VOLUMEN 48
XXXI Verano De la Ciencia
ISSN 2395-9797
www.jovenesenlaciencia.ugto.mx

Desarrollo de un modelo BIM para el análisis de cargas térmicas de un edificio universitario mediante Autodesk Revit

Development of a BIM Model for Thermal Load Analysis of a University Building Using Autodesk Revit

Emilio Daniel Colín Cervantes[1], Fernando Palacios Violante[1], Josué Candelario Tolentino Cardenas[1], Julio Cesar Rodríguez Barbosa[1], David Aarón Rodríguez Alejandro[1], Guillermo Tapia Tinoco[2].

[1]División de Ingenierías, Campus Irapuato–Salamanca, Universidad de Guanajuato, Salamanca, Guanajuato, México.
[2]División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato, Irapuato, Guanajuato, México.
da.rodriguez@ugto.mx

Resumen

Los edificios representan uno de los principales consumidores de energía, siendo los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) responsables de una proporción importante de esta demanda. En este contexto, la metodología *Building Information Modeling* (BIM) constituye una herramienta que permite integrar información arquitectónica, constructiva y energética para apoyar el análisis del desempeño térmico de las edificaciones. El presente trabajo tuvo como objetivo desarrollar un modelo BIM del edificio de Posgrados de la División de Ingenierías de la Universidad de Guanajuato y emplearlo para la estimación de las cargas térmicas mediante Autodesk Revit. El modelo fue desarrollado a partir de planos arquitectónicos y un levantamiento en sitio, implementando un esquema de trabajo colaborativo basado en la división del modelado por niveles y la integración de un archivo maestro mediante Revit Links. Posteriormente, se preparó el modelo para el análisis energético mediante la asignación de materiales, la definición de *Spaces* y zonas HVAC, y la configuración de los parámetros de ocupación y operación de cada recinto. Los resultados mostraron diferencias en las demandas de climatización entre los tres niveles del edificio, identificándose un predominio de las cargas de enfriamiento, particularmente en los espacios destinados a laboratorios y áreas con mayor concentración de equipos electrónicos. Se concluye que la metodología BIM permitió desarrollar un modelo digital capaz de integrar información geométrica y energética para apoyar la estimación de cargas térmicas, constituyendo una base para futuras etapas de diseño de sistemas HVAC y análisis de eficiencia energética en edificios universitarios.

Palabras clave: Building Information Modeling (BIM); Autodesk Revit; Cargas térmicas; Eficiencia energética; HVAC.

Introducción

Los edificios representan uno de los sectores con mayor consumo energético a nivel mundial, siendo responsables de aproximadamente el 30–40 % del consumo final de energía. Dentro de este consumo, los sistemas HVAC constituyen uno de los principales demandantes energéticos, ya que pueden representar entre el 40 y el 60 % del consumo total de energía de un edificio, dependiendo de su uso, ubicación geográfica y condiciones de operación. En este contexto, la implementación de estrategias que permitan mejorar la eficiencia energética durante las etapas de diseño y operación de las edificaciones se ha convertido en una prioridad para reducir el consumo de energía y favorecer un desarrollo más sostenible (Anarene, 2024).

Como parte de estas estrategias, la estimación de las cargas térmicas constituye una etapa fundamental para el diseño de sistemas HVAC, ya que permite determinar los requerimientos de calefacción y enfriamiento de un edificio a partir de las características de su envolvente, las condiciones climáticas del sitio, la ocupación de los espacios y las cargas internas generadas por iluminación y equipos. La adecuada determinación de estos parámetros contribuye a un dimensionamiento más eficiente de los sistemas de climatización y evita tanto el sobredimensionamiento como la subestimación de la capacidad requerida (ASHRAE, 2021).

Tradicionalmente, este tipo de análisis se ha realizado utilizando información arquitectónica desarrollada en planos bidimensionales, donde la actualización de modificaciones y la coordinación entre disciplinas suelen representar procesos complejos. En los últimos años, la metodología BIM ha transformado la manera en que se desarrollan los proyectos de arquitectura, ingeniería y construcción al integrar, dentro de un mismo modelo digital, información geométrica, constructiva y funcional del edificio. Este enfoque facilita la coordinación entre disciplinas, mejora la gestión de la información durante el ciclo de vida de la edificación y permite incorporar datos que pueden utilizarse en diferentes procesos de análisis y toma de decisiones (Dore & Murphy, 2025).

Entre las aplicaciones más relevantes de la metodología BIM destaca el análisis energético de edificios. La incorporación de propiedades térmicas de materiales, características de ocupación, horarios de funcionamiento y parámetros ambientales dentro de un modelo digital permite evaluar el comportamiento energético de una edificación desde etapas tempranas del diseño. Diversos estudios han señalado que esta integración favorece la toma de decisiones orientadas a mejorar la eficiencia energética, reducir el consumo de energía y optimizar el desempeño de los sistemas de climatización, particularmente en edificios existentes donde las intervenciones requieren un conocimiento detallado de sus características constructivas (Alvur et al., 2026).

En este contexto, durante el XXXI Verano de la Ciencia de la Universidad de Guanajuato se desarrolló un modelo BIM del edificio de Posgrados de la División de Ingenierías del Campus Irapuato-Salamanca utilizando Autodesk Revit como plataforma de modelado y análisis. El proyecto se llevó a cabo mediante un esquema de trabajo colaborativo basado en la metodología BIM, en el que se integró información arquitectónica, constructiva y energética del edificio para realizar la estimación de las cargas térmicas de cada uno de sus niveles mediante la herramienta Heating and Cooling Loads.

El edificio de Posgrados constituye un caso de estudio representativo debido a la diversidad de espacios que alberga, incluyendo laboratorios, aulas, oficinas y áreas de apoyo, cuyas condiciones de ocupación y operación generan requerimientos de climatización diferenciados. Estas características lo convierten en un entorno adecuado para evaluar la aplicación de la metodología BIM en la estimación de cargas térmicas y en el análisis preliminar de sistemas HVAC.

El objetivo del presente trabajo fue desarrollar un modelo BIM del edificio de Posgrados de la División de Ingenierías de la Universidad de Guanajuato y emplearlo para la estimación de las cargas térmicas mediante Autodesk Revit, con el fin de generar información que apoye el análisis energético y el dimensionamiento preliminar de sistemas HVAC.

Metodología

El desarrollo del presente trabajo se llevó a cabo mediante un flujo de trabajo basado en la metodología BIM, empleando Autodesk Revit como plataforma para el modelado arquitectónico, la coordinación del proyecto y la estimación de las cargas térmicas del edificio. El proceso metodológico inició con la recopilación y validación de la información arquitectónica, continuó con el desarrollo colaborativo e integración del modelo BIM y, posteriormente, con la preparación del modelo para el análisis energético mediante la definición de materiales, espacios analíticos y zonas HVAC. Finalmente, se ejecutó la estimación de las cargas térmicas utilizando las herramientas de análisis energético integradas en Revit. La Figura 1 resume el flujo de trabajo implementado durante el desarrollo del proyecto, el cual se describe detalladamente en las subsecciones siguientes.

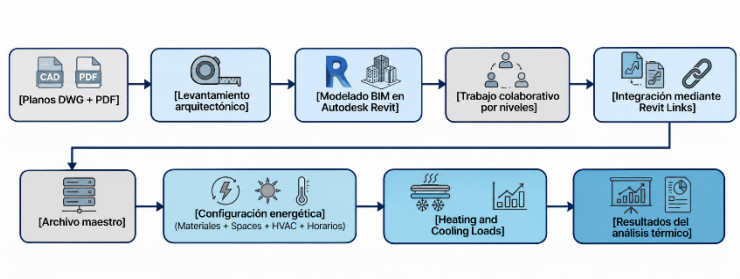


Figura 1. Flujo metodológico empleado para el desarrollo del modelo BIM y el análisis de cargas térmicas.

Obtención de la información del edificio

El desarrollo del modelo BIM inició con la recopilación de la información arquitectónica del edificio de Posgrados de la División de Ingenierías del Campus Irapuato-Salamanca de la Universidad de Guanajuato. Como información base se utilizaron los planos arquitectónicos oficiales proporcionados por la institución en formatos DWG y PDF. Posteriormente, se realizó un levantamiento en sitio con el propósito de complementar la información disponible, verificando alturas entre niveles, dimensiones de perfiles estructurales, elementos sobresalientes de fachada y otros detalles constructivos que no se encontraban completamente definidos en los planos originales.

La información obtenida permitió generar una representación geométrica más fiel del edificio y establecer una base confiable para el desarrollo del modelo digital.

Desarrollo del modelo BIM

Con el propósito de implementar un flujo de trabajo colaborativo conforme a la metodología BIM, el edificio fue dividido por niveles, asignando a cada integrante la responsabilidad del modelado arquitectónico y la preparación energética de un piso específico. Esta estrategia permitió desarrollar simultáneamente distintas partes del proyecto manteniendo la consistencia del modelo mediante la integración periódica en un archivo maestro.

La coordinación del trabajo se realizó mediante sesiones periódicas de revisión, durante las cuales se verificó la consistencia geométrica del modelo y se establecieron criterios comunes para el modelado de elementos arquitectónicos y constructivos.

La distribución de responsabilidades durante el desarrollo del modelo BIM se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. *Distribución de responsabilidades durante el modelado BIM.*

Participante	Actividad desarrollada
Estudiante 1	Modelado arquitectónico y análisis térmico de la planta baja
Estudiante 2	Modelado arquitectónico y análisis térmico del primer piso
Estudiante 3	Modelado arquitectónico y análisis térmico del segundo piso
Asesor	Integración del archivo maestro, incorporación de detalles constructivos y coordinación del modelo BIM

Como resultado de este proceso se obtuvo un modelo BIM integral del edificio, el cual sirvió como base para las etapas posteriores de configuración energética y análisis térmico. La Figura 2 muestra una vista general del modelo consolidado.

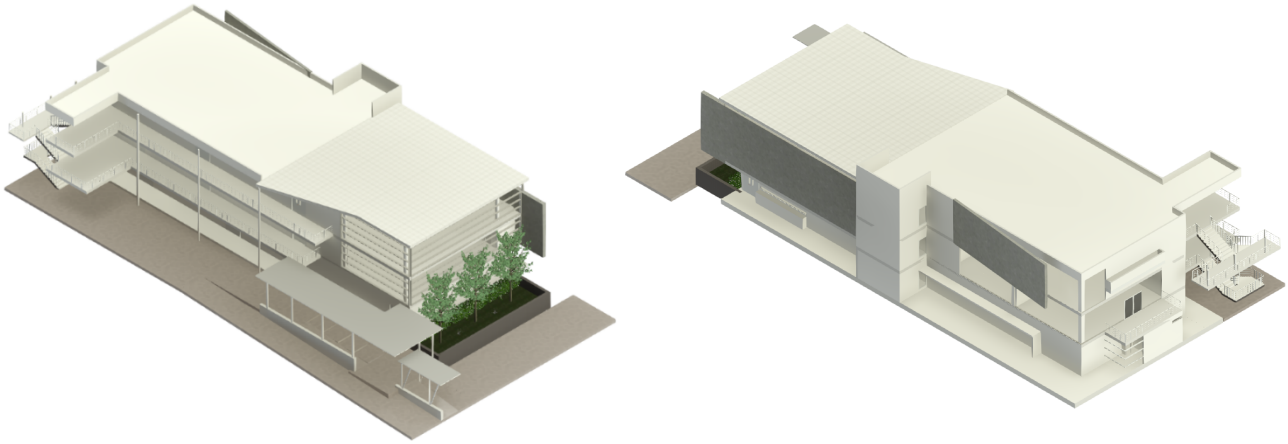


Figura 2. Modelo BIM integrado del edificio de posgrados desarrollado en Autodesk Revit.

Preparación del modelo para el análisis energético

Una vez consolidado el archivo maestro, se preparó el modelo para la ejecución del análisis energético utilizando las herramientas disponibles en Autodesk Revit. Para ello se asignaron materiales constructivos seleccionados de la biblioteca del software considerando su similitud con los sistemas constructivos presentes en el edificio y las recomendaciones establecidas por ASHRAE para la caracterización térmica de la envolvente.

Los principales elementos constructivos considerados durante la configuración energética incluyeron cubiertas, muros exteriores e interiores, techos, losas, suelos, puertas y diferentes tipos de acristalamiento para ventanas y claraboyas. A cada uno de estos componentes se le asignó una construcción analítica con propiedades térmicas específicas, definidas mediante su coeficiente global de transferencia de calor (U), permitiendo representar de forma aproximada el comportamiento térmico de la envolvente del edificio. La Tabla 2 presenta las construcciones analíticas empleadas durante la preparación del modelo energético.

Tabla 2. *Construcciones analíticas asignadas a los principales elementos de la envolvente del modelo BIM para el análisis energético.*

Categoría	Construcción analítica
Cubiertas	Hormigón ligero de 4 pulg (U = 1.2750 W/m²·K)
Muros exteriores	Bloque de hormigón ligero de 8 pulg (U = 0.8108 W/m²·K)
Muros interiores	Partición de marco con tablón de yeso de 3/4 pulg (U = 1.4733 W/m²·K)
Techos	Techo de hormigón ligero de 8 pulg (U = 1.3610 W/m²·K)
Suelos	Suelo pasivo, sin aislamiento, baldosa o vinilo (U = 2.9582 W/m²·K)
Losas	Sólido sin aislamiento (U = 0.7059 W/m²·K)
Puertas	Metal (U = 3.7021 W/m²·K)

Categoría	Construcción analítica
Ventanas exteriores	Ventanas grandes con acristalamiento doble (revestimiento reflectante) – industrial (U = 2.9214 W/m²·K)
Ventanas interiores	Ventanas grandes con acristalamiento simple (U = 3.6898 W/m²·K; SHGC = 0.86)
Claraboyas	Ventanas grandes con acristalamiento doble (revestimiento reflectante) – industrial (U = 3.1956 W/m²·K)

Posteriormente se generaron los Spaces correspondientes a cada recinto del edificio, permitiendo asociar información analítica a laboratorios, aulas, oficinas, almacenes y demás espacios. Para cada uno de ellos se definieron parámetros relacionados con ocupación, horarios de uso, cargas de iluminación, equipos eléctricos y tipo de acondicionamiento, información necesaria para la estimación de las cargas térmicas. Finalmente, los espacios fueron agrupados en zonas HVAC de acuerdo con sus características funcionales.

La preparación del modelo analítico también incluyó la generación de los Spaces y la definición de las zonas HVAC, elementos indispensables para asociar las propiedades energéticas de cada recinto y realizar la simulación de cargas térmicas. La Figura 3 muestra un ejemplo de la configuración de estos elementos dentro del modelo BIM.

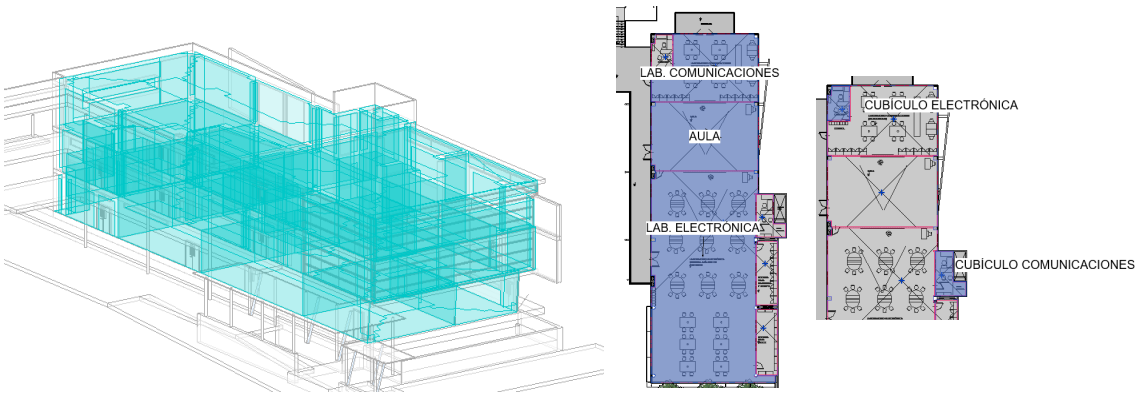


Figura 3. Configuración de Spaces y zonas HVAC en Autodesk Revit.

La correcta configuración de estos elementos constituyó la base para la validación del modelo energético y la posterior estimación de las cargas térmicas.

Estimación de las cargas térmicas

Una vez finalizada la preparación del modelo energético, se realizó un proceso de validación previo a la simulación con el propósito de garantizar la consistencia de la información analítica. Esta verificación incluyó la correcta delimitación de todos los espacios, la revisión de la orientación y ubicación geográfica del proyecto, así como la comprobación de la asignación de materiales constructivos, horarios de ocupación y parámetros de funcionamiento de cada recinto.

La ubicación geográfica del edificio se configuró directamente en Revit mediante las coordenadas correspondientes al edificio de Posgrados de la Universidad de Guanajuato, permitiendo que el software asociara automáticamente la estación meteorológica más cercana y empleara las condiciones climáticas locales durante la simulación energética. La Figura 4 muestra la configuración de la ubicación geográfica utilizada para el desarrollo del análisis.

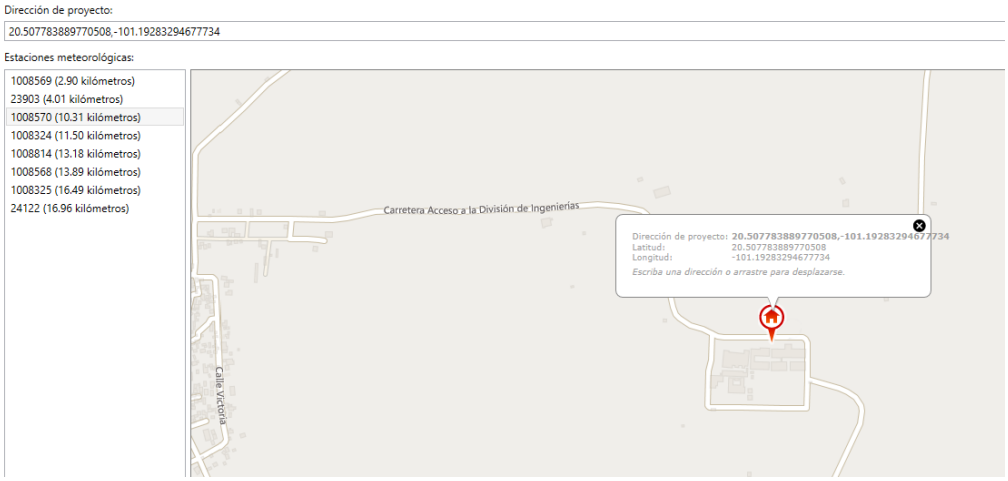


Figura 4. Configuración de la ubicación geográfica del edificio y selección de la estación meteorológica en Autodesk Revit.

Posteriormente, se verificó la información asociada a cada uno de los espacios analíticos mediante las tablas de planificación de Revit, donde se revisaron parámetros como el tipo de espacio, tipo de construcción, nivel, tipo de acondicionamiento y número de ocupantes. Esta etapa permitió asegurar que la información empleada por el motor de simulación fuera consistente para todos los recintos del edificio. La Figura 5 presenta un ejemplo de la tabla de planificación utilizada durante esta revisión.

<Tabla de planificación de espacios 2>

A	B	C	D	E	F
Tipo de espacio	Tipo de construcción	Nombre	Nivel	Tipo de acondicionamiento	Número de personas
Laboratorio - Ofi	<Edificio>	Lab. Elec.	Nivel Piso 1	Calentado y enfriado	50
Laboratorio - Ofi	<Edificio>	Lab. Comun.	Nivel Piso 1	Calentado y enfriado	26
Aula/Sala de co	<Edificio>	Aula	Nivel Piso 1	Calentado y enfriado	30
Oficina - Recint	<Edificio>	Cub. Elec.	Nivel Piso 1	Calentado y enfriado	3
Oficina - Recint	<Edificio>	Cub. Comun.	Nivel Piso 1	Calentado y enfriado	2
Almacén activo	<Edificio>	Bodega Mat.	Nivel Piso 1	Enfriado	1
Almacén activo	<Edificio>	Bodega St.	Nivel Piso 1	Sin acondicionar	1

Figura 5. Tabla de planificación de espacios empleada para la validación de los parámetros energéticos del modelo.

Finalmente, la estimación de las cargas térmicas se realizó mediante la simulación en Revit, la cual considera las propiedades térmicas de la envolvente, las condiciones climáticas del sitio y las cargas internas generadas por la ocupación, iluminación y equipamiento de cada recinto. Como resultado de la simulación se obtuvieron las demandas máximas de enfriamiento y calefacción, el flujo de aire requerido y la capacidad de refrigeración necesaria para cada espacio y para cada uno de los niveles del edificio.

Resultados

El modelo BIM desarrollado permitió realizar la estimación de las cargas térmicas para los tres niveles del edificio de Posgrados mediante la herramienta de simulación de Revit. Los resultados obtenidos evidencian diferencias en las demandas energéticas de cada nivel, las cuales están asociadas a la distribución arquitectónica, el uso de los espacios, la ocupación y la presencia de equipos eléctricos. En las siguientes subsecciones se presentan los resultados correspondientes a cada nivel del edificio.

Resultados de la planta baja

La planta baja del edificio está conformada principalmente por laboratorios, aulas, oficinas y áreas de almacenamiento, espacios que presentan diferentes condiciones de ocupación y requerimientos de climatización. Una vez configurado el modelo energético, Revit generó la representación analítica de cada recinto mediante los *Spaces*, permitiendo asociar a cada uno de ellos la información necesaria para la estimación de las cargas térmicas.

La Figura 6 muestra la distribución de los espacios analíticos correspondientes a la planta baja, donde se observa la delimitación de cada recinto que participa en el modelo energético.

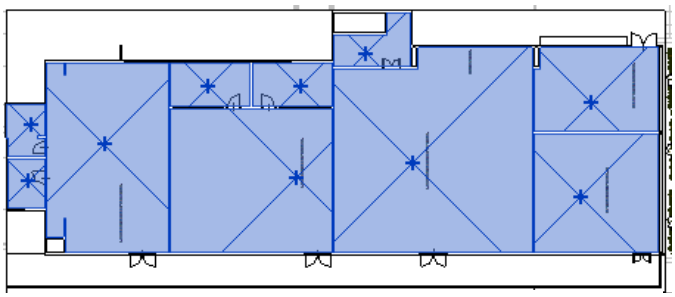


Figura 6. Espacios analíticos (Spaces) correspondientes a la planta baja del edificio.

Los espacios considerados durante el análisis térmico de la planta baja se resumen en la Tabla 3, donde se presentan los principales recintos junto con su tipo de acondicionamiento y ocupación estimada.

Tabla 3. *Principales espacios considerados en el análisis térmico de la planta baja.*

Espacio	Tipo de espacio	Tipo de acondicionamiento	Ocupación (personas)
Alm. Eq.	Almacén activo	Ventilación natural	1
Alm. Eq. Mat.	Almacén activo	Ventilación natural	1
Lab. Q.	Laboratorio	Enfriado	35
Lab. Física	Laboratorio	Enfriado	37
Lab. Opt.	Laboratorio	Enfriado	35
Opt.	Laboratorio	Enfriado	12
Comp. Tesis	Aula / Sala de cómputo	Enfriado	15

Espacio	Tipo de espacio	Tipo de acondicionamiento	Ocupación (personas)
Cub. 1	Oficina	Enfriado	2
Alm. Óptica	Oficina	Sin acondicionar	2
Cub. 3	Oficina	Enfriado	2

A partir de la configuración anterior, se ejecutó la herramienta Heating and Cooling Loads, obteniéndose las cargas máximas de enfriamiento y calefacción para el conjunto de espacios de la planta baja. La Figura 7 presenta la distribución porcentual de ambas demandas térmicas.

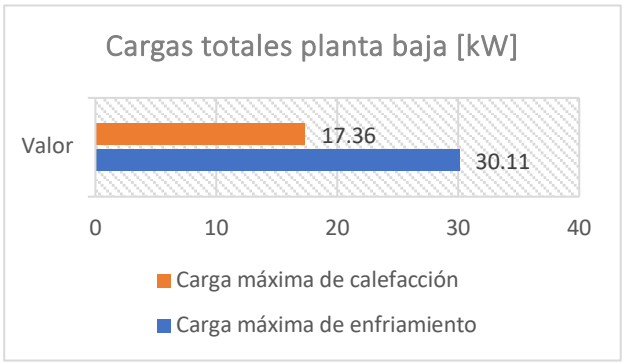


Figura 7. Distribución de las cargas máximas de enfriamiento y calefacción de la planta baja.

Los resultados obtenidos indican que la planta baja presenta una carga máxima de enfriamiento de 30.11 kW, mientras que la carga máxima de calefacción fue de 17.36 kW, requiriéndose una capacidad de refrigeración estimada de 8.56 toneladas de refrigeración (TR). Como se observa en la Figura 7, aproximadamente el 63 % de la demanda térmica corresponde al enfriamiento y el 37 % a la calefacción.

Este comportamiento puede atribuirse a la presencia de laboratorios y espacios académicos con ocupación constante, donde las cargas internas generadas por usuarios, iluminación y equipos eléctricos incrementan los requerimientos de refrigeración. No obstante, la diferencia entre ambas cargas aún no es tan marcada como en los niveles superiores, lo que sugiere un comportamiento térmico relativamente equilibrado derivado de la diversidad de usos presentes en este nivel del edificio.

Resultados del primer piso

El primer piso del edificio está conformado por laboratorios especializados, aulas, cubículos académicos y áreas de almacenamiento, espacios que presentan requerimientos de climatización diferentes debido a su ocupación y al equipamiento utilizado durante las actividades académicas. La configuración de los *Spaces* permitió incorporar al modelo energético las características funcionales de cada recinto, constituyendo la base para la estimación de las cargas térmicas.

La Figura 8 muestra la distribución de los espacios analíticos correspondientes al primer piso, donde se identifican las principales áreas consideradas durante la simulación energética.

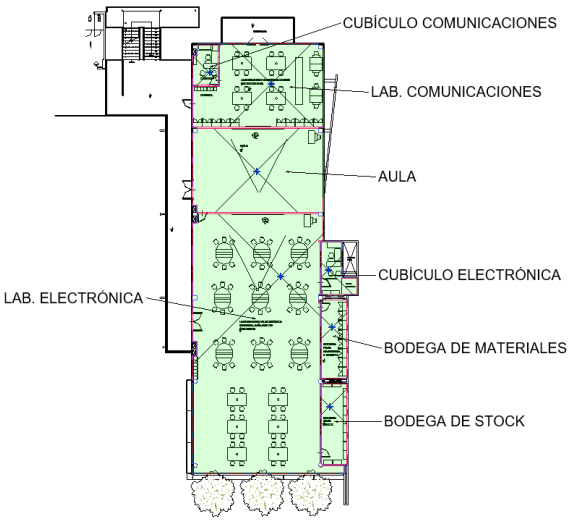


Figura 8. Espacios analíticos (Spaces) correspondientes al primer piso del edificio.

Los principales espacios considerados durante el análisis térmico del primer piso se presentan en la Tabla 4, indicando su tipo de acondicionamiento y ocupación estimada.

Tabla 4. *Principales espacios considerados en el análisis térmico del primer piso.*

Espacio	Tipo de espacio	Tipo de acondicionamiento	Ocupación (personas)
Lab. Elec.	Laboratorio	Calentado y enfriado	50
Lab. Comun.	Laboratorio	Calentado y enfriado	26
Aula	Aula	Calentado y enfriado	30
Cub. Elec.	Oficina	Calentado y enfriado	3
Cub. Comun.	Oficina	Calentado y enfriado	2
Bodega Mat.	Almacén activo	Enfriado	1
Bodega Stock	Almacén activo	Sin acondicionar	1

Una vez configuradas las propiedades energéticas del modelo, se ejecutó la simulación estimar las demandas máximas de climatización del primer piso. La Figura 9 presenta la comparación entre las cargas máximas de enfriamiento y calefacción obtenidas para este nivel.

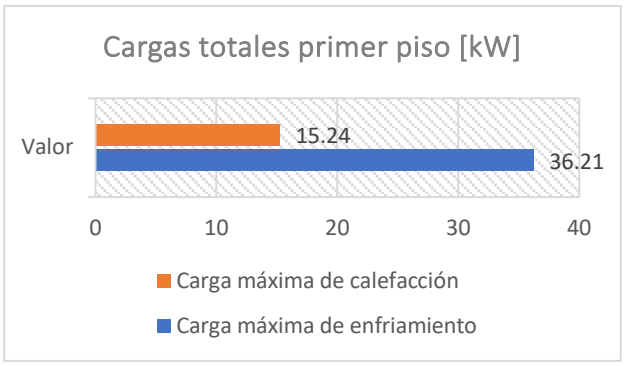


Figura 9. Comparación de las cargas máximas de enfriamiento y calefacción del primer piso.

Los resultados obtenidos muestran una carga máxima de enfriamiento de 36.21 kW y una carga máxima de calefacción de 15.24 kW, requiriéndose una capacidad de refrigeración aproximada de 10.30 toneladas de refrigeración (TR) para satisfacer las condiciones de diseño del nivel.

En comparación con la planta baja, el primer piso presentó un incremento en la demanda de enfriamiento, asociado principalmente a la presencia del Laboratorio de Electrónica, el Laboratorio de Comunicaciones y el aula principal, espacios caracterizados por una elevada ocupación y una mayor concentración de equipos eléctricos. Estas cargas internas, sumadas a las ganancias térmicas producidas por la envolvente del edificio, incrementan los requerimientos de refrigeración y explican la diferencia observada entre las cargas máximas de enfriamiento y calefacción.

Asimismo, se observó que las áreas de almacenamiento y los cubículos administrativos presentan una contribución relativamente baja a la carga térmica total, debido a su reducida ocupación y al menor uso de equipos eléctricos. Esto evidencia que el comportamiento energético del nivel está dominado por los espacios destinados a actividades académicas y de laboratorio, donde la ocupación y el equipamiento constituyen los principales factores que determinan la demanda de climatización.

Resultados del segundo piso

El segundo piso del edificio está integrado principalmente por laboratorios de cómputo, áreas de apoyo académico y espacios administrativos, cuya operación se caracteriza por una elevada densidad de equipos electrónicos y una ocupación constante durante los periodos de uso. Estas condiciones fueron incorporadas al modelo energético mediante la configuración de los *Spaces*, permitiendo representar las características funcionales de cada recinto para la estimación de las cargas térmicas.

La Figura 10 muestra la distribución de los espacios analíticos correspondientes al segundo piso, donde se observa la organización de los laboratorios de cómputo y las áreas complementarias consideradas durante la simulación energética.

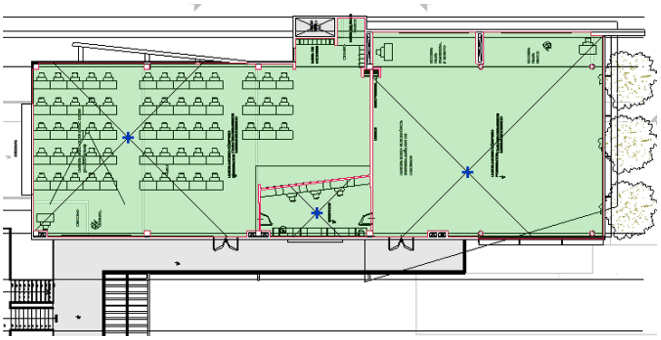


Figura 10. Espacios analíticos (Spaces) correspondientes al segundo piso del edificio.

Los principales espacios considerados durante el análisis térmico del segundo piso se presentan en la Tabla 5, indicando el tipo de acondicionamiento y la ocupación asignada a cada recinto.

Tabla 5. *Principales espacios considerados en el análisis térmico del segundo piso.*

Espacio	Tipo de espacio	Tipo de acondicionamiento	Ocupación (personas)
Servidor	Almacén activo	Enfriado	6
Lab. Comp. 1	Laboratorio	Enfriado	59
Lab. Comp. 2	Laboratorio	Enfriado	59

Una vez configuradas las propiedades energéticas del modelo, se ejecutó la herramienta de simulación para estimar las demandas máximas de climatización correspondientes al segundo piso. La Figura 11 presenta la comparación entre las cargas máximas de enfriamiento y calefacción obtenidas para este nivel.

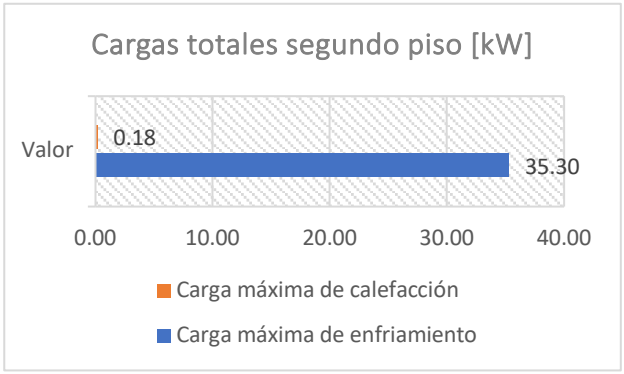


Figura 11. Comparación de las cargas máximas de enfriamiento y calefacción del segundo piso.

Los resultados obtenidos muestran una carga máxima de enfriamiento de 35.30 kW, mientras que la carga máxima de calefacción fue de únicamente 0.18 kW, requiriéndose una capacidad de refrigeración aproximada de 10.03 toneladas de refrigeración (TR) para satisfacer las condiciones de diseño del nivel.

A diferencia de los niveles inferiores, el segundo piso presentó un comportamiento térmico claramente dominado por la demanda de enfriamiento. Este resultado está asociado principalmente a la presencia de los laboratorios de cómputo, cuya elevada ocupación y concentración de equipos electrónicos generan importantes cargas internas de calor durante su operación. En consecuencia, la demanda de calefacción resulta prácticamente despreciable frente a los requerimientos de refrigeración, evidenciando que el uso funcional de los espacios constituye uno de los factores con mayor influencia sobre el comportamiento energético del edificio.

Este comportamiento confirma la capacidad del modelo BIM para representar las condiciones particulares de operación de cada nivel y pone de manifiesto la importancia de considerar variables como la ocupación, el equipamiento y la función de los recintos durante la preparación del modelo energético, ya que estas características impactan directamente en la estimación de las cargas térmicas y, por ende, en el dimensionamiento preliminar de los sistemas HVAC.

Discusión

Los resultados obtenidos evidencian que el comportamiento térmico del edificio varía de manera importante entre sus tres niveles, aun cuando todos forman parte de una misma construcción y fueron analizados bajo las mismas condiciones climáticas y criterios de simulación. Como se observa en la Figura 12, las cargas máximas de enfriamiento superan en todos los casos a las cargas de calefacción, confirmando que las necesidades de climatización del edificio están dominadas por la demanda de refrigeración. Esta tendencia resulta consistente con las condiciones climáticas de Salamanca, Guanajuato, así como con el uso predominantemente académico del inmueble.

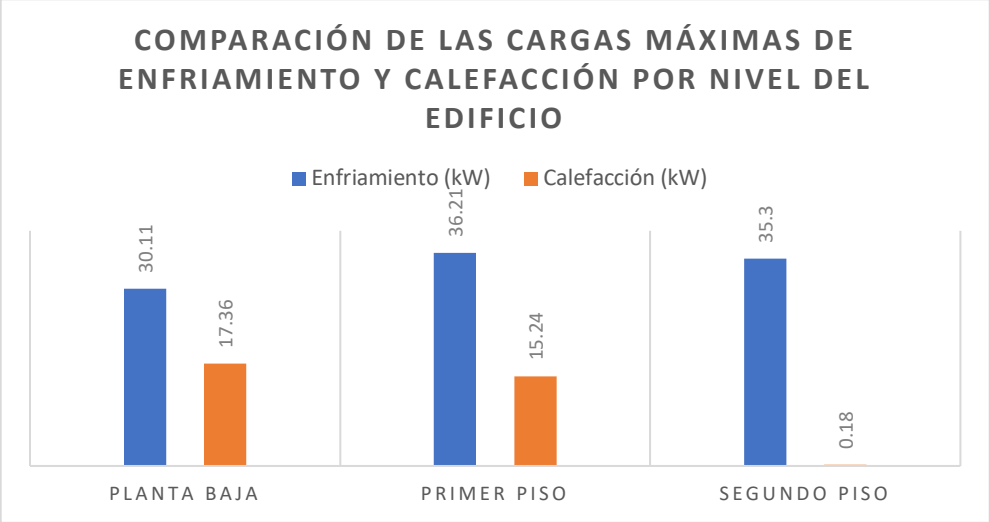


Figura 12. Comparación de las cargas máximas de enfriamiento y calefacción obtenidas para los tres niveles del edificio mediante la herramienta Heating and Cooling Loads de Autodesk Revit.

La planta baja presentó la menor demanda de enfriamiento (30.11 kW), aunque mantuvo la mayor carga de calefacción (17.36 kW). Este comportamiento puede atribuirse a la diversidad de usos presentes en este nivel, donde coexisten laboratorios, oficinas, almacenes y áreas de apoyo con diferentes condiciones de ocupación y requerimientos de acondicionamiento. En contraste, el primer piso registró la mayor carga de enfriamiento (36.21 kW), asociada principalmente a la presencia de laboratorios especializados, aulas y espacios con mayor densidad de ocupación y equipos eléctricos, los cuales incrementan las ganancias internas de calor.

Por su parte, el segundo piso presentó una demanda de enfriamiento muy similar a la del primer nivel (35.30 kW), pero una carga de calefacción prácticamente nula (0.18 kW). Este resultado refleja el predominio de laboratorios de cómputo y áreas con una elevada concentración de equipos electrónicos, donde las cargas internas generadas por computadoras, iluminación y ocupación son suficientes para reducir considerablemente la necesidad de calefacción. En consecuencia, el comportamiento energético de este nivel está claramente gobernado por los requerimientos de refrigeración.

Las diferencias observadas entre los tres niveles ponen de manifiesto que la distribución arquitectónica y el uso funcional de los espacios tienen una influencia directa sobre las cargas térmicas del edificio. Más allá de las propiedades de la envolvente, variables como la ocupación, el número de equipos eléctricos, los horarios de operación y el tipo de acondicionamiento asignado a cada recinto modifican significativamente la demanda energética estimada. Esto confirma la importancia de caracterizar adecuadamente cada espacio durante la preparación del modelo energético para obtener resultados consistentes que sirvan como base para el dimensionamiento preliminar de sistemas HVAC.

Desde la perspectiva metodológica, el presente trabajo demuestra que la implementación de un flujo de trabajo colaborativo basado en BIM permitió desarrollar un modelo arquitectónico integrado y suficientemente

detallado para la estimación de cargas térmicas del edificio. La división del modelado por niveles, la coordinación mediante Revit Links y la integración periódica en un archivo maestro facilitaron el trabajo simultáneo entre los participantes, manteniendo la consistencia geométrica y la información analítica necesaria para la simulación energética. De esta manera, el modelo BIM no solo funcionó como una representación tridimensional del edificio, sino también como una base de datos centralizada que integró información geométrica, constructiva y energética para apoyar el análisis de desempeño térmico.

Finalmente, es importante señalar que los resultados obtenidos corresponden a una estimación preliminar realizada mediante la herramienta disponible en Revit, por lo que dependen de la calidad del modelo arquitectónico, de los materiales seleccionados y de los parámetros de ocupación y operación definidos para cada espacio. En trabajos futuros, el modelo BIM desarrollado podrá emplearse para realizar simulaciones energéticas de mayor detalle, validar los resultados mediante mediciones experimentales o servir como base para el diseño y dimensionamiento definitivo de los sistemas de climatización del edificio.

Conclusiones

El desarrollo del modelo BIM del edificio de Posgrados de la División de Ingenierías de la Universidad de Guanajuato permitió cumplir el objetivo del presente trabajo al proporcionar una representación digital del inmueble que integró información geométrica, constructiva y energética para la estimación de las cargas térmicas mediante Autodesk Revit. La metodología de trabajo colaborativo implementada, basada en la división del modelado por niveles y la integración de un archivo maestro mediante Revit Links, demostró ser una estrategia eficiente para coordinar el desarrollo del modelo y consolidar la información necesaria para el análisis energético.

La estimación de las cargas térmicas evidenció diferencias entre los tres niveles del edificio, determinadas principalmente por la función de los espacios, la ocupación y las cargas internas asociadas al equipamiento utilizado en cada recinto. Los resultados mostraron un predominio de las cargas de enfriamiento sobre las de calefacción, siendo el primer y segundo piso los niveles con mayores requerimientos de refrigeración debido a la presencia de laboratorios especializados y laboratorios de cómputo. Estos resultados resaltan la importancia de caracterizar adecuadamente las condiciones de operación de cada espacio durante la preparación del modelo energético, ya que dichas variables influyen directamente en la estimación de las demandas de climatización.

Finalmente, el modelo BIM desarrollado constituye una base sólida para futuras etapas del proyecto, entre las que se contempla el dimensionamiento preliminar de sistemas HVAC, la realización de simulaciones energéticas de mayor detalle y la integración de tecnologías de monitoreo en tiempo real mediante dispositivos IoT. En este sentido, el trabajo realizado durante el Verano de la Ciencia no solo permitió estimar las cargas térmicas del edificio, sino también generar un modelo digital con potencial para apoyar futuras actividades de análisis, operación y gestión energética dentro del entorno universitario.

Referencias

Alvur, E., Anaç, M., Cuce, P. M., & Cuce, E. (2026). *The potential and challenges of BIM in enhancing energy efficiency in existing buildings: A comprehensive review*. Sustainable and Clean Buildings, 42–65.

Anarene, B. (2024). Revolutionizing energy efficiency in commercial and institutional buildings: A complete analysis. *International Journal of Scientific Research and Management, 12*(9), 7444–7468.

ASHRAE. (2021). *ASHRAE handbook—Fundamentals.* American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.

Dore, C., & Murphy, M. (2025). Current state of art historic building information modelling. *Journal of Academic Research and Innovation, 2*(1), 3.