

Digital architectural in the classroom

Andrés Camilo Gómez Aguilar, Cristian Fabián Pérez Vargas
y Omar David Cuervo Castellanos¹

andres.gomez@usantoto.edu.co, Cristian.perez@usantoto.edu.co, Omar.cuervo@usantoto.edu.co.

RESUMEN

El presente artículo tiene como objetivo evidenciar la exploración de herramientas digitales aplicadas a la cotidianidad de la arquitectura, puede brindar a los lectores unas alternativas contemporáneas para hacer arquitectura de forma digital. Por otro lado, el escrito pretende relatar el proceso del semillero Arquitectura Digital y su compromiso con las actividades sustantivas de la universidad Santo Tomás seccional Tunja, la docencia, la responsabilidad social y la investigación. Las posibilidades que aquí se presentan en cuanto a software se realizaron con versiones de prueba de algunos programas de arquitectura que según encuesta realizada y fuentes consultadas se posicionan como herramientas TIC indispensables en la cotidianidad del arquitecto del siglo XXI, más específicamente de aquellos recién graduados que compiten laboralmente por obtener un trabajo en

una constructora, estudio de diseño, emprendimiento personal o participación en empresa dedicada a la arquitectura y sus profesiones auxiliares.

El proceso que orientó al semillero Arquitectura Digital se fundamenta en tres etapas de trabajo; diagnóstico, práctica y resultados. En el proceso se intenta resolver un problema de caso: la carencia espacial de un lugar donde los estudiantes y docentes de la facultad de arquitectura puedan ejercer las actividades sustantivas mencionadas. Inicialmente se realiza un diagnóstico de fuentes bibliográficas que se registra en la discusión del presente escrito, luego unas encuestas a estudiantes, docentes y egresados de la facultad, después se realizan muestras en sitio donde se estudian temas de confort humano, luego una experimentación con las herramientas digitales que arroja la tabulación de las encuestas y finalmente en los resultados se registran los diseños y detalles constructivos que responden a la solución del problema estudiado.

PALABRAS CLAVE: ermografía; Modelo tridimensional; Confort térmico; Software arquitectónico; BIM.

¹ Universidad Santo Tomás seccional Tunja, facultad de arquitectura, semillero de investigación arquitectura digital. Av. Universitaria Cl. 48 No. 1-235 este. Tunja – Boyacá, 01-8000-932340.



ABSTRACT

The objective of this article is to demonstrate the exploration of digital tools applied to everyday architecture, it can provide readers with contemporary alternatives for making architecture digitally. On the other hand, the writing tries to relate the process of the Digital Architecture seedbed and its commitment to the substantive activities of the Santo Tomás university, Tunja section, teaching, social responsibility and research. The possibilities presented here in terms of software are found with trial versions of some architecture programs that, according to the labor market offer in the national market, position themselves as indispensable ICT tools in the everyday life of the architect of the 21st century, more specific to those just graduates who understand labor by obtaining a job in a construction company, design studio, personal entrepreneurship or participation in a company dedicated to architecture and its auxiliary professions.

The process that guides the Digital Architecture seedbed is based on four stages of work; diagnosis, practice and results. In the process, an attempt is

made to solve a case problem: the spatial care of a place where the students and teachers of the faculty of architecture can have the sustainable activities affected. Initially, a diagnosis is made of bibliographic sources that are recorded in the discussion of this paper, then surveys of students, teachers and graduates of the faculty, then samples are carried out on site where subjects of human comfort are studied, then an experimentation With the digital tools that show the tabulation of the surveys and finally in the results, the designs and construction details that respond to the solution of the studied problem are registered.

KEYWORDS: Thermography; Three-dimensional model; Thermal confort; Architectural software; BIM.

INTRODUCCIÓN

Este artículo es el resultado de la experimentación digital para el aprendizaje y desarrollo de procesos arquitectónicos del semillero de investigación "Arquitectura Digital" de la facultad de arquitectura Universidad Santo Tomásde Tunja Colombia, el



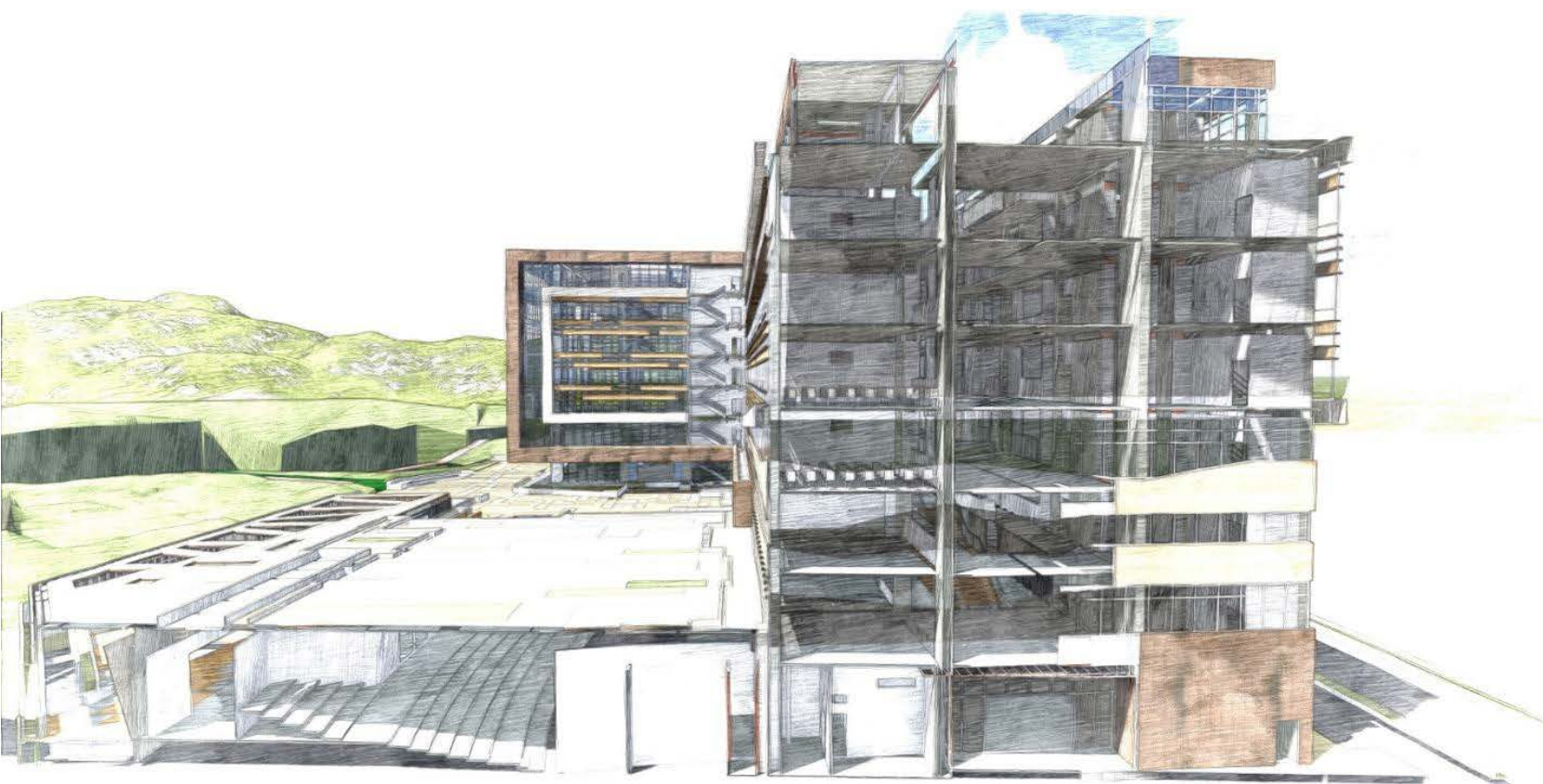


Ilustración 1. Gómez C. (2020). *Corte fugado del Edificio Santo Domingo de Guzmán.*



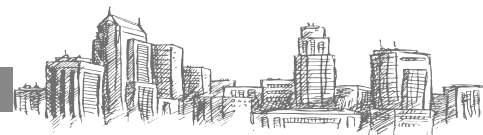
objetivo del texto es evidenciar el proceso y experiencias realizadas en el semillero de investigación mediante ejercicios y consultas para el provecho de herramientas digitales en los procesos diarios del arquitecto actualmente.

El problema se centra en la preocupación por los factores de desconocimiento en la implementación de herramientas digitales en la arquitectura, ¿puede haber una resistencia al uso de estas tecnologías?, ¿la tecnología solo compete a los nuevos arquitectos?, ¿Cuál es el panorama digital en las academias de arquitectura?, por otro lado ¿pueden existir barreras como el dominio de la herramienta, el precio y la maquinaria que pueden impedir implementar estas metodologías en la arquitectura?, algunos de estos temas serán estudiados en el transcurso del texto.

Mediante la indagación en el proceso se ve la necesidad también de poner en práctica algunas actividades cotidianas de la arquitectura en la actualidad, mediante el uso de herramientas digitales como un medio para interpretar y plasmar el contexto en el que se emplaza un proyecto archi-

tectónico. El semillero se enfocó en la consulta de fuentes bibliográficas, consulta del sector de arquitectura local a través de encuestas y por otro lado se enfocó en resolver una problemática de caso para la aplicación, que es la carencia espacial de un lugar para la facultad de arquitectura donde se pudieran ejercer la docencia, la investigación y la responsabilidad social.

En el proceso no solo se diseña el espacio como respuesta al problema, sino que se estudian las condiciones de confort humano como un proceso de aprendizaje para los semilleros participantes, que mediante el análisis de un espacio real se analizan las condiciones propias del lugar mediante herramientas de uso cotidiano en la profesión, dicho espacio de estudio está ubicado en el quinto piso del edificio santo domingo de guzmán de la universidad santo Tomás seccional Tunja.



MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales y herramientas.

CÁMARA NIKON	PAPEL Y LÁPIZ	METRO LASER LEICA
		
MEDIDORES DE AMBIENTE	CATS60 – CÁMARA TERMO- GRAFÍA	COMPUTADOR ASUS ROG STRIX
		

Ilustración 2. Gómez C. (2019). Herramientas de trabajo del semillero (todas las fotos por Gómez C).



Método

Paralelamente a cada actividad se realizó un análisis y discusión constante de datos existentes sobre virtualidad que puedan o estén relacionados al área de la arquitectura. Esta recopilación bibliográfica se efectuó tomando diferentes fuentes de información. Después se realizaron encuestas virtuales a los docentes, estudiantes y egresados de la facultad de arquitectura para indagar por los programas de arquitectura más usados en esta comunidad.

Luego se realizó una visita al lugar de análisis, salón 513 edificio santo domingo de Guzmán, donde se tomaron distancias y medidas del espacio, para luego realizar un levantamiento a mano y digital en 2D y 3D . En el cuarto paso se realizaron visitas al sitio para analizar más detalladamente las problemáticas de confort detectadas con preguntas a usuarios, medidores de ambiente y cámara térmica se registraron las mediciones en las diferentes horas del día.

En el sexto paso se realizan soluciones al problema de caso mediante el diseño arquitectónico digital, dichos resultados se realizan con las herramientas digitales que arrojó la encuesta, las respuestas más destacadas fueron AutoCAD, SketchUp, Revit y Archicad. Finalmente se discuten las fuentes más relevantes que podrían dar respuestas a las incógnitas planteadas al comienzo, mediante casos comunes en contextos similares que están implementando estas tecnologías para la arquitectura.

RESULTADOS

Encuestas

se realiza una encuesta a la comunidad académica de la facultad de arquitectura de la Universidad santo Tomás seccional Tunja como: estudiantes, docentes y egresados con el fin de identificar los programas más usados en las diferentes etapas del proyecto arquitectónico, la encuesta se realizó de forma virtual a un número de 51 personas, a continuación, los resultados y tabulaciones de las preguntas realizadas fueron:



- Dentro de los encuestados el mayor número de participantes se observó que era de un 38%, que corresponde a estudiantes de arquitectura de quinto a séptimo semestre.
- En base a la respuesta del rango de edad el mayor número de personas fue de 52%, esto corresponde a los encuestados que se encontraban entre los 25 – 40 años.
- En cuanto a la pregunta del uso de las herramientas CAD y BIM en el diseño arquitectónico se encuentra que el 23% de las personas encuestadas maneja el lápiz ya que es una herramienta primordial del arquitecto, pero como la investigación se enfoca en la representación digital no se puede centrar el estudio a esta herramienta manual u otras como rotuladores y técnicas manuales, se centrara la atención en las respuestas de métodos de representación digital, en ese orden de ideas las más destacadas son AutoCAD con un 21%, Archicad un 19%, Revit 12% y Sketchup un 12%.
- Un 39% de las personas encuestadas diseñan sus posters y presentaciones en Power Point, seguida de un 37% con el diseño a mano. No se hará énfasis en estas herramientas ya

que son competencias manuales y digitales adquiridas desde el colegio y no se centran en el diseño arquitectónico, pero es importante destacar que hacer laminas, posters o afiches hace parte de la cotidianidad del arquitecto, la herramienta más adecuada y quizás con más uso dentro del gremio actualmente para los temas de diagramación sea ilustrador, aunque power point puede remplazarlo fácilmente por tener propiedades muy similares en su interfaz.

- Para la pregunta de las herramientas más usadas en el control de obra, el 22% usan Excel y AutoCAD en igual porcentaje, después 18% con planos y programación impresa, el presente estudio no se centrara en la etapa de obra debido a las limitaciones de presupuesto y el alcance académico de la investigación, pero es importante tener en cuenta la percepción que se tiene en Excel y AutoCAD, el primero (Excel) igual que power point son destrezas generalmente adquiridas en el bachillerato y no se tomará en cuenta, se tendrá apreciara más AutoCAD como una constante en varias respuestas. Las herramientas BIM como Revit



- y Archicad actualmente son alternativas para el control de obra, pero las cifras son muy bajas en esta encuesta.
- Con base en la pregunta del uso de software para procesos de sostenibilidad es notorio que un 72% de las personas encuestadas no usan ningún software de sostenibilidad, quizás es una carencia dentro de la facultad o este tema está más enfocado a especialidades y maestrías.
 - En cuanto a la pregunta del uso de software de renderizado casi la mitad con un 43% no usan ningún software de renderizado, quizás porque no es importante para ellos, sin embargo, con un 18% se resalta Lumion.

Visita al aula de clases 513 – levantamiento

La primera visita se realizó para diagnosticar e interpretar el contexto inmediato de trabajo en el que se realizaría el proceso de experimentación de

herramientas, el lugar de estudio es el salón 513 del edificio santo Domingo de Guzmán, campus Av. universitaria, universidad Santo Tomas, en la ciudad de Tunja. Este primer procedimiento que se realiza en este espacio es el levantamiento arquitectónico a mano del lugar, donde se registran las medidas en planta y sección de los elementos constructivos y mobiliario que se encuentran en el aula.

Para la actividad se utilizan metros digitales y metros convencionales que permiten sacar medidas de todo el espacio, esto como ejercicio de aprendizaje de los semilleros, que les permita entender en qué consiste la toma de medidas, los aspectos que se deben tener en cuenta en el ejercicio y la interpretación de las diferencias en tiempo y comodidad del método con metro manual y método digital, siendo el ultimo mejor en rendimiento temporal y practicidad en la toma de medidas, sobre todo las medidas en altura.



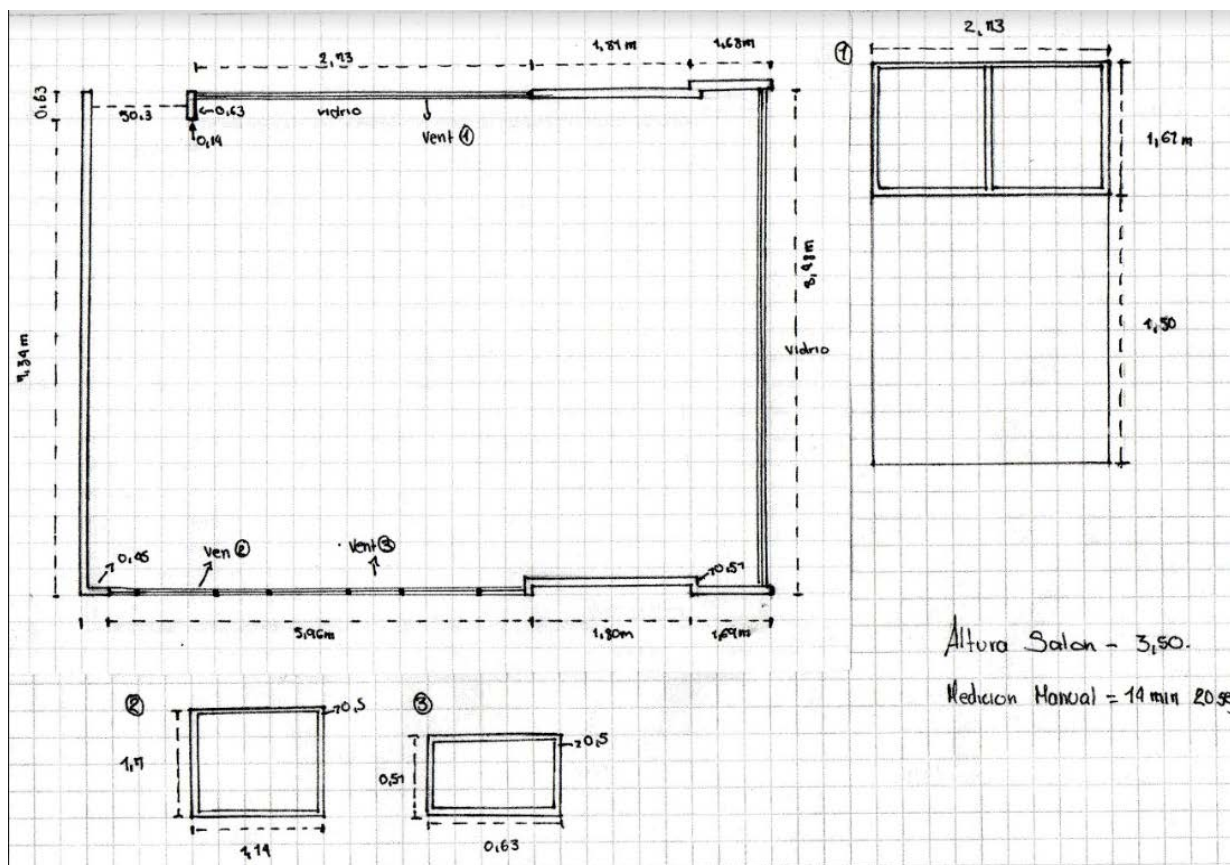


Ilustración 3. Gómez, C. (2019). Planta salón 513 herramientas Metros digitales + Lápiz



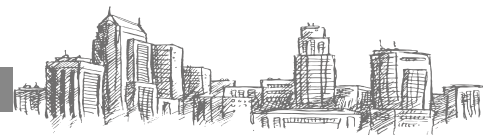
Visitas al 513 para análisis con medidor de ambiente por zonas.

En el siguiente procedimiento ya al haber generado el levantamiento arquitectónico del entorno y el aula, para aproximarse al entendimiento realista del contexto, se procede a analizar los aspectos ambientales y el confort de los usuarios del espacio, para ello se hacen encuestas verbales y apoyo de herramientas tecnológicas como medidores de ambiente para análisis y toma de decisiones del caso de estudio.

A continuación, se plantea el análisis ambiental del sitio, mediante la generación de un plano del salón con la división de 9 cuadrantes o sectores. se debe tener en cuenta que hay aspectos básicos como la orientación del edificio que inciden en la asoleación, también la proximidad a puertas y ventanas, esto influye en ciertas zonas del salón, generando

comportamientos diversos en el ambiente, por eso se registran lugares más cálidos, fríos, húmedos y secos en función del análisis ambiental realizado.

Cabe resaltar que cada uno de los materiales, incluso las personas se comportan diferente ante estos fenómenos naturales, lo que genera cambios significativos en el ambiente del salón, por ejemplo el salón lleno de personas puede aportar temperatura y humedad respecto a las condiciones estándar del salón desocupado, por lo anterior se aclara que las mediciones ambientales por zonas en diferentes horarios del día se realizaron con el salón vacío. En las siguientes dos ilustraciones se pueden apreciar los datos registrados con el medidor de ambiente de la temperatura ambiente, humedad relativa y velocidad del aire en 9 diferentes áreas del salón en la primera de 8: 00 am a 11: 00 am y en la siguiente ilustración de 12: 00 pm a 3:00 pm:



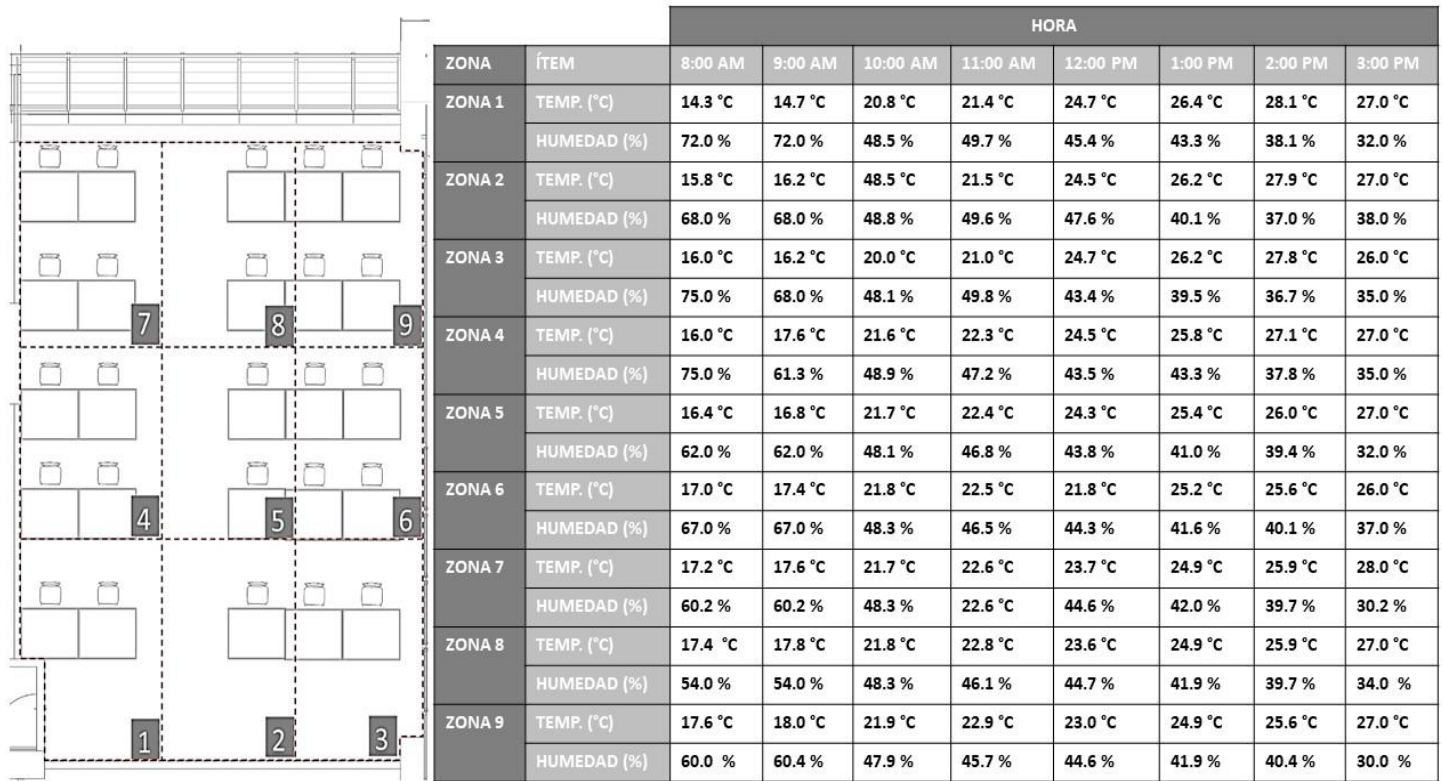


Ilustración 4. Pérez C. (2020), resultados de tomas de temperatura por zonas entre 8:00 am y 11:00 am.



Visitas al 513 para toma de muestras con termografía.

En estas visitas se realizan unas tomas de muestra con cámara térmica en el espacio de análisis con el fin de comprender y analizar las temperaturas que se presentan en los materiales, a su vez se toman fotos térmicas al entorno del salón para comparar las temperaturas al exterior e interior del espacio. En esta sección se captura la temperatura en dos momentos del día: a las 10:00 am aproximadamente, en la mañana por la posición baja en que está el sol se puede ver que el comportamiento de los materiales frente al calor almacenado es bajo, ver ilustración 7, por otro lado, el segundo momento que se contemplará es la hora 2:00 pm, en la tarde se registran los puntos más altos de temperatura del día por lo alto de la posición del sol, otra apreciación es el aumento de la temperatura por la acumulación de calor de los materiales durante el día. En el atardecer el sol vuelve a estar bajo y la radiación empieza a disminuir.



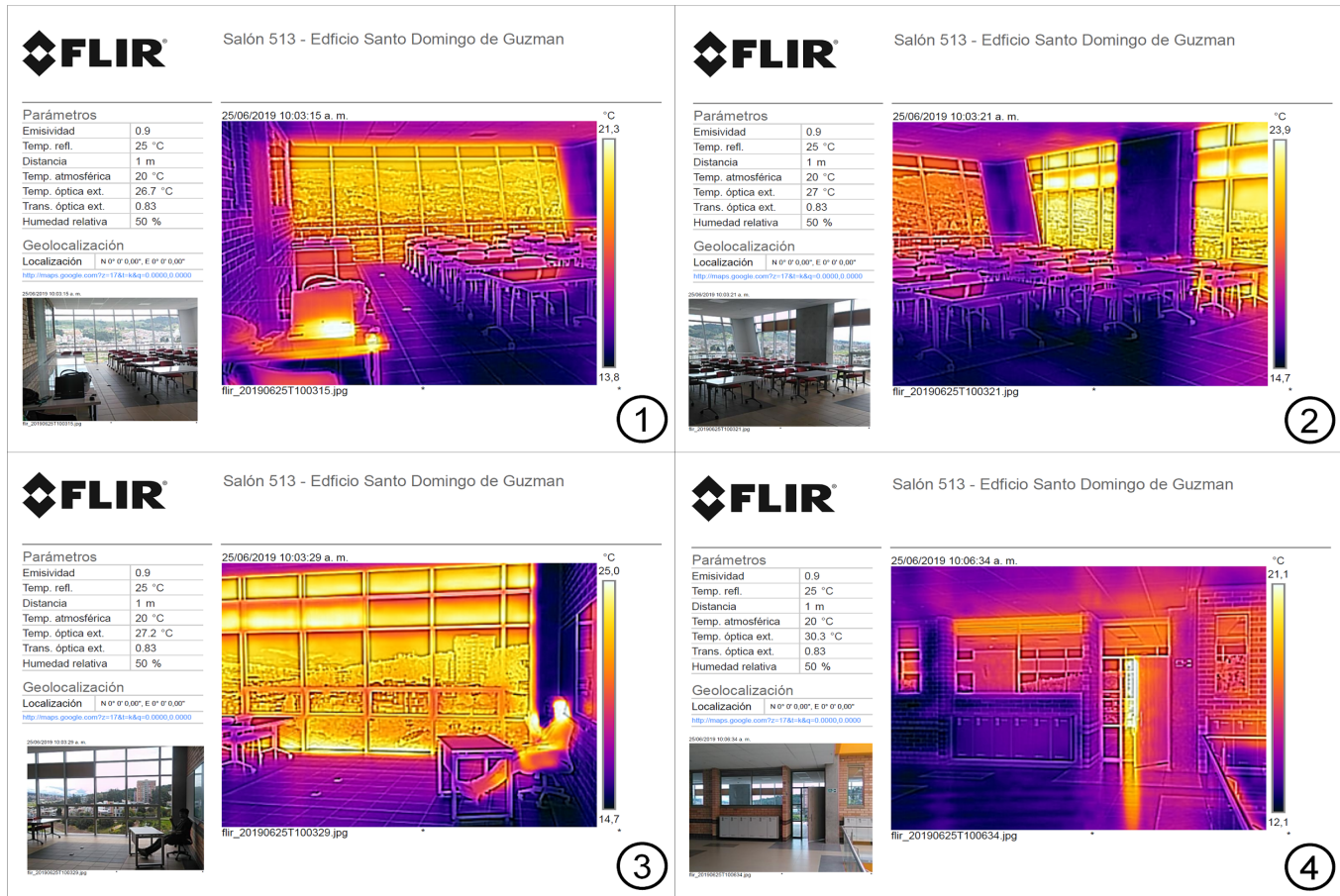
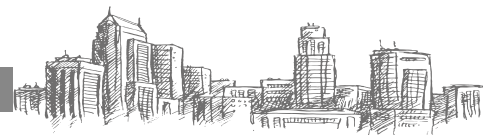


Ilustración 5. Cuervo, O. (2020) imagen térmica 1 en horario 10:00 am.



En el análisis referente al horario de la mañana se tiene como observación general que la mayoría de las temperaturas son altas en las fachadas de los muros cortina en vidrio es decir norte y occidente, registrando temperaturas entre 20 °C a 25 °C aproximadamente, también se observa que el espacio del interior maneja una temperatura inferior a estas fachadas, se observa también que las mesas y sillas ubicadas cerca de las fachadas registran en las fotos más calor que las que estén alejadas de

estos muros cortina. Por otro lado el pasillo del edificio, exterior pero colindante al salón, en las fotos se encuentran considerablemente bajas las temperatura con respecto al interior a unos 15 °C aproximadamente, se resalta que uno de los materiales que más se destaca es las fotos térmicas son el concreto de las columnas, se puede evidenciar en los anexos que mantiene temperaturas más bajas en comparación con el ladrillo.



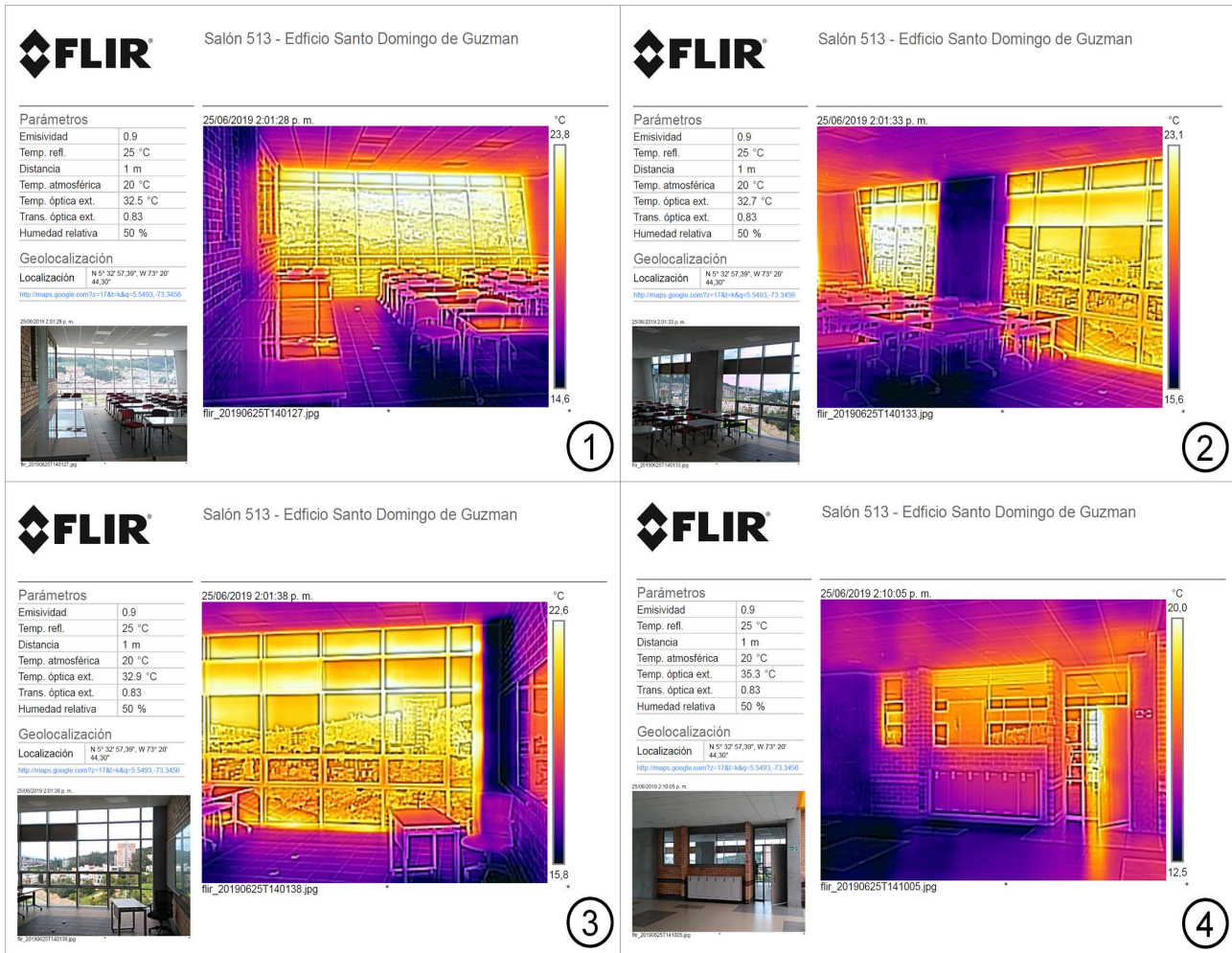


Ilustración 6. Cuervo, O. (2020) imagen térmica 1 en horario 2:00 pm.



En el caso de las fotos térmicas del horario de las 2:00 pm se observa en la ilustración 7 dónde no se mantiene constante la temperatura en la fachadas de vidrio norte y occidente donde se superan los 23 °C mínimos del análisis de la mañana en la tarde partes de estas fachadas se aproximan a los 32 °C, lo que puede indicar que el vidrio no retiene un mínimo de calor y permite pasar fácilmente la radiación al interior del salón aumentando la temperatura del mismo. Otro aspecto a mencionar es con el transcurso del tiempo, el calor recibido desde las primeras horas del día se aprecia en el ambiente del salón aumento en la temperatura en todos los objetos, los que acumularon calor transmitido por las condiciones del salón, que de no contará con la abertura de las ventanas y puertas no logra expulsar el aire caliente que se aumenta con el paso del tiempo, lo anterior genera una problemática de confort en el espacio, lo que es un hecho por los comentarios de los usuarios entrevistados que usaban el salón a esta hora, coinciden en una sensación de calor e incomodidad en su piel por la exposición del sol en el occidente a esta hora de la tarde.

Resultados de diseño arquitectónico en diferentes programas.

En la presente etapa se explora con las herramientas virtuales como los software o programas utilizados para diseño de arquitectura, de acuerdo a la recopilación hecha por medio de las encuestas realizadas dando como resultado las siguientes herramientas virtuales: AutoCAD, Revit, Archicad y SketchUp las cuales se utilizan frecuentemente en los estudiantes y docentes de arquitectura. Con ello se plantea el siguiente ejercicio donde se dispone hacer el levantamiento arquitectónico usando cada una de las herramientas mencionadas anteriormente, tomando de referencia el espacio del salón 513 en el edificio Santo Domingo sede Campus de la Universidad de Santo Tomás de la ciudad de Tunja, tratando de plasmar soluciones espaciales al espacio que necesita la facultad de arquitectura donde se puedan tener cubículos de trabajo para coordinadores de investigación, responsabilidad social, espacio de diseño y maquetas para estudiantes, semilleros y practicantes. A causa de indagar las condiciones



ambientales del espacio se encuentra que la protección solar debe ser una constante en las propuestas si se quiere mejorar el confort.

Diseño arquitectónico en Revit (Omar Cuervo).

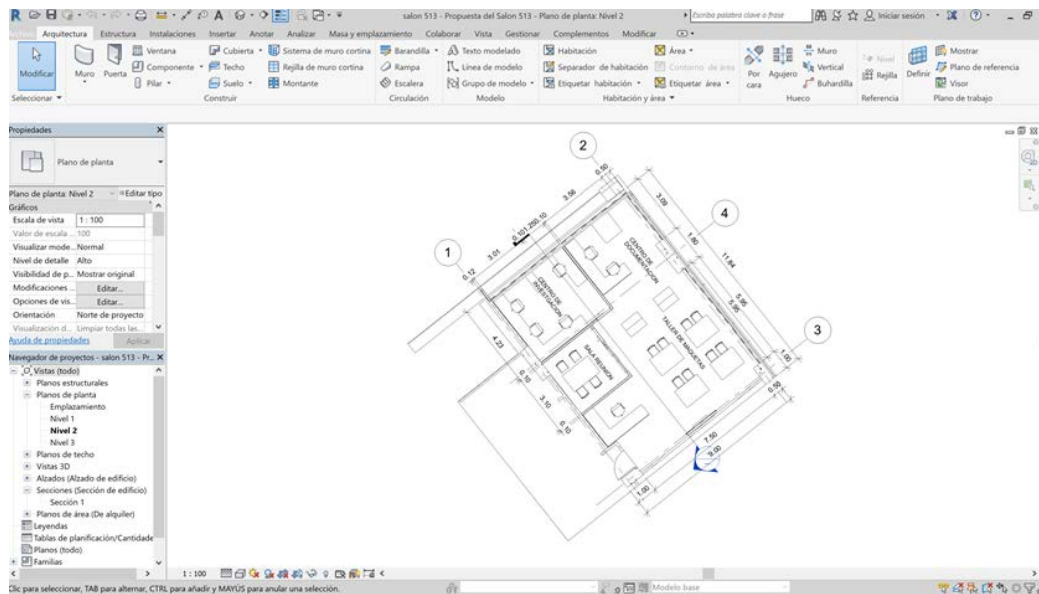


Ilustración 7. Cuervo, O. (2020) Propuesta de distribución en plata arquitectónica.



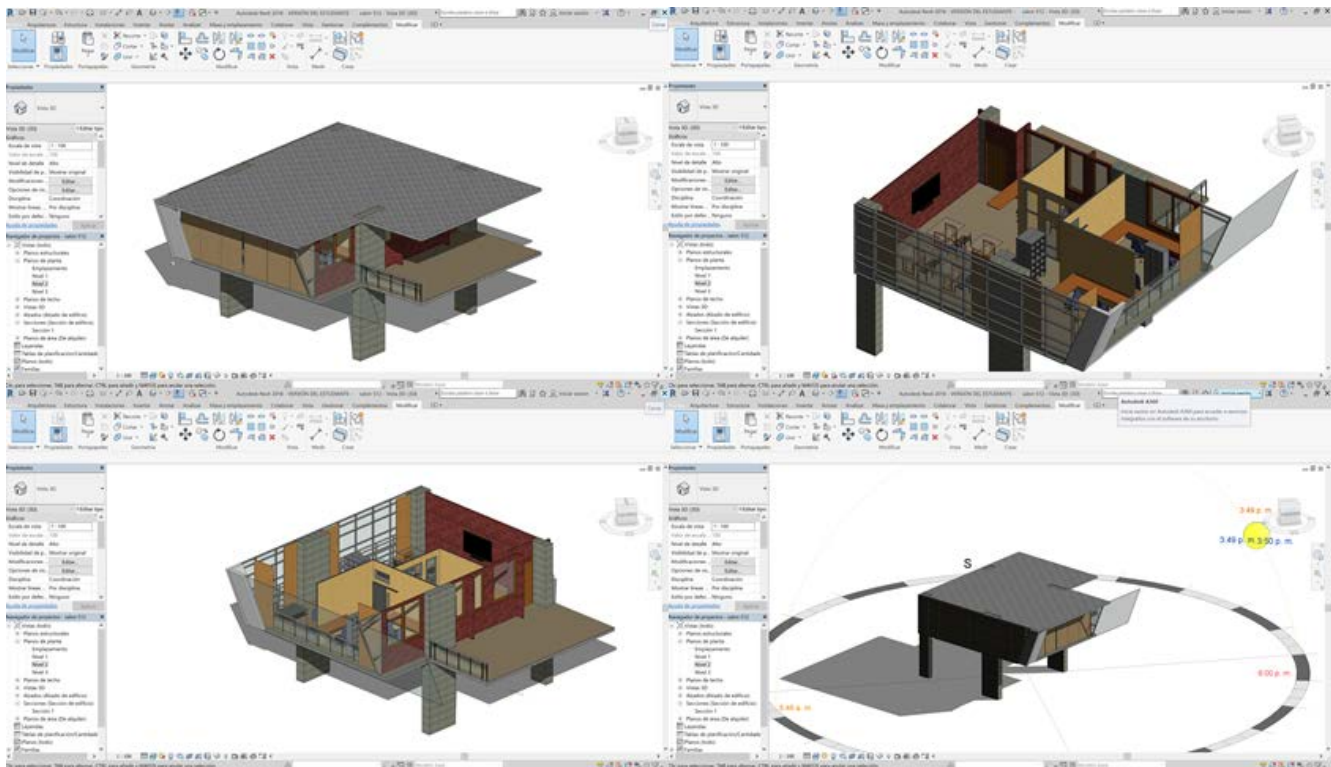


Ilustración 8. Cuervo, O. (2020) Propuesta de distribución en Visualización de 3D.



Diseño arquitectónico en Sketchup (Camilo Gómez).

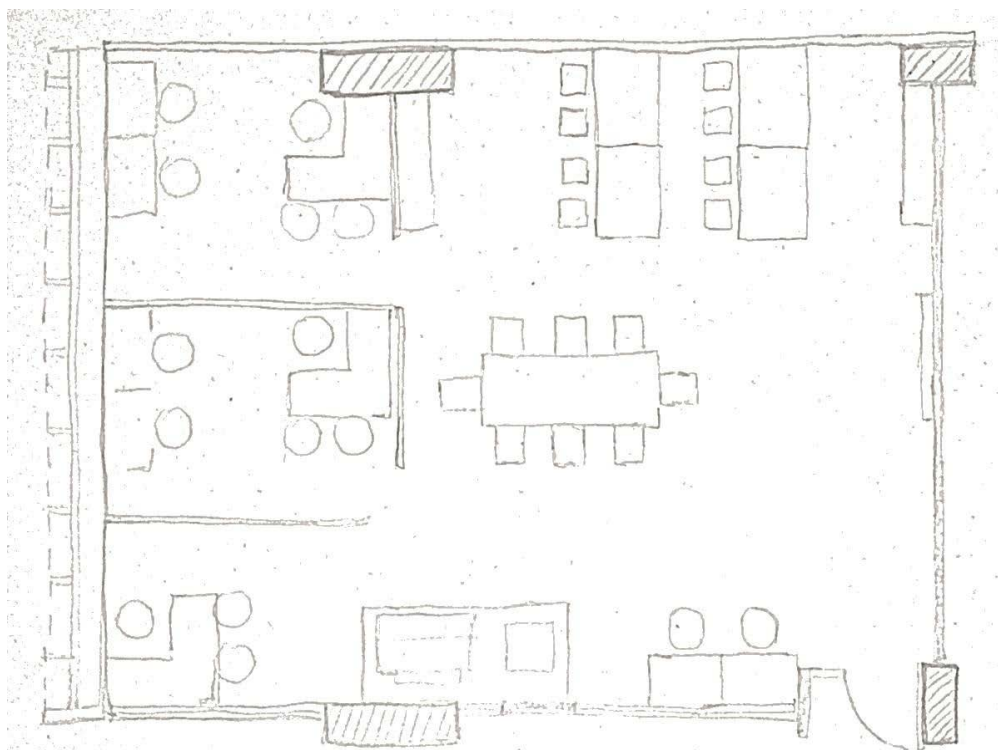


Ilustración 9. Gómez, C. (2020). Propuesta de Diseño arquitectónico a lápiz.



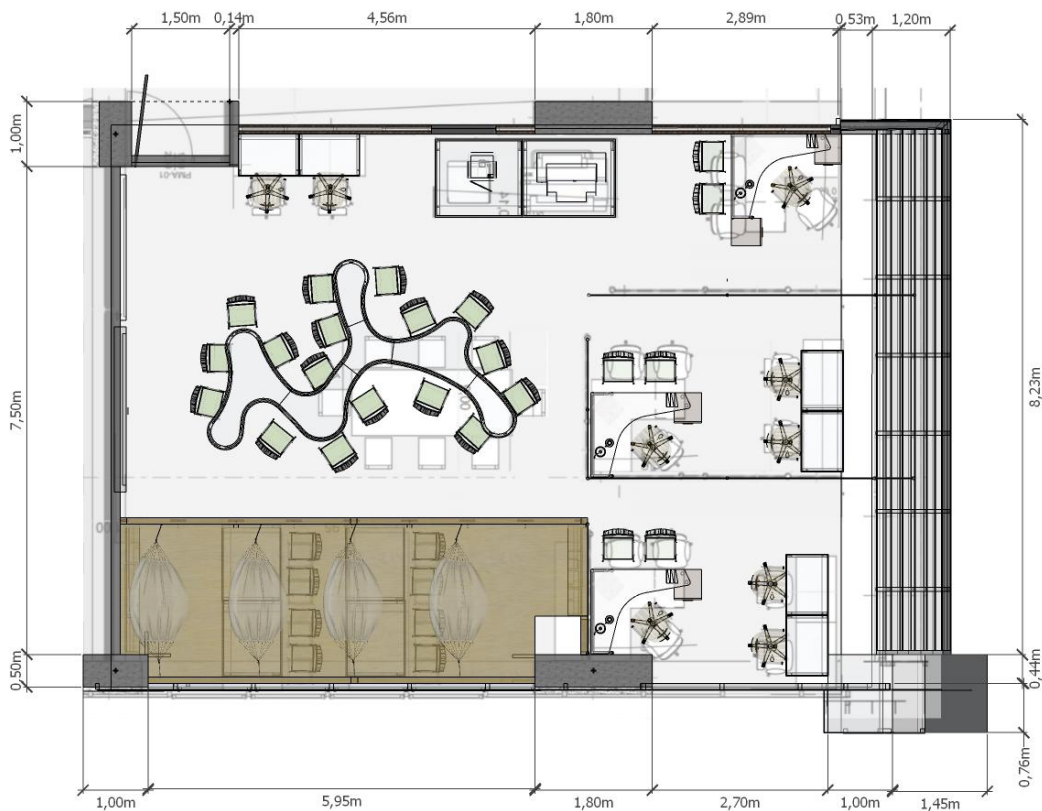


Ilustración 10. Gómez, C. (2020). Diseño arquitectónico en planta herramienta Sketchup.





Ilustración 11. Gómez, C. (2020). Diseño arquitectónico perspectiva 3 herramienta Sketchup.



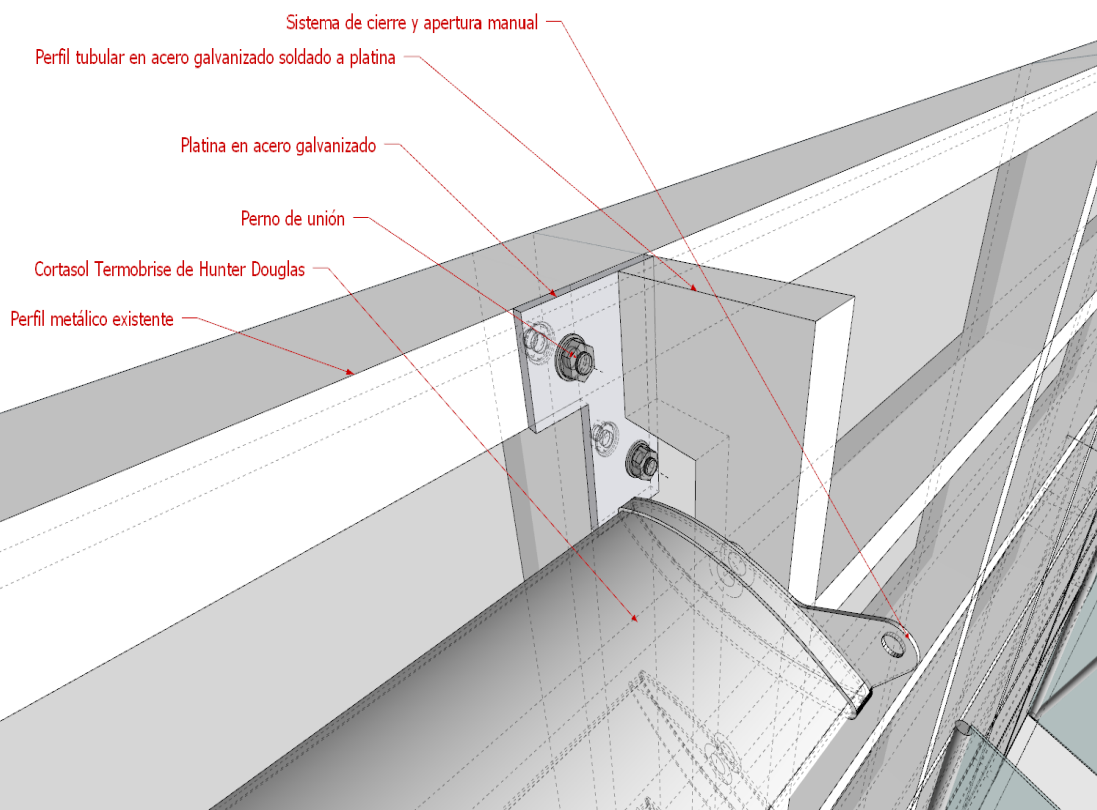


Ilustración 12. Gómez, C. (2020). Detalle constructivo 1 anclaje de cortasol herramienta Sketchup.

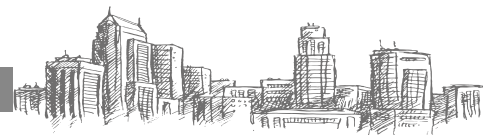
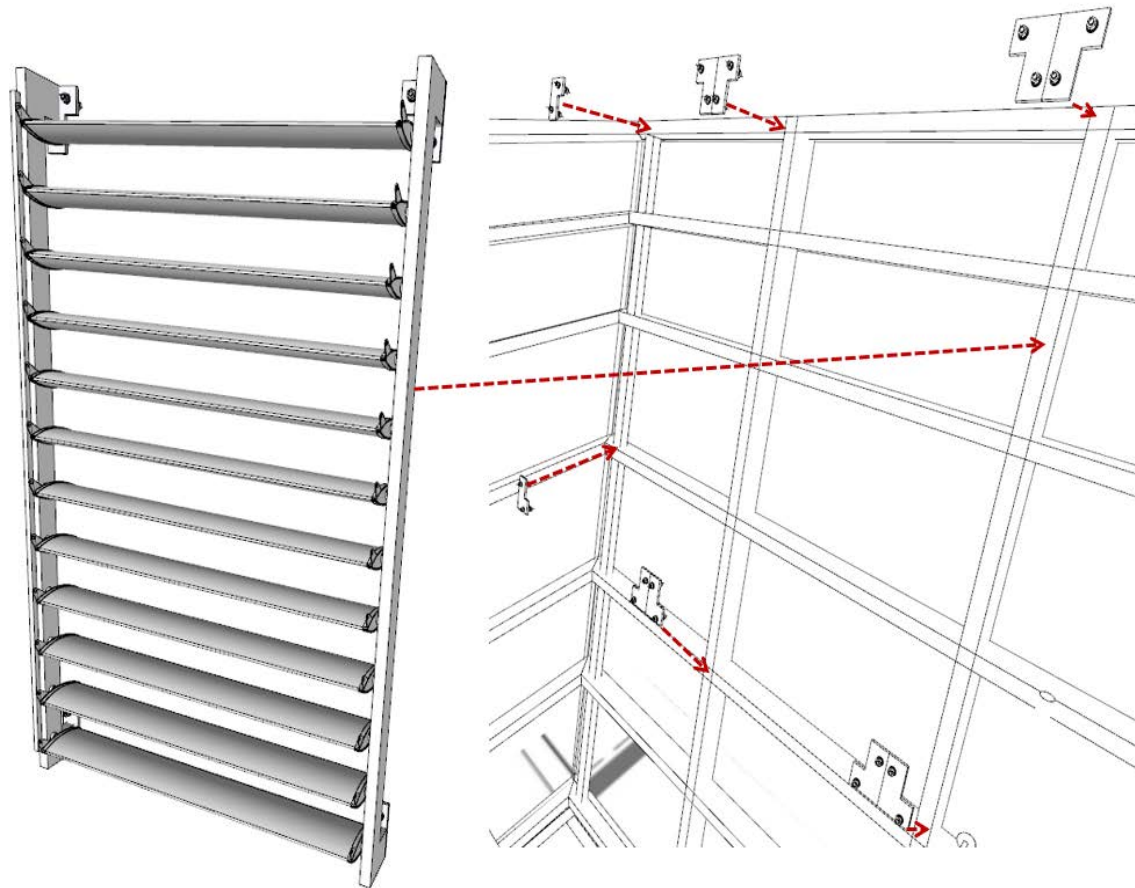


Ilustración 13. Gómez, C. (2020). Detalle constructivo 2 anclaje de cortasol herramienta Sketchup.



Proceso y detalle constructivo mezzanine en archicad (Cristian Pérez).

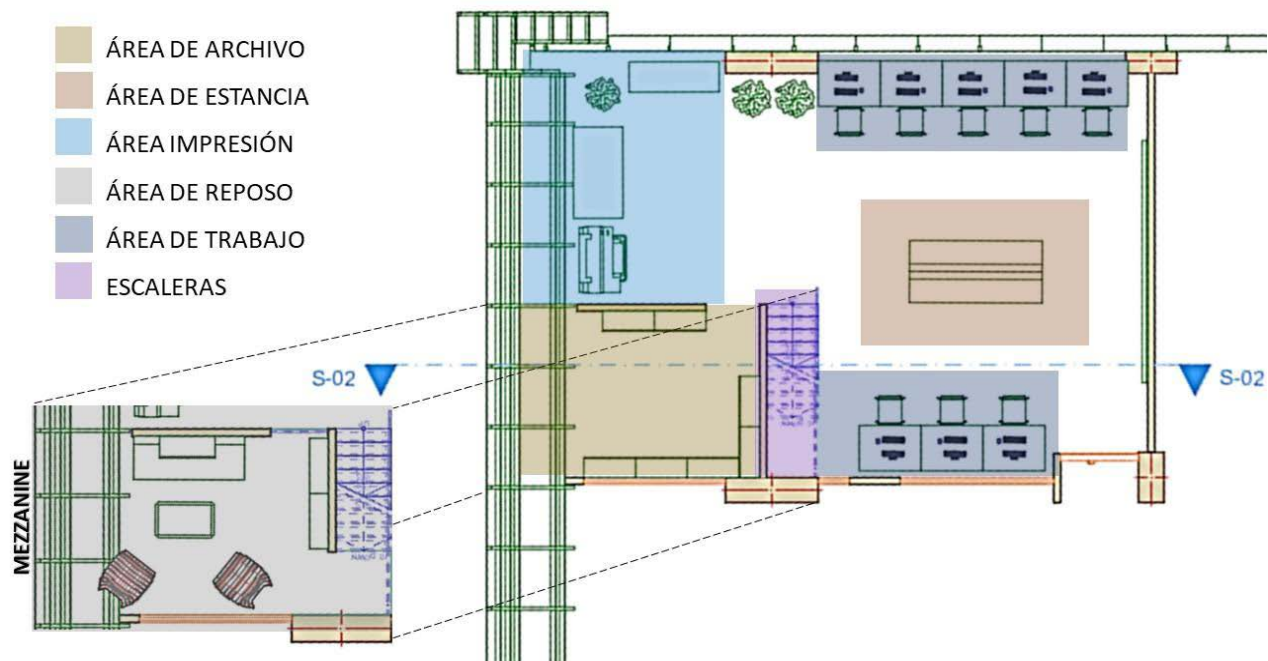


Ilustración 14. Pérez C. (2020), visualización de propuesta en planta realizado en archicad.





Ilustración 15. Pérez C. (2020), antes y después de la propuesta en corte del salón 513 realizado en Software archicad.



Diseño arquitectónico en archicad (Cristian Pérez).



Ilustración 16. Ilustración 52. Pérez C. (2020), generando espesor en Software archicad.



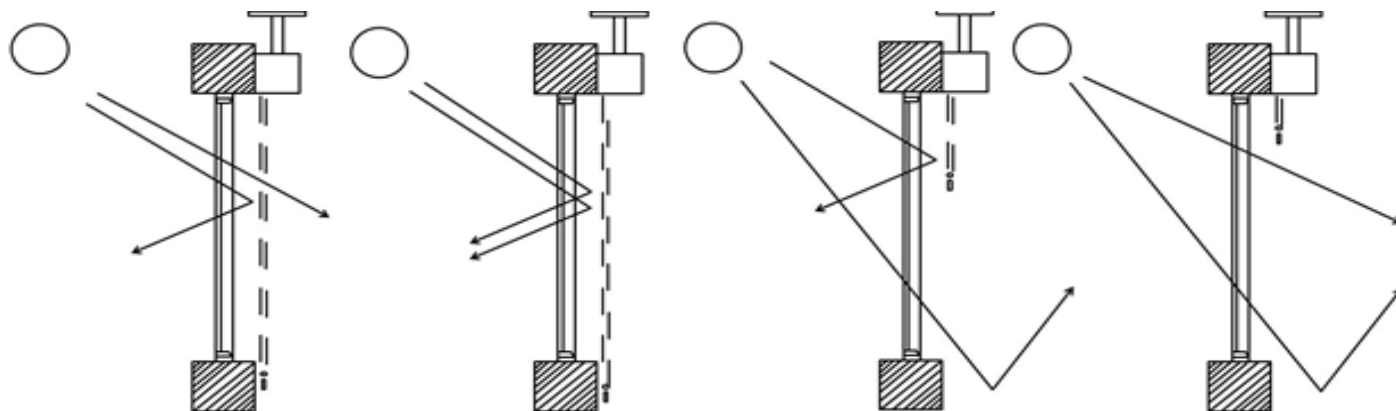


Ilustración 17. Pérez C. (2020), planteamiento de la propuesta de persiana de cierre vertical en Power-Point.



Ilustración 18. Pérez C. (2020), propuesta de persiana totalmente vertical realizada en SketchUp.



DISCUSIÓN

En un artículo titulado “BIM A PEQUEÑA ESCALA” por Lucia Puertos Vidal escrito en 2015 de la escuela ETS d’Enginyeria d’Edificació y la Universidad Politécnica de València el autor en este texto pone a consideración una situación que se está viviendo en el ámbito de la industria de arquitectura, ingeniería y al igual que en el ámbito de la construcción referente a la utilización de un nuevo modelo de trabajo con un potencial de fuerza llamado Building Information Modeling y reducido en siglas BIM en España de acuerdo con la autor.

En un ámbito cotidiano de la profesión en una escala comercial no tan alta se puede tomar de referencia un despacho de arquitectura, allí se observan ventajas del BIM a mediano y largo plazo, entre las más destacadas se encuentra la reducción de tiempos de modificación, ya que al trabajar directamente sobre el modelo, todas las vista y documentos asociados se actualizan automáticamente, evitando incoherencias en el archivo, aunque la autora sostienen que no es una metodología fácil, se necesitan el conocimiento y

manejo digital previo de todos los miembros que participen en esta labor.

Otro aspecto positivo que sostiene la autora es el sistema de gestión que permite la metodología BIM, enfocado en reducir errores, retrasos en las obras y optimizar resultados no solo de la construcción, sino en la fase de diseño y confección de información del proyecto, procurando sacar el mayor provecho y eficiencia posible en términos económicos y planificación del edificio cuando ya esté en uso

Otro de los documentos estudiados y a discutir fue el artículo titulado “Adopción de la metodología BIM en las escuelas de arquitectura en Quito” de Santiago Morales Molina publicado en 2018 por la universidad internacional SEK, Quito Ecuador 2018, en este el autor principalmente quiere poner en contexto el estado y panorama de las herramientas digitales de arquitectura en Ecuador, haciendo énfasis también en la metodología BIM, como en la anterior referencia. En este artículo el autor recopila los resultados de 8 universidades donde encuentra que un 90% usa AutoCAD y un



10% integran Revit, Archicad y Sketchup, dice también que el uso de las mismas no es muy abundante en el sector privado ni público de su país. También dedica el autor gran parte del texto a casos exitosos con herramientas digitales para arquitectura en estados unidos y Europa, donde implementan las programas en los procesos de edificación, expone el caso de Estados Unidos que estableció una política que exige a los estudiantes de arquitectura e ingeniería la implantación del BIM en 2003 con la política “National 3D-4D-BIM program”

Dice el autor en el artículo basado en varios documentos, que el uso de BIM para la arquitectura y construcción aumentó en el ámbito profesional de Estados Unidos un 28% en el 2008 y un 80% en el 2015, hecho que despertó una preocupación de las facultades de arquitectura de ese país en integrar herramientas digitales y diseño arquitectónico en sus programas académicos.

Según la lectura de este referente se puede interpretar que el éxito en estados unidos también tiene una connotación de voluntad política donde el

gobierno exige unos parámetros normativos para el sector de la construcción y las universidades. Otro dato interesante es el caso de Reino Unido que según el autor con la implementación de herramientas digitales para arquitectura en obras públicas ahorro 855 millones de euros entre 2014 y 2015 aproximadamente un 20% comparado con años anteriores, se resalta también de este país el esfuerzo y éxito por la unificación nacional del sector de la construcción.

Para el caso de España se habla en el artículo el caso de Madrid se destaca la socialización del tema con otros países, cuenta con bastantes cursos externos y electivos pero poca integración de las herramientas en los planes de estudio. Luego el texto se enfoca en el caso de Latinoamérica tomando como base Chile que realiza una encuesta masiva para diagnosticar el capital humano con conocimientos BIM, donde se encuentran varias brechas como: el acceso a redes, equipos de alta gama y alto precio, altos costos en los software, déficit de librerías de componentes, pocos proveedores de software, inexistencia de certificación y falta de experiencia de los profe-



sionales del sector. De esta parte se aprecia que a nivel Latinoamérica el panorama es muy similar por las barreras económicas, tecnológicas y uso, donde Colombia cuenta con gran similitud.

Otro aspecto importante en la investigación es la termografía y para su entendimiento se remite al fabricante de la cámara usada FLIR, la termografía es una captura fotográfica de radiación solar emitida en rayos infrarrojos, estas cámaras transforman una imagen de infrarrojos en una foto radiométrica que permite leer los valores de temperatura de cualquier objeto, el uso de la termografía se usa en muchas disciplinas y para el caso de las edificaciones su aplicación permite la toma de decisiones de daños de aparatos de climatización, cortocircuitos de las instalaciones eléctricas, fugas de aire, grietas o aberturas que permiten la entrada de calor o frío del exterior y que pueden perjudicar o aportar en el confort interior de un espacio (FLIR, 2011).

Otra referencia de estudio corresponde al artículo publicado en agosto del 2018 por la revista de información tecnológica volumen 29 de la univer-

sidad Nacional Autónoma de México llamado Evaluación de la Climatización en Locales Comerciales, en este los autores estudian las condiciones ambientales de un local comercial en Barranquilla, según el estudio encuentran que la inspección de la termografía permite la posibilidad de realizar un análisis no invasivo, es decir que no interrumpe las actividades en el lugar y sin necesidad de hacer obras para el diagnóstico, caso muy similar al realizado en el Salor 513 del edificio santo domingo, con este se pueden obtener variables térmicas en el interior de un espacio y accesos de calor o frío provenientes del exterior, la cámara térmica también permite ver el comportamiento del aire al interior detectando obstáculos que permiten o no enfriar, algo a resaltar de esta práctica por parte de los autores es tener en cuenta los días más cálidos o fríos del año, lo que permite determinar con mayor precisión las condiciones internas.

Como otro texto de referencia se tiene en cuenta uno titulado “Análisis de sostenibilidad ambiental de edificaciones empleando metodología BIM (Building Information Modeling)” en 2016, en este se describe el proceso que se siguió para el diseño



de un edificio en la ciudad de Bogotá, muy similar al del edificio santo Domingo de guzmán en Tunja ya que la estructura del edificio que ellos analizaban era de hormigón armado y estructura metálica además de vidrio y paredes prefabricadas, con esto decidieron realizar un modelo BIM del edificio con el fin de analizar el consumo de la energía y la huella de carbono que el edificio presentaba, el modelo BIM realizado fue en el Software ArchiCAD, donde identifican varias inconsistencias tanto de iluminación como de ventilación y sistemas de acondicionamiento, descubren que al momento de diseñar el edificio no se consideró la temperatura del mismo y que esto podría afectar el confort térmico de los usuarios y el funcionamiento de la ventilación del edificio, por tal motivo realizaron el análisis del edificio por zonas, teniendo en cuenta las condiciones ambientales del proyecto y las propiedades térmicas de los materiales.

Otro documento analizado es la encuesta nacional BIM 2019 realizada por la Facultad de arquitectura y urbanismo, universidad de Chile. Dentro de la encuesta se encontró que más de dos tercios de las personas encuestadas usa la tecnología,

en donde la mitad lo hace de manera regular y el resto lo hace de manera ocasional, la mayoría de estos usuarios señalaron que usan la tecnología para visualización, documentación y coordinación de disciplinas, los programas más usados principalmente son Revit y ArchiCAD con el 17%. Muy similar es el de las encuestas realizadas en la facultad de la universidad Santo Tomás de Tunja Colombia ya que los programas que más predominaban eran producidos eran Revit y Archicad, que también eran muy populares entre los usuarios.

Dentro de esta encuesta de Chile señalan algunos beneficios como la reducción de errores en documentos de construcción, la reducción de fallas en la obra y la reducción del tiempo de los proyectos que es un beneficio tanto para arquitectos con un 82% como para ingenieros con un 45% y los constructores en donde menos del 40% de los constructores afirma haber observado reducción de costos y tiempo en la construcción (Universidad de Chile Facultad de Arquitectura y urbanismo. 2019).



CONCLUSIONES

Criterios de evaluación en común	AutoCAD		Sketchup		Archivad		Revit	
	Puntos	Argumento	Puntos	Argumento	Puntos	Argumento	Puntos	Argumento
Facilidad de la interfaz	3	Interfaz muy técnica	5	Interfaz muy intuitiva	3	Interfaz poco intuitiva	3	Interfaz poco intuitiva
Tiempo requerido en el aprendizaje	3	Un años aproximado	5	Unos 6 meses	2	Unos 3 años aprox	2	Unos 3 años aprox
Realización de planos y alzados	4	Es la forma mas usada	3	Necesita extensión	5	Menor tiempo en realizarlos	5	Menor tiempo en realizarlos
Realización de 3D	1	Dispendioso para 3D	5	Por su fácil interfaz	3	Difícil para formas orgánicas	4	formas orgánicas intuitivas
Biblioteca de objetos	2	Muy buena la 2D poco 3D	5	Hay de todo	4	Interna y de internet buena	4	Interna y de internet buena
Realización de detalles constructivos	3	No es fácil hacerlos en 3d	5	Fácil hacerlos en 3d	3	mucha dedicación y dominio	3	mucha dedicación y dominio
Tiempo requerido para el resultado	4	Poco tiempo poco novedoso	5	Resultados en 3D muy rápidos	3	Requiere bastante tiempo	2	Requiere bastante tiempo
Calidad del resultado esperado	3	Nada llamativo el resultado	5	Muy buena calidad	4	Buena calidad requiere tiempo	4	Buena calidad requiere tiempo
Eficiencia en diseño y obra paralelamente.	2	No integra cantidades ni programación	3	No integra cantidades ni programación	4	Integra cantidades y programación	4	Integra cantidades y programación
Popularidad	5	Bastantes años en el mercado	3	varios años en el mercado	4	Años en el mercado y aprecio en Tunja	2	De los mas nuevos en el mercado
Total	30		44		35		33	

Tabla 1. Gomez, C. 2020. Criterios de evaluación en común para programas de arquitectura



- Se valoran del trabajo de arquitectura con herramientas virtuales los beneficios que se presenta en la visualización y simulación mediante la modelación 3D, permitiendo observar el espacio no en cortes y plantas bidimensionales, sino la representación 3D aproximando a la realidad ayudando desde el entendimiento espacial a la exploración del confort y el comportamiento de los espacios.
- Las herramientas tecnológicas usadas brindan varias ventajas en la cotidianidad del arquitecto, como la practicidad y reducción del tiempo en mediciones con metro digital, el entendimiento del confort de los espacios mediante medidor de ambiente, interpretar las temperaturas de los materiales, la radiación y el viento mediante la cámara térmica, la aproximación realista de las propuestas que ofrece la simulación tridimensional, poder analizar y ofrecer soluciones puntuales a las necesidades arquitectónicas.
- Teniendo en cuenta los resultados de la encuesta nacional BIM 2019 realizada por la Facultad de arquitectura y urbanismo en Chile, podemos observar que un gran porcentaje de los encuestados hacen uso del manejo de herramientas BIM, sin embargo no sabemos si esto ocasione como consecuencia dejar de lado el uso del lápiz.
- Tomando como referencia el artículo “Adopción de la metodología BIM en las escuelas de arquitectura en Quito” de Santiago Morales Molina se concluye que las herramientas virtuales enfocadas a la arquitectura y BIM pueden ser una gran oportunidad para conseguir un trabajo en el sector de la construcción y la arquitectura según el crecimiento que no solo es notorio en estados unidos y Europa sino en Latinoamérica, aunque existen diferencias contextuales es un hecho el interés de las facultades de arquitectura por implementar estas herramientas en los planes de estudio, desde la perspectiva de las facultades de arquitectura



es necesario que no solo se enseñen estos programas sino que sean parte integral de las asignaturas sin descartar las enseñanzas fundamentales del dibujo manual, técnico y geometría.

- Es importante que los docentes se actualicen en estas herramientas pero eso debe ser una inversión institucional o planes de gobierno sobre capacitaciones en el tema, pues al convertirse en otra de las capacitaciones laborales se asegura el incremento de la enseñanza BIM y CAD en las facultades, las empresas del sector también deben tener esto en cuenta de lo contrario el sector va quedar solamente para aquellos profesionales capacitados en los programas, que en su mayoría son jóvenes pero que no cuentan con los años de experiencia de los que son mayores y se resisten o no han recibido la capacitación de estos programas.
- Desde la perspectiva del artículo de la termografía y la relación con las mediciones con los

medidores de ambiente que buscan suplir en cuanto a los temas de confort se debe tener claridad que este tipo de tecnologías serán de gran ayuda una vez el edificio esté terminado y se puedan detectar problemas como los observados en el caso de Barranquilla y del salón 513 aquí estudiado, es decir ganancias o pérdidas de calor, sobreexposición de los usuarios a la radiación, obstáculos en el fluido aire base del enfriamiento, pérdidas de calor mediante cercanía a ventanas y puertas como en el caso del salón 513, detección de las condiciones de temperatura y humedad en los materiales y zonas de los análisis, lo que se quiere enmarcar es que estas experiencias son exitosas como toma de decisiones para mejorar y rehabilitar lo que ya existe como edificio, es probable que se puedan estudiar las determinantes naturales al aire libre para iniciar un proyecto de arquitectura nueva, pero al exterior las condiciones son muy variables para determinar la precisión.



- Respecto a los programas sketchup, Revit y Archicad en el que se realizaron las propuestas arquitectónicas y detalles como el del cortasol tipo Hunter Douglas, se concluye que son herramientas ideales para complementar la enseñanza de la arquitectura, aunque requieren un estudio detallado y técnico se pueden aprender con facilidad en un año, es excelente para modelar en 3D, generar planos de planta, fachada y corte que se puedan imprimir. Estos tipos de programas CAD y BIM se están enfocando en los procesos constructivos de los dibujos e invitan con su metodología a trabajar entre varias profesiones del mismo sector de la construcción.

AGRADECIMIENTOS

El semillero arquitectura digital agradece a la Universidad Santo Tomás Tunja, a su facultad de arquitectura, a nuestros padres, hermanos, familiares, amigos, colegas, profesores, hija y pareja del docente, gracias a todas esas personas que nos aportaron e iluminaron en el camino de este

semillero, agradecerles por la paciencia, el apoyo y las palabras de aliento en el proceso, sabemos que de una u otras formas nos aportaron para hacer posible esta bonita experiencia de investigación.

REFERENCIAS

- BEGOÑA FUENTES GINER [Departamento de Construcciones Arquitectónicas]. (2015). *BIM A PEQUEÑA ESCALA*. Valencia: ETS d'Enginyeria d'Edificació Universitat Politècnica de València.
- FLIR. (1 de Diciembre de 2011). *Guía de termografía para mantenimiento predictivo*. Obtenido de <https://www.flirmedia.com/>: https://www.flirmedia.com/MMC/THG/Brochures/T820264/T820264_ES.pdf
- Jiménez, Y. R., Sarmiento, J. S., Gómez, C. A., & Leal-del, C. G. (2017). Analysis of the environmental sustainability of buildings using. *Ingeniería Y Competitividad, Volumen 19, No. 1,*, 230 - 240.
- Madrigal, J. A., Cabello, J. J., Sagastume, A., & Balbis, M. (2018). Evaluación de la Clima-



zación en Locales Comerciales, Integrando Técnicas de Termografía, Simulación y Modelado por Elementos Finitos . *Revista información tecnológica Vol 29*, 179-188.

Molina, S. M. (2018). Adopción de la metodología BIM en las escuelas de arquitectura en Quito. *Revista de la Universidad Internacional SEK, Quito - Ecuador*, 1 - 13.

Universidad de Chile Facultad de Arquitectura y urbanismo . (2019). *Encuesta Nacional BIM 2019 Informe de resultados* <https://bim.uchilefau.cl/>. Santiago de Chile: Universidad de Chile Facultad de Arquitectura y urbanismo .