci%C3%B3n)

DEJTIAR, Fabian. Vivienda rural sostenible y productiva en Colombia, por espacio Colectivo Arquitectos + Estación Espacial Arquitectos. [En línea]. Colombia. [Citado 13-Noviembre-2019]. Disponible en internet: <https://www.archdaily.co/co/913305/vivienda-rural-sostenible-y-productiva-en-colombia-por-espacio-colectivo-arquitectos-plus-estacion-espacial-arquitectos>

EADIC. Análisis energético BIM, un flujo de trabajo mejorado, interactivo y compartido. [En línea]. Madrid. [Citado 26-Noviembre2019]. Disponible en internet: <https://www.eadic.com/analisis-energetico-bim-un-flujo-de-trabajo-mejorado-interactivo-y-compartido/>

EDITECA. El BIM en Latinoamérica. [En línea]. España. [Citado 10-Noviembre2019]. Disponible en internet: <https://editeca.com/bim-en-latinoamerica/>

GILLERMO, Luis. El BIM en Colombia. [En línea]. Colombia. [Citado 10-Noviembre2019]. Disponible en internet: <https://www.iac.com.co/el-bim-en-colombia/>

IDEAM. Cambio climático. [En línea]. Colombia. [Citado 26-Noviembre2019]. Disponible en internet: <http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/cambio-climatico>

JARAMILLO, Santiago. BIM revolución tecnológica en construcción en Colombia. [En línea]. Colombia. [Citado 26-Noviembre2019]. Disponible en internet: <https://www.gerenciadeedificios.com/201802205880/noticias/empresas/bim-revolucion-tecnologica-en-construccion-en-colombia.html>

SOSTENIBILIDAD. Arquitectura bioclimática: Casas que ahorran. [En línea]. [Citado 26-Noviembre2019]. Disponible en internet: <https://www.sostenibilidad.com/construccion-y-urbanismo/arquitectura-bioclimatica-casas-que-ahorran/>