

HERRAMIENTAS PEDAGOGICAS DIGITALES BIM, como recurso motivador del APRENDIZAJE de la EFICIENCIA ENERGÉTICA en el DISEÑO PROYECTUAL SUSTENTABLE

PROYECTOS INTERNOS DE INVESTIGACIÓN Y CREACIÓN – 2025/2026 - FAUD - UNSJ

Equipo de Proyecto

Mg. Esp. Arq. María del Valle Coll Romero (Director)	- 21.609.702
Arq. Andrés Nector Ortega (Co Director)	- 20.505.093
Arq. Eduardo Montilla (Integrante)	- 16.257.650
Arq. María Verónica Inés Ripoll Meyer (Integrante)	- 25.649.764
Mg. Arq. Alicia Carla Tapia (integrante adscripto)	- 34.327.758
Dra. Arq. Alba Inés Ramos Sanz (Asesora)	- 27.350.559

INFORME FINAL Proyecto de Investigación Interno 2026 FAUD – UNSJ

Convocatoria 2024. Resolución N°142-2024-CD-FAUD

Directora del Proyecto: Mgt. Esp. Arq. MARIA DEL VALLE COLL // vallecoll@gmail.com • 2025/2026

Objetivo General

Generar herramientas pedagógicas digitales, que colaboren a lograr una mejor comprensión de los contenidos técnicos específicos de la disciplina arquitectónica, urbanística y diseño, aprovechando las nuevas aplicaciones digitales tecnológicas como recurso pedagógico motivador, propiciando la sustentabilidad edilicia.

Resumen del proyecto

El proyecto se inserta en las disciplinas proyectuales de la **enseñanza de la Arquitectura, el Urbanismo y el Diseño Industrial**, orientado a la **sustentabilidad y la innovación tecnológica**, principalmente como una propuesta instrumental pedagógica basada en la tecnología digital de modelos de información 3D BIM (Building Information Modeling), propiciando la sustentabilidad edilicia a partir del análisis y la validación de la eficiencia energética en el proceso interdisciplinario de diseño proyectual.

El trabajo tiene como objetivo general generar una herramienta pedagógica digital, aprovechando los nuevos recursos tecnológicos, de fácil acceso, y las aplicaciones que ofrece la metodología de trabajo BIM. Se plantea como una herramienta de profundización y síntesis de las principales áreas cognitivas académicas, arquitectura, construcción, instalaciones, estructura, entre otra, como una metodología tecnológica innovadora, imprescindible para el futuro desarrollo e inserción profesional.

Asimismo, constituye una propuesta que responde al objetivo de esta convocatoria de **"consolidar las actividades de investigación desde las cátedras y en el ámbito de la enseñanza"**, favoreciendo el trabajo interdisciplinario y la articulación entre docentes, investigadores, estudiantes avanzados y graduados.

La metodología se desarrolla a partir de modelos 3D BIM, definidos mediante un proceso de generación y gestión de datos técnicos específicos del edificio, que posteriormente son sometidos a distintos tipos de análisis mediante software de simulación. Estas aplicaciones integran la información proveniente de las distintas disciplinas, arquitectura, ingeniería, construcciones, entre otras, en un único modelo 3D centralizado. Esta metodología colaborativa permite aprovechar los datos multidisciplinarios del proyecto para evaluar con mayor precisión su eficiencia energética.

El proyecto constituye una de las etapas de una propuesta pedagógica orientada a abordar los contenidos técnicos de incumbencia directa en la disciplina arquitectónica y urbanística, tales como el diseño proyectual y bioclimático, la construcción, las instalaciones y la estructura. Su desarrollo parte de un modelo digital 3D BIM, sustentado en el análisis y la evaluación de la eficiencia energética durante el proceso de diseño proyectual y constructivo, con el propósito de desarrollar experiencias pedagógicas vinculadas al diseño arquitectónico sustentable. Se busca que la materialización de la propuesta genere datos precisos de referencia sobre la eficiencia energética de distintos sistemas constructivos, para posteriormente transferir estos recursos digitales al ámbito áulico de las diferentes asignaturas de la FAUD-UNSJ.

Se espera que los resultados obtenidos permitan generar una herramienta pedagógica que contribuya a mejorar la comprensión de los conocimientos técnicos específicos de la disciplina proyectual arquitectónica y urbanística, incentivando el uso de las nuevas tecnologías, hoy incorporadas al ámbito cotidiano de las nuevas generaciones. De este modo, se procura aprovechar el gran potencial y la precisión que estas herramientas ofrecen, tanto en el ámbito científico como académico, contribuyendo al avance del conocimiento científico y tecnológico, con posibilidades de proyección e impacto en la comunidad de la FAUD-UNSJ y en la sociedad en general, como un factor de desarrollo.

1. Introducción

La transformación digital de los procesos de diseño y construcción ha impulsado cambios significativos en la formación y el ejercicio profesional de la arquitectura, modificando profundamente los sistemas de enseñanza y aprendizaje en la educación universitaria. En las disciplinas proyectuales, el avance de las tecnologías digitales ha generado nuevas posibilidades para representar, analizar y comprender fenómenos complejos vinculados al comportamiento de los edificios y las ciudades.

La creciente preocupación por el cambio climático, el uso racional de la energía y el impacto ambiental del sector de la construcción exige que la formación de los futuros profesionales incorpore, desde las etapas iniciales del aprendizaje, criterios de eficiencia energética, diseño bioclimático y sustentabilidad edilicia. En este sentido, las tecnologías digitales permiten no solo representar proyectos arquitectónicos, sino también evaluar su desempeño ambiental, analizar alternativas de diseño y comprender la incidencia de las decisiones proyectuales sobre el consumo energético y el confort de los usuarios.

En Argentina, los edificios representan una proporción significativa del consumo energético nacional, situación que evidencia la necesidad de fortalecer la enseñanza de la eficiencia energética y sustentabilidad en las carreras vinculadas al diseño y la construcción del hábitat.

Ante esta problemática, las tecnologías digitales ofrecen nuevas posibilidades para enriquecer los procesos de enseñanza-aprendizaje mediante recursos visuales, analíticos e interactivos que facilitan la comprensión de conceptos técnicos complejos. La instrumentación de la propuesta se basa principalmente en las aplicaciones tecnológicas digitales utilizadas en el proceso y la gestión del trabajo colaborativo e interdisciplinario de la metodología BIM. Y de herramientas de simulación termo energéticas como recursos pedagógicos digitales orientados a la enseñanza de la eficiencia energética aplicada al diseño arquitectónico sustentable.

2. Marco Teórico

El proyecto se basa en las diferentes aplicaciones tecnológicas digitales utilizadas en el proceso y la gestión del trabajo colaborativo e interdisciplinario bajo la estructura organizativa de la metodología BIM. Esta metodología se caracteriza por integrar la información en un modelo digital 3D, aprovechando los datos generados por las distintas disciplinas durante las diferentes fases del ciclo de vida del edificio. Desde el ámbito académico, constituye además una herramienta de profundización y síntesis de las principales áreas cognitivas de la disciplina.

La propuesta, concebida como una herramienta pedagógica digital para mejorar la comprensión de los contenidos técnicos específicos de la disciplina arquitectónica, tiene como finalidad motivar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la eficiencia energética. Asimismo, busca explorar las virtudes, particularidades y potencialidades de las nuevas tecnologías digitales aplicadas al diseño proyectual sustentable. De este modo, la experiencia procura fortalecer la formación académica y favorecer su posterior aplicación en el ejercicio profesional, dada la importancia que la eficiencia energética reviste para la habitabilidad y el confort edilicio.

El principal interés del proyecto es propiciar la sustentabilidad edilicia en todas las etapas del proceso proyectual mediante el análisis de la eficiencia energética. A través de esta propuesta, se busca que los estudiantes comprendan con mayor claridad el grado de participación e influencia de los distintos factores que intervienen en el diseño arquitectónico, considerando que cada uno de ellos incide de manera diferente en la materialización de una obra civil.

La tecnología evoluciona a un ritmo acelerado, lo que plantea nuevos desafíos para la enseñanza universitaria. En este contexto, resulta necesario adaptar los procesos de formación a las posibilidades que ofrecen los nuevos recursos tecnológicos y, principalmente, promover un uso crítico y responsable de estas herramientas. Dado que las tecnologías digitales forman parte del entorno cotidiano de las nuevas generaciones, resulta oportuno incorporarlas como recursos pedagógicos que respondan a las características tecnológicas actuales, favorezcan la motivación y mejoren la comprensión de conceptos técnicos relacionados con la materialidad, el diseño bioclimático, la eficiencia energética, las estructuras, las instalaciones y la construcción.

Para el análisis de la eficiencia energética, los modelos digitales 3D BIM se utilizaron como recurso principal para el desarrollo de distintas experiencias analíticas, aprovechando las posibilidades que ofrecen las herramientas de simulación y el elevado potencial visual y analítico de esta tecnología. Mediante diferentes aplicaciones es posible generar información precisa que facilite la toma de decisiones durante el proceso de diseño proyectual sustentable a partir de los resultados obtenidos, construir bases de datos de referencia para su posterior transferencia al ámbito áulico de las distintas asignaturas. Esto permite valorar el aporte de las tecnologías digitales como una metodología innovadora y como herramientas imprescindibles para el futuro desarrollo e inserción profesional.

En el ámbito de la construcción, la eficiencia energética busca optimizar el uso de los recursos disponibles, reduciendo la energía necesaria para mantener condiciones adecuadas de confort térmico mediante calefacción o refrigeración. Una de las estrategias más eficaces para alcanzar este objetivo es el diseño bioclimático. En la región donde se desarrolla el proyecto, de clima árido continental, resulta fundamental aprovechar los recursos climáticos disponibles, especialmente la radiación solar y el viento.

Desde la perspectiva de la materialización de la obra civil, ello implica considerar soluciones constructivas como el aislamiento térmico de muros y cubiertas, la incorporación de carpinterías con doble o triple vidriado hermético (DVH), entre otras alternativas. En este contexto, la propuesta pedagógica tiene como finalidad motivar la enseñanza-aprendizaje de la eficiencia energética en el diseño proyectual sustentable mediante el empleo de recursos digitales que favorezcan el análisis del entorno inmediato y del proyecto arquitectónico. De este modo, se busca promover la comprensión de aquellas estrategias que han demostrado ser fundamentales para reducir el consumo energético y contribuir al desarrollo de edificaciones más sustentables.

3. Desarrollo del proyecto

El desarrollo de la propuesta se realizó desde el Área de **Educación Ambiental** del Instituto de Estudios en Arquitectura Ambiental (INEAA), de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño (FAUD) de la Universidad Nacional de San Juan (UNSJ), y a partir de la experiencia académica de la Cátedra Electiva **Tecnología BIM FAUD-UNSJ**, donde se trabaja en un Taller experimental orientado a aprehender desde la práctica, el proceso y gestión de la metodología de trabajo BIM, en la actividad del área de la construcción.

En la Cátedra Electiva **Tecnología BIM FAUD-UNSJ** se desarrolla un Taller Experimental colaborativo e interdisciplinario que permite experimentar, de manera práctica, la dinámica de trabajo propia de la metodología BIM en el ámbito de la construcción, analizando tanto sus beneficios como las problemáticas que pueden surgir durante su implementación. Se parte del convencimiento de que la lectura proporciona información, la explicación consolida el conocimiento y la práctica genera experiencia; en consecuencia, aquello que se experimenta se comprende y se aprende con mayor profundidad.

Esta dinámica de trabajo colaborativo encuentra sustento en principios defendidos por diversos educadores y filósofos. Entre ellos, se destaca la conocida frase atribuida a Confucio: *"Lo escuché y lo olvidé. Lo vi y lo entendí. Lo hice y lo aprendí."* Asimismo, resulta pertinente la afirmación de Albert Einstein: *"El aprendizaje es experiencia; todo lo demás es información."* Del mismo modo, esta propuesta se relaciona con la conocida idea atribuida a Benjamín Franklin: *"Dime y lo olvido, enséñame y lo recuerdo, involúcrame y lo aprendo."*

En este sentido, se comparte la concepción de que el verdadero aprendizaje ocurre cuando una persona es capaz de comprender, explicar y aplicar lo aprendido, y no únicamente recordarlo.

En síntesis, el Taller Experimental combina una sólida base conceptual con el desarrollo práctico del proceso y la gestión del trabajo colaborativo e interdisciplinario mediante la metodología BIM, constituyéndose en una estrategia metodológica para la enseñanza y el aprendizaje.

- **Leer** → proporciona información.
- **Explicar** → demuestra comprensión y consolida el conocimiento.
- **Hacer o practicar** → genera experiencia.
- **La experiencia** → conduce a un aprendizaje profundo.

La práctica pedagógica desarrollada en el Taller Experimental de la Cátedra de Tecnología BIM se organiza a partir de un sistema de teletrabajo colaborativo e interdisciplinario, estructurado de acuerdo con el proceso y la gestión propios de la metodología BIM.

La experiencia se desarrolla bajo una estructura organizativa en la que, una vez adquiridos los conceptos fundamentales de la metodología BIM, se conforman grupos de trabajo interdisciplinarios. Cada estudiante selecciona el área disciplinar en la que desea participar, de acuerdo con sus intereses académicos, tales como arquitectura, ingeniería, construcción u otras disciplinas afines.

Luego de introducir los fundamentos conceptuales de BIM, entendida principalmente como una metodología colaborativa de trabajo que propone un sistema interdisciplinario organizado mediante un esquema coordinado de comunicación, sustentado en modelos digitales tridimensionales de información que funcionan como prototipos virtuales constructivos, la dinámica del Taller busca reproducir el funcionamiento del ámbito profesional.

En este contexto, cada estudiante participa en alguna de las diferentes áreas cognitivas involucradas en el proceso proyectual, como diseño arquitectónico, diseño sustentable, estructuras, instalaciones, patrimonio, representación gráfica, construcción u otras temáticas específicas. El propósito es promover la investigación, la reflexión y la exploración de nuevas posibilidades de aplicación de las herramientas BIM al proceso de diseño proyectual sustentable.

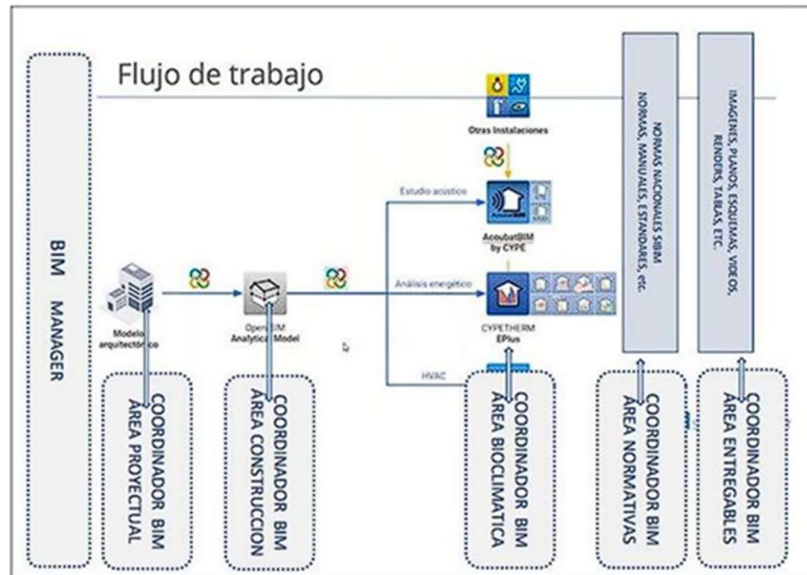
Esta modalidad de trabajo constituye una experiencia de aprendizaje innovadora que, además de fortalecer la formación académica, favorece el desarrollo de competencias vinculadas al trabajo colaborativo e interdisciplinario, consideradas hoy imprescindibles para el futuro desempeño e inserción profesional.

El plan académico de la **Cátedra Electiva Tecnología BIM** se desarrolla mediante el uso de diversos recursos tecnológicos digitales. Por un lado, se emplean distintas plataformas colaborativas (Classroom, BIM Educativa, entre otras) para gestionar el proceso de enseñanza, coordinar las actividades y mantener una comunicación fluida entre docentes y estudiantes. Por otro lado, se utilizan herramientas digitales de uso cotidiano, como computadoras y dispositivos móviles, con el propósito de fomentar un uso crítico y criterioso de la tecnología.

Estos recursos cumplen una función pedagógica fundamental, ya que sus características visuales y analíticas favorecen la comprensión de los contenidos técnicos y actúan como un factor motivador del aprendizaje. Asimismo, permiten a los estudiantes familiarizarse con herramientas y entornos tecnológicos ampliamente utilizados en el ejercicio profesional, cuyo manejo requiere conocimientos específicos debido a su complejidad técnica y al elevado costo de los programas y equipos involucrados.

La plataforma **BIM Educativa** se utiliza como herramienta colaborativa y de coordinación. Se trata de una plataforma digital en la nube que permite administrar, compartir y actualizar proyectos de arquitectura, ingeniería y construcción. Además, mediante la utilización de la tecnología **Open BIM**, posibilita integrar un flujo de trabajo colaborativo, abierto y coordinado entre los distintos profesionales que conforman el equipo de proyecto.

El **Taller Experimental** se estructura en cinco áreas principales: **Área Proyectual**, **Área de Construcción**, que integra las disciplinas de estructuras e instalaciones, **Área Bioclimática**, **Área de Normativas** y **Área de Entregables**. Como se muestra en el esquema organizativo, el flujo de trabajo BIM es coordinado por el equipo docente y desarrollado por grupos de estudiantes que simulan el desempeño de profesionales especialistas en cada una de las áreas disciplinares.



Cada área se define de acuerdo con la elección de los estudiantes, quienes la seleccionan en función de sus intereses. Dentro de ella, deben definir la **disciplina** y, a partir de los distintos temas desarrollados durante el cursado, establecer la **temática**, el **subproyecto**, el **contenido específico**, el **propósito de uso**, las **alternativas de aplicación**, el **tipo de modelo**, los recursos gráficos o analíticos que emplearán, etc.

Asimismo, se establecen las condiciones para la coordinación del trabajo colaborativo de todo el equipo, definiendo las reglas de funcionamiento, la organización y desarrollo de la información técnica y constructiva necesaria para responder a los requerimientos planteados —simulando las condiciones establecidas por un cliente—. También se determina la infraestructura de datos, incluyendo los formatos de información, los medios para su intercambio y los entregables correspondientes.

En consecuencia, la estructura organizativa del trabajo colaborativo e interdisciplinario BIM del Taller Experimental de la Cátedra de Tecnología BIM varía cada año, de acuerdo con las áreas disciplinares seleccionadas por los estudiantes, las cuales determinan también el flujo de trabajo colaborativo.

La presente investigación se desarrolla dentro de esta estructura organizativa, específicamente en el **Área Bioclimática**, concebida como un espacio de trabajo colaborativo e interdisciplinario.

La propuesta tiene como finalidad que el Área Bioclimática desarrolle el análisis del modelo BIM a partir de la evaluación de la eficiencia energética aplicada al diseño proyectual sustentable. Asimismo, incorpora conceptualmente la temática biofílica, basada en la relación entre la naturaleza y las personas, promoviendo su integración en los espacios urbanos de ciudades de clima árido, con el propósito de fortalecer el vínculo entre los habitantes y los entornos vegetados.

El análisis se realiza mediante un modelo BIM configurado con datos físicos y térmicos obtenidos a partir de los procesos interdisciplinarios. Esta información permite desarrollar simulaciones de eficiencia energética que generan resultados de mayor precisión, favoreciendo la toma de decisiones durante el proceso proyectual.

De este modo, se busca motivar a los estudiantes a investigar y proponer estrategias bioclimáticas orientadas a generar ahorros energéticos, reducir la huella de carbono y contribuir al desarrollo de edificaciones más sustentables. En este sentido, la reducción del consumo energético en el área de la construcción favorece un uso más eficiente de los recursos energéticos disponibles.

Durante el desarrollo del semestre, los estudiantes recibieron una base teórica, cognitiva y orientativa. A partir de ella, desarrollaron la práctica propuesta con el acompañamiento de los docentes, durante el horario correspondiente al cursado presencial, mediante una modalidad virtual sincrónica y asincrónica.

El propósito de la práctica es aprovechar y explorar las posibilidades de simulación, análisis y representación gráfica que ofrecen las herramientas de modelado BIM, permitiendo a los estudiantes comprender sus principales características tecnológicas, su lógica de funcionamiento, el entorno de trabajo y los diferentes métodos de visualización.

Asimismo, la práctica procura que los estudiantes experimenten las posibilidades que brindan las herramientas de modelado BIM, valorizando el tiempo invertido en el modelado paramétrico mediante su posterior aprovechamiento en los procesos de análisis, evaluación y asignación de exigencias.

La información generada por cada área es posteriormente analizada y procesada mediante diferentes aplicaciones BIM, experimentando con diversas alternativas de uso, análisis y simulación que ofrece esta tecnología. Como resultado, es posible identificar los elementos del modelo asociados a una misma combinación de exigencias y, en consecuencia, analizarlos y clasificarlos como soluciones constructivas comunes, incluso antes de abordar su definición constructiva completa. Para ello, se utilizan herramientas de filtrado, tablas analíticas y distintos recursos de visualización.

Los diferentes usos asignados al modelo BIM y los objetivos alcanzados durante las distintas fases del ciclo de vida de la obra determinan el tipo de material que finalmente será entregado y las extensiones de archivo requeridas. Ello depende tanto de la naturaleza de la información recibida como de la forma en que fue generada y procesada mediante las distintas aplicaciones, en función de los requerimientos establecidos, simulando las condiciones propias de un proyecto profesional.

A partir de exposiciones analíticas se presentan tanto la información obtenida mediante las simulaciones como el desarrollo de la práctica realizada. Esto permite elaborar estadísticas y análisis ordenados, obteniendo conclusiones coherentes y útiles para la evaluación de la experiencia.

Finalmente, el trabajo completo se expone y somete a discusión con el propósito de profundizar el análisis de la temática desde una perspectiva colaborativa e interdisciplinaria. El objetivo de esta instancia es que los estudiantes sinteticen los conocimientos adquiridos, intercambien experiencias con sus pares y fortalezcan la construcción del conocimiento mediante la reflexión y la autocrítica.

El trabajo final y la información obtenida también se comparten con las demás áreas del Taller mediante reuniones de coordinación y consulta, en las que participan docentes y estudiantes de las diferentes disciplinas. Estas instancias permiten difundir los distintos recursos tecnológicos que ofrece la metodología BIM para cada especialidad e incentivar la incorporación de estas herramientas tanto en la formación académica como en el futuro ejercicio profesional.

Por ello, a continuación, primero planteamos que es trabajar bajo la Metodología de trabajo BIM en el Área de la construcción, con modelos digitales 3D BIM.

3.1. Modelos de Información Edilicios - BIM

El acrónimo BIM se traduce al español como Modelado de Información para la Edificación (Building Information Modeling). Es una innovadora metodología de trabajo; lejos de ser un programa específico, se trata de un proceso de generación y gestión de datos del edificio durante todo su ciclo de vida. En este método se utiliza software de modelado en 3D y en tiempo real como herramienta fundamental para su generación y gestión.

El BIM es una estructura organizativa funcional que da valor a la colaboración en etapas tempranas del proyecto hasta el fin de su desarrollo, siendo actualmente una herramienta muy eficaz en la construcción de edificios [Bryde, D., Broquetas, M., Volm, J.M. (2013)].

BIM puede ser utilizado para ilustrar el proceso completo de edificación, mantenimiento e incluso demolición, desde la fase de diseño, pasando por la construcción y el mantenimiento. Esto permite el desarrollo de la programación, el diseño conceptual y detallado, el análisis, la documentación, las especificaciones de fabricación, así como modelos 4D (3D + tiempo), 5D (3D + tiempo + costo), logística de la construcción, operación y mantenimiento, renovación y demolición.

BIM es un concepto que integra personas, procesos y herramientas. Se explica como la construcción de una única base de datos conceptual [Arq. Héctor Miller (2015)].

El uso de la metodología BIM permite recopilar la información aportada por distintos profesionales (arquitectos, ingenieros, constructores, etc.) en un único modelo 3D centralizado, y aprovechar los datos en las distintas fases del ciclo de vida del proyecto. Las cantidades de materiales, propiedades, ámbitos de trabajo, detalles de componentes y secuencias de actividades de construcción pueden ser definidos y gestionados de manera sencilla. Como metodología colaborativa, está presente en los ámbitos de la ingeniería, la arquitectura, la eficiencia energética, el facility management, las obras civiles, infraestructuras e industria, entre otros, otorgando mayor rendimiento al proyecto.

Su potencial reside en poder emplear la mayor parte del tiempo en la fase de diseño, ya que gracias al software 3D en tiempo real y a que toda la información del proyecto se encuentra en un único modelo (arquitectura, estructura, instalaciones, coordinación, presupuestos, etc.), es posible detectar en esta etapa los conflictos de construcción, problemas de ejecución y de obra, que pueden resolverse en el mismo modelo sin necesidad de llegar a la fase de ejecución. Esto permite reducir tiempos y costos, contribuyendo a que el proceso constructivo sea más sustentable.

BIM, como modelo paramétrico, es la representación virtual de la parte física y funcional de un edificio mediante objetos con atributos, lo que permite la extracción y uso de información desde la conceptualización del proyecto hasta su operación.

El uso de BIM durante el desarrollo de un proyecto permite generar diferentes tipos de análisis de manera temprana, tales como orientación, asoleamiento, vientos, confort climático, eficiencia energética y huella de carbono, entre otros. Esto se traduce en un mejor producto final para la etapa de operación y mantenimiento de los edificios. Para que estos procesos de análisis funcionen adecuadamente como base de información, es fundamental definir con claridad el uso concreto del modelo, tanto por la fiabilidad de los datos que se cargan y extraen como por la calidad, cantidad y precisión de la información necesaria. Esto permite generar archivos de manejo ágil, evitando datos innecesarios que no aportan al análisis específico y reduciendo la necesidad de hardware de alto rendimiento y sus costos asociados.

4. EXPERIENCIAS ACADÉMICAS con HERRAMIENTAS DIGITALES.

Cuando se desarrolla un proceso proyectual en arquitectura y se pasa de la etapa conceptual a la definición de su materialización, es necesario determinar cuáles son los materiales de construcción más adecuados para la envolvente, y que respondan de manera conveniente al contexto geográfico y climático donde se ubicará la obra civil.

Para analizar qué materiales pueden responder mejor, es necesario conocer o estimar el comportamiento térmico de la envolvente de un edificio. Para ello, primero se deben comprender las formas de transferencia de calor que se producen a través de dicha envolvente, ya que pueden darse por conducción, convección, radiación y procesos de evaporación o condensación. En otras palabras, la transferencia de calor dentro y fuera del edificio está influida por las características o propiedades termo físicas de los materiales de construcción que lo componen.

Así lo describen algunos documentos científicos (2), los cuales explican que la energía solar llega a un muro en forma de radiación, atraviesa el material por conducción y finalmente se transfiere al aire interior por convección y a las demás superficies internas del espacio por radiación. De este modo, se modifican las condiciones térmicas interiores y, especialmente, el confort de los ocupantes del edificio. Estas propiedades de los materiales de construcción incluyen la conductividad, resistencia, transmitancia térmica, capacidad térmica, coeficiente convectivo superficial, reflectividad y emisividad (Papparelli, Kurban, Cunsulo).

Es necesario analizar conceptualmente estos términos (Anexo 1-Clase teórica) para comprender con mayor claridad los resultados y datos que, de forma automática, proporcionan ciertas herramientas tecnológicas digitales y que orientan la toma de decisiones para definir la materialización de la envolvente edilicia. Estos resultados provienen de un proceso que depende principalmente de la información configurada en el modelo 3D BIM. Por ello, es fundamental definir el propósito y el uso final de la información que se extraerá, ya que esto determinará el tipo y el nivel de precisión que deben tener los datos.

En la implementación del proyecto se experimentó con diversas herramientas digitales disponibles en el mercado, dada la gran diversidad de opciones existentes, cada una con distintos tipos de análisis, alcances y prestaciones.

Estas herramientas tienen la intención de motivar al alumno en su proceso de enseñanza-aprendizaje, impulsándolo a plantear respuestas proyectuales acordes a las características del entorno donde se implementará el proyecto, incorporando esta lógica como una práctica habitual en su desarrollo profesional. Esto responde a la importancia de realizar un análisis previo y temprano de la situación geográfica, ambiental, económica, entre otras, en cada una de las etapas del diseño proyectual sustentable.

Por ello, se realizaron distintas prácticas y se experimentó con diferentes herramientas digitales, con el fin principal de mejorar la comprensión de las variables de análisis ambiental.

Las opciones que se presentan a continuación, como información referencial, son útiles tanto en la etapa de prediseño o definición de la materialización de la envolvente, como en el análisis final de sustentabilidad, permitiendo estimar o comparar distintas opciones constructivas posibles de utilizar según las características ambientales del contexto donde se desarrollará la obra civil.

4.1. EXPERIENCIAS ANALÍTICA con HERRAMIENTAS de MODELADO BIM.

En la experiencia analítica con modelos digitales 3D BIM, se utilizaron como herramientas de análisis comparativo y de validación, para evaluar la variable térmica de los materiales. O sea, desde el análisis de la MATERIALIDAD de los elementos de las envolventes, TECHOS y MUROS, y según el tipo constructivo.

BIM, como prototipo virtual que reproduce lo que se va a construir en una obra civil, y como modelo paramétrico, es la representación virtual de la parte física (columnas, vigas, muros, techos, puertas, ventanas, etc.) y funcional (flujo de aire en ductos de ventilación, coeficiente de fricción en tuberías de agua, transmitancia térmica, etc.) de un edificio con objetos ricos en atributos, lo que permite la extracción y uso de dicha información de la obra civil, desde la conceptualización del proyecto hasta la operación y mantenimiento, y hasta posible demolición de la construcción. Por ello, es importante primero aclarar que significa trabajar con un modelo paramétrico, y de acuerdo al USO y PROPOSITO que tendrá, la información, o atributos paramétricos que hay que configurar:

Atributos paramétricos: son características editables y relacionadas mediante parámetros, que permiten que un modelo o sistema se adapte automáticamente cuando cambian ciertos valores.

En el caso de los atributos paramétricos de los objetos físicos y funcionales de la representación virtual de la obra civil, los atributos paramétricos son propiedades o características de un objeto, elemento o sistema que pueden modificarse mediante parámetros o valores definidos. Es decir, el objeto “responde” automáticamente cuando cambian ciertos datos, por lo tanto, la geometría depende de reglas y parámetros.

En el proceso metodológico BIM, los atributos paramétricos son fundamentales porque permiten:

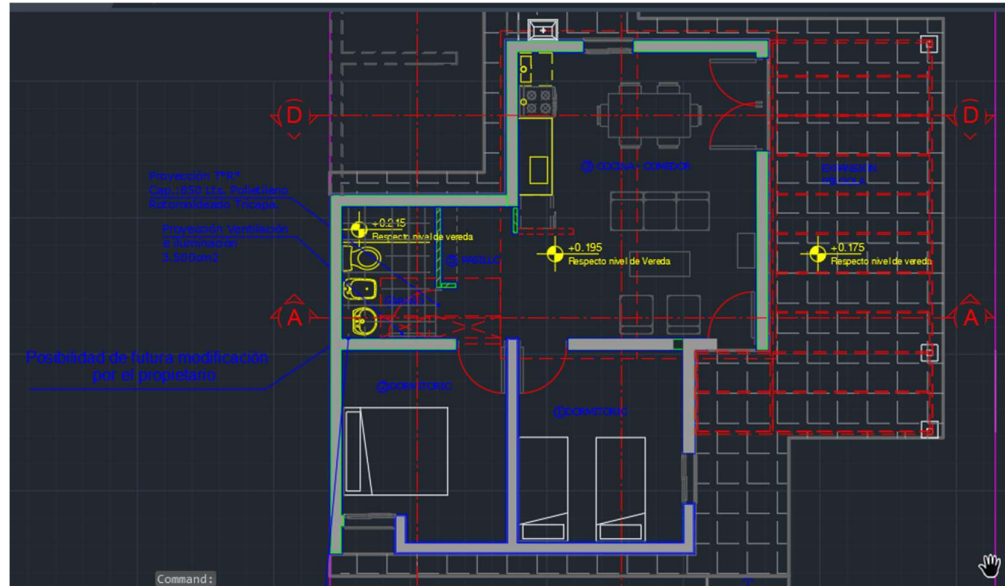
- automatizar cambios,
- generar documentación automática,
- coordinar disciplinas,
- extraer datos,
- hacer simulaciones,
- controlar costos y cantidades, etc.

En la implementación de la experiencia analítica con modelos digitales BIM, se utilizó el software Revit, de la empresa Autodesk para la generación y gestión de los datos técnicos específicos del proyecto. Y se modeló un Prototipo de vivienda de interés social del IPV (Instituto Provincial de la Vivienda).

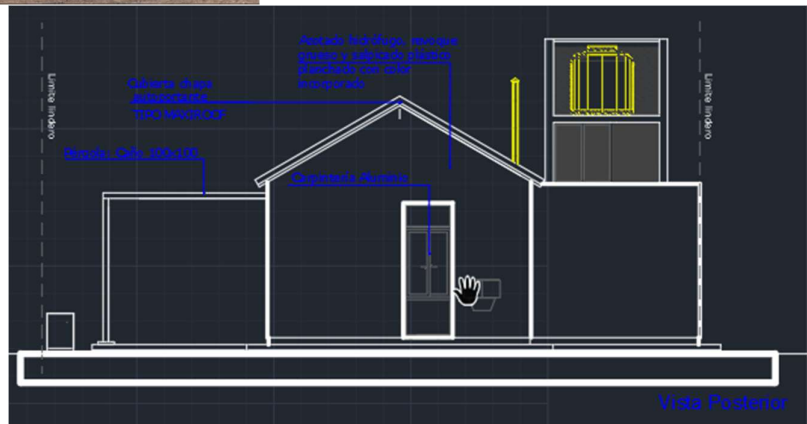
La digitalización del modelado 3D BIM se realizó en base a documentación digital facilitada por el IPV, conformada tanto por información gráfica como técnica, a través de archivos de extensión .dwg (Autocad Autodesk), planos de plantas y cortes; renders; planillas; fotos; etc.

El desarrollo del estudio utiliza de base un Prototipo original del IPV, de una vivienda unifamiliar de interés social. Ubicada en la Provincia de San Juan, al centro – oeste de Argentina, zona caracterizada con clima árido y continental, donde se usó el Prototipo de orientación este-oeste, por ser la situación más desfavorable en esta zona climática.

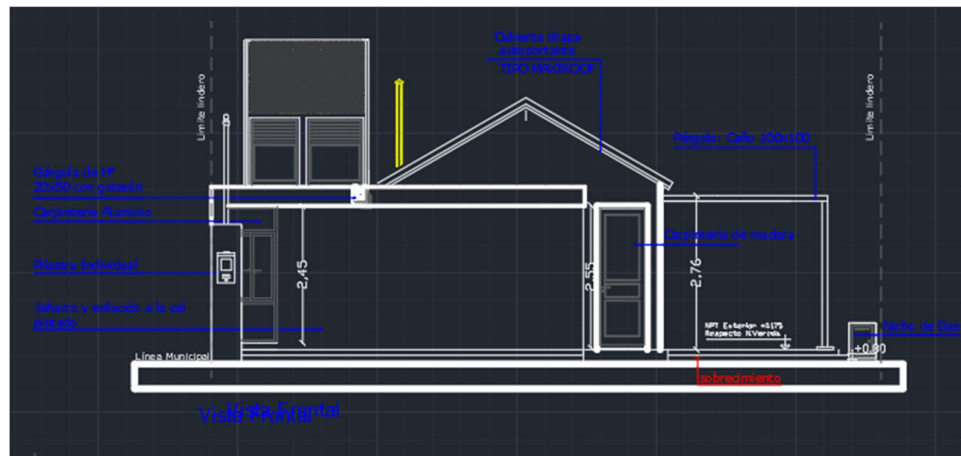
La distribución funcional y general del Prototipo original se estructura en, un espacio principal que integra cocina con el estar comedor, cuenta con una amplia salida al exterior, hacia una galería semi techada a través de una puerta ventana vidriada. Luego en el interior, se accede desde un hall a los dos dormitorios y al baño, con la posibilidad también de agregar una puerta para adicionar un tercer dormitorio en el futuro.



Balance de Superficies:	
Sup. Útil	50.66 m2
Sup. cubierta total	61.48 m2

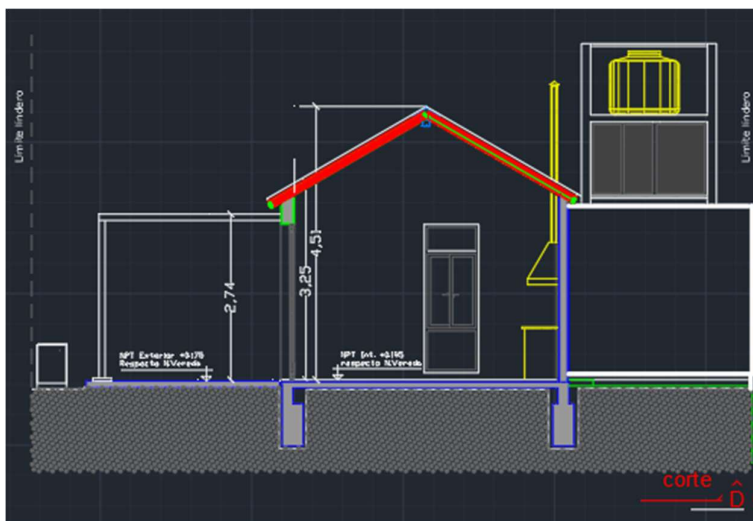
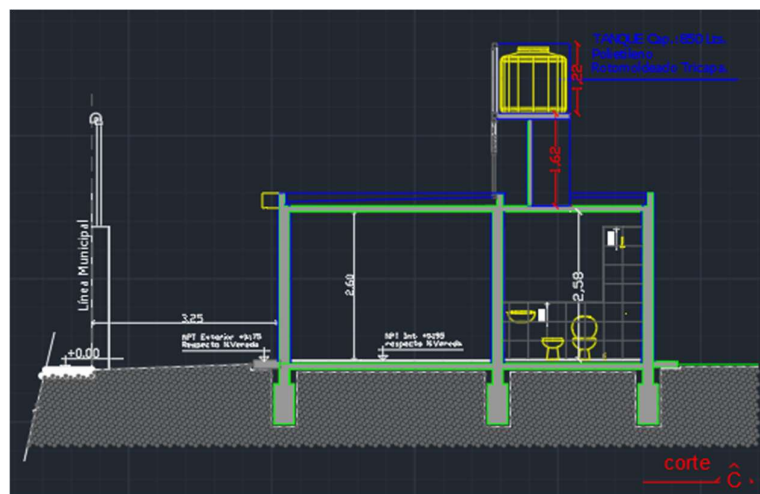


S/ escala



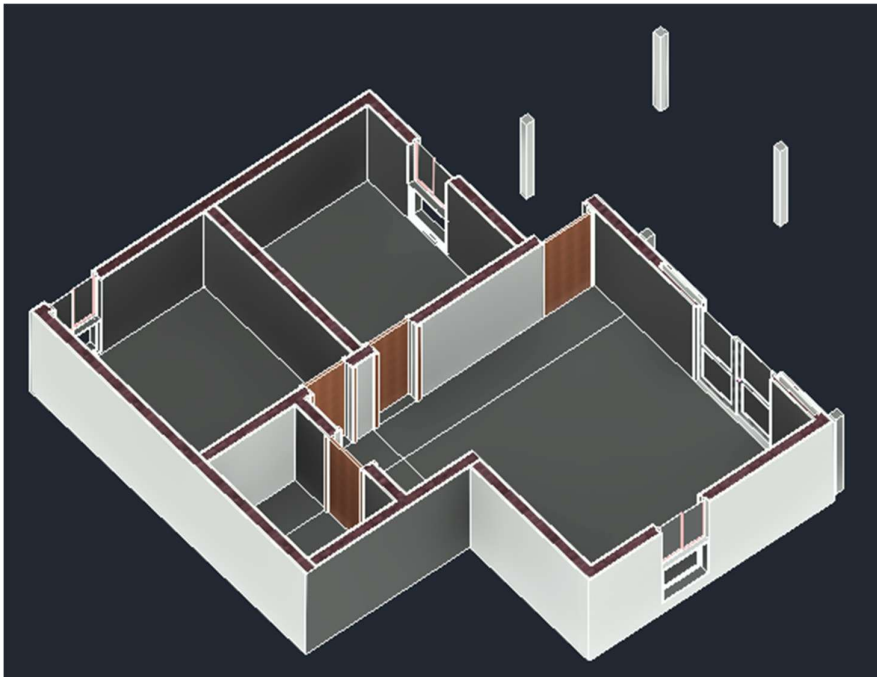
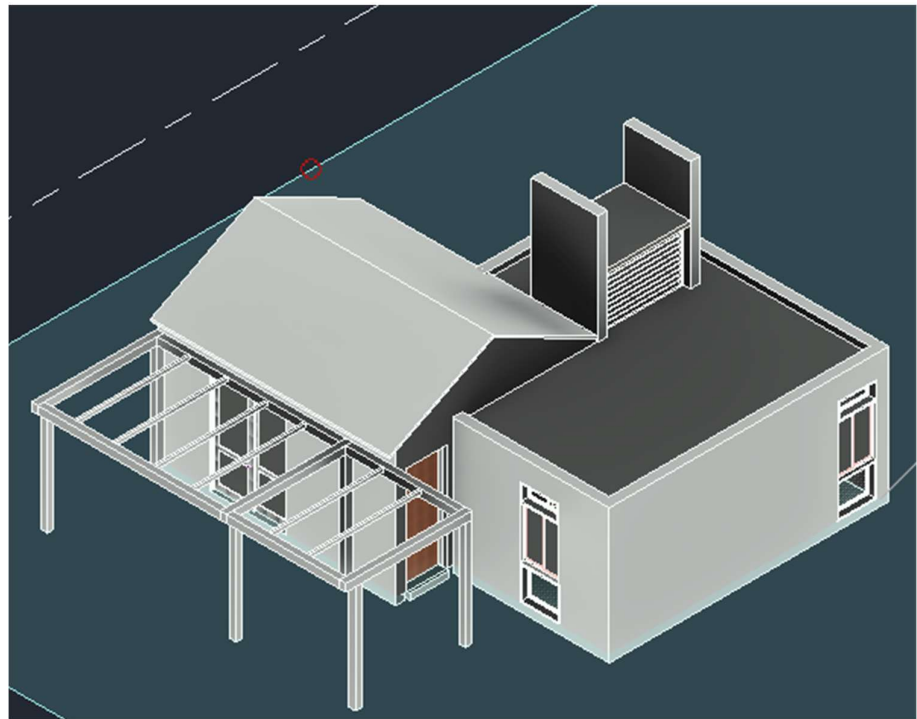
El sistema constructivo del planteo original es de construcción tradicional, un prototipo de vivienda sismorresistente, con estructura de hormigón armado, en base a las normativas exigidas por las características de esta zona.

-  - Ladrillón cerámico macizo "CLASE B" de saga en muros de 0.23
-  - Tabique de placa maciza de roca de yeso bihidratada (sanitaria) o placa cementicia
-  - Pérgola con Perfil 100x100



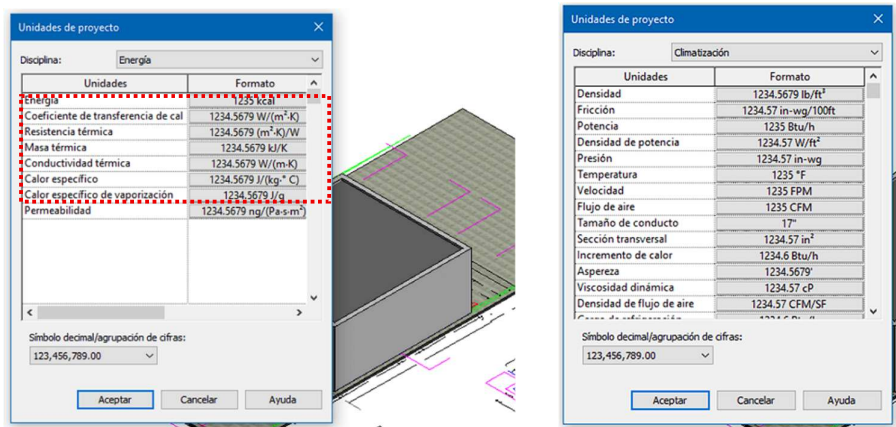
S/ escala

La materialización del prototipo virtual, como modelo paramétrico, es la representación virtual de la parte física y funcional de un edificio, a través de la configuración de los objetos y atributos. Por ello, para el desarrollo de la experiencia, se realizó el modelo en base a la información recibida y con sus respectivos datos de geolocalización, unidades de medida, propiedades físicas y térmicas, etc. Desde donde, se fue experimentando con distintos materiales de los elementos constructivos de TECHO y MUROS que definen la envolvente edilicia.



Luego, este tipo de herramienta digital permitió obtener diferentes datos térmicos para cada Caso de Estudio (C E) planteado a continuación:

- 1.1 Prototipo original de vivienda IPV, con TECHO de panel prefabricado de POLIURETANO.
- 1.2 Prototipo de vivienda IPV, con la opción de TECHO de LOSA MACIZA HA.



Ya que permite en forma automática extraer diferentes datos térmicos, cuando se cambia el tipo de material constructivo sobre la misma volumetría edilicia, y luego en base a información técnica, visual, grafica, etc. poder realizar diferentes tipos de análisis energéticos, con la comparación entre los casos de estudio, pero específicamente en relación a la variable de análisis de MATERIALIDAD de la envolvente edilicia con respecto a la ubicación en su contexto geográfico. Por ejemplo:

Type Parameters	
Parameter	
Analytical Properties	
Heat Transfer Coefficient (U)	
Thermal Resistance (R)	
Thermal Mass	
Absorptance	
Roughness	

- Thickness		Espesor
- Analytical Properties		Propiedades analíticas
- Heat transfer coefficient,		Coeficiente transferencia de calor (watts/m2 kelvin - (W/(m^2*K))
- Thermal resistance,		Resistencia térmica (m2 kelvi /watt - (m^2*K)/Watt))
- Thermal mass,		Masa térmica (kg ft^2/(s^2 K)))
- Absorptance,		Absortancia,
- Roughness		Rugosidad

En un modelo 3D BIM, como estos ejemplos, utilizando el software Revit de Autodesk, cuando se definen los materiales y capas en un muro, Revit calcula automáticamente la resistencia térmica total (R) y la transmitancia térmica (U) del conjunto, a partir de la configuración del tipo de material, función y espesores. Estos valores también son los que normalmente se utilizan para verificar el cumplimiento de normas térmicas y de eficiencia energética en edificios.

TECHO INCLINADO panel prefabricado

(Prototipo original)

Experiencia CE 1.1



Family:

Basic Roof

Type:

CUBIERTA IPV - 50 mm - TIPO MAXROOF

Total thickness:

51.60 (Default)

Resistance (R):

1.6394 (m²·K)/W

Thermal Mass:

8.38 kJ/(m²·K)

Layers

	Function	Priority	Material	
1	Core Boundary		Layers Above Wrap	0.00
2	Structure	1	Metal - Paint Finish - WHIT	0.80
3	Structure	1	POLIURETANO	50.00
4	Structure	1	Metal - Paint Finish - WHIT	0.80
5	Core Boundary		Layers Below Wrap	0.00

TECHO INCLINADO de LOSA MACIZA

Experiencia CE 1.2

Family: Basic Roof

Type: Losa INEAA IPV

Total thickness: 302.00 (Default)

Resistance (R): 1.7806 (m²·K)/W

Thermal Mass: 117.49 kJ/(m²·K)

Layers

	Function	Priority	Material	Thickness	
1	Finish 2	1	Acabados - Exterior - Cubi	7.00	
2	Membrane Layer		Asphalt Shingle - membra	0.00	
3	Finish 2	1	Hormigón - Regla de aren	40.00	
4	Thermal/Air Layer	1	Vermiculita, suelta	100.00	
5	Core Boundary		Layers Above Wrap	0.00	
6	Structure	1	0 - HORMIGON IN SITU	150.00	
7	Core Boundary		Layers Below Wrap	0.00	
8	Finish 1	1	Enlucido a la cal	5.00	

- Poco espesor	-----	ESPORES MUY DIFERENTES	-----	- Mucho espesor (menor resistencia térmica)
- estructura liviano (ideal zona sísmica)	-----	TIPO DE MATERIALES	-----	- Estructuralmente pesado
- Muy buen aislamiento – c/relación espesor	-----	TIPO AISLAMIENTO	-----	- Buen aislamiento
- PLACA, industrializado, rápida colocación.	-----	TIPO CONSTRUCTIVO	-----	- MULTICAPA, mucho tiempo de ejecución.

Type Properties

Family:

System Family: Basic Roof

Load...

Type:

CUBIERTA IPV - 50 mm - TIPO MAXROOF

Duplicate...

Rename...

Type Parameters

Parameter		Value	=
Analytical Properties			
Heat Transfer Coefficient (U)	0.6100		
Thermal Resistance (R)	1.6394 (m²·K)/W		
Thermal Mass	8.375776 kJ/(m²·K)		
Absorptance	0.100000		
Roughness	1		

Family:	System Family: Basic Roof	
Type:	Losa INEAA IPV	
Type Parameters		
Parameter		Value
Analytical Properties		
Heat Transfer Coefficient (U)	0.5616	
Thermal Resistance (R)	1.7806 (m²·K)/W	
Thermal Mass	117.489200 kJ/(m²·K)	
Absorptance	0.700000	
Roughness	3	

Search

Project Materials: All

Name

Metal - Paint Finish - Ivory,Glossy

Metal - Paint Finish - Ivory,Matte

Metal - Paint Finish - Red, Matte

Metal - Paint Finish - WHITE,Glossy

Metal - Panel

Metal - Plomo

Metal - Revestimiento

Identity Graphics Appearance Physical Thermal

Steel, Galvanized

Information

Properties

Transmits Light

Behavior Isotropic

Thermal Conductivity 53.0000 W/(m·K)

Specific Heat 0.4796 J/(g·°C)

Density 7,850.00 kg/m³

Emissivity 0.40

Permeability 0.0003 ng/(Pa·s·m²)

Porosity 0.01

Reflectivity 0.00

Electrical Resistivity 0.0000 Ω·m

Search

Project Materials: All

Name

Elevator Door

Enamel

Enlucido a la cal

Enlucido yeso

Envolverte de división por zonas por defecto

Espacios analíticos

Estructura - Capa de vigueta de acero de calibre delgado

Estructura - Capa de vigueta de barra de acero

Estructura - Capa de vigueta/cabrio de armadura de cubierta de madera

Estructura - Capa de vigueta/cabrio de madera

Estructura - Vigas de hormigón premoldeado

Material Libraries

Identity Graphics Appearance Physical Thermal

Enlucido de cal

Information

Name Enlucido de cal

Description Enlucido de cal

Keywords Enlucido de caliza,térmico,sólido

Type Solid

Subclass Enlucido

Source Autodesk

Source URL

Properties

Transmits Light

Behavior Isotropic

Thermal Conductivity 0.5200 W/(m·K)

Specific Heat 0.8400 J/(g·°C)

Density 1,200.00 kg/m³

Emissivity 0.90

Permeability 0.0000 ng/(Pa·s·m²)

Porosity 0.01

Reflectivity 0.00

Electrical Resistivity 2,000,000.0000 Ω·m

Analytical Surface - Slabs on Grade

Analytical Surface - Sliding Doors

Analytical Surface - Underground Walls

Asphalt Shingle - membrana asfáltica

Barreras vapor/humedad...amiento contr

Barreras vapor/humedad - Resistente al

Base

Search

Project Materials: All

Name

15.1-LOUVER FINISH

2X4 ACT DEMO

Abedul

Acabados - Exterior - Cubiertas

Acabados - Exterior - EIF...do y aislamien

Acabados - Exterior - GR...ón reforzado c

Identity Graphics Appearance Thermal

Tile - Terracotta

Information

Name Tile - Terracotta

Description Terracotta floor tile

Keywords Floor Tile,thermal,solid

Type Solid

Subclass Ceramic

Source Autodesk

Source URL

Properties

Transmits Light

Behavior Isotropic

Thermal Conductivity 0.8100 W/(m·K)

Specific Heat 0.8400 J/(g·°C)

Density 1,700.00 kg/m³

Emissivity 0.50

Permeability 0.0000 ng/(Pa·s·m²)

Porosity 0.01

Reflectivity 0.00

Electrical Resistivity 1.0000E+18 Ω·m

Properties

Transmits Light

Behavior Isotropic

Thermal Conductivity 0.5000 W/(m·K)

Specific Heat 1.0000 J/(g·°C)

Density 1,700.00 kg/m³

Emissivity 0.90

Permeability 0.0000 ng/(Pa·s·m²)

Porosity 0.01

Reflectivity 0.00

Electrical Resistivity 1.0000E+15 Ω·m

Properties

Transmits Light

Behavior Isotropic

Thermal Conductivity 1.0460 W/(m·K)

Specific Heat 0.6571 J/(g·°C)

Density 2,300.00 kg/m³

Emissivity 0.95

Permeability 182.4000 ng/(Pa·s·m²)

Porosity 0.01

Reflectivity 0.00

Electrical Resistivity 2,000,000.0000 Ω·m

vermiculi

Project Materials: All

Search results for "vermiculi"

Name

Vermiculita

Vermiculita, suelta

Identity Graphics Appearance Physical Thermal

Vermiculita

Information

Name Vermiculita

Description Vermiculita

Keywords Vermiculita

Type Solid

Subclass Vermiculita

Source Autodesk

Source URL

Properties

Transmits Light

Behavior Isotropic

Thermal Conductivity 0.0580 W/(m·K)

Specific Heat 0.8400 J/(g·°C)

Density 500.00 kg/m³

Emissivity 0.90

Permeability 0.0000 ng/(Pa·s·m²)

Porosity 0.01

Reflectivity 0.00

Electrical Resistivity 2,000,000.0000 Ω·m

Search

Project Materials: All

Name

0 - CONTRAPISO

0 - GENERAL

0 - HIDROFUGO

0 - HORMIGON IN SITU

0 - KLAUKOL

0 - LH 12

0 - LH 12 PORTANTE

Identity Graphics Appearance Thermal

Concrete

Information

Name Concrete

Description Concrete

Keywords Concrete

Type Solid

Subclass Concrete

Source Autodesk

Source URL

Properties

Transmits Light

Behavior Isotropic

Thermal Conductivity 1.0460 W/(m·K)

Specific Heat 0.6570 J/(g·°C)

Density 2,300.00 kg/m³

Emissivity 0.95

Permeability 182.4000 ng/(Pa·s·m²)

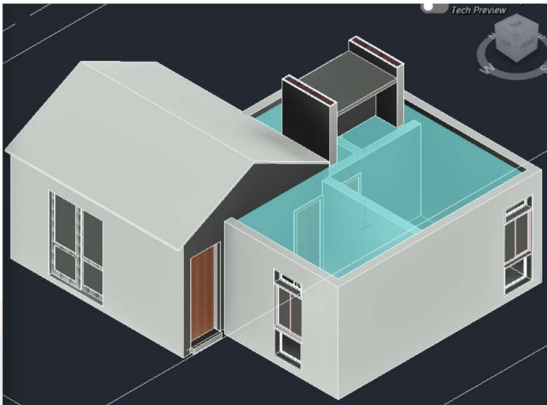
Porosity 0.01

Reflectivity 0.00

Electrical Resistivity 2,000,000.0000 Ω·m

TECHO PLANO de LOSA maciza HA

Experiencia CE 1.1



Edit Assembly

Family: Floor

Type: LOSA H9A0 - 15 IPV

Total thickness: 290.00 (Default)

Resistance (R): 1.7624 (m²·K)/W

Thermal Mass: 102.45 kJ/(m²·K)

	Function	Priority	Material	Thickness	Wraps	Structural Material
1	Membrane Layer		Aluminum	0.00		
2	Membrane Layer		Asphalt Shingle - mem	0.00		
3	Finish 2	1	Hormigón, regla de ar	40.00		
4	Thermal/Air Layer	1	Vermiculita	100.00		
5	Core Boundary		Layers Above Wrap	0.00		
6	Structure	1	0 - HORMIGON IN SIT	150.00		☒
7	Core Boundary		Layers Below Wrap	0.00		

TECHO PLANO de ladrillos cerámicos

Experiencia CE 1.2

Family: Floor

Type: LOSA block: ceramico- 15 IPV 4

Total thickness: 290.00 (Default)

Resistance (R): 2.3179 (m²·K)/W

Thermal Mass: 222.15 kJ/(m²·K)

	Function	Priority	Material	Thickness	Wraps	Structural Material	Variable
1	Membrane Layer		Aluminum	0.00			☐
2	Membrane Layer		Asphalt Shingle - mem	0.00			☐
3	Finish 2	1	Hormigón, regla de ar	40.00			☐
4	Thermal/Air Layer	1	Vermiculita	100.00			☐
5	Core Boundary		Layers Above Wrap	0.00			
6	Structure	1	Ladrillo de cerámica h	150.00		☒	☐
7	Core Boundary		Layers Below Wrap	0.00			

- Buena masa térmica	-----	TIPO DE MATERIALES	-----	- Muy buena masa térmica (almacena energía tér. y libera con retraso)
- Buen aislamiento	-----	TIPO AISLAMIENTO	-----	- Mejor aislamiento (<R=dificulta el paso del calor)
- MULTICAPA, in situ -más tiempo de ejecución	-----	TIPO CONSTRUCTIVO	-----	- MULTICAPA, block industrializado.

Family: System Family: Floor

Type: LOSA H9A0 - 15 IPV

Type Parameters

Parameter	Value
Materials and Finishes	
Structural Material	0 - HORMIGON IN SITU
Analytical Properties	
Heat Transfer Coefficient (U)	0.5674
Thermal Resistance (R)	1.7624 (m²·K)/W
Thermal Mass	102.453200 kJ/(m²·K)
Absorptance	0.100000
Roughness	1

Family: System Family: Floor

Type: LOSA H9A0 - 15 IPV

Type Parameters

Parameter	Value
Materials and Finishes	
Structural Material	Ladrillo de cerámica hueco simple 8
Analytical Properties	
Heat Transfer Coefficient (U)	0.4314
Thermal Resistance (R)	2.3179 (m²·K)/W
Thermal Mass	222.153200 kJ/(m²·K)
Absorptance	0.100000
Roughness	1

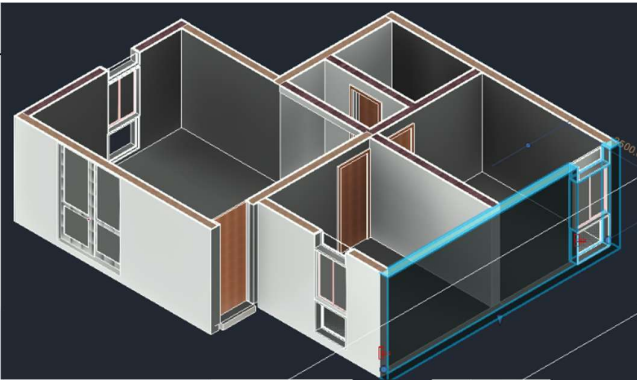
MUROS EXT. de LADRILLO COMUN

Experiencia CE 1.1

Family: Basic Wall
Type: Muro Ext LADRILLO 18 INEAA
Total thickness: 230.00 (Default)
Resistance (R): 0.3791 (m²·K)/W
Thermal Mass: 306.78 kJ/(m²·K)

EXTERIOR SIDE				
	Function	Priority	Material	Thickness
1	Finish 1	1	0 - PINTURA MUROS b	0.80
2	Structure	1	Enlucido a la cal	4.00
3	Core Boundary		Layers Above Wrap	0.00
4	Finish 2	1	Hormigón - Regla de	25.20
5	Structure	1	Ladrillo, común	170.00
6	Core Boundary		Layers Below Wrap	0.00
7	Finish 2	1	Hormigón - Regla de	26.00

INTERIOR SIDE



MUROS EXTERIORES de LADRILLOS CERÁMICOS

Experiencia CE 1.2

Family: Basic Wall
Type: Muro Ext BLOCK cerámico 18 INEAA 4
Total thickness: 230.00 (Default)
Resistance (R): 0.6940 (m²·K)/W
Thermal Mass: 221.10 kJ/(m²·K)

EXTERIOR SIDE				
	Function	Priority	Material	Thickness
1	Finish 1	1	0 - PINTURA MUROS b	0.80
2	Structure	1	Enlucido a la cal	4.00
3	Core Boundary		Layers Above Wrap	0.00
4	Finish 2	1	Hormigón - Regla de	25.20
5	Structure	1	Ladrillo de cerámica h	170.00
6	Core Boundary		Layers Below Wrap	0.00
7	Finish 2	1	Hormigón - Regla de	26.00

INTERIOR SIDE

- Muy buena masa térmica (almacena energía térm. y libera con retraso)

- Buen aislamiento

- MULTICAPA, in situ -más tiempo de ejecución

----- TIPO DE MATERIALES -----

----- TIPO AISLAMIENTO -----

----- TIPO CONSTRUCTIVO -----

- Buena masa térmica

- Mejor aislamiento (<R=dificulta el paso del calor)

- MULTICAPA, block industrializado.

Materials and Finishes

Structural Material: Ladrillo, común

Analytical Properties

Heat Transfer Coefficient (U): 2.6375

Thermal Resistance (R): 0.3791 (m²·K)/W

Thermal Mass: 306.784096 kJ/(m²·K)

Absorptance: 0.700000

Roughness: 3

Identity Graphics Appearance Thermal

0 Ladrillo - Ligero

Information

Properties

Behavior: Isotropic

Thermal Conductivity: 0.2700 W/(m·K)

Specific Heat: 0.8400 J/(g·°C)

Density: 950.00 kg/m³

Emissivity: 0.95

Permeability: 182.4000 ng/(Pa·s·m²)

Porosity: 0.01

Reflectivity: 0.00

Electrical Resistivity: 2,000,000.0000 Ω·m

K-2221 Lavatory

keystone

Ladrillo de cerámica hueco simple 8

Ladrillo, común

Laminado - Marfil, Mate

Laminate

Materials and Finishes

Structural Material: Ladrillo de cerámica hueco

Analytical Properties

Heat Transfer Coefficient (U): 1.4410

Thermal Resistance (R): 0.6940 (m²·K)/W

Thermal Mass: 221.104096 kJ/(m²·K)

Absorptance: 0.700000

Roughness: 3

Identity Graphics Appearance Thermal

0 Ladrillo - Ligero

Information

Properties

Behavior: Isotropic

Thermal Conductivity: 0.5400 W/(m·K)

Specific Heat: 0.8400 J/(g·°C)

Density: 1,550.00 kg/m³

Emissivity: 0.95

Permeability: 182.4000 ng/(Pa·s·m²)

Porosity: 0.01

Reflectivity: 0.00

Electrical Resistivity: 2,000,000.0000 Ω·m

keystone

Ladrillo de cerámica hueco simple 8

Ladrillo, común

Laminado - Marfil, Mate

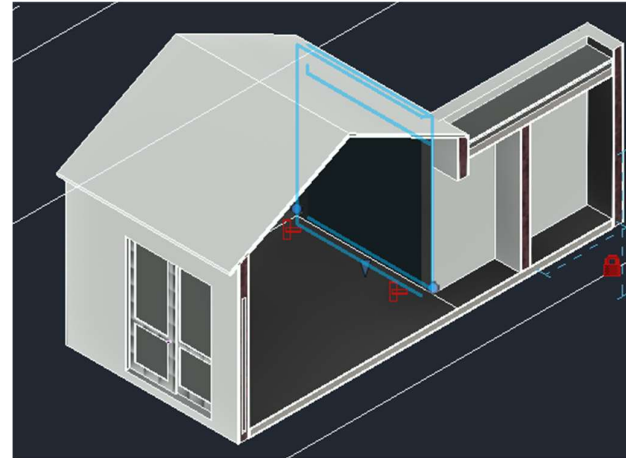
Laminate

Laminate - Ivory, Matte

COMPARATIVA de LADRILLOS CERÁMICOS HUECOS

- Diferentes espesores

e = 0,17 cm



Family:	Basic Wall
Type:	Muro Ext BLOCK Horm 18 INEAA 3
Total thickness:	230.00 (Default)
Resistance (R):	0.6940 (m²·K)/W
Thermal Mass:	221.10 kJ/(m²·K)

Layers				
EXTERIOR SIDE				
	Function	Priority	Material	Thickness
1	Finish 1	1	0 - PINTURA MUROS b	0.80
2	Structure	1	Enlucido a la cal	4.00
3	Core Boundary		Layers Above Wrap	0.00
4	Finish 2	1	Hormigón - Regla de	25.20
5	Structure	1	Ladrillo de cerámica h	170.00
6	Core Boundary		Layers Below Wrap	0.00
7	Finish 2	1	Hormigón - Regla de	26.00
INTERIOR SIDE				

e = 0,18 cm

Family:	Basic Wall
Type:	Muro Ext BLOCK Horm 18 INEAA 3
Total thickness:	240.00 (Default)
Resistance (R):	0.7310 (m²·K)/W
Thermal Mass:	229.08 kJ/(m²·K)

Layers				
EXTERIOR SIDE				
	Function	Priority	Material	Thickness
1	Finish 1	1	0 - PINTURA MUROS b	0.80
2	Structure	1	Enlucido a la cal	4.00
3	Core Boundary		Layers Above Wrap	0.00
4	Finish 2	1	Hormigón - Regla de	25.20
5	Structure	1	Ladrillo de cerámica h	180.00
6	Core Boundary		Layers Below Wrap	0.00
7	Finish 2	1	Hormigón - Regla de	26.00
INTERIOR SIDE				

- En muy poca diferencia de espesor ----- varia bastante la MASA TERMICA del material ----- **Buen aislamiento térmico y ganancia solar controlada.**

.. Así comprobamos la importancia de, la **masa térmica de los materiales** constructivos en relación con la arquitectura bioclimática, ya que los muros almacenan calor durante el día y lo devuelven por la noche, o sea:

- colaboran a reducir los picos de temperatura,
- ayudan a mantener una temperatura interior más estable, y por ende más confortable.
- ahorran energía, permitiendo disminuir el uso de calefacción y refrigeración.
- se aprovecha mejor la energía solar pasiva, etc.

.. Verificando en el ejemplo también que, en zonas como la Provincia de San Juan, con **clima árido continental**, de gran amplitud térmica entre día y noche, es muy importante y conveniente, que sea habitual combinar:

- . Alta masa térmica.
- . Buen aislamiento térmico.
- . Ganancia solar controlada.

Una buena **envolvente bioclimática** es la que logra un equilibrio según el clima donde se construye entre:

--- **AISLAMIENTO + MASA TÉRMICA + DESFASE TÉRMICO** ---

4.2 EXPERIENCIA ANALÍTICA con HERRAMIENTAS de SIMULACION TERMO ENERGETICA en relación a MATERIALES CONSTRUCTIVOS

Existen en el mercado diversas herramientas que permiten realizar análisis termo energético. En esta Experiencias analíticas, se utilizó el Software Energy Plus (E+), como herramienta para analizar también, la **variable térmica de los materiales**, en los elementos constructivos que definen la envolvente de **TECHOS y MUROS**, sobre el mismo **Prototipo habitacional de un barrio del IPV**, utilizado anteriormente en la 1ra Experiencia.

De manera de poder comparar los alcances y prestaciones entre estas 2 herramientas digitales, la de modelado BIM y la de simulación termo energético. O sea, con las mismas características de la envolvente constructiva de los Casos de Estudios anteriores, utilizando el Prototipo original IPV, pero sobre la variable comparativa de, **TECHO INCLINADO**, uno de panel prefabricado, paquete con núcleo de aislante térmico de poliuretano expandido, recubierto en la cara exterior e inferior de chapa, y la otra opción con el techo de losa maciza de hormigón armado, de construcción más tradicional:

2.1 Prototipo original vivienda IPV, TECHO de panel prefabricado de POLIURETANO.

2.2 Prototipo de vivienda IPV, con la opción de TECHO de LOSA MACIZA HA.

EnergyPlus™ es un programa de simulación energética integral de edificios que ingenieros, arquitectos e investigadores utilizan para modelar tanto el consumo de energía (calefacción, refrigeración, ventilación, cargas eléctricas y de procesos, e iluminación) como el consumo de agua en edificios.

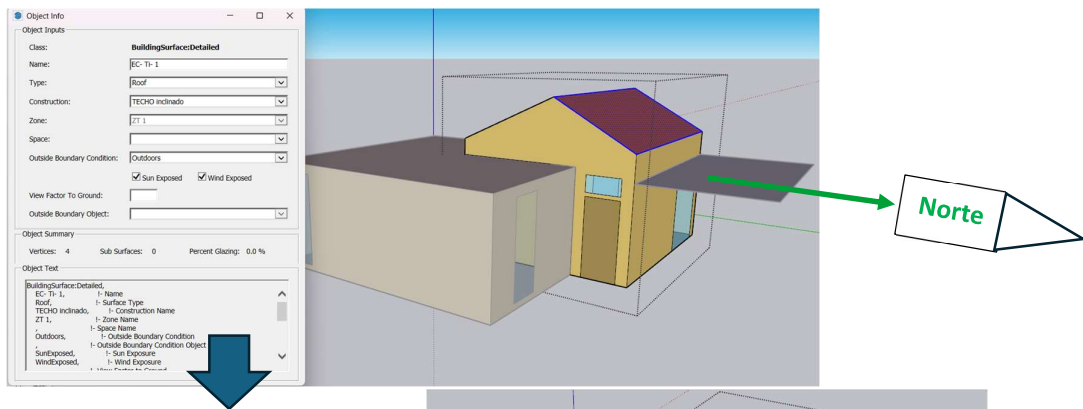
Algunas de las principales características destacadas de Energy Plus incluyen:

- Solución integrada y simultánea de las condiciones de la zona térmica.
- Solución basada en el balance térmico de los efectos radiantes y convectivos, que producen temperaturas superficiales, confort térmico y cálculos de condensación.
- Intervalos de tiempo subhorarios, definibles por el usuario, para la interacción entre las zonas térmicas y el entorno.
- Modelo combinado de transferencia de calor y masa que tiene en cuenta el movimiento del aire entre zonas. Etc.

Es gratuito, de código abierto y multiplataforma. Su desarrollo está financiado por la Oficina de Tecnologías de la Construcción (BTO) del Departamento de Energía de los Estados Unidos (DOE), y gestionado por el Laboratorio Nacional de las Montañas Rocosas (NLR). También, se desarrolla en colaboración con NLR, varios laboratorios nacionales del Departamento de Energía, instituciones académicas y empresas privadas.

En estos 2 Casos de Estudios (CE) siguientes, se analizó la **influencia térmica de distintos materiales** que definen la envolvente constructiva también, pero al utilizar Energy Plus para realizar la simulación, el proceso de la práctica es bastante distinto al de los CE anteriores, principalmente porque los softwares tienen finalidades muy distintas.

- La Experiencia se inició sobre un modelado generado con el Software Sketch Up y bajo la extensión del plugin Euclid, que permitió generar la volumetría constructiva de 2 Zonas térmicas, denominadas ZT1 y ZT2, como se muestra a continuación.



Zona Térmica 1 (ZT1):

- ESTAR COMEDOR y
- COCINA.

TECHO INCLINADO

Zona Térmica 2 (ZT2):

- 2 DORMITORIOS y
- 1 BANO.

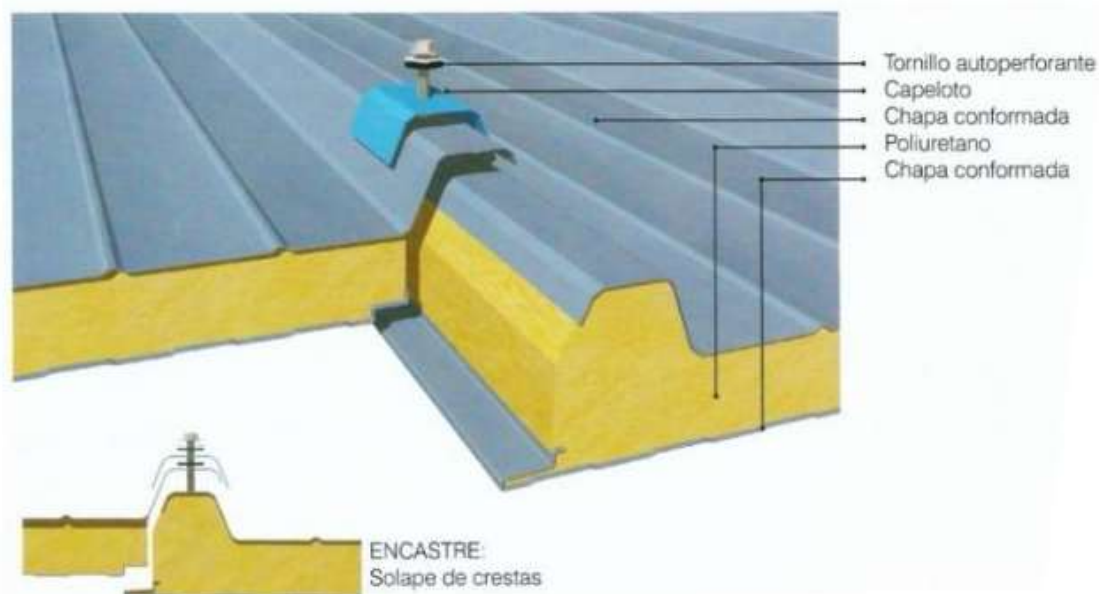
TECHO PLANO

--Ver planos del Prototipo IPV--

- Luego se **geolocalizo**, de acuerdo con las coordenadas geográficas, y referencio climáticamente con un archivo.epw (extencion de archivo climatico) de la Provincia de San Juan, ya que esta ubicado en una situación geografica de diversas franjas o Zonas bioclimáticas. Como tambien, hay que tener en cuenta en sus datos parametricos, que se considera el eje X verde direccionado al Norte.

Field	Units	Obj1
Name		SAN JUAN
Latitude	deg	31.5375
Longitude	deg	68.53639
Time Zone	hr	-3
Elevation	m	640
Keep Site Location Information		

- Los pasos para definir los **materiales** de una superficie son:
 - 1) Definir en el IDF EDITOR / MATERIALES: los materiales constructivos y sus propiedades.
 - 2) Definir la "CONSTRUCCIÓN".
 - 3) Aplicarlo a las SUPERFICIES correspondientes.



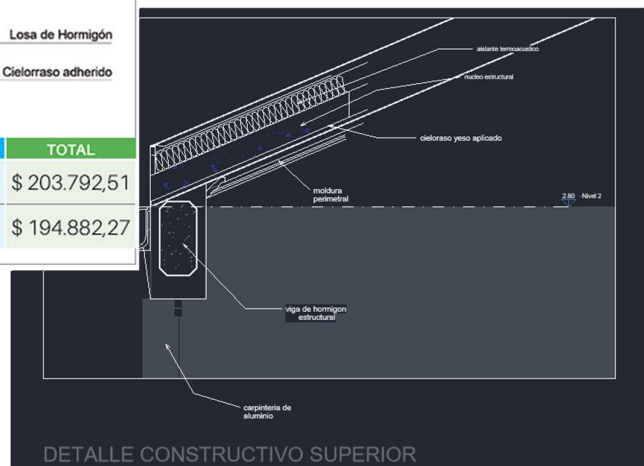
Panel con aislación en poliuretano/poliisocianurato. Con núcleo de poliuretano de alta densidad, con recubrimiento en ambas caras de acero galvanizado pre pintado. Elevada resistencia mecánica con mayor posibilidad de separación entre apoyos. Facilidad de montaje y rapidez en la instalación, y óptimo aislamiento térmico. Este panel está fabricado en proceso de línea continua e ideal para el uso de cubiertas en general, tanto como industria como residencia.

2.1 - 2)

Obj1	Obj2	Obj3	Obj4	Obj5	Obj6
PISO	TECHO plano	VENTANA	PUERTA	MUROS	TECHO inclinado
Hormigon Contrapiso	Membrana Asfáltica	Clear 3mm	Madera para carpintería	Enlucido a la Cal	Chapa Galvanizada
Carpeta de cemento	Mortero cementicio		Camara de aire PTA	Revoque grueso	Poliuretano inyectado
Piso ceramica 30x30	Pomeca - Piedra Pómez		Madera para carpintería	Ladrillo	Chapa Galvanizada
	Hormigon armado			Revoque grueso	
	Cielorraso a la Cal			Cielorraso a la Cal	

Un aspecto muy importante con respecto al desfase térmico en el Panel poliuretano:

- * Poco desfase.
- * El pico interior ocurre relativamente cerca del pico exterior.



2.2 - 2)

Obj1	Obj2	Obj3	Obj4	Obj5	Obj6
PISO	TECHO plano	VENTANA	PUERTA	MUROS	TECHO inclinado
Hormigon Contrapiso	Membrana Asfáltica	Clear 3mm	Madera para carpint	Enlucido a la Cal	Piso ceramica 30x30
Carpeta de cemento	Mortero cementicio		Camara de aire PTA	Revoque grueso	Membrana Asfáltica
Piso ceramica 30x30	Pomeca - Piedra Po		Madera para carpint	Ladrillo	Pomeca - Piedra Pome
	Hormigon armado			Revoque grueso	Hormigon armado
	Cielorraso a la Cal			Cielorraso a la Cal	Enlucido a la Cal

Lo más importante es, con respecto al desfase térmico en el techo inclinado de Losa maciza HA:

- * Mucho mayor desfase térmico.
- * El máximo interior aparece varias horas después del máximo exterior. (graficas CE 3.1 y 3.2)

Esto es muy valioso en climas áridos como la Provincia de San Juan porque,

el calor del día puede liberarse durante la noche, cuando el ambiente exterior es más fresco.

4.3 EXPERIENCIA ANALÍTICA con HERRAMIENTAS de SIMULACION TERMO ENERGETICA en relación al FACTOR CLIMA

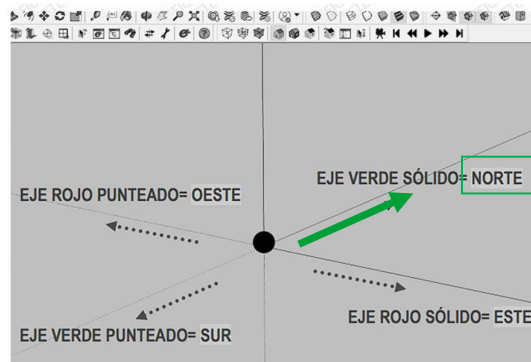
Esta 3ra Experiencia analítica, tiene continuidad con los 2 Casos de Estudios anteriores, donde se sigue utilizando el Software Energy Plus para la simulación termo energética, desde donde se extrajeron los datos del modelado, y lo que permitió generar la volumetría constructiva de las 2 Zonas temáticas, ZT1 y ZT2 con sus respectivas características. Sobre las que se trabajaron específicamente en esta parte de la práctica, ya que se analizó la **influencia térmica en cada una de estas zonas**, en la ZT 1 que incluye cocina y estar comedor y la ZT 2 los dormitorios, a diferencia de la 2da Experiencia, donde se profundizó en el análisis de los materiales de la envolvente constructiva.

3.1 Prototipo original vivienda IPV, TECHO de panel prefabricado de POLIURETANO.

3.2 Prototipo de vivienda IPV, con la opción de TECHO de LOSA MACIZA HA.

Características paramétricas:

- **coordenadas geográficas:** Latitud: 31.5375 deg. - Longitud: 68.5364 deg.
- Zona horaria : -6 horas
- Elevación: 640 mt.
- referencia Climática: **archivo climatico.epw** - de la Ciudad de San Juan.
- La **Zona de confort:** se establece entre **18 C y 20 C.**
- **Orientación:** **este oeste** (la más desfavorable para el clima árido continental)

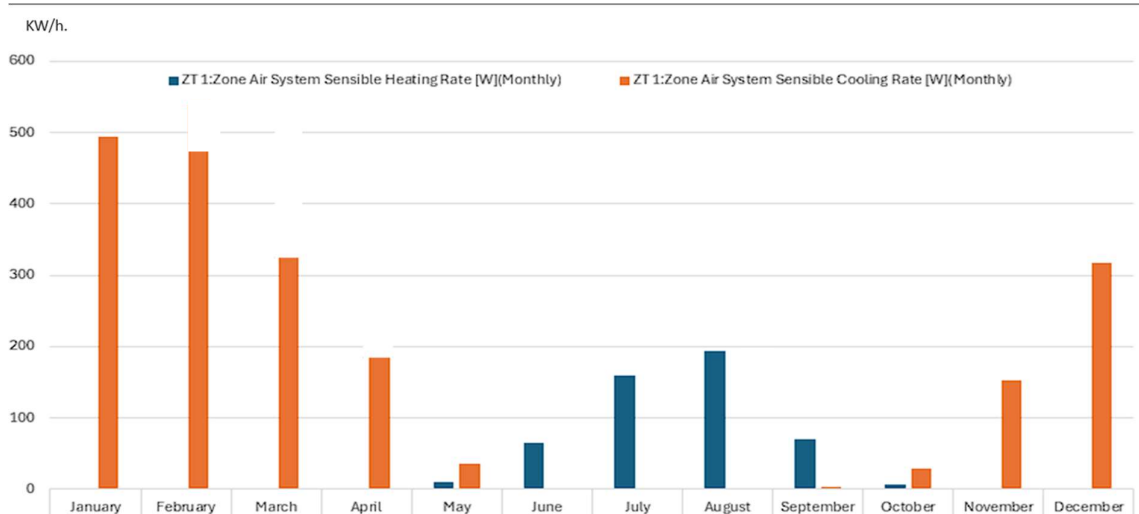


- **Periodo de análisis:** semana de **enero** semana de **julio** Épocas del año climáticamente más desfavorables.

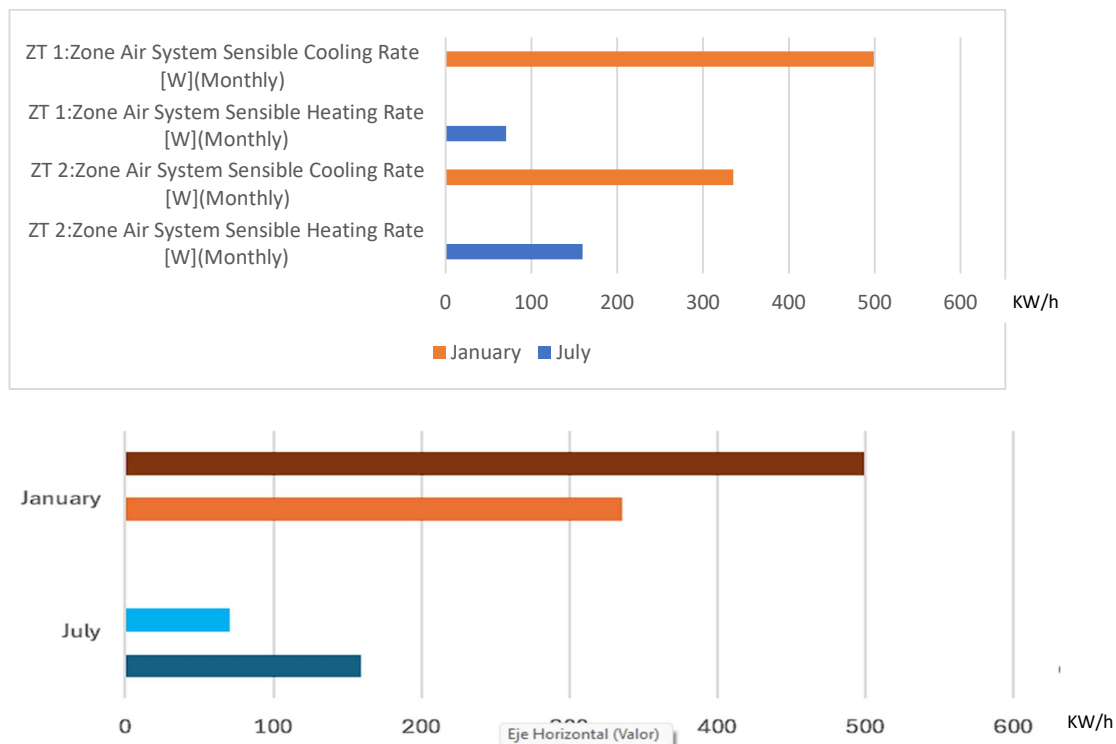
[0002] RunPeriod		ID: A1 Enter a alphanumeric value This field is required.	
[.....] RunPeriodControl:SpecialDays			
[.....] RunPeriodControl:DaylightSavingTime			
Field	Units	Obj1	Obj2
Name		SEMANA JULIO	SEMANA ENERO
Begin Month		7	1
Begin Day of Month		1	20
Begin Year			
End Month		7	1
End Day of Month		7	27
End Year			
Day of Week for Start Day			
Use Weather File Holidays and Special Days		Yes	Yes
Use Weather File Daylight Saving Period		Yes	Yes
Apply Weekend Holiday Rule		No	No
Use Weather File Rain Indicators		Yes	Yes
Use Weather File Snow Indicators		Yes	Yes
Treat Weather as Actual		No	No
First Hour Interpolation Starting Values		Hour24	Hour24

Resultados obtenidos al realizar la simulación en EP-Launch:

-- Archivo IDF-TPF 4.6: en base al CE 3.1, para extraer información de salida de energía, en cada **mes del año**, para estimar la **situación climática más desfavorable**:



-- Archivo IDF - TPF 4.4: información de salida de energía, en **semana mes de enero**, y **semana mes de Julio**.

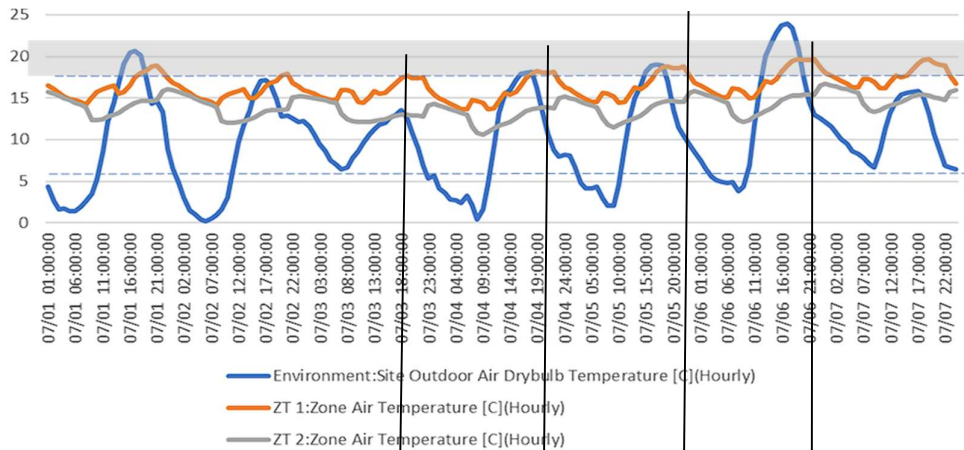


Las condiciones climáticas que caracterizan a la Provincia de San Juan cuando se necesita refrigerar o calefactar una vivienda como esta, el equipamiento que debería evaluarse más detalladamente, debería ser el de la época de verano, para refrigerar, tanto por el consumo, como por su durabilidad, por ser la temporada más larga y más complicada de transitar productivamente.

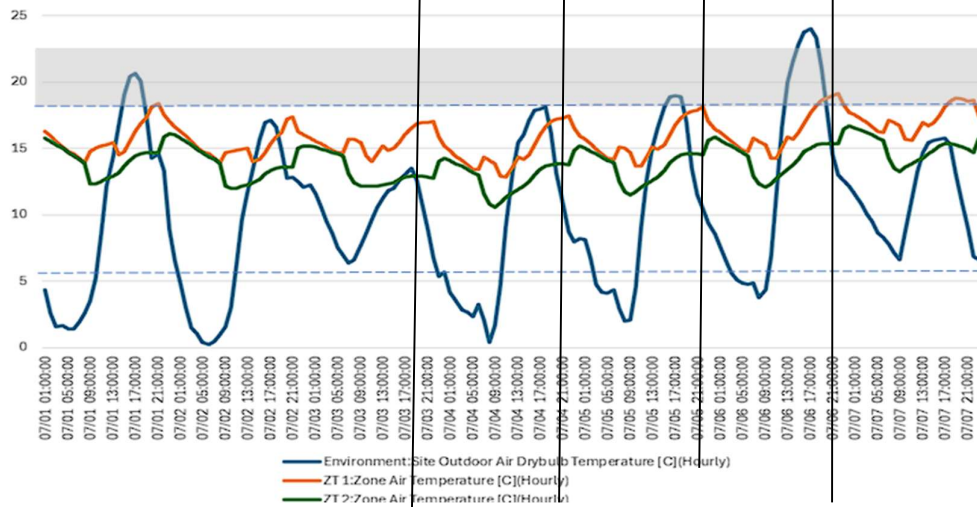
➤ **Comportamiento térmico en variante CLIMA / MATERIAL:**

Experiencia **CE 3.1**

.. SIMULACION SIN Termostato (TPF 2.33.3) **Techo inclinado PANEL con POLIURETANO:**



.. SIMULACION SIN Termostato (TPF 2.33.7) **Techo inclinado LOSA MACIZA HA**



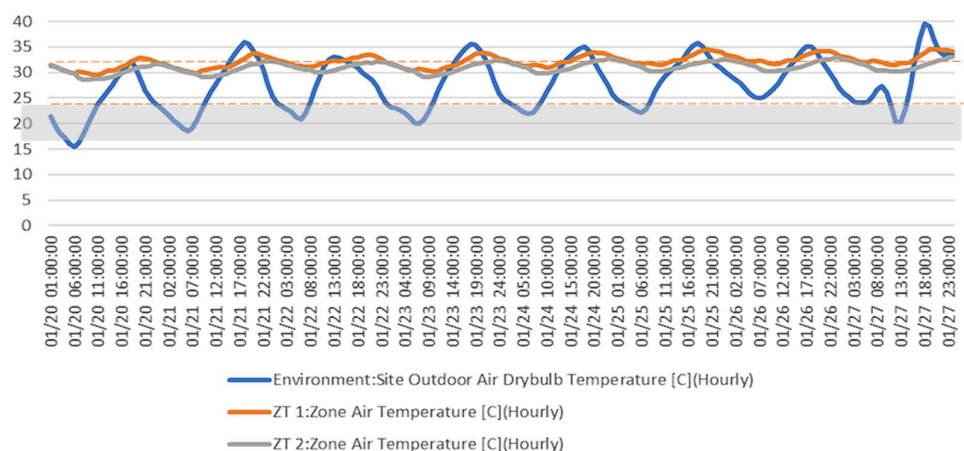
Semana de INVIERNO - julio

- * Temperaturas interiores aproximadamente entre 14 y 18 °C.
- * El ambiente sigue relativamente cerca de la temperatura de confort.
- * Durante la noche se observan descensos más marcados.

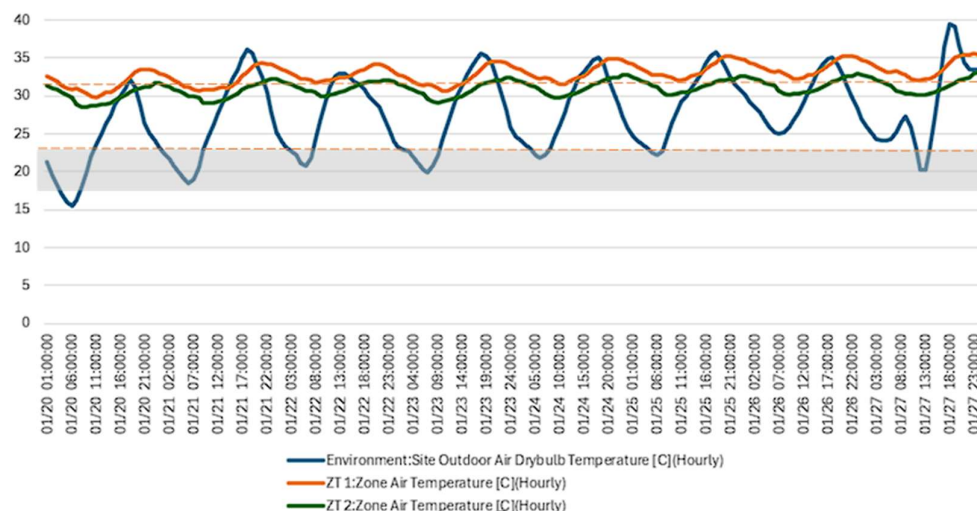
- * Las temperaturas permanecen más estables.
- * Menor diferencia entre máximas y mínimas interiores.
- * Se aprovecha mejor el calor acumulado durante el día.

Ventaja invierno: La masa térmica de la losa maciza ayuda a mantener temperaturas nocturnas más altas.

.. SIMULACION SIN Termostato (TPF 2.33.3) Techo inclinado PANEL con POLIURETANO



.. SIMULACION SIN Termostato (TPF 2.33.7) Techo inclinado LOSA MACIZA HA



Experiencia **CE 3.2**

Semana de VERANO - enero

- * Temperaturas interiores cercanas a 30–34 °C.
- * Oscilaciones relativamente bajas.
- * El aislamiento reduce la entrada del calor exterior.

- * Temperaturas interiores similares o algo mayores.
- * Se observa un retraso en los picos térmicos.
- * La masa acumula calor durante varios días consecutivos.

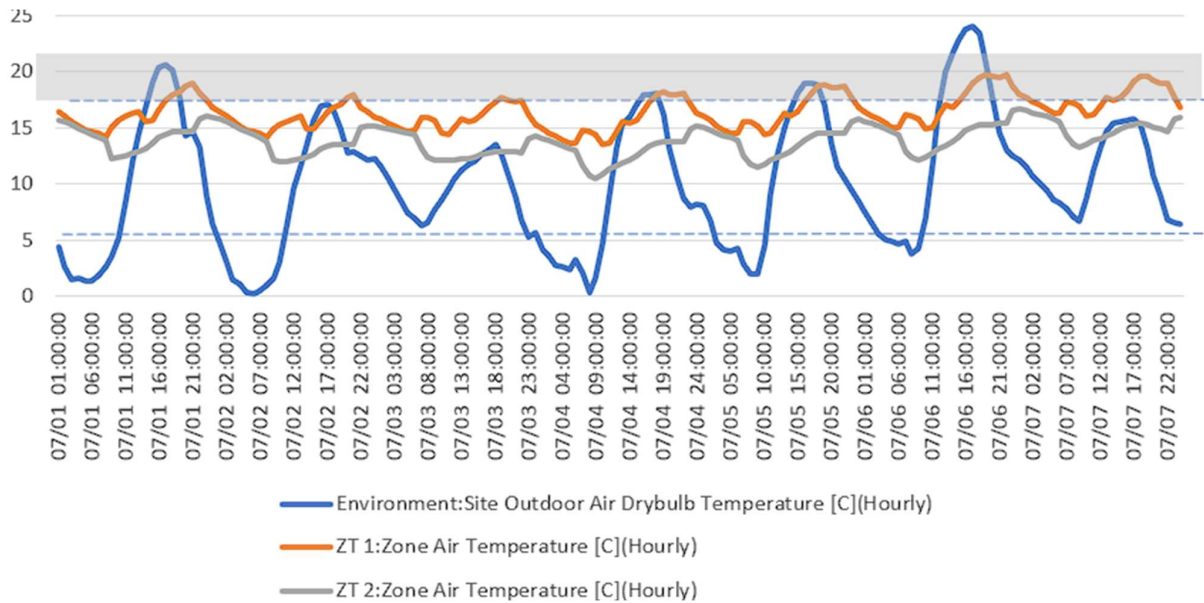
Bioclimáticamente en verano, depende del régimen de ventilación:

- Si hay ventilación nocturna efectiva → es mejor la losa maciza.
- Si no hay ventilación nocturna → puede resultar mejor el panel aislado, porque la losa termina almacenando calor.

➤ Comportamiento térmico en variante MATERIAL / TECHO INCLINADO:

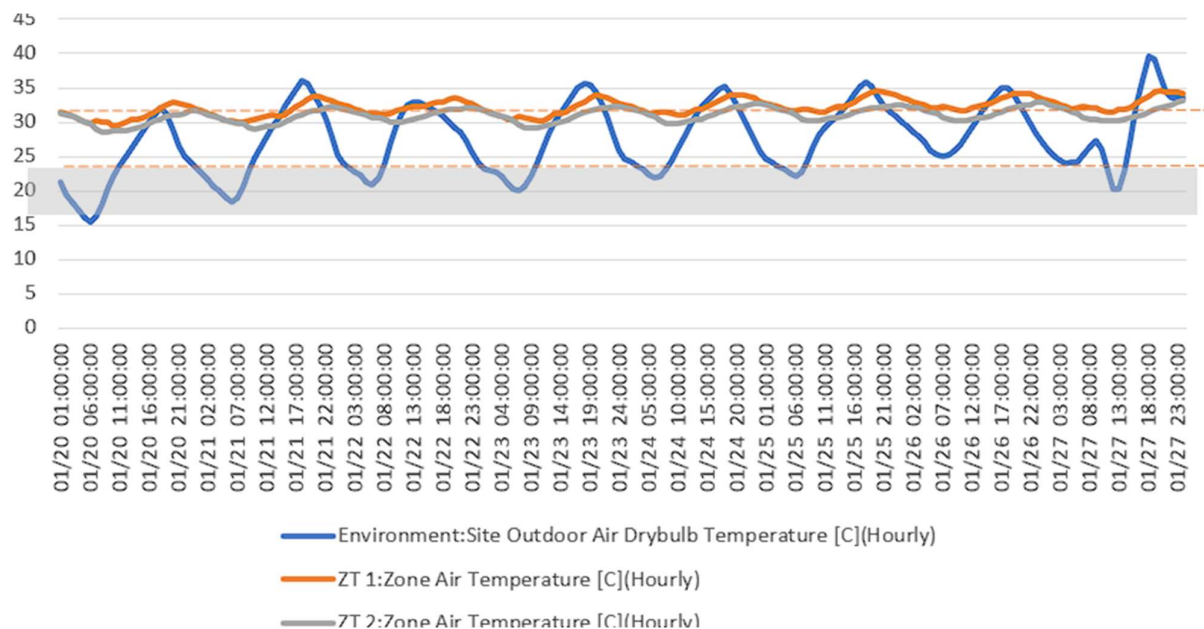
SIMULACION Amortiguación de las variaciones térmicas: material - Techo inclinado, **PANEL PREFABRICADO con aislación en poliuretano (5 cm) y recubrimiento en ambas caras de acero galvanizado pre pintado.**

.. Semana de julio - INVIERNO



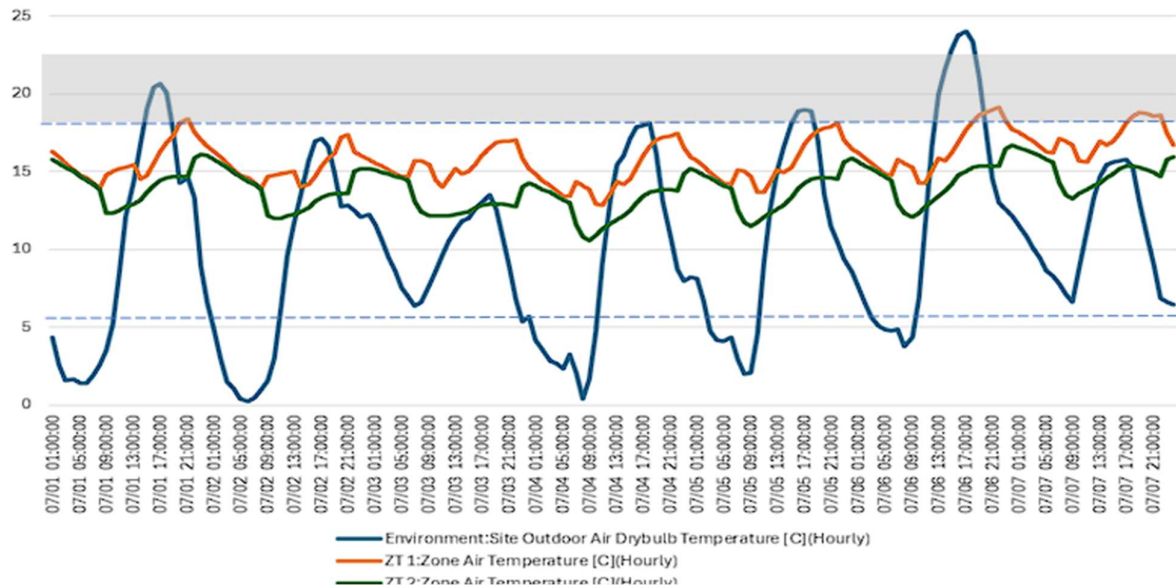
- * La temperatura interior presenta oscilaciones relativamente pequeñas respecto al exterior.
- * El aislamiento de poliuretano reduce eficazmente el flujo de calor.
- * La respuesta térmica es más rápida: cuando cambia la temperatura exterior, el interior también cambia relativamente pronto.

.. Semana de enero - VERANO



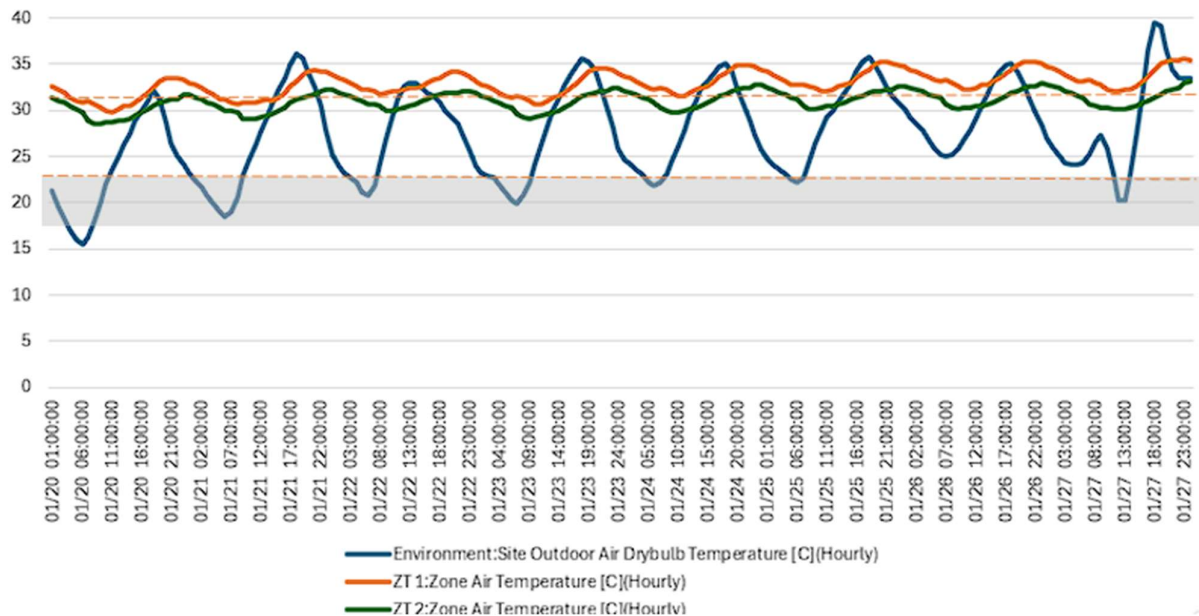
SIMULACION Amortiguación de las variaciones térmicas: en material del Techo inclinado: **de LOSA MACIZA con estructura de Hormigón Armado y aislación de piedra pómez (pomeca) o vermiculita.**

.. Semana de julio - INVIERNO



- * Las curvas interiores son todavía más suaves.
- * Las variaciones diarias son menores.
- * La gran masa térmica del hormigón absorbe calor durante horas y lo libera lentamente.

.. Semana de enero - VERANO



A partir de lo que muestran las gráficas, y en conclusión del comportamiento térmico, la losa maciza muestra una mayor inercia térmica y estabiliza mejor la temperatura interior.

CONCLUSIONES de las 2da y 3ra Experiencias, con la simulación en EP+ EP-Launch:

- ✓ La diferencia entre Zona Termica 1 y Zona Termica 2, en ambos modelos:
 - * La ZT 1 suele estar algo más caliente.
 - * La diferencia entre zonas es pequeña (1 a 3 °C aproximadamente).
- Lo que indica que:
 - La cubierta tiene una influencia dominante.
 - La distribución térmica general del edificio es relativamente uniforme.
- ✓ Aplicación al **clima de la Provincia de San Juan, las condiciones típicas son, gran amplitud térmica diaria, veranos muy calurosos, inviernos secos con noches frías**, en este contexto se observa:

Aspecto	Panel Poliuretano	Losa Maciza
Aislación térmica	Muy buena	Buena
Inercia térmica	Baja	Muy alta
Estabilidad interior	Buena	Muy buena
Confort nocturno invierno	Medio	Alto
Desfase térmico	Bajo	Alto
Aprovechamiento de amplitud térmica	Medio	Muy alto
Comportamiento bioclimático	Bueno	Excelente

-En síntesis, las gráficas sugieren que el panel con poliuretano funciona principalmente como barrera térmica, mientras que la losa maciza aislada funciona como un acumulador térmico, generando ambientes más estables durante todo el día.

-Para una vivienda en San Juan, desde una perspectiva bioclimática, la solución de losa maciza aislada externamente suele ofrecer mejores resultados globales de confort, especialmente si se complementa con ventilación nocturna en verano y ganancias solares controladas en invierno.

-La solución de losa maciza de hormigón armado con aislación de piedra pómez o vermiculita presenta un comportamiento térmico más estable que el panel prefabricado con poliuretano de 5 cm, debido a su elevada masa térmica.

-En invierno:

- * La temperatura exterior oscila aproximadamente entre 0 °C y 24 °C.
- * En ambos casos las temperaturas interiores permanecen dentro de una banda mucho más reducida.
- * La losa maciza logra una curva más uniforme y con menores variaciones.
- * Durante las horas nocturnas conserva mejor el calor acumulado durante el día.

Resultado: menor riesgo de enfriamiento nocturno y menor necesidad de calefacción.

-En verano:

- * Las temperaturas exteriores alcanzan valores cercanos a 40 °C.
- * Ambas soluciones amortiguan significativamente la amplitud térmica exterior.
- * La losa presenta un mayor desfase térmico, retrasando la llegada del calor al interior.
- * El panel aislado limita la transmisión de calor, pero posee poca capacidad de almacenamiento térmico.

Resultado: la losa genera ambientes más estables, especialmente cuando existe ventilación nocturna.

-Indicadores observables en las gráficas

Parámetro	Panel Poliuretano	Losa Maciza
Amplitud térmica interior	Baja	Muy baja
Estabilidad térmica	Buena	Muy buena
Masa térmica	Baja	Muy alta
Desfase térmico	Medio	Alto
Conservación del calor en invierno	Buena	Muy buena
Atenuación de picos de temperatura	Buena	Excelente

-Interpretación bioclimática para San Juan, donde las características del clima presenta, alta radiación solar, baja humedad, amplia oscilación térmica diaria. Donde por estas condiciones ambientales, los edificios con alta masa térmica suelen obtener mejores resultados porque:

1. Absorben calor durante el día.
2. Retrasan la transmisión hacia el interior.
3. Liberan calor cuando la temperatura exterior disminuye.

Por ello, desde el punto de vista bioclimático, la losa maciza aislada aprovecha mejor las características climáticas locales.

-- Los resultados de la simulación muestran que ambas soluciones de cubierta reducen significativamente la influencia de las variaciones térmicas exteriores. Sin embargo, la cubierta de losa maciza de hormigón armado con aislación presenta una mayor capacidad de amortiguación y desfase térmico, generando condiciones interiores más estables tanto en invierno como en verano. Este comportamiento resulta especialmente favorable para climas áridos continentales como el de San Juan, donde las elevadas amplitudes térmicas diarias permiten aprovechar las ventajas de la inercia térmica para mejorar el confort y reducir la demanda energética.

4.4 EXPERIENCIA ANALÍTICA IN SITU en relación a MATERIALES CONSTRUCTIVOS y al FACTOR CLIMA

La 4ta Experiencia analítica es muy diferente a las anteriores, y la forma de desarrollarla surge como respuesta de las mejoras pedagógicas necesarias, en base a la etapa de revisión y evaluación.

Ya que, **el objetivo del Proyecto de investigación es motivar la enseñanza aprendizaje de la sustentabilidad y eficiencia energética, el análisis del comportamiento térmico es sólo una parte. También es importante considerar el impacto ambiental de los materiales constructivos, tanto en la influencia del confort y habitabilidad edilicia, como desde su fabricación hasta el final de su vida útil.**

Se investigó la variable térmica de los materiales, desde la MATERIALIDAD de los elementos de la envolvente, TECHOS y MUROS, según el sistema constructivo, como también, ubicación con respecto a las construcciones aledañas (factor de ocupación) y como afecta el entorno climático natural e inmediato, en viviendas reales ubicadas en la Provincia de San Juan. Con el fin de evaluar desde el punto de vista bioclimático, el aprovechamiento de las características climáticas locales.

De acuerdo a la geolocalización de estos 2 Casos de Estudio, se ubican en una zona caracterizada con clima árido continental. Donde las condiciones climáticas típicas son:

- * Gran amplitud térmica diaria.
- * Veranos muy calurosos.
- * Inviernos secos con noches frías.
- * Alta radiación solar.
- * Baja humedad.
- * Amplia oscilación térmica diaria.

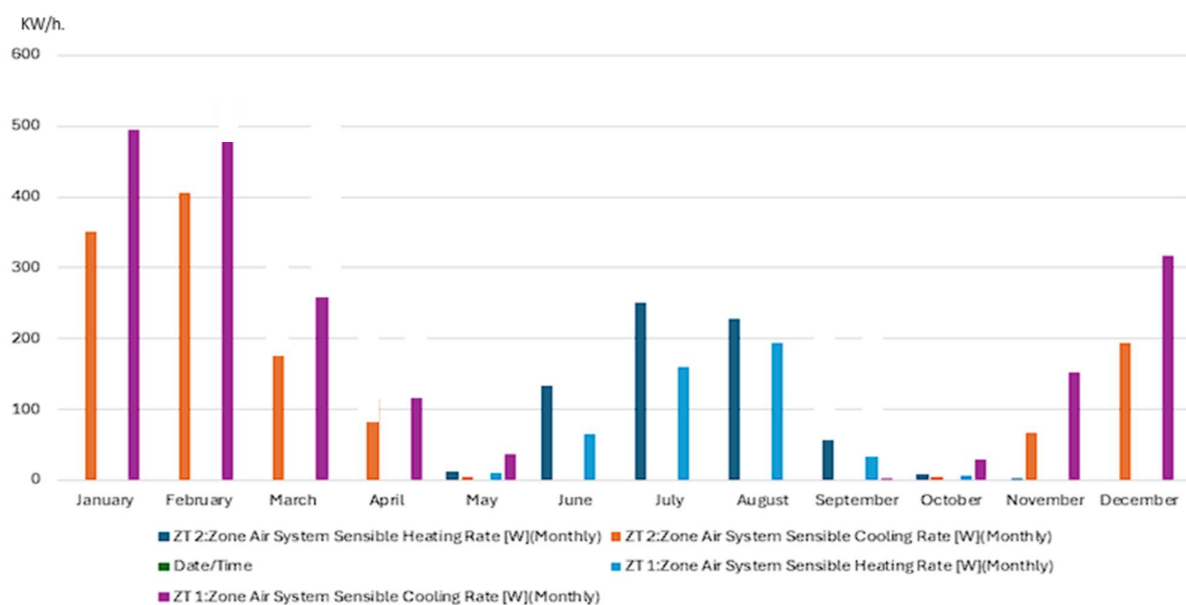
Para el desarrollo de la Experiencia ambiental, se realizó primero, un relevamiento IN SITUS de datos ambientales. Con instrumental de medición, sobre 2 Casos de Estudio (CE) muy distintos, tanto en su situación constructiva, como de las características de su entorno ambiental, en 2 viviendas unifamiliares, en Propiedad Horizontal (PH), ubicadas en la Ciudad de San Juan.

4.1 Casa en 2 niveles de plantas – en pleno centro de la Capital de San Juan

4.2 Departamento en un 1er nivel – en los alrededores de la Capital San Juan

- El relevamiento de los datos físicos y térmicos de las 2 viviendas unifamiliares, en el lugar donde se geolocalizan se realizó, por un lado, a través de instrumental de medición portátil. Y por el otro, utilizando diferentes recursos digitales de uso común, como Google maps, fotos y videos desde celulares, información de IA o de páginas web sobre clima, etc. Y con distinta finalidad, por ejemplo, se consultó y analizo los datos climáticos de distintas aplicaciones para elegir características ideales del día donde se relevaron los datos. Porque se contaba con 2 equipos de medición, por ello, entre los 2 C E debió realizarse el relevamiento de datos térmicos en días similares. O sea, las mediciones IN SITUS se tuvieron que tomar en distintos días, por la disponibilidad de los equipos. Se utilizaron equipos portátiles de medición de temperatura y humedad relativa, con una frecuencia horaria de una hora. El relevamiento ideal hubiera sido poder medir con varios sensores, el mismo día y al mismo tiempo, relevando a la vez temperatura interior y exterior, y de los elementos constructivos en ambas caras, donde el análisis hubiera sido más correcto para su comparación si se hubiera generado una métrica en simultaneo.

- Los datos relevados IN SITU solamente son del periodo de verano, criterio que fue sustentado por los datos obtenidos en, el desarrollo climático del Prototipo IPV analizado en el proyecto de investigación CICITCA-, donde se observó que el periodo más desfavorable de acuerdo con las características climáticas de la zona analizada, de clima árido es la de VERANO, en ENERO FEBRERO y principalmente desde el analisis realizado sobre su demanda energética. Situación que se observa claramente en la siguiente grafica.



- Esta Experiencia surge, al observar que los alumnos después de las experiencias planteadas, recopilaron datos numéricos extraídos de las diferentes app y softwares propuestos, y los analizaron a través de la visualización de diferentes recursos gráficos, que les ayudaron a entender mejor la información, y en forma más clara. Pero luego, se detectó la necesidad de motivar de otra forma al alumno, proponiendo esta 4ta Experiencia analítica, para analizar y principalmente validar los datos obtenidos de las app y simulaciones en el campo real (in situ). Por ello se decidió realizar diferentes experiencias in situ, las que debieron encuadrarse al tiempo y a los recursos tecnológicos con que se contaba, porque en la vida profesional también se tienen limitaciones. Para ello, se realizaron relevamientos de estos 2 tipos de construcciones existentes, con características y situación geográfica muy diferentes, a través de instrumental de medición portátiles, y obteniendo registros térmicos, cuyos datos fueron expuestos y analizados.

Con el fin también, de exponer que, en algunas experiencias, no sólo hay que quedarse con la información obtenida de herramientas digitales, sino que se debe buscar algunas formas de validación empíricas, porque algunas veces al analizar los datos extraídos se pueden detectar datos raros, ya que los valores obtenidos van a depender de la fiabilidad de los datos cargados, la cantidad, de dónde se obtuvieron, de la disponibilidad, etc. No es que se menosprecie los datos obtenidos rápidamente desde una simulación, porque la gran ventaja que nos dan estas herramientas digitales, es procesar una gran cantidad de información en forma rápida instantánea, poder hacer una aproximación o estimación con el fin principal de poder tomar mejores decisiones y en un tiempo más prudencial. Si el profesional tendría que procesar determinada información aplicando diversas fórmulas matemáticas, no podría cumplir con los plazos que se le establecen, o ser antieconómico.

La estrategia de combinar mediciones digitales con equipos de medición móviles (sensores físicos), para validar los datos obtenidos de simulaciones digitales con información in situ, reales de obra o campo, resultó muy oportuna, no sólo como una mejora pedagógica, si no como motivador en el futuro profesional.

VIVIENDA UNIFAMILIAR en CENTRO CAPITAL DE SAN JUAN

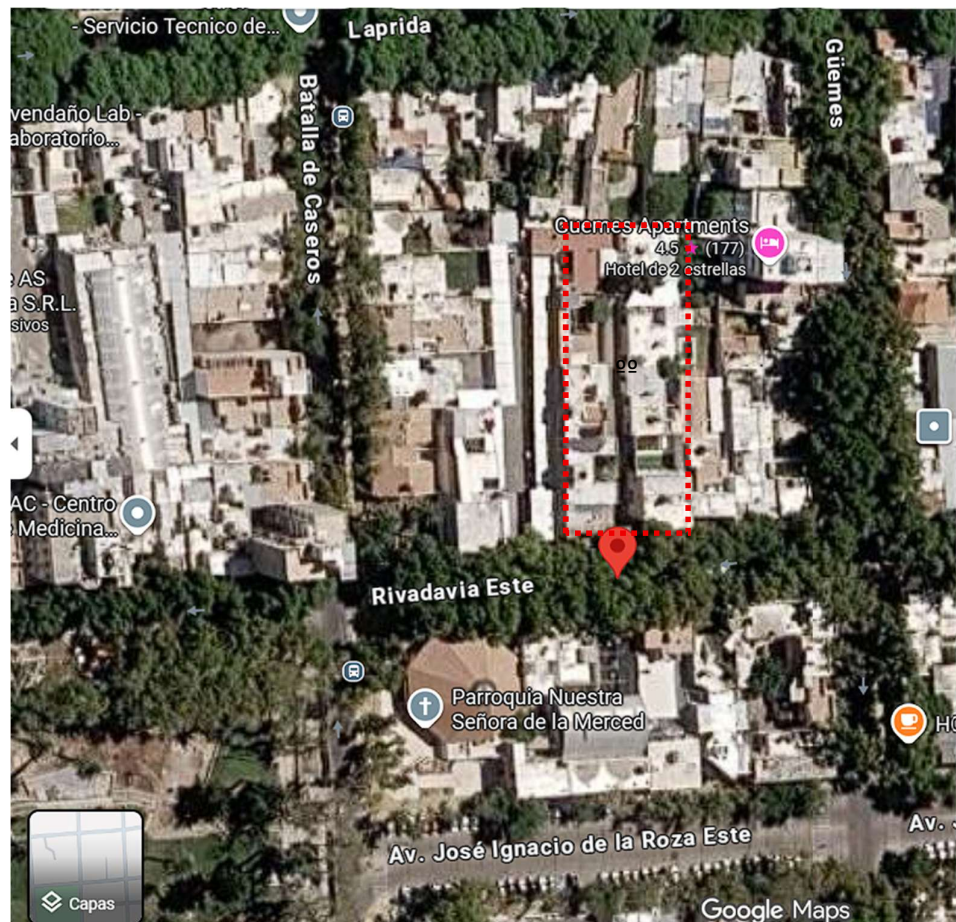
.. Se encuentra geolocalizada en pleno **centro de la Capital** de la Provincia de San Juan, ubicada a pocas cuadras de Plaza Principal de la Ciudad Capital, sobre una calle sin comercios, a pesar que la zona tiene una función comercial/residencial. La vivienda se encuentra sobre un pasaje interno, y en propiedad horizontal (PH).

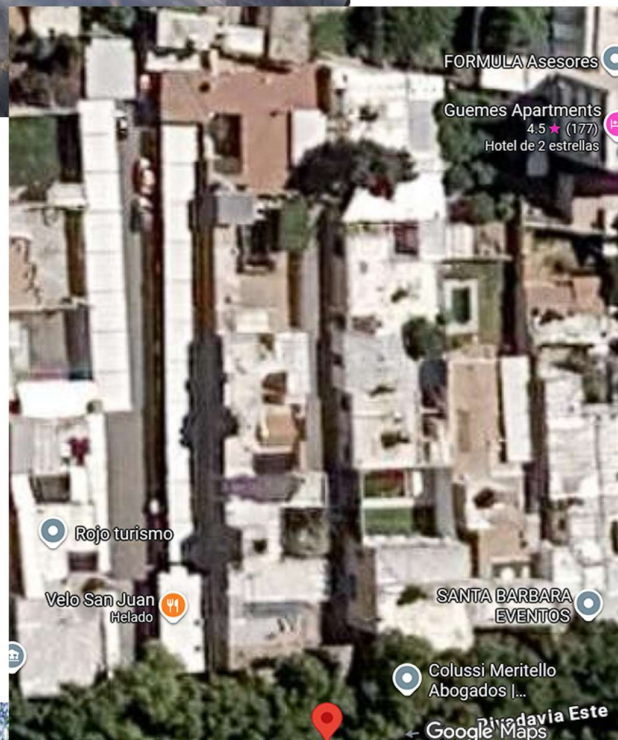
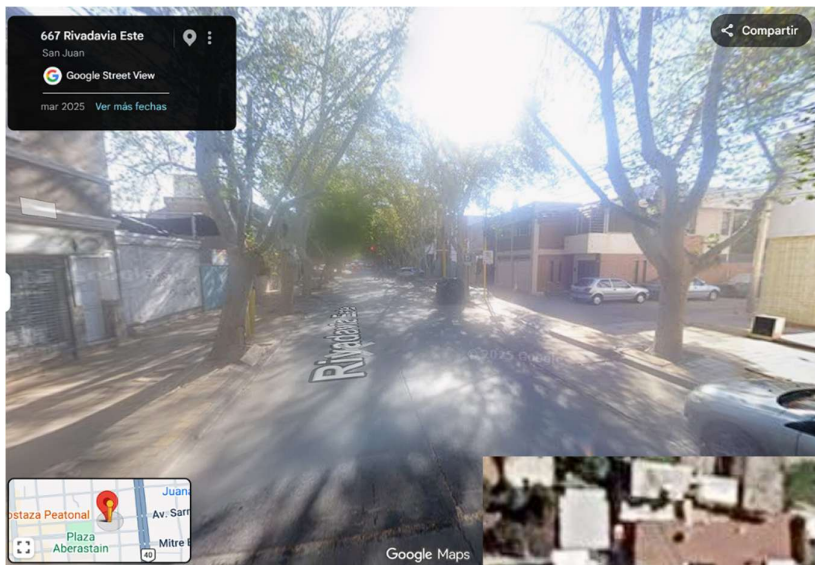
.. Características de la distribución de la vivienda: este Caso de estudio se desarrolla en **dos plantas** con un patio central. En planta baja, se encuentra la cocina, estar comedor y un estudio con baño, en planta alta, hay 3 dormitorios con 1 baño, habitada por 4 personas, con ventilación predominante este – oeste.

.. Los materiales de la envolvente: corresponden a un tipo de construcción tradicional sismoresistente, con muros de mampostería de ladrillo común y losas de hormigón armado.

.. coordenadas: Latitud: -31.53549, Longitud: -68.51682.

.. Orientación: este - oeste





VIVIENDA UNIFAMILIAR PERIFERIA CAPITAL DE SAN JUAN

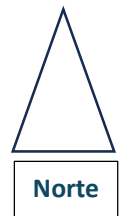
.. Se encuentra geolocalizada en la **Periferia de la Capital** de la Provincia de San Juan, y en propiedad horizontal (PH), ubicada en una zona principalmente residencial (R1), pero sobre una calle importante, de mucho tránsito vehicular, que vincula varios barrios residenciales, y con mucha circulación generada también por su función comercial/residencial.

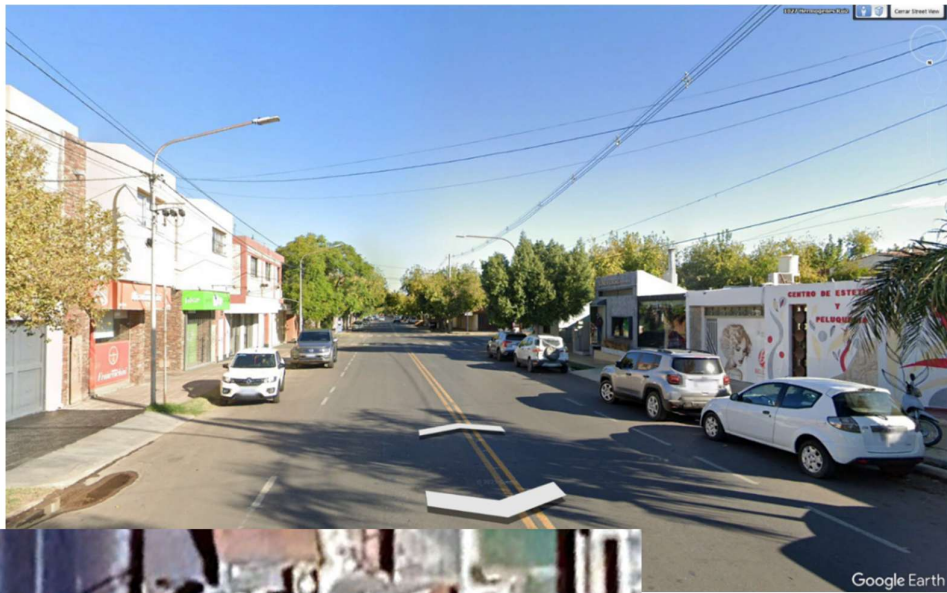
.. Características de la distribución de la vivienda: en este otro Caso de estudio se desarrolla en **una sola planta**, en un 1er piso, habitada por 1 personas, aunque su capacidad es para 4 personas, la distribución general es un estar comedor y cocina, 2 dormitorios, 1 baños, y con ventilación predominante oeste – este.

.. Los materiales de la envolvente: corresponden a un tipo de construcción tradicional sismoresistente, con muros de mampostería de ladrillo común y techos de, losas alivianadas y otro con estructura de madera.

.. coordenadas: Latitud: -31.541059, Longitud: -68.55739.

.. Orientación: oeste - este





Caso Estudio	Ubicación Geográfica	Geolocaliz. Coord.	Ambientes	Orientacion / ventilacion	Habitantes	Tipo construct. MUROS	Material MUROS	Tipo construct. TECHO	Material TECHO
CE 2.1	.En pleno centro de la Capital de San Juan . A pocas cuadras de Plaza Principal .Calle de ingreso sin comercios. . En pasaje interno y en PH	Latitud: -31.53549 Longitud:-68.51682	Planta Alta -PA ..Estar Comedor ..Cocina ..Escritorio Planta Baja -PB .. Dormitorio 1. .. Dormitorio 2. .. 1 baños		4 personas es p/ 6 personas	A.LADRILLO COMUN	A. -Revoque a la cal - ladrillon tipo C - revoque fino pintado	C. LOSAS H A	C. -aislación hidrof. -aislación termica -H A - revoque fino pintado
CE 2.2	.Periferia de la Capital de San Juan .Zona principalmente residencial . Sobre Calle muy comercial. .Con mucho tránsito vehicular . Calle conectora de varios barrios.	Latitud:-31.541059 Longitud: -68.55739	Planta 1er NIVEL ..Cocina Comedor .. Dormitorio 1. .. Dormitorio 2. .. 1 baños	este y sur Oeste este	1 personas es p/ 3 personas	B. LADRILLO COMUN	B. - revoque fino pintado - ladrillon tipo C - revoque fino pintado	D. LOSAS ALIVIANADAS E. ESTRUCTURA MADERA	D. -aislación hidrof. -aislación termica -Ladrillos ceramicos huecos - revoque fino pintado E. -aislación hidrof. -aislación termica -correas estruct. de madera pino eliotis

Experiencia CE 4.1

Temperatura Ambiente °C						
	Fecha	Hora	Tem. °C Int.	Tem. °C Ext.	Hum.% Int.	Hum.% Ext.
PB	12/3/2026	0:00	27,1	23,6	56	73
PB	12/3/2026	1:00	27,1	22,7	56	77
PB	12/3/2026	2:00	27,1	22,5	56	77
PB	12/3/2026	3:00	27,1	22,3	56	78
PB	12/3/2026	4:00	27,1	22,3	55	77
PB	12/3/2026	5:00	27,1	21,6	55	79
PB	12/3/2026	6:00	27	20,8	55	80
PB	12/3/2026	7:00	27	20,9	55	80
PB	12/3/2026	8:00	25,9	20,9	58	80
PB	12/3/2026	9:00	25,8	21,6	59	78
PB	12/3/2026	10:00	25,8	23,9	59	72
PB	12/3/2026	11:00	26,3	24,8	60	70
PB	12/3/2026	12:00	26,9	27,7	59	62
PB	12/3/2026	13:00	26,9	29,2	58	52
PB	12/3/2026	14:00	26,9	29,1	57	53
PB	12/3/2026	15:00	26,9	30	57	50
PB	12/3/2026	16:00	26,9	30,2	56	50
PB	12/3/2026	17:00	27,1	30,4	56	49
PB	12/3/2026	18:00	27,2	30,2	55	48
PB	12/3/2026	19:00	27,4	29,8	55	49
PB	12/3/2026	20:00	27,4	28,3	54	53
PB	12/3/2026	21:00	27,4	27,6	54	55
PB	12/3/2026	22:00	27,5	26,8	54	59
PB	12/3/2026	23:00	27,6	25,7	54	64

Casa en 2 niveles de Planta

- marcada variación de T. exterior, pero T. interior permanece mucho más estable.
- Constructivamente muy favorable, los materiales almacenan calor y retrasan su transmisión al interior, evitando cambios bruscos de temperatura.

- temperatura interior estable:
 - * Planta baja: entre 26 °C y 27,5 °C.
 - * Planta alta: entre 27,5 °C y 29 °C.

- buena inercia térmica de la envolvente.

Eficiencia Energetica y sustentabilidad:

- Reduce ganancias térmicas durante el día.
- Mantiene condiciones interiores relativamente estables.
- Disminuye la necesidad de climatización artificial.
- Menor uso de aire acondicionado, menor consumo eléctrico y de emisiones de CO₂.
- Aprovecha la masa térmica de la construcción.
- Mayor confort para los ocupantes, y menor dependencia de equipos mecánicos.

PA	13/3/2026	0:00	28,7	25,3	50	66
PA	13/3/2026	1:00	28,8	24,6	50	68
PA	13/3/2026	2:00	28,8	24,2	49	69
PA	13/3/2026	3:00	28,8	23,3	49	73
PA	13/3/2026	4:00	28,8	23	49	74
PA	13/3/2026	5:00	28,8	22,6	49	75
PA	13/3/2026	6:00	28,8	22,1	49	78
PA	13/3/2026	7:00	28,8	21,6	49	80
PA	13/3/2026	8:00	28,1	21,1	53	83
PA	13/3/2026	9:00	27,5	21	55	84
PA	13/3/2026	10:00	27,5	22,3	56	79
PA	13/3/2026	11:00	28,2	24,5	55	72
PA	13/3/2026	12:00	28,5	25,7	55	68
PA	13/3/2026	13:00	28,8	26,1	54	67
PA	13/3/2026	14:00	29	27	53	63
PA	13/3/2026	15:00	28,8	28,1	53	59
PA	13/3/2026	16:00	28,8	28,9	53	56
PA	13/3/2026	17:00	28,9	29,5	52	53
PA	13/3/2026	18:00	29	29,5	52	54
PA	13/3/2026	19:00	29	28,9	52	55
PA	13/3/2026	20:00	29	28	51	57
PA	13/3/2026	21:00	29	27,7	51	58
PA	13/3/2026	22:00	29	26,6	51	61
PA	13/3/2026	23:00	29,1	26	51	64

CE 4.1 – PB

-mantiene temperaturas interiores más bajas.

-La amplitud térmica interior es menor.

-Respuesta a cambios exteriores es más lenta.

Mayor contacto con el terreno.

* Menor exposición solar.

* Mayor masa térmica acumulada.

-ofrece mayor confort térmico pasivo y menor demanda de refrigeración.

CE 4.1 – PA

-La temperatura interior es entre 1 y 2 °C superior a la de planta baja.

* Presenta mayor variación durante el día.

Ganancias solares sobre la cubierta.

* Mayor exposición al viento y radiación.

* Menor influencia estabilizadora del terreno.

- Buen desfase térmico, buena capacidad de almacenamiento de calor.

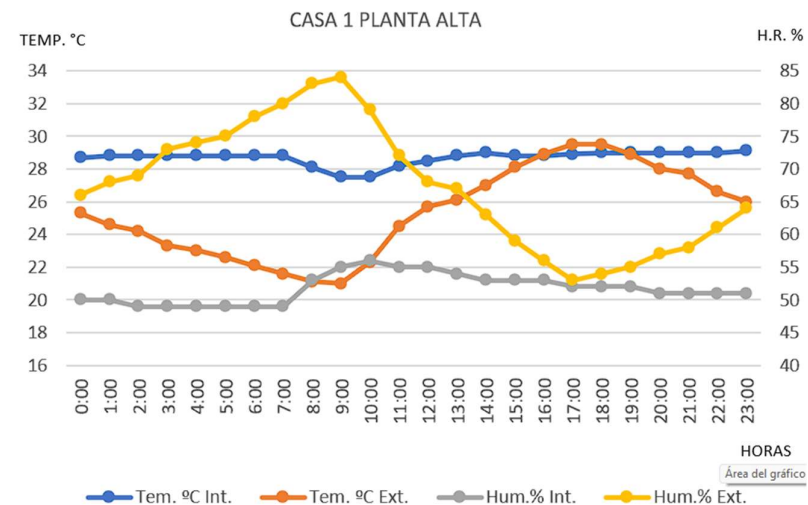
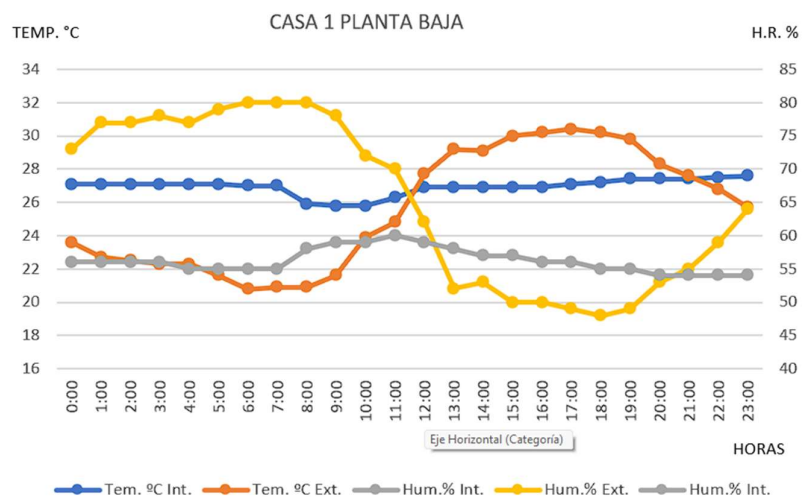
Recomendación constructiva:

* Mejorar el aislamiento de cubierta.

* Incorporar cámaras ventiladas.

* Utilizar materiales reflectivos.

* Generar sombras sobre el techo.



CE 4.1 - Temperaturas de SUPERFICIES

Temperatura Superficial °C						
	Fecha	Hora	Muro Int.Oeste	MuroInt. Norte	Techo Interior	Muro Ext. Este
PB	12/3/2026	7:00	26,5	26,3	26,4	24,4
PB	12/3/2026	14:00	27	26,6	26,6	28,1
PB	12/3/2026	17:00	27,1	26,8	27	28,3
PB	12/3/2026	20:00	26,8	26,6	26,7	27,9
PB	12/3/2026	23:00	26,8	26,6	26,9	27
PA	13/3/2026	7:00	25,9	25,4	26,1	24,3
PA	13/3/2026	14:00	27,2	27,1	27,2	30,1
PA	13/3/2026	17:00	29,1	27,7	28	30,3
PA	13/3/2026	20:00	32,1	28,5	28,4	28,5
PA	13/3/2026	23:00	31,6	28,3	28,4	27,2

Como conclusión, para una vivienda en la Ciudad de San Juan, las gráficas del CE 4.1 sugieren una construcción con buen desempeño térmico, especialmente en PB y en verano, donde la masa térmica y la protección solar permiten mantener temperaturas interiores estables frente a las importantes variaciones del clima exterior.

La principal oportunidad de mejora bioclimáticamente aparece en la cubierta y la PA, donde las ganancias solares son más evidentes y donde un mayor aislamiento podría reducir aún más la demanda energética, generada en verano por la alta necesidad de enfriamiento.

Muestran claramente que: “La calidad térmica de una vivienda no depende solamente de la temperatura exterior, sino de cómo la envolvente edilicia logra amortiguar, almacenar y retardar el flujo de calor, en relación a su entorno.”

- En general las T. y humedades no son tan constantes como el caso siguiente. Porque en este caso lo que más afecta e influye climáticamente son las construcciones adyacentes o vecinas, tanto por las alturas como por el factor de ocupación edilicio. Lo que generan que esta vivienda quede encajonada ediliciamente, no permitiendo contar con una buena ventilación, especialmente en el caso del verano. En cambio, pasa todo lo contrario en invierno, porque no permiten un buen asoleamiento, situaciones que bioclimáticamente son muy necesarias por las características locales.

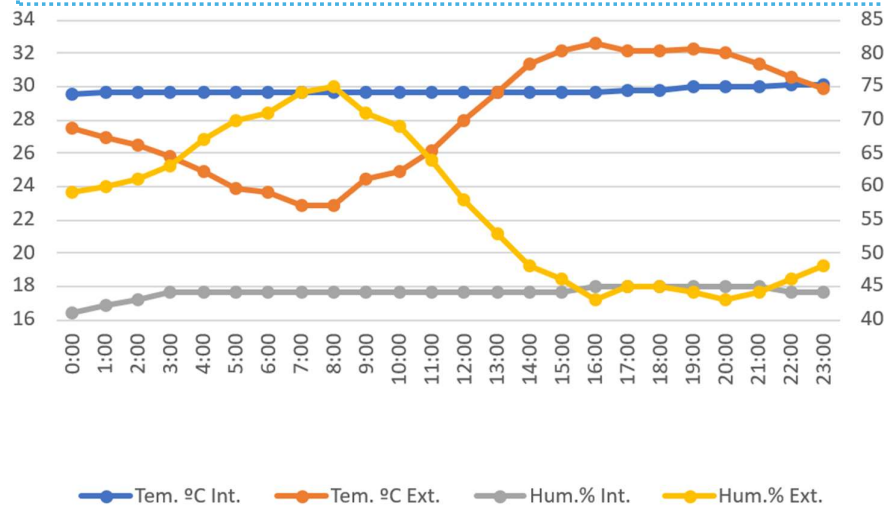
- Las mediciones se tuvieron que tomar entre los 2 niveles, en distintos días, por la disponibilidad de los equipos de medición portátiles que se necesitaron usar. Donde se tuvieron que tener en cuenta en el análisis de los resultados de los datos obtenidos, y en las diferencias de las curvas generadas también.

- En PB la curva de Temperatura exterior y humedad es muy sinuosa porque está afectada también, por una media sombra colocada en el patio central de la vivienda, de doble altura, y cerrado por los 4 lados, que agudiza el problema de encajonamiento especialmente en invierno. Influenciando mucho también a la temperatura y humedad interior de los ambientes de PB. Como también es afectada por el volumen de la PA que esta sobre la PB, ya que es un gran volumen que actúa de aislante, como pasa en cualquier construcción en 2 niveles, con sus respectivos beneficios y desventajas.

Experiencia CE 4.2

Departamento en Planta Alta

- con muy alta inercia térmica
- excelente amortiguamiento de las condiciones exteriores
- Elevada masa térmica,
- Temperatura interior muy estable, que permanece alrededor de 30 °C., la envolvente logra estabilizar el ambiente, pero no necesariamente es confortable.
- Poca ventilación nocturna.
- la masa térmica almacena calor en el día y no logra descargarlo durante la noche.



Temperatura Ambiente °C						
	Fecha	Hora	Tem. °C Int.	Tem. °C Ext.	Hum.% Int.	Hum.% Ext.
PA	27/2/2026	0:00	29,5	27,5	41	59
PA	27/2/2026	1:00	29,6	26,9	42	60
PA	27/2/2026	2:00	29,7	26,5	43	61
PA	27/2/2026	3:00	29,7	25,8	44	63
PA	27/2/2026	4:00	29,7	24,9	44	67
PA	27/2/2026	5:00	29,7	23,9	44	70
PA	27/2/2026	6:00	29,7	23,6	44	71
PA	27/2/2026	7:00	29,7	22,9	44	74
PA	27/2/2026	8:00	29,7	22,8	44	75
PA	27/2/2026	9:00	29,7	24,4	44	71
PA	27/2/2026	10:00	29,7	24,9	44	69
PA	27/2/2026	11:00	29,6	26,1	44	64
PA	27/2/2026	12:00	29,6	28	44	58
PA	27/2/2026	13:00	29,6	29,6	44	53
PA	27/2/2026	14:00	29,6	31,4	44	48
PA	27/2/2026	15:00	29,7	32,1	44	46
PA	27/2/2026	16:00	29,7	32,6	45	43
PA	27/2/2026	17:00	29,8	32,2	45	45
PA	27/2/2026	18:00	29,8	32,1	45	45
PA	27/2/2026	19:00	30	32,3	45	44
PA	27/2/2026	20:00	30	32	45	43
PA	27/2/2026	21:00	30	31,4	45	44
PA	27/2/2026	22:00	30,1	30,6	44	46
PA	27/2/2026	23:00	30,1	29,9	44	48

-T. interior estable, reduce picos de calor y disminuye la demanda energética, pero sin ventilación, ambientalmente no es confortable.

-Sería conveniente mejorar las estrategias pasivas de enfriamiento para acercar la temperatura interior a la zona de confort y aumentar la eficiencia energética durante el verano.

CE 4.2 - Temperaturas de SUPERFICIES

Temperatura Superficial °C						
	Fecha	Hora	Muro Int. Oeste	Muro Int. Norte	Techo Interior	Muro Ext. Sur
PA	12/3/2026	12:00	28,5	28,8	29,9	27,9
PA	12/3/2026	15:00	28,8	30	31	30,5
PA	12/3/2026	18:00	32,2	31,8	31,3	30,7
PA	12/3/2026	21:00	30,9	32,7	31,6	28,1
PA	12/3/2026	0:00	29,3	31,8	31,2	27,6

Conclusión, “la gráfica de CE 4.2 muestra una vivienda con muy alta inercia térmica y excelente amortiguamiento de las condiciones exteriores, pero con una temperatura interior que permanece alrededor de 30 °C.

Esto sugiere que la envolvente logra estabilizar el ambiente, aunque sería conveniente mejorar las estrategias pasivas de enfriamiento, acercando la temperatura interior a la zona de confort y aumentar la eficiencia energética durante el verano en la Ciudad de San Juan, al reducir el gasto de energía, por el uso de equipos de enfriamiento, durante todo el tiempo que se usa la vivienda, y por ello la sustentabilidad edilicia”.

.. En la temperatura de VERANO, se comprueba una marcada variación de la temperatura exterior que, por la masa térmica de la envolvente, refleja una T. interior constante pero fuera del rango de confort. Pasa lo mismo, con la humedad, lo que demuestra una situación típica de los climas secos áridos, y contrario a los tropicales.

.. Acá se ve claramente como protege la envolvente y varía de acuerdo a las características térmicas de los materiales. Y donde hay que analizar cómo aprovechar las estrategias bioclimáticas.

.. Las gráficas, explican que: la vivienda puede tener un excelente amortiguamiento térmico y aun así no ser completamente confortable.

.. A veces se piensa que una temperatura interior estable implica automáticamente confort, pero se observa que:

- * La estabilidad es excelente.
- * Pero, la temperatura media interior es alta.

.. El diseño bioclimático debe buscar simultáneamente:

- Reducir las oscilaciones térmicas.
- Mantener la T media dentro de la zona de confort.

- Mejoras para viviendas con características de San Juan:

- * Ventilación nocturna cruzada.
- * Cubierta ventilada.
- * Aislamiento térmico superior en techos.
- * Protección solar exterior.
- * Colores claros en cubierta.
- * Incorporación de materiales aislantes (EPS, lana de vidrio, vermiculita, piedra pómez, etc.).

Anexo 1 – CONCEPTOS TERMICOS

Coefficiente transferencia de calor

El coeficiente de transferencia (Heat transfer coefficient) de calor indica la facilidad con que el calor pasa de un medio a otro. Y sus unidades de medida son: [watts/m2 kelvin - (W/(m²*K))]

En construcción suelen aparecer dos conceptos relacionados:

1. Coeficiente de transmitancia térmica (U),
Es el más utilizado en arquitectura y mide cuánto **calor atraviesa** un muro, techo, piso o ventana, y se calcula:

$$U = \frac{1}{R_t}$$

* U = transmitancia térmica (W/m²·K)
* R_t = resistencia térmica total (m²·K/W)

Interpretación: . U baja ----- mejor aislamiento.
. U alta ----- mayor pérdida o ganancia de calor.

Ejemplos: * Muro bien aislado: U ≈ 0,30–0,60 W/m²·K.
* Muro común sin aislamiento: U ≈ 1,5–2,5 W/m²·K.
* Vidrio simple: U ≈ 5–6 W/m²·K.

2. Coeficiente de transferencia superficial (h)

Representa el intercambio de calor entre una **superficie** y el **aire que la rodea** (por convección y radiación). Se calcula:

$$Q = h \cdot A \cdot \Delta T$$

* Q = flujo de calor (W)
* h = coeficiente de transferencia superficial (W/m²·K)
* A = área (m²)
* ΔT = diferencia de temperatura (°C o K)

Por ejemplo, el viento aumenta el valor de h en una pared exterior porque favorece el intercambio de calor.

Resistencia térmica

La resistencia térmica de un material es la capacidad que tiene para **oponerse al paso del calor**.

Cuanto mayor es la resistencia térmica, más difícil resulta que el calor atraviese ese material. (m2 kelvi /watt - (m²*K)/Watt)). Y se calcula como:

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

* R = resistencia térmica (m²·K/W)
* e = espesor del material (m)
* λ (lambda) = conductividad térmica del material (W/m·K)

En este proyecto, como práctica, para probar algo concreto y entender mejor los conceptos, la experiencia está limitada a analizar solo los efectos térmicos en la **materialidad de TECHOS y MUROS, como elementos constructivos que definen la envolvente edilicia**. Donde en el análisis de la resistencia térmica de los muros y los techos, se debe considerar la suma de las resistencias térmicas de todas las capas que conforman cada uno de estos elementos constructivos, multicapas, ya que ello permite calcular su comportamiento energético y el nivel de aislamiento del edificio.

Por ejemplo: (Ver RESULTADOS en **Experiencia analítica 1. y 2.**)

- Muro o techo de hormigón transmite el calor con relativa facilidad → menor resistencia t.
- Capa poliestireno expandido (telgopor) dificulta mucho más el paso del calor → mayor resistencia t.
 - Si aumenta el espesor, aumenta la resistencia térmica.
 - Si el material tiene una conductividad térmica baja (buen aislante), aumenta la resistencia térmica.
 - Cuanto mayor es R, mejor aislante térmico es el elemento.
- Una placa de lana de vidrio:
 - Espesor = 5 cm (0,05 m)
 - conductividad térmica $\lambda = 0,04 \text{ W/m}\cdot\text{K}$

$$R = \frac{0,05}{0,04} = 1,25 \text{ m}^2\text{K/W} \rightarrow \text{ofrece una resistencia importante al flujo de calor.}$$

Relación entre los conceptos

Concepto	Símbolo	Unidad	¿Qué mide?
Conductividad térmica	λ	W/m·K	Capacidad del material para conducir calor
Resistencia térmica	R	m ² ·K/W	Oposición al paso del calor
Transmitancia térmica	U	W/m ² ·K	Calor atraviesa un elemento constructivo
Transferencia superficial	h	W/m ² ·K	Intercambio de calor entre superficie / aire

Masa térmica

La masa térmica (Thermal mass) es la capacidad que tiene un material o elemento constructivo para absorber, almacenar y liberar calor lentamente. (kg ft²/(s² K). Es distinto que la resistencia térmica:

- * Resistencia térmica: dificulta el paso del calor (aislamiento).
- * Masa térmica: almacena energía térmica y la libera con retraso.

.....

Ejemplo sencillo, imagina dos habitaciones expuestas al sol:

- * Una construida con muros pesados de ladrillo o adobe.
- * Otra construida con paneles livianos.

La habitación con muros pesados absorbe calor durante el día y lo libera gradualmente durante la noche, reduciendo las variaciones de temperatura. Esto ocurre gracias a su alta masa térmica.

Materiales con alta masa térmica	Materiales con baja masa térmica
Hormigón	Madera liviana
Ladrillo macizo	Paneles de yeso
Adobe	Chapa metálica
Piedra natural	Aislantes -lana de vidrio o poliestireno expandido

La masa térmica de los materiales constructivos, en relación con la arquitectura bioclimática, es importante:

- * Reduce los picos de temperatura.
- * Mejora el confort interior.
- * Disminuye el uso de calefacción y refrigeración.
- * Aprovecha mejor la energía solar pasiva.

Desfase térmico

Como también, en el diseño proyectual arquitectónico, es muy importante analizar el concepto de desfase térmico (time lag), porque está directamente relacionado con la masa térmica y principalmente para el diseño en climas áridos como el de la Provincia de San Juan.

El desfase térmico es el tiempo que tarda el calor en atravesar un cerramiento (muro, techo o piso) y aparecer en la cara opuesta. En otras palabras, cuando el exterior alcanza su temperatura máxima, el interior no recibe inmediatamente ese calor, existe un retraso, llamado desfase térmico.

.....

- Ejemplo, supongamos un día de verano en San Juan: (Ver RESULTADOS Experiencia analítica 3. y 4.)
 - * Temperatura exterior máxima: 38 °C a las 16:00.
 - * Un muro pesado de ladrillo u hormigón absorbe ese calor.
 - * El calor puede llegar a la cara interior recién a las 22:00 o incluso a la medianoche.

En este caso, el desfase térmico sería de aproximadamente 6 a 8 horas.

- El desfase depende de varios factores, aumenta cuando el material tiene:
 - Mayor masa térmica.
 - Mayor espesor.
 - Mayor densidad.
 - Mayor capacidad de almacenar calor.

Por eso los materiales pesados suelen tener mejores desfases que los sistemas livianos.

- Comparación visual del Sistema de desfase térmico típico

Chapa sola	Menos de 1 hora
Steel frame liviano	2 a 4 horas
Ladrillo hueco	4 a 8 horas
Ladrillo macizo	8 a 12 horas
Adobe grueso	10 a 15 horas

Amortiguación:

Otro factor para tener en cuenta además del retraso, es que el muro también reduce la *intensidad del calor*.

- Por ejemplo:
 - * Exterior: variación de 15 °C a 38 °C (23 °C de amplitud).
 - * Interior: variación de 21 °C a 27 °C (6 °C de amplitud).

- La masa térmica “amortigua” los cambios bruscos.

- Aplicación en arquitectura bioclimática.

Para climas secos y soleados como los de gran parte del oeste argentino, suele buscarse:

- Muros con buena masa térmica.
- Aislamiento térmico por el exterior.
- Protección solar en verano.
- Ventilación nocturna.

- Esta combinación permite que los muros absorban calor durante el día y se enfríen por la noche, mejorando mucho el confort sin necesidad de tanto aire acondicionado.

Relación entre los conceptos:

Conductividad térmica (λ):	qué tan fácil pasa el calor por un material.
Resistencia térmica (R):	cuánto se opone el material al paso del calor.
Masa térmica:	cuánto calor puede almacenar el material.
Desfase térmico:	cuánto tiempo tarda ese calor en atravesarlo.

Por eso un buen techo o muro bioclimático, según el clima donde se construye, no necesariamente es el que tiene la mayor resistencia térmica, sino el que logra un equilibrio entre:

aislamiento + masa térmica + desfase térmico

5. Resultados

Las experiencias analíticas desarrolladas permitieron comprobar la utilidad de los recursos digitales o de los modelos BIM, como herramientas de análisis y visualización de información energética. Los estudiantes podrán interpretar parámetros vinculados a la materialidad de la envolvente y comprender la influencia de las propiedades térmicas de los materiales, para lograr diseños proyectuales eficientes energéticamente y con ello más sustentables.

Las simulaciones realizadas, evidenciaron que ambas soluciones de materialidad en techos, reducen significativamente la influencia de las variaciones térmicas exteriores. Sin embargo, la opción de losa maciza con aislación presentó una mayor capacidad de amortiguación y desfase térmico, generando condiciones interiores más estables durante los periodos analizados, a diferencia de la opción de panel prefabricado.

Como también, se observó que la masa térmica adquiere especial relevancia en climas áridos continentales, donde las amplitudes térmicas diarias permiten aprovechar las ventajas de la inercia térmica para mejorar el confort interior y disminuir la demanda energética, por lo tanto, lograr que sean más sustentables.

6. Conclusiones

Los resultados de las practicas muestran que la incorporación de herramientas BIM y de simulación energética favorece una comprensión más profunda de los fenómenos térmicos y ambientales involucrados en el diseño arquitectónico. Más allá de los resultados específicos sobre materialidad o comportamiento energético, el principal aporte de la experiencia radica en la posibilidad de transformar conceptos abstractos en situaciones observables, medibles y comparables.

La utilización de modelos digitales permite integrar conocimientos provenientes de diferentes áreas disciplinares, promoviendo procesos de aprendizaje colaborativo y mayor vinculación entre teoría y práctica.

La experiencia desarrollada demuestra que la metodología BIM constituye una herramienta pedagógica eficaz para la enseñanza de la eficiencia energética y el diseño arquitectónico sustentable.

La integración de modelos digitales, simulaciones energéticas y relevamientos in situ permitirá fortalecer la comprensión de variables complejas relacionadas con el comportamiento térmico del habitat edilicio, facilitando la toma de decisiones fundamentadas durante el proceso proyectual.

Asimismo, el trabajo colaborativo e interdisciplinario favorecerá el desarrollo de competencias técnicas y profesionales acordes con las demandas actuales del sector de la construcción. En consecuencia, la incorporación de herramientas BIM en la formación de arquitectos representa una oportunidad significativa para promover procesos de innovación orientados a la sustentabilidad, la eficiencia energética y la mejora de la calidad del hábitat, como medio motivador en la educación ambiental y participación ciudadana en hábitos sostenibles.

Las prácticas realizadas sólo tienen un propósito pedagógico y motivacional, porque existen en el mercado diversas herramientas y más específicas en el diagnóstico sectorial de sostenibilidad ambiental, aplicables tanto al sector edilicio y de construcción, con utilidades prácticas para profesionales y empresas.

7. Bibliografía

- (1) Gonzalo, Guillermo E. 1998 - Manual de arquitectura bioclimática. ISBN 950-43-9028-5. Tucumán – Argentina.
 - (2) Papparelli, A.- Kurban, A.- Cunsulo, M. 1991 –“Arquitectura y clima en zonas áridas” - ISBN 950-605-136-4
 - (3) Diamant, R. 1967 – “Aislamiento Térmico y acústico de edificios, Editorial Blume - Madrid España.
 - (4) Givoni, B. 1976 - “Man climate and Architecture” Applied science publishers Ltd. Londres.
 - (5) Watson, D. FAIA y LABS - 1983 “Climático design” - Mc. Graw Hill Book Co. New York EEUU.
 - (6) Norma IRAM 11659 1 2004
 - (7) Recuperado: <https://energyplus.net/>
 - (8) Equipo: Directora, Dra. Arq. Beatriz Garzón –Giuliano, G. – Fernández, A. - Ortega, M. E. – Elsinger, D Grupo de Hábitat de Sustentable y Saludable (GHabSS) -implicados en Eficiencia térmico-energética, Etiquetado Energético, Bio-construcción, Uso Racional de la Energía (URE), Energía Renovable (EERR) aplicados al hábitat urbano y rural, en la construcción de viviendas, edificios de salud y educativos: dependiente del CONICET NOA Sur y de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNT.-
-