

CENTRO EDUCATIVO SOSTENIBLE DE ACOPIO PARA EL RECICLAJE

YURI NATALIA TORRES MARTINEZ

**Proyecto de Investigación + Creación para optar el título de
ARQUITECTO**

Director:

MANUEL RICARDO GONZALEZ

Arquitecto

MARIA ANGELICA BERNAL

Arquitecta

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMERICA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

PROGRAMA DE ARQUITECTURA

BOGOTÁ D.C

2023

NOTAS DE ACEPTACIÓN

Firma del Presidente Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bogotá D.C. agosto de 2023

DIRECTIVOS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. Mario Posada García-Peña

Consejo Institucional

Dr. Luis Jaime Posada García-Peña

Vicerrectora Académica y de Investigación

Dra. Alexandra Mejía Guzmán

Vicerrector Administrativo y Financiero

Dr. Ricardo Alfonso Peñaranda Castro

Secretario General

Dr. José Luis Macías Rodríguez

Decana Facultad de Arquitectura

Arq. María Margarita Romero Archbold

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

Este trabajo está dedicado a principalmente mis padres Alirio Torres y Yazmin Martinez, a mi hermanita y a mi familia, que gracias a ellos por su trabajo y esfuerzo tuve la oportunidad de estudiar, siendo ellos los que siempre han estado dándome todo su apoyo incondicional y amor a lo largo de toda mi carrera profesional, pero sobre todo los que han hecho de mí una mejor persona, llena de principios y valores que siempre me inculcaron.

Agradezco principalmente Dios por bendecir a mi familia y darme la oportunidad de finalizar mi carrera satisfactoriamente, a mis padres y a mi familia por contar con ellos siempre de forma incondicional, siendo ellos los que me brindaron el recurso económico y por el apoyo que siempre me brindaron cuando sentía que no iba a poder lograrlo. Agradezco a los docentes, quienes me acompañaron en todo el transcurso de la carrera y me han llenado de conocimiento profesionalmente.

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	12
INTRODUCCIÓN	13
1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN CREACIÓN	14
1.1. Situación problemática	14
1.2. Pregunta de investigación + creación	16
1.2.1. <i>Pregunta de investigación</i>	16
1.2.2. <i>Propuesta creativa</i>	16
1.3. Justificación	16
1.4. Objetivos	18
1.4.1. <i>Objetivo general de investigación + creación</i>	18
1.4.2. <i>Objetivos específicos investigación + creación</i>	19
1.4.3. <i>Objetivos específicos</i>	19
1.5. Metodología	19
2. DISCURSO PREPOSICIONAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN + CREACIÓN	22
2.1. Antecedentes (estado del arte)	22
Referentes arquitectónicos	25
2.2. Marco referencial	28
2.2.1. <i>Marco teórico conceptual</i>	28
2.2.2. <i>Marco legal</i>	31

2.3. Diagnóstico urbano	33
2.4. Incorporación de resultados de la investigación a la creación (el proyecto arquitectónico)	41
2.5. Los principios y criterios de composición	41
2.5.1. Selección del área de intervención	41
2.5.2. Concepto ordenador	42
2.5.3. Implantación	43
2.5.4. Esquema básico y evolución del conjunto	44
3. PROYECTO DEFINITIVO	51
4. CONCLUSIONES	60
BIBLIOGRAFÍA	61
ANEXOS	63

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. <i>El consumo de la construcción con relación al resto de las actividades</i>	14
Figura 2. <i>El impacto ambiental en la construcción</i>	15
Figura 3. <i>Problemas ambientales actuales</i>	18
Figura 4. <i>Ciclo de la construcción convencional</i>	22
Figura 5. <i>Orquideorama, Medellín</i>	26
Figura 6. <i>Museo Kiasma</i>	27
Figura 7. <i>Colegio Helvetia</i>	28
Figura 8. <i>Cartagena, Colombia</i>	33
Figura 9. <i>Análisis poblacional</i>	34
Figura 10. <i>Análisis poblacional</i>	34
Figura 11. <i>Análisis de estratificación</i>	35
Figura 12. <i>Análisis de actividades económicas</i>	35
Figura 13. <i>Traza urbana</i>	36
Figura 14. <i>Análisis de tipología edificatoria</i>	36
Figura 15. <i>Usos de suelo</i>	37
Figura 16. <i>Análisis de movilidad</i>	37
Figura 17. <i>Estructura ecológica principal</i>	38
Figura 18. <i>Reglamentación de usos permitidos</i>	39
Figura 19. <i>Usos permitidos</i>	39
Figura 20. <i>Tipos de establecimientos institucionales</i>	40
Figura 21. <i>Normativa de construcción</i>	40
Figura 22. <i>Área de intervención</i>	41
Figura 23. <i>Conceptos implementados</i>	42

Figura 24. Lugar de implantación	43
Figura 25. Programa arquitectónico	44
Figura 26. Organigrama	45
Figura 27. Esquema de zonificación	46
Figura 28. Esquema de circulación	47
Figura 29. Transformación de la forma	48
Figura 30. Bioclimática	49
Figura 31. Materialidad	50
Figura 32. Arquitectura ambiental	51
Figura 33. Envolvente espacial	52
Figura 34. Tercer maestro	53
Figura 35. Planta de primer nivel	54
Figura 36. Planta de segundo nivel	55
Figura 37. Planta de tercer nivel	56
Figura 38. Planta de sótano	57
Figura 39. Planta de cubiertas	58
Figura 40. Corte por fachada 1	59
Figura 41. Cortes arquitectónicos	64
Figura 42. Fachadas arquitectónicas	65
Figura 43. Planta estructural de cimentación	66
Figura 44. Planta estructural de primer nivel	67
Figura 45. Planta estructural de segundo nivel	68
Figura 46. Planta estructural de tercer nivel	69
Figura 47. Corte por fachada 2	70
Figura 48. Corte por fachada 3	71

Figura 49. <i>Detalle constructivo de cielorraso</i>	72
Figura 50. <i>Detalle constructivo de ventaneria</i>	73
Figura 51. <i>Detalle constructivo de la persiana movil</i>	74
Figura 52. <i>Detalle constructivo del muro movil</i>	75
Figura 53. <i>Render exterior del proyecto</i>	76
Figura 54. <i>Render exterior</i>	77
Figura 55. <i>Render de zona de taller libre</i>	78
Figura 56. <i>Render exterior</i>	79
Figura 57. <i>Render exterior</i>	80
Figura 58. <i>Render exterior</i>	81
Figura 59. <i>Render exterior</i>	82
Figura 60. <i>Proceso de maqueta</i>	83
Figura 61. <i>Proceso de maqueta</i>	84
Figura 62. <i>Proceso de maqueta</i>	85
Figura 63. <i>Entrega final de proyecto de grado</i>	86

RESUMEN

La calidad espacial y el confort térmico, el cual garantice una eficiencia energética dentro de un proyecto arquitectónico en un clima cálido, como lo es la ciudad de Cartagena se ha visto muy poco, ya que con el uso de estrategias activas que consumen demasiada energía, perjudica la salud del usuario y también contamina el medio ambiente. Dicho esto, en la ciudad de Cartagena se presentan varias problemáticas ambientales debido al mal manejo de residuos y a que es uno de las principales ciudades en generar RCD (residuos de construcción y demolición). En respuesta a estas problemáticas se plantea el diseño de un proyecto arquitectónico educativo que capacite a la población y tenga zonas de practica para el procesamiento y el buen manejo del reciclaje, este proyecto cuenta con ciertas características que garanticen la calidad y flexibilidad en los espacios, brindando confort tanto en el interior como en el exterior a través de la implementación de estrategias pasivas en el aprovechamiento de los recursos naturales, generando una integración entre lo público y lo privado que conecte directamente con la ciudad.

PALABRAS CLAVE

Arquitectura circular, arquitectura ambiental, envolvente espacial, tercer maestro, estrategias pasivas, reducir, reciclar, reutilizar, eficiencia energética

INTRODUCCIÓN

Este documento inicia con un problema arquitectónico el cual el exceso de consumo energético y la contaminación en la construcción convencional de una edificación, lo cual genera un daño en el medio ambiente como lo es en la ciudad de Cartagena, puesto a que es una de las ciudades que genera mayor cantidad de residuos y tiene un alto consumo de energía por el uso de aire acondicionado.

El objeto principal que se aborda es implementar tecnologías sostenibles utilizando biomateriales de construcción y estrategias pasivas en un diseño arquitectónico, los cuales garanticen una eficiencia energética y calidad espacial en la edificación, a partir de la implementación de conceptos como la arquitectura circular, la arquitectura ambiental, la envolvente espacial y el tercer maestro, los cuales a partir de una metodología de investigación, generen una eficiencia energética en el proyecto educativo en el que tenga como función la capacitación y procesamiento del manejo del reciclaje para poder ser reutilizado.

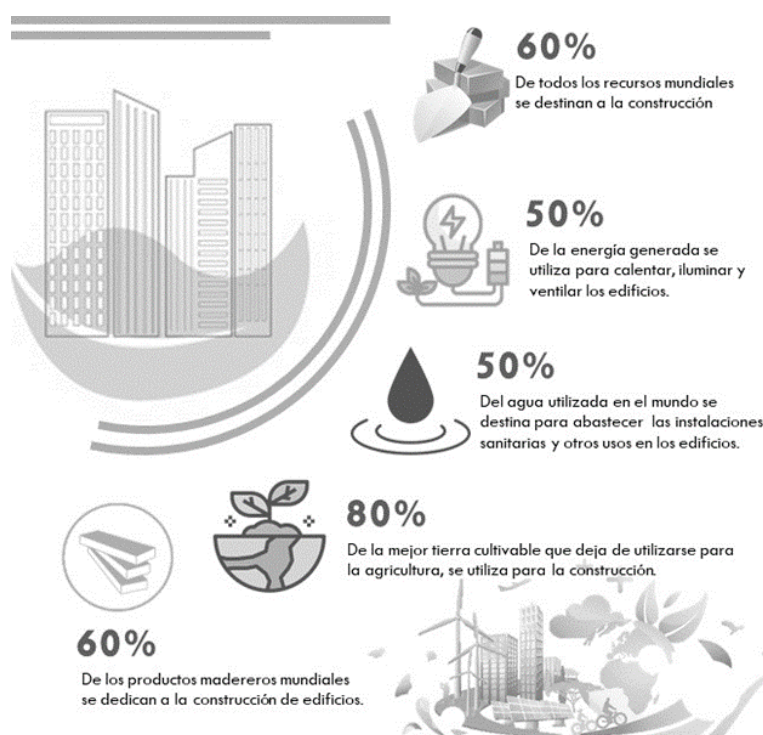
1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN CREACIÓN

1.1. Situación problemática

El entorno construido, donde se pasa más del 90% de la vida, es en gran medida, culpable de dicha contaminación. Los edificios consumen entre el 20 y el 50% de los recursos físicos, según su entorno, teniendo responsabilidad en el actual deterioro del medio ambiente. La extracción indiscriminada de recursos naturales tiene diversas consecuencias negativas sobre la economía y el ambiente. Las reservas de recursos no renovables, como la minería y los recursos energéticos, no son infinitos y el manejo inadecuado de los recursos renovables, como la madera, conlleva entre otros, efectos indeseables sobre el medio natural como el agotamiento de las fuentes de recursos hídricos.

Figura 1.

El consumo de la construcción con relación al resto de las actividades



Nota. Porcentajes del consumo de recursos naturales

La construcción y ejecución de obras civiles o urbanísticas son uno de los factores que generan mayor impacto sobre el medio ambiente y, particularmente, sobre el cambio climático: agotan casi el 50% de los recursos naturales (Alavedra, et al., 1998),

el 40% del consumo energético anual, el 38% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero y el 12% agua potable global (USAID, 2013)

Figura 2.

El impacto ambiental en la construcción



Nota. En la figura se muestra como a través de la construcción y del uso de recursos se genera contaminación

Los edificios construidos, continúan siendo una causa directa de contaminación, por las emisiones de gases de efecto invernadero que se producen en los mismos o el impacto sobre el territorio, creando un ambiente físico alienante y una fuente indirecta, por el consumo de energía y agua necesarios para su funcionamiento. La construcción de los edificios compromete unos impactos ambientales que incluyen la utilización de materiales que provienen de recursos naturales, la utilización de grandes cantidades de energía, tanto en lo que atiende a su construcción, como a lo largo de su vida y el impacto ocasionado en el emplazamiento.

1.2. Pregunta de investigación + creación

1.2.1. Pregunta de investigación

¿Qué soluciones técnicas y espaciales se pueden plantear en un proyecto arquitectónico para minimizar los efectos contaminantes producidos por el consumo energético en la edificación?

1.2.2. Propuesta creativa

El exceso de consumo energético en ciudades que poseen un clima cálido, en las que se diseña una arquitectura no pensada para dichas determinantes climáticas, y en lugar se utiliza la energía para los aparatos eléctricos que climaticen los espacios como en el caso de la ciudad de Cartagena, que se encuentra ubicada en el departamento de Bolívar, al norte del país. Además, al ser una de las ciudades con aglomeraciones urbanas más grandes y con una mayor tasa de crecimiento poblacional anual de 3,9%, La ciudad de Cartagena ha aumentado su actividad constructora en los últimos años y en consecuencia se están generando alrededor de 190.000 m³/año de escombros cuya disposición se hace muchas veces en sitios no autorizados con los correspondientes perjuicios a los propietarios de estos predios y a la comunidad en general por la contaminación, la degradación del paisaje, problemas sociales y culturales. (Urzola, M. E., Bolaños, E. Q., & Bello, J. M., 2011).

A partir de la sostenibilidad, se implementan conceptos como arquitectura circular, arquitectura ambiental y las 3Rs, las cuales a partir de ellas se lograr garantizar una buena calidad espacial en el diseño de un proyecto arquitectónico, en el cual por medio de un equipamiento educativo en el que se pueda capacitar a la población de Cartagena sobre el manejo y clasificación de los residuos como el plástico y el cartón que pueda volver a ser reutilizado, y de esa manera poder reducir el impacto ambiental.

1.3. Justificación

Mediante la arquitectura circular, la cual aborda el tema sobre la sostenibilidad se da una solución a la problemática del consumo energético y la contaminación generada por la utilización de materiales de construcción en la ciudad de Cartagena, puesto a que se reemplaza el ciclo lineal en la implementación de los materiales de

construcción, por un ciclo cerrado con fin de reducir, reciclar y reutilizar los recursos naturales y así generar una disminución en el impacto ambiental. Además, se da ejemplo de cómo a través de las estrategias bioclimáticas en la arquitectura, muestra una eficiencia energética en el funcionamiento de los espacios interiores, teniendo en cuenta la calidad espacial en ambientes sanos y confortables.

La implementación de la sostenibilidad en esta ciudad se ve necesaria, debido que al generar espacios eficientes ayudan a mejorar y a potencializar el entorno, por medio de la educación y la cultura frente al manejo de los residuos que pueden ser reutilizados, generando una alternativa económica y de emprendimiento que generen un cambio social, seguro y sobre todo ambiental en el lugar.

En la arquitectura sea ha visto la necesidad de implementar la bioclimática en el diseño de un proyecto arquitectónico por medio de tecnologías y estrategias pasivas implicando los sistemas constructivos, funcionales y formales para crear una buena arquitectura, garantizando el buen confort. Debido a que la arquitectura convencional se ha notado el deterioro ambiental que genera, y en el caso de Colombia en los últimos años han ocasionado un peligroso quebranto en los ecosistemas por la tala de bosques, la sustitución de la vegetación primaria por pastos o por cultivos de tipo industrial, la explotación petrolera y la contaminación de residuos generada progresivamente en el aire y el agua.

Figura 3.

Problemas ambientales actuales

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
Mundiales										
Cambio Climático e invernadero		x	x	x	x	x	x		x	x
Agotamiento del ozono		x	x			x	x	x		
Deforestación	x	x			x	x	x			
Pérdida de biodiversidad	x									
Contaminación mares		x	x	x		x		x	x	
Gasto recursos no renovables	x	x	x	x	x	x	x			
Locales										
Contaminación atmosférica	x	x	x	x	x	x	x			
Contaminación aguas continentales	x	x	x					x	x	
Deterioro del mar y costas		x	x	x		x		x	x	
Residuos tóxicos		x	x		x	x	x	x	x	x
Riesgos industriales		x	x		x					
Erosión y desertización	x			x	x					x
Abuso de recursos renovables						x	x	x	x	
Ocupación suelo con vertidos		x			x			x	x	x

a Rocas, industriales, minerales, materiales. b Fabricación elementos constructivos.

c Fabricación sistemas, equipo, instalaciones.

d Transporte a obra. e Construcción, puesta en obra. f Gasto energético climatización.

g Gasto energético iluminación. h Mantenimiento, agua, usos varios.

i Reutilización, cambio de uso. j Derribo, abandono.

Nota. Fases con los principales problemas medioambientales, las repercusiones derivadas de la construcción.

Tomado de: <http://polired.upm.es/index.php/ciur/article/viewFile/1036/1055>

La sostenibilidad en la construcción se comprende en la escogencia de los materiales, el proceso constructivo y el diseño de la edificación, minimizando el consumo de energía, la utilización de la iluminación natural, el manejo arquitectónico a la exposición solar y de las corrientes de aire.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general de investigación + creación

Implementar tecnologías sostenibles utilizando biomateriales de construcción y estrategias pasivas, las cuales garanticen una eficiencia energética y calidad espacial en la edificación.

1.4.2. *Objetivos específicos investigación + creación*

1. Investigar sobre la arquitectura circular, evaluando el aporte ambiental que generan los materiales y la gestión de desechos, para mejorar la optimización del uso de recursos.
2. Indagar sobre las tecnologías sostenibles, determinando cuales pueden ser implementados en la arquitectura, con el fin mejorar la bioclimática y eficiencia en la edificación
3. Profundizar sobre el concepto de envolvente espacial, buscando soluciones para el aprovechamiento de estrategias bioclimáticas, de tal modo que minimice el impacto ambiental provocado por la construcción

1.4.3. *Objetivos específicos*

1. Diseñar un espacio arquitectónico, aprovechando la arquitectura bioclimática y la integración con el entorno, con el fin de reducir el consumo energético.
2. Implementar la envolvente espacial en el diseño, con el fin de generar una eficiencia energética en los espacios interiores, para garantizar el confort térmico y optimizar las condiciones de calidad espacial.
3. Utilizar materiales de construcción, los cuales puedan emplear el concepto de las 3R para generar efectos positivos en la salud humana y ambiental de un espacio.

1.5. Metodología

Se implemento la metodología de investigación que facilita determinar y de mostrar cuales son las causas que generar el consumo energético y la contaminación en la utilización de los materiales de construcción, con el fin de tener una indagación sólida para poder plantear estrategias de ejecución basado en el enfoque del proyecto. Se indaga sobre conceptos de sostenibilidad, con el fin de poder determinar las tecnologías y alternativas más eficientes que se pueden emplear en el proyecto arquitectónico sobre una zona de clima cálido. Se identifica los biomateriales de

construcción que deja una huella mínima durante su tratamiento y también después como residuo, generando un ciclo cerrado en su edificación.

A través de la metodología de investigación se pudo encontrar conceptos arquitectónicos de se implementan como solución a la problemática, como lo son la arquitectura circular y la arquitectura ambiental, las cuales se ligan a términos como la envolvente espacial, las 3Rs y el tercer maestro que pueden brindar una buena calidad espacial dentro de un proyecto totalmente sostenible gracias a que se tiene en cuenta las determinantes físicas del lugar para su implantación.

Figura 4.

Metodología de investigación

OBJETIVO ESPECIFICO		INSTRUMENTOS
<p>Objetivo 1 Investigar sobre la arquitectura circular, evaluando el aporte ambiental que generan los materiales y la gestión de desechos, para mejorar la optimización del uso de recursos.</p>	<p>Consulta Indagar sobre tecnologías y alternativas sostenibles que pueden ser aplicadas en el proyecto Análisis Se analiza que tecnologías pueden ser implementadas de acuerdo a las condiciones climáticas del lugar Resultados Determinar las tecnologías más eficientes que funcionen en el proyecto y reduzca el consumo energético.</p>	<p>Consulta Sobre la tecnología de la construcción y la sostenibilidad como estrategia de para el ahorro de energía en las edificaciones. Análisis Se analiza que estrategias sostenibles son más favorables para el diseño sostenible. Resultados Incorporación de tecnologías pasivas en el diseño arquitectónico con las que se que reduzca la mayor cantidad de energía posible.</p>
<p>Objetivo 2 Indagar sobre las tecnologías sostenibles, determinando cuales pueden ser implementados en la arquitectura, con el fin mejorar la bioclimática y eficiencia en la edificación</p>	<p>Consulta Buscar soluciones sostenibles para el aprovechamiento de energías y de recursos renovables Análisis</p>	<p>Consulta Análisis de estrategias para el aprovechamiento de energías limpias en la arquitectura Análisis Entender el</p>

	<p>Analizar que soluciones eficientes permiten economizar y mejorar la calidad espacial de una edificación</p> <p>Resultados El aprovechamiento de energías que permitan tener confortabilidad espacial, teniendo presentes los parámetros de diseño.</p>	<p>funcionamiento y el aprovechamiento de eficiencia energética, potenciando el desarrollo sostenible.</p> <p>Resultados La implementación de estrategias pasivas que permiten el aprovechamiento de la bioclimática de cada lugar</p>
<p>Objetivo 3 Profundizar sobre el concepto de envolvente espacial, buscando soluciones para el aprovechamiento de estrategias bioclimáticas, de tal modo que minimice el impacto ambiental provocado por la construcción</p>	<p>Consulta Investigar sobre el concepto de la envolvente espacial a la arquitectura ambiental</p> <p>Análisis Analizar que tecnologías pasivas se pueden implementar en el diseño las cuales reduzcan el consumo energético</p> <p>Resultados El mejoramiento de técnicas en el uso de materiales constructivos y del análisis bioclimático que garantice una arquitectura sostenible.</p>	<p>Consulta Consultar sobre la metodología de diseño de arquitectura circular, la ecoeficiencia en los materiales y la calidad espacial</p> <p>Análisis Entender la relación que hay entre la arquitectura circular, la ecoeficiencia y la envolvente espacial</p> <p>Resultados Implementación de la envolvente espacial como la quinta fachada que permite la permeabilidad y la ecoeficiencia.</p>

Nota. La figura muestra los resultados de los análisis desglosados.

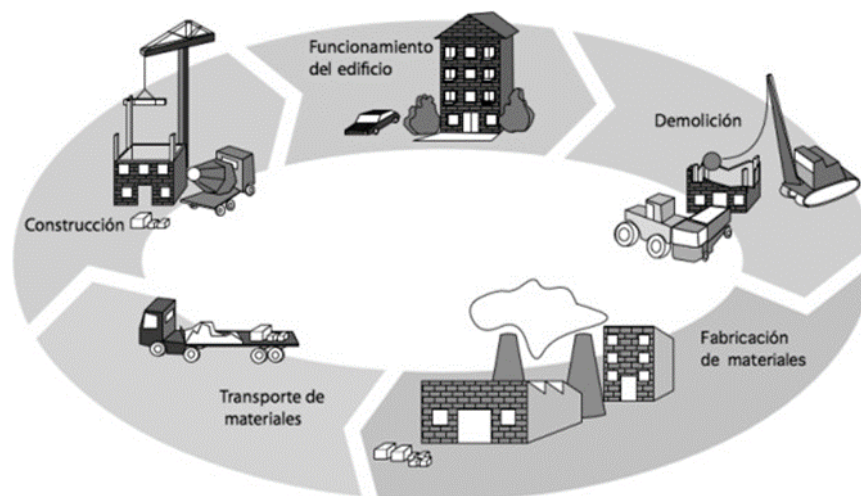
2. DISCURSO PREPOSICIONAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN + CREACIÓN

2.1. Antecedentes (estado del arte)

A través de los años, la industria de la construcción ha enfrentado diversos retos y cambios que han implicado una transformación de las prácticas, materiales y enfoques que guían las actividades desarrolladas en cada proyecto. Sin embargo, tal vez el impacto medio ambiental sea uno de los mayores retos que ha enfrentado la industria desde hace años. No es desconocido que desde la década de los 80 se empezó a discutir sobre métodos de construcción, pero hasta el día de hoy, se continúa en el proceso de implementar técnicas que lleven a la construcción a un sector que preserve los recursos naturales y el medio ambiente. (Solaimani & Sedighi, 2020).

Figura 4.

Ciclo de la construcción convencional



Nota. En la figura se muestra como la construcción termina siendo demolida

Los edificios construidos, son una de las principales causas directas de la contaminación, por las emisiones que se producen en los mismos o el impacto sobre el territorio implantado, por el consumo de energía y agua necesarios para su funcionamiento. La construcción genera impactos ambientales por la utilización de materiales de construcción que provienen de recursos naturales, el consumo de

grandes cantidades de energía, tanto en su proceso de construcción, como a lo largo de su vida útil y el impacto ocasionado a la implantación.

El desarrollo de la construcción en los últimos años, ha tenido un aumento crítico para el cuidado y preservación del medio ambiente, debido a que, sin importar el material principal utilizado para la edificación, se tienen registros de altos impactos en cuanto a consumo de energía y emisiones de CO₂ a lo largo de todo el ciclo de vida de un proyecto. (Li & Altan, 2011). Sin embargo, se ha podido comprobar que las afectaciones causadas por la infraestructura y las edificaciones desarrolladas en un entorno no originan solo inconvenientes medio ambientales, sino que también influyen en la salud y bienestar de los habitantes, teniendo en cuenta que las características físicas, sociales, políticas y económicas del componente ambiental y social que rodea a una sociedad. (Worden, Hazer, Pyke, & Trowbridge, 2020)

Es por estas afectaciones que, en los últimos años, se han incrementado los estudios en cuanto a la implementación de técnicas y procesos sostenibles dentro de la construcción de edificaciones, enfocándose en el adecuado uso de los recursos necesarios dentro de un proyecto, buscando un estado de equilibrio, en el que se preserven de forma óptima los recursos naturales disponibles, para la posibilidad de dar este enfoque para futuros proyectos. (Yılmaz & Bakış, 2015). “Los edificios denominados “verdes” y construidos siguiendo pautas bioclimáticas pueden lograr entre 50% y 80% de ahorro energético respecto de los convencionales. (Lejibowicz, 2010)”. (Castro, 2012).

Según (DuBose & Pearce, 1997), “la sostenibilidad ofrece una manera de interactuar con nuestro mundo que reconcilia el deseo humano omnipresente de una alta calidad de vida con las realidades de nuestro contexto global. Exige soluciones únicas para mejorar nuestro bienestar que no tengan el costo de degradar el medio ambiente o afectar el bienestar de otras personas”. Debido a esto, la construcción tiene la responsabilidad de buscar diseñar espacios más saludables y dignos en donde vivir, que estén en armonía con la naturaleza y que estén al alcance de todos. Desde estas consideraciones depende la sostenibilidad de los asentamientos humanos. La construcción sostenible de edificios surge de la búsqueda de un entorno urbano

sostenible que satisfaga la necesidad de la sociedad por infraestructura ofreciendo un entorno saludable a los ocupantes de edificios y siendo responsable con el medio ambiente". (Donoso, 2010).

A lo largo de los últimos años, han aumentado las investigaciones en cuanto a la necesidad del sector de la construcción por implementar el término de "sostenibilidad" dentro de las prácticas desarrolladas en cada una de las etapas de los procesos constructivos que conlleva la realización de una edificación. Este análisis se puede ver desarrollado en una investigación llevada a cabo en Australia, en donde se investigó sobre la posibilidad de disminuir los impactos ambientales causados por la construcción y las edificaciones, reutilizando los residuos sólidos producidos a lo largo de las diferentes etapas de construcción y lograr su aprovechamiento en compuestos de geo polímeros a modo de agregados, aditivos, fibras de refuerzo o material de relleno, concluyendo que es posible continuar con este tipo de investigaciones en diversas áreas del sector de la construcción. (Tang, Li, Tam, & Xue, 2020). Además, en la implementación de biomateriales de construcción, se busca la mínima huella ecológica durante todo el proceso de fabricación y de su vida útil, generando un ciclo cerrado en el que el biomaterial, luego de pasar a ser residuo, pueda volverse a regenerar para ser reutilizado.

Generalmente en la arquitectura, siempre se ha visto una gran evolución durante el tiempo con respecto a la armonía que maneja en las condiciones climáticas, recurriendo a sistemas limpios de ventilación y de calefacción natural que se veían desde los tiempos vernáculos. Pero con el paso del tiempo y los nuevos descubrimientos industriales que se encontraron, han generado que todos los conocimientos vernáculos se olvidaran (Butti y Perlin, 1985).

Es por eso que, en la modernidad, ya no se tiene muy en cuenta las determinantes físicas de un lugar donde se implante un proyecto arquitectónico y toman en cuenta la implementación de sistemas activos como lo es el acondicionamiento tanto térmico como lumínico, siendo suministrados por la energía eléctrica principalmente generada por combustibles fósiles. Esta problemática ha generado niveles muy altos de contaminación, la cual ha provocado destrucción de ecosistemas que están evidenciados por cifras, las ciudades ocupan el 2,8% de la superficie terrestre, si bien,

consumen más o menos el 75% de la población mundial de todos los recursos, lo cual ha hecho que en las últimas cuatro décadas se duplicaran las emisiones de CO₂ (Alchapar, Correa y Cantón, 2014). Más del 40% de energía es consumida en las ciudades, siendo los responsables de la contaminación por efecto del dióxido de carbono.

Al ser más eficiente en el uso de recursos naturales, se puede dar paso hacia el crecimiento económico sostenible, traduciendo a una menor demanda de recursos y energía, así como una menor generación de residuos. Lo cual lleva al concepto de economía circular, inspirado en mecanismos naturales que funcionan en un proceso continuo de producción, el cual rompe la relación entre el crecimiento económico y el mayor consumo de recursos naturales, utilizando procesos más eficientes, inteligentes y sostenibles. Requiere de la utilización máxima y de la eliminación correcta de los desechos reciclables y orgánicos, así como la reducción de residuos a los vertederos. Para esto se toman las 4R (repensar, reducir, reutilizar, reciclar) que pueden ser aplicables al funcionamiento de un proyecto arquitectónico. (Souza, 2019).

Referentes arquitectónicos

ORQUIDEORAMA / PLAN B ARQUITECTOS + JPRCR ARQUITECTOS

Figura 5.

Orquideorama, Medellín



Nota. *Perspectiva peatonal de acceso del referente*

Tomado de: <https://www.paisajeo.org/post/orquideorama-jard%C3%ADn-bot%C3%A1nico-de-medell%C3%ADn-i-plan-b-arquitectos-jprcr-arquitectos>

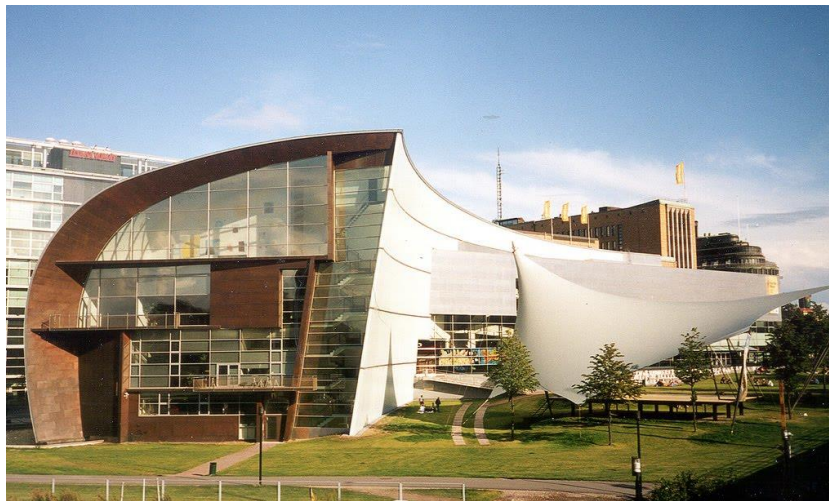
La escala exterior de las configuraciones hexagonales vivas, concretamente pensando en flores o árboles, permite definir la percepción de un amplio bosque o jardín en sombra, además de que su sistema estructural de troncos huecos o patios que permiten ejercer un control moderado de la temperatura, la humedad y la recolección de agua, garantizando al proyecto el mayor aprovechamiento de recursos naturales y creando un espacio de calidad y confort.

La estructura y apoyos de la nueva estructura, funcionan como patios vegetales y animales, que vinculan lo biótico al esfuerzo estructural, permitiendo al usuario poder transitar libremente por todo el proyecto, estando protegido de la iluminación natural. Más que una cubierta, se construye una superficie superior con las cualidades lumínicas y ambientales de los follajes.

MUSEO KIASMA, HELSINKI, STEVEN HOLL

Figura 6.

Museo Kiasma



Nota. *Perspectiva exterior del museo*

Tomado de:

<http://moleskinearquitectonico.blogspot.com/2010/08/steven-holl-museo-kiasma-helsinki.html>

El concepto del Kiasma se logra mediante la implantación de una masa como edificio que se encuentra entrelazada con la geometría de la ciudad y el paisaje reflejado en la forma del edificio. Una línea cultural implícita se curva para vincular el edificio con Finlandia Hall, mientras que también se conecta con una "línea natural" que conecta con el paisaje trasero y la bahía de Töölö.

El edificio se relaciona con la geometría de la ciudad y el paisaje del contexto a partir de su geometría. Relaciona el interior con el entorno exterior, y de esta manera buscar convertirse en un punto de encuentro urbano.

COLEGIO HELVETIA, BOGOTÁ

Figura 7

Colegio Helvetia



Nota. *Perspectiva aérea de la ampliación del colegio*

Helvetia

El valor del espacio educativo debe estar en lo que es capaz de propiciar en términos de relaciones y comportamientos, en este sentido el proyecto es en sí mismo un dispositivo de aprendizaje lúdico y de juego. El objetivo pedagógico fundamental del proyecto es el de generar la mayor cantidad de experiencias y descubrimientos para el aprendizaje y juego de los niños. El proyecto es un instrumento espacial que se basa en la discontinuidad y la aparición de subespacios de encuentro; buscando la mayor diversidad espacial que le permita a un niño desde la curiosidad llegar a descubrir constantemente lo que produce emoción y con esta emoción, abrir las ventanas de aprendizaje y poner la máquina del conocimiento en marcha para generar aprendizaje estimulando los procesos de desarrollo corporal cognitivo.

2.2. Marco referencial

2.2.1. Marco teórico conceptual

La economía circular es uno de los conceptos que actualmente se relaciona con la sostenibilidad. Está directamente relacionado con un aprovechamiento de recursos, se define como un sistema económico y social que tiene como objetivo la producción de bienes y servicios al tiempo que reduce el consumo y el desperdicio de materias

primas, agua y fuentes de energía. Se complementa con el concepto de “Cradle to Cradle” (de la cuna a la cuna), que fue diseñado por William McDonough y Michael Braungart, quienes identifican claves para instaurar en la economía circular; como en la selección de materiales, componentes estandarizados, productos diseñados para durar, diseño para una clasificación fácil al final de su vida útil, separación o reutilización de productos y materiales y criterios de diseño para la fabricación que tienen en cuenta las posibles aplicaciones útiles de los subproductos y los desechos. (Mercado Martin, L. 2020)

Entendiendo la economía circular como un criterio relacionado con el impacto positivo que genera hacia la arquitectura sostenible, promoviendo el proyecto arquitectónico que está enfocado a el ahorro energético, al reciclaje y la reutilización. Se puede decir que la implementación de biomateriales de construcción, los cuales dejan una mínima huella ecológica durante su tratamiento y gestión de residuos, ayudan a generar la economía circular a partir de materiales que no solo minimicen el impacto ambiental, sino que también se enfoque en la calidad y confort que brinda hacia el interior de los espacios, generando habitabilidad y bienestar a partir de racionalizar en el consumo y en el aprovechamiento de energías alternativas.

La arquitectura sostenible es aquella manera de diseñar, gestionar y ejecutar en un “hecho arquitectónico” a través del aprovechamiento racional y apropiado de los recursos naturales y culturales del lugar de su emplazamiento buscando minimizar sus impactos ambientales sobre los contextos naturales. Para lograr el concepto es necesario considerar varios aspectos básicos:

1. Planificación del sitio.
2. Adecuación de los espacios según sus destinatarios, pautas culturales, su función, condiciones de salubridad, de habitabilidad, etc.
3. Control del uso de los materiales y procesos tecnológicos a emplear y reutilizar.
4. Innovaciones metodológicas, arquitectónicas y tecnológicas.
5. Seguridad de los procesos para su construcción, funcionamiento y mantenimiento.
6. Control de los residuos económicos para tales fines.
7. Uso eficiente y renovable de la energía involucrada.

8. Uso racional de los recursos naturales a destinar.

(Garzón, B. 2021)

Por medio de la sostenibilidad se tiene en cuenta el impacto de una edificación durante todo el ciclo de vida, desde la construcción, el uso y el derribo final, reduciendo los impactos ambientales y asumiendo la utilización de eficiencia energética en el diseño o la construcción, sin olvidar los principios fundamentales del confort y la salud dentro de la calidad de un espacio construido.

La arquitectura bioclimática es aquella que tiene en cuenta el clima y las condiciones del entorno para ayudar a conseguir el confort higrotérmico interior y exterior, involucra y juega con el diseño y los elementos arquitectónicos, sin utilizar sistemas mecánicos. El diseño arquitectónico debe realizarse teniendo en cuenta el entorno y las orientaciones favorables y el aprovechamiento de recursos naturales, en procura de la sostenibilidad del medio ambiente. Racionalizar el consumo energético y lograr los niveles de bienestar requeridos los constituye la arquitectura bio-ambiental y el bioclimatismo, reduciendo la energía consumida, generando una arquitectura de calidad respetuosa con el medio ambiente, confortable, bioclimática, con baja emisión de CO₂, con formas y sistemas tecnológicos que favorezcan el confort, con el uso de materiales de producción con baja energía y reciclables. (Garzón, B. 2021)

El valor que se le da a las determinantes bioclimáticas por medio de estrategias pasivas y activas dentro del diseño de un proyecto arquitectónico es fundamental para el aprovechamiento de recursos como la influencia de la luz y los vientos intentando reducir el consumo de energía, manejando la temperatura a través de la materialidad y el control de los niveles de CO₂ en los interiores.

Los autores Oscar Corbella y Simons Yannas (2003) describen el confort ambiental de la siguiente manera: Una persona está confortable ambientalmente cuando su ambiente físico está en neutralidad con relación a él". Al analizar cómo obtener el mayor nivel de confort en una arquitectura, es indispensable obtener un equilibrio entre cuatro aspectos básicos: belleza, utilidad, solidez y eficiencia energética.

Según Serra (2000), los parámetros del confort son aquellas características objetivables de un espacio determinado que pueden valorarse en términos energéticos y que resumen las acciones que, en dicho espacio, reciben las personas

que lo ocupan. Por lo tanto, son el objetivo directo del diseño ambiental en la arquitectura. Estos se dividen en parámetros generales, los cuales están relacionados con dimensiones globales del espacio y los parámetros específicos, y que comprenden las variables térmicas, acústicas, visuales y espaciales. Por lo tanto, estos pueden ser controlados mediante el estudio de las variables naturales y físicas del entorno inmediato (radiación solar, vegetación y edificios existentes, dirección del aire, topografía, etc.).

Siendo la envolvente espacial como un concepto contemporáneo, es el que integra dos componentes principales de la arquitectura, la cubierta y la fachada, los cuales establecen un límite visual entre los espacios interiores y exteriores de un proyecto arquitectónico. Es el que genera una protección hacia el objeto arquitectónico y además aporta e involucra los intercambios bioclimáticos de aire, luz y calor espacial, la cual garantiza la habitabilidad, a partir de la iluminación natural, la materialidad y la eficiencia energética.

Entendiendo la calidad espacial, como un factor muy importante dentro de la arquitectura sostenible y eficiente, radica en que las condiciones de confort y de habitabilidad de los usuarios hace que se generen espacios evocando emociones y despertando gran interés hacia el espacio construido, a través de la percepción y de componentes fenomenológicos, evaluando condiciones climáticas del entorno, el manejo de la luz y el uso de la materialidad.

2.2.2. Marco legal

El Decreto 1285 de 2015, establece lineamientos generales de construcción sostenible para edificaciones, encaminadas al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes y al ejercicio de actuaciones con responsabilidad ambiental y social. Principalmente, el gobierno nacional, a través del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, adopto la Resolución 0549 de 2015, que estableció los porcentajes obligatorios del ahorro de agua y energía para el sector de las edificaciones en el país, lineamientos generales de sostenibilidad para edificaciones. La resolución establece, mediante la implementación de medidas activas y medidas pasivas, una reducción entre el 10% y el 15% en el consumo de agua y energía en el primer año. La resolución

establece unos porcentajes normativos de ahorro de consumo de agua y energía sobre la línea base para diferentes usos, y contempla mecanismos de seguimiento y control en la etapa de operación. (CONPES,2018)

DISPOSICIONES FRENTE A ALGUNOS ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS

ARTÍCULO 2.2.2.1. **Ámbito de aplicación.** El presente Título se aplica a las entidades educativas, organizadas como establecimientos públicos del orden nacional, adscritas al Ministerio de Educación Nacional.

PARÁGRAFO: Para los efectos previstos en este Título se entiende por entidades educativas aquellos organismos que directamente prestan el servicio educativo en una entidad territorial o indirectamente prestan su concurso en el desarrollo de la educación o facilitan el acceso al conocimiento, la ciencia, la técnica y los demás bienes y valores de la cultura, organizados como establecimientos públicos adscritos al Ministerio de Educación Nacional. (Decreto 1052 de 2006, artículo 1).

Norma Técnica Colombiana NTC 4595

Esta norma establece los requisitos para el planeamiento y diseño físico-espacial de nuevas instalaciones, orientado a mejorar la calidad del servicio educativo en armonía con las condiciones locales, regionales y nacionales.

Establece las disposiciones básicas, necesarias para planificar instalaciones educativas. Se agrupan en tres áreas, así: ubicación y características de predios, dimensionamiento de las instalaciones escolares y disposiciones varias.

Indica las características ambientales con las cuales es necesario dotar a los distintos espacios que conforman las instalaciones escolares, para garantizar a sus usuarios unas condiciones básicas de accesibilidad. El diseño de las instalaciones educativas, en cuanto a accesibilidad, se rige íntegramente por las disposiciones contenidas en la Ley 12 de 1987, la Resolución número 14861 del 4 de octubre de 1985 del Ministerio de Salud y la Ley 361 del 7 de febrero de 1997.

Se contemplan disposiciones generales para el acondicionamiento adecuado de los ambientes de la instalación y disposiciones específicas para algunos de ellos, según su funcionamiento. 5.3.2.2 Las rampas deben tener pendientes comprendidas entre el 5 % y el 9 % con tramos de NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4595 13

5.3.4.1 En todos los ambientes educativos se debe prever el área para la colocación de al menos una silla de ruedas o de una persona con limitaciones auditivas con su

respectivo acompañante. Las características de los muebles que permitan el acceso de las personas con limitaciones se incluyen dentro de las normas NTC 4732 y NTC 4733. Todos los ambientes interiores deben contar con timbres de puerta visuales y sonoros que permitan su uso como alarma.

Hace referencia a las condiciones ambientales necesarias para garantizar que un número máximo de usuarios de las instalaciones no considere el clima como un factor que perturbe el desarrollo de sus actividades. Esta norma hace énfasis en la morfología y constitución de los edificios, como instrumentos moduladores del clima, y no contempla la utilización de equipos mecánicos especializados. El acondicionamiento térmico contempla: la ventilación y el control de la radiación solar.

2.3. Diagnóstico urbano

Cartagena, es la capital del departamento de Bolívar, al norte de Colombia. Fue fundada el 1 de junio de 1533 por Pedro de Heredia y desde 1991 la ciudad de Cartagena es un distrito turístico y cultural, con el tiempo se ha desarrollado su zona urbana conservando el centro histórico y convirtiéndose en uno de los puertos de mayor importancia de Colombia, del caribe y del mundo, así como un celebre destino turístico.

Figura 8

Cartagena, Colombia



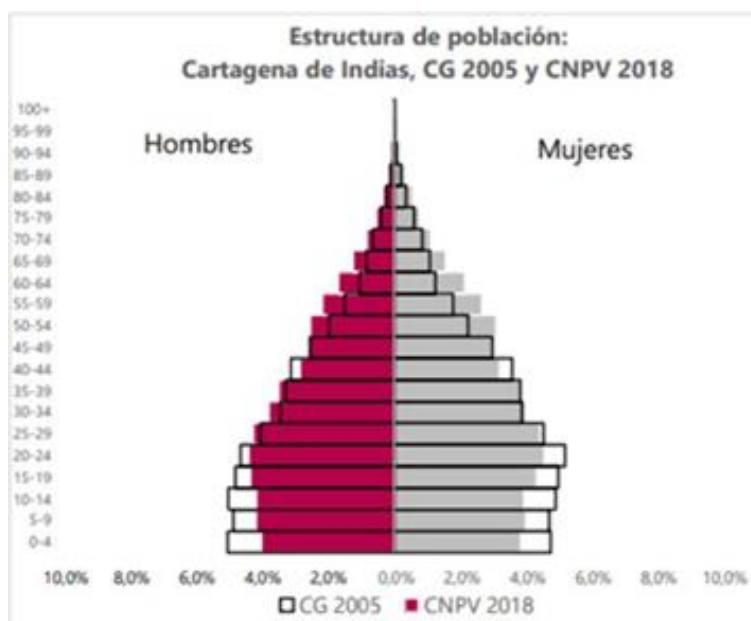
Nota. *Ubicación de la ciudad de Cartagena en Colombia*

Análisis socio - económico:

La población total de su cabecera es de 914.552 habitantes, siendo el quinto (5) municipio más poblado del país, teniendo una tasa de crecimiento poblacional anual de 3,9%.

Figura 9.

Análisis poblacional



Nota. Comparación de población y rangos de edad

Tomado de:

<https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/planes-departamentos-ciudades/201217-InfoDane-Cartagena-Bolivar.pdf>

Figura 10.

Análisis poblacional

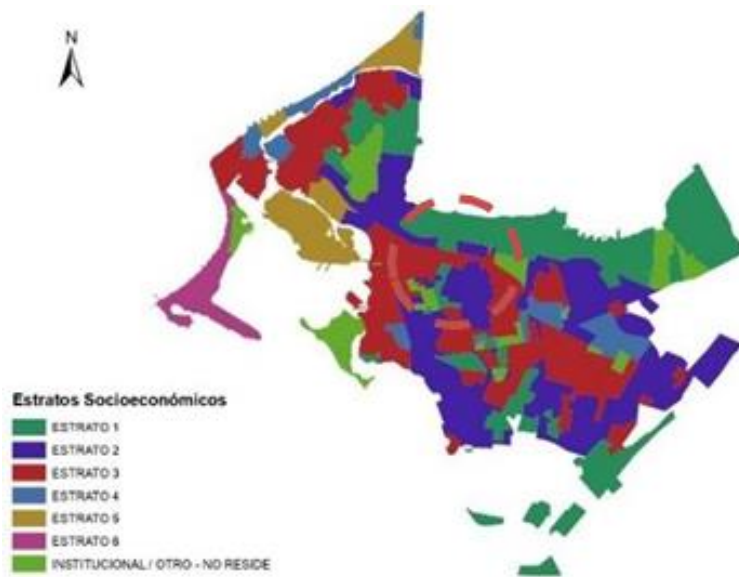
Características		Histórica y del Caribe Norte	De la Virgen y Turística	Industrial de la Bahía
Población	Urbana	368.242	301.367	329.854
	Rural	20.247	33.016	17.029
	Total	388.489	334.383	346.883

Nota. Número de habitantes en cada localidad comunera de la ciudad

Tomado de: <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/planes-departamentos-ciudades/201217-InfoDane-Cartagena-Bolivar.pdf>

Figura 11.

Análisis de estratificación



Nota. La figura muestra el análisis de los estratos

Tomado de:

<https://midas.cartagena.gov.co/Content/Download>

En el barrio armenia, ubicado en la localidad de la virgen y turística cuenta con una estratificación entre 2 y 3.

Figura 12.

Análisis de actividades económicas

Sexo y rama de actividad	Cartagena		
	Mar-oct 20	Mar-oct 19	Variación absoluta
Población ocupada	357	426	-68
Industria manufacturera	32	49	-17
Administración pública y defensa, educación y atención de la salud humana	45	59	-13
Actividades artísticas, entretenimiento, recreación y otras actividades de servicios	37	48	-11
Transporte y almacenamiento	48	57	-9
Comercio y reparación de vehículos	78	84	-6
TOTAL	31	36	-5
Construcción	31	36	-5
Alojamiento y servicios de comida	40	42	-2
Información y telecomunicaciones	4	6	-2
Actividades profesionales, científicas, técnicas y servicios administrativos	24	25	-1
Actividades financieras y de seguros	4	5	-1
Actividades Inmobiliarias	6	6	0
Otras ramas	8	8	0

Nota. La figura muestra las principales actividades que se realizan en la ciudad

Tomado de: <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/planes-departamentos-ciudades/201217-InfoDane-Cartagena-Bolivar.pdf>

Análisis funcionales:

Figura 15.

Usos del suelo



Nota. En el análisis se puede evidenciar el uso mas predominante

El uso predominante en el sector es la vivienda, siendo la mayoría de estrato 2 y 3. Se encuentran varios equipamientos de uso educativo y dotacional de escala zonal que generan una conexión con el predio en el que se implanta el proyecto.

Figura 16.

Análisis de movilidad



Nota. Realización del análisis de movilidad revisando las vías con mayor jerarquía

El predio tiene acceso directo hacia la vía principal Pedro Heredia, por la cual pasa el transporte masivo y conecta el centro histórico de Cartagena con la zona portuaria.

Figura 17.

Estructura ecológica principal



Nota. *Revisión de estructuras ecológicas en el sector*

El sector carece de zonas verdes, arborización y espacio público, ya que solo existe un eje verde en el separador de la vía principal cercana al predio.

Análisis legales:

Para el ordenamiento del territorio urbano, el Plan de Ordenamiento Territorial – Decreto 0977 de 2001- promueve un modelo de ocupación territorial compacto hacia adentro y un desarrollo policéntrico que desconcentra de un único núcleo los equipamientos y la prestación de servicios y los concentra de manera estratégica en varios núcleos o centralidades, de tal manera que dinamice y revitalice diversas zonas de la ciudad y consolide su sistema de centralidades; considerando entre sus objetivos fundamentales: racionalizar el uso y ocupación del suelo, provisión de espacios públicos adecuados, suficientes y con garantía de acceso para la población, y contribuir desde el ordenamiento a la construcción de una ciudad equitativa y a la consolidación de una cultura de planeación y gestión urbanística democrática y participativa.

Figura 18.

Reglamentación de usos permitidos



Nota. En la figura se evidencia que el uso permitido en el predio seleccionado es mixto 2.

Tomado de:

<https://midas.cartagena.gov.co/Content/Download>

Figura 19.

Usos permitidos

	ACTIVIDAD MIXTA 1	ACTIVIDAD MIXTA 2
USOS		
PRINCIPAL	Residencial y Comercio 1	Institucional 3, Comercial 2
COMPATIBLE	Comercial 2 - Industrial 1 - Portuaria 1 - Institucional 1 y 2 - Turístico	Comercial 1 - Industrial 1 - Portuario 1 y 2 - Institucional 1 y 2 - Turístico - Residencial
COMPLEMENTARIO	Institucional 1	Institucional 3 Portuario 4
RESTRINGIDO	Institucional 2 Portuario 2	Institucional 4 y Comercio 3
PROHIBIDO	Comercial 3 y 4 - Industrial 2 y 3 - Portuario 3 y 4	Industrial 2 y 3 - Portuario 3 - Comercial 4
INTENSIDAD DEL USO COMPATIBLE		
INTENSIDAD DEL USO COMPLEMENTARIO		

Nota. Lista de usos permitidos

Tomado de:

<https://midas.cartagena.gov.co/Content/Download>

El uso permitido en el predio de intervención es el uso mixto 2, el cual tiene como actividades principales institucional 3 y comercial 2.

Figura 20.

Tipos de establecimientos institucionales

	INSTITUCIONAL 1	INSTITUCIONAL 2	INSTITUCIONAL 3
TIPO DE ESTABLECIMIENTO	Establecimientos que prestan servicios de primera necesidad y cobertura local. Considerados de bajo impacto ambiental y urbanísticos, no generan tráfico o congestión notoria, no generan ruidos o contaminación y no propician usos complementarios significativos.	Establecimientos públicos o privados, de mediano impacto, de cobertura zonal compatibles con el uso residencial.	Establecimientos que prestan servicios especializados de cobertura distrital. Considerados de alto impacto urbanístico, requieren edificaciones especializadas de gran magnitud obras de infraestructura de servicios públicos y su cobertura abarca la totalidad del territorio y áreas de municipios vecinos.
ASISTENCIAL	Puesto de salud, dispensario, sala cunas, centros comunales.	Centro de salud, clínica, anciano, hogar de paso	Hospital, Clínica general.
EDUCATIVO	Guardería, jardín infantil, educación preescolar	Colegio(Prim-Bach), centro de educ. tecnológico, seminario	Universidad, Escuela Militar, Instituto Tecnológico.
ADMINISTRATIVO		JAL, embajada, consulado, notaria, curaduría, comisaría de familia, inspección de policía.	Alcaldía, Gobernación, Juzgado, Centro Administrativo, Cabildo, Sedes de empresas de servicios públicos, equipamientos de transporte.
CULTURAL		Teatro, auditorio, museo, biblioteca	Teatro, Auditorio Sinfónico, Biblioteca, Hemeroteca, Museo, Feria de exposición, Centro de Convenciones.
SEGURIDAD	Puesto de policía, CAI, puesto militar	Subestación o estación militar o de policía, bombero.	Cuartel, Cárcel, Instalaciones Militares y de Policía, Fiscalía, Base Naval.
CULTO	Capilla, Sala de culto	Iglesia parroquial, sedes de cultos, convento, sala de velación	Catedral, Palacio Arzobispal.
RECREATIVO	Clubes campesinos, parques y zonas verdes de cobertura local.	Centro deportivo y de espectáculos, club social, parque de diversiones, parques y zonas verdes de cobertura zonal.	Centro deportivo, Plaza de Toros, Villa Olímpica, Parques y Zonas Verdes de cobertura Distrital, unidad deportiva
USOS			
PRINCIPAL	Institucional 1	Institucional 2	Institucional 3
COMPATIBLE	Residencial – Turístico	Institucional 1, Residencial, Turístico	Institucional 1 y 2 – Turístico
COMPLEMENTARIO	Comercial 1 – Portuario 1	Comercial 1 y 2, Industrial 1, Portuario 1	Comercial 1 y 2 – Industrial 1 – Portuario 1
RESTRINGIDO	Comercial 2, Industrial 1, Portuario 2	Industrial 2, Portuario 2	Industrial 2 – Portuario 2
PROHIBIDO	Comercial 3 y 4, Portuario 3 y 4, Industrial 2 y 3	Comercial 3 y 4, Portuario 3 y 4, Industrial 3	Comercial 3 y 4-Port. 3 y 4-Indust. 3-Residencial
AREA LIBRE			
ASISTENCIAL	1 m2 área libre x c/1.50 m2 de área construida	1 m2 área libre x c/1.50 m2 de área construida	1 m2 área libre x c/1.50 m2 de área construida
EDUCATIVO	1 m2 área libre x c/1.50 m2 de área construida	1 m2 área libre x c/1.50 m2 de área construida	1 m2 área libre x c/1.50 m2 de área construida
ADMINISTRATIVO		1 m2 área libre x c/1.50 m2 de área construida	1 m2 área libre x c/1.50 m2 de área construida
CULTURAL		1 m2 área libre x c/1.50 m2 de área construida	1 m2 área libre x c/1.50 m2 de área construida
SEGURIDAD	1 m2 área libre x c/1.50 m2 de área construida	1 m2 área libre x c/1.50 m2 de área construida	1 m2 área libre x c/1.50 m2 de área construida
CULTO	1 m2 área libre x c/1.50 m2 de área construida	1 m2 área libre x c/1.50 m2 de área construida	1 m2 área libre x c/1.50 m2 de área construida
RECREATIVO	1 m2 área libre x c/1.50 m2 de área construida	1 m2 área libre x c/1.50 m2 de área construida	1 m2 área libre x c/1.50 m2 de área construida

Nota. En la figura se evidencia el listado de establecimientos permitidos

Tomado de: <https://midas.cartagena.gov.co/Content/Download>

Figura 21

Normativa de construcción

	INSTITUCIONAL 1	INSTITUCIONAL 2	INSTITUCIONAL 3
AREA Y FRENTE MÍNIMOS			
ASISTENCIAL EDUCATIVO ADMINISTRATIVO CULTURAL SEGURIDAD CULTO RECREATIVO	El lote lo determinará el tamaño del barrio donde se ubique y el tipo de servicio para el cual se destine el inmueble. El uso no se puede ubicar dentro de la vivienda. Deben englobarse predios para construir este tipo de establecimiento. FRENTE MÍNIMO: 12 Mts	El lote lo determinará el tamaño del barrio donde se ubique y el tipo de servicio para el cual se destine el inmueble. El uso no se puede ubicar dentro de la vivienda. Deben englobarse predios para construir este tipo de establecimientos. FRENTE MÍNIMO: 20 Mts	Servicio de tipo Distrital, el lote lo determinará el tamaño del establecimiento y el tipo de servicio para el cual se destine el inmueble. Este uso debe ubicarse en áreas de actividad mixta y en ningún caso puede este uso ubicarse dentro de la vivienda. FRENTE MÍNIMO : 30 Mts
ALTURA MÁXIMA	Según aplicación del área libre e índice de construcción. Para altura superior a 4 pisos, la edificación deberá dotarse de ascensor.	Según aplicación del área libre e índice de construcción. Para altura superior a 4 pisos, la edificación deberá dotarse de ascensor.	Según aplicación del área libre e índice de construcción. Para altura superior a 4 pisos, la edificación deberá dotarse de ascensor.
INDICE DE CONSTRUCCIÓN			
1 piso	0.6	0.6	0.6
2 pisos	1.2	1.2	1.2
Hasta 4 pisos		1.8	1.8
Para mayores alturas			Hasta 2.4
AISLAMIENTOS			
ANTEJARDÍN	De acuerdo a las exigencias del sistema vial.	De acuerdo a las exigencias del sistema vial.	De acuerdo a las exigencias del sistema vial.
POSTERIOR	7 mts	10 mts.	7 mts
PATIO INTERIOR			
VOLADIZO			
LATERAL	No requiere en barrios de vivienda tipo A yB. Para el resto, 2.5 M	3.0 mts.	4.0 mts

Nota. En la figura se muestran los índices de construcción permitidos

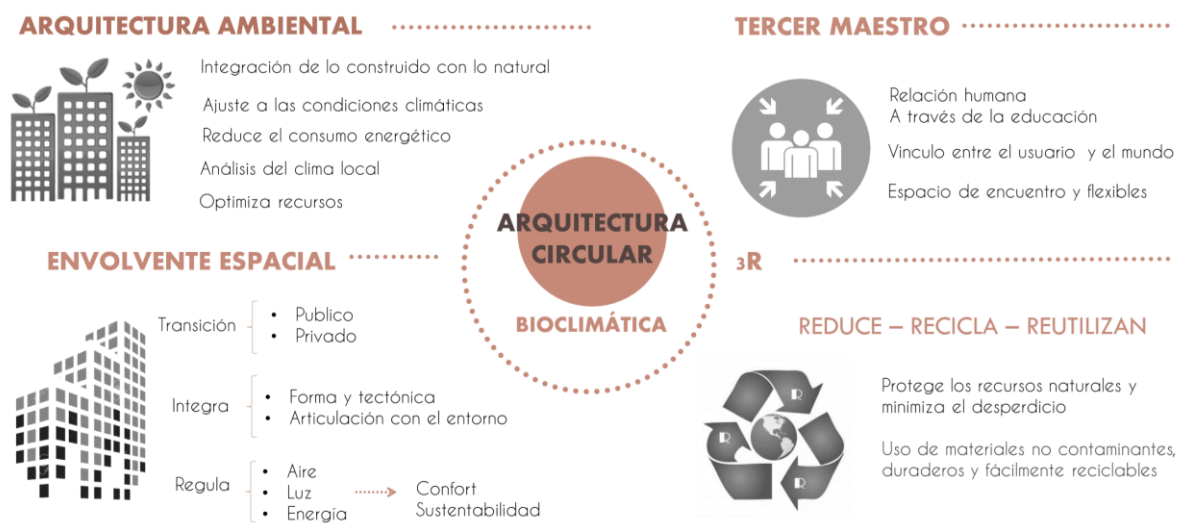
Tomado de: <https://midas.cartagena.gov.co/Content/Download>

El polígono de intervención ubicado en el barrio Armenia, en la ciudad de Cartagena es seleccionado con el fin de solucionar un problema arquitectónico, el cual se basa en la reducción del consumo energético a partir de ciertas estrategias bioclimáticas y otros conceptos, los cuales puedan garantizar una calidad espacial y confort dentro de un espacio arquitectónico en un clima cálido, por ende el polígono escogido se presta una correcta implantación, ya que con varias fortalezas para el aprovechamiento de estrategias bioclimáticas. El sector cuenta con mayor predominancia en la vocación educativa, de acuerdo con el uso que se le da al proyecto y puede generar varias conexiones y tensiones, los cuales puedan garantizar un mayor dinamismo en el proyecto.

2.5.2. Concepto ordenador

Figura 23.

Conceptos implementados



Nota. En la figura se muestra la relación de los conceptos utilizados

Los conceptos utilizados en el proyecto son la arquitectura ambiental, el tercer maestro, la envolvente espacial y los 3R (reducir, reciclar, reutilizar), dentro de un gran circuito como lo es la arquitectura circular. Los cuales, son puestos en práctica a partir de la aplicación de estrategias bioclimáticas dentro del diseño del proyecto, en la manera de implantarse, en la forma, en la función y en la materialidad.

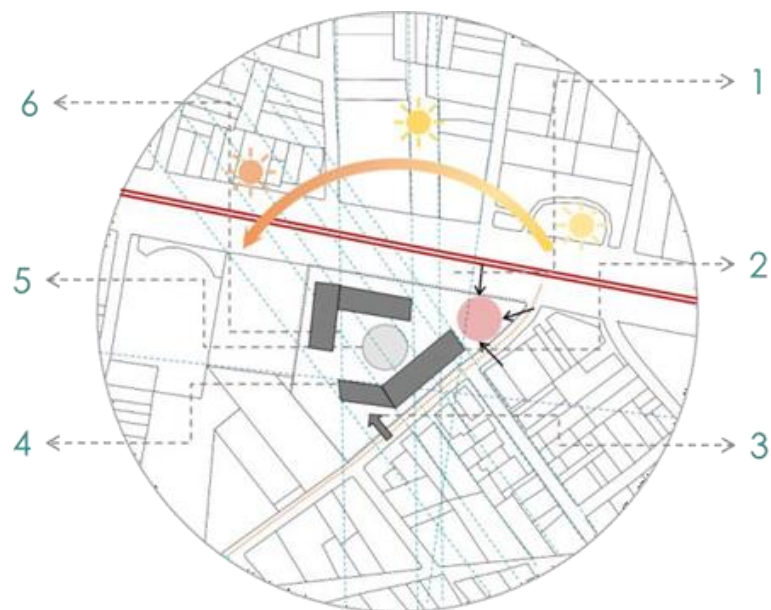
El concepto de tercer maestro complementa toda la parte sostenible y de arquitectura ambiental, ya que a partir de la relación humana y de tener el vínculo entre el usuario y el exterior, se pueden generar espacios de encuentro que sean flexibles y que integren la parte de la envolvente espacial generando una transición entre lo público y lo privado.

Estos conceptos se relacionan en la parte funcional del proyecto, el cual al generar una arquitectura que garantice la sostenibilidad, tiene como actividad principal el acopio y procesamiento del reciclaje para poder volver a ser reutilizado, junto con la capacitación para hacer dichos procesos y así fortalecer la arquitectura circular, sin dejar a un lado la eficiencia y confort que se obtiene a partir del aprovechamiento de las estrategias bioclimáticas

2.5.3. Implantación

Figura 24.

Lugar de implantación



Nota. Se muestra la implantación aprovechando las determinantes físicas del lugar

1. Acceso al equipamiento
NODO – concentración de personas y alto tránsito vehicular y peatonal
2. Implantación el esquema básico de acuerdo a los ejes proyectados por el contexto

3. Acceso secundario (vehicular)

Ingreso de materiales de construcción – sobre vía secundaria

4. Espacios productivos – Materiales

Cercanía al acceso vehicular – Zonas de doble espacialidad

5. Patio interno como núcleo integrador – ventajas bioclimáticas

6. Plantear espacios de actividades al aire libre en el interior del equipamiento

El proyecto se implanta en un predio esquinero e irregular, en el que se tienen en cuenta las estrategias bioclimáticas para garantizar el mayor aprovechamiento de recursos naturales. Para esto, se implementa la tipología patio, el cual se crea a partir de los ejes proyectados por el contexto, se implantan dos volúmenes principales que enmarcan el acceso principal y permiten una buena ventilación y aprovechamiento de la iluminación natural.

2.5.4. Esquema básico y evolución del conjunto

Figura 25.

Programa arquitectónico

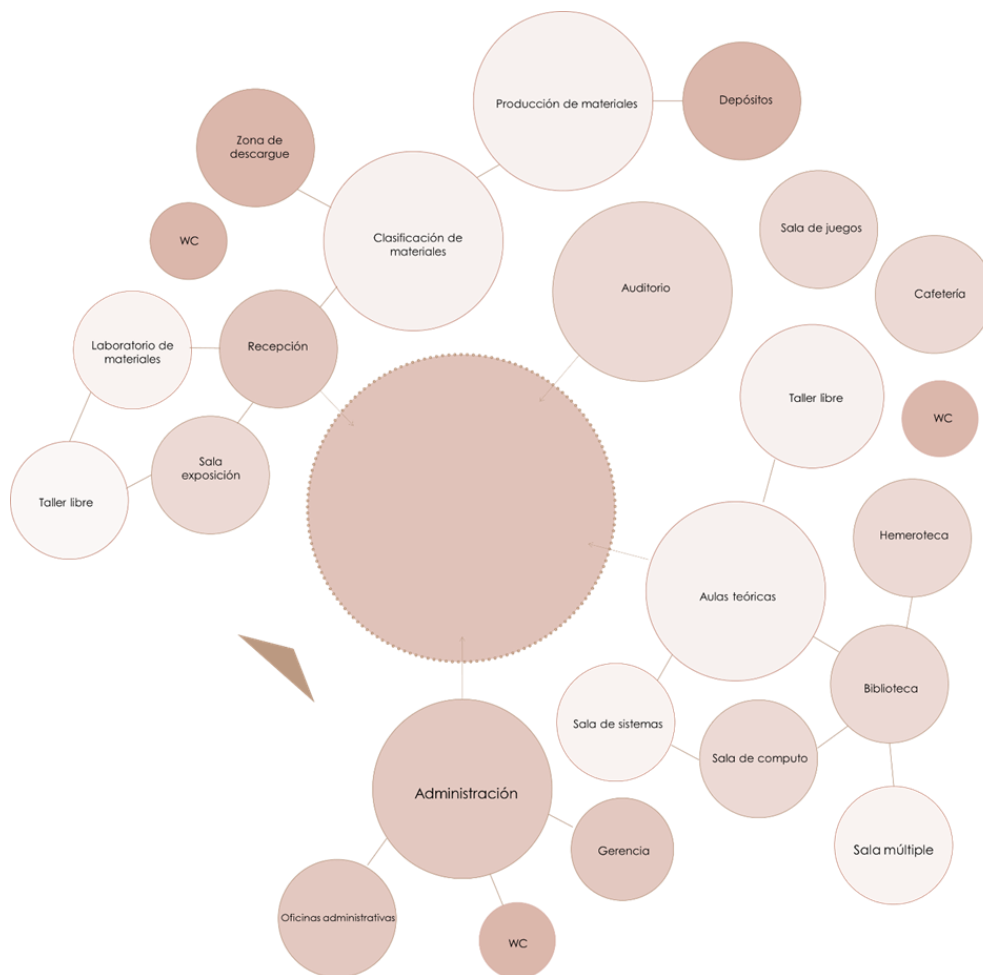
ZONA	ESPACIO	AREA M2	CANTIDAD	AREA TOTAL M2
PROPIA	AULAS TEORICAS	90	9	810
	ZONA DE TALLER LIBRE	1022	1	1022
	LABORATORIO DE MATERIALES	164	1	164
	AREA DE PRODUCCION DE MATERIALES	430	1	430
	ALMACENAJE DE MATERIAL RECIBIDO	160	1	160
	ZONA DE CLASIFICACION DE CARTON	54	1	54
	ZONA DE CLASIFICACION DE PLASTICO Y MADERA	75	1	75
	ZONA DE CLASIFICACION DE VIDRIO Y METALES	84	1	84
	SALA DE SISTEMAS E INVESTIGACIÓN	220	1	220
	SALA MULTIPLE	230	1	230
				3249
COMPLEMENTARIA	CAFETERIA	115	1	115
	BIBLIOTECA	115	1	115
	ZONA DE COMPUTO	60	1	60
	HEMEROTECA	115	1	115
	SALA DE JUEGOS	115	1	115
	AUDITORIO	324	1	324
				844
ADMINISTRATIVA	OFICINA DE GERENCIA	53	1	53
	OFICINAS ADMINISTRATIVAS	27	3	81
	CUBICULOS ADMINISTRATIVOS	8	10	80
	SALA DE DESCANSO	53	1	53
	RECEPCIÓN PRINCIPAL	40	2	80
				347
SERVICIOS	BAÑOS H/M	60	4	240
	PLATAFORMA DE DESCARGUE	55	1	55
	CUARTO DE BASURAS	38	1	38
	CUARTO HIDRAULICO	38	1	38
	CUARTO ELECTRICO	38	1	38
	SUBESTACIÓN	38	1	38
	ZONA DE LAVADO DE MATERIAL	85	1	85
	ZONA DE DESCARGUE DE MATERIALES	130	1	130
				662
CIRCULACIÓN 20%				1020.4
PARQUEADEROS				1763
ÁREA TOTAL CONSTRUIDA				7885.4

Nota. Programa funcional del proyecto

En la parte funcional del proyecto, se plantean dos volúmenes principales los cuales cada uno de ellos tiene un uso específico, el de la parte oriental tiene el uso de educación y capacitación sobre en reciclaje y la reutilización, y el volumen de la parte occidental tiene como función toda la parte productiva en el procesamiento de limpieza y trituración de los materiales como el cartón, el plástico y el vidrio para volver a ser reutilizados. El proyecto, remata con un tercer volumen, el cual encierra una sucesión de patios y tiene como función un auditorio en el que se genera una integración educativa.

Figura 26.

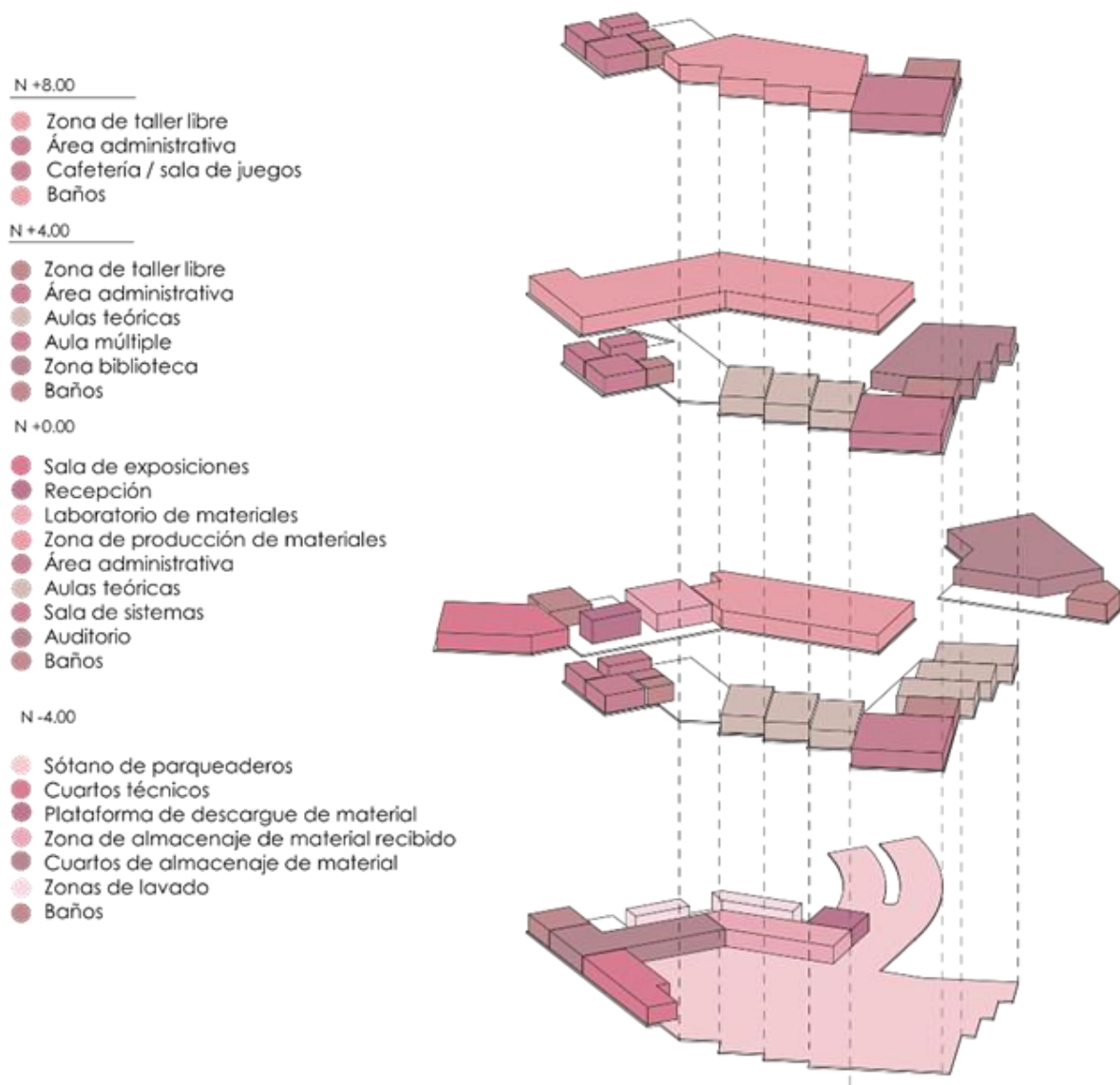
Organigrama



Nota. *Relación espacial en el proyecto*

Figura 27.

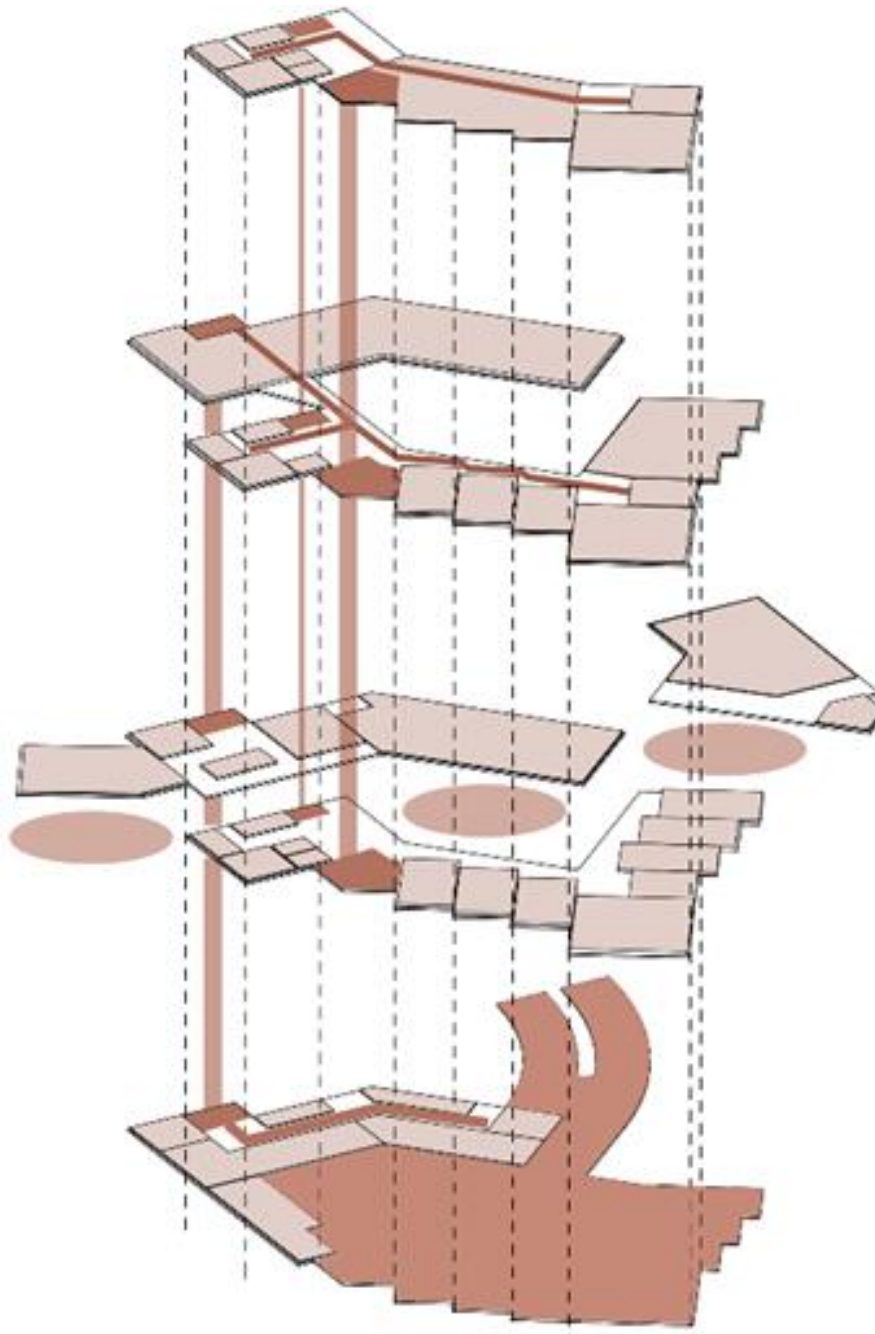
Esquema de zonificación



Nota. Zonificación del proyecto por planta

Figura 28.

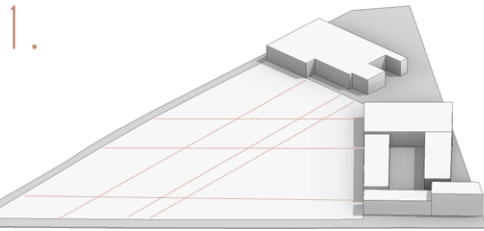
Esquema de circulación



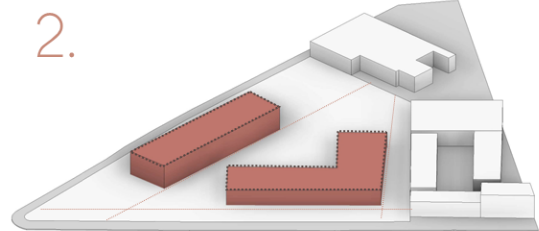
Nota. La circulación del proyecto es lineal de repartición la cual se conecta con el patio interior principal

Figura 29.

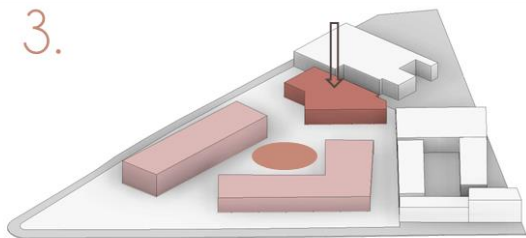
Transformación de la forma



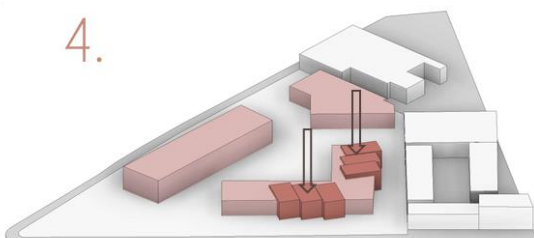
Trazado de ejes proyectados por las edificaciones del contexto



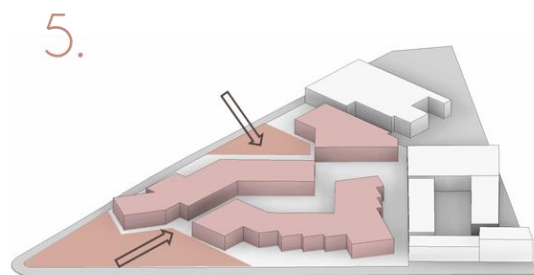
Implantación de dos volúmenes alineados según los ejes proyectados y los aislamientos



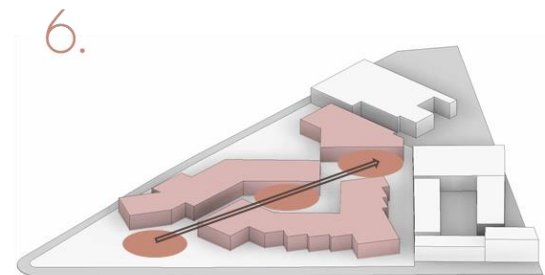
Se implanta un tercer volumen el cual genera una tipología de patio y remata el proyecto



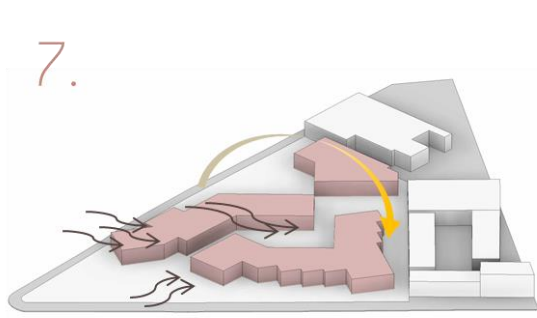
Se yuxtaponen 6 volúmenes de forma diagonal, generando una repetición



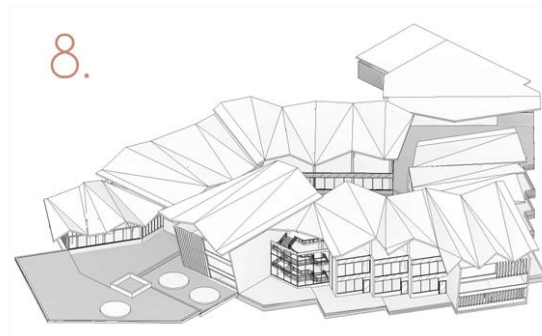
Se le generan retrocesos a los volúmenes para enmarcar el ingreso peatonal y vehicular



Enmarcación de un eje, el cual se generan 3 patios internos



Aprovechamiento de la iluminación natural y de la ventilación

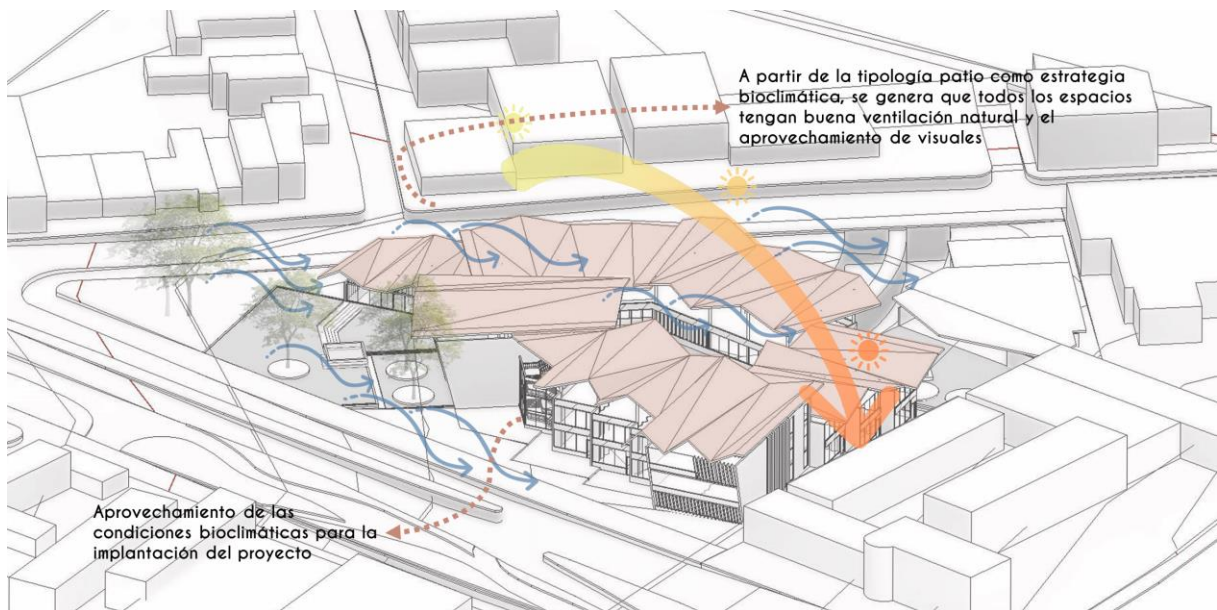


Volumetría final, se implementa una gran cubierta apoyada en una estructura arbórea

Nota. En la figura se muestra el proceso de transformación de la forma del proyecto

Figura 30.

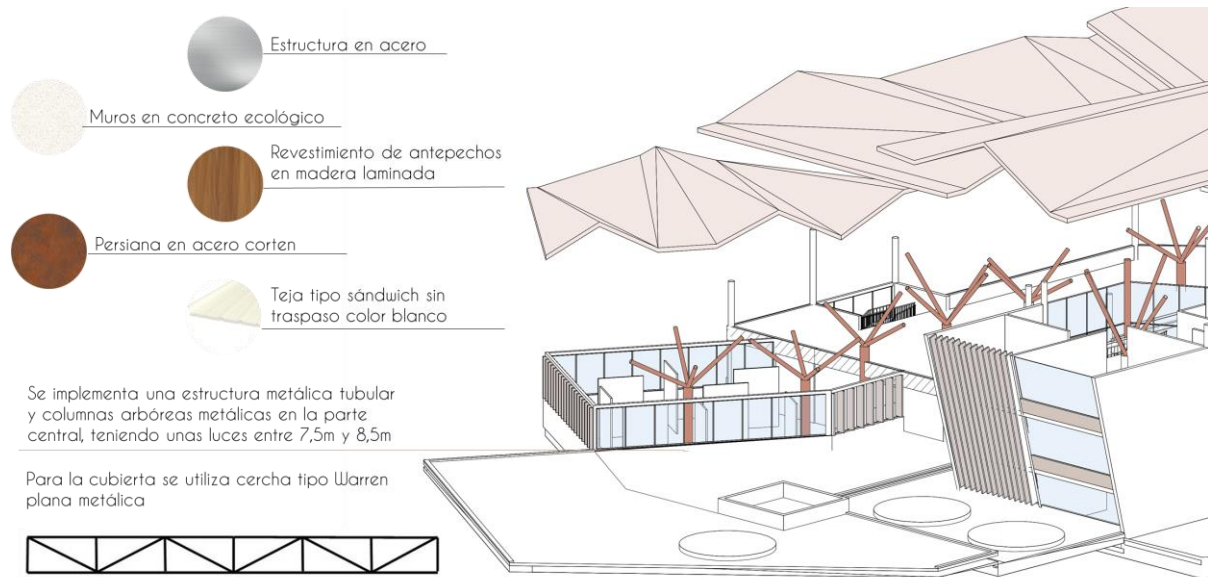
Bioclimática



Nota. La forma del proyecto fue definida a partir de las estrategias bioclimáticas implementadas, es por eso que a partir de la tipología patio y al generar varias aperturas en la volumetría se puede garantizar una calidad espacial y un confort dentro del proyecto

Figura 31.

Materialidad

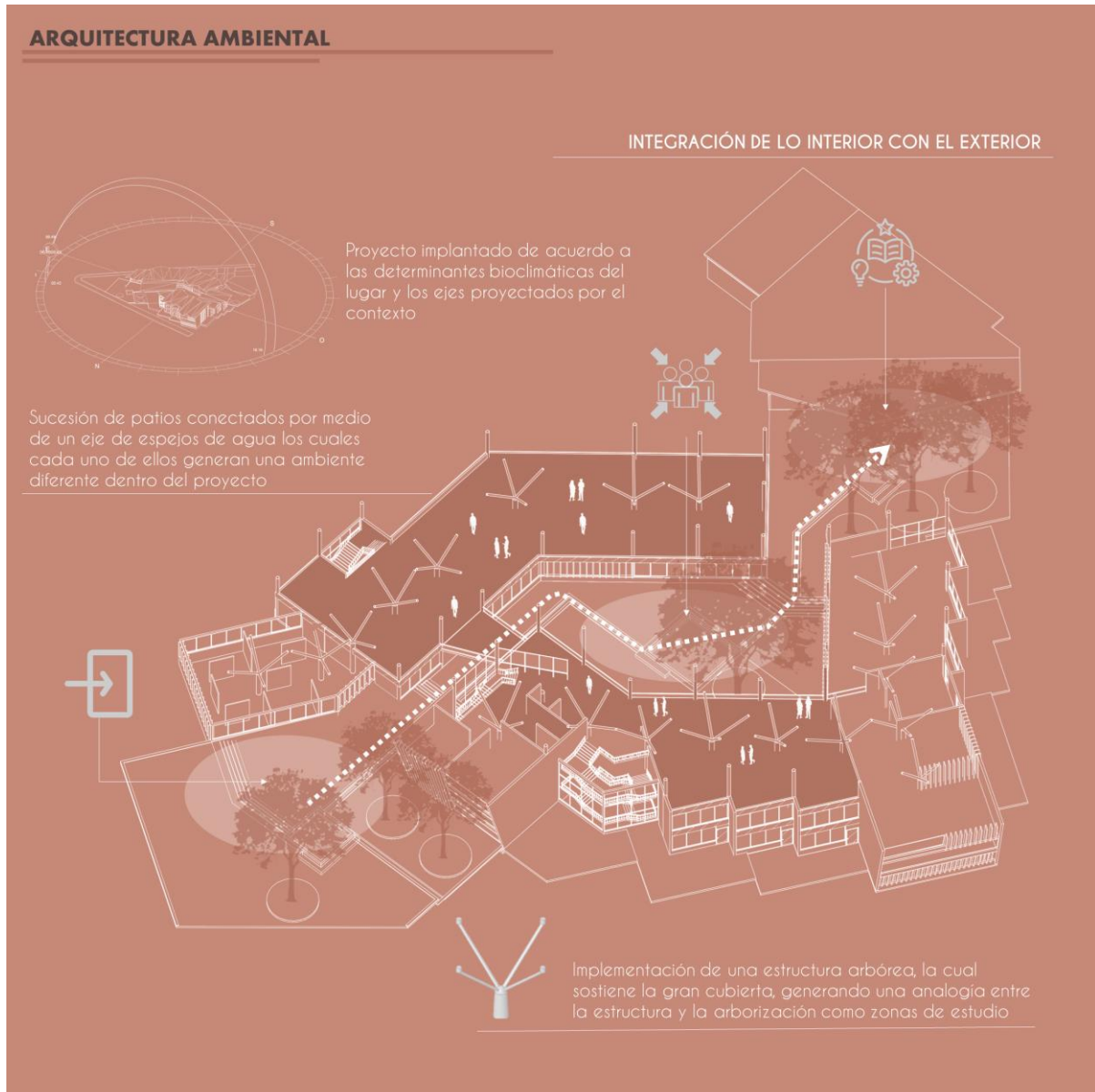


Nota. En el proyecto arquitectónico la mayoría de los materiales que se implementan son sostenibles que ayudan con el confort del espacio interior y estos pueden volver a un proceso de transformación para poder volver a ser reutilizados

3. PROYECTO DEFINITIVO

Figura 32.

Arquitectura ambiental



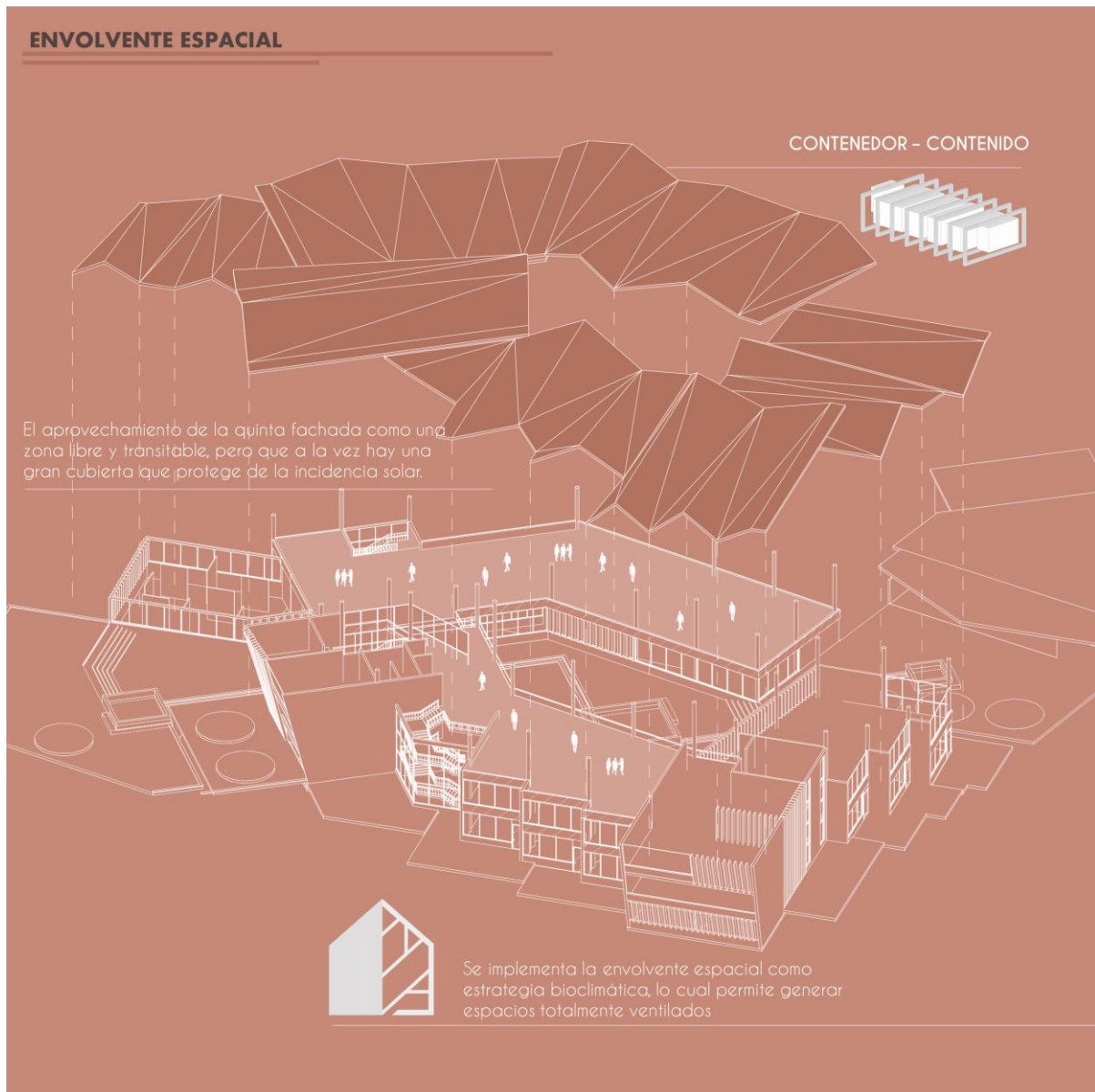
Nota. A partir de esta figura, se muestra cómo se implementa el concepto de arquitectura ambiental en el proyecto

A partir del concepto de arquitectura ambiental, el proyecto lo implementa generando una integración entre el exterior con el interior, en el que, de acuerdo con las determinantes bioclimáticas del lugar, los ejes son proyectos para generar esa conexión con el contexto.

La sucesión de patios que se encuentran conectados por medio de un hilo de agua permite que el ambiente del proyecto cambie favorablemente. Y la implementación de una estructura arbórea la cual sostiene la gran cubierta y permite que se pueda transitar y generar zonas de estudio, haciendo una analogía a los árboles de estudio

Figura 33.

Envolvente espacial



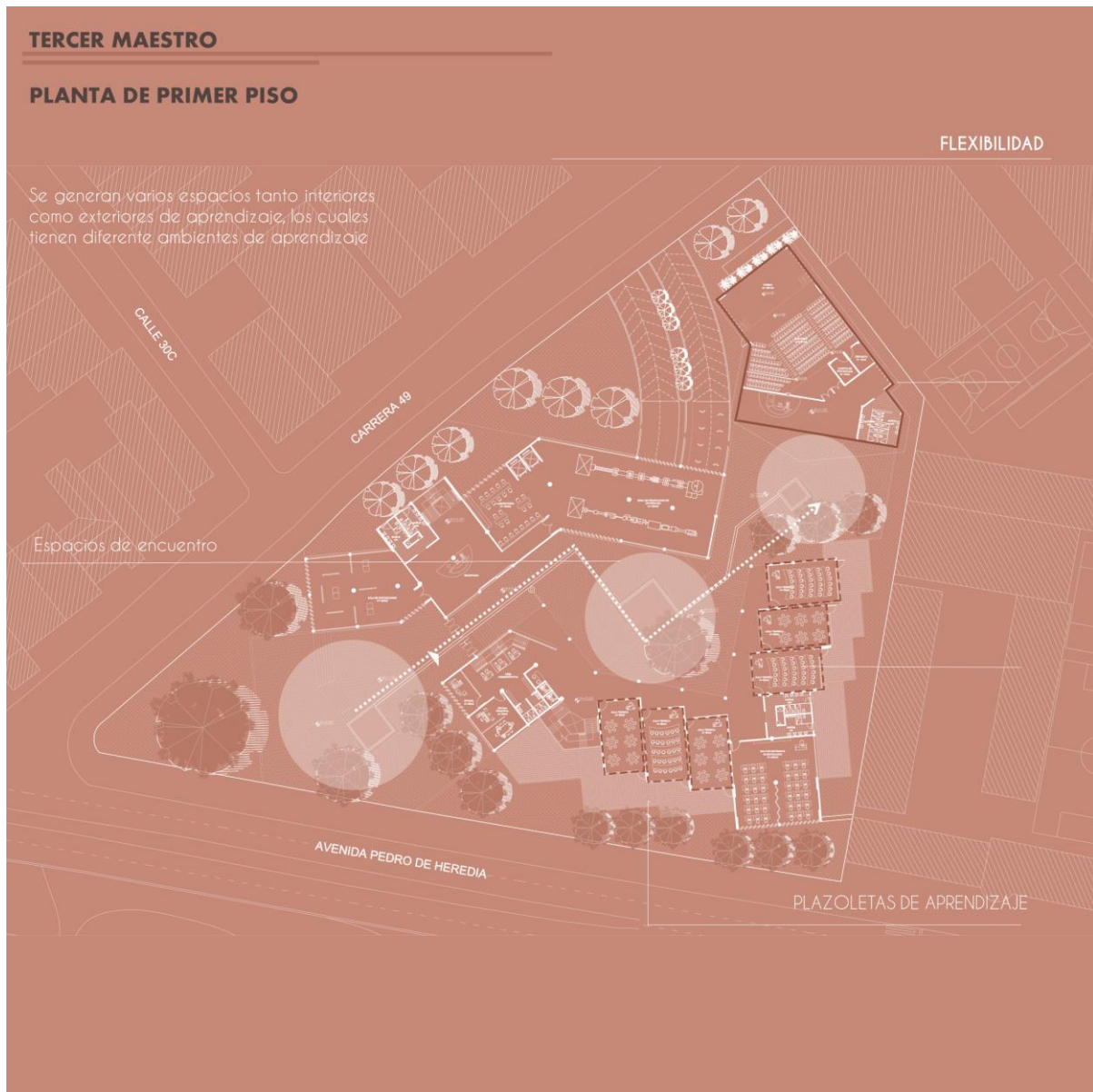
Nota. En la figura se muestra las aplicaciones generadas con la envolvente espacial

La envolvente espacial es implementada a través de una gran cubierta la cual permite el aprovechamiento de la quinta fachada como una zona de taller libre y transitible, pero que a la vez esta gran cubierta protege de la incidencia solar, sin perder las

visuales y la conexión con el exterior, permitiendo así que cada uno de los espacios sean ventilados y sean más eficientes energéticamente.

Figura 34.

Tercer maestro



Nota. El tercer maestro aplicado en el proyecto arquitectónico

El concepto de tercer maestro es implementado a través de la generación de varios espacios de encuentro que permiten tener flexibilidad tanto en el interior como en el exterior para el aprendizaje, creando diferentes ambientes donde se puedan tomar las clases

Figura 35.

Planta de primer nivel

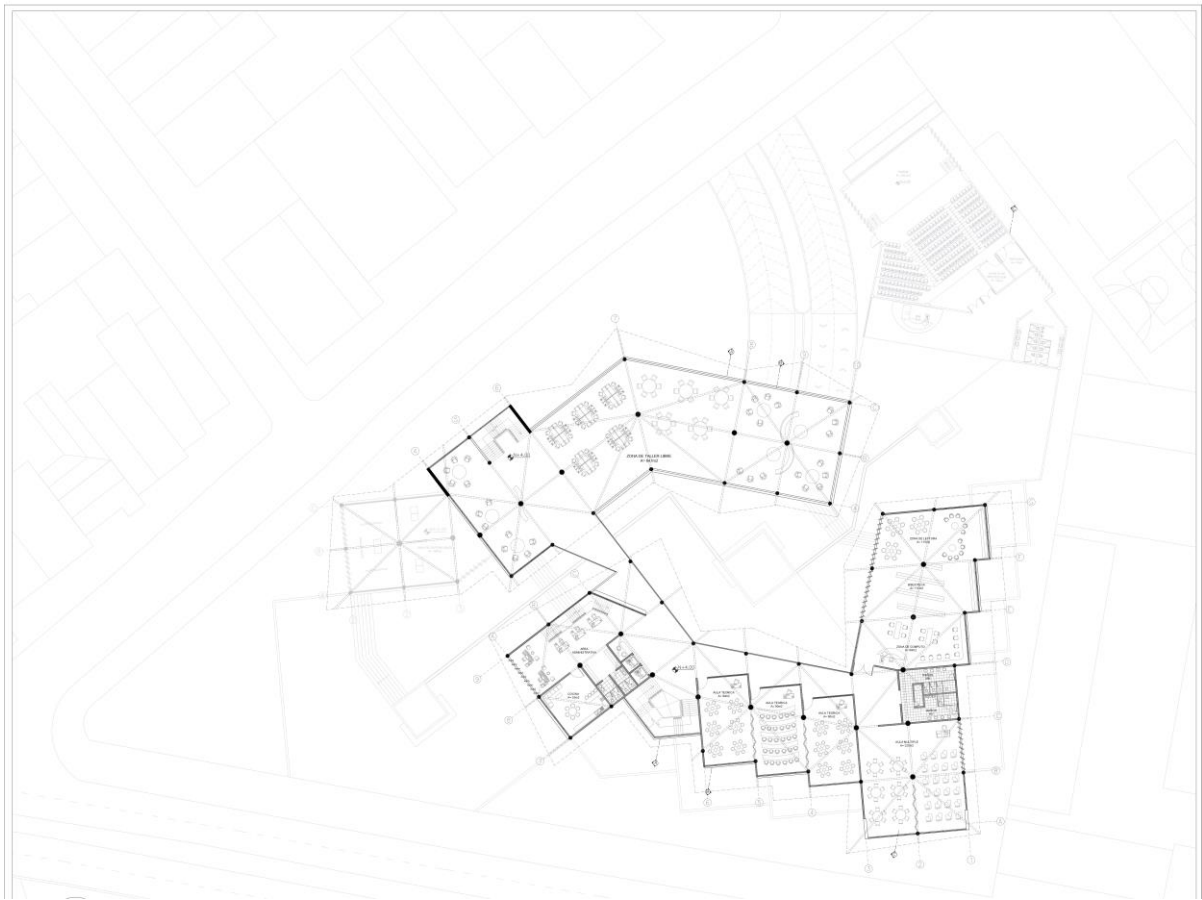


Nota. *Plata arquitectónica de acceso*

En la primera planta del proyecto se encuentran 3 volúmenes los cuales tienen distinto uso, en el volumen que da hacia la avenida Pedro Heredia, están ubicadas las aulas teorías y el aula múltiple que tienen como característica particular unos patios internos en los que tengan la flexibilidad de tener clases allí, además se encuentra la zona administrativa que está conectada en las tres plantas del proyecto. En el volumen que da hacia la carrera 49 se encuentra la zona de procesamiento y trituración del reciclaje, que seguido da hacia un laboratorio, la recepción principal y una sala de exposiciones. En la parte posterior del proyecto está ubicado el auditorio que se encuentra guiado por una serie de espejos de agua, enmarcado los diferentes patios, los cuales se pueden aprovechar como zonas de estudio ya que cuentan con unos grandes árboles que permeabilizan el espacio y genera esa flexibilidad de estudio

Figura 36.

Planta de segundo nivel



Nota. *Planta arquitectónica de segundo nivel*

En la planta de segundo nivel cuenta con aulas teóricas, acompañado de espacios complementarios como lo son la biblioteca y la hemeroteca. En la otra parte del volumen se encuentra una zona de taller libre, donde los usuarios puedan trabajar en la reutilización del reciclaje.

Figura 37.

Planta de tercer nivel

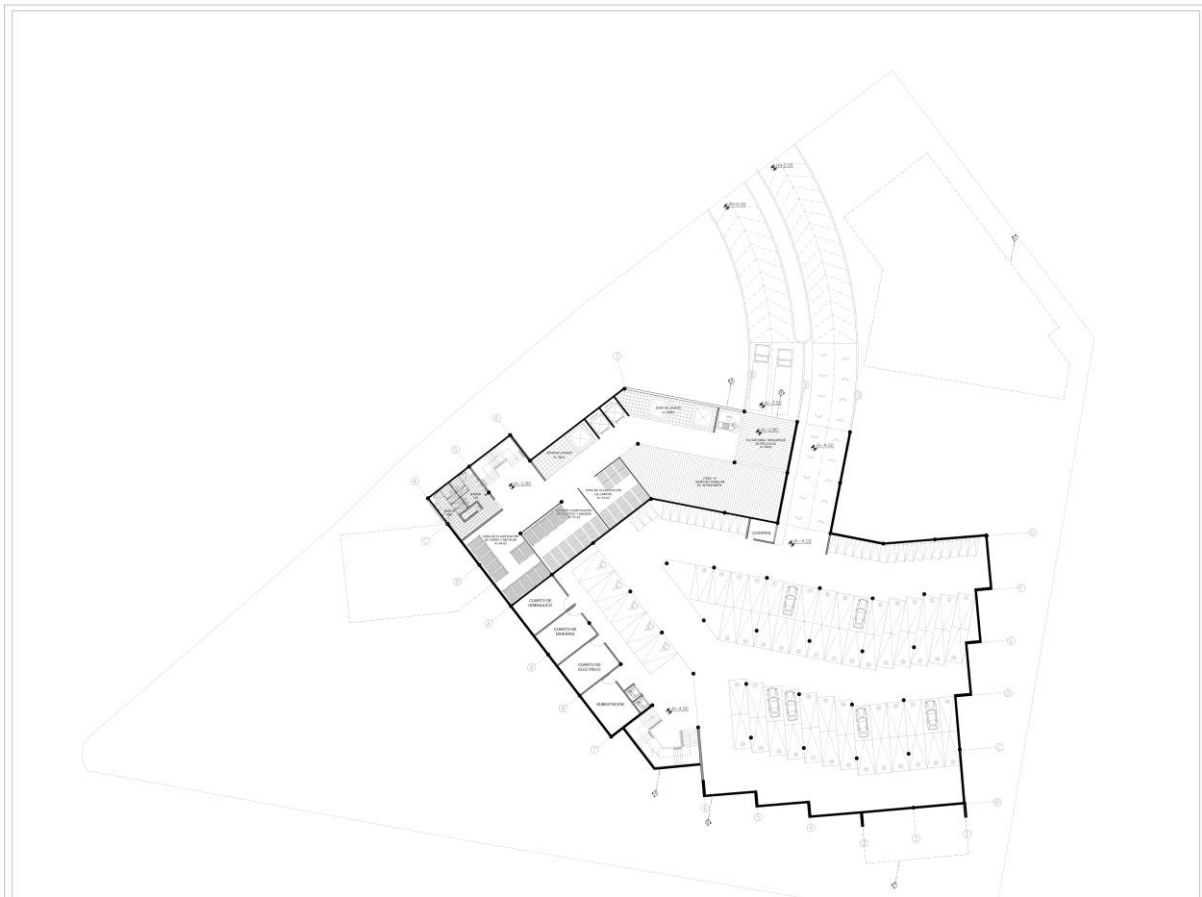


Nota. *Planta arquitectónica de tercer nivel*

En la tercera planta, que se encuentra ubicada en el volumen que da hacia la avenida Pedro Heredia se encuentran ubicados la zona administrativa, una zona de taller libre y la cafetería que cuenta con una zona de sala de juegos

Figura 38.

Planta de sótano



Nota. *Planta arquitectónica de sótano*

En la planta de sótanos se encuentran la zona de parqueaderos, de cuartos técnicos y otra zona independiente en la cual se encuentran la zona de descargue de material reciclado, la zona de lavado y los cuartos de clasificación y almacenaje de materiales.

Figura 39.

Planta de cubiertas

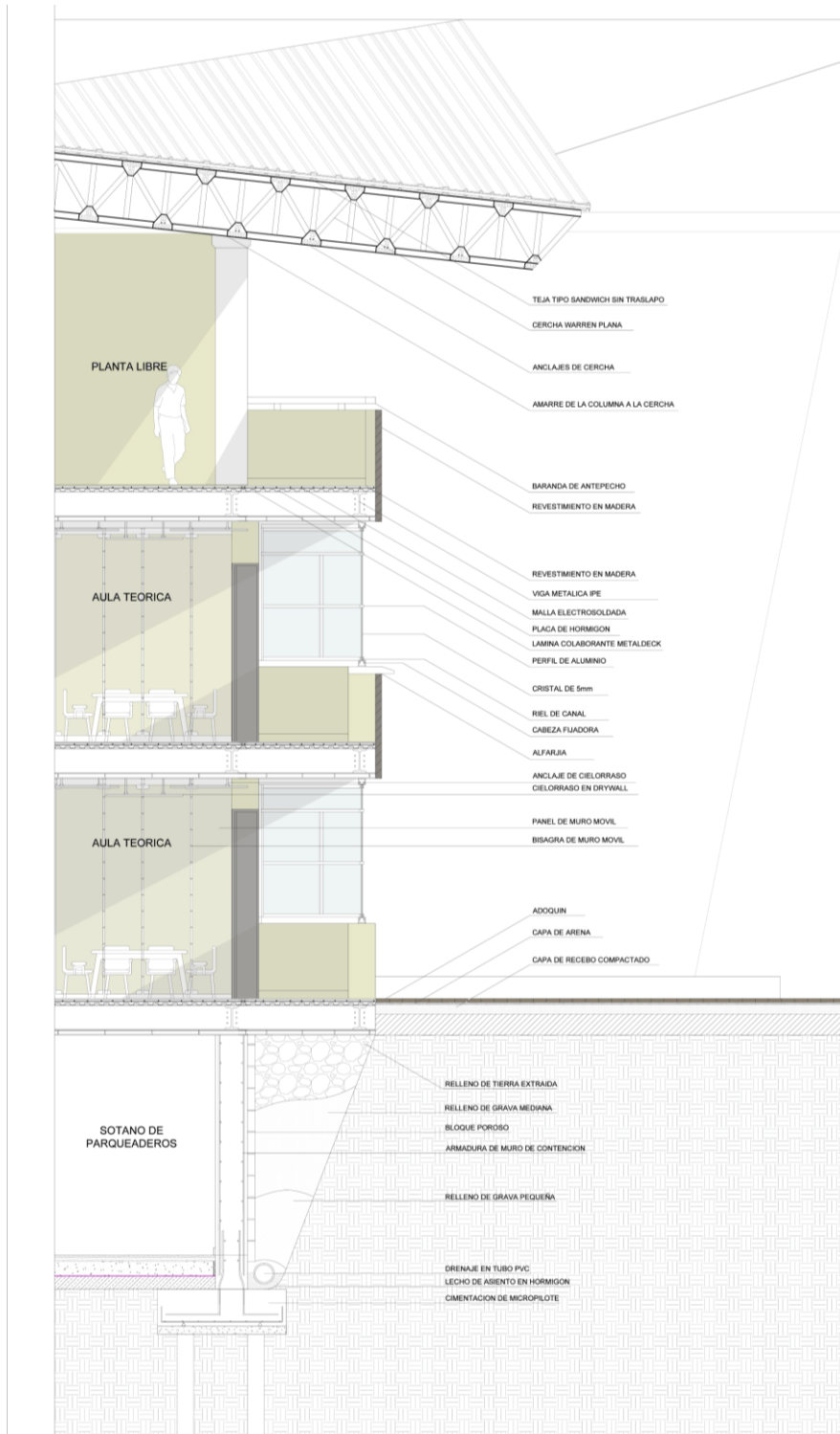


Nota. *Planta arquitectónica de implantación*

El proyecto cuenta con una gran cubierta, la cual permite que los espacios interiores sean ventilados e iluminados, haciendo que el usuario pueda transitar libremente estando protegido de la exposición exterior sin perder las visuales y la conexión con el exterior

Figura 40.

Corte por fachada 1



Nota. La figura muestra el corte por borde de placa, evidenciando el sistema constructivo

4. CONCLUSIONES

La arquitectura siendo uno de las cosas que más contaminan el medio ambiente, pero hoy en día hay soluciones que ayuden a la reducción de emisiones y al cuidado del medio ambiente, una de ellas es el aprovechamiento de las estrategias pasivas en un proyecto arquitectónico el cual pueda brindar una buena calidad en los espacios sin afectar la salud humana

Se concluye que la arquitectura circular se puede enfocar no solo en la materialidad de un proyecto, sino también en la flexibilidad de los espacios, los cuales puedan tener otro uso si se quiere, implementado otro concepto importante como lo es el tercer maestro, teniendo en cuenta y volviendo a recordar como la bioclimática influye en un proyecto arquitectónico para el confort de los espacios y así reducir el consumo energético que genera el acondicionamiento eléctrico.

La flexibilidad en función de los espacios se ve involucrada en la arquitectura circular y el tercer maestro, ya que a partir de esto se pueden implementar varios usos en un solo espacio, como se hace en el proyecto, generando varios espacios de estudio con calidad espacial, y entendiendo la importancia del cuidado de los recursos naturales del área de la construcción.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, D. (2009). Arquitectura y construcción sostenibles: conceptos, problemas y estrategias. *Dearq. Revista de Arquitectura*, (4), 14-23.
- Alavedra, P., Domínguez, J., Gonzalo, E., & Serra, J. (1997). La construcción sostenible: el estado de la cuestión. *Informes de la Construcción*, 49(451), 41-47.
- Berge, B. (2007). *Ecology of building materials*. Routledge.
- Climent Salvador, A. (2018). *Economía circular aplicada a la arquitectura: espejismo o realidad* (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).
- Diego, M. D. L. G. (2004). Arquitectura integrada en el medio ambiente. *Cuadernos de Investigación Urbanística*, (41).
- Garzón, B. (2021). *Arquitectura bioclimática*. Nobuko.
- Garzón, B. (2021). *Arquitectura sostenible: Bases, soportes y casos*. Nobuko.
- Gonzalez, f. A., ruiz, j. R. L., & alvarez, m. E. P. (2011). Ingeniería sostenible de la cuna a la cuna: una arquitectura de referencia abierta para el diseño c2. *Dyna ingeniería e industria*, 86(2), 199-211.
- Guerrero-Rangel, A. F., & Olaya-Neisa, Y. L. (2021). Desarrollo de una guía metodológica sobre la implementación de técnicas sostenibles y certificación LEED BD+ C en el edificio Paralelo 26.
- López, M. V. (2014). Arquitectura tropical y educación musical: pautas de confort ambiental. *Tecnología en Marcha*, 1(1), 68-76.
- Mercado Martín, L. (2020). *Economía circular en la arquitectura. Cómo proyectar de manera circular*.

Pertuz, A. M. (2010). Construcción y medio ambiente. MÓDULO ARQUITECTURA CUC, 9, 105-114.

Santamaría, F. S. (1983). Las puzolanas y el ahorro energético en los materiales de construcción. *Materiales de construcción*, 33(190-191), 69-84.

Susunaga-Monroy, J. M. (2014). Construcción sostenible, una alternativa para la edificación de viviendas de interés social y prioritario.

Urzola, M. E., Bolaños, E. Q., & Bello, J. M. (2011). Aprovechamiento de los escombros generados en actividades de demolición de placas de pavimento en Cartagena-Colombia.

Valencia-rubiano, a. Planificación urbana y construcción de ciudades sostenibles en colombia.

Vásquez, M. R. G., & Molina-Prieto, L. F. (2018). Envolvente arquitectónica: un espacio para la sostenibilidad. *Arkiteturax Visión FUA*, 1(1), 49-61.

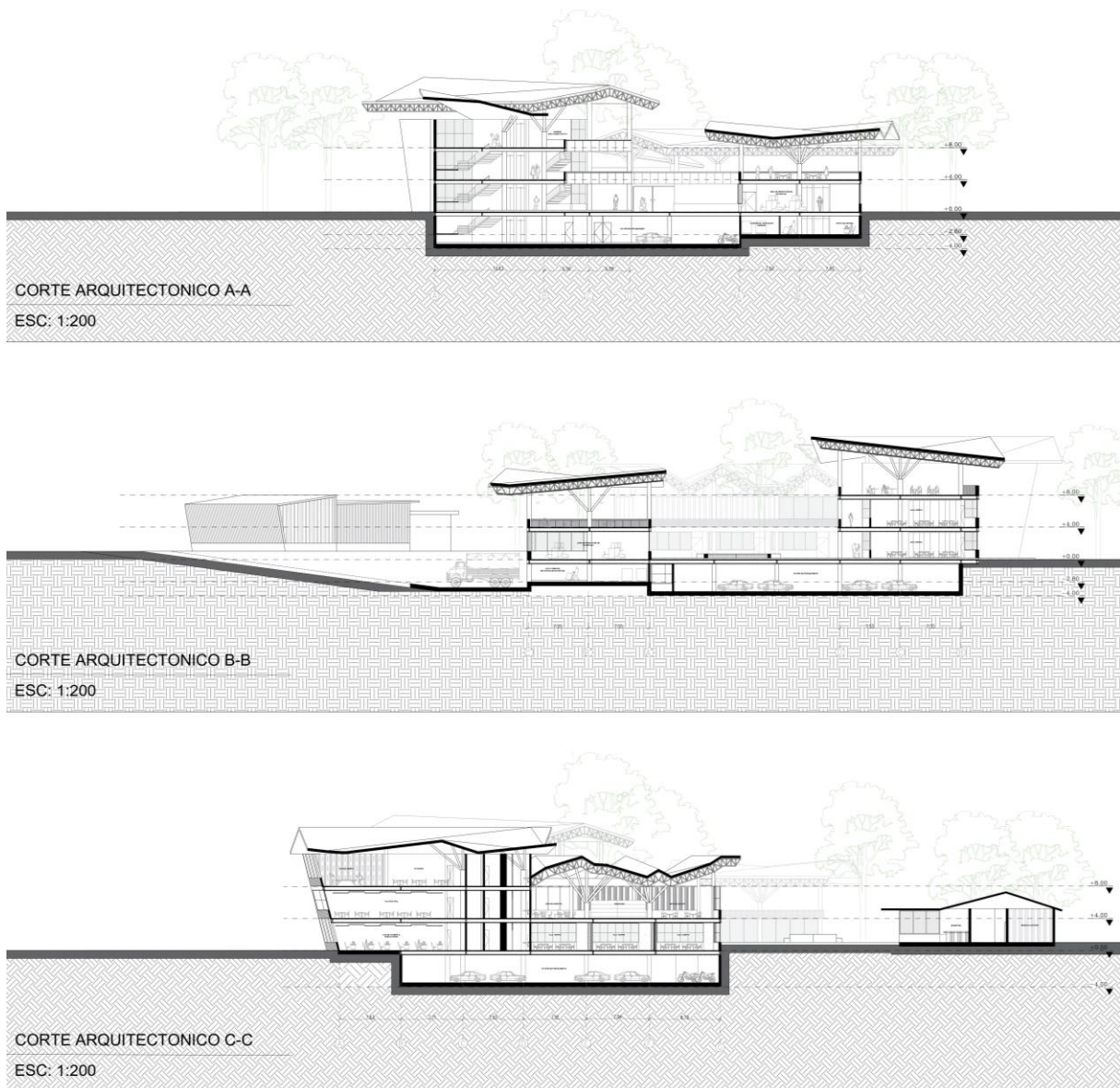
Yamasaki, Á. M. (2011). Sostenibilidad y ecoeficiencia en arquitectura. *Ingeniería Industrial*, (29), 125-152.

ANEXOS

ANEXO 1
PLANIMETRIA TÉCNICA

Figura 41.

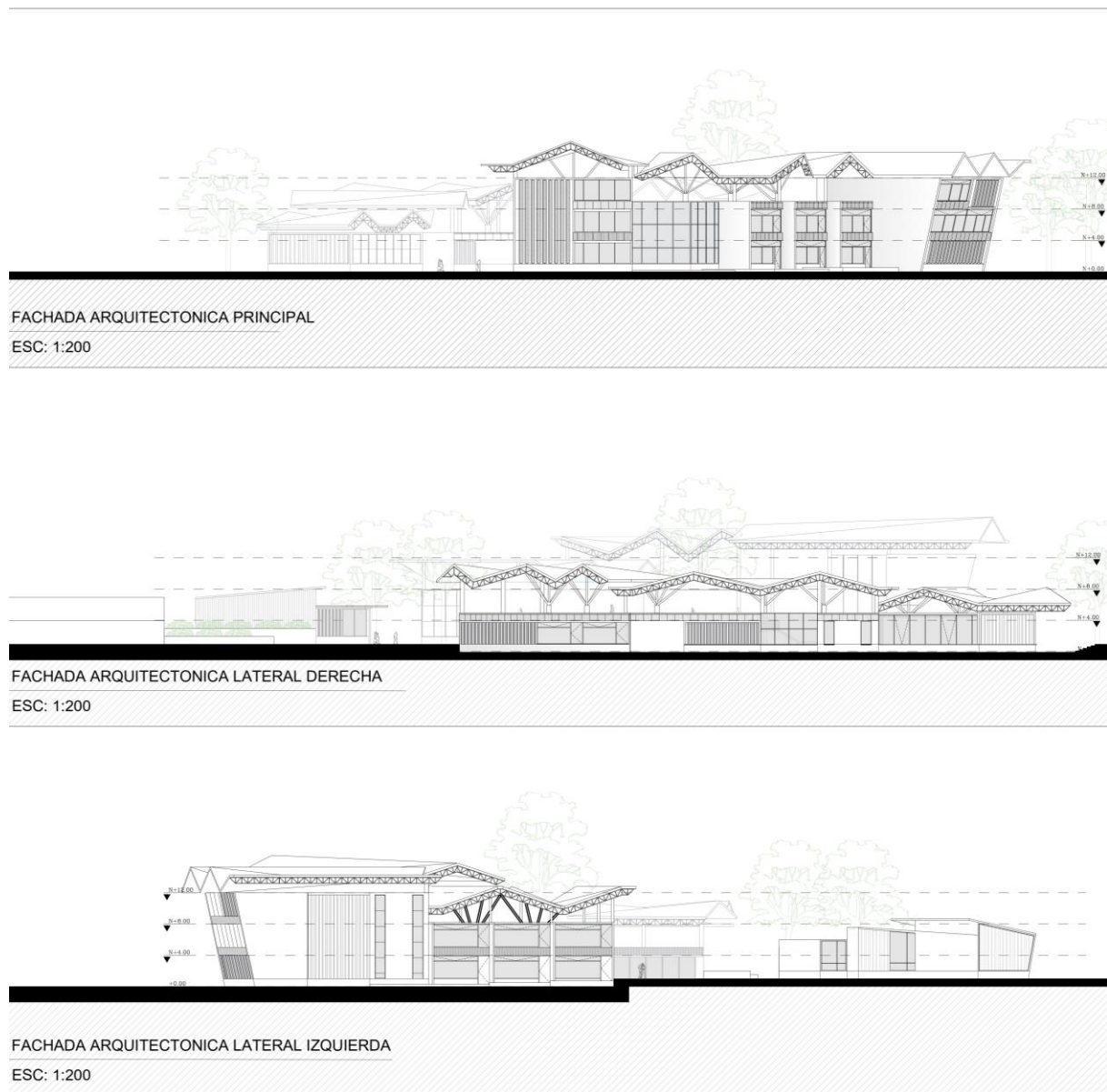
Cortes arquitectónicos



Nota. La figura muestra los cortes arquitectónicos del proyecto

Figura 42.

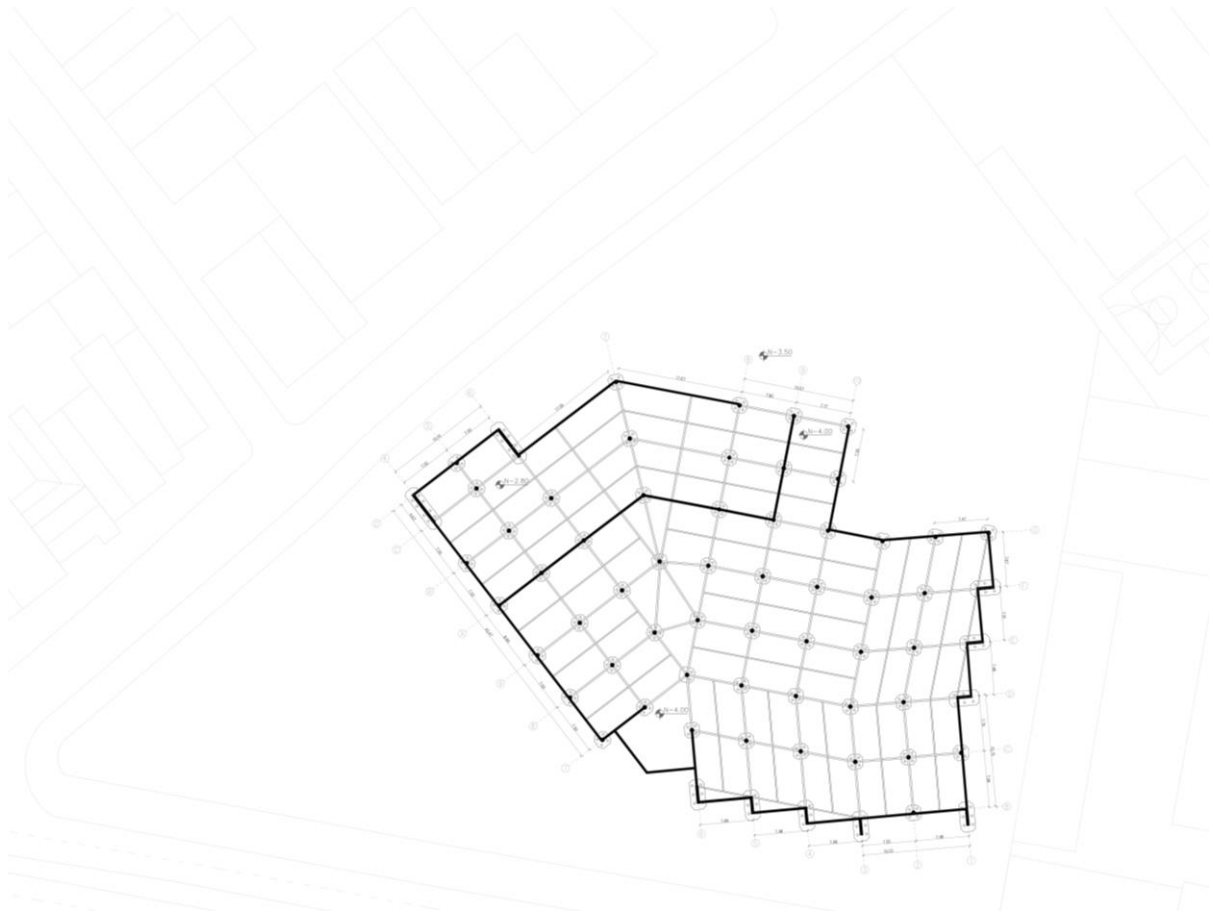
Fachadas arquitectónicas



Nota. En la figura se muestran las fachadas arquitectónicas el proyecto

Figura 43.

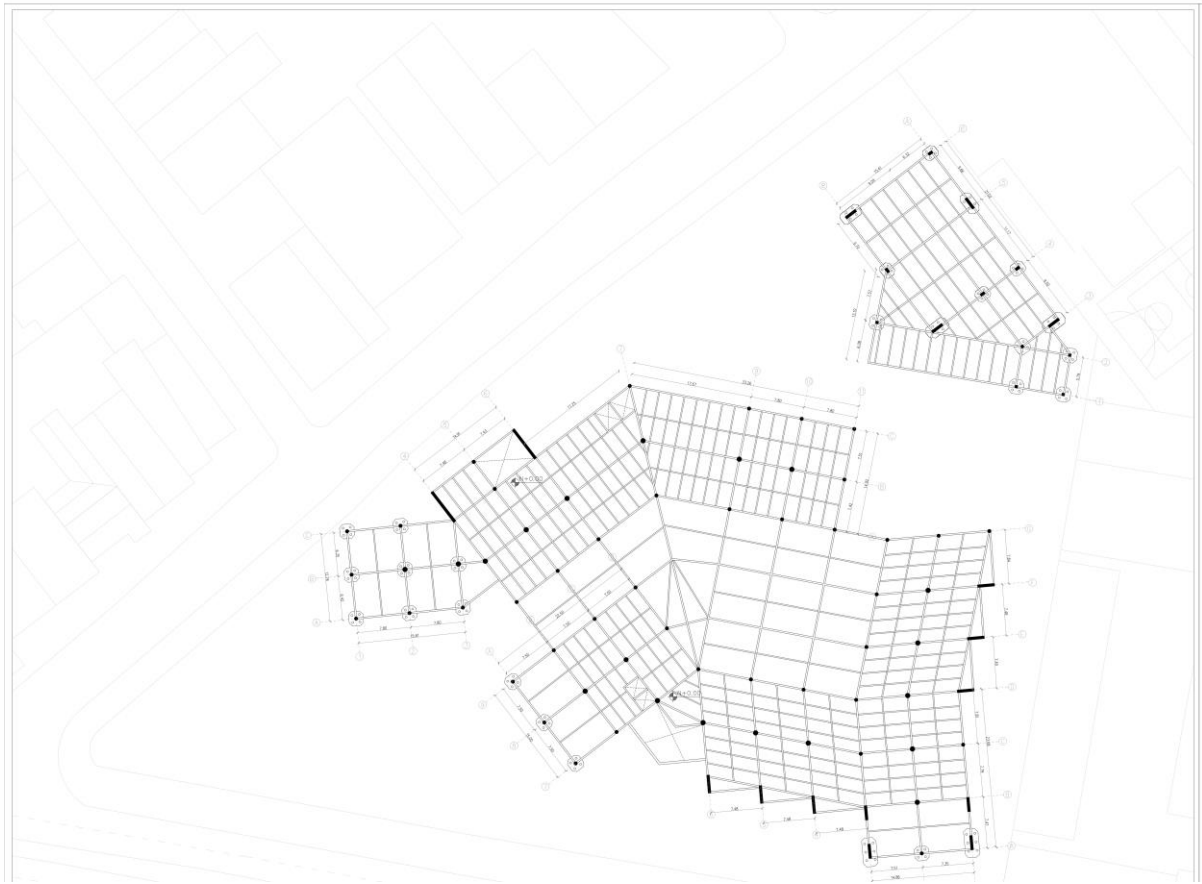
Planta estructural de cimentación



Nota. En la figura se muestra la planta estructural de cimentación utilizada en el proyecto

Figura 44.

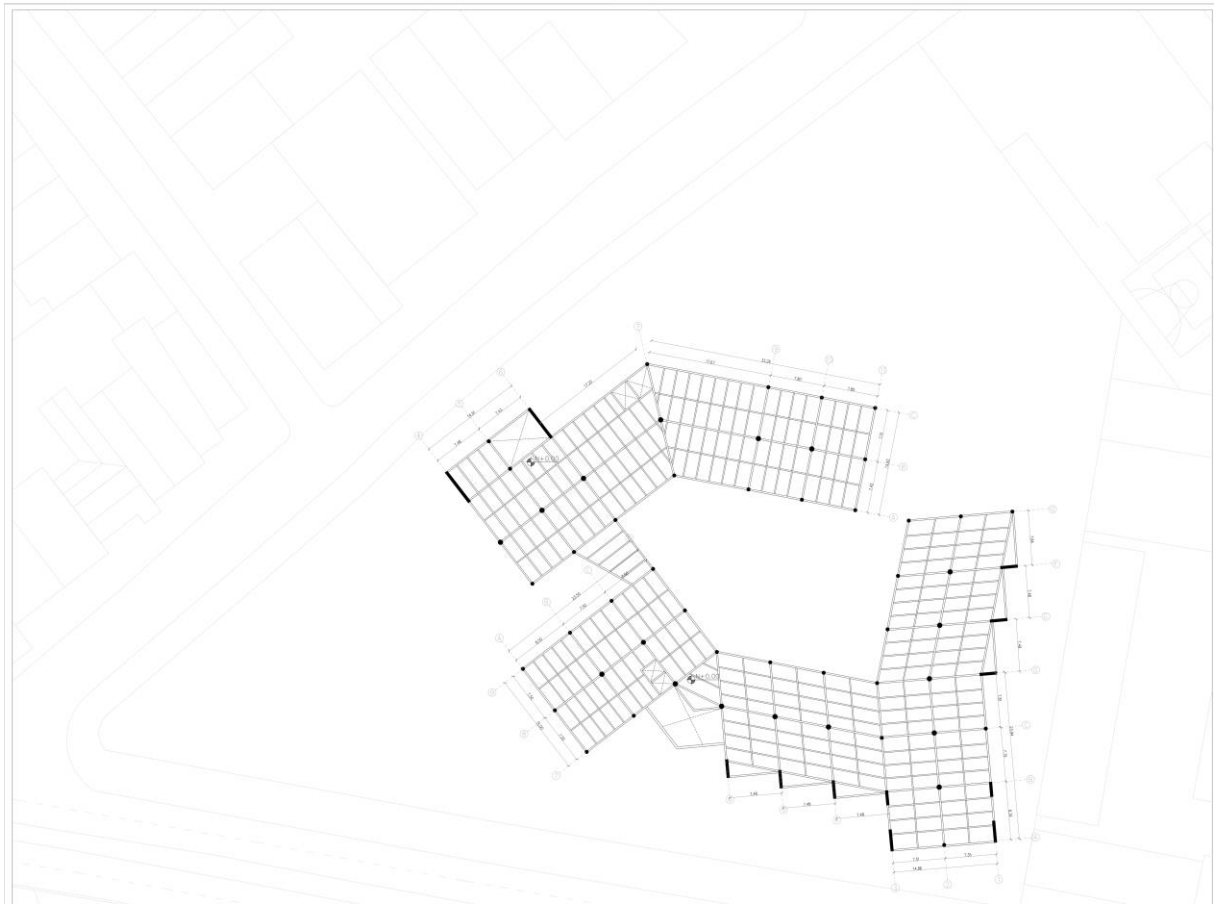
Planta estructural de primer nivel



Nota. *En la figura se muestra la planta estructural de primer piso*

Figura 45.

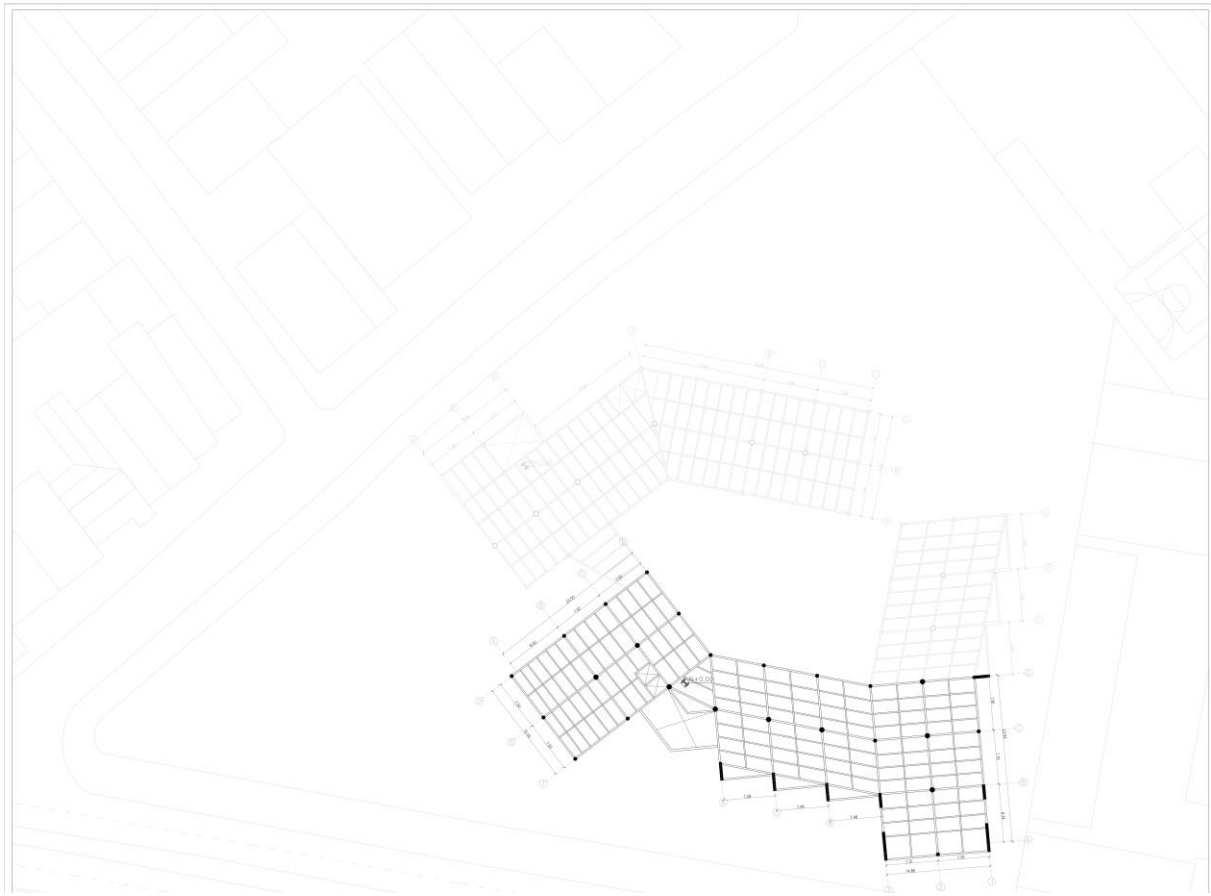
Planta estructural de segundo nivel



Nota. *En la figura se muestra la planta estructural del segundo piso*

Figura 46.

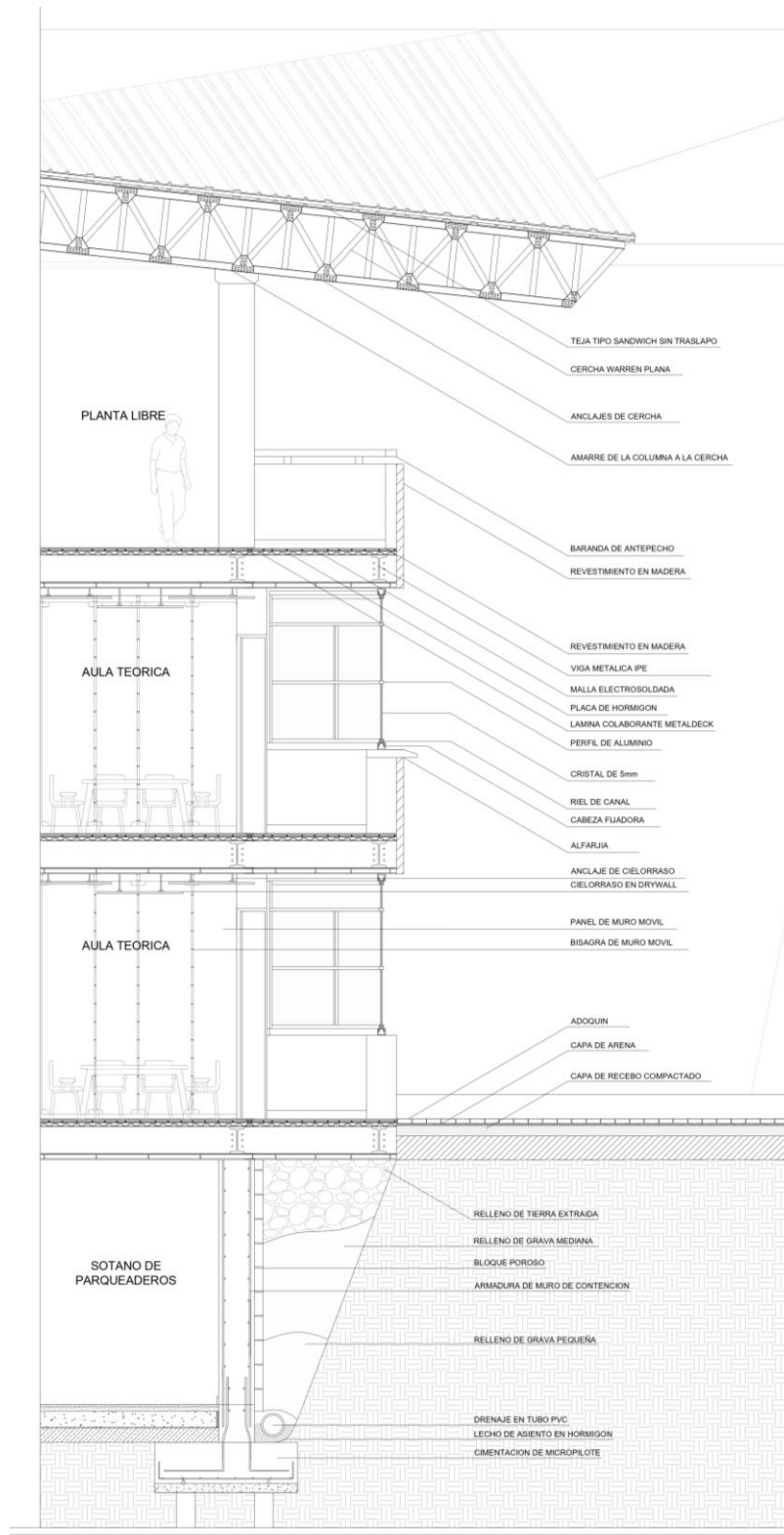
Planta estructural de tercer nivel



Nota. En la figura se muestra la planta estructural de tercer piso del proyecto

Figura 47.

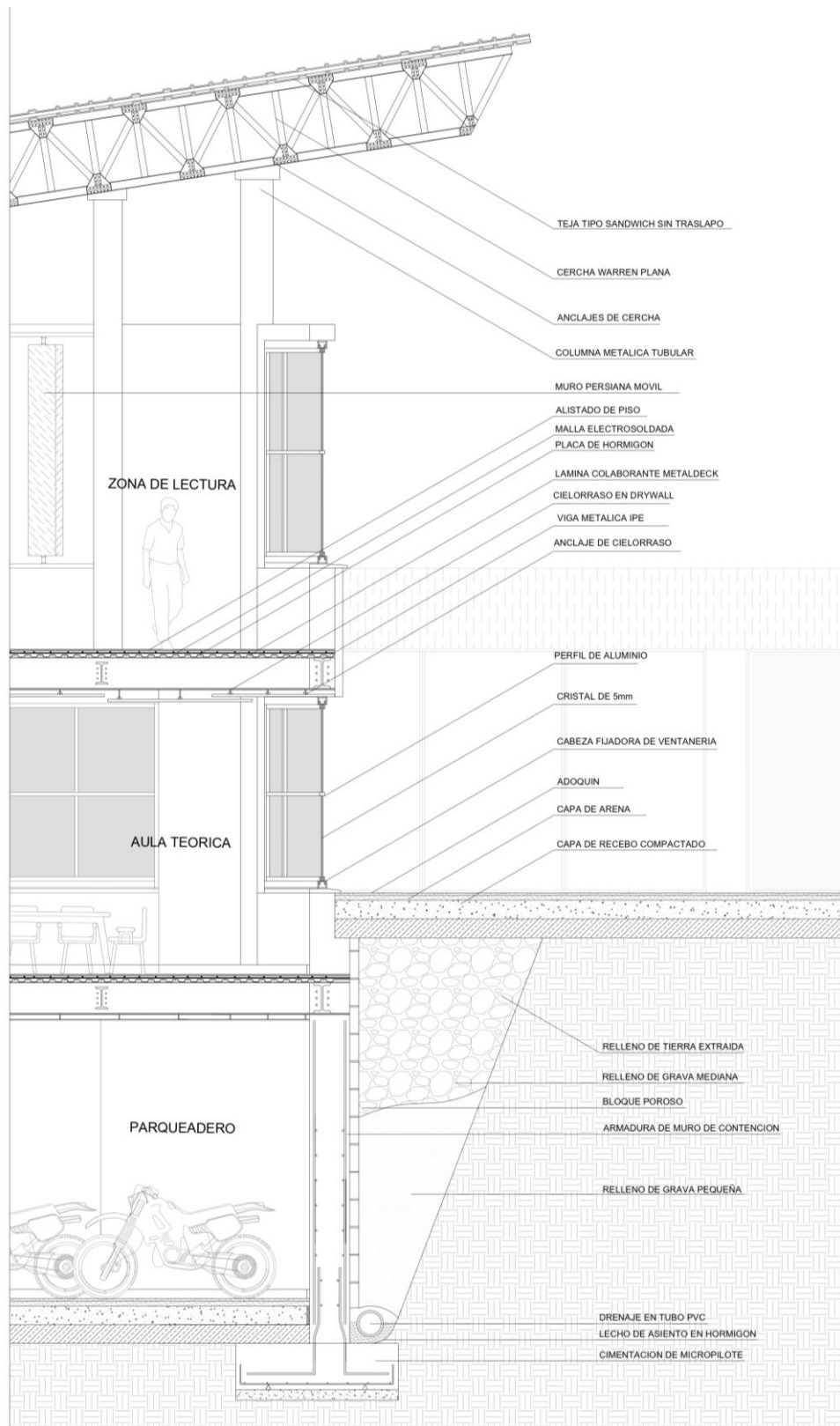
Corte por fachada 2



Nota. En la figura se muestra el corte por borde de placa del proyecto

Figura 48.

Corte por fachada 3

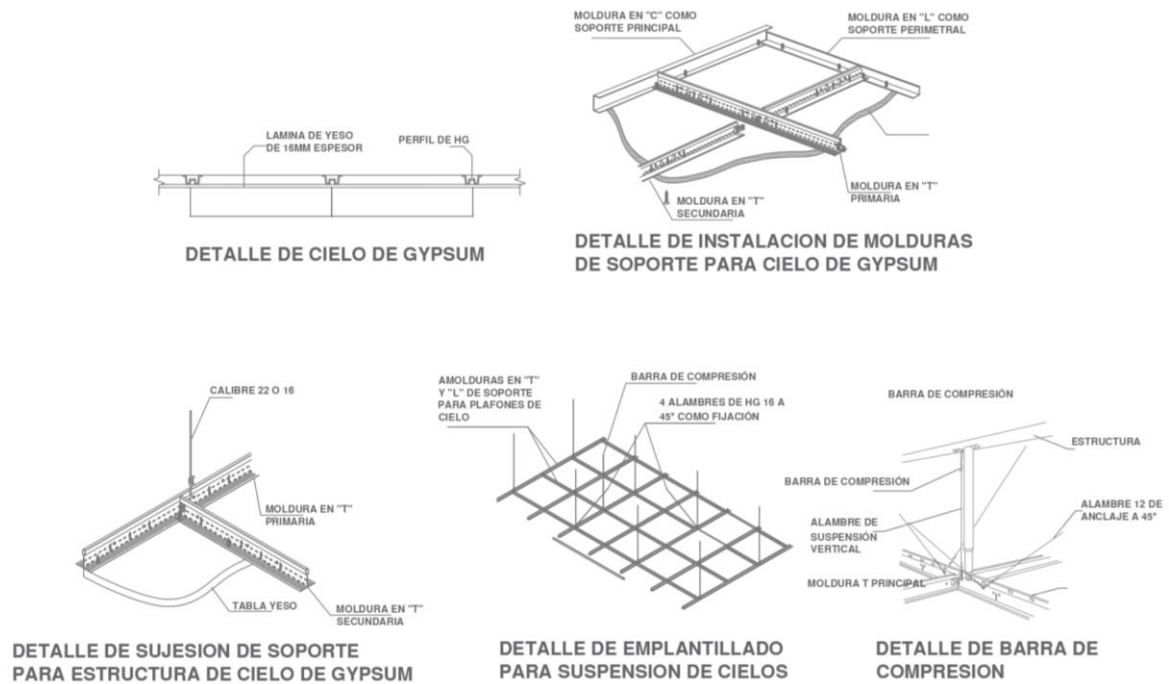


Nota. En la figura se muestra el corte por borde de placa del proyecto

Figura 49.

Detalle constructivo de cielorraso

ANCLAJE CIELORRASO

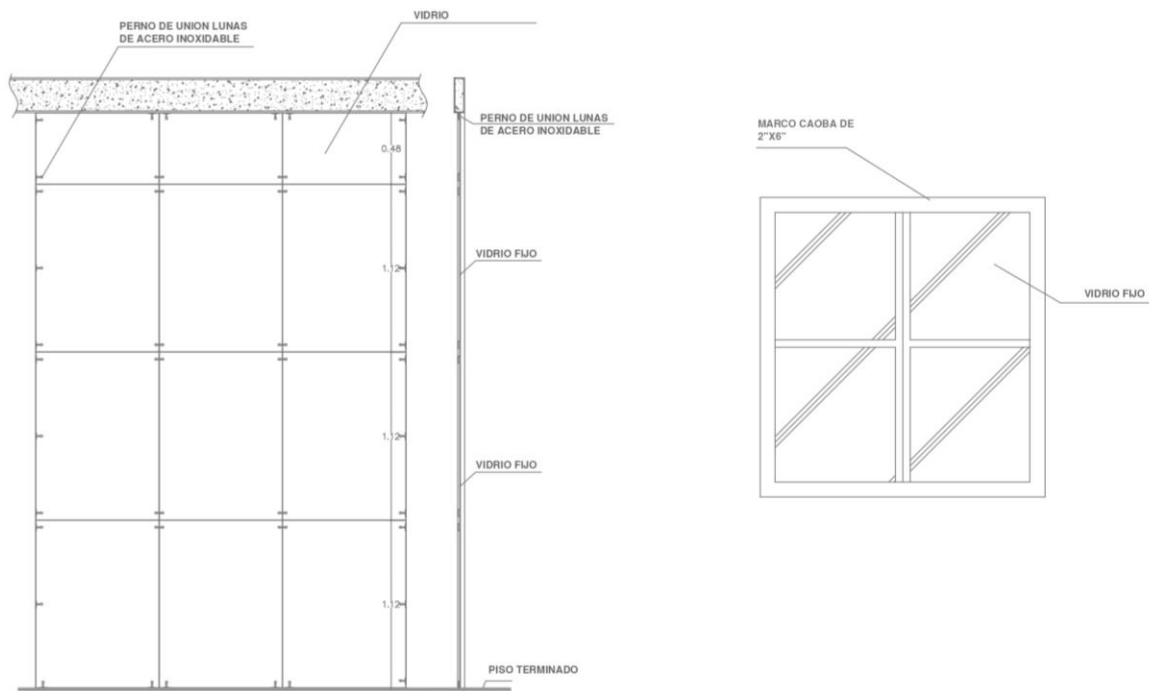


Nota. En la figura se muestra el detalle constructivo del cielorraso

Figura 50.

Detalle constructivo de ventaneria

DETALLE DE VENTANERIA

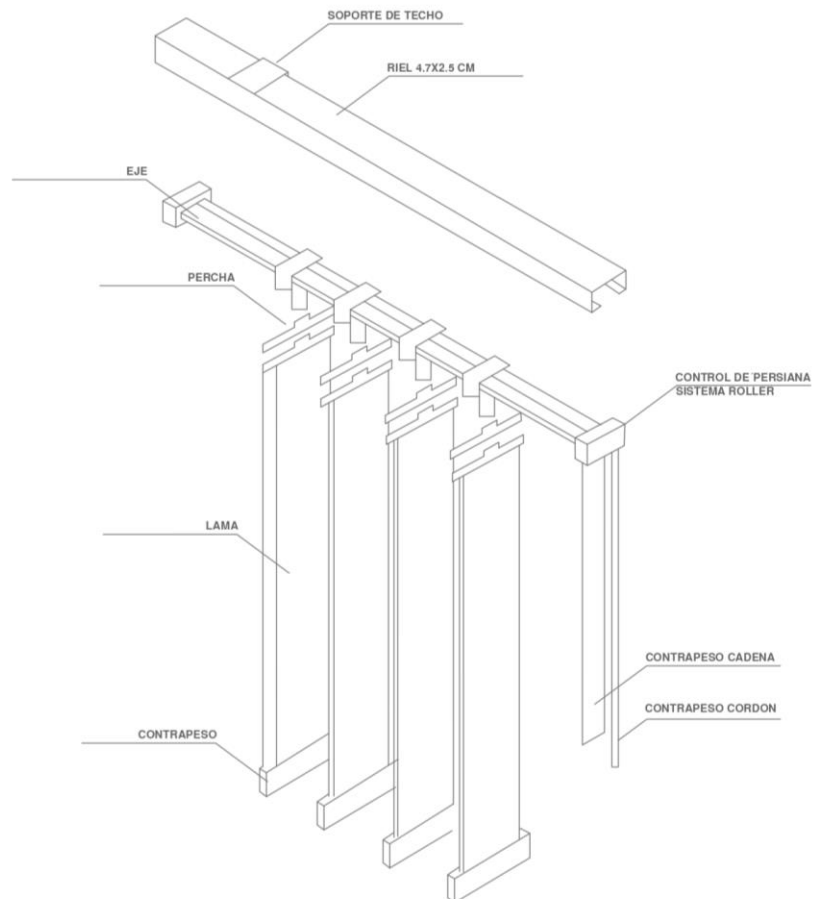


Nota. La figura muestra el detalle constructivo de la ventaneria del proyecto

Figura 51.

Detalle constructivo de la persiana móvil

DETALLE ANCLEJE DE PERSIANA MOVIL

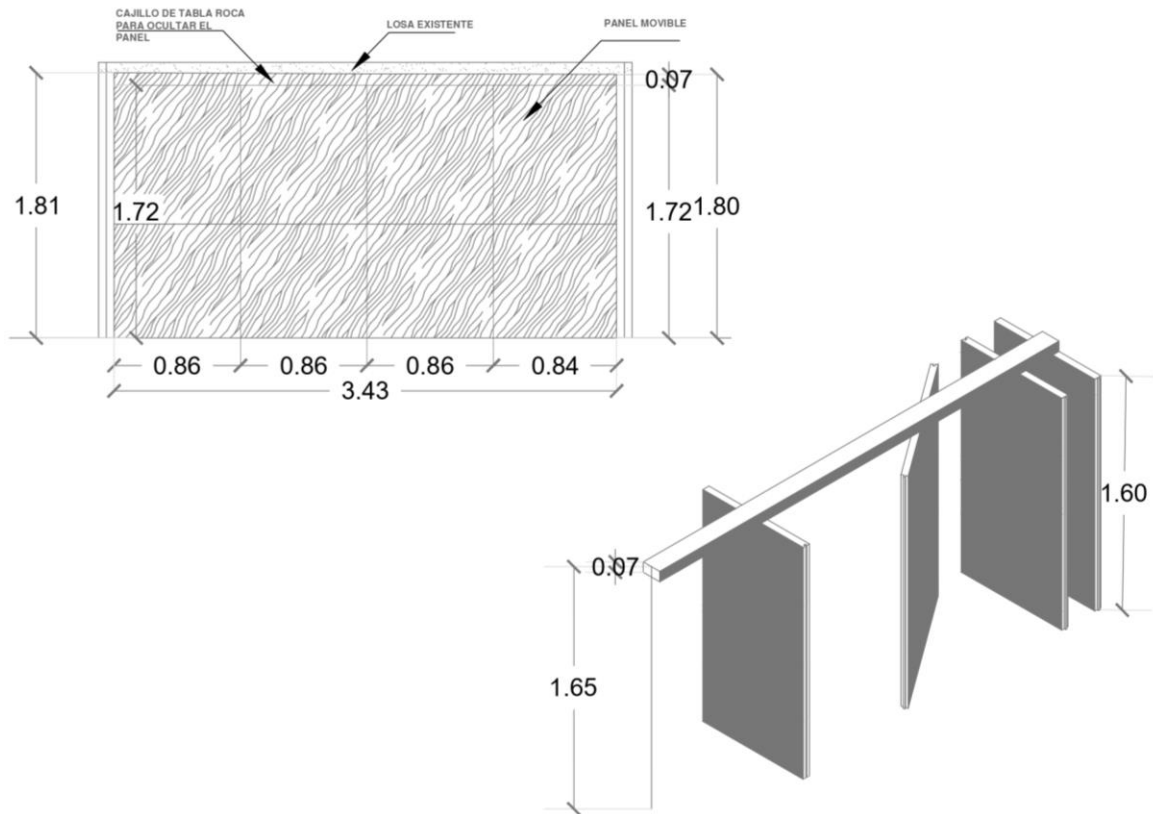


Nota. En la figura se muestra el detalle constructivo de las persianas móviles del proyecto

Figura 52.

Detalle constructivo del muro móvil

DETALLE MURO MOVIL



Nota. En la figura se muestra el detalle constructivo del muro móvil

ANEXO 2 RENDERS

Figura 53.

Render exterior del proyecto



Nota. *La figura muestra la perspectiva área del proyecto*

Figura 54.

Render exterior



Nota. *Render de zonas de estudio exteriores*

Figura 55.

Render de zona de taller libre



Nota. *La figura muestra la zona de taller libre del proyecto*

Figura 56.

Render exterior



Nota. *En el render se muestra el patio interior del proyecto*

Figura 57.

Render exterior



Nota. *En la figura se muestra la perspectiva de acceso al proyecto*

Figura 58.

Render exterior



Nota. *En la figura se muestra la zona de patios interiores de estudio*

Figura 59.

Render exterior

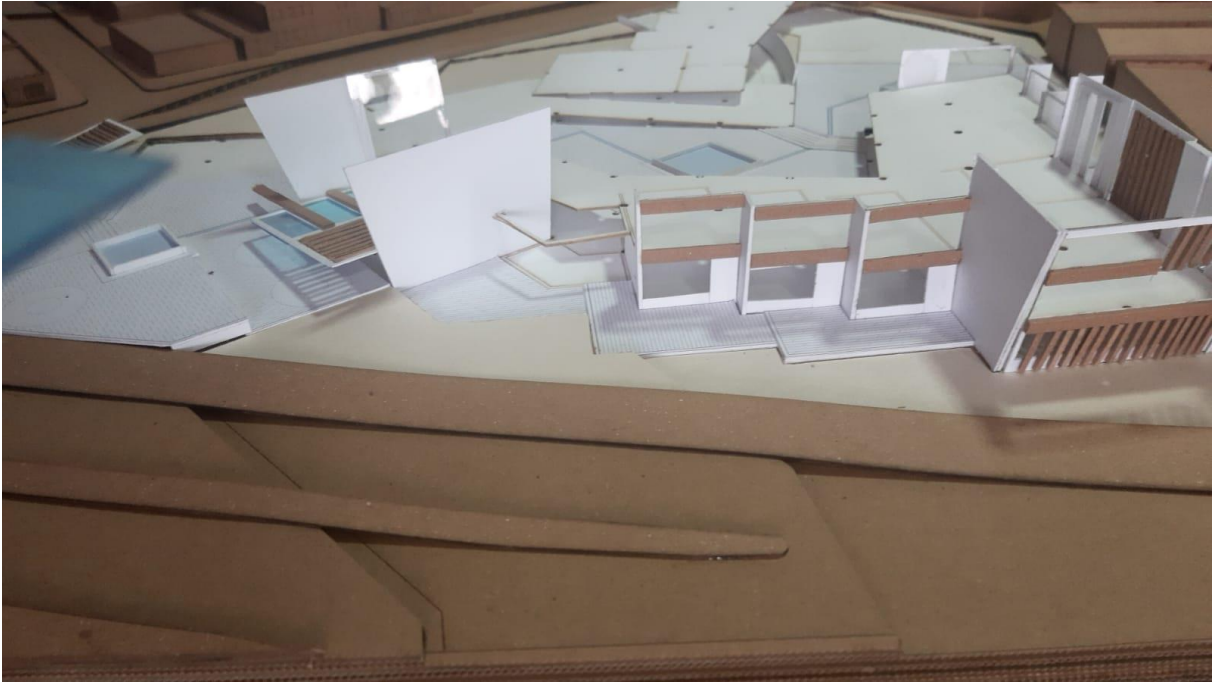


Nota. *En la figura se muestra el acceso hacia el proyecto*

ANEXO 3
FOTOGRAFÍAS MAQUETA

Figura 60.

Proceso de maqueta



Nota. *La figura muestra el proceso de maqueta*

Figura 61.

Proceso de maqueta



Nota. *En la figura se muestra el proceso de maqueta*

Figura 62.

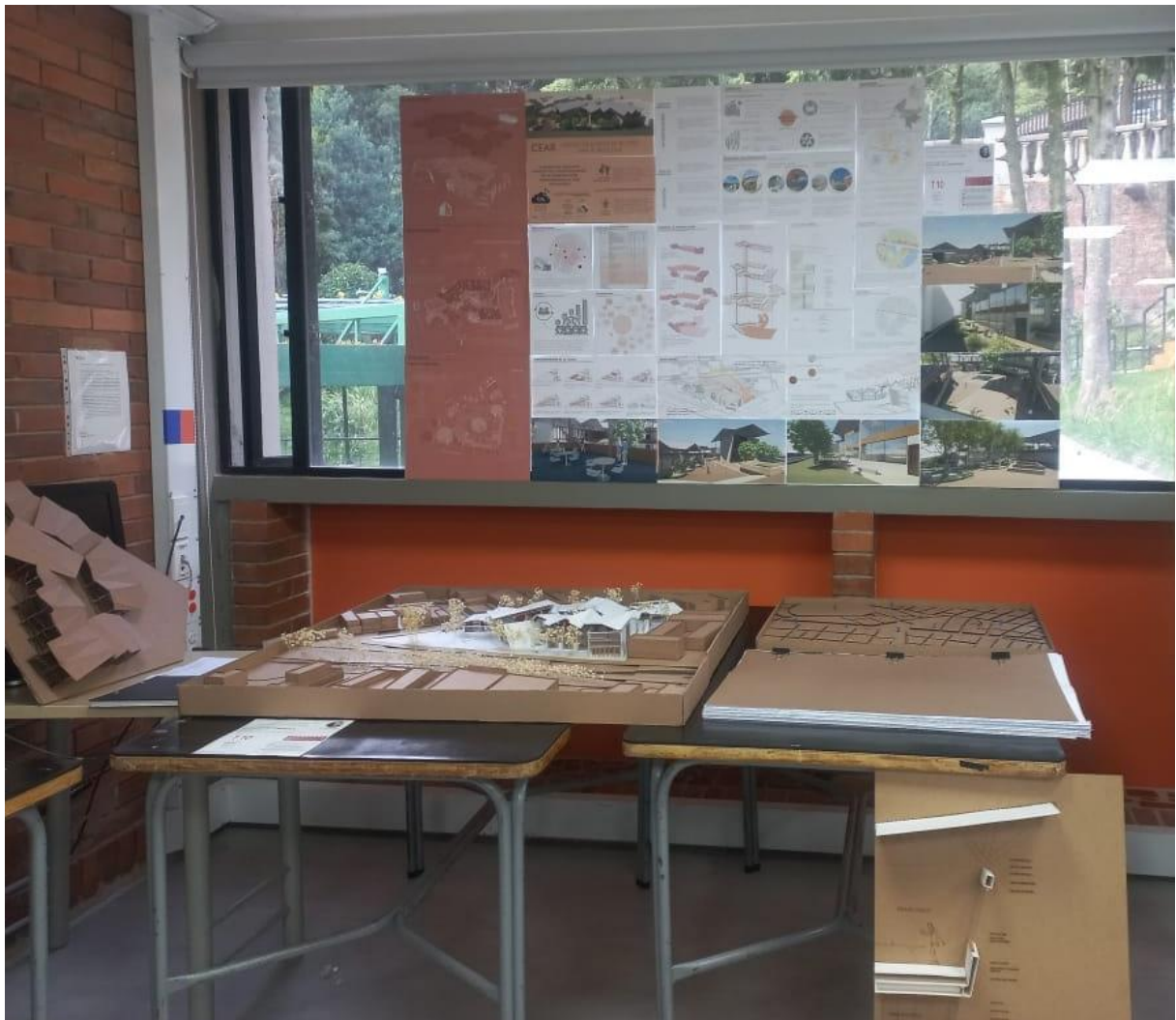
Proceso de maqueta



Nota. *En la figura se muestra el proceso de la maqueta*

Figura 63.

Entrega final de proyecto de grado



Nota. *En la figura se muestra la entrega final de proyecto de grado*