

**Diseño de un Laboratorio de creación digital (FabLab) para la integración en el desarrollo académico de las facultades de arquitectura e ingeniería civil de la Universidad Santo**

**Tomas, sede Floridablanca**

**Juan Carlos Eduardo Ramírez Vargas**

**Trabajo de grado para optar el título de Arquitecto**

**Director**

**Juan Alberto Ullauri Crespo**

**Mg. en Arquitectura y Hábitat sostenible**

**Universidad Santo Tomás, Bucaramanga**

**División de Ingenierías y Arquitectura**

**Arquitectura**

**2026**

### **Dedicatoria**

Este trabajo de grado está dedicado, en primer lugar, a mi familia, por su apoyo constante, su paciencia y su confianza a lo largo de todo mi proceso de formación académica. Su acompañamiento ha sido fundamental para superar los retos y dificultades que implicó el desarrollo de este proyecto, contribuyendo a mi crecimiento personal y profesional, motivándome a continuar aprendiendo y a asumir la arquitectura como una herramienta de transformación social y académica.

### **Agradecimientos**

Agradezco en primer lugar a la *Universidad Santo Tomás*, por brindarme el espacio académico y las herramientas necesarias para mi formación como arquitecto, así como por fomentar una educación integral basada en el pensamiento crítico y la responsabilidad social. Agradezco especialmente al *Arq. Juan Alberto Ullauri Crespo* por su acompañamiento, orientación y disposición a lo largo del desarrollo de este proyecto, cuyas observaciones y aportes fueron fundamentales para fortalecer la propuesta arquitectónica y conceptual. De igual manera, extendiendo mi agradecimiento a los docentes de la Facultad de Arquitectura, quienes a lo largo de mi proceso académico contribuyeron con sus conocimientos y experiencias a la construcción de una visión crítica y responsable de la disciplina. Finalmente, agradezco a mis compañeros y amigos, quienes con su apoyo, comentarios y colaboración hicieron parte activa de este proceso y aportaron al crecimiento colectivo durante el desarrollo del proyecto.

## Contenido

Introducción .....	13
1.Diseño de un Laboratorio de creación digital (FabLab) para la integración en el desarrollo académico de las facultades de arquitectura e ingeniería civil de la Universidad Santo Tomas, sede Floridablanca .....	15
1.1 Planteamiento del problema.....	15
1.2 Justificación .....	16
1.3 Objetivos .....	17
1.3.1 Objetivo general .....	17
1.3.2 Objetivos específicos .....	18
2. Marco referencial.....	18
2.1 Marco teórico .....	18
2.1.1 Origen y filosofía de los FabLabs .....	18
2.1.2 Impacto de los FabLabs en la educación superior .....	19
2.1.3 Fabricación digital y su relación con arquitectura e ingeniería civil .....	21
2.1.4 Mat-Building.....	22
2.2 Marco conceptual.....	23
2.2.1 Cubiertas verdes transitables.....	23
2.2.2 Fabricación digital .....	24
2.2.3 Aprendizaje colaborativo .....	25
2.2.4 Flexibilidad espacial .....	26
2.2.5 Espacios de interdisciplinariedad.....	26
2.2.6 Circuito .....	27

2.2.7 Espacialidad de taller .....	28
2.3 Marco legal y normativo.....	29
2.3.1 NTC 6304 Accesibilidad de las personas al medio físico en Instituciones de Educación Superior (IES).....	29
2.3.2 NSR-10 Títulos J y K.....	29
2.3.3 Ley 30 de diciembre 28 de 1992, servicio público de educación superior .....	30
2.3.4 Red global de los FabLabs – Fab Charter .....	30
2.4 Referentes Arquitectónicos.....	31
2.4.1 Distribución teórica de los componentes funcional y espacial .....	31
2.4.2 Referentes internacionales .....	37
2.4.3 Referentes nacionales.....	39
3. Proyecto arquitectónico .....	41
3.1 Caracterización del usuario.....	41
3.1.1 Identificación de los usuarios principales .....	41
3.1.2 Necesidades y expectativas del FabLab.....	42
3.2 Programa arquitectónico .....	44
3.3 Marco físico-espacial .....	45
3.3.1 Análisis urbano .....	47
3.3.1.1 Infraestructura verde y rondas hídricas.....	47
3.3.1.2 Equipamientos cercanos.....	51
3.3.1.3 Vías .....	52
3.3.1.4 Uso del suelo.....	53
3.3.2 Análisis normativo.....	54

4. Memoria Conceptual y Descriptiva .....	55
4.1 Partido Arquitectónico .....	55
4.2 Análisis diagrama Psicométrico.....	57
4.3 Estrategias Proyectuales.....	59
4.4 Espacios jerárquicos (zonificación) .....	63
4.5 Criterios de espacialidad .....	64
4.6 Criterios de materialidad y Composición .....	66
5. Conclusiones.....	69
5.1 Implantación .....	69
5.2 Relación inmediata, vegetación y cubiertas.....	70
5.3 Secciones.....	71
5.4 Conclusiones generales .....	73
Referencias Bibliográficas .....	74
Apéndices.....	76

### Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> <i>Resultados de puntuación media de autoeficacia y actitud en la prueba previa y posterior a participación en programas STEM</i> .....	20
<b>Figura 2.</b> <i>Plano del Wanger Family FabLab, Griffin Museum of Sciencia + Industry</i> .....	32
<b>Figura 3.</b> <i>Zona de impresión 3D</i> .....	33
<b>Figura 4.</b> <i>Estación de electrónicos</i> .....	34
<b>Figura 5.</b> <i>Zona de corte laser</i> .....	35
<b>Figura 6.</b> <i>Sala de fundición y moldeo</i> .....	36
<b>Figura 7.</b> <i>Collage Universidad Libre de Berlín</i> .....	37
<b>Figura 8.</b> <i>Collage FabLab IAAC - Barcelona</i> .....	38
<b>Figura 9.</b> <i>Collage FabLab UniAndes</i> .....	39
<b>Figura 10.</b> <i>Laboratorios UIS</i> .....	40
<b>Figura 11.</b> <i>Localización geográfica, campus Floridablanca</i> .....	46
<b>Figura 12.</b> <i>Infraestructura verde circundante y ronda hídrica río frio</i> .....	47
<b>Figura 13.</b> <i>Distribución de árboles según porte</i> .....	50
<b>Figura 14.</b> <i>Equipamientos</i> .....	51
<b>Figura 15.</b> <i>Infraestructura vial</i> .....	52
<b>Figura 16.</b> <i>Usos de suelo</i> .....	53
<b>Figura 17.</b> <i>Morfogénesis</i> .....	55
<b>Figura 18.</b> <i>Diagramas explotados – Modulación y Circulaciones</i> .....	56
<b>Figura 19.</b> <i>Diagrama Psicométrico – Datos Bucaramanga.</i> .....	57
<b>Figura 20.</b> <i>Diagrama Asoleamientos y renovación de calor y vientos</i> .....	59
<b>Figura 21.</b> <i>Diagrama de flujo de aguas y vientos predominantes</i> .....	60

<b>Figura 22.</b> <i>Modulación Estructural</i> .....	61
<b>Figura 23.</b> <i>Llenos y Vacíos</i> .....	62
<b>Figura 24.</b> <i>Zonificación</i> .....	63
<b>Figura 25.</b> <i>Render aéreo</i> .....	65
<b>Figura 26.</b> <i>Render perspectiva 1</i> .....	65
<b>Figura 27.</b> <i>Render perspectiva 2</i> .....	66
<b>Figura 28.</b> <i>Render perspectiva 4</i> .....	67
<b>Figura 29.</b> <i>Render perspectiva 5</i> .....	67
<b>Figura 30.</b> <i>Render perspectiva 6</i> .....	68
<b>Figura 31.</b> <i>Indicadores resultantes</i> .....	71
<b>Figura 32.</b> <i>Secciones 1</i> .....	71
<b>Figura 33.</b> <i>Secciones 2</i> .....	72

**Lista de Tablas**

<b>Tabla 1.</b> <i>Universidad Libre de Berlín</i> .....	37
<b>Tabla 2.</b> <i>FabLab IAAC – Campus Barcelona</i> .....	38
<b>Tabla 3.</b> <i>Workshop Universidad de los Andes</i> .....	39
<b>Tabla 4.</b> <i>Laboratorios de Ingeniería civil, UIS</i> .....	40
<b>Tabla 5.</b> <i>Programa arquitectónico</i> .....	44
<b>Tabla 6.</b> <i>Listado de árboles existentes en el campus</i> .....	48
<b>Tabla 7.</b> <i>Listado de árboles propuestos luego de la implantación</i> .....	49
<b>Tabla 8.</b> <i>Ficha normativa POT, área homogénea SENA</i> .....	54

## Apéndices

**Apéndice A.** *Programa arquitectónico.*

**Apéndice B.** *Memorias de proyecto*

**Apéndice C.** *Planta localización*

**Apéndice D.** *Planta cubiertas*

**Apéndice E.** *Planta primer piso*

**Apéndice F.** *Planta segundo piso*

**Apéndice G.** *Secciones 1*

**Apéndice H.** *Secciones 2*

**Apéndice I.** *Fachadas 1*

**Apéndice J.** *Fachadas 2*

**Apéndice K.** *Ampliación Laboratorio*

**Apéndice L.** *Corte por fachada 1 y detalles*

**Apéndice M.** *Corte por fachada 2 y detalles*

**Apéndice N.** *Plano implantación técnica*

**Apéndice O.** *Plano sistema constructivo y materialidad*

**Apéndice P.** *Plano ductos y estructura*

**Apéndice Q.** *Plano cuartos técnicos y salidas de emergencia*

**Apéndice R.** *Vistas 3d*

### Resumen

La falta de espacios especializados para la fabricación digital y el prototipado en el campus Floridablanca de la Universidad Santo Tomás limita el desarrollo práctico y técnico de los estudiantes de Arquitectura e Ingeniería Civil, afectando la calidad de su formación y su capacidad de respuesta a las exigencias contemporáneas de la industria y la academia. Diseñar un FabLab que articule herramientas de fabricación digital, pedagogía activa y criterios de sostenibilidad, integrándose a las dinámicas académicas y urbanas de la universidad. El proyecto se fundamenta en un marco teórico y conceptual que aborda el origen de los FabLabs, su impacto en la educación superior y su relación con la arquitectura e ingeniería, complementado con análisis urbano, normativo y estudios de referentes arquitectónicos nacionales e internacionales. Se proyecta un laboratorio de creación digital que potencie la innovación, fomente la interdisciplinariedad y fortalezca la formación práctica, permitiendo a la universidad consolidarse como un referente en educación profesional aplicada y producción académica de calidad. El FabLab se concibe como un espacio de convergencia entre conocimiento y materialidad, impulsando el aprendizaje activo y la creatividad, en línea con las tendencias globales de la educación superior y las recomendaciones del Consejo Nacional de Acreditación (CNA).

*Palabras clave:* FabLab, fabricación digital, educación superior, arquitectura, ingeniería civil

### **Abstract**

The lack of specialized spaces for digital fabrication and prototyping at the Floridablanca campus of the Universidad Santo Tomás limits the practical and technical development of Architecture and Civil Engineering students, affecting the quality of their training and their ability to meet contemporary academic and industry standards. To design a FabLab that integrates digital fabrication tools, active pedagogy, and sustainability criteria, while connecting with the university's academic and urban dynamics. The project is based on a theoretical and conceptual framework addressing the origin of FabLabs, their impact on higher education, and their relevance to architecture and engineering. This is complemented by urban and regulatory analysis, as well as national and international architectural references. The FabLab aims to foster innovation, encourage interdisciplinarity, and strengthen practical training, establishing the university as a leader in applied technological education and high-quality academic production. The FabLab is envisioned as a space of convergence between knowledge and materiality, promoting active learning and creativity in line with global higher education trends and the recommendations of the National Accreditation Council (CNA).

*Keywords:* FabLab, digital fabrication, higher education, architecture, civil engineering

## Introducción

La integración de las tecnologías de fabricación digital y prototipado rápido en los procesos académicos de arquitectura e ingeniería civil constituye uno de los principales desafíos de la educación superior en la actualidad en el campo. Este reto se ha intensificado en el contexto colombiano, donde, a pesar de los avances en la formación teórica y proyectual, persisten brechas significativas en la disponibilidad de espacios especializados que fomenten la experimentación práctica y la innovación interdisciplinar. En el caso de la Universidad Santo Tomás, sede Floridablanca, esta carencia se traduce en la necesidad de implementar un Laboratorio de Fabricación Digital (FabLab) que articule la creatividad, la tecnología y la pedagogía en la formación de los futuros arquitectos e ingenieros.

El concepto de FabLab, desarrollado en el Massachusetts Institute of Technology (MIT) por Neil Gershenfeld en los años 2000, representa una respuesta efectiva a esta demanda, consolidándose como un espacio abierto y colaborativo donde convergen herramientas de fabricación digital, modelado 3D y prototipado físico de pequeña y media escala. Diversos estudios han demostrado el impacto positivo de estos laboratorios en la formación universitaria, potenciando habilidades como el pensamiento crítico, la solución de problemas y la interdisciplinariedad (Blikstein, 2018; Dubriwny et al., 2016). En Colombia, experiencias como las del FabLab de la Universidad de los Andes evidencian su pertinencia y aplicabilidad en el contexto local.

El propósito de este proyecto es diseñar un FabLab en la Universidad Santo Tomás, sede Floridablanca, que responda a las necesidades específicas de las facultades de Arquitectura e Ingeniería Civil, fortaleciendo la formación técnica y práctica de sus estudiantes y docentes. Esta iniciativa se fundamenta en los lineamientos del Consejo Nacional de Acreditación (CNA), que

resaltan la importancia de robustecer la infraestructura de laboratorios y talleres como parte de la calidad institucional. Así mismo, se enmarca en el compromiso institucional con la excelencia académica y la actualización tecnológica, pilares fundamentales para formar profesionales capaces de enfrentar los desafíos contemporáneos de sus disciplinas.

El FabLab propuesto se concibe no solo como un espacio de experimentación técnica, sino como un referente arquitectónico dentro del campus universitario. Su diseño considera criterios de flexibilidad espacial, sostenibilidad, accesibilidad y conectividad con las dinámicas académicas y urbanas, articulando la infraestructura con la filosofía colaborativa y abierta que caracteriza a estos espacios. Además, se proyecta como un nodo activo de la Red Global de FabLabs, permitiendo la vinculación de la comunidad universitaria con experiencias internacionales de innovación y emprendimiento.

La organización del presente documento se estructura en cuatro capítulos principales. En el primer capítulo se aborda el planteamiento del problema, la justificación y los objetivos generales y específicos del proyecto. El segundo capítulo desarrolla el marco referencial, compuesto por el marco teórico, conceptual, legal y normativo, así como los referentes arquitectónicos que fundamentan el diseño del FabLab. El tercer capítulo presenta la caracterización de los usuarios, el programa arquitectónico y el análisis físico-espacial, considerando tanto el contexto urbano como las disposiciones normativas locales. Finalmente, se exponen las referencias bibliográficas y los apéndices correspondientes, con el propósito de sustentar académicamente el desarrollo del proyecto y su coherencia con los lineamientos de la Universidad Santo Tomás y las tendencias globales en fabricación digital.

# **1. Diseño de un Laboratorio de creación digital (FabLab) para la integración en el desarrollo académico de las facultades de arquitectura e ingeniería civil de la Universidad Santo Tomas, sede Floridablanca**

## **1.1 Planteamiento del problema**

Con la reciente acreditación de alta calidad otorgada a la Universidad Santo Tomas por el Consejo Nacional de Acreditación (CNA), como parte del proceso de mejora en la educación superior, se exponen diferentes recomendaciones por parte del CNA para garantizar las condiciones de calidad de la institución; entre las cuales destaca y se argumenta que “A partir de los informes de los pares, en la sede principal: robustecer la infraestructura de laboratorios y equipos de la institución e implementar un sistema de gestión de los mismos que facilite un mejor desempeño en el cumplimiento de las funciones sustantivas de la institución” (CNA. 2022, pg. 10)

A pesar de los avances en los planes curriculares y la formación teórica, aún existen vacíos entre el proceso sistematizado del diseño a mano y digital, hasta su materialización física, lo cual puede generar limitaciones en el desarrollo temprano de las competencias prácticas, técnicas y tecnológicas, muchas veces debido a la falta de conocimiento o interés por parte del estudiante y la falta de espacios para la exploración de materiales y por consiguiente no optimizar las habilidades básicas del ejercicio profesional a nivel nacional, pero más importante para entrar en los estándares de calidad del ejercicio arquitectónico y de ingeniería contemporáneo internacional. Actualmente el campus de la UstaBuca, sede Floridablanca no cuenta con un espacio que se proyecte como apoyo en el proceso de formación académica para las carreras de arquitectura e ingeniería civil, por ello, esta carencia se transforma en la oportunidad de implementar un FabLab,

que potencie la formación técnica de los estudiantes, profesionales, docentes, con el fin de conectar la información de la creación con su representación física y materialidad.

## 1.2 Justificación

La implementación de un FabLab en la universidad Santo Tomás, sede Floridablanca es una oportunidad estratégica para fortalecer la formación académica en las facultades de arquitectura e ingeniería civil, brindando nuevas herramientas necesarias para el desarrollo de nuevas competencias útiles en diferentes niveles de la formación continua profesional como arquitectos e ingenieros, es decir, que no sea únicamente para el uso de los estudiantes, si no que docentes y profesionales puedan seguir mejorando sus conocimientos e incluyendo nuevos; de la mano de esto, vendrían reconocimientos y aperturas a *workflows* (flujos de trabajo) utilizados por las instituciones y centros de aprendizajes más aclamados por su innovación a nivel mundial gracias a la integración en la red global de FabLabs. La creciente demanda de entornos de aprendizaje que integren la teoría en el ejercicio práctico hace necesario contar con espacios que permitan a estudiantes y docentes, experimentar con nuevas tecnologías, desarrollando habilidades y fomentando a la creatividad e innovación colaborativa. Son varias las instituciones que han compartido como la implementación de los FabLabs en sus entornos han facilitado la materialización de ideas mientras promueven la resolución de problemas a través de procesos de fabricación digital, permitiendo, además, la interdisciplinariedad, refiriéndose básicamente a la colaboración entre distintas áreas del conocimientos y fortalecimiento de la enseñanza basada en la práctica y experimentación rápida en proyectos.

Desde una visión institucional, la creación de un FabLab responde a las recomendaciones del CNA, donde este busca el contribuir en la actualización de conocimientos de los docentes,

mediante el acceso de nuevas herramientas tecnológicas utilizadas a nivel global y enriqueciendo su catedra a partir de nuevos conocimientos, como ejemplo está el ejercicio desarrollado por el FabLab de Tulsa, Oklahoma referenciado en el punto 2.1.2 Impacto de los FabLabs en la educación superior

Desde un apartado arquitectónico, el diseño del FabLab debe considerar principios de funcionalidad, accesibilidad y sostenibilidad, garantizando un entorno propicio para la exploración y el aprendizaje; transformándose en no solo un espacio de trabajo complementario, sino también en un referente arquitectónico dentro del campus, alineado con las tendencias actuales en tecnología de la mano de la educación superior, llevando a la universidad a reafirmar su compromiso con la excelencia académica y otorgando oportunidades a sus estudiantes, docentes y profesionales de crear entre ellos un entorno enfocado en aumentar sus capacidades y contribuir al desarrollo comunitario de proyecto de impacto académico y social dentro del campus.

### **1.3 Objetivos**

#### ***1.3.1 Objetivo general***

Diseñar un Laboratorio de Fabricación Digital (FabLab) integrado en el desarrollo académico de las facultades de arquitectura e ingeniería Civil de la Universidad Santo Tomás, sede Floridablanca, que potencie la innovación, creatividad, el desarrollo de nuevas competencias y habilidades, interés temprano por el área del estudio y formación práctica de estudiantes y docentes.

### ***1.3.2 Objetivos específicos***

Analizar las implementaciones exitosas de integración de FabLabs en instituciones de educación superior para identificar buenas prácticas y adaptarlas al contexto de la Universidad Santo Tomás.

Definir lineamientos arquitectónicos y espaciales necesarios para el diseño del FabLab, considerando factores clave como función, accesibilidad, sostenibilidad, adaptabilidad y necesidades académicas.

Caracterizar los usuarios del FabLab, comprendiendo las necesidades específicas de los estudiantes y docentes de arquitectura e ingeniería civil, con el fin de diseñar espacios que optimicen sus procesos de aprendizaje, experimentación y creación.

Realizar un análisis del entorno dentro del campus universitario para determinar la mejor ubicación del FabLab, teniendo en cuenta criterios como conectividad, relación con el entorno e infraestructuras académicas cercanas y accesibilidad para todos.

## **2. Marco referencial**

### **2.1 Marco teórico**

#### ***2.1.1 Origen y filosofía de los FabLabs***

A principios de los 2000 Neil Gershenfeld a cargo del Center for Bits and Atoms del MIT plantea la idea de los laboratorios de creación digital, FabLabs por sus siglas en inglés, bajo el concepto de *How to make (almost) anything*, donde se buscaba el libre acceso a las tecnologías de fabricación digital a escala personal como impresoras 3D, cortadoras laser, fresadoras, con el fin

de que cualquier persona pudiera materializar sus ideas. Según Aguilar (2023), “el FabLab se define como un espacio para jugar, crear, aprender, enseñar e inventar, donde se incluyen herramientas digitales de prototipado y componentes electrónicos accesibles.”

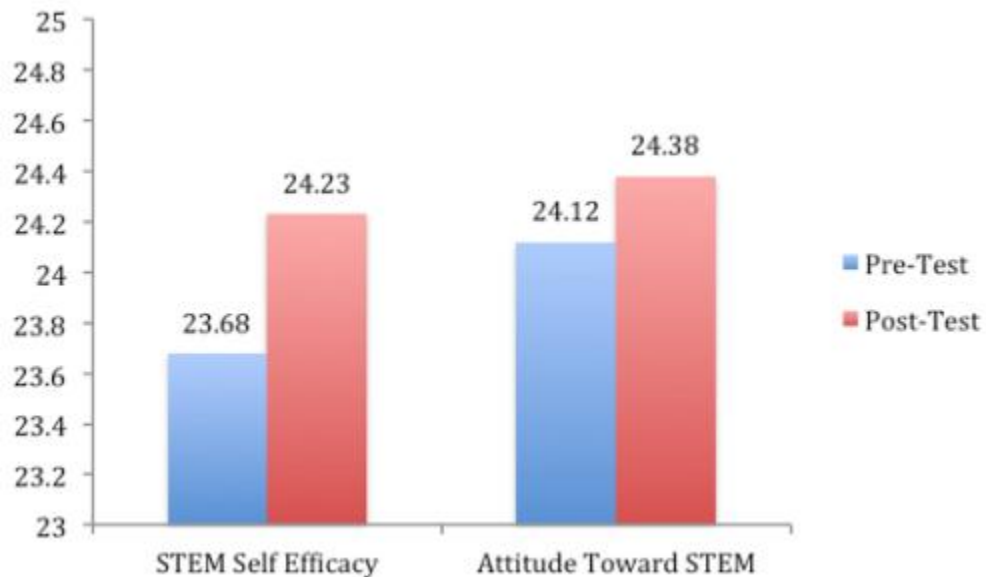
Seymour Papert (1928-2016), matemático, científico computacional y educador, plantea en la década de los 80s la teoría del construccionismo donde propone que los estudiantes desarrollan y llegan a su propio conocimiento mediante la acción y la creación propia, adicionalmente de compartir ese conocimiento en diferentes entornos o comunidades. Esta visión se consolida bajo los principios del *Fab Charter*, los cuales rigen las operaciones y expansión global de los FabLabs, enfocándose en el acceso abierto, la creatividad y responsabilidad colaborativa y la transferencia del conocimiento, convirtiéndose así en la filosofía de los FabLabs, y apoyados en el paradigma de aprender haciendo. “Este enfoque construccionista es considerado el corazón de los programas de los FabLabs”, tal como lo afirma Blikstein et al. (2019), citados por Jarillo Aguilar (2023).

### ***2.1.2 Impacto de los FabLabs en la educación superior***

Desde su fundación en los 2000s, la red global de FabLabs crece anualmente, hoy contando con más de 2700 laboratorios en 90 países, algunos actuando de manera autónoma, y otros, funcionando en conjunto con las instituciones de educación superior en el sector privado y público, buscando priorizar las disciplinas STEM, las cuales hacen referencia a ciencias, ingeniería, diseño y arte. Los FabLabs en los entornos universitarios toman un papel de espacios híbridos entre el estudio, la experimentación rápida, el prototipado sistemático y la innovación interdisciplinar. (Blikstein, 2018)

Un estudio realizado en colaboración con el FabLab Tulsa, Oklahoma, demostró que la participación de estudiantes en programas de fabricación digital incrementó de forma significativa la auto eficiencia e interés de los estudiantes frente a los temas STEM, los resultados se midieron basados en 6 preguntas con rangos del 1 al 5, donde 1 era menos interesado y 5 más interesado. “... demostraron que los estudiantes que participaron en cuatro o más sesiones mejoraron su confianza, habilidades técnicas y actitud frente a la ciencia y la tecnología” Dubriwny et al. (2016)

**Figura 1.** Resultados de puntuación media de autoeficacia y actitud en la prueba previa y posterior a participación en programas STEM



Tomado de Impact of Fab Lab Tulsa on Student Self-efficacy Toward STEM Education. Dubriwny et al. (2016)

Los resultados muestran la diferencia entre la auto eficiencia y la actitud ante las disciplinas STEM en dos instancias, pre (antes de participar en las actividades del FabLab) y post (luego de participar), donde se demuestra como la introducción de nuevos conocimientos prácticos y el interés por estos aumenta luego de haber participado en las actividades planteadas por la

institución, también se determinó que la autoeficacia también estaba relacionada con una mayor motivación, persistencia y desempeño académico.

Por otro lado, “...destacan que los FabLabs, integrados en contextos educativos universitarios, permiten a los estudiantes practicar habilidades de co-creación, prototipado ágil y diseño participativo, fortaleciendo su perfil profesional para el diseño contemporáneo” Mostert-van der Sar et al. (2013). Esto explica como el modelo de educación superior mundial en la actualidad busca las metodologías de resolución ágiles y eficaces, manteniendo una alta calidad a lo largo del desarrollo, lo que pondría en el foco de innovación y en línea con la educación mundial a la Universidad Santo Tomas, resolviendo los problemas actuales que se identifican por la falta de infraestructura especializada.

### ***2.1.3 Fabricación digital y su relación con arquitectura e ingeniería civil***

Según Lorenzo (2019), “la fabricación digital permite abordar el diseño desde una perspectiva material y técnica integral, transformando los procesos pedagógicos y profesionales de la arquitectura” La integración de FabLab planteado como espacio académico desde los semestres iniciales ofrece la oportunidad de transformar los procesos de diseño y construcción, capacitando a los estudiantes poder ver, sentir, y explorar los diseños más allá de la teoría. Por otro lado, también se convertirían en espacios especializados para impartir el conocimiento sobre el diseño paramétrico, construcción modular y modelados 3D, los cuales son insumos clave para las etapas iniciales de un proyecto, además de implementar el conocimiento multidisciplinar como la automatización y programación en el desarrollo de nuevas tecnologías a nivel arquitectónico.

Siendo así, los FabLabs y su comunidad, cumplen una función pedagógica en los programas de arquitectura e ingeniería civil, fomentando el pensamiento colaborativo, pero

también crítico, llevando a los profesionales a entrar en la práctica que está en consonancia con las tendencias globales de reconexión de la fase experimental y de diseño con la fase constructiva mediante herramientas digitales, redefiniendo el rol de arquitecto e ingeniero como diseñadores y productores.

#### **2.1.4 Mat-Building**

El concepto de *Mat-Building* surge como una alternativa crítica a los modelos rígidos del Movimiento Moderno, proponiendo estructuras arquitectónicas horizontales, extensivas, flexibles y capaces de crecer en el tiempo. (Smithson, 1974) Este sistema se caracteriza por la repetición de módulos, la interconexión constante de espacios y la primacía de las circulaciones como elementos estructurantes del proyecto. Según Alison Smithson, el *mat-building* se entiende como una arquitectura basada en patrones densos de asociación, donde el edificio actúa como una infraestructura abierta, permitiendo múltiples configuraciones espaciales y usos cambiantes. En este sentido, el proyecto no se concibe como una forma cerrada, sino como un sistema capaz de adaptarse a nuevas necesidades sin perder coherencia. Un referente fundamental de este concepto es la Universidad de Toulouse Le Mirail, proyectada por Candilis, Josic y Woods, donde el edificio universitario se desarrolla como una gran malla continua integrada al territorio. En este caso, la universidad no solo cumple una función académica, sino que actúa como un nuevo centro urbano, articulando espacios educativos, públicos y de encuentro, y generando identidad dentro del conjunto urbano. El *mat-building* se apoya en estrategias como la continuidad espacial, la jerarquización flexible de circulaciones y la posibilidad de crecimiento por etapas, cualidades especialmente pertinentes en programas educativos contemporáneos. (Fernández-Galiano, 2011) Este tipo de arquitectura favorece la interacción, el trabajo colaborativo y la apropiación del

espacio por parte de los usuarios. En relación con el proyecto FabLab USTA Bucaramanga, el concepto de *mat-building* se adopta como una estrategia proyectual que permite concebir el FabLab como una plataforma académica abierta, capaz de integrarse al campus universitario existente y de adaptarse a futuras transformaciones tecnológicas y pedagógicas. La organización modular y horizontal del sistema facilita la conexión entre áreas de fabricación, aprendizaje, investigación y socialización, reforzando el carácter dinámico y evolutivo del proyecto.

## **2.2 Marco conceptual**

Para el correcto desarrollo del proyecto es clave establecer los conceptos que estructuran y fundamentan el diseño arquitectónico del FabLab, no solo desde lo técnico, sino también desde lo espacial, funcional, social y tecnológico. A continuación, se nombra una lista de conceptos relevantes desde el punto de vista arquitectónico en base también de los espacios mencionados en apartado de Distribución formal y espacial.

### ***2.2.1 Cubiertas verdes transitables***

Las cubiertas verdes transitables constituyen una estrategia arquitectónica y ambiental que permite integrar espacios vegetados a la edificación, transformando la cubierta en una extensión del espacio público y académico. A diferencia de las cubiertas técnicas tradicionales, estas superficies son concebidas como áreas habitables, accesibles y programables. (*Hernández & Pérez, 2010*) Desde el punto de vista urbano y arquitectónico, las cubiertas verdes transitables contribuyen a mejorar la relación entre el edificio y su entorno, promoviendo la continuidad del paisaje y generando nuevos espacios de encuentro, descanso y aprendizaje informal. Además, aportan beneficios ambientales como la reducción de la isla de calor, el mejoramiento del confort

térmico y la gestión sostenible de aguas lluvias. En el contexto universitario, estas cubiertas adquieren un valor adicional al convertirse en espacios de interacción social, actividades académicas al aire libre y apropiación por parte de la comunidad estudiantil. Su carácter flexible permite albergar desde zonas de estancia hasta áreas para experimentación y actividades complementarias al programa principal. (*Oberlander & Rainer, 2007*) Para el FabLab USTA Bucaramanga, la incorporación de cubiertas verdes transitables se plantea como una estrategia que refuerza la idea del edificio como infraestructura educativa abierta y conectada con el campus. Estas cubiertas funcionan como espacios de transición entre lo construido y lo natural, potenciando el uso colectivo del edificio y fortaleciendo la relación entre tecnología, aprendizaje y sostenibilidad.

### ***2.2.2 Fabricación digital***

La fabricación digital hace referencia al conjunto de procesos productivos mediados por tecnologías computacionales que permiten transformar información digital en objetos físicos mediante herramientas como impresoras 3D, cortadoras láser y máquinas CNC. Este enfoque ha transformado los métodos tradicionales de diseño y construcción, posibilitando una mayor precisión, personalización y control del proceso constructivo. En el ámbito académico, la fabricación digital se consolida como una herramienta pedagógica que articula el pensamiento proyectual con la materialización, reduciendo la distancia entre idea y objeto construido. Su implementación favorece el aprendizaje experimental, el error como parte del proceso y la comprensión integral de los sistemas constructivos. Desde el punto de vista arquitectónico, la fabricación digital demanda espacios flexibles, seguros y tecnológicamente preparados, capaces de albergar maquinaria especializada y flujos de trabajo colaborativos. Estos espacios deben

responder tanto a requerimientos técnicos como a dinámicas educativas abiertas. (*Gershenfeld, 2012*) En el proyecto FabLab USTA Bucaramanga, la fabricación digital constituye el eje estructurante del programa arquitectónico, determinando la organización espacial del edificio y su relación con las actividades académicas de Arquitectura e Ingeniería Civil, consolidando el laboratorio como un espacio de aprendizaje activo y producción de conocimiento.

### ***2.2.3 Aprendizaje colaborativo***

El aprendizaje colaborativo es un modelo pedagógico que promueve la construcción del conocimiento a partir de la interacción entre estudiantes, docentes y agentes externos, privilegiando el trabajo en equipo, el intercambio de saberes y la resolución conjunta de problemas. Este enfoque se alinea con las dinámicas contemporáneas de la educación superior, donde el conocimiento se concibe como un proceso colectivo. Arquitectónicamente, este modelo exige espacios abiertos, flexibles y visualmente conectados, que faciliten la comunicación, la observación mutua y el trabajo interdisciplinar. La disposición espacial deja de ser jerárquica para convertirse en una red de relaciones horizontales. En los FabLabs, el aprendizaje colaborativo se manifiesta de forma natural a través del uso compartido de maquinaria, mesas de trabajo y áreas de experimentación, generando entornos donde el aprendizaje ocurre de manera simultánea a la producción. (*Mostert-van der Sar et al., 2013*) En el FabLab USTA Bucaramanga, este concepto se traduce en una arquitectura que favorece la interacción constante entre usuarios, integrando áreas de trabajo, circulación y encuentro, fortaleciendo la formación integral y el trabajo interdisciplinar entre arquitectura e ingeniería civil.

#### ***2.2.4 Flexibilidad espacial***

La flexibilidad espacial se entiende como la capacidad de un edificio para adaptarse a cambios funcionales, tecnológicos y programáticos a lo largo del tiempo, sin requerir transformaciones estructurales significativas. Este concepto resulta fundamental en edificaciones educativas, donde los modelos pedagógicos y las tecnologías evolucionan constantemente. Desde el diseño arquitectónico, la flexibilidad se logra mediante estrategias como plantas libres, sistemas modulares, instalaciones aparentes y espacios polivalentes. Estas soluciones permiten reconfigurar los ambientes según las necesidades específicas de cada actividad. En el contexto de los laboratorios de fabricación digital, la flexibilidad es un requisito indispensable, dado el constante cambio en equipos, procesos y dinámicas de trabajo. Un espacio rígido limitaría la evolución natural del laboratorio. (Lorenzo, 2019) En el FabLab USTA Bucaramanga, la flexibilidad espacial se plantea como un principio rector del diseño, permitiendo la adaptación futura del edificio a nuevas tecnologías, programas académicos y formas de uso, garantizando su vigencia a largo plazo.

#### ***2.2.5 Espacios de interdisciplinariedad***

La interdisciplinariedad hace referencia a la integración de diferentes disciplinas en un proceso común de aprendizaje y producción, superando los límites tradicionales del conocimiento fragmentado. En la educación superior, este enfoque resulta clave para abordar problemáticas complejas desde múltiples perspectivas. Arquitectura e ingeniería civil comparten procesos, herramientas y lenguajes que encuentran en los FabLabs un espacio ideal de convergencia. La fabricación digital actúa como un punto de encuentro donde ambas disciplinas dialogan a través

de la experimentación material. Espacialmente, la interdisciplinariedad se potencia mediante espacios compartidos, visualmente conectados y sin barreras rígidas entre áreas de trabajo, fomentando la colaboración espontánea y el intercambio de conocimientos. En el FabLab USTA Bucaramanga, este concepto se materializa en un esquema arquitectónico que integra áreas de diseño, fabricación y experimentación estructural, dinamizando la sinergia entre estudiantes de distintas disciplinas.

### **2.2.6 Circuito**

El concepto de circuito en arquitectura se entiende como la organización espacial de recorridos que articulan funciones, flujos y procesos dentro de un edificio, superando la noción de circulación meramente funcional. En proyectos educativos y productivos, el circuito se convierte en un elemento estructurante que ordena el uso del espacio y facilita la comprensión de los procesos que allí se desarrollan. En el caso de los laboratorios de fabricación digital, el circuito adquiere un carácter productivo–pedagógico, ya que acompaña las etapas del proceso de aprendizaje y fabricación: diseño, prototipado, ensamblaje, prueba y socialización. Este recorrido no solo conecta físicamente los espacios, sino que permite la observación continua del trabajo, fomentando el aprendizaje a través de la experiencia y la interacción. Desde el punto de vista arquitectónico, el circuito se manifiesta mediante recorridos claros, visualmente abiertos y jerarquizados, que integran áreas de trabajo, zonas de apoyo y espacios de encuentro. Su trazado favorece la orientación, la eficiencia operativa y la relación entre usuarios con distintos niveles de experiencia. (*Mostert-van der Sar et al., 2013*) En el FabLab USTA Bucaramanga, el circuito se plantea como un hilo conductor que estructura el programa arquitectónico, permitiendo que los usuarios comprendan y recorran el proceso de fabricación digital de manera lógica y continua. Este

concepto refuerza la idea del edificio como una plataforma de aprendizaje activo, donde el movimiento y la secuencia espacial hacen parte fundamental del proceso formativo.

### ***2.2.7 Espacialidad de taller***

La espacialidad de taller se refiere a un tipo de configuración arquitectónica asociada a la producción, la experimentación y el aprendizaje práctico, donde el espacio se adapta a dinámicas intensivas de uso, transformación material y trabajo colectivo. A diferencia de los espacios académicos tradicionales, el taller prioriza la acción, el error y la iteración como parte del proceso de aprendizaje. Arquitectónicamente, esta espacialidad se caracteriza por ambientes amplios, flexibles y robustos, con alturas generosas, buena iluminación natural, ventilación adecuada y materiales resistentes al desgaste. La organización del espacio favorece la visibilidad entre áreas, el acceso directo a herramientas y la coexistencia de múltiples actividades simultáneas. En el contexto de la fabricación digital, la espacialidad de taller integra tecnología avanzada con lógicas constructivas tradicionales, permitiendo que máquinas, mesas de trabajo y zonas de experimentación convivan en un mismo sistema espacial. Esta condición promueve el trabajo colaborativo y la apropiación del espacio por parte de los usuarios. *(Lorenzo, 2019)* Para el FabLab USTA Bucaramanga, la espacialidad de taller constituye un principio fundamental del diseño arquitectónico, orientando la configuración de los espacios de fabricación, experimentación y aprendizaje. Este enfoque garantiza que el FabLab funcione como un entorno activo y dinámico, coherente con los objetivos pedagógicos de las facultades de Arquitectura e Ingeniería Civil y con las exigencias técnicas propias de la fabricación digital.

## **2.3 Marco legal y normativo**

El diseño arquitectónico de un FabLab dentro de una institución de educación superior debe atender a una serie de normas y lineamientos tanto nacionales como internacionales. Estas regulaciones garantizan que el espacio cumpla con los requisitos de seguridad, accesibilidad, funcionalidad educativa y pertenencia a redes globales de innovación.

### ***2.3.1 NTC 6304 Accesibilidad de las personas al medio físico en Instituciones de Educación Superior (IES)***

Contiene toda la información sobre accesibilidad en las IES como dimensiones mínimas y adecuadas para itinerarios accesibles, circulaciones verticales y horizontales, puertas, iluminación, mobiliario y diferentes ambientes y dependencias, como por ejemplo espacios o aulas especializados como laboratorios, talleres, aulas de autoaprendizaje y salones tecnológicos. Se busca cumplir con la norma al mismo tiempo que cumplir con los estándares de los espacios proporcionados por la FabFoundation para el diseño de espacios óptimos para FabLabs también para cumplir con las normas que rigen la red de FabLabs a nivel global.

### ***2.3.2 NSR-10 Títulos J y K***

La NSR-10 regula los aspectos estructurales y no estructurales que garantizan la seguridad de las edificaciones frente a eventos sísmicos. Para el diseño del FabLab se deben tener en cuenta especialmente los títulos J y K.

- Título J – se refiere a los requisitos de protección contra incendios en las edificaciones. Especificaciones que deben cumplir las edificaciones para minimizar el riesgo de incendio, evitar propagación del fuego y facilitar la evacuación y extinción en caso de fuego.

- Título K – se refiere a los requisitos complementarios para la seguridad y la preservación de la vida en las edificaciones. Define parámetros y especificaciones arquitectónicas y constructivas para diferentes grupos de ocupación como residenciales, comerciales, industriales y especiales para aspectos como salidas de emergencia, rutas de evacuación, iluminación natural y artificial, ventilación y señalización.

### ***2.3.3 Ley 30 de diciembre 28 de 1992, servicio público de educación superior***

Constituye el marco legal del sistema de educación superior en Colombia. Se destaca:

- La educación como servicio público cultural, con autonomía institucional, libertad de cátedra y responsabilidad social.
- Garantizar condiciones adecuadas de infraestructura física y tecnológica para la formación de calidad.
- El fomento de la investigación, ciencia, y la tecnología como ejes fundamentales de los programas académicos.

El proyecto FabLab se enmarca en esta ley al proporcionar un espacio que fortalece la docencia, la investigación y habilidades de los estudiantes, permitiendo el acceso a medios técnicos para la experimentación e innovación interdisciplinar.

### ***2.3.4 Red global de los FabLabs – Fab Charter***

La Red Global de FabLabs, coordinada por la FabFoundation con sede en el MIT, establece los requisitos para el reconocimiento de un laboratorio como parte activa de la comunidad. Entre los principios más relevantes del *Fab Charter* se encuentran:

- *Acceso abierto*: el laboratorio debe garantizar la entrada a estudiantes y usuarios de manera libre y educativa.

- *Aprendizaje colaborativo*: se debe promover el intercambio de conocimientos entre pares.
- *Uso ético y responsable de las tecnologías*: priorizando el bien común y la propiedad intelectual compartida.
- *Infraestructura mínima*: debe contar con herramientas estandarizadas como impresoras 3D, cortadoras láser, fresadoras CNC y estaciones de electrónica.

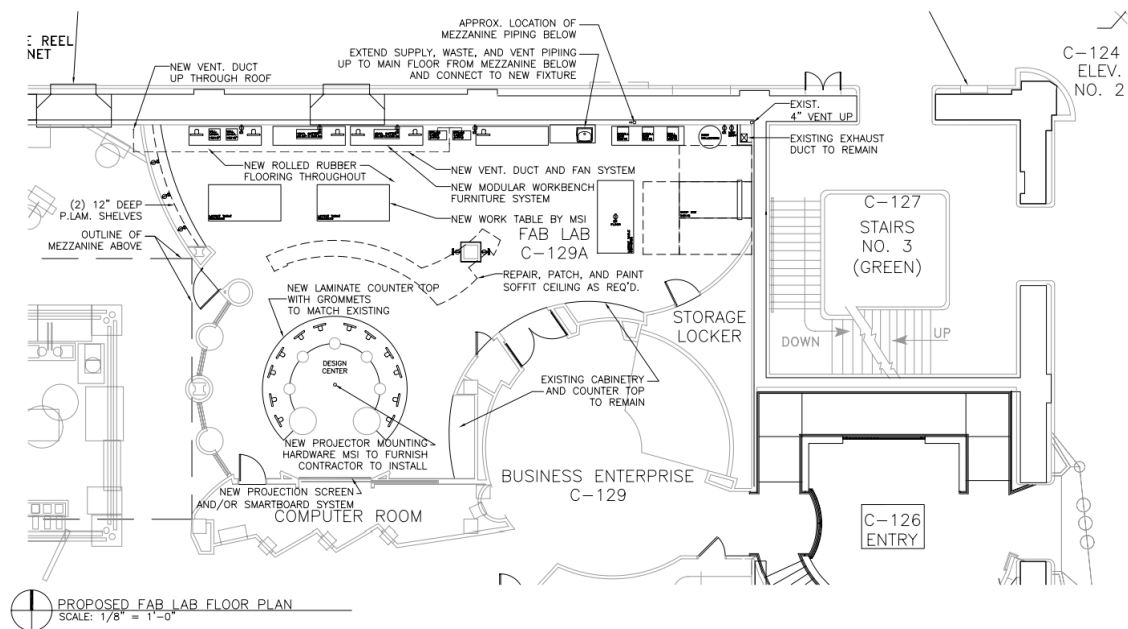
El diseño del FabLab de la Universidad Santo Tomás deberá responder a estos principios, tanto en la configuración física como en la filosofía operativa, si se busca que este espacio sea parte de la red internacional y participe de sus dinámicas de colaboración y visibilidad global.

## **2.4 Referentes Arquitectónicos**

El análisis de referentes arquitectónicos permite fundamentar y enriquecer el diseño de un FabLab universitario, tomando como referencia proyectos que integren criterios de funcionalidad, sostenibilidad, innovación tecnológica, flexibilidad espacial y pertenencia institucional. Los casos seleccionados, siendo dos internacionales y dos nacionales, sirven como base comparativa para definir aspectos técnicos y de diseño que orienten la propuesta para la Universidad Santo Tomás.

### **2.4.1 *Distribución teórica de los componentes funcional y espacial***

Según la FabFoundation en el capítulo “How to start a FabLab”, presenta el “Ideal Lab Layout” que hace referencia a la distribución espacial ideal para el diseño de un FabLab, tomando como referente el Wanger Family FabLab de Griffin Museum of Science + Industry en Chicago el cual entra en la categoría en la escala de Mini FabLab según la revista de FabLab Solutions 2024.

**Figura 2.** Plano del Wanger Family FabLab, Griffin Museum of Sciencia + Industry

Tomado de *The Fab Foundation. 2025*

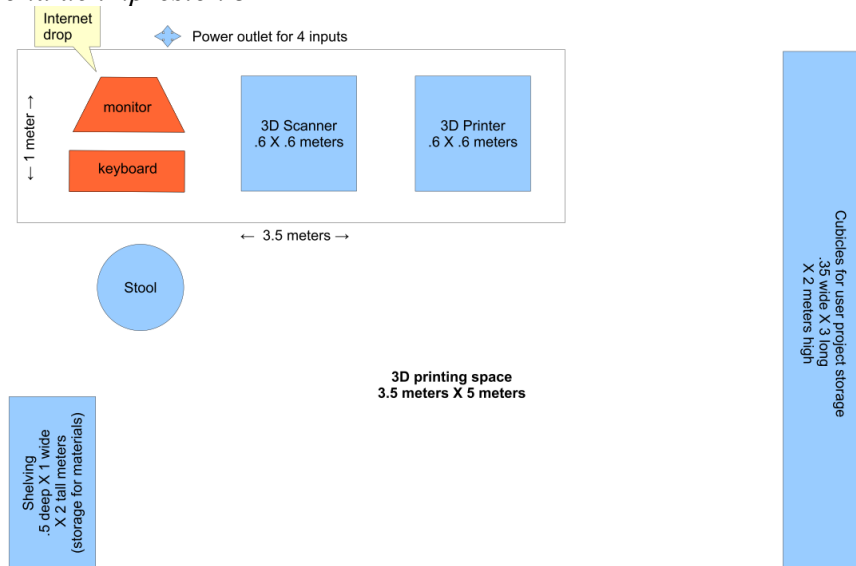
Se identifican diferentes estaciones de trabajo y maquinarias en relación con el espacio y las circulaciones, entre las cuales destacan:

- 15 estaciones de trabajo CAD
- 2 cortadoras laser Epilog Mini 35watts
- 15 impresoras 3D de escritorio Makerbot replicator 2
- 3 impresoras 3D profesionales
- 2 cortadores de vinilo Roland CAMM-1 Servo GX-24
- 2 fresadores pequeñas digitales
- 1 fresadora de madera ShopBot PRS standard CNC
- 15 estaciones de soldadura y ensamblaje electrónico

A partir de la información presentada, la FabFoundation brinda distribuciones óptimas para los diferentes espacios según su uso, como, por ejemplo: zona de impresión 3D, estaciones de

ensamblaje, zona de corte laser, zona de fundición y moldeo y depósito de materiales. Con el fin de entender el funcionamiento optimo de cada sala se agregan figuras esquemáticas de cada espacio.

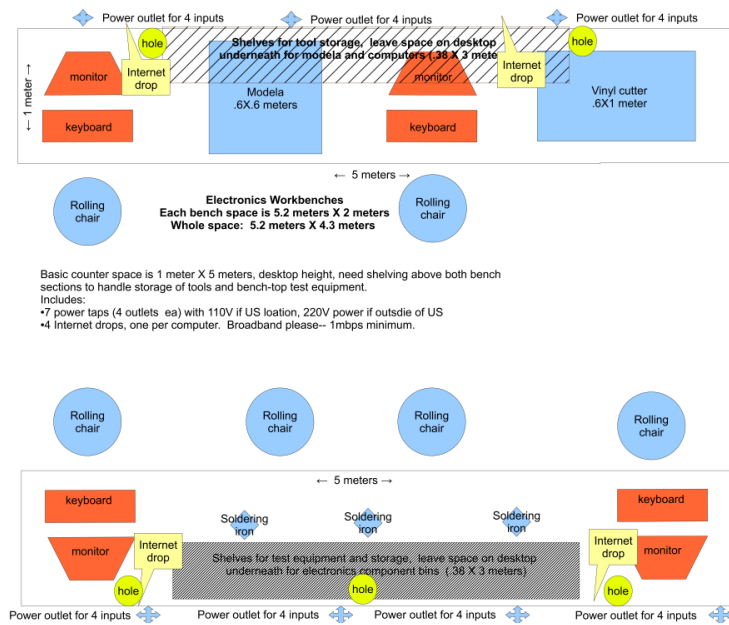
**Figura 3. Zona de impresión 3D**



Tomado de *The Fab Foundation. 2025*

Se plantea un espacio de 3.5m x 5m. Contiene 1 escritorio con dimensiones de 1m x 3.5m, 1 computador de mesa con sillín, 1 escáner 3D 0.60m x 0.60m, 1 impresora 3D 0.60m x 0.60m, todos estos como parte de la estación de trabajo principal. Estanterías 0.50m x 1m x 2m que se usan para almacenar materiales. Cubículos de almacenaje de proyectos 0.35m x 3m x 2m.

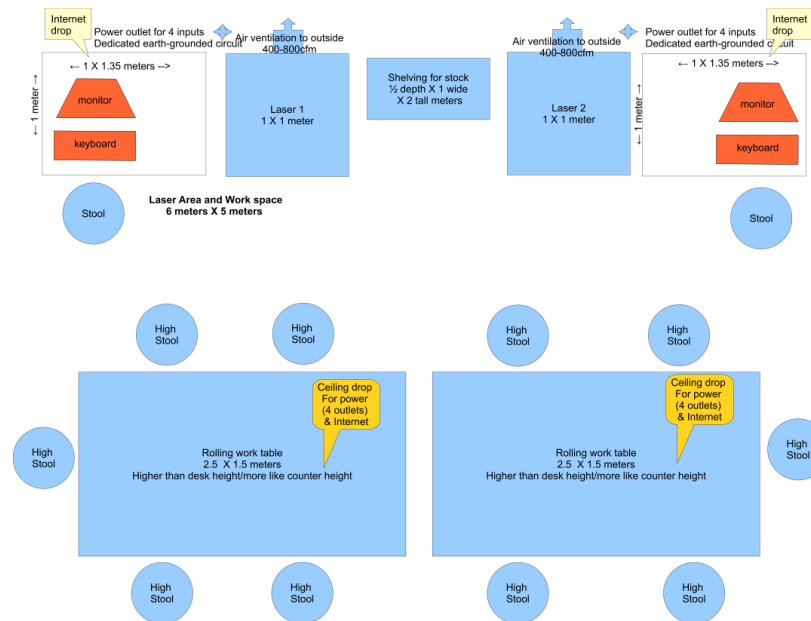
Figura 4. Estación de electrónicos



Tomado de *The Fab Foundation. 2025*

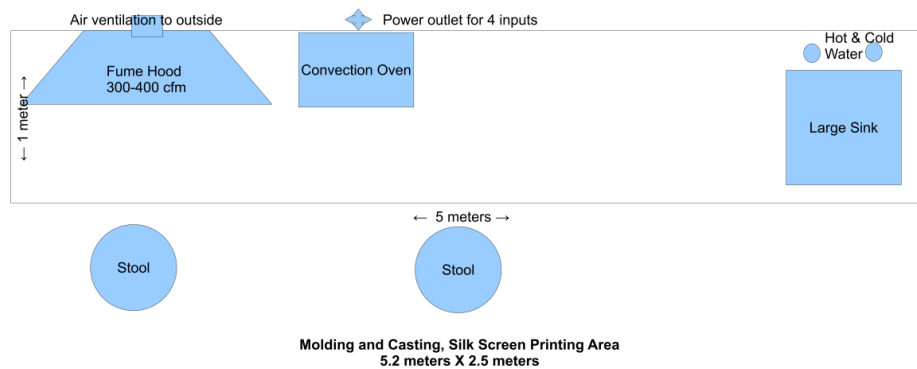
Estaciones de ensamblaje electronicos 1m x 5m por escritorio, se requiere de estanterías sobre ambas secciones de estaciones para almacenaje de herramientas y equipos de prueba. Cuenta con 6 estaciones, con diferentes enfoques, como herramientas de soldadura, cortadora de vinilo, modela (impresión 3d) y computadores para el trabajo digital.

Figura 5. Zona de corte laser



Tomado de *The Fab Foundation. 2025*

Se compone de 2 áreas. Un área de diseño digital y trabajo corte conformada por 2 estaciones, cada una con un computador y una cortadora laser de 1m x 1m con ventilación natural directa hacia el exterior y una estantería común para almacenar de 0.60m x 1m x 2m. Por otro lado, 2 mesas de trabajo manual 2.5m x 1.5m y colaborativo.

**Figura 6. Sala de fundición y moldeo**

Basic counter space is 1 meter X 5 meters, metal surface for easy clean-up and includes:

- One large sink with hot and cold 110V if US, 220V if outside of US
- Air ventilation to outside for fumes

Under Counter is open shelving for storage of heavy transformers, heavy molding & casting materials, paints, cups, stirrers, silk screens, etc.

Maybe put a few high stools here as well for sitting while working.

Tomado de *The Fab Foundation. 2025*

Mesón de metal 1m x 5m para el fácil aseo, contiene: extractor con ventilación hacia el exterior, horno de convección y un fregadero o pileta con salida de agua fría y caliente. En la parte inferior del mesón, espacios de almacenaje para herramientas pesadas, moldes, materiales, pinturas, copas, etc.

Cada espacio anteriormente expuesto está dispuesto de manera modular por lo que se puede replicar a través del espacio y mantener la coherencia funcional en todo el recorrido por las diferentes zonas. La FabFoundation nos otorga las dimensiones de los espacios, lo que contiene, las distancias seguras entre tomacorrientes y espacios de trabajo, así como equipos necesarios para el completo desarrollo de las actividades según complejidad de uso y capacidad de ejecutar las actividades en simultaneo. El Wanger Family FabLab está pensado para alojar de 20 a 30 usuarios en simultaneo.

### 2.4.2 Referentes internacionales

**Tabla 1.** *Universidad Libre de Berlín*

Nombre	Universidad Libre de Berlín
Autores	Georges Candilis, Alexis Josic y Shadrach Woods
Estado	Construido
Área construida	Aprox. 190.000 m <sup>2</sup> (modular y expansible)
Fecha	1963
Ubicación	Campus Dahlem. Berlín, Alemania

**Figura 7.** *Collage Universidad Libre de Berlín*



Imágenes tomadas de Google Maps

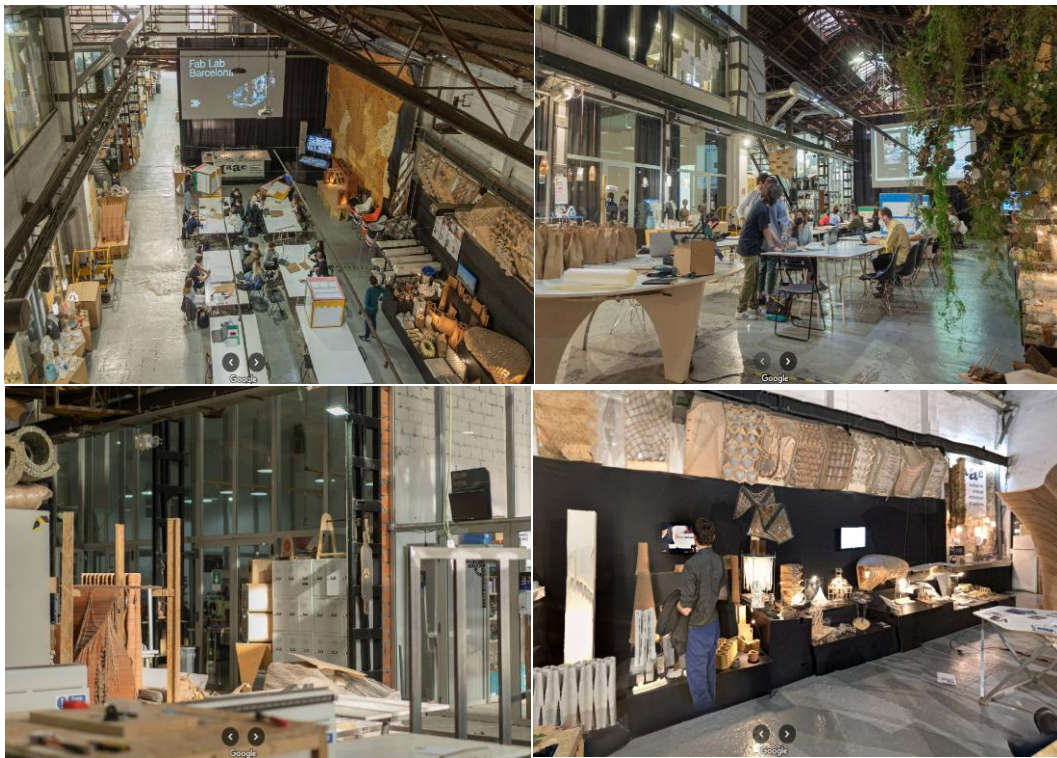
Uno de los ejemplos más representativos del concepto de *Mat-Building*, entendido como una estructura arquitectónica extensiva, horizontal y no jerárquica, organizada a partir de una retícula modular capaz de adaptarse al crecimiento y cambio programático. El proyecto se concibe como una infraestructura académica continua, donde los espacios de enseñanza, investigación, circulación y encuentro se articulan mediante patios, corredores y vacíos intermedios. Esta

configuración favorece la interacción entre disciplinas y la apropiación del espacio por parte de los usuarios, eliminando la rigidez de los esquemas universitarios tradicionales. Desde el punto de vista espacial, el conjunto prioriza la conectividad, la flexibilidad y la legibilidad del sistema, permitiendo recorridos múltiples y una relación constante entre interior y exterior. La arquitectura no se impone como objeto, sino que actúa como soporte y conector para la vida académica.

**Tabla 2.** *FabLab IAAC – Campus Barcelona*

Nombre	FabLab IAAC – Campus Barcelona
Autores	IAAC + Fab Foundation
Estado	Construido
Área construida	800 m <sup>2</sup> (aprox.)
Fecha	2007
Ubicación	Calle Pujades 102, Distrito 22, Barcelona, España

**Figura 8.** *Collage FabLab IAAC - Barcelona*



Tomado de IAAC - *Advanced Architecture Barcelona*, 2026

Reconocido como uno de los pioneros en hacer parte de la red global de FabLabs, integrando educación y tecnología en un contexto de ciudad con el componente de edificio público al tiempo que trabaja como edificio educativo. Entre los aspectos importantes cuenta con espacios abiertos, altos y adaptables en las diferentes zonas, permitiendo desarrollar uno de los conceptos clave, los espacios permeables y de fácil visual, otorgando la posibilidad de colaborar activamente en los diferentes proyectos.

### 2.4.3 Referentes nacionales

**Tabla 3.** *Workshop Universidad de los Andes*

Nombre	FabLab Universidad de los Andes
Autores	Facultad de Arquitectura y Diseño – Uniandes
Estado	Construido
Área construida	450 m <sup>2</sup> (aprox, únicamente los talleres de arquitectura y diseño)
Fecha	2014
Ubicación	Calle 19A #1-37 Este, Bogotá, Colombia

**Figura 9.** *Collage FabLab UniAndes*



Tomado de *Workshop - Facultad De Arquitectura Y Diseño - Uniandes, 2025*

Hace parte fundamental de las facultades de arquitectura y diseño de la Universidad de los Andes, consolidándose como de los primeros FabLabs en estar registrados en la red global del MIT en Colombia. Funciona como espacio de experimentación, dictado de cursos, proyectos de grado y actividades interdisciplinarias. Se encuentra modulado por zonas de trabajo digital (CAD-CAM), prototipado mediante impresión 3D y cortes laser, manipulación de electrónicos y trabajo experimental con objetos de carpintería. A su vez, el mobiliario también cuenta con componentes modulares, permitiendo diferentes distribuciones y flujos operativos eficientes y seguros.

**Tabla 4.** *Laboratorios de Ingeniería civil, UIS*

<b>Nombre</b>	<b>Laboratorios de Ingeniería Civil – UIS</b>
<b>Autores</b>	Universidad Industrial de Santander (UIS)
<b>Estado</b>	Construido
<b>Área construida</b>	3.000 m <sup>2</sup> (aprox, incluye varios bloques)
<b>Fecha</b>	1985 – Ampliaciones posteriores
<b>Ubicación</b>	Calle 9 #27 – Campus Principal UIS, Bucaramanga

**Figura 10.** *Laboratorios UIS*



Tomada de Escuela de Ingeniería de Sistemas e informática - Universidad Industrial de Santander, 2024

Complejo de laboratorios consolidados de espacios técnicos y académicos, en los cuales se desarrollan actividades prácticas vinculadas a la formación en estructuras, materiales, suelos, hidráulica y topografía. Se basa en el diseño por zonificación según tipo de riesgo y equipamientos técnicos; sistemas de ventilación asistida y almacenamientos especializados. No es un FabLab en sí, pero su organización funcional, condiciones ambientales controladas y adecuación de procesos teórico-prácticos lo convierten en un referente de la integración de procesos de aprendizaje y experimentación de los estudiantes, además que sirve como referencia para determinar los espacios necesarios para la facultad de ingeniería civil.

### **3. Proyecto arquitectónico**

#### **3.1 Caracterización del usuario**

La correcta identificación de los usuarios principales del FabLab, así como sus necesidades y expectativas, resulta fundamental para orientar el diseño arquitectónico, funcional y tecnológico del proyecto, respondiendo a las dinámicas académicas, investigativas y profesionales desarrolladas en el edificio.

##### ***3.1.1 Identificación de los usuarios principales***

- Estudiantes de pregrado de Arquitectura e Ingeniería Civil: que requieren espacios de experimentación, fabricación de maquetas, prototipos, pruebas de materiales y exploración de procesos constructivos digitales y análogos.
- Docentes de las facultades de Arquitectura e Ingeniería Civil: quienes usarán el FabLab como apoyo para el desarrollo de talleres académicos, investigaciones aplicadas, proyectos interdisciplinarios y capacitación en nuevas tecnologías de fabricación.

- Investigadores: tanto internos como externos, vinculados a proyectos que demanden la utilización de herramientas de fabricación digital, modelado computacional y experimentación material.
- Profesionales egresados y comunidad externa: a través de programas de educación continua, diplomados, talleres abiertos y proyectos colaborativos de innovación.
- Auxiliares de laboratorio FabLab: estudiantes avanzados, profesionales en formación o egresados con conocimientos técnicos especializados en operación de maquinaria digital. Su función es: brindar asesoría técnica básica y avanzada, supervisar uso de los equipos, apoyar en las labores de capacitación y talleres de inducción, velar por el mantenimiento preventivo de las maquinas, aplicar protocolos de seguridad y buenas prácticas dentro del laboratorio.

### ***3.1.2 Necesidades y expectativas del FabLab***

- Acceso a tecnologías de fabricación digital
- Espacios flexibles y modulares
- Diferenciación de áreas y diseño por uso
- Alta capacidad de almacenamiento
- Espacios de exposición y socialización de proyectos
- Ambientes seguros que cumplan con la normativa de ventilación, salidas de emergencia, señalización y condiciones ergonómicas de trabajo
- Horarios amplios
- Conectividad a la red global
- Programas de formación continua

- Sistema de acompañamiento técnico constante

En conjunto, los distintos perfiles de usuarios evidencian la necesidad de un espacio flexible, abierto y tecnológicamente integrado, capaz de responder a dinámicas cambiantes de aprendizaje, experimentación y colaboración. Más allá de atender requerimientos individuales, el FabLab se concibe como una plataforma articuladora que potencia el encuentro entre disciplinas, niveles de formación y actores internos y externos, promoviendo procesos colectivos de innovación. Estas condiciones se traducen en una organización espacial adaptable, con áreas interconectadas, zonas de trabajo colaborativo y espacios técnicos especializados, consolidando un entorno activo donde la producción, el intercambio de conocimiento y la experimentación material se convierten en el eje central del proyecto.

### 3.2 Programa arquitectónico

Para una mejor visualización del programa arquitectónico véase Apéndice A

**Tabla 5.** Programa arquitectónico

PROGRAMA ARQUITECTÓNICO			
NIVEL	NOMBRE	PERÍMETRO	ÁREA
PISO 1	TALLER CARPINTERIA LIGERA	42.62	100.53 m <sup>2</sup>
PISO 1	CORTE LASER Y FRESADO CNC	42.62	100.53 m <sup>2</sup>
PISO 1	IMPRESION 3D - CAD - MODELADO 3D	42.62	100.53 m <sup>2</sup>
PISO 1	TICS	31.14	50.49 m <sup>2</sup>
PISO 1	PLOTTER	28.47	50.46 m <sup>2</sup>
PISO 1	ENFERMERIA	19.29	22.27 m <sup>2</sup>
PISO 1	BAÑO MUJERES	20.81	19.60 m <sup>2</sup>
PISO 1	BAÑO HOMBRES	22.06	22.26 m <sup>2</sup>
PISO 1	BAÑO DISCAPACITADOS	9.45	5.58 m <sup>2</sup>
PISO 1	ADMINISTRACIÓN	36.31	60.79 m <sup>2</sup>
PISO 1	RECBIDOR BAÑO	8.93	4.97 m <sup>2</sup>
PISO 1	AULA TEORICA INGCIVIL	28.74	51.33 m <sup>2</sup>
PISO 1	LABORATORIOS INGCIVIL	37.00	74.12 m <sup>2</sup>
PISO 1	ZONA DE EXPOSICIÓN	94.02	303.86 m <sup>2</sup>
PISO 1	BODEGA	21.29	24.69 m <sup>2</sup>
PISO 1: 15		485.37	992.00 m <sup>2</sup>
PISO 2	SALA DE ESTUDIO / TRABAJO INDIVIDUAL Y GRUPAL	28.78	51.75 m <sup>2</sup>
PISO 2	TERRAZA	28.80	51.84 m <sup>2</sup>
PISO 2	TERRAZA	28.80	51.84 m <sup>2</sup>
PISO 2	SALA DE ESTUDIO / TRABAJO INDIVIDUAL Y GRUPAL	28.80	51.84 m <sup>2</sup>
PISO 2	TERRAZA	29.00	51.19 m <sup>2</sup>
PISO 2	SALA DE ESTUDIO / TRABAJO INDIVIDUAL Y GRUPAL	28.80	51.84 m <sup>2</sup>
PISO 2	TERRAZA	29.00	51.19 m <sup>2</sup>
PISO 2	AULA DE FORMACIÓN TÉCNICA	24.50	36.60 m <sup>2</sup>
PISO 2	AULA DE FORMACIÓN TÉCNICA	24.64	36.95 m <sup>2</sup>
PISO 2	AULA DE FORMACIÓN TÉCNICA	38.20	85.68 m <sup>2</sup>
PISO 2	AULA DE FORMACIÓN TÉCNICA	38.20	85.68 m <sup>2</sup>
PISO 2	BAÑO MUJERES	24.55	19.62 m <sup>2</sup>
PISO 2	BAÑO DISCAPACITADOS	9.45	5.57 m <sup>2</sup>
PISO 2	RECBIDOR BAÑOS	9.17	5.23 m <sup>2</sup>
PISO 2	BAÑOS HOMBRES	27.40	21.19 m <sup>2</sup>
PISO 2	OFICINAS	17.58	19.90 m <sup>2</sup>
PISO 2	SALA DE ESPERA	14.88	12.72 m <sup>2</sup>
PISO 2: 17		430.54	690.64 m <sup>2</sup>
Total general: 32		915.91	1682.64 m <sup>2</sup>

### **3.3 Marco físico-espacial**

Elemento fundamental para la comprensión integral del proyecto de un FabLab en la Universidad Santo Tomás, sede Floridablanca. Su propósito es identificar y analizar las características urbanas y normativas que inciden directamente en la implantación y diseño del laboratorio de fabricación digital. De este modo, se establece un punto de partida que permite no solo contextualizar la propuesta dentro de la dinámica urbana y académica de la institución, sino también asegurar la coherencia de su configuración arquitectónica con las exigencias físicas y reglamentarias del entorno.

El análisis se organiza en dos apartados principales: el primero corresponde al estudio urbano, donde se identifican variables como la infraestructura verde, la red de equipamientos y los servicios, así como las condiciones de conectividad y el uso del suelo en el sector. El segundo apartado recoge las disposiciones normativas establecidas por el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Floridablanca, las cuales definen parámetros técnicos y restricciones que deben ser considerados en el proceso de diseño arquitectónico.

**Figura 11.** Localización geográfica, campus Floridablanca

La imagen muestra un mapa de la ciudad de Bucaramanga en su extensión con Floridablanca, se realiza un acercamiento al campus de la Universidad Santo Tomás donde va a ser implantado el proyecto

El proyecto del FabLab se desarrollará dentro del campus principal de la Universidad Santo Tomás, sede Floridablanca, ubicada en el área metropolitana de Bucaramanga, departamento de Santander, Colombia. El campus se encuentra sobre la Calle 36, entre las carreras 25 y 26, en el sector conocido como El Bosque, caracterizado por una topografía suave y un entorno predominantemente académico y residencial. Esta localización estratégica le otorga una excelente conectividad con la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana, así como una proximidad a corredores viales importantes como la Autopista Floridablanca - Bucaramanga.

El contexto urbano inmediato combina usos educativos, administrativos y residenciales, lo cual refuerza la vocación académica y comunitaria del FabLab como espacio de innovación y colaboración. Esta ubicación dentro del campus facilita la interacción con otras dependencias

académicas, así como la participación de estudiantes, docentes, investigadores y la comunidad externa en las dinámicas de experimentación y creación que caracterizan a un FabLab.

### 3.3.1 Análisis urbano

#### 3.3.1.1 Infraestructura verde y rondas hídricas

**Figura 12.** *Infraestructura verde circundante y ronda hídrica río frío*



Las imágenes muestran diferentes representaciones de la vegetación circundante al campus, buscando la apreciación de la ronda hídrica que no es posible visualizar en modo satélite si bien el campus de la Universidad Santo Tomás, sede Floridablanca, cuenta con amplias zonas verdes y áreas arborizadas que constituyen un elemento valioso del paisaje universitario, estas no son actualmente aprovechadas de manera activa como espacios de estancia y apropiación por parte de los estudiantes, a diferencia de otros espacios interiores como cafeterías o áreas comunes. En este sentido, la propuesta del FabLab busca potenciar estas áreas mediante su articulación directa








con el proyecto, incorporándolas dentro de un programa concreto que incentive su uso, permanencia y apropiación. A través de estrategias como la integración de espacios exteriores, terrazas verdes y zonas de trabajo al aire libre, se promueve una relación más activa entre naturaleza y tecnología, mejorando la habitabilidad del campus y consolidando el laboratorio como un espacio dinámico, sostenible y socialmente integrador.

**Tabla 6.** Listado de árboles existentes en el campus

Tabla de árboles existentes						
Imagen	Nombre común	Nombre científico	Altura aprox.	Diámetro de copa aprox.	Porte	Cantidad
	Caracolí	<i>Anacardium excelsum</i>	25–40 m	15–30 m	Grande	5
	Ceiba (Joven)	<i>Ceiba pentandra</i>	30–50 m	20–40 m	Grande	1
	Araucaria	<i>Araucaria heterophylla</i>	20–35 m	5–10 m	Medio	1
	Mango	<i>Mangifera indica</i>	10–30 m	10–20 m	Medio	2
	Aguacate	<i>Persea americana</i>	10–20 m	8–15 m	Medio	2
	Aguacatillo	<i>Persea caerulea</i>	10–20 m	6–12 m	Pequeño	7
	Cedro (Joven)	<i>Cedrela odorata</i>	20–35 m	10–20 m	Medio	2
	Samán	<i>Albizia saman</i>	15–25 m	20–35 m	Medio	2
					Total	22

Nota: Se enlistan los árboles existentes actualmente en el campus con el fin de sacar un indicador de cuantos y cuales fueron movidos o removidos del sitio de intervención.

**Tabla 7.** Listado de árboles propuestos luego de la implantación

Tabla de árboles implantación						
Imagen	Nombre común	Nombre científico	Altura aprox.	Diámetro de copa aprox.	Porte	Cantidad
	Caracolí	<i>Anacardium excelsum</i>	25–40 m	15–30 m	Grande	5
	Chiminango	<i>Pithecellobium dulce</i>	6-12 m	6-12 m	Medio	17
	Mango	<i>Mangifera indica</i>	10–30 m	10–20 m	Medio	2
	Aguacate	<i>Persea americana</i>	10–20 m	8–15 m	Medio	1
	Aguacatillo	<i>Persea caerulea</i>	10–20 m	6–12 m	Medio	4
	Cedro (Joven)	<i>Cedrela odorata</i>	20–35 m	10–20 m	Medio	1
	Guayacán	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	5-8 m	3-6 m	Medio	18
					Total	48

Nota: Tabla resultando de la propuesta de árboles en el sitio de implantación.

**Figura 13.** *Distribución de árboles según porte*

En verde oscuro y diámetro más grande, los árboles de porte grande. En verde claro y diámetro mediano, árboles de porte mediano. En verde más claro y diámetro pequeño, árboles de porte pequeño. Los círculos rojos punteados hacen referencia a los árboles que fueron removidos. Se delinea todo el borde del lote con línea punteada roja.

### 3.3.1.2 Equipamientos cercanos

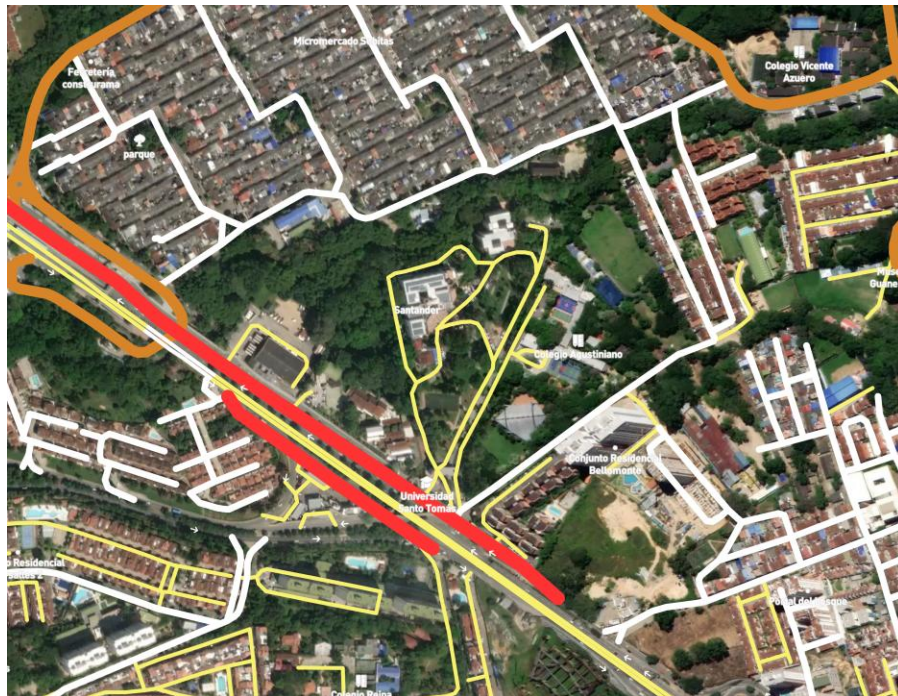
Figura 14. Equipamientos



En las inmediaciones del campus se encuentran diversos equipamientos y servicios que fortalecen la vocación académica y comunitaria del proyecto. Dentro del mismo campus destacan la biblioteca, laboratorios, clínicas odontológicas, canchas deportivas y los edificios Fray Angélico y Santander, los cuales, si bien consolidan un ecosistema de aprendizaje dinámico, responden en su mayoría a una configuración arquitectónica de carácter más cerrado y sectorizado. Esta condición contrasta con la propuesta del FabLab, concebido bajo una lógica de edificio abierto y flexible, inspirado en el concepto de mat-building, que promueve la integración espacial, la adaptabilidad y la interacción constante entre usuarios. De esta manera, la proximidad a estos equipamientos no solo permite articular el FabLab dentro de la red de servicios universitarios, sino también posicionarlo como un nodo activo que complementa las dinámicas existentes, potenciando su uso como recurso transversal para diferentes programas académicos.

### 3.3.1.3 Vías

**Figura 15.** *Infraestructura vial*



En rojo se muestran las vías principales y paralelas. Naranja vías secundarias. Amarillo vías terciarias o locales. Debido a la ubicación del lote al interior del campus Floridablanca, la única conexión con el exterior es la entrada principal del campus ubicada sobre la paralela de la autopista Bucaramanga-Floridablanca, cercana al intercambiador papi quiero piña y el anillo vial que comunica directamente con Girón.



### 3.3.2 Análisis normativo

**Tabla 8.** Ficha normativa POT, área homogénea SENA

Ficha normativa sena		
Subáreas	Tratamiento	Equipamientos
SEN-1 - Sector de servicios	Consolidación	Servicios educación y comercio
Componentes		
Ambiental: Parque lineal río Frío, rondas de protección.		
Vial: Autopista de Floridablanca, Transversal de Aranzoque, Paragüitas.		
Usos compatibles	Índice de Ocupación	Índice de Construcción
Residencial alta densidad VIS Tipo 1	0.45 - 0.65	3.06 - 7
Residencial alta densidad VIS Tipo 2	0.45 - 0.60	1.10 - 3.30
Comercial y de servicios	0.60 - 0.74	1.30 - 3.70
Institucional y dotacional	0.72 - 0.87	1.50 - 4.40
Industrial	0.65 - 0.79	1.94 - 2.38

Nota: Se extrae la información pertinente del lote, teniendo en cuenta que este se encuentra

dentro del campus Usta en Floridablanca, por lo cual los valores que se toman deben ser del total del predio.

Según el POT virtual, el predio del campus cuenta con un área bruta aproximada de 40.000 m<sup>2</sup>, de los cuales, a manera general y calculados por medios satelitales y de cálculo personal, hay 5.500 m<sup>2</sup> ocupados y 29.000 m<sup>2</sup> construidos, demostrando que actualmente el campus se encuentra dentro de los márgenes requeridos por la norma en su edificabilidad, incluso en valores mínimos, siendo 34.000 m<sup>2</sup> (IO) y 150.000 m<sup>2</sup> (IC) los valores máximos según el POT, avalando la viabilidad de ejecución del proyecto.

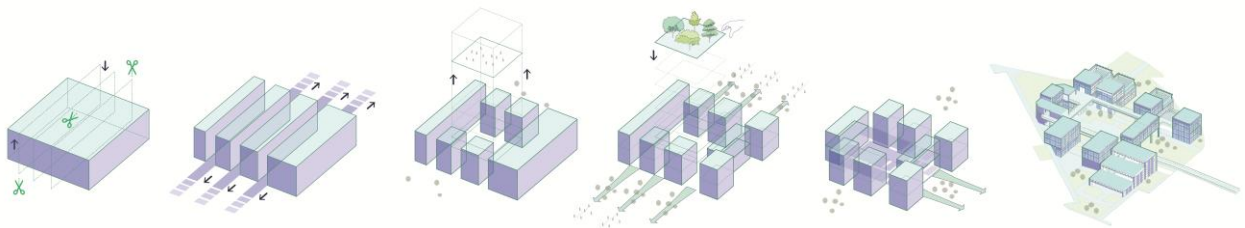
El proyecto presenta un índice de ocupación del 0.44 (44,23%), resultado de una huella en primer piso de 1769,34 m<sup>2</sup> sobre un lote con un área total de 4000 m<sup>2</sup>. Este valor evidencia una ocupación equilibrada del suelo, permitiendo mantener un 55,77% del área libre, lo cual favorece la incorporación de espacios exteriores, zonas verdes, circulaciones y áreas de estancia. Esta

relación entre área construida y área libre contribuye a mejorar las condiciones ambientales del proyecto, así como la calidad espacial y funcional del conjunto arquitectónico.

#### 4. Memoria Conceptual y Descriptiva

##### 4.1 Partido Arquitectónico

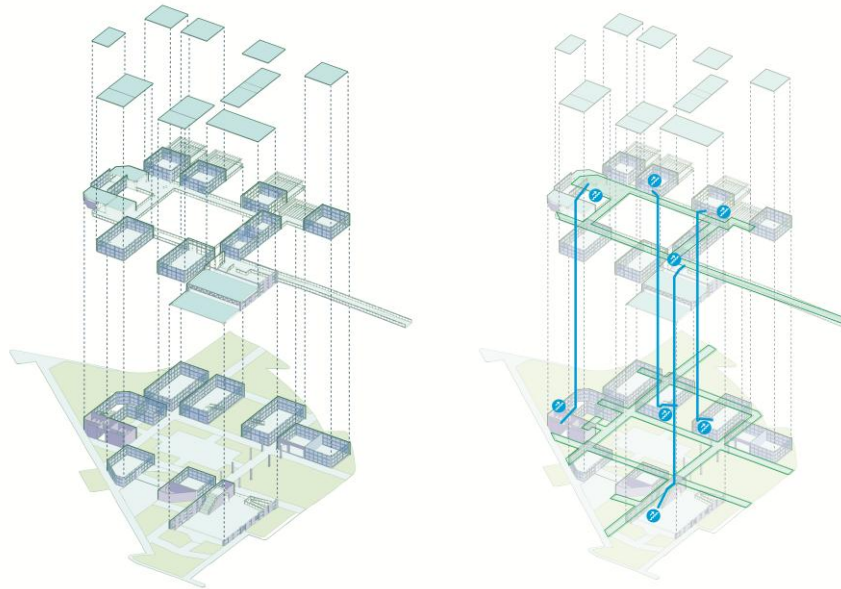
Figura 17. *Morfogénesis*



Se origina a partir de la fragmentación de un volumen compacto, respondiendo a la preexistencia del campus de la Universidad Santo Tomás, sede Floridablanca. El proyecto se implanta como un sistema modular que busca la integración con el paisaje inmediato, utilizando variaciones de altura y extrusiones para generar una volumetría dinámica que rompe con la rigidez institucional y sigue las necesidades funcionales de cada módulo dentro del espacio. La estrategia compositiva se basa en la consolidación de un sistema horizontal de ejes continuos basado en el Mat-building que actúa como conector entre el edificio con sus diferentes módulos y las facultades de Arquitectura e Ingeniería Civil, facilitando la fluidez espacial. El edificio se concibe como un prisma de luz que, mediante el uso de una fachada translúcida, funciona como un hito visual dentro del campus, reflejando su función como laboratorio de vanguardia tecnológica, esto respaldado mediante las estrategias proyectuales como la implantación de árboles estratégicamente para el sombreado de fachadas, ayudando directamente a la mitigación de sol directo y creación de zonas de estancia para los usuarios, la disposición de la carpintería especializada para una

ventilación cruzada oportuna, la generación en serie de los aleros horizontales en fachadas, respondiendo también de forma que las zonas verdes preexistentes no desaparezcan, sino que se transformen en terrazas verdes transitables y conectadas mediante el último nivel de los módulos, permitiendo respirar al campus ofreciendo a los estudiantes y usuarios en general, apropiarse del espacio verde que actualmente carece de interés para estos. El resultado es una integración de variantes que dan como resultado un producto balanceado entre función – forma y urbano – ambiental, por último y no menos importante, el edificio también se sitúa como un anexo a las facultades, ofreciendo espacios en conjunto para el desarrollo multidisciplinar académico.

**Figura 18.** *Diagramas explotados – Modulación y Circulaciones*

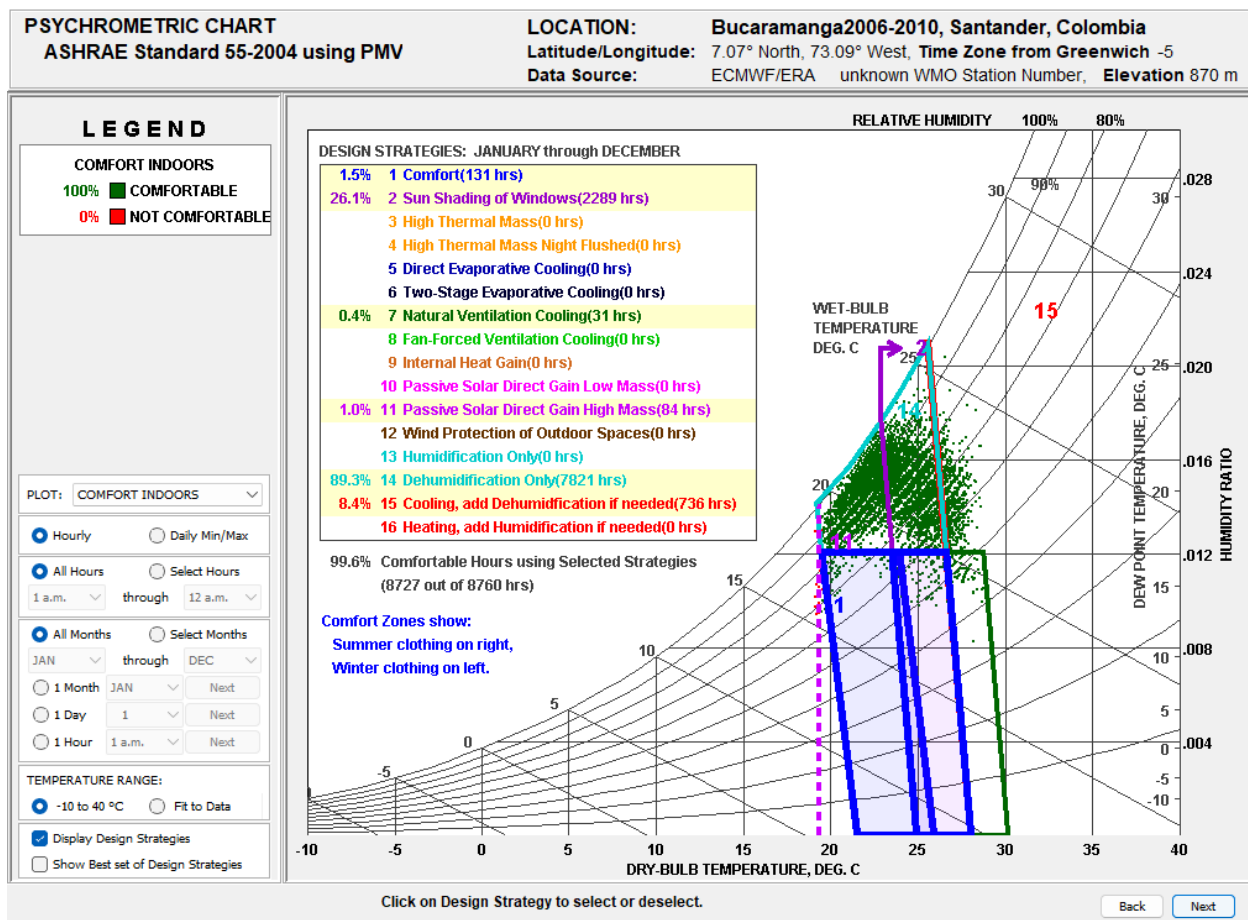


Se utilizan los diagramas explotados para explicar la función general del edificio. Se disponen circulaciones de 2.5m de ancho para garantizar un flujo de personas con materiales, maquetas y diferentes elementos que requieren más espacio para el tránsito, adicionalmente estas circulaciones se adaptan a la pendiente del terreno, permitiendo la circulación para personas con discapacidad. Axialmente a las circulaciones se disponen los módulos de 7.20m x 7.20m, los cuales juntos forman módulos más grandes de 14.40m x 7.20m. Las medidas son tomadas de las

recomendaciones dadas por la FabFoundation sobre la espacialidad mínima de los FabLab a nivel institucional. Entre estos módulos, aparecen vacíos que se integran visual, formal y funcionalmente con los vacíos principales del edificio, dándole la característica al edificio de contar con zonas verdes internas a este, reduciendo la ocupación del suelo y priorizando el bajar las temperaturas dentro de los espacios otorgándole un respiro mediante estos patios internos.

## 4.2 Análisis diagrama Psicométrico

Figura 19. Diagrama Psicométrico – Datos Bucaramanga.

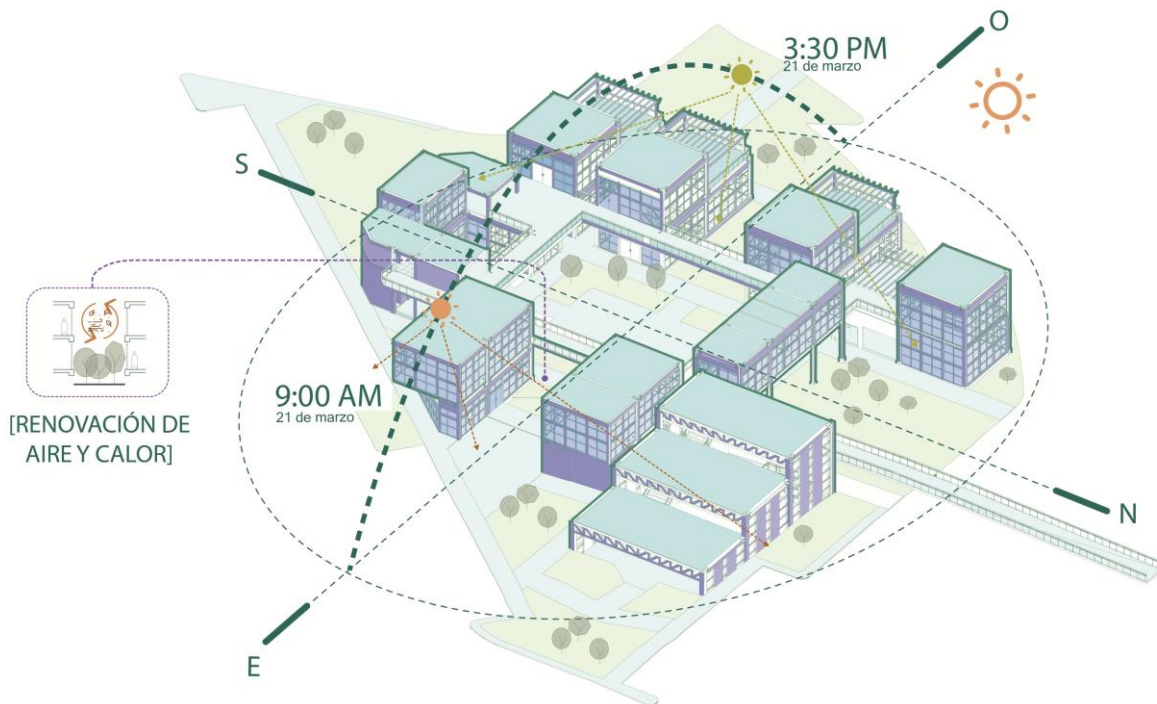


Se muestra el diagrama psicométrico correspondiente a las estrategias efectivas para una correcta decisión de criterios de diseño arquitectónico. El análisis psicométrico evidencia que el contexto climático del proyecto corresponde a un ambiente cálido-húmedo, caracterizado por

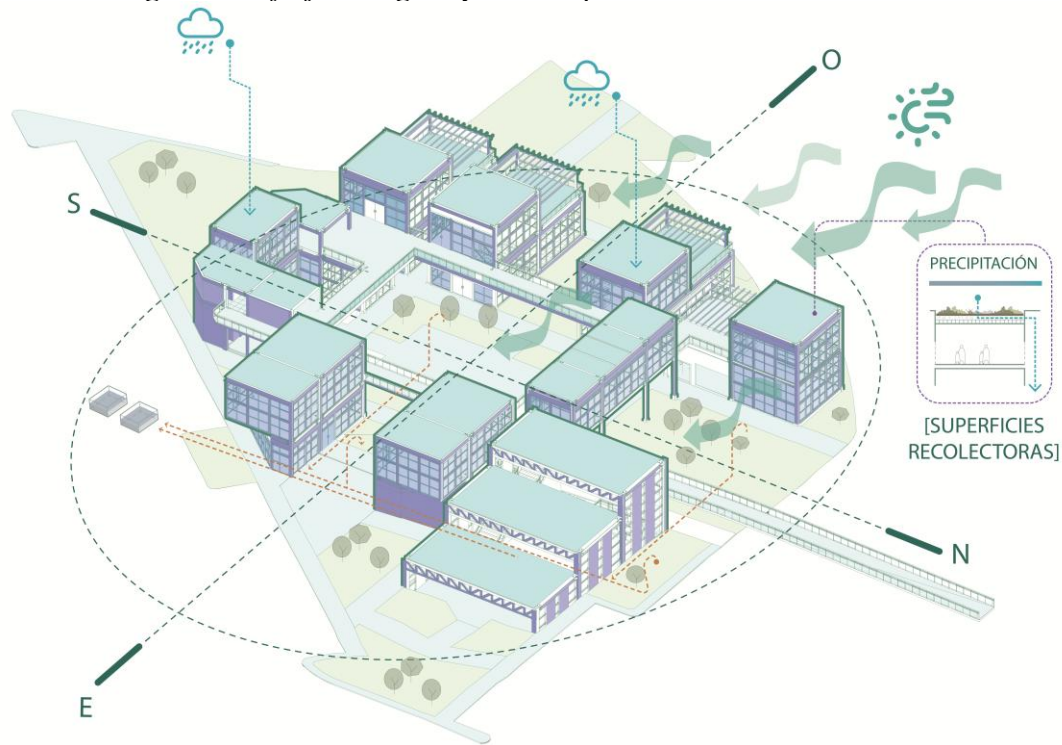
temperaturas predominantes entre 20 °C y 30 °C y altos niveles de humedad relativa a lo largo del año. En estas condiciones, únicamente el 1.5% de las horas anuales se encuentran en confort sin intervención, mientras que mediante la aplicación de estrategias bioclimáticas este porcentaje puede incrementarse hasta un 91.4% (8009 horas), lo que confirma la alta dependencia del diseño arquitectónico para garantizar condiciones adecuadas de habitabilidad. La estrategia más determinante es la deshumidificación (89.3%), lo que indica que el principal factor de discomfort no es la temperatura sino la humedad del aire; en consecuencia, el proyecto debe priorizar soluciones que favorezcan la evacuación de humedad, la ventilación efectiva y el control de infiltraciones. En segundo lugar, la protección solar de ventanas (26.1%) resulta fundamental para limitar las ganancias térmicas directas, lo cual se traduce en la incorporación de elementos como aleros, parasoles y dispositivos de control solar según la orientación. Por el contrario, estrategias como la masa térmica, el enfriamiento evaporativo o la calefacción presentan una incidencia nula, evidenciando su baja pertinencia en este clima debido a la escasa oscilación térmica y la ausencia de condiciones frías. En síntesis, el confort térmico del proyecto no depende de la captación o acumulación de calor, sino de la reducción de cargas térmicas solares y, principalmente, del control de la humedad, aspectos que deben integrarse de manera coherente en la configuración formal, material y espacial de la propuesta arquitectónica.

### 4.3 Estrategias Proyectuales

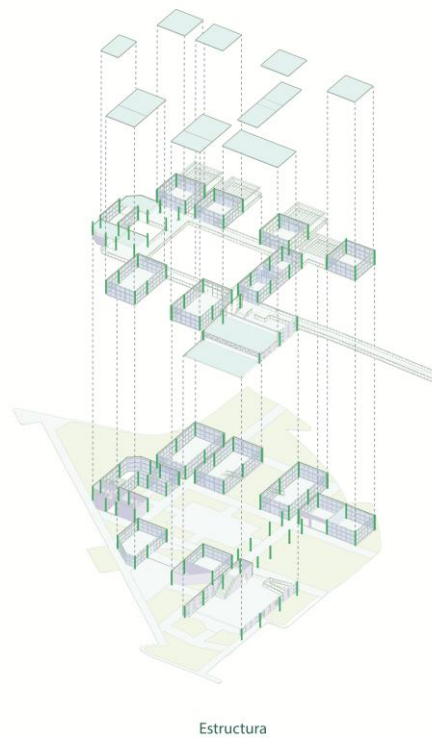
**Figura 20.** Diagrama Asoleamientos y renovación de calor y vientos



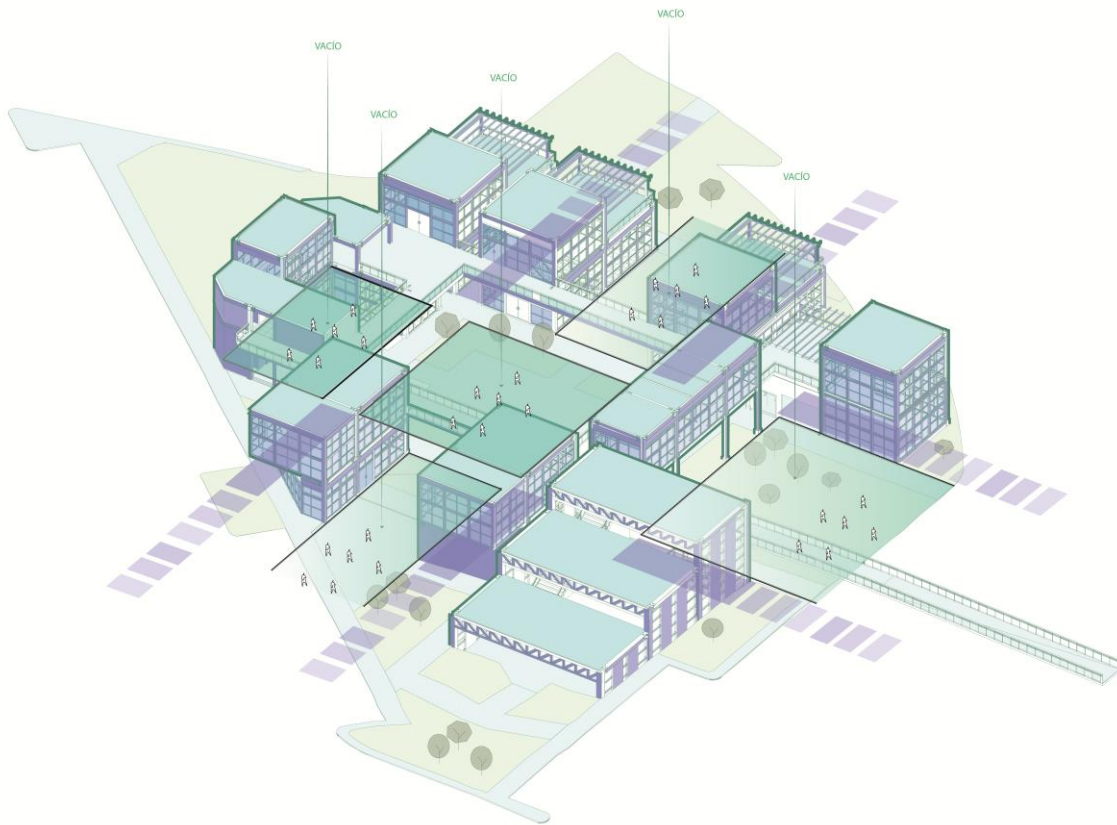
Dada la implantación en un clima con alta incidencia solar, se implementa una estrategia de control pasivo mediante una piel translúcida inspirada en bloques de vidrio de alta eficiencia térmica. Esta envolvente permite una iluminación natural difusa y homogénea en los talleres, eliminando el deslumbramiento en las áreas de diseño digital y reduciendo la necesidad de iluminación artificial durante el día sin comprometer el confort térmico interior.

**Figura 21.** Diagrama de flujo de aguas y vientos predominantes

El diseño integra estrategias de ventilación cruzada aprovechando las corrientes de aire predominantes del sector, las cuales ingresan a través de las aperturas generadas por la variación de alturas y extrusiones del volumen. Asimismo, el sistema de cubiertas se proyecta como terrazas verdes transitables generando espacios de esparcimiento para los usuarios y complementando el espacio público del edificio en conjunción con los vacíos interiores y pasarelas en contacto con las zonas verdes, cuenta con un sistema para la recolección de aguas lluvias, integrando bajantes dentro de la modulación estructural para su posterior aprovechamiento en servicios básicos, reforzando el carácter sostenible del FabLab dentro del campus.

**Figura 22.** *Modulación Estructural*

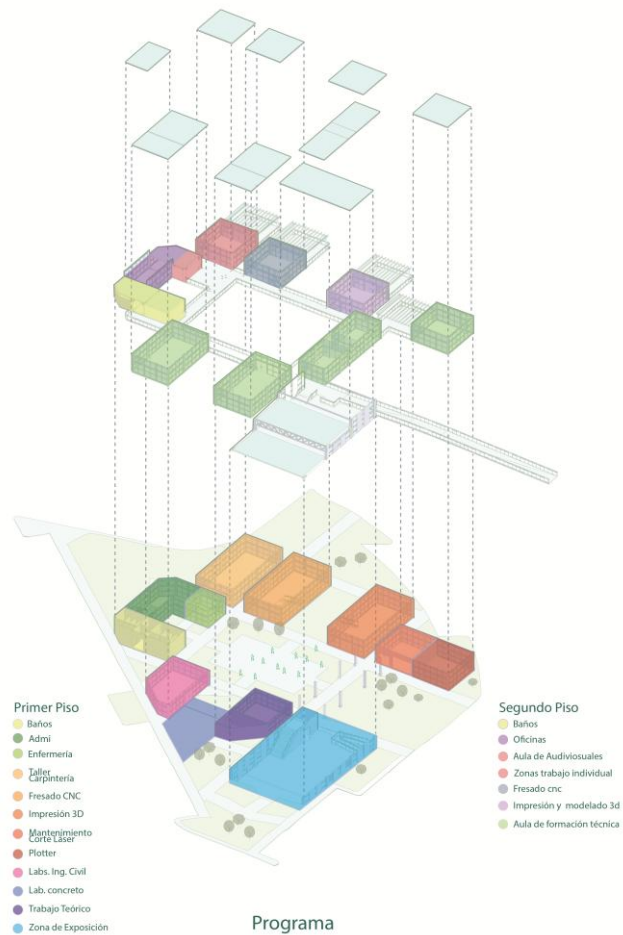
Se plantea un sistema estructural basado en una retícula modular de perfiles metálicos que permite liberar las plantas arquitectónicas, garantizando la flexibilidad espacial necesaria para los diferentes espacios del laboratorio. Esta configuración no solo soporta las cargas técnicas de la maquinaria pesada en los niveles inferiores, sino que también facilita la integración de la envolvente de vidrio, manteniendo una coherencia formal entre el esqueleto portante y la piel del edificio.

**Figura 23.** *Llenos y Vacíos*

La estrategia de llenos y vacíos surge de la fragmentación del volumen inicial para crear una porosidad arquitectónica que rompe con el bloque compacto tradicional, donde se desdibujan las fachadas tradicionales otorgándole profundidad desde los diferentes puntos de vistas. Los vacíos se localizan estratégicamente para generar patios interiores y dobles alturas que funcionan como nodos de encuentro, mientras que los llenos consolidan los núcleos de laboratorios y áreas técnicas, permitiendo un equilibrio entre privacidad operativa y apertura visual.

#### 4.4 Espacios jerárquicos (zonificación)

Figura 24. Zonificación



La organización espacial del FabLab se estructura mediante una zonificación por niveles de intensidad y especialización, diseñada para optimizar los flujos de trabajo colaborativo y garantizar la seguridad operativa. El edificio se divide en dos franjas funcionales principales:

- Zona de Producción, Prototipado Pesado y Fabricación (Nivel 1 / Planta Acceso): Ubicada en la base del edificio para facilitar el ingreso de materias primas y la gestión de residuos sólidos. Aquí se concentran las actividades de mayor impacto acústico y vibratorio (routers CNC, carpintería y corte láser), aprovechando el contacto directo con el suelo técnico. Se disponen espacios para la impresión 3D, escaneo láser y laboratorios de computación de alto rendimiento.

- Zona de Diseño Digital, trabajo colaborativo e investigación (Nivel 2 / Segunda Planta): Esta zona actúa como el núcleo del proyecto, donde la fase de diseño virtual se materializa en prototipos a pequeña escala, manteniendo una conexión visual constante con los vacíos interiores. Espacios de menor intensidad operativa destinados al trabajo administrativo, áreas de reunión y zonas de descanso activo. Al situarse en la parte superior, gozan de una iluminación cenital controlada y mayor aislamiento acústico, propiciando el pensamiento crítico y la gestión de proyectos de investigación.

#### **4.5 Criterios de espacialidad**

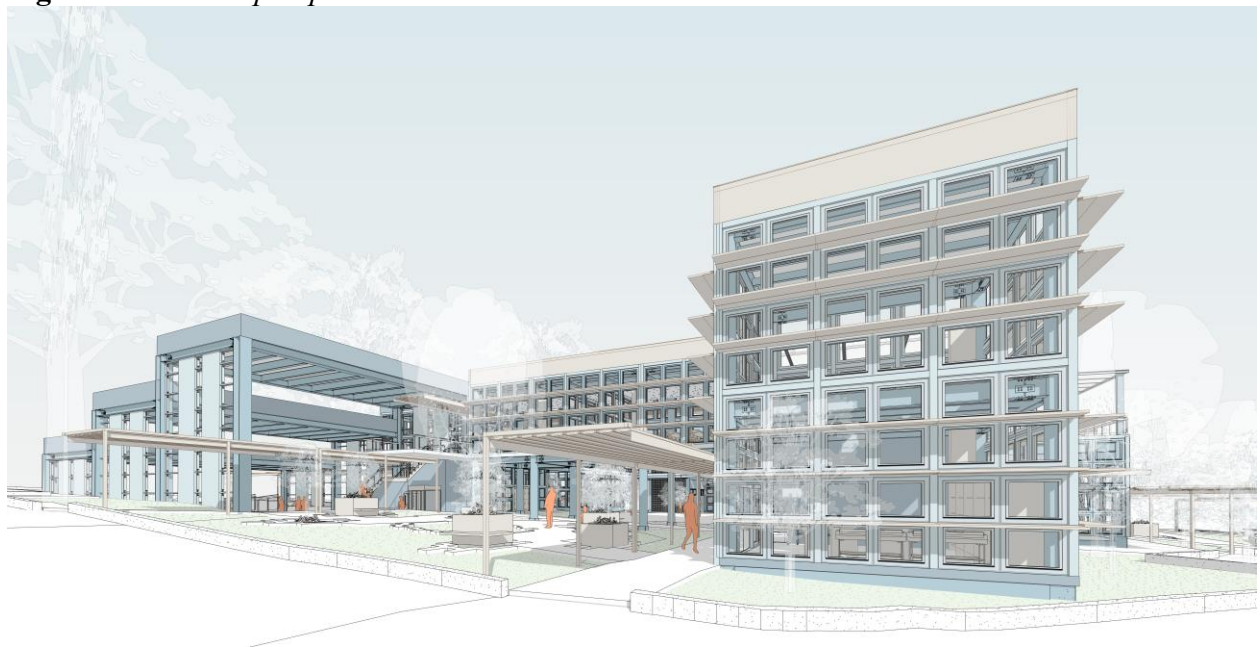
La espacialidad del proyecto se define por la fluidez y la interconectividad visual entre sus niveles. Se proponen atmósferas de carácter industrial y contemporáneo, caracterizadas por el uso de dobles alturas que eliminan la sensación de confinamiento, permitiendo que el usuario perciba la totalidad del proceso creativo desde distintos ángulos.

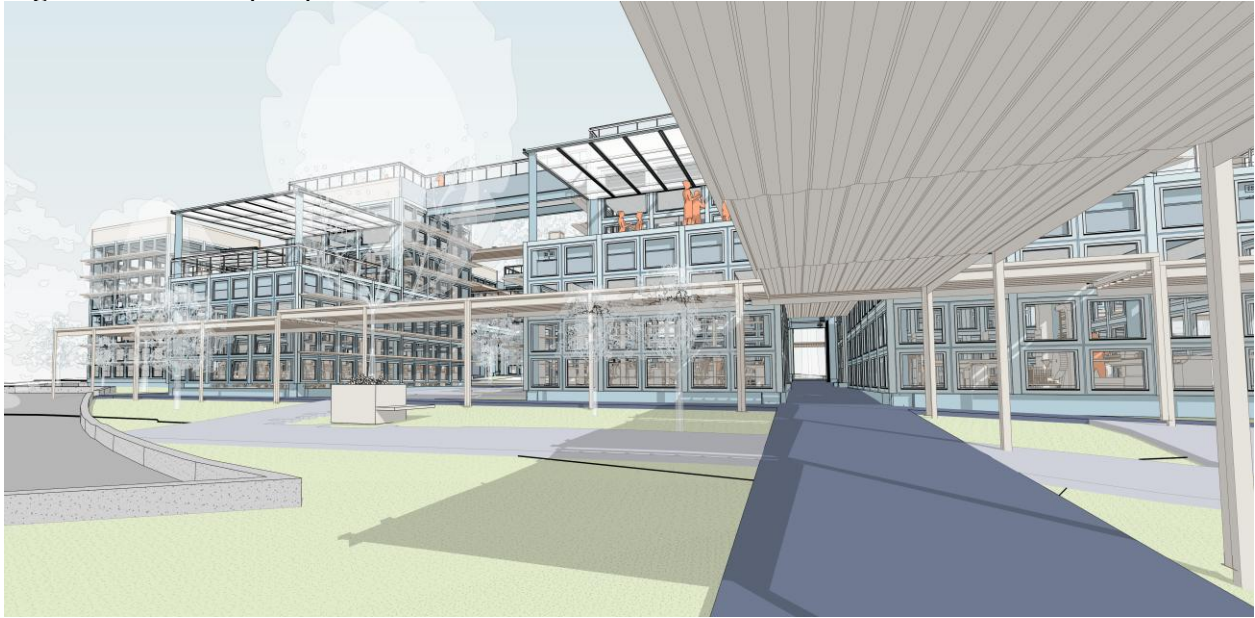
La integración de vacíos interiores no solo funciona como un recurso bioclimático, sino que jerarquiza las áreas de trabajo, creando una transición suave entre los laboratorios de maquinaria pesada y las zonas de diseño. El resultado es un espacio dinámico y flexible, donde la luz natural difusa baña los talleres, fomentando un ambiente de aprendizaje colaborativo y abierto que rompe con el aula tradicional.

**Figura 25.** *Render aéreo*



**Figura 26.** *Render perspectiva 1*



**Figura 27.** *Render perspectiva 2*

#### **4.6 Criterios de materialidad y Composición**

La materialidad del FabLab es una manifestación directa de su función tecnológica. La envolvente principal se compone de un sistema de muro cortina modulados en 2x2m donde alberga ventanas con carpintería en PVC con rotura de puente térmico (RPT) con película interna con una reflectancia del 50% moduladas de forma 1x1m permitiendo mitigar el paso de calor en conjunto a los aleros horizontales que se proyectan desde las fachadas más afectadas, que otorga al edificio una lectura de 'linterna urbana' dentro del campus. Este material permite una iluminación óptima para el trabajo de precisión, filtrando la radiación directa sin perder luminosidad.

Esta piel ligera contrasta con una estructura metálica ortogonal expuesta, que dota al edificio de un lenguaje técnico y honesto. La composición se rige por la modulación del bloque de vidrio, creando una fachada rítmica y limpia que dialoga con la tectónica de los edificios preexistentes de la Universidad Santo Tomás. El uso de pavimentos en concreto pulido y detalles

en acero refuerza la estética de laboratorio de vanguardia, garantizando durabilidad y bajo mantenimiento ante los procesos de fabricación digital.

**Figura 28.** *Render perspectiva 4*



**Figura 29.** *Render perspectiva 5*



**Figura 30.** *Render perspectiva 6*



## 5. Conclusiones

### 5.1 Implantación



La implantación del proyecto demuestra una estrategia clara de ocupación del territorio, donde se prioriza la continuidad de las zonas verdes y la relación con el entorno natural e institucional inmediato. Aproximadamente más de la mitad del lote (55.77%) se mantiene como superficie permeable y vegetal, lo cual fortalece la sostenibilidad del conjunto y reduce el impacto ambiental. La distribución de masas construidas permite liberar grandes áreas destinadas a espacio público, de transición y permanencia, garantizando una adecuada proporción entre espacio construido y espacio abierto. Además, la arborización perimetral y estratégica actúa como barrera

climática frente a la radiación solar y los vientos dominantes, mejorando las condiciones de confort exterior e interior; la implantación estratégica convierte al FabLab en un articulador del tejido universitario, fortaleciendo relaciones entre facultades y espacios existentes.

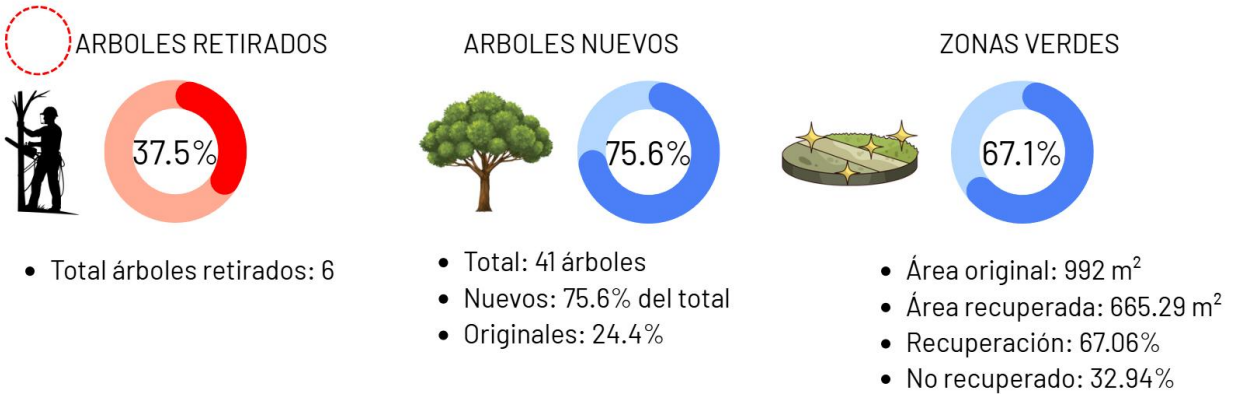
## 5.2 Relación inmediata, vegetación y cubiertas



La planta de cubiertas refleja una estrategia ambiental consciente, donde las superficies no ocupadas por elementos técnicos son aprovechadas como áreas verdes o espacios de transición. La distribución de arborización y patios permite generar sombras sobre circulaciones y zonas de permanencia, disminuyendo la ganancia térmica del conjunto. Además, la fragmentación de la cubierta evita grandes superficies impermeables continuas, favoreciendo la infiltración y el manejo

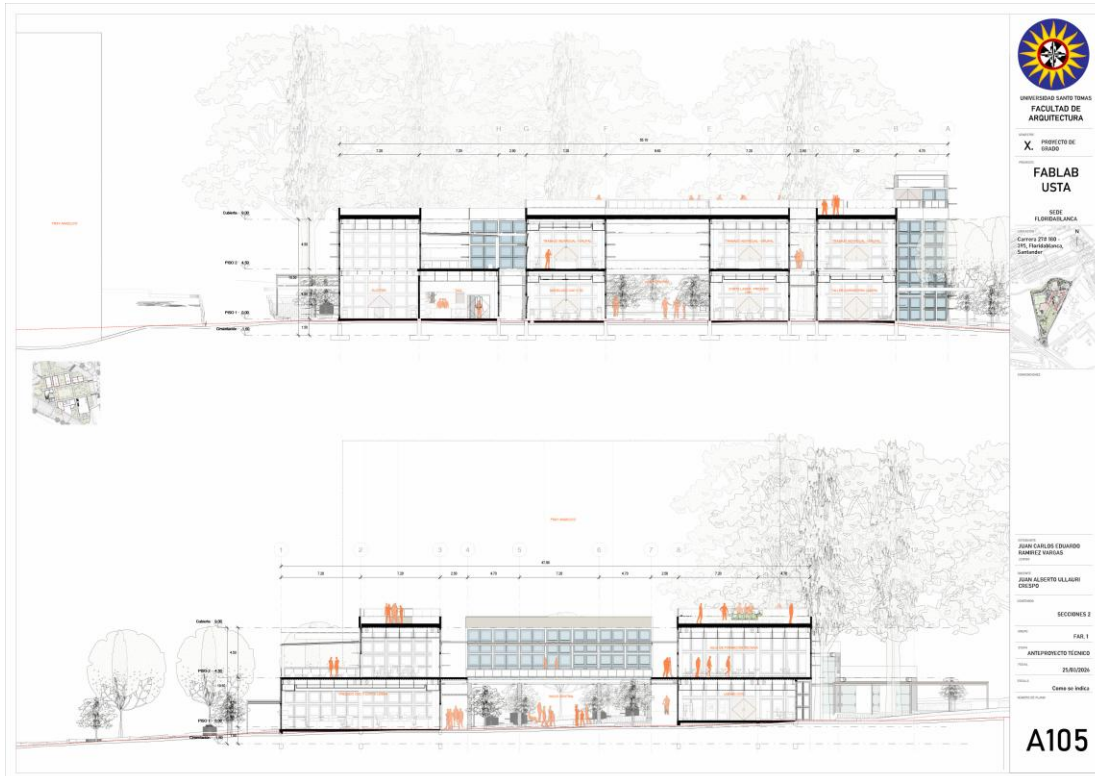
adecuado de aguas lluvias. Este tratamiento contribuye a que el proyecto no solo cumpla con indicadores de área verde a nivel de suelo, sino que los refuerce en niveles superiores, aumentando el porcentaje efectivo de cobertura vegetal.

**Figura 31. Indicadores resultantes**



### 5.3 Secciones

**Figura 32. Secciones 1**



**Figura 33. Secciones 2**

Las secciones del proyecto evidencian una adecuada relación entre ocupación y espacio libre, coherente con el índice de ocupación previamente calculado ( $\approx 44,2\%$ ), permitiendo que más del 55% del lote permanezca como área libre. Esta decisión se traduce en una volumetría escalonada y permeable que favorece la ventilación cruzada y la entrada controlada de luz natural en todos los niveles. La incorporación de vacíos interiores y dobles alturas no solo mejora el confort térmico, sino que también articula visual y espacialmente las distintas áreas del FabLab. Asimismo, la presencia constante de vegetación en primer nivel y su integración en los bordes del edificio contribuye a la regulación microclimática, reduciendo la radiación directa sobre fachadas y espacios de circulación. Consolidan la idea de un edificio que responde a su contexto mediante la fragmentación del volumen y la generación de patios internos. Esta configuración permite que un alto porcentaje de los espacios cuenten con iluminación y ventilación natural directa, reduciendo la dependencia de sistemas mecánicos. La disposición modular de los bloques facilita

la flexibilidad funcional del FabLab, mientras que los vacíos intermedios funcionan como pulmones verdes que mejoran la calidad ambiental. En términos de masa construida, se mantiene una proporción equilibrada frente al espacio abierto, reafirmando la intención de un proyecto compacto, pero no invasivo.

#### **5.4 Conclusiones generales**

- *Cierre de brecha académica–técnica*

El FabLab se consolida como un puente entre el diseño y la materialización, fortaleciendo el aprendizaje práctico en arquitectura e ingeniería civil.

- *El espacio como herramienta pedagógica*

La arquitectura no es solo contenedora, sino un sistema activo de aprendizaje, donde la configuración espacial potencia la colaboración, experimentación y producción.

- *Sistema flexible y adaptable*

El proyecto, basado en lógica de mat-building, permite crecimiento progresivo, adaptación a nuevas tecnologías y cambios en dinámicas académicas.

- *Integración con el campus*

La implantación estratégica convierte al FabLab en un articulador del tejido universitario, fortaleciendo relaciones entre facultades y espacios existentes.

- *Impacto formativo y proyección futura*

El FabLab impulsa una formación más integral, promoviendo innovación, pensamiento crítico y capacidades técnicas, alineadas con las demandas contemporáneas.

### Referencias Bibliográficas

- Blikstein, P. (2018). Maker education: Reclaiming constructionism. En M. Honey & D. E. Kanter (Eds.), *Design, make, play: Growing the next generation of STEM innovators* (pp. 75–88). Routledge.
- Dubriwny, N., Pritchett, N., Hardesty, M., & Hellman, C. M. (2016). Impact of Fab Lab Tulsa on student self-efficacy toward STEM education. *Journal of STEM Education*, 17(2), 21–23.
- Fernández-Galiano, L. (2011). *Del mat-building a la ciudad en el espacio* [Archivo PDF]. Dialnet. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3665283>
- Gershenfeld, N. (2012). How to make almost anything: The digital fabrication revolution. *Foreign Affairs*, 91(6), 43–57.
- Hernández, A., & Pérez, M. (2010). Cubiertas verdes: criterios de diseño y beneficios ambientales en la arquitectura contemporánea. *Informes de la Construcción*, 62(518), 5–17. <https://doi.org/10.3989/ic.09.047>
- Jarillo Aguilar, I. A. (2023). Laboratorios de fabricación digital (FabLab) y su implementación en educación básica: Una revisión sistemática. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 14(27), e513. <https://doi.org/10.23913/ride.v14i27.1560>
- Lassiter, S. J. (2007). On the road to the future: Mobile FabLabs for technical education. *Leonardo Transfer of Innovation*, FormaLab 2011-1-FR1-LEO05-24454.
- Lorenzo, C. (2019). *Fabricación digital: Nuevas herramientas para la docencia en arquitectura*. Universidad San Pablo CEU.
- Melo-Becerra, L. A., Ramos-Forero, J. E., & Hernández-Santamaría, P. O. (2017). La educación superior en Colombia: situación actual y análisis de eficiencia. *Desarrollo y Sociedad*, (78), 59–111. <https://doi.org/10.13043/DYS.78.2>

Mostert-van der Sar, M., Mulder, I., Remijn, L., & Troxler, P. (2013). FabLabs in design education.

En *Proceedings of the International Conference on Engineering and Product Design Education* (pp. 629–632). Dublin Institute of Technology.

Oberlander, P., & Rainer, D. (2007). *Green roofs: Ecological design and construction*. W. W. Norton & Company.

República de Colombia. (1992). *Ley 30 de 1992*. Por la cual se organiza el servicio público de la Educación Superior. Diario Oficial No. 40.700.

República de Colombia. (2010). *Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10. Título J: Requisitos de protección contra incendios*. Decreto 926 de 2010.

República de Colombia. (2010). *Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10. Título K: Requisitos complementarios*. Decreto 926 de 2010.

## Apéndices

**Apéndice B.** *Programa arquitectónico.*

**Apéndice B.** *Memorias de proyecto*

**Apéndice C.** *Planta localización*

**Apéndice D.** *Planta cubiertas*

**Apéndice E.** *Planta primer piso*

**Apéndice F.** *Planta segundo piso*

**Apéndice G.** *Secciones 1*

**Apéndice H.** *Secciones 2*

**Apéndice I.** *Fachadas 1*

**Apéndice J.** *Fachadas 2*

**Apéndice K.** *Ampliación Laboratorio*

**Apéndice L.** *Corte por fachada 1 y detalles*

**Apéndice M.** *Corte por fachada 2 y detalles*

**Apéndice N.** *Plano implantación técnica*

**Apéndice O.** *Plano sistema constructivo y materialidad*

**Apéndice P.** *Plano ductos y estructura*

**Apéndice Q.** *Plano cuartos técnicos y salidas de emergencia*

**Apéndice R.** *Vistas 3d*

Véase archivos en fuente externa