

Arquitectura paramétrica para la innovación en Tics y Robótica.

Centro de Innovación y Tecnología para la ciudad de Bogotá.

Álvaro Javier Rincón Pinzón

Universidad Piloto de Colombia

Facultad de Arquitectura y Artes

Programa de Arquitectura

Bogotá D.C-2022

Arquitectura paramétrica para la innovación en Tics y Robótica.

Centro de Innovación y Tecnología para la ciudad de Bogotá.

Álvaro Javier Rincón Pinzón

Trabajo de grado para optar al título de Arquitecto

Director:

Arquitecta Andrea Natalia Laguna Sánchez

Codirector:

Biólogo Tomas Bolaños Silva

Universidad Piloto de Colombia

Facultad de Arquitectura y Artes

Programa de Arquitectura

Bogotá D.C-2022

Agradecimientos

Agradezco a cada una de las partes que permitieron mi formación como arquitecto, principalmente a mis padres que me apoyaron y me acompañaron a lo largo de todo el proceso, que a través de sus consejos me permitieron mi desarrollo personal y académico. A los diferentes docentes que forjaron mi enfoque como arquitecto y fueron fundamentales dentro del desarrollo profesional. Y, por último, a la universidad piloto por brindar las diferentes herramientas para el crecimiento de mi conocimiento dentro del área.

Resumen

El siguiente documento presenta la propuesta de Arquitectura paramétrica para la innovación en Tics y Robótica formulado a partir del diseño arquitectónico de un centro de innovación y tecnología para tics y robótica para la ciudad de Bogotá.

El proyecto nace de un análisis previo de la situación actual de Bogotá en temas de innovación hacia tecnologías pertenecientes a la industria 4.0 o cuarta revolución industrial y del porque es importante que la ciudad pueda contar con infraestructura apta para el desarrollo de estas tecnologías, fortaleciendo su ecosistema de innovación. Por lo cual se plantea el diseño arquitectónico de espacios aptos para la investigación, trabajo colaborativo y fortalecimiento de la comunidad hacia estos temas de avance conceptualizado a través de tres puntos teóricos: composición por patio, Arquitectura inmersiva y Parametricismo como punto más fuerte debido a su aplicación en todas las fases de diseño.

Palabras claves

Innovación, Industria 4.0, composición por patio, Arquitectura inmersiva, Parametricismo

Abstract

The following document presents the proposal of Parametric Architecture for Innovation in Tics and Robotics formulated from the architectural design of an Innovation and Technology Center for Tics and Robotics for the city of Bogotá.

The project stems from a previous analysis of the current situation in Bogota in terms of innovation towards technologies belonging to Industry 4. 0 or the Fourth Industrial Revolution and why it is important that the city is able to count on suitable infrastructure for the development of these technologies, strengthening its innovation ecosystem. Therefore, the architectural design of spaces suitable for research, collaborative work and community strengthening on these issues is proposed. conceptualized advance through three theoretical points: composition by courtyard, Immersive Architecture and Parametricism as its strongest point due to its application in all phases of design.

Keywords

Innovation, Industy 4.0, composition by courtyard, immersive architecure, Parametricism

Tabla de Contenidos

Formulación Del Problema	1
Delimitación Del Problema.....	4
Justificación	6
Objetivos	8
Objetivo General	8
Objetivos específicos	8
Método	9
Marco teórico	11
Teoría de diseño. Composición por patio	11
Arquitectura Inmersiva	15
Paramétricismo	19
Resultados	26
Condicionantes de diseño urbano arquitectónico	27
Proceso de diseño.....	30
Sostenibilidad.....	36
Estructura	39
Materialidad e imagen.....	40
Espacio público.....	41
Conclusión	42
Bibliografía	44
Anexos	46
Cuadro Teórico	60

Lista de Tablas

Tabla 1. Grados de inmersión.....	16
-----------------------------------	----

Lista de figuras

Figura 1. Contexto inmediato del proyecto.....	5
Figura 2. Operación de diseño inicial.	13
Figura 3. Segunda operación de diseño para la creación de patios entre volúmenes.	14
Figura 4. Tercera operación de diseño.....	15
Figura 5. Propuesta modular Oasys. MASK architects	17
Figura 6. Cuarto piso edificio M - Disposición de aulas inmersivas en el proyecto	18
Figura 7. Visualización de aulas inmersivas.....	18
Figura 8. Harbin Opera House / Mad Architects.	20
Figura 9. Proceso general de actividades en el diseño paramétrico.....	21
Figura 10. Algoritmo para la generación de esquema básico	22
Figura 11. Algoritmo para la creación de pabellón del espacio público.....	23
Figura 12. Exploración de módulos en la fabricación de pabellones.....	24
Figura 13. Algoritmo para la creación de patrón de transparencias en las cubiertas.	25
Figura 14. Patrón de teselación de cubiertas.....	26
Figura 15. Análisis de conexiones urbanas del predio.....	27
Figura 16. Análisis de sistema de movilidad del predio.	28
Figura 17. Contexto del predio	29
Figura 18. Esquema de determinantes del lugar y normativa del predio.....	30
Figura 19. Boceto de concepto inicial de diseño	31
Figura 20. Operaciones de diseño.....	32
Figura 21. Zonificación Edificio INNO.....	34
Figura 22. Zonificación Edificio Museo.....	35
Figura 23. Diagrama bioclimático del proyecto.....	37
Figura 24. Elemento fonil dentro de Edificio INNO para la recolección de aguas lluvias.....	38
Figura 26. Esquema isométrico de estructura de cubierta Edificio Museo.....	40
Figura 27. Detalle de paneles de Alucobond sobre estructura metálica en cubierta.....	41
Figura 28. Pabellón propuesto	42
Figura 29. Render final de la propuesta arquitectónica.	44
Figura 30. Render exterior. Imagen del proyecto sobre av. de las Américas	46
Figura 31. Render exterior. Edificio ADM.....	46
Figura 32. Render exterior. Pabellón y juegos interactivos	47
Figura 33. Render interior. Atrio central Edificio INNO.....	47
Figura 34. Render interior. Laboratorio de Robótica.....	48
Figura 35. Render interior. Aulas temáticas	48
Figura 36. Render exterior. Luminarias propuestas.....	49
Figura 37. Plano de Implantación	50
Figura 38. Planta de primer piso Edificio Museo.	50
Figura 39. Planta de segundo piso Edificio Museo.....	51

Figura 40. Planta de tercer piso Edificio Museo.....	51
Figura 41. Planta de cuarto piso Edificio Museo.....	52
Figura 42. Planta de primer piso Edificio INNO.....	52
Figura 43. Planta de segundo piso Edificio INNO.....	53
Figura 44. Planta de tercer piso Edificio INNO.....	53
Figura 45. Planta de cuarto piso Edificio INNO.....	54
Figura 46. Planta de quinto piso Edificio INNO.....	54
Figura 47. Planta de segundo piso Edificio ADM.....	55
Figura 48. Planta de tercer piso Edificio ADM.....	55
Figura 49. Fachadas Edificio Museo.....	56
Figura 50. Fachadas Edificio Museo.....	56
Figura 51. Fachadas Edificio INNO.....	57
Figura 52. Cortes Edificio M.....	57
Figura 53. Corte longitudinal Edificio INNO.....	58
Figura 54. Perfiles generales.....	58
Figura 55. Planta de cubiertas.....	59

Introducción

El proyecto de Arquitectura parametrica para la innovación en Tics y Robótica para Bogotá es concebido a partir de la búsqueda de diseñar espacios aptos para la investigación, desarrollo y producción de nueva tecnología potenciando el ecosistema de innovación de la capital de Colombia enfocado en sus ramas de tecnología con mayor fortaleza.

Todo en busca del optimo diseño de infraestructura educativa que permita el trabajo colaborativo, la investigación, la innovación y cualquier proceso creativo necesario para la producción de tecnología de punta requerida por cualquier empresa o población local y nacional.

Dicho diseño busca la implementación de arquitectura parametrica la cual permitió experimentar y optimizar todas las decisiones de diseño requeridas en el proceso para la concretización del proyecto.

Formulación Del Problema

Como punto inicial, Colombia es un país que posee gran variedad de recursos naturales, tiene grandes capacidades de producción agrícola, ganadera y minera en las cuales se basa su economía. Pero, al prospectar y analizar la economía mundial actual, las tendencias futuras y el inminente cambio climático, el país se encuentra en una posición muy desfavorable en materia de innovación y hacia las nuevas maneras de crecimiento económico, en el que no ha logrado superar dicha condición de subdesarrollo a través de procesos lineales basados en la explotación

de sus recursos. Por tal razón es importante mirar cómo se encuentra Bogotá, su capital en dichas temáticas,

A partir de lo mencionado, es preciso señalar que Bogotá, a pesar de ser el nodo empresarial principal de Colombia y estar posicionada como una de las ciudades más visitadas e importantes de la región, posee una desventaja frente a otras capitales latinoamericanas que ya desarrollan procesos para la transformación económica basándose en las tecnologías como catalizadoras de nuevas soluciones para el comercio global. En dicho comercio global, de constante transformación y crecimiento se encuentra la Industria 4.0 o también llamada cuarta revolución industrial que es definida como aquella que: “combina técnicas avanzadas de producción y operaciones con tecnologías inteligentes que se integrarán en las organizaciones, las personas y los activos.” (Deloitte Insights, 2017) la cual “se basa en nueve pilares tecnológicos, conectando el mundo físico y digital: El Big Data y la IA, Computación en la nube, Realidad aumentada (AR), Internet de las cosas industrial (IIoT), Fabricación aditiva/Impresión 3D, Robótica, gemelos digitales y Ciberseguridad.” (SAP Insights Newsletter, 2016)

En esta prospectiva de innovación es importante conocer el objetivo de la Política pública de ciencia, tecnología e innovación de Bogotá, el cual es:

Fortalecer el Ecosistema Regional de Ciencia, Tecnología e Innovación para lograr insertar a Bogotá, dentro de las denominadas Sociedades de Conocimiento, como una ciudad-región competitiva, sostenible, innovadora e integradora con base en su capacidad para crear valor por medio de la generación y aplicación de conocimiento. (CONPES D.C, 2019)

Objetivo que es bastante amplio desde temas gubernamentales, administrativos y económicos. Pero, un factor importante a destacar es la ausencia de infraestructura que permita llevar a cabo dichos procesos de fortalecimiento en innovación. Si se tiene en cuenta la relación de Bogotá frente a los campos académicos anteriormente nombrados, la capital se destaca en el sector de Tics y robótica, “que se da por su alto potencial en talento humano correspondiente al 26% de la oferta nacional en el sector contando con 10 instituciones de educación superior, 73 programas y 364 grupos de investigación registrados” (Universidad Nacional, STEPI, 2016).

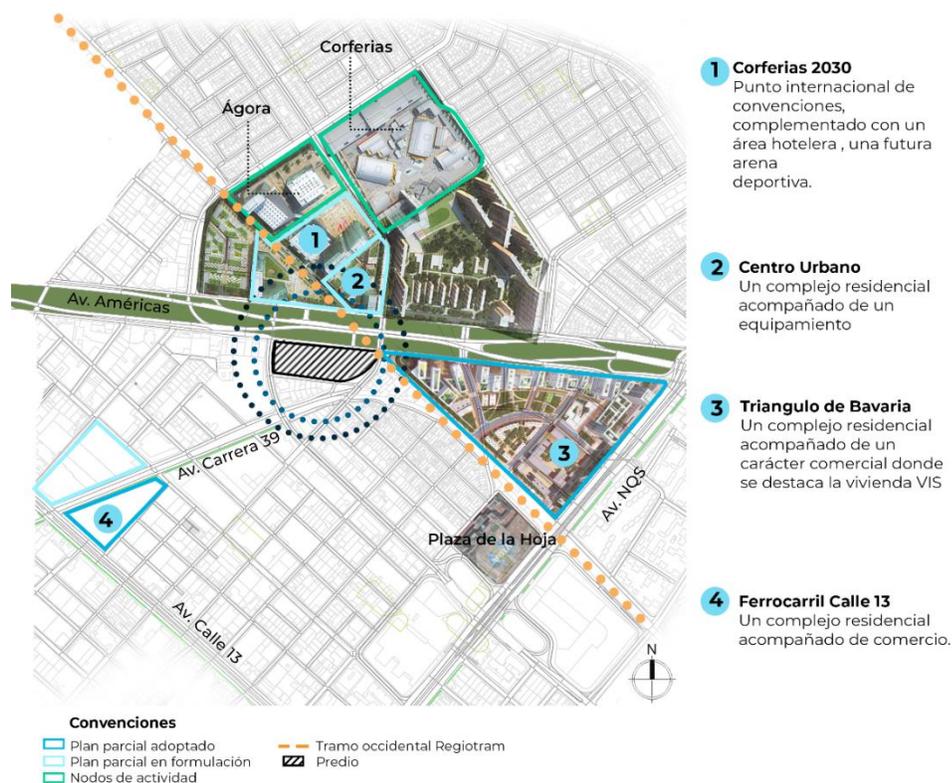
Es por esto que, en busca de una transformación hacia la innovación enfocada en la industria 4.0 como propulsora de desarrollo socioeconómico de la ciudad de Bogotá y continuando con los lineamientos de la política pública de ciencia, tecnología e innovación buscando fortalecer su posicionamiento a nivel Latinoamérica y global, se plantea el diseño de un Centro de innovación y tecnología, independiente a cualquier institución de educación superior enfocado en los campos de Tics y robótica. Siendo aquel, un lugar que brinda espacios que “permiten integrar, conectar y articular a todos los actores que participan en el fomento de la ciencia, la innovación y la tecnología para que los procesos de desarrollo experimental y de nuevas tecnologías sean más eficientes” (Castellanos Orjuela, 2018) que a través de su arquitectura contemporánea brinda áreas aptas para el desarrollo de dichos procesos, y por medio de su morfología maravillosa e invite a la población civil a interesarse por conocer del mundo tecnológico.

Delimitación Del Problema

En Bogotá no existe la infraestructura física educativa y científica adecuada que permita la generación de conocimiento y posterior aplicación al mercado comercial en los campos abarcados por la industria 4.0; principalmente en el campo de TICS y robótica. Este problema se deriva en la ausencia de espacios como los centros de innovación, ciencia y tecnología, que sean independientes a alguna Institución de educación superior donde se potencializan los conceptos académicos y las ideas de crecimiento.

Emplazándose en la localidad de puente Aranda, en la UPZ zona industrial, específicamente, en la carrera 36 con av. de las Américas. Lugar que, a partir de un previo análisis, se determinó por la cercanía a los principales nodos académicos de Bogotá, ubicados en Chapinero y en la Zona centro, que a través de tramos claves como la av. de las Américas permite su comunicación con el resto de la ciudad. La cercanía a puntos de transporte público, (Transmilenio y SITP) y su proximidad al futuro tramo occidental del Regiotram, que pasa por el costado oriental del predio.

También, se encuentra en un área de redesarrollo urbano en busca de transformar esta zona deteriorada que es de uso industrial, en el que se pretende acoplar el proyecto a los planteamientos urbanos de renovación y redesarrollo. Principalmente, se conecta de manera directa en el costado oriental con el plan parcial del Triángulo de Bavaria, un proyecto enfocado al ámbito residencial y mixticidad de usos. Sobre el costado norte se busca conectar con el Plan Corferias 2030 enfocado en brindar actividad internacional en la zona y contribuir a la conectividad ecológica dada por el corredor de la av. de las Américas. (Figura 1).

Figura 1.*Contexto inmediato del proyecto*

Nota. Se evidencia como es la planeación de diferentes planes de redesarrollo a través de planes parciales adoptados y en formulación dentro de la zona donde se emplaza el centro de innovación. Se encuentran nodos de actividad importantes como Corferias y el Ágora centro de convenciones. Adicionalmente la proyección del futuro tramo de Regiotram. Elaboración propia

De esa problemática se plantea el diseño de un centro de innovación y tecnología enfocado a las tics y robótica que funciona como un punto focal de innovación, emprendimiento y colaboración en el que convergen instituciones de educación superior y empresas para la creación de soluciones o desarrollos que optimicen procesos de la industria nacional y local dándoles un valor agregado a los productos y servicios comerciales. El proyecto se desarrolla

principalmente para empresas tanto grandes o pequeñas que requieran apoyo en soluciones de tecnologías de información y comunicación o robótica. Adicionalmente, se plantea espacios destinados para el apoyo de emprendimientos, para que a través del uso de dichas tecnologías obtengan un impulso que les permita aumentar sus niveles de productividad.

El concepto principal del proyecto es la inmersión, que se basa en buscar y crear espacios urbano-arquitectónicos que crean una experiencia de atmósfera eco tecnológica permitiendo reflejar las bondades de la industria 4.0 e incentivando a la comunidad a ser partícipe de un futuro sostenible. Dichos espacios se fundamentan en la implementación de un proceso paramétrico que, a través de datos y reglas, optimiza la intención inicial del diseño explorando múltiples alternativas hasta encontrar la solución más adecuada en pro de un desarrollo sostenible.

Justificación

La arquitectura responde a la necesidad de un centro de innovación y tecnología con enfoque Tics y robótica a través de su distribución en tres ámbitos que se materializan a través de tres edificios interconectados que responden a ellos mismos, distribuyéndose de la siguiente manera: el edificio de ámbito académico-investigativo con la nomenclatura INNNO brinda espacios de laboratorios y áreas de investigación y trabajo siendo el volumen de mayor jerarquía y el que posee el carácter más representativo del proyecto. El segundo, destinado a un uso

administrativo que brinda oficinas para empresas relacionadas y entes administrativos. Y, por último, una edificación que busca la vinculación con la sociedad civil a través de un museo interactivo que permite atraer la comunidad a esos espacios tecnológicos.

Dichas edificaciones se complementan y se fortalecen a través de las conexiones urbanas que nos permite la ubicación central en la que se implanta el proyecto, que si lo cruzamos con los datos de movilidad nos brinda una interesante conexión hacia los puntos focales científicos y de instituciones de educación superior y universidades en la zona centro y Chapinero. Fuera de esto, se destaca la cercanía a Corferias, que es un punto muy importante en temas de atracción de público y es un espacio utilizado para diferentes temáticas que se complementa con el centro de convenciones del Ágora, en el ámbito de negocios y ámbito internacional.

Objetivos

Objetivo General

Potenciar la capacidad de innovación tecnológica de Bogotá a partir del diseño de un centro de innovación, ciencia y tecnología con un enfoque sostenible que permita la contribución a un distrito de innovación a través de la incubación de nuevas ideas basadas en la industria 4.0

Objetivos específicos

- Identificar condicionantes de diseño urbano arquitectónico que permitan incentivar y aproximar a la comunidad y pequeñas empresas de Bogotá a sacar beneficios de la cuarta revolución industrial.
- Implementar herramientas de la industria 4.0 participes en el ámbito arquitectónico; uso del parametricismo para optimizar el proceso de diseño de un equipamiento dotacional de ciencia, innovación y tecnología en busca de una edificación sostenible
- Diseñar la infraestructura física de un equipamiento educativo que incremente el ecosistema de innovación de Bogotá a partir de conceptos de sostenibilidad y autosuficiencia que se apoyan en la industria 4.0 en busca de espacios urbano-arquitectónicos aptos para la investigación de TICS y robótica.

Método

En busca de contribuir a la solución del problema que presenta la ciudad de Bogotá con respecto a la dificultad de innovación tecnológica, mediante el diseño arquitectónico de un centro de innovación y tecnología se plantea la metodología a desarrollar a partir de tres segmentos:

Primer fase: desarrollar un proceso investigativo, como fundamento para la propuesta inicial de esquema básico, determinada por condicionantes urbano arquitectónicas que permiten determinar las operaciones de diseño para el correcto funcionamiento del centro de innovación para lograr impulsar empresas en busca de sacar beneficios de las tecnologías de la industria 4.0

- Análisis gráfico de la norma urbana del predio de emplazamiento a partir de los planteamientos del POT de Bogotá y el DECRETO 449 DE 2006 por el cual se adopta el Plan Maestro de Equipamientos Educativos de Bogotá Distrito Capital
- Caracterización predial del lugar de emplazamiento en busca de un correcto diagnóstico del estado actual
- Recopilación de información secundaria en función de los planes de redesarrollo urbano planteados en el área de estudio.
- Análisis bioclimático del lugar de intervención.
- Análisis estructura de innovación actual
- Análisis de vías y transporte

Como segunda fase la aplicación de herramientas de la industria 4.0 participes en el ámbito arquitectónico; uso del parametricismo para optimizar el proceso de diseño del centro de innovación y tecnología.

- Recopilación y creación de algoritmos paramétricos en función de soluciones de eficiencia de materiales y optimización bioclimática
- Exploración de un concepto irruptor a través de herramientas paramétricas

Por tercera y última fase se basa en el proceso de diseñar la infraestructura física de espacios urbano-arquitectónicos aptos para la investigación de TICS y robótica que integran el centro de innovación, acompañado de espacios culturales que aproximen a la comunidad a la temática del proyecto.

- Implantación urbana a partir de las determinantes del lugar
- Planteamiento y Distribución del programa arquitectónico en tres edificaciones que representan las tres temáticas del proyecto
- Diseño de espacios inmersivos tanto en espacios interiores como exteriores

Marco teórico

Arquitectura: diseño de espacios para la innovación en TICS y Robótica.

El enlace del proceso entre el mundo físico y el mundo virtual son fundamentales en esta época y, cada vez, son más evidentes en la vida cotidiana de las personas. Es por esto que aquellas sociedades que aprovechen y logren impulsar sus procesos económicos en estas tecnologías tomarán ventaja frente a otras en este mundo de constante cambio. Es fundamental que una ciudad como Bogotá, siendo la capital de Colombia y teniendo en cuenta su potencial académico con diferentes programas enfocadas al avance tecnológico, principalmente en tic y en robótica, logre tener espacios aptos para el desarrollo de dichos procesos. A partir de lo mencionado, el proyecto del centro de innovación se fundamenta en tres puntos: *teoría del diseño: composición por patio* para la conceptualización inicial de principios ordenadores de la forma y función del proyecto, *Arquitectura inmersiva* como concepto diferencial en la determinación de características para espacios urbano-arquitectónicos. Y, finalmente, *Parametricismo* como estilo arquitectónico del proyecto en pro a la aplicación de tecnologías de la industria 4.0 en su conceptualización y desarrollo.

Teoría de diseño. Composición por patio

El diseño del centro de innovación nace de la búsqueda de reflejar la conexión que debe existir entre la academia, la empresa y la sociedad civil siendo conformado por tres edificaciones que reflejan la mencionada colaboración. Los edificios que tienen como uso:

1. Bloque Museo Interactivo: edificio cuyo uso es de museo interactivo para fortalecer el acercamiento y educación de la comunidad al ámbito tecnológico,
2. Bloque INNO: espacios

aptos para la investigación y procesos de colaboración, y 3. Bloque ADM: espacios con disposición de un uso netamente administrativo. Dichas edificaciones buscan utilizar la composición por patio como su principio ordenador, teniendo en cuenta que según Capitel el patio:

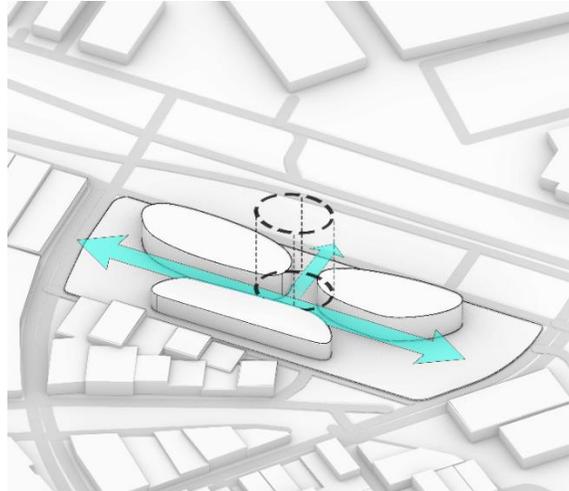
Centra la atención del edificio convirtiéndolo en su principal elemento en cuanto que éste se configura como completo protagonista de la ordenación estructural, del aspecto visual de está, de la relación del interior con el exterior y el aire libre, y del dominio del edificio mediante el recorrido a su través. (Capitel, 2005)

El proyecto utiliza la composición por patio en tres escalas. Primero, desde el planteamiento de los tres bloques en su disposición y emplazamiento en la trama urbana. Segundo, disposición de patios que permitan fraccionar dichos bloques. Tercero, disposición de patios al interior de cada bloque del cual parte su configuración espacial interna.

1. Se plantean 3 bloques correspondientes al programa arquitectónico mencionado, los cuales se distribuyen en el predio a partir de un núcleo central (plazoleta) que recibe y a la vez distribuye el flujo a cada volumen. (Figura 2).

Figura 2.

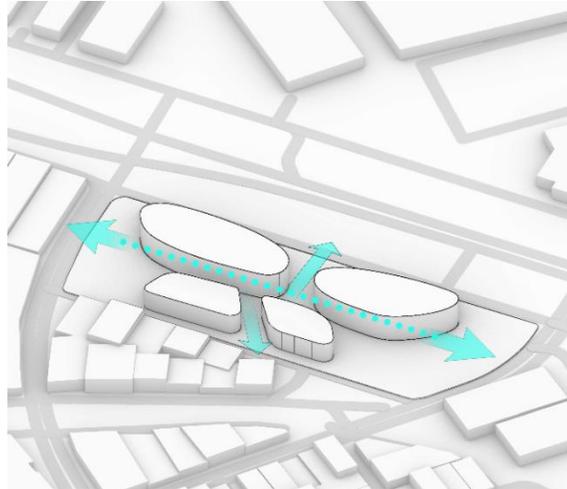
*Operación de diseño inicial de disposición de volúmenes a partir de un patio central.
(Elaboración propia).*



2. Bajo la misma conceptualización de patio, acotando la escala, el bloque académico y administrativo crean relaciones de carácter semipúblicas y privadas al interior a partir de dos patios que funcionan como un “mecanismo que permite agregar, trazar, o independizar, un elemento inicial desde donde hacer nacer la forma”. (Díaz Recasens, 1997) creando límites de accesos a partir de prolongadas permanencias y el fraccionamiento de un bloque. (Figura 3).

Figura 3.

Segunda operación de diseño para la creación de patios entre volúmenes. (Elaboración propia).



3. Por último, cada volumen, utilizando un “patio de orden” que tiene la “capacidad de ordenar y relacionar las diferentes partes de un edificio.” (Díaz Recasens, 1997) se formalizan los espacios interiores, donde dicho patio de orden actúa como un atrio; un espacio vacío desde la primera hasta la última planta del edificio con una cubierta translúcida y transparente que permite la iluminación y ventilación del volumen con morfología compacta. El patio no actúa solo como elemento ordenador, sino también como herramienta para la optimización de la bioclimática del edificio, siendo así el espacio jerarquizador dentro de cada volumen. En ellos se atribuyen funciones de ordenanza importantes como lo es la circulación principal en torno a ellos y donde se disponen los elementos de circulación vertical, convirtiéndose en un elemento simbólico dentro de la composición. (Figura 4).

Figura 4.

*Tercera operación de diseño para la creación de patios internos de cada volumen.
(Elaboración propia).*

**Arquitectura Inmersiva**

Es importante destacar que el diseño de la infraestructura apta para un centro de innovación no sea exclusivamente para personas relacionadas a los campos investigativos. Es importante disponer de espacios públicos para que la comunidad se sienta vinculada a estas temáticas que aún no son del todo adoptadas por la población civil. Por tal motivo, el proyecto busca crear espacios de carácter inmersivo donde se generen experiencias para mantener al usuario sumergido en una actividad o simplemente lo lleven a una realidad alternativa. Dichas experiencias son definidas como “aquellas que tratan de sumergir al usuario en un entorno que no es real con una determinada finalidad. Esto se logra estimulando los sentidos del espectador llevándolo a transportarse a otro lugar” (Pascual Fernández, 2021) y en el cual siguiendo la conceptualización dada por pascual estas experiencias pueden ser catalogadas en cuatro grados,

dadas por la dependencia del uso de la tecnología y del porcentaje de elementos físicos presentes (Tabla 1).

Tabla 1

Grados de Inmersión	
1° Grado	La inmersión recae en el espacio arquitectónico con elementos habituales como luz y sonido
2° Grado	Elementos adicionales que fortalecen la inmersión como proyecciones, pantallas y hologramas entre otros, que invaden el espacio físico sin materialidad.
3° Grado	Combina el espacio físico con el virtual en tiempo real. (Realidad aumentada)
4° Grado	Desaparece el mundo físico y solo existe el mundo virtual. (Realidad virtual)

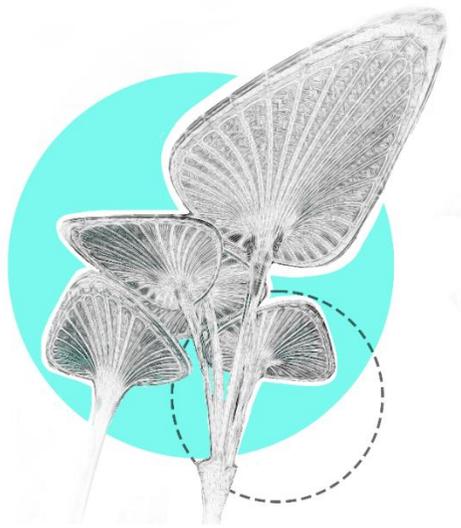
Nota. Síntesis de Grados de experiencias de inmersión. Elaboración propia. Información tomada de “la percepción sensorial como medio de alteración de un espacio de Pascual, L., 2021

A partir de esto se debe catalogar los grados de inmersión que serán implementados dentro del centro de innovación, ciencia y tecnología, teniendo en cuenta que es el diseño de espacios netamente físicos como proyecto arquitectónico. De acuerdo a esto, se implementan los grados de inmersión 1 y 2, ya que son independientes a artículos tecnológicos personales y que pueden ser abordados exclusivamente desde el diseño arquitectónico. En el grado 1, donde solamente la “inmersión recae en el espacio arquitectónico e instalaciones diseñadas” se crean espacios a lo largo de los diferentes recorridos presentes en el espacio público del proyecto. Dichos recorridos se fundamentan en generar una atmósfera eco tecnológica, donde el usuario perciba los avances tecnológicos, pero sin desligarse del mundo natural que es totalmente

necesario para la vida del ser humano como en la propuesta Oasis por Mask Architects en creación de elementos con dichas características (Figura 5). Estas experiencias funcionan de manera óptima, complementándose con una serie de juegos interactivos y elementos LED que utilizan la luz y el sonido como herramientas para su desarrollo.

Figura 5

Propuesta modular Oasys. MASK architects. (Elaboración propia).



Nota. Ilustración a partir de “The artificial breathing palm modular structure system”, de Mask architects, 2020. (Elaboración propia).

Continuando con el ámbito de inmersión, también se busca aplicar el grado 2 de inmersión dentro del proyecto arquitectónico, específicamente en el planteamiento de una serie de “aulas inmersivas” de 300 m² ubicadas en el edificio “M” (Figura 6), aquel que actúa como museo interactivo dispuesto para todo tipo de usuario y población. El espacio físico de las aulas es delimitado por muros en el plano horizontal y por una cubierta de geometría curva en el plano vertical dando lugar a una zona libre donde se dispondrán algunos elementos complementarios

donde los elementos proyectores y pantallas funcionen de manera adecuada según la atmósfera, exposición o requerimiento que se vaya a desarrollar según las actividades del museo (Figura 7).

Figura 6

Cuarto piso edificio M - Disposición de aulas inmersivas en el proyecto. (*Elaboración propia*).

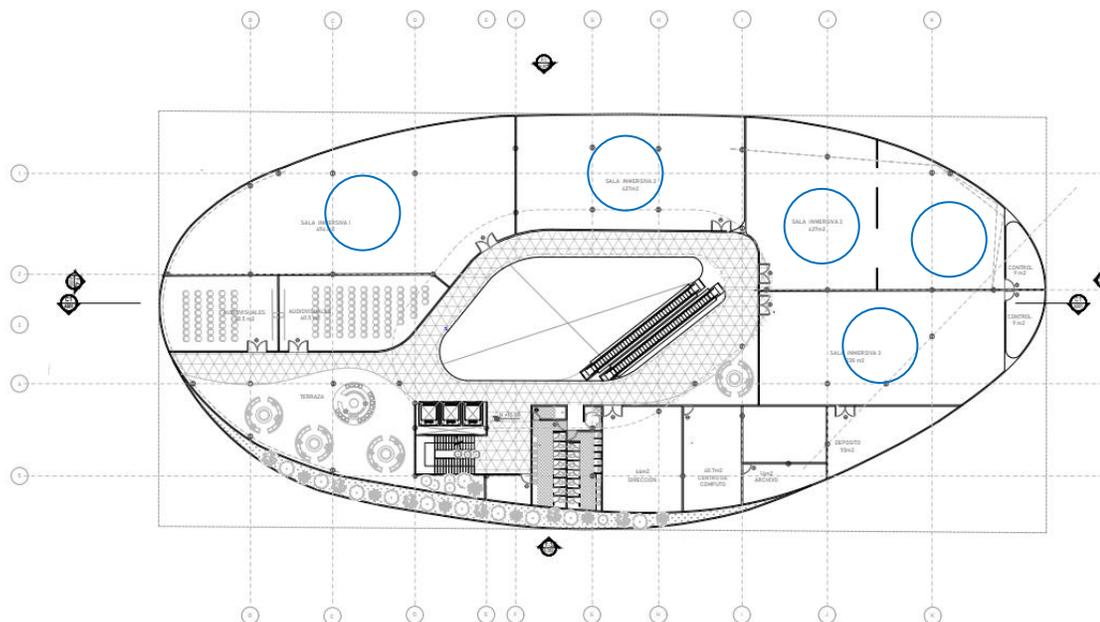


Figura 7

Visualización de aulas inmersivas del proyecto. (*Elaboración propia*).



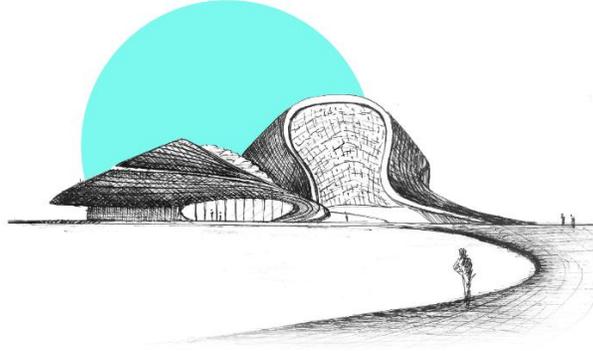
Parametricismo

A partir del segundo objetivo específico que busca la implementación de alguna herramienta de la industria 4.0 participe en el ámbito arquitectónico, se toma el parametricismo, formalizado por Patrick Schumacher en 2008, actual director de diseño de Zaha Hadid Architects, siendo un estilo arquitectónico totalmente ligado a la era de la computación y la información para ser aplicado dentro de la concepción del diseño arquitectónico del centro de innovación.

El parametricismo es definido como “la respuesta de la arquitectura al contemporáneo, siendo computacionalmente una civilización empoderada, siendo el único estilo arquitectónico que puede aprovechar al máximo la revolución computacional que ahora impulsa todos los dominios de la sociedad” (Schumacher, 2016) siendo un estilo arquitectónico único y que puede llegar a tener contradicciones por su poco conocimiento, catalogando obras características de este movimiento como diseños sin sentido o por capricho, como menciona Shumacher que el parametricismo ha sido malinterpretado como “expresiones artísticas o tecnófilas de exuberancia, o incluso como fetichismo del proceso de diseño esotérico. (Schumacher, 2016)

Figura 8

Harbin Opera House / Mad Architects. Obra arquitectónica perteneciente al Parametricismo. (*Elaboración propia*).



Pero realmente va más allá de simplemente lograr morfologías curvas o geometrías complejas. Lo importante es comprender el potencial que nos brinda este estilo arquitectónico para el proceso de diseño, logrando optimizar las decisiones de diseño a través de una serie de parámetros dados por el contexto físico, climático, social, etc. Allí existe un “proceso basado en el pensamiento algorítmico que permite la expresión de parámetros y reglas que, en conjunto, definen, codifican y aclaran la relación entre la intención del diseño y el diseño respuesta”. (Jabi, 2013)

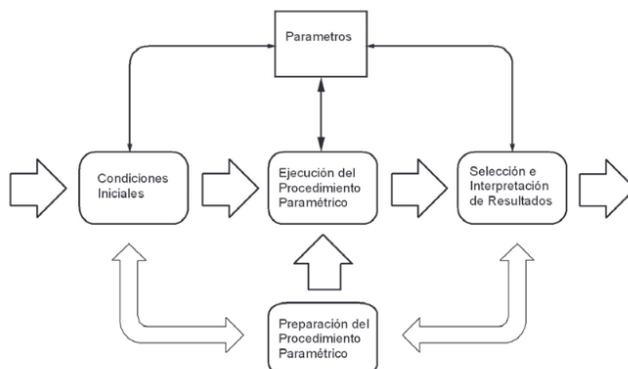
Dicho proceso paramétrico busca ser aplicado dentro del diseño del centro de innovación, desde la exploración de geometrías iniciales en la concepción inicial de los volúmenes según el programa arquitectónico, creación de geometrías complejas en los pabellones y elementos inmersivos de espacio público hasta el desarrollo de elementos arquitectónicos como la modulación de fachadas y cubiertas de carácter orgánico presentes en el proyecto siendo una “acción matemática secuencial a partir de datos numéricos que generan una figura geométrica,

configurado como un flujo de datos y operaciones (un algoritmo). (Lyon Gottlieb & García Alvarado, 2013).

Este proceso “presenta en general cuatro actividades: la definición de condiciones iniciales, la preparación del procedimiento paramétrico (o selección de una utilidad específica), la ejecución del procedimiento y la selección e interpretación de resultados, además del conjunto de parámetros considerados” (Lyon Gottlieb & García Alvarado, 2013) representados en el siguiente diagrama:

Figura 9

Proceso general de actividades en el diseño paramétrico



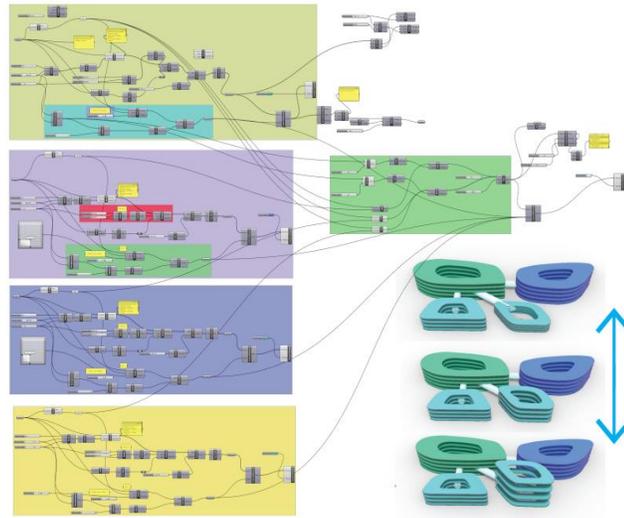
Nota. Tomado de Diseño paramétrico en Arquitectura; método, técnicas y aplicaciones, de Lyon Gottlieb, A., & García Alvarado, R., 2013). *Arquisur revista*.

Implementando las 4 actividades tiene como fin ejecutar el proceso paramétrico del diseño del centro de innovación, utilizando como herramienta de software Rhinoceros y Grasshopper que permiten la interacción de parámetros y modelos 3D en tiempo real. En el que

como primera fase se presenta la variabilidad de opciones en el proceso de esquema básico a partir de un programa arquitectónico definido por espacios, requerimientos dentro del espacio y áreas, adicionalmente de conceptos morfológicos de la edificación (Figura 10).

Figura 10

Algoritmo para la generación de esquema básico del centro de innovación a partir de un patio central.



Nota. Exploración de escala, cantidad de pisos, distancia de entrepisos y conexiones superiores. (Elaboración propia).

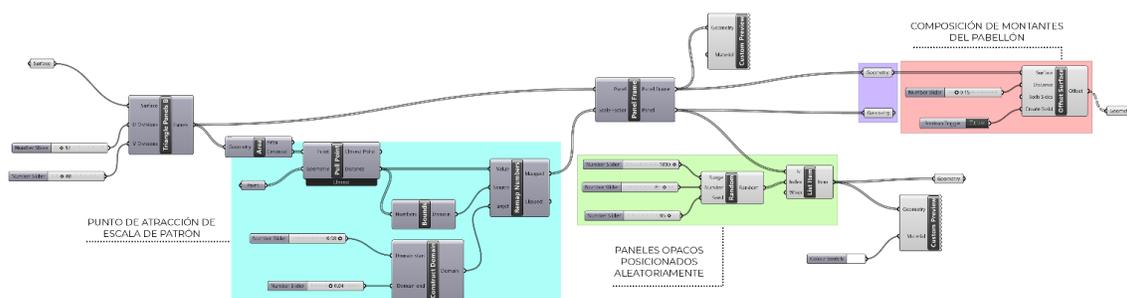
En el algoritmo presentado “los parámetros tienen la función de expresar rangos, límites y configuraciones específicas.” (Lyon Gottlieb & García Alvarado, 2013) Y que la sección de parámetros condiciona y se interconecta a las actividades de condiciones iniciales, ejecución y análisis de resultados se emplean parámetros para controlar la escala, distancia de entrepisos, cantidad de pisos, grosor de entrepisos, escala de vacíos con respecto al contorno del volumen y posibles puentes entre volúmenes del proyecto ya que “Un mismo modelo paramétrico puede

entregar diferentes resultados según varíen los parámetros que lo controlan.” (Lyon Gottlieb & García Alvarado, 2013)

Del mismo modo, se emplea dicho proceso para la creación de los elementos de espacio público (mobiliario y pabellones) en busca de que sean morfológicamente innovadores para crear las experiencias de inmersión anteriormente mencionadas, pero en el que no se usa como proceso inicial de exploración morfológica si no como método de optimización en el proceso final para la adaptación de elementos que permitan construir y generar estos objetos. En esto se evidencia la actividad de selección e interpretación de resultados en los que “varios procedimientos generan secuencias en las que el arquitecto puede elegir alguna de las formas aplicando condiciones no previstas al comienzo, como aspectos expresivos, adaptación al lugar, factibilidad constructiva, etc.” (Lyon Gottlieb & García Alvarado, 2013) aplicando diferentes patrones para la modulación del elemento hasta escoger el que mejor se adapte a la intención, (Figura 11) para así llevarla al proceso de detalle constructivo (Figura 12).

Figura 11

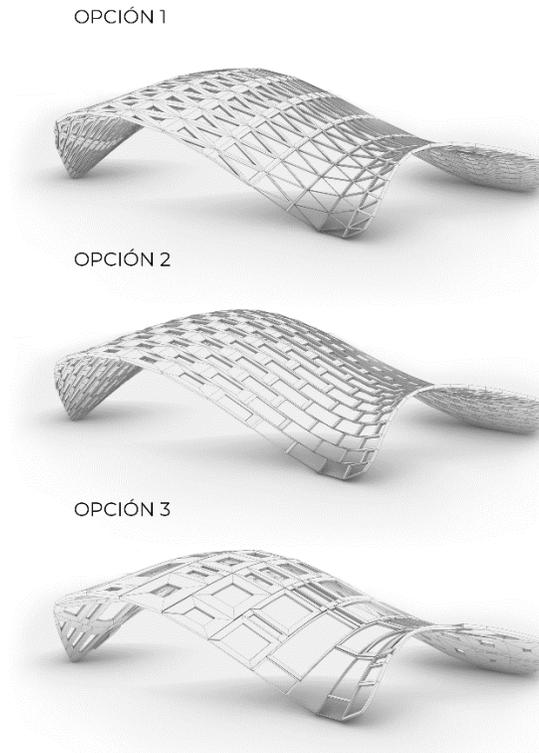
Algoritmo para la creación de pabellón del espacio público



Nota. Asignación de diferentes variables que determinan la composición del pabellón. (Elaboración propia).

Figura 12

Exploración de módulos en la fabricación de pabellones a partir de una morfología inicial. (Elaboración propia).

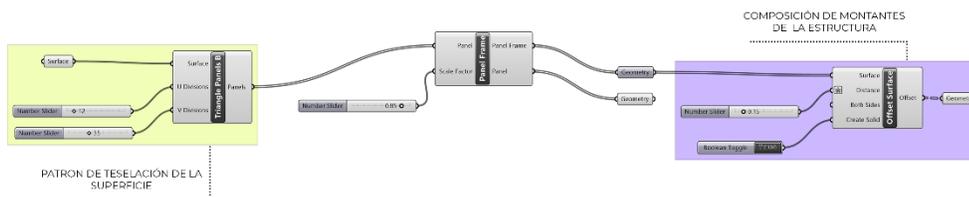


Finalmente, continuando con su implementación, dicho proceso es utilizado en la elaboración de elementos de la cubierta y fachadas del proyecto, siendo un componente de alta importancia dentro de la composición, donde se busca explorar diferentes configuraciones de acuerdo al concepto inicial buscando optimizar la función bioclimática y sostenible de las edificaciones. Teniendo en cuenta que dentro del proceso paramétrico debe existir la “determinación de las condiciones relevantes de variación de la forma para así continuar a la selección de los procedimientos matemáticos o computacionales” (Lyon Gottlieb & García Alvarado, 2013) para la elaboración de las diferentes cubiertas del proyecto, se establece el concepto inicial, los requerimientos técnicos y los datos numéricos que se requieren para su elaboración, dando así lugar a un algoritmo paramétrico que permite explorar diferentes patrones

y elementos con los cuales puede llegar a ser construida dada sus geometrías curvas, optimizando así el proceso de diseño y consolidando el anteproyecto del centro de innovación . (Figura 13).

Figura 13

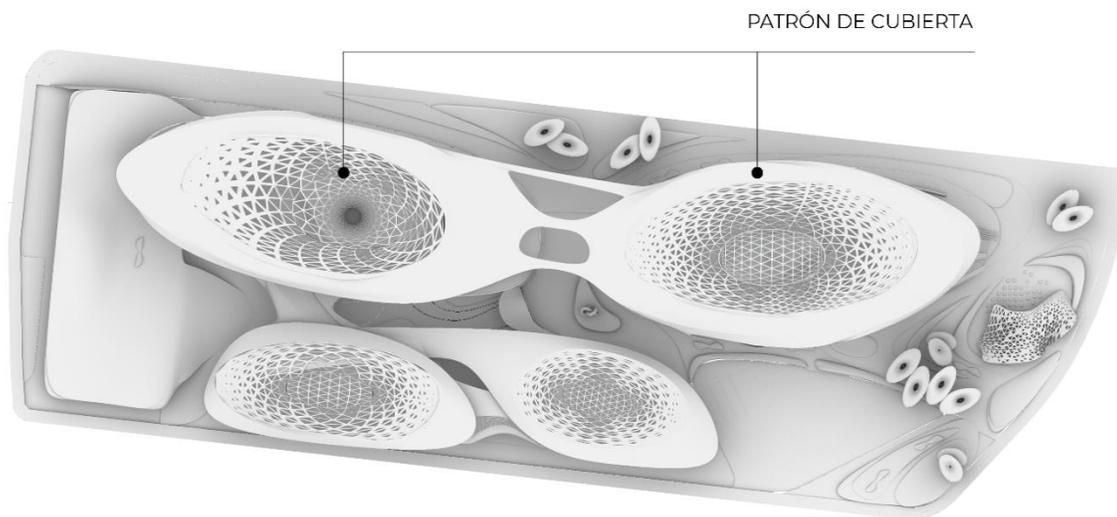
Algoritmo para la creación de patrón de transparencias en las cubiertas. (Elaboración propia).



De tal forma las cubiertas de los bloques a través de un proceso paramétrico donde se busca una óptima iluminación plantearon una serie de patrones que permiten la construcción de su geometría curva a través de una teselación donde se establecen datos que alteran la forma geométrica base, el grosor de la estructura (montantes) la dimensión o escala de cada elemento ya sea translúcido o transparente dentro del patrón. Adicionalmente también se buscó que el patrón de acristalamiento presentará una disolución en cuanto se aleja del núcleo central al que corresponde el atrio (Figura 14).

Figura 14

*Patrón de teselación de cubiertas a partir del algoritmo elaborado anteriormente.
(Elaboración propia).*

**Resultados**

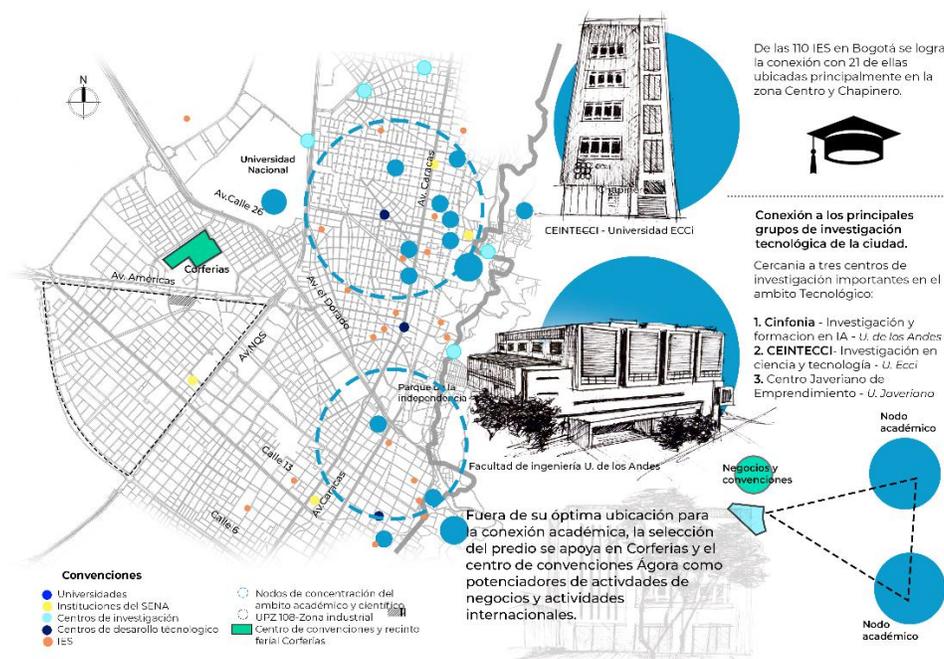
Los resultados para el centro de innovación y tecnología se enfocan en potenciar la capacidad de innovación tecnológica para Tics y robótica de Bogotá a partir del diseño arquitectónico.

Condicionantes de diseño urbano arquitectónico

El predio del proyecto se localiza en la localidad de puente Aranda, En la UPZ 108 Zona Industrial, específicamente en la carrera 36 con av. de las Américas. Ubicación que a partir de un previo análisis de escala macro se determinó teniendo en cuenta factores como lo es la cercanía a los centros académicos de la ciudad ubicados en la Localidad de Chapinero y La Candelaria, planteando una ubicación central de fácil conexión a dichos nodos reflejado en la Figura 15

Figura 15

Análisis de conexiones urbanas del predio. (Elaboración propia).

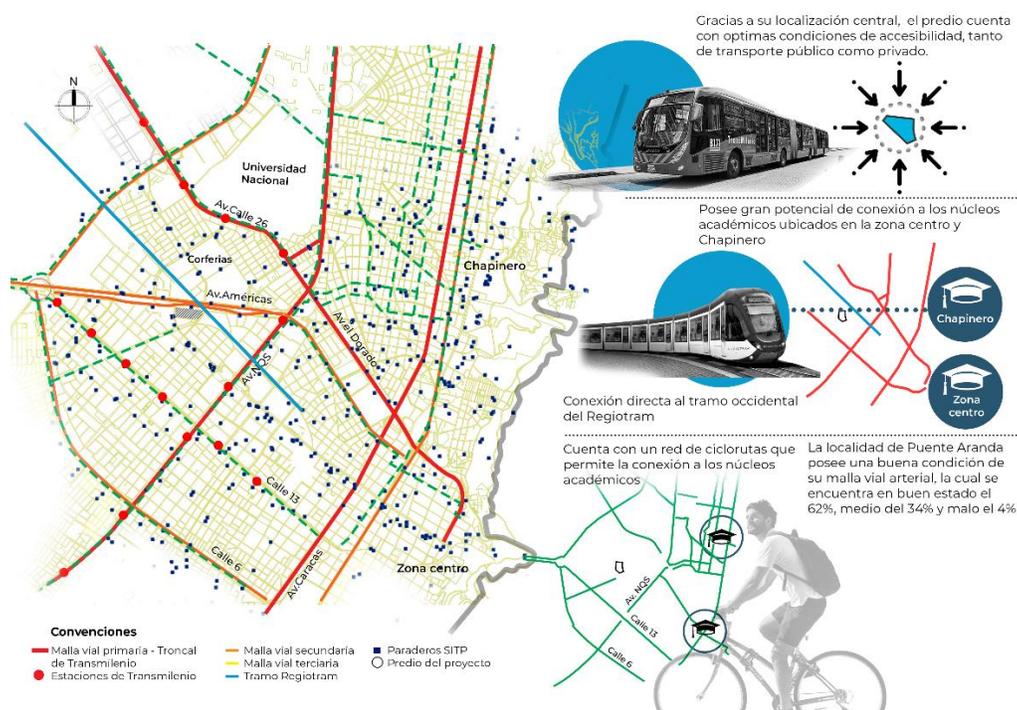


Dichos nodos académicos de la ciudad deben complementarse fundamental con la infraestructura vial y de transporte para una óptima conexión con el proyecto, por tal razón también se emplaza de manera que en su cercanía posea facilidad a transporte público dada por las estaciones de Transmilenio y paraderos de SITP y su proximidad al futuro tramo occidental

del Regiotram conectándolo con el occidente de la ciudad (Figura 16). Punto fundamental para la accesibilidad al centro de innovación con la ciudad.

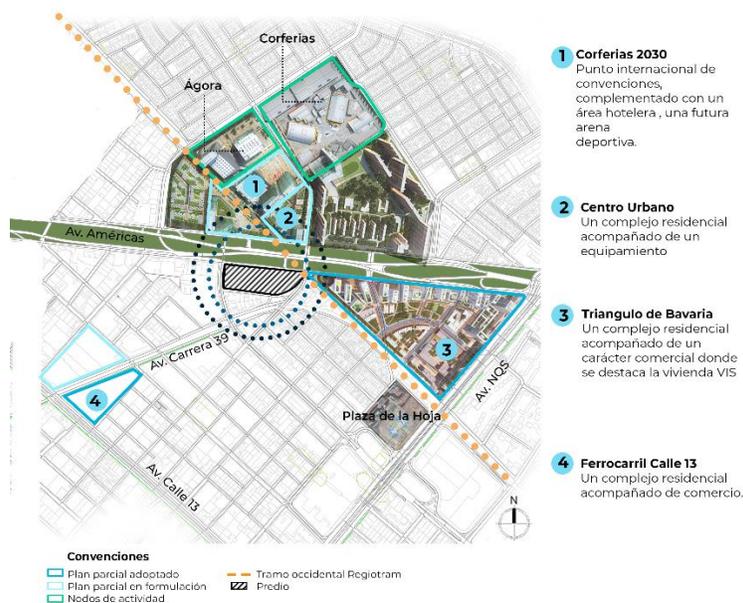
Figura 16

Análisis de sistema de movilidad del predio. (Elaboración propia).



Adicionalmente se encuentra en un área de redesarrollo urbano que busca transformar esta zona deteriorada dada por su uso industrial a lo largo del tiempo, en la que se encuentra distintos planes parciales a los cuales el proyecto se acopló de la siguiente manera: se conecta de manera directa en el costado oriental con el plan parcial del triángulo de Bavaria, un proyecto enfocado al ámbito residencial y mixticidad de usos, a través de unos espacios urbanos de esparcimiento. Sobre el costado norte se busca conectar con el Plan Corferias 2030 enfocado a brindar actividad internacional en la zona. Y por último contribuir a la conectividad ecológica dada por el corredor de la av. de las Américas (Figura 17).

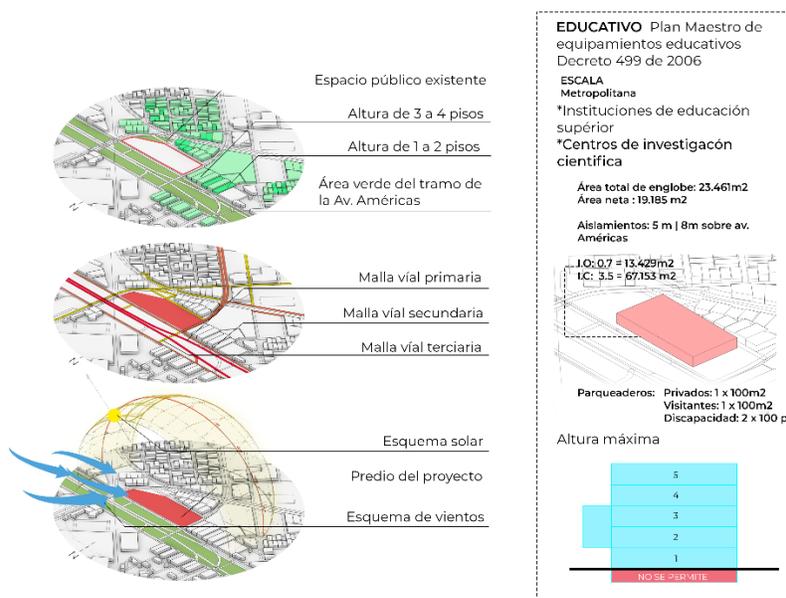
Figura 17. Contexto del predio (*Elaboración propia*).



Posteriormente de la determinación del predio de emplazamiento a partir del previo diagnóstico, se debió identificar las determinantes presentes en el lugar para así plantear un anteproyecto que responda a todas las condiciones del contexto. Principalmente las alturas de edificaciones aledañas, determinación de malla vial primaria, secundaria y terciaria para acondicionar los accesos al proyecto y finalmente las determinantes bioclimáticas para una correcta función del edificio en temas de iluminación y ventilación (Figura 18). También se identificaron los condicionantes dados por la norma urbana presente en el predio, dado por la norma urbana de la UPZ 108 Zona industrial y por el Decreto 499 de 2006 correspondiente al Plan maestro de equipamientos educativo de la ciudad de Bogotá debido al uso educativo del equipamiento planteado.

Figura 18

Esquema de determinantes del lugar y normativa del predio. (Elaboración propia).



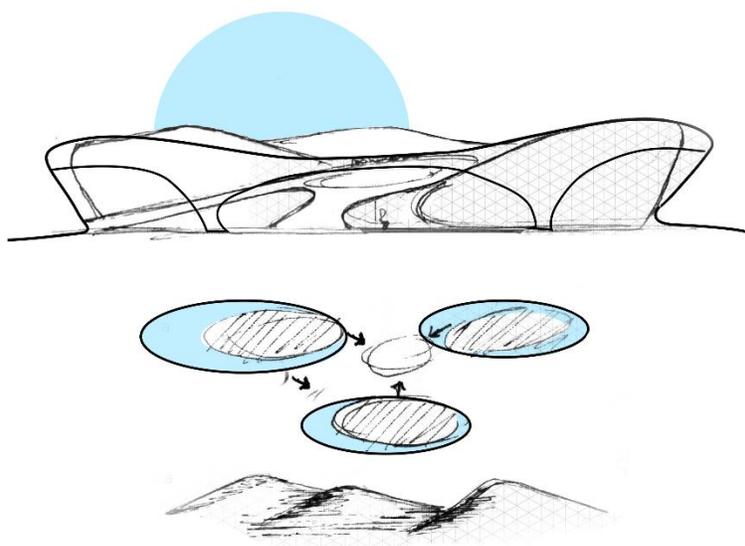
Proceso de diseño

El centro de innovación y tecnología para Tics y robótica nace bajo el concepto del fomento de la ciencia en la ciudad a través de espacios que permitan el desarrollo de actividades de investigación, exploración, colaboración e innovación. En él se buscó crear una morfología de carácter contemporáneo impulsada por geometrías curvas y una composición irruptiva dentro de su contexto, en el que se viera reflejado el carácter innovador y la tecnología aplicada dentro de la misma arquitectura teniendo en cuenta aspectos sostenibles. De tal manera, el concepto geométrico de la composición inicial se basa en la búsqueda de reflejar la conexión que debe existir entre la academia, la empresa y la sociedad civil representada a través de la descomposición de un bloque inicial en tres anillos que crean relaciones de conexión entre ellos a través de un núcleo central. Dichos anillos al convertirse en elemento de altura buscan reflejar

fluidez presentando una analogía con el perfil de los icónicos cerros orientales de Bogotá de la cual nace su morfología curva y puede ser entendida como tres cerros interconectados (Figura 19).

Figura 19

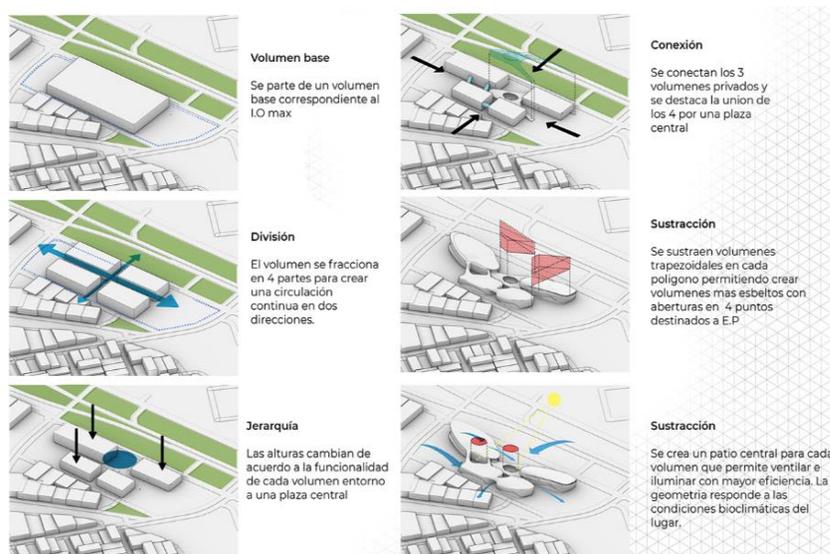
Boceto de concepto inicial de diseño. (Elaboración propia).



Por lo tanto, al buscar reunir diferentes actividades, el proyecto busca fragmentarse en bloques que correspondan a dichas actividades, separando actividades y estableciendo límites entre espacios públicos-semipúblicos y privados. De esa manera, el proyecto se fragmentó a partir de un volumen inicial correspondiente a los m² totales conforme al índice de ocupación máximo, pasando por un proceso de jerarquización estableciendo los accesos y dando lugar a las diferentes conexiones entre bloques. Posteriormente, se realizan sustracciones a cada bloque a partir de la conceptualización de la composición por patio (Figura 20).

Figura 20

Operaciones de diseño. (Elaboración propia).



Como resultado a las operaciones de diseño a partir del concepto inicial, que por medio de un algoritmo paramétrico permitió optimizar decisiones en el proceso de diseño en factores como la escala de los bloques, dimensión del patio central y altura de entresijos se estableció la espacialidad de las edificaciones. Dicha espacialidad se representa de la siguiente manera:

- **Bloque INNO:** Conformado en primer nivel por espacios de carácter semipúblico como los son espacios de exposición y de reunión y áreas técnicas de la edificación. Segundo nivel espacios de carácter académico para Tics. Tercer nivel: espacios aptos para el trabajo colaborativo. Cuarto nivel, espacios académicos para robótica. Quinto nivel. Espacios de esparcimiento y recreación (Figura 21)
- **Bloque Museo.** Primer nivel: espacios comerciales. Segundo nivel: espacios de exposición y recreación. Tercer nivel: Espacios temáticos e interactivos. Cuarto nivel: espacios inmersivos y recreativos (Figura 22).

- Bloque ADM. Primer nivel: espacio de trabajo colaborativo y administrativos. Segundo nivel: espacios administrativos. Tercer nivel: espacios administrativos y de trabajo colaborativo

Figura 21

Zonificación Edificio INNO. (Elaboración propia).

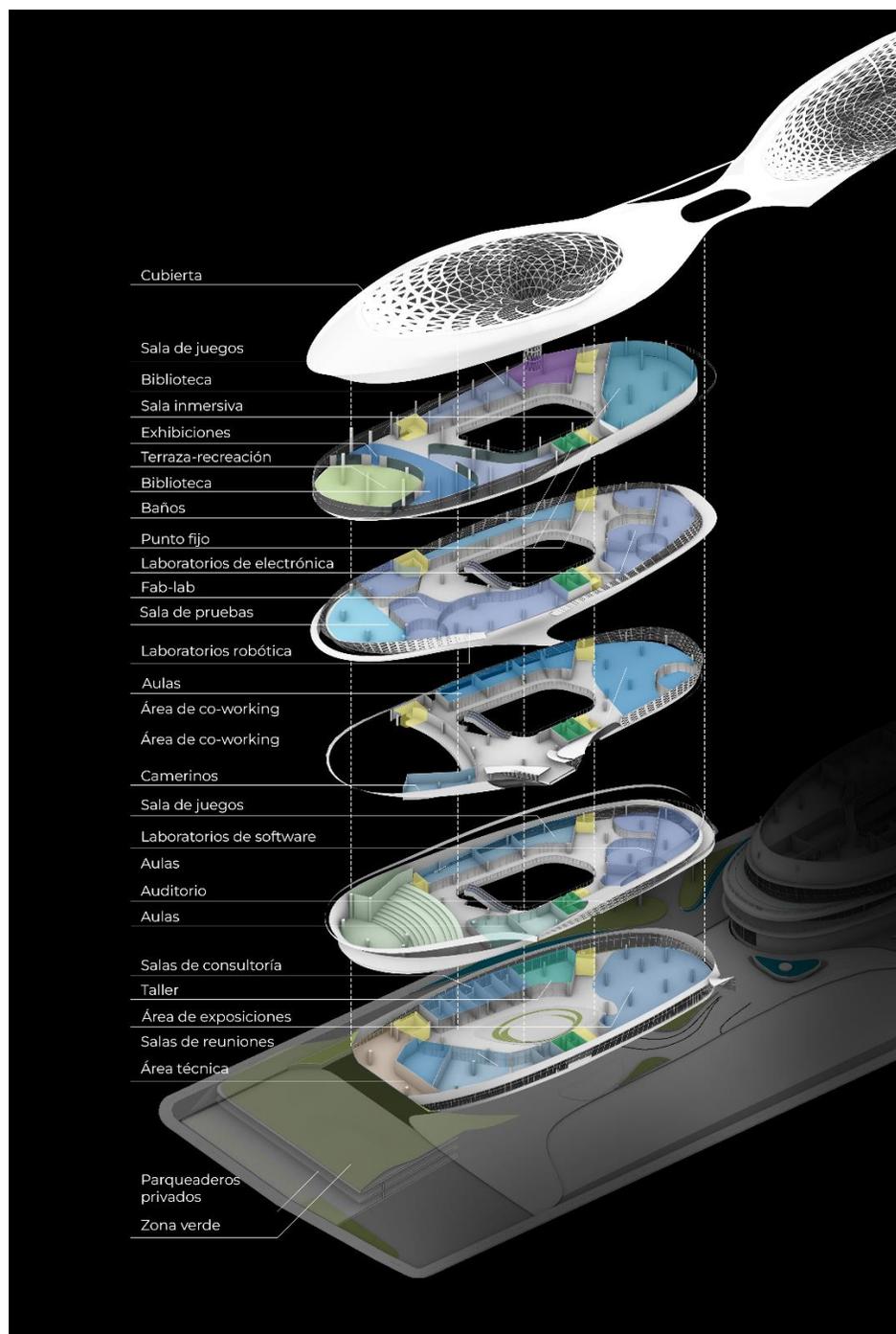
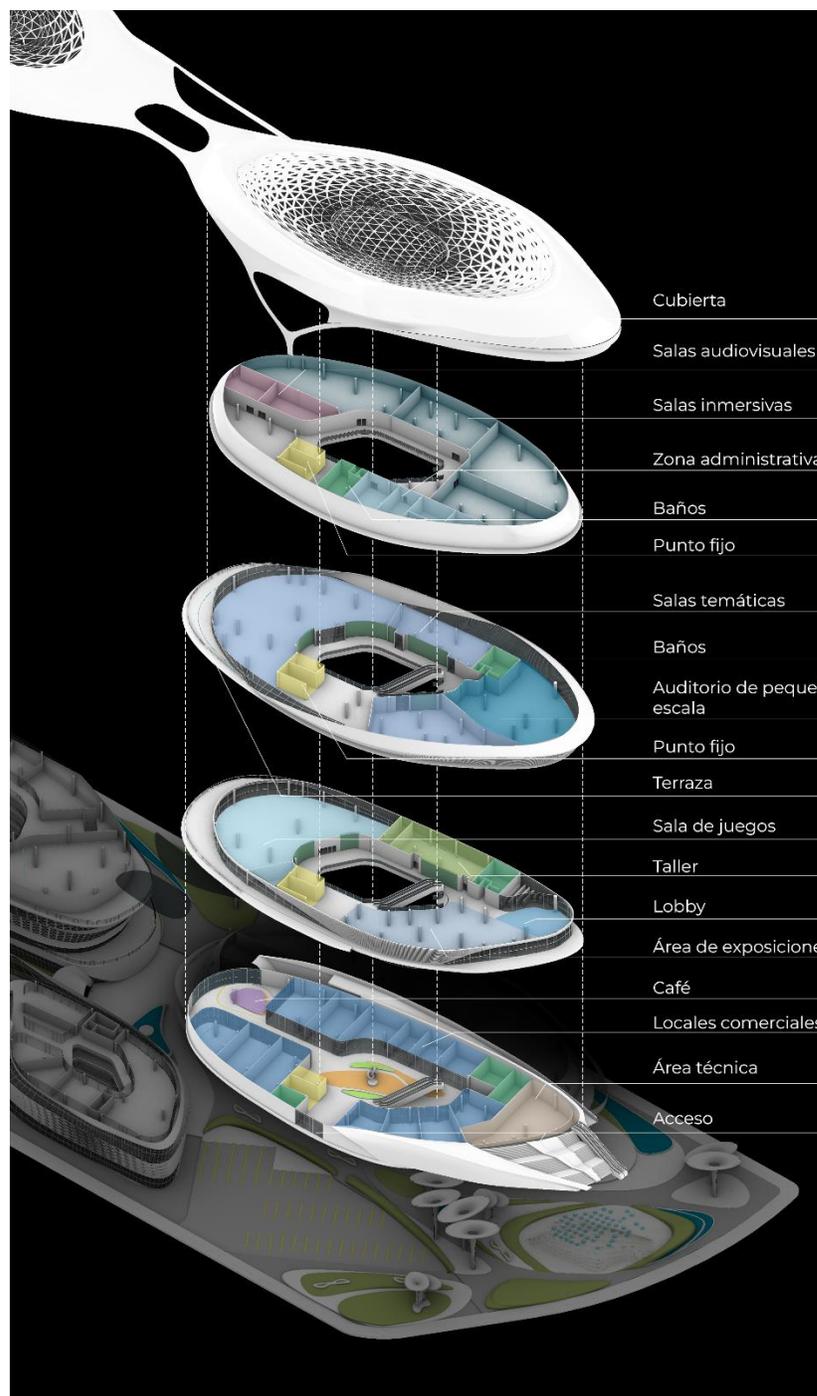


Figura 32

Zonificación Edificio Museo. (Elaboración propia).

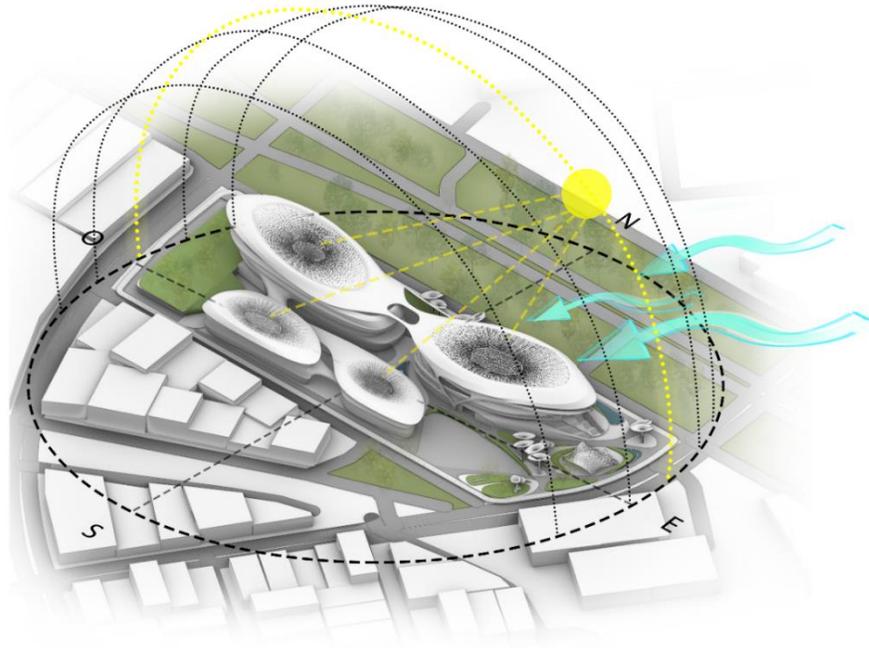


Sostenibilidad

La edificación no solamente buscó innovar en su composición y su morfología si no que también utiliza herramientas digitales para incrementar sus estrategias de sostenibilidad ambiental donde es fundamental comprender factores como: “aprovechamiento de la orientación del sitio, masificación del edificio, iluminación diurna, ventilación natural, refrigeración pasiva, eficiencia del sistema, controles integrados para la medición y verificación del funcionamiento, e incluso la incorporación de elementos paisajísticos y verdes en el diseño.” (Schröpfer, 2016) de esta manera, a través de un esquema bioclimático, se generan las principales estrategias de la edificación. Principalmente, su orientación en sentido norte-sur para el mayor aprovechamiento de la luz en todo el año disponiendo sus fachadas más largas en este sentido. De esta manera la luz es óptima pero la radiación solar es mínima dando lugar a espacios con confort térmico. Así en el otro sentido donde la incidencia solar es más fuerte se plantean las fachadas más cortas de los distintos bloques. Adicionalmente, a partir de su principio ordenador de composición por patio, cada bloque posee un patio interior que funciona como un gran atrio permitiendo iluminar y ventilar todo el edificio a través de elementos acristalados y rejillas en la cubierta (Figura 23).

Figura 23

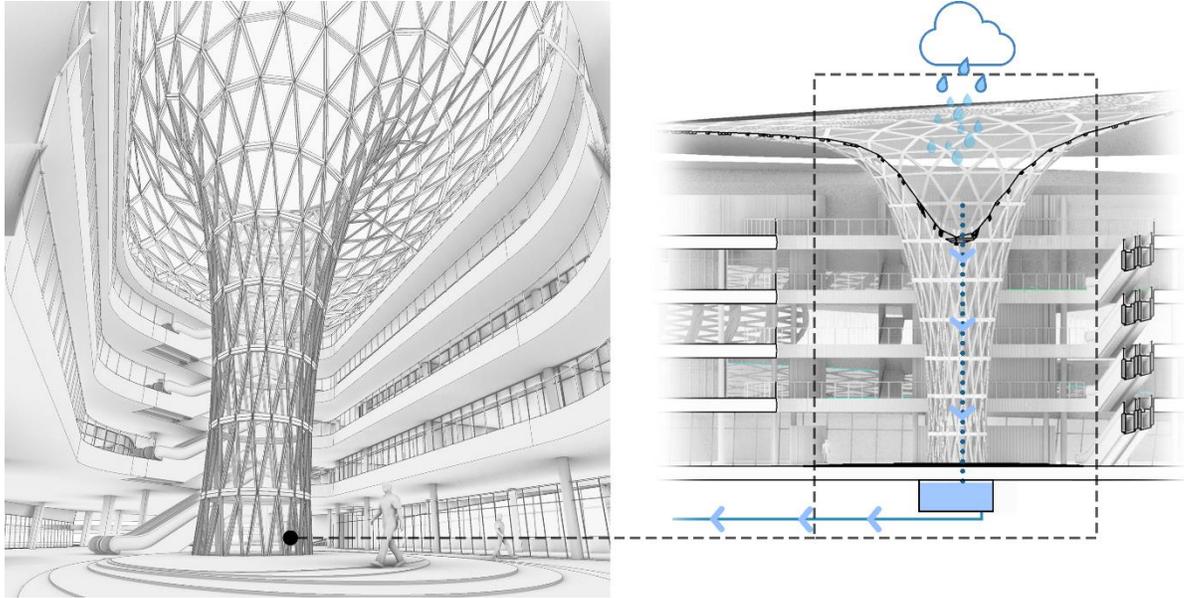
Diagrama bioclimático del proyecto. (Elaboración propia).



Se destaca un elemento característico dentro del proyecto presente en el bloque INNO, aquel de mayor jerarquía dentro de la composición con funcionalidad específica para la recolección de agua lluvia que emplea un elemento en forma de embudo de doble curva, que adicionalmente ilumina la edificación en todo su interior. Este elemento guía el flujo de agua a un tanque de reserva desde el cual se distribuye a otras funciones del proyecto como el riego de jardines o utilización en elementos sanitarios (Figura 24).

Figura 24

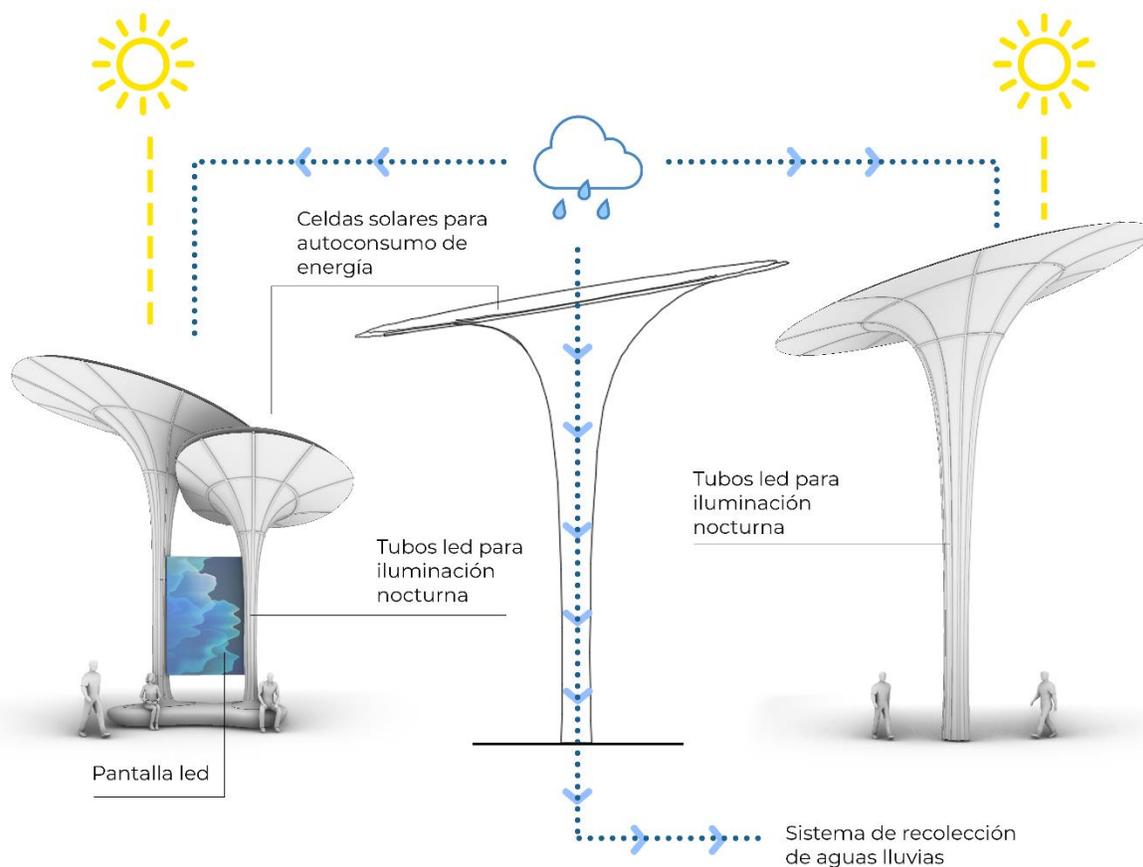
*Elemento fonil dentro de Edificio INNO para la recolección de aguas lluvias.
(Elaboración propia).*



Fuera de la proyección arquitectónica de la edificación, en espacio público también se elaboran elementos en busca de procesos de sostenibilidad, dado por mobiliario que cumple cuatro funciones: recolección de agua lluvia, producir energía para su propio consumo a través de celdas solares, actuar como luminaria nocturna, y brindar espacios de descanso a lo largo del espacio público (Figura 25). Adicionalmente se implementa el uso de Pavegen en las áreas de mayor circulación dentro del espacio público, tecnología que usa los pasos de las personas para producir energía eléctrica.

Figura 25

Detalle de funcionamiento de mobiliario propuesto.(Elaboración propia).



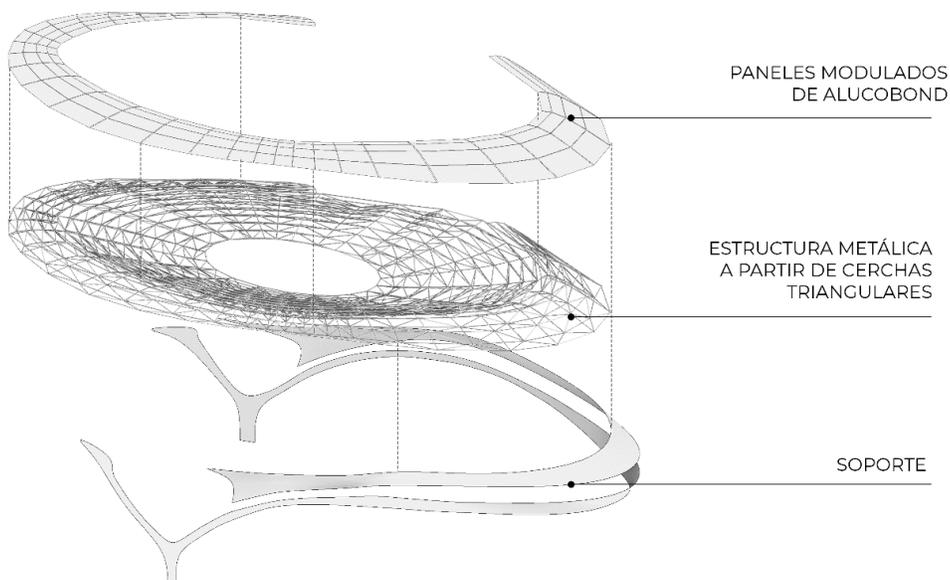
Estructura

La estructura del proyecto se planteó con una estructura metálica conformada por vigas I 400mm y columnas H de 500mm, que a través de su entrelazado conforman los pórticos predispuestos para la implementación de una lámina de metaldeck de 150mm que permiten la creación de los entrepisos de los diferentes edificios. La estructura de las cubiertas está dada por una estructura metálica autoportante que implementa tubos metálicos unidos que crean un entramado de cerchas triangulares permitiendo crear las formas curvas que la conforman que

través de su parametrización permitió su elaboración determinando grosores de perfiles, dimensión de paneles acristalados y patrón estructural . (Figura 26)

Figura 26

Esquema isométrico de estructura de cubierta Edificio Museo. (Elaboración propia).

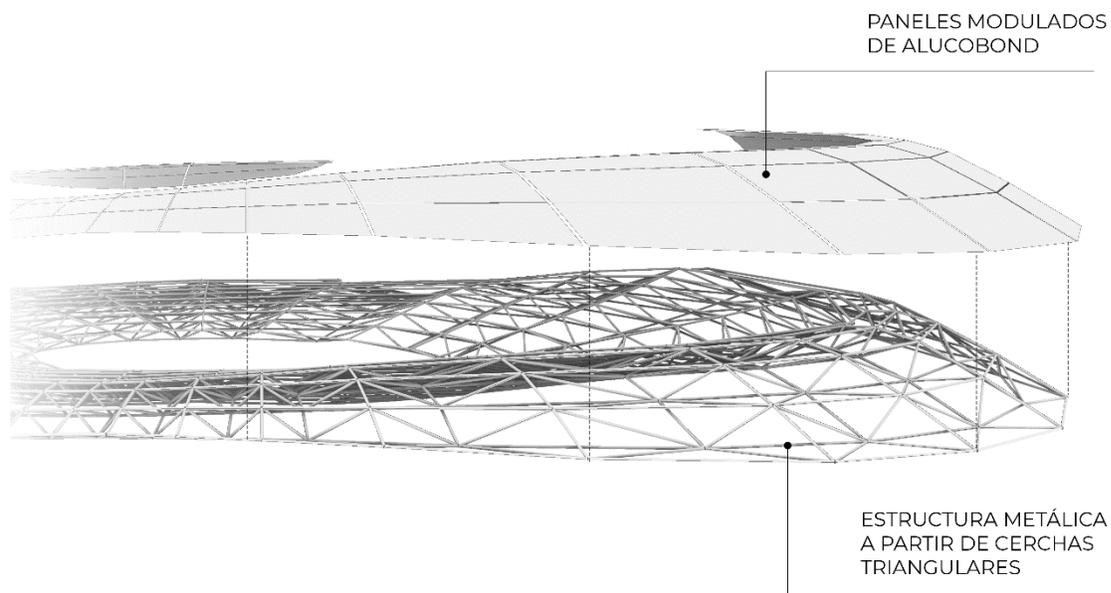


Materialidad e imagen

En busca de crear una imagen innovadora que presente el avance tecnológico que se puede dar al interior de la edificación se emplean paneles de Alucobond que a través de una modulación paramétrica permiten recubrir la estructura curva tanto en sus partes interiores como exteriores, dando una imagen limpia y continua a través de la curvatura en cubiertas y fachadas (Figura 27). También, se implementaron muros cortina en vidrio para el establecimiento de transparencias hacia el exterior del edificio en sentido horizontal.

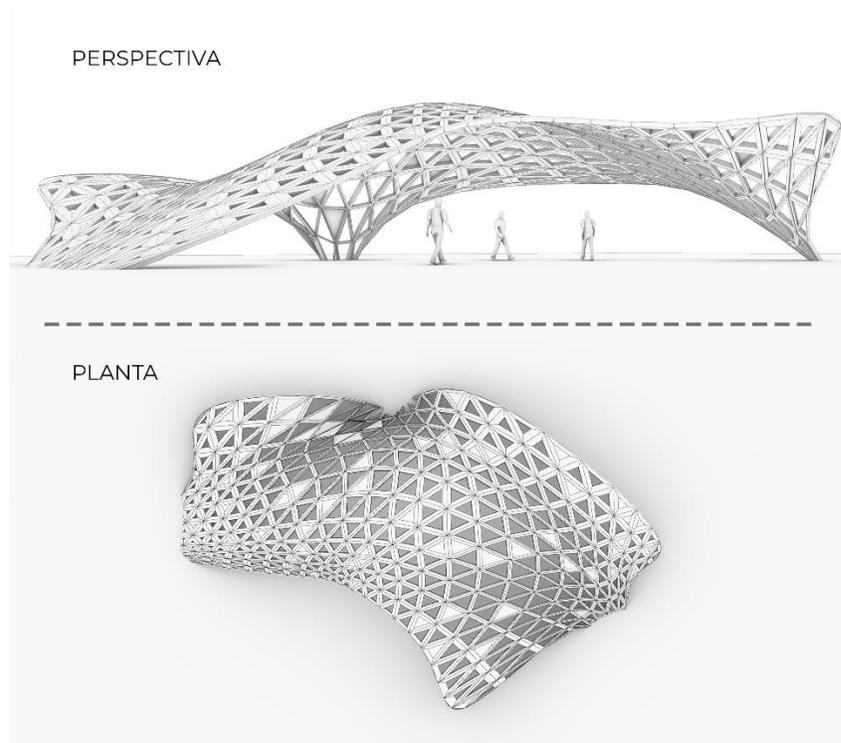
Figura 27

Detalle de paneles de Alucobond sobre estructura metálica en cubierta. (Elaboración propia).



Espacio público

El espacio público del proyecto está basado en crear espacios urbano-arquitectónicos de inmersión a través de una atmósfera alternativa, permitiendo reflejar las bondades de la tecnología para incentivar a la comunidad a ser partícipe de ella. Es por esto que, en su diseño urbano, posee elementos como lo es su mobiliario con funcionalidades no convencionales y una serie de pabellones (Figura 28) que a través de la luz logren crear una atmósfera alternativa que se complementan con algunos juegos interactivos para toda la comunidad mientras disfrutan de su permanencia en el espacio público. Y de cómo es la espacialidad en primer piso del proyecto, evidenciado los tres volúmenes, parqueaderos privados y para visitantes y las distintas áreas que conforman el espacio público

Figura 28*Pabellón propuesto***Conclusión**

Con base, a lo expuesto anteriormente, es posible el planteamiento del diseño arquitectónico de un centro de innovación y tecnología enfocado en tics y robótica independiente a una institución de educación superior para la ciudad de Bogotá, porque hay procesos compositivos y técnicos que permiten su conceptualización y desarrollo, como lo es: la composición por patio, la arquitectura inmersiva y el parametricismo como estilo arquitectónico. Dando lugar a un anteproyecto arquitectónico, que responde a las necesidades creativas que requieren los procesos de colaboración entre academia, empresas y población civil para la incubación de nuevas ideas y desarrollo de productos en el mundo tecnológico actual.

De acuerdo con los objetivos planteados el proyecto responde de la siguiente forma:

Primer objetivo: Identificar condicionantes de diseño urbano arquitectónico que permitan crear un diagnóstico del lugar y requerimientos del contexto donde se emplaza el proyecto y, de esa manera, permite desarrollar el diseño arquitectónico que pueda incentivar y aproximar a la comunidad y pequeñas empresas de Bogotá a sacar beneficios de la cuarta revolución industrial.

Con la implementación del parametricismo como estilo arquitectónico que permitió aplicar herramientas de la industria 4.0 al proyecto. Se optimizó el proceso de diseño a través de la creación de algoritmos de programación visual que dieron lugar a diferentes soluciones a un mismo problema dentro del proyecto, desde la aplicación del dimensionamiento inicial de esquema básico, análisis bioclimático, la creación de patrones o elementos estructurales para el planteamiento de pabellones y mobiliario dentro del espacio público, la creación de morfologías curvas y complejas dentro de la imagen de la edificación, hasta la aplicación para el desarrollo de elementos compositivos estructurales de las cubiertas y fachadas del centro de innovación dando como resultado la optimización del diseño para ser una edificación sostenible.

En síntesis, el diseño del centro de innovación refleja el avance tecnológico que es necesario dentro de la ciudad, a través de una composición arquitectónica irruptora, fluida y orgánica, que, a través de su imagen, dada por una morfología curva y el planteamiento de diferentes espacios colaborativos, investigativos, culturales, recreacionales y académicos para Tics y robótica bajo conceptos de sostenibilidad ambiental, incrementa el ecosistema de innovación de Bogotá como se observa en la figura 29. Todo esto se hace con la finalidad de fortalecer la economía local con la ayuda de nuevas soluciones tecnológicas que pueden ser aplicadas a cualquier modelo de negocio, industria o emprendimiento que lo requiera.

Figura 29

Render final de la propuesta arquitectónica. (Elaboración propia).

**Referencias Bibliográficas**

Aureli, P. V. (2019). *La posibilidad de una arquitectura absoluta*. Barcelona: Puente editores.

Capitel, A. (2005). *La arquitectura del patio*. Barcelona: Gustavo Gili .

Castellanos Orjuela, J. D. (2018). Análisis de la Importancia de un centro de innovación, ciencia y tecnología para la ciudad de Bogotá.

CONPES D.C. (2019). Documento CONPES 04 de 2019. *Política pública de ciencia, tecnología e innovación*.

Delloite Insights. (2017).

Díaz Recasens, G. (1997). La tradición del patio en la arquitectura moderna. *DPA: Documents de Projectes d'Arquitectura*, 6-11.

Jabi, W. (2013). *Parametric Design for Architecture*. Laurence King .

Lyon Gottlieb, A., & García Alvarado, R. (2013). Diseño paramétrico en Arquitectura; método, técnicas y aplicaciones. *Arquisur revista*.

Pascual Fernández, L. (2021). La percepción sensorial como medio de alteración de un espacio. Análisis de las experiencias inmersivas y su intervención tecnológica en cuatro casos de estudio. *E.T.S Arquitectura (UPM)*.

Perasso, V. (Octubre de 2016). Qué es la cuarta revolución industrial y por qué debería preocuparnos. *BBC*.

SAP Insights Newsletter. (s.f.). *¿Qué es la Industria 4.0?* Obtenido de <https://www.sap.com/latinamerica/insights/what-is-industry-4-0.html>

Schröpfer, T. (2016). *Dense + Green-Innovative Building Types for Sustainable Urban Architecture*. Basilea: Birkhäuser.

Schumacher, P. (2016). *Parametricism 2.0: Rethinking Architecture's Agenda for the 21st Century*. Academy Press.

Universidad Nacional, STEPI. (2016). *Plan Maestro para el Parque Científico, Tecnológico y de Innovación de Bogotá*.

Anexos

Imagen del proyecto

Figura 30

Render exterior. Imagen del proyecto sobre av. de las Américas. (Elaboración propia).



Figura 31

Render exterior. Edificio ADM. (Elaboración propia)

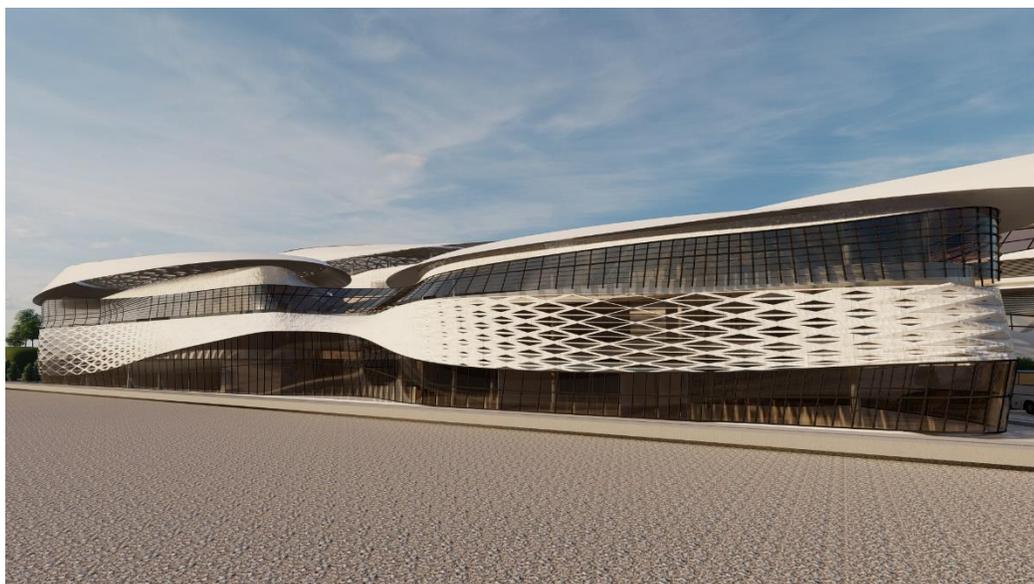


Figura 32

Render exterior. Pabellón y juegos interactivos. (Elaboración propia).

**Figura 33**

Render interior. Atrio central Edificio INNO. (Elaboración propia).



Figura 34

Render interior. Laboratorio de Robótica. (Elaboración propia).

**Figura 35**

Render interior. Aulas temáticas. (Elaboración propia).



Figura 36

Render exterior. Luminarias propuestas. (Elaboración propia),



Planimetría

Figura 37

Plano de Implantación. (Elaboración propia).

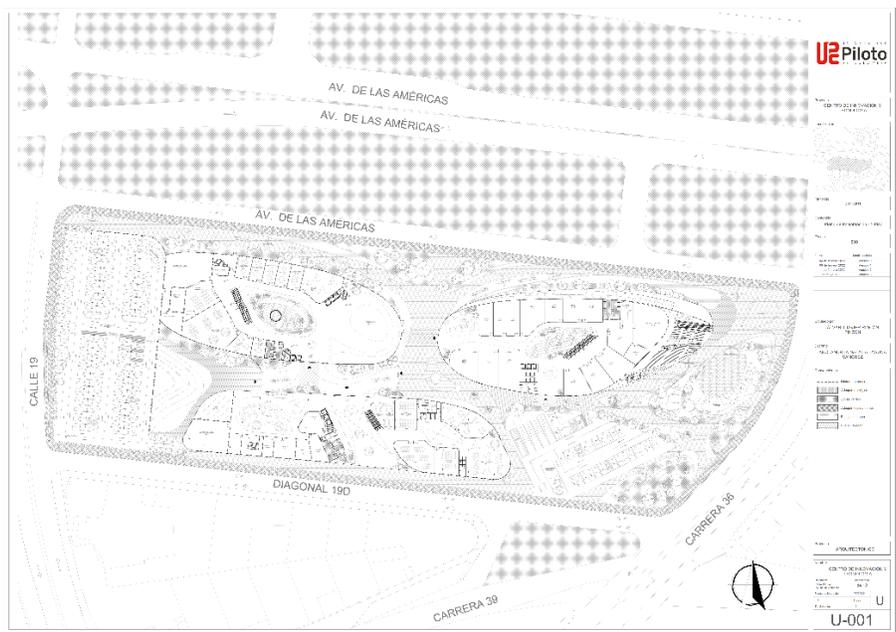


Figura 38

Planta de primer piso Edificio Museo. (Elaboración propia).



Figura 49

Fachadas Edificio Museo. (Elaboración propia).

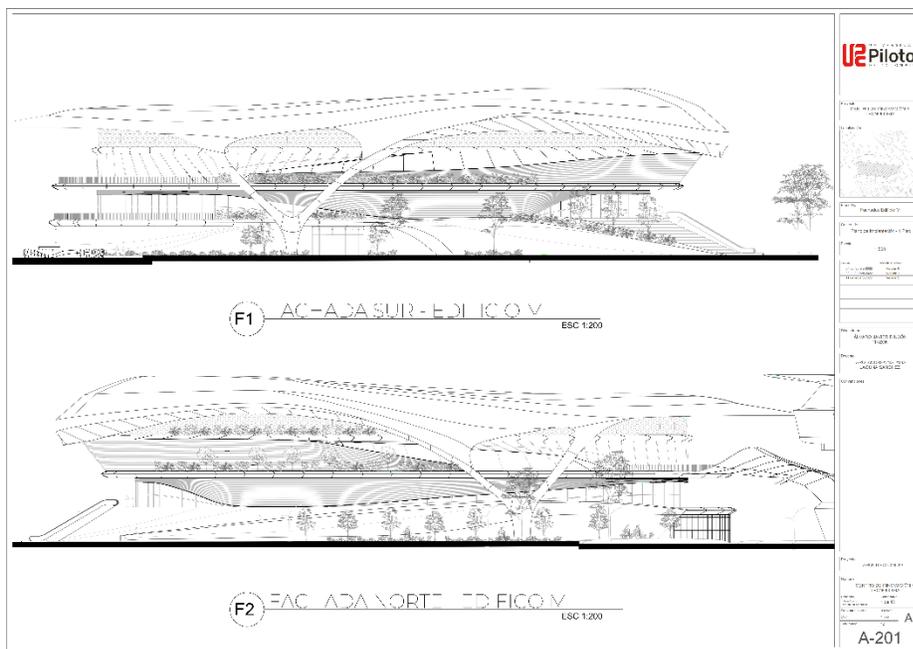


Figura 50

Fachadas Edificio Museo. (Elaboración propia).

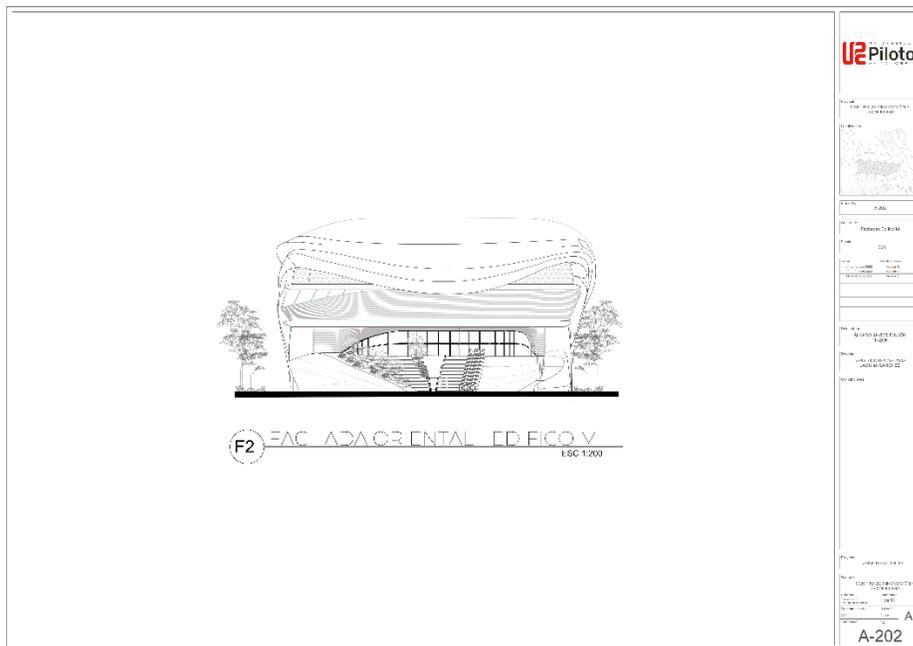


Figura 51

Fachadas Edificio INNO. (Elaboración propia).

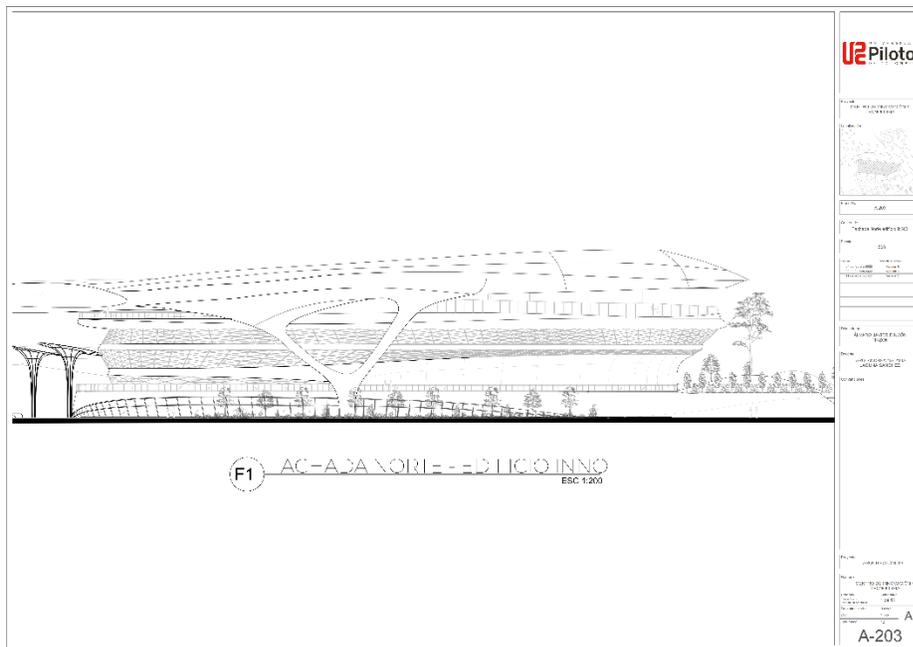


Figura 52

Cortes Edificio M. (Elaboración propia).

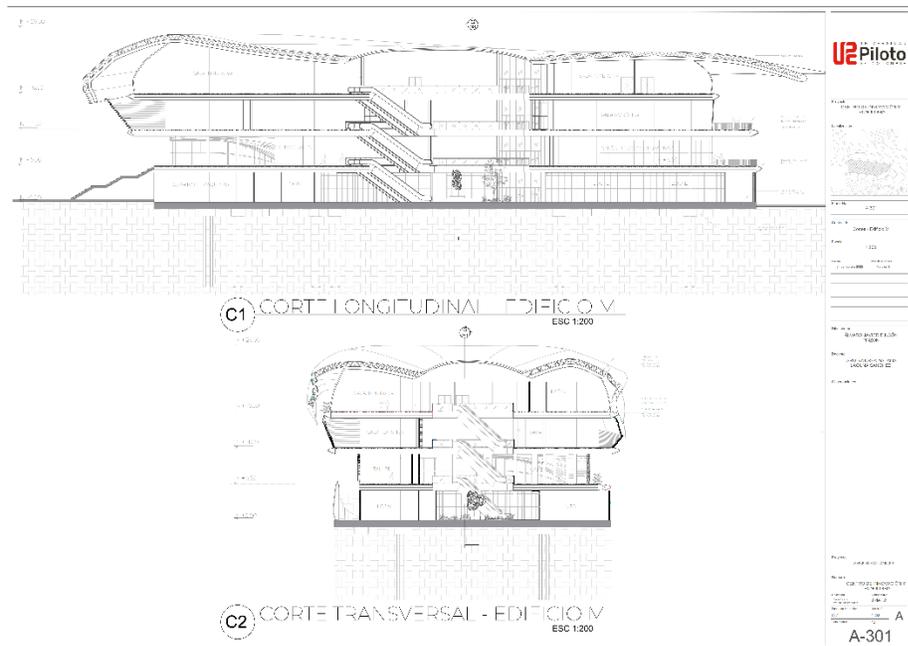
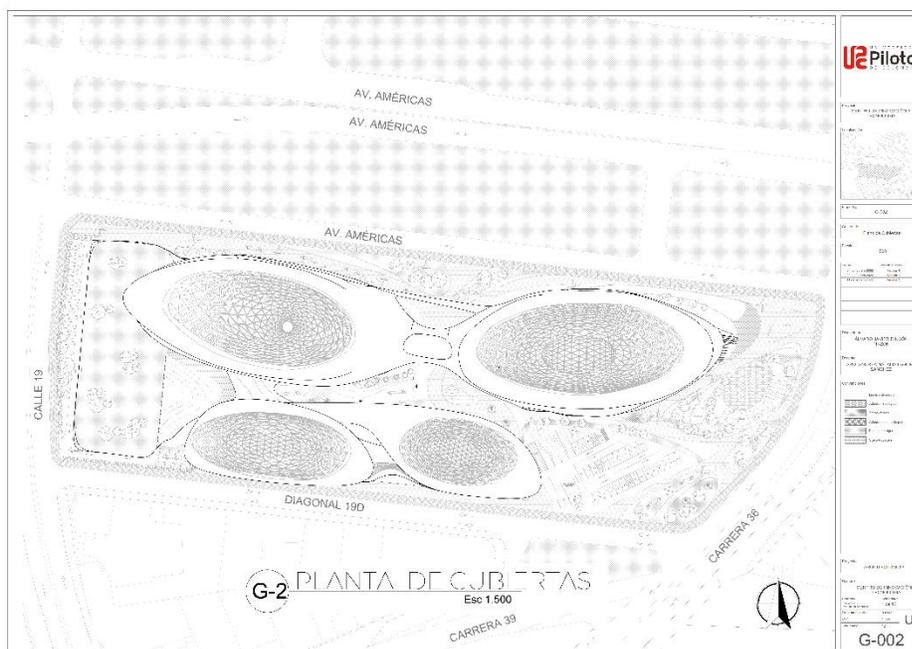


Figura 55

Planta de cubiertas. (Elaboración propia).



Cuadro Teórico

Figura 56. (Elaboración propia).

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CONCEPTOS	TEORÍAS
<p>Diseñar un centro de innovación ciencia y tecnología con un enfoque sostenible que permita la contribución a un distrito de innovación a través de la incubación de nuevas ideas basadas en la industria 4.0 en busca de potenciar la capacidad de innovación tecnológica de la región de Bogotá</p>	<p>1. Identificar condicionantes de diseño urbano arquitectónico que permitan incentivar y aproximar a la comunidad y pequeñas empresas de Bogotá a ser educadas en la nueva y cuarta revolución industrial.</p>	<p>Arquitectura inmersiva Innovación Norma</p>	<p>Experiencias Inmersivas "Las experiencias inmersivas son aquellas que tratan de sumergir al usuario en un entorno que no es real con una determinada finalidad. Esto se logra estimulando los sentidos del espectador; para que perciba la exposición de una forma más profunda, y así conseguir transportarla a otro lugar." <i>(Pascual L, 2021)</i></p> <p>Importancia de un centro de innovación "La implementación de los Centros de CII contribuye al crecimiento económico y al mejoramiento de los índices de ciencia, innovación y tecnología de las entidades territoriales donde se implementa, ya que generan e impulsan entre otros, conocimiento científico, mano de obra calificada, valor agregado a los recursos, intercambio de ideas, patentes, empresas y ofertas de empleo, desarrollo tecnológico y productivo, innovación, emprendimiento, capacidades investigativas e intercambio tecnológico." <i>(Castellanos J, 2018)</i></p>
	<p>2. Implementar herramientas de la industria 4.0 participes en el ámbito arquitectónico, uso del parametricismo para optimizar el proceso de diseño de un equipamiento dotacional de ciencia, innovación y tecnología en busca de una edificación eficiente y sostenible</p>	<p>Diseño paramétrico</p>	<p>Parametricismo El parametricismo es la respuesta de la arquitectura al contemporáneo, computacionalmente una civilización empoderada, y es el único estilo arquitectónico que puede aprovechar al máximo la revolución computacional que ahora impulsa todos los dominios de la sociedad. Más específicamente, es el único estilo que congenia a los recientes avances en ingeniería estructural y ambiental basados en análisis computacional y técnicas de optimización. <i>(Shumacher, 2016)</i></p>
	<p>3. Diseñar la infraestructura física de un equipamiento educativo que incremente el ecosistema de innovación de Bogotá a partir de conceptos de sostenibilidad y auto eficiencia que se apoyan en la industria 4.0 en busca de espacios urbano-arquitectónicos aptos para la investigación de IICS y robótica.</p>	<p>Arquitectura inmersiva Materialidad Sostenibilidad</p>	<p>Experiencias Inmersivas "Estas experiencias hacen uso de la tecnología en mayor o menor grado. Cuanto más se depende de ella, más se diluye la línea entre el mundo físico y el mundo digital y menos valor tiene el espacio en el que transcurre la experiencia." <i>(Pascual L, 2021)</i></p> <p>Iluminación del espacio público La iluminación del paisaje es una fuente de gran placer, extendiendo el uso del espacio exterior en horas nocturnas. Sin embargo, la iluminación exterior puede estar bien diseñada, o excesiva e inapropiada. La iluminación extravagante puede ser maravillosa para efectos temporales, pero como característica paisajística permanente desperdicia recursos y causa daños directos a los seres vivos <i>(Sorvig,k, Thompson.W)</i></p>

TEORÍAS

Teorías del espacio inmersivo

"Las experiencias inmersivas son exposiciones de obras que mantienen al espectador sumergido en la actividad. Por ello, su espacio se entiende del mismo modo que las galerías, ya que es una herramienta para conseguir llevar la obra al espectador, siendo en este caso la experiencia el conjunto de obras que se representan."

(Pascual L, 2021.)

Teorías del espacio inmersivo

El espacio debe suponer una homogeneización de todo lo que forma parte del espacio. De este modo, existe un conjunto y no piezas sueltas, porque como unidad cobran más valor que independientemente. En las experiencias inmersivas habrá que crear una unidad que mantenga al espectador sumergido en la actividad, no funcionaría cambiar de un ambiente a otro de una forma abrupta."

(Pascual L, 2021.)

Importancia de un centro de innovación

"con un Centro de CII puede contribuir a generar apropiación por parte de la ciudadanía hacia la ciencia, la innovación, la tecnología y una apropiación social del conocimiento. Debido al desconocimiento en torno a la CII, materializar estos elementos en algún lugar permite que la gente conozca cómo funcionan, de que se tratan, que son, para que sirvan y se involucren más con este propósito."

(Castellanos J, 2018)

Política de cohesión del sistema general de equipamientos.

El servicio educativo debe propender por la cohesión del sistema general de equipamientos de la ciudad. Se concibe al equipamiento educativo como agente de consolidación de los sistemas generales del ordenamiento territorial, en virtud de que la educación es un servicio público de interés general, cuya infraestructura debe aportar al mejoramiento del bienestar colectivo.

(DECRETO 449 DE 2006 Plan Maestro de Equipamientos Educativos de Bogotá Distrito Capital)

Proceso diseño paramétrico

"El procedimiento paramétrico suele ser una acción matemática secuencial a partir de datos numéricos que generan una figura geométrica, configurado como un flujo de datos y operaciones (un algoritmo), algunos con análisis interno de la geometría, selecciones genéticas o cálculos de elementos finitos. A veces se prepara específicamente y en otros casos se utilizan procedimientos existentes que producen un repertorio de resultados o series progresivas (evolutivas).

(Lyon,a. Garcia, R,2013)

Taxonomía proceso diseño paramétrico

Ámbito	Objetivo	Metodología	Algoritmo
Arquitectura	Generar formas arquitectónicas complejas y orgánicas a partir de reglas matemáticas y algoritmos.	Algoritmos de optimización, simulación y generación de formas.	Algoritmos de optimización, simulación y generación de formas.
Urbanismo	Generar patrones urbanos complejos y orgánicos a partir de reglas matemáticas y algoritmos.	Algoritmos de optimización, simulación y generación de formas.	Algoritmos de optimización, simulación y generación de formas.
Arte	Generar formas artísticas complejas y orgánicas a partir de reglas matemáticas y algoritmos.	Algoritmos de optimización, simulación y generación de formas.	Algoritmos de optimización, simulación y generación de formas.

(Lyon,a. Garcia, R, 2013)

Proceso diseño paramétrico

El proceso de diseño consta de cuatro fases fundamentales: la definición de las condiciones iniciales, la definición del proceso paramétrico, la ejecución del proceso paramétrico, y por último, el análisis de los resultados obtenidos.

(Velasco Pérez, R, (2015))

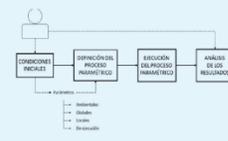


Figura 22. Proceso de diseño paramétrico

Bioclimática

Es indispensable comprender a fondo las bases de las estrategias de sostenibilidad, lo que incluye aprovechar al máximo la orientación del emplazamiento, el masaje del edificio, la iluminación natural, la ventilación natural, la refrigeración pasiva, la eficiencia del sistema, los controles integrados para la medición y verificación del rendimiento, e incluso la incorporación de elementos paisajísticos y ecológicos en el diseño.

(Sorvig,k, Thompson.W)

Funcionalidades biológicas de lo "verde"

Las plantas son fundamentales para el funcionamiento de un ecosistema global: son proveedores de recursos naturales, moderadores ambientales, filtros naturales de contaminación y sumideros de carbono. A través del proceso de fotosíntesis impulsado por la luz, oxigenan la atmósfera, eliminan el dióxido de carbono y mantienen la humedad y, en menor medida, la temperatura ambiente, tanto en entornos naturales como urbanos.

- Verde Reduce la erosión del suelo y regula el flujo de agua
- La vegetación mejora la calidad del agua
- La vegetación mejora la calidad del aire
- La vegetación se puede utilizar para reducir el ruido
- La verde como Aliviador del Estrés en los Humanos

(Sorvig, K, Thompson.W)

Edificaciones verdes

Entre los tipos de edificios innovadores para contextos de alta densidad se incluyen amplias terrazas en el ciclo, puentes en el ciclo, parques verticales, jardines en las azoteas y otros componentes verdes, enmarcados en enfoques conceptuales en los que la densidad y la sostenibilidad no se ven como contradictorias, sino como interdependientes y sinérgicas. Al considerar el paradigma denso y verde principalmente a través de tipos de edificios, surge una hoja de ruta oficial para reconocer formas generales de combinar la sensibilidad ecológica, la arquitectura y la densificación urbana

(Sorvig,k, Thompson.W)

Cuadro síntesis

Figura 57. (Elaboración propia).

CUADRO SÍNTESIS		
OBJETIVO GENERAL Potenciar la capacidad de innovación tecnológica de Bogotá a partir del diseño de un centro de innovación, ciencia y tecnología con un enfoque sostenible que permita la contribución a un distrito de innovación a través de la incubación de nuevas ideas basadas en la industria 4.0		
OBJETIVO ESPECÍFICOS		
Identificar condicionantes de diseño urbano arquitectónico que permitan incentivar y aproximar a la comunidad y pequeñas empresas de Bogotá a sacar beneficios de cuarta revolución industrial	Implementar herramientas de la industria 4.0 participes en el ámbito arquitectónico; uso del paramétricismo para optimizar el proceso de diseño de un equipamiento dotacional de ciencia, innovación y tecnología en busca de una edificación ecoeficiente y sostenible	Diseñar la infraestructura física de un equipamiento educativo que incremente el ecosistema de innovación de Bogotá a partir de conceptos de sostenibilidad y auto eficiencia que se apoyan en la industria 4.0 en busca de espacios urbano-arquitectónicos aptos para la investigación de TICS y robótica.
COMPONENTE TEÓRICO		
Arquitectura inmersiva Aplicación de estrategias espaciales que permitan generar experiencias inmersiva en una característica atmósfera, presentes tanto en el espacio urbano como en el interior de las edificaciones. Implementación de estrategias espaciales que permitan contribuir a la creación de una atmósfera homogénea bajo un mismo concepto de inmersión Caracterización diferentes estrategias que permitan sumergir a los usuarios en un entorno irreal, determinar que factores permiten estimular los sentidos para una inmersión mas profunda.	Paramétricismo Paramétricismo Entendimiento de la importancia del paramétricismo en la arquitectura contemporánea y como se puede aprovechar la revolución computacional en los procesos de diseño arquitectónico Procedimiento paramétrico Comprensión de como abordar y caracterizar el procedimiento paramétrico que permita alterar variables de altura, densidad, área, geometría, entre otros que se adaptan adecuadamente a los criterios del programa arquitectónico. Implementación de un proceso paramétrico que a través de datos y reglas optimiza la intención inicial del diseño explorando múltiples alternativas que optimizan la intención inicial que el diseño busca proyectar. Implementación de las cuatro fases del proceso del diseño paramétrico para optimizar el proceso de diseño y evaluar los resultados que arroja dicha herramienta.	Paramétricismo Paramétricismo Análisis de como el paramétricismo puede contribuir a la optimización de temas estructurales y ambientales de una edificación Sostenibilidad (ambiental) Conocer e implementar diferentes estrategias que contribuyen a la sostenibilidad en temas de iluminación, manejo de aguas y vegetación en el espacio público.
COMPONENTE NORMATIVO		
UPZ 108 ZONA INDUSTRIAL Analizar las restricciones que posee la Upz donde sera implantado el diseño del proyecto arquitectónico Aplicación de la norma urbana de acuerdo al proyecto, ubicado en el cuadrante 1 del subsector 3. Con uso restringido; es aquel que no es requerido para el funcionamiento del uso principal, pero que bajo determinadas condiciones normativas señaladas en la norma general y en la ficha del sector normativo pueden permitirse, permiso contemplado para instituciones educativas, núcleos de apoyo pedagógico, y educación para el trabajo y desarrollo humano. Uso que se fortalece teniendo en cuenta los planes de renovación y redesarrollo del sector presentando diferentes planes parciales de mixtidad de uso en los que se contempla el cambio netamente industrial de la zona .	DECRETO 449 DE 2006 Plan Maestro de Equipamientos Educativos de Bogotá Distrito Capital Comprender como se debe abordar un equipamiento de carácter educativo para contribuir al mejoramiento del bienestar colectivo. Caracterización al tipo de equipamiento educativo que corresponde : Centro de investigación científica Aplicación de los distintos puntos normativos según la escala del equipamiento, como lo es la disposición de accesos principales y cantidad de parqueaderos.	

