

Diseño de Instalaciones Deportivas
para el Instituto Tecnológico de
Costa Rica (Tec) Centro Académico
San José, Barrio Amón



Instituto Tecnológico de Costa Rica

Escuela de Ingeniería en Construcción
Escuela de Arquitectura y Urbanismo

**Diseño de Instalaciones Deportivas para el Instituto
Tecnológico de Costa Rica (TEC) Centro Académico San
José, Barrio Amón**

Proyecto final de graduación para optar por el grado de Maestría
Profesional en Diseño y Construcción Sostenible del Instituto
Tecnológico de Costa Rica

Diego Solís Barquero

Junio 2024

San José, Costa Rica

Declaración de derechos de autor

De acuerdo con la ley de Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683 el autor conserva el derecho moral y patrimonial sobre la obra, no podrá suprimirse el nombre del autor en las publicaciones, reproducciones u obras derivadas de la misma. Para cualquier adaptación, comunicación al público o modificación de la obra, se deberá contar con autorización expresa y por escrito del autor.


Licencia creative commons

Diseño de Instalaciones Deportivas para el Instituto Tecnológico de Costa Rica (Tec) Centro Académico San José, Barrio Amón© 2024 by Diego Alonso Solís Barquero is licensed under Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Declaración de uso de herramientas de inteligencia artificial

Declaro que utilicé herramientas de inteligencia artificial para la elaboración del presente trabajo final de graduación. La herramienta utilizada fue: ChatGPT y se utilizó en definiciones específicas tales como: Normas APA, sinónimos, significados de términos, además para consultar los tipos de metodologías para los trabajos de investigación, que me sirve como guía para el trabajo que estaba desarrollando.

Esta obra está bajo licencia [CC BY-NC-ND 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)© 2 por D

 Licencia CC BY-NC-ND 4.0

**ATRIBUCIÓN-NOCOMERCIAL-
SINDERIVADAS 4.0 INTERNACIONAL**

Escritura

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Maestría en Diseño y Construcción Sostenible

Trabajo final de Graduación

Evaluación final

Datos Generales		
Estudiante:	Arq. Diego Solís Barquero	
Nombre del proyecto:	"Diseño de Instalaciones Deportivas para el Instituto Tecnológico de Costa Rica (Tec) Centro Académico San José, Barrio Amón"	
Tutor	Arq. Erick Calderón Acuña, MSc.	
Lector 1	Arq. Pablo A. Mora Fallas, MSc.	
Lector 2	Arq. Karla Venegas Quesada, MSc.	
Coordinación / representante	Dra. Arq. Kenia García Baltodano	
Fecha:	Miércoles 21 de agosto del 2024	
Instrucciones		
Asigne a cada criterio la puntuación obtenida en el instrumento de evaluación respectivo.		
Evaluación		
Criterios	Nota	%
Informe final	86.25	34.5
Evaluación del Tutor		
Evaluación lector 1		
Evaluación Lector 2	95.00	14.3
Defensa pública	96.00	9.6
Evaluación de la coordinación/representante		
Evaluación lector 1		
Evaluación Lector 2	99.00	9.9
	95.00	9.5
NOTA		90.0

ERICK CALDERON ACUÑA (FIRMA) Firmado digitalmente por ERICK CALDERON ACUÑA (FIRMA)
Fecha: 2024.08.28 08:05:27 -06'00'

Arq. Erick Calderón Acuña, MSc.


KENIA GARCIA BALTODANO (FIRMA) Firmado digitalmente por KENIA GARCIA BALTODANO (FIRMA)
Fecha: 2024.08.27 08:41:00 -06'00'

Dra. Arq. Kenia García Baltodano

PABLO ANTONIO MORA FALLAS (FIRMA) Firmado digitalmente por PABLO ANTONIO MORA FALLAS (FIRMA)
Fecha: 2024.08.28 10:08:23 -06'00'

Arq. Pablo A. Mora Fallas, MSc.

KARLA MARIA VENEGAS QUESADA (FIRMA) PERSONA FISICA, CPF-01-1222-0293.
Fecha declarada: 28/08/2024 02:59:48 PM
Esta es una representación gráfica únicamente, verifique la validez de la firma.
Arq. Karla Venegas Quesada, MSc.


1-1207 0997

Arq. Diego Solís Barquero

Resumen

Este proyecto final de graduación propone el diseño de instalaciones deportivas para el Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) ubicadas en el histórico Barrio Amón, integrando el concepto de Biofilia como eje central. La Biofilia, entendida como la conexión innata entre los seres humanos y la naturaleza, se traduce en un diseño que busca no solo crear espacios deportivos funcionales, sino también promover la salud y el bienestar mediante una estrecha relación con el entorno natural.

El diseño se inspira en la rica biodiversidad de Costa Rica, incorporando elementos naturales como vegetación y luz solar en cada aspecto del proyecto. Se busca no solo satisfacer las necesidades deportivas de la comunidad del TEC recinto San José, sino también proporcionar un ambiente que fomente la conexión con la naturaleza, la actividad física y el esparcimiento saludable integrando a la comunidad aledaña generando una “cubierta jardín” la cual, puede ser aprovechada como un parque de escala local barrial para la zona.

El proyecto aborda diferentes aspectos del diseño arquitectónico, estructural, paisajístico y ambiental, considerando tanto la funcionalidad de las instalaciones como su impacto en el entorno circundante. Se utilizan estrategias sostenibles para minimizar el impacto ambiental y promover la armonía con el entorno.

Se espera que este proyecto no solo beneficie a la comunidad del TEC al proporcionar instalaciones deportivas de alta calidad, sino que también sirva como un ejemplo de cómo el diseño basado en la Biofilia puede mejorar la calidad de vida de las personas al promover una mayor conexión con la naturaleza en entornos urbanos.

Abstract

This final graduation project proposes the design of sports facilities for the Costa Rica Institute of Technology (TEC) located in the historic Barrio Amón, integrating the concept of Biophilia as its central axis. Biophilia, understood as the innate connection between human beings and nature, translates into a design that seeks not only to create functional sports spaces but also to promote health and well-being through a close relationship with the natural environment.

The design of the sports facilities is inspired by the rich biodiversity of Costa Rica, incorporating natural elements such as vegetation and sunlight into every aspect of the project. The goal is not only to meet the sports needs of the TEC San José campus community but also to provide an environment that fosters connection with nature, physical activity, and healthy recreation by integrating the surrounding community, generating a "green roof" which can be utilized as a neighborhood-scale park for the area.

The project addresses different aspects of architectural, structural, landscape, and environmental design, considering both the functionality of the facilities and their impact on the surrounding environment. Sustainable strategies are employed to minimize environmental impact and promote harmony with the surroundings.

It is hoped that this project will not only benefit the TEC community by providing high-quality sports facilities but also serve as an example of how Biophilia-based design can improve people's quality of life by promoting greater connection with nature in urban environments.

Agradecimientos

Al MSc. Erick Calderón Acuña por acompañarme y guiarme durante la realización de este proyecto final de graduación.

Agradezco profundamente a mi familia, por su incondicional apoyo, comprensión y amor durante todo este proceso. Su constante ánimo y sacrificio fueron fundamentales para alcanzar este logro.

A mis padres, Inés y Pablo, a quienes les debo mi más sincero agradecimiento por ser mi mayor inspiración y por su infinita paciencia.

Agradezco a mi pareja, María José por ser mi roca en los momentos difíciles, por su comprensión y por alentarme a seguir adelante en cada paso de este camino. Su amor y apoyo han sido mi mayor motivación para continuar con el proyecto.

Finalmente, agradezco a todas las personas que de una u otra manera contribuyeron a la realización de este trabajo, su colaboración fue invaluable.

Tabla de Contenido

RESUMEN	4
ABSTRACT	5
AGRADECIMIENTOS	6
CAPÍTULO 1.....	13
1.1 PRESENTACIÓN	14
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	15
1.3 PROBLEMA	16
1.4 DELIMITACIONES.....	17
1.4.1 Delimitación Física	17
1.4.2 Hitos Históricos Cercanos.....	21
1.4.3 Topografía	21
1.4.4 Cultura y Recreación	21
1.4.5 Revitalización Urbana	22
1.5 OBJETIVOS.....	25
1.5.1 Objetivo General	25
1.5.2 Objetivos Específicos.....	25
1.5.3 UVA el Paraíso / EDU.....	25
1.5.4 Parque de los Juegos Asiáticos de Sanqiao / TJAD Original Design Studio)	27
1.5.5 Second Stage of Hangzhou Cloud Town Exhibition Center	29
1.6 MARCO NORMATIVO	31
1.7 RIESGOS DEL PROYECTO	32
CAPÍTULO 2 – MARCO CONCEPTUAL	33
2.1 BIOFÍLIA	35
2.2 SENSACIÓN TÉRMICA.....	38
2.3 CONFORT TÉRMICO EN LOS USUARIOS.	39
2.3.1 Clo	40
2.3.2 Met.....	40
2.3.3 Aplicación en el Análisis de Usuarios	41
2.3.4 Análisis de Valores de Clo y Met para un Gimnasio	41
2.3.5 Aplicación en el Diseño de un Gimnasio.....	42
2.3.6 Análisis de Valores de Clo y Met para un Salón Multiuso	42
2.3.7 Aplicación en el Diseño de un Salón Multiuso.....	43
2.3.8 Análisis de Valores de Clo y Met para un Salón de Yoga y Pilates.....	43
2.3.9 Aplicación en el Diseño de un Salón de Yoga y Pilates	44
2.3.10 Análisis de Valores de Clo y Met para Oficinas	44
2.4 MATERIALES.....	45
2.5 EXPERIMENTANDO EL REFUGIO	46
2.6 ESTÍMULOS SENSORIALES NO RÍTMICOS	47
2.7 ACTIVIDADES CULTURALES EN LA ZONA	49
2.8 CONTEXTO SOCIAL BARRIO AMÓN	51
2.8.1 Aspectos Demográficos.....	51

2.8.2 Aspectos Económicos y Productivos.....	52
2.8.3 Aspectos Desarrollo Social	53
CAPÍTULO 3 – MARCO METODOLÓGICO.....	55
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	56
3.2 FUENTES DE INFORMACIÓN	56
3.2.1 <i>Primaria</i>	56
3.2.2 <i>Secundarias</i>	57
3.2.3 <i>Población y Muestra</i>	57
3.2.4 <i>Encuesta</i>	57
3.3 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	59
3.4 RECURSOS NECESARIOS.....	60
CAPÍTULO 4 – PROPUESTA ARQUITECTÓNICA	61
4.1 VALORACIONES PARA EL DISEÑO	62
4.2 CUBIERTA VERDE	63
4.2.1 <i>Historia</i>	63
4.2.2 <i>Subdivisión de Cubiertas Verdes</i>	64
4.2.3 <i>Componentes de la Cubierta Verde</i>	65
4.2.4 <i>Diseño de sistema de drenaje y recolección de aguas de lluvia</i>	67
4.2.5 <i>Plan de Mantenimiento Estructural para una Cubierta Verde</i>	75
4.3 DISEÑO DE JARDÍN (CUBIERTA DE TECHO).....	80
4.4 CARACTERÍSTICAS DEL BOSQUE HÚMEDO PREMONTANO	81
4.4.1 <i>Zona de Vida:</i>	81
4.4.2 <i>Clima:</i>	81
4.4.3 <i>Vegetación:</i>	81
4.4.4 <i>Lianas y Trepadoras:</i>	82
4.4.5 <i>Sotobosque:</i>	82
4.4.6 <i>Fauna:</i>	83
4.4.7 <i>Impacto Humano:</i>	83
4.5 GUÍA DE PLANTAS	85
4.6 ANÁLISIS CLIMÁTICO.....	90
4.7 DIRECCIÓN DEL VIENTO.....	91
4.8 PRECIPITACIÓN ANUAL	93
4.9 PROMEDIO TEMPERATURAS ANUALES	94
4.10 CICLO DE VIDA DE LOS MATERIALES	94
4.11 CONSUMO ENERGÉTICO DE MATERIALES: CONCRETO, ACERO Y MADERA	98
4.11.1 <i>Concreto</i>	98
4.11.2 <i>Acero</i>	99
4.11.3 <i>Madera</i>	101
4.11.4 <i>Comparación y Sostenibilidad</i>	101
4.12 PRESERVACIÓN DE LA MADERA CON SALES DE COBRE.....	102
4.12.1 <i>Resumen de la Norma INTE C397:2019</i>	103
4.12.2 <i>Importancia de la Norma</i>	104
4.13 PROPUESTA ESQUEMÁTICA PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS Y GRISAS DEL PROYECTO	109
4.14 ANÁLISIS DE VIENTO	112

4.15 EVALUACIÓN SEGÚN NORMAS RESET	117
4.15.1 Desarrollo del Proyecto según las Normas RESET	117
4.16 PROGRAMA ARQUITECTÓNICO.....	119
4.17 PLANTAS ARQUITECTÓNICAS.....	122
4.18 PLANTA TECHOS	125
4.19 FACHADAS	127
4.20 SECCIÓN A-A	128
4.21 SECCIÓN B-B	129
4.22 ANÁLISIS SOLAR DEL PROYECTO	129
4.22.1 Solsticio	129
4.22.2 Equinoccio (hemisferio norte)	132
4.23 ASOLEAMIENTO SEGÚN CARTA SOLAR	135
4.24 ANÁLISIS SOMBRAS EN EL PROYECTO (HORAS SOL)	141
4.25 RENDER DEL PROYECTO	144
4.26 VISTA SUPERIOR DE LA CUBIERTA VERDE	144
4.27 FACHADA SUR (INGRESO SUPERIOR)	145
4.28 VISTA INTERIOR DE LAS RAMPAS.....	147
4.29 VISTA FACHADA OESTE.....	150
4.30 VISTA COMPLETA DEL PROYECTO CON LA EDIFICACIÓN PATRIMONIAL “CASA VERDE”	151
4.31 FICHA RESUMEN ESTRATEGIAS DISEÑO BIOCLIMÁTICO.....	151
4.31.1 Investigación y Comprensión del Entorno Local	151
4.31.2 Identificación de Necesidades y Objetivos	152
4.31.3 Selección de Estrategias Bioclimáticas	152
4.31.4 Integración con Otros Aspectos del Diseño	153
4.31.5 Evaluación y Ajuste	153
CAPÍTULO 5 – CONCLUSIONES GENERALES.....	155
CAPÍTULO 6 – CONSIDERACIONES FINALES	159
6.1 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	161
6.2 ANEXOS	164
ANEXO 1.....	164

Índice de Tablas

TABLA 1 ESTADÍSTICA POLICIALES SEGÚN EL OIJ	16
TABLA 2 NORMATIVA APLICABLE AL PROYECTO	31
TABLA 3 RIESGOS ASOCIADOS AL PROYECTO	32
TABLA 4 CANTIDAD TOTAL DE POBLACIÓN POR PROVINCIA EN COSTA RICA, 2022	35
TABLA 5 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	60
TABLA 6 PROGRAMA ARQUITECTÓNICO DEL PROYECTO	119

Índice de Figuras

FIGURA 1 MAPA DISTRITO EL CARMEN, UBICACIÓN BARRIO AMÓN	18
FIGURA 2 UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	19
FIGURA 3 MAPA PARA VISUALIZAR LA UBICACIÓN DEL LOTE	20
FIGURA 4 ANÁLISIS DE ENTORNO.....	20
FIGURA 5 CURVAS DE NIVEL	23
FIGURA 6 IMAGEN DE UVA EL PARAÍSO/ EDU	26
FIGURA 7 IMAGEN DE UVA EL PARAÍSO/ EDU	26
FIGURA 8 PARQUE DE LOS JUEGOS ASIÁTICOS DE SANQIAO	27
FIGURA 9 PARQUE DE LOS JUEGOS ASIÁTICOS DE SANQIAO	28
FIGURA 10 SECOND STAGE OF HANGZHOU CLOUD TOWN EXHIBITION CENTER.....	29
FIGURA 11 SECOND STAGE OF HANGZHOU CLOUD TOWN EXHIBITION CENTER.....	30
FIGURA 12 UNIDADES METABÓLICAS	41
FIGURA 13 IMAGEN FERIA AMÓN CULTURAL,2024	50
FIGURA 14 IMAGEN FERIA AMÓN CULTURAL,2024	50
FIGURA 15 IMAGEN FERIA AMÓN CULTURAL,2024	51
FIGURA 16 TIPOS DE CAPAS.....	66
FIGURA 17 ESPESOR DE CAPA DE SUSTRATO SEGÚN TIPO PLANTA	67
FIGURA 18 DETALLE DE PENDIENTES Y BAJANTES PARA LA CUBIERTA VERDE	68
FIGURA 19 EJEMPLO TUBERÍAS COLGANTES	69
FIGURA 20 UBICACIÓN PROPUESTA TANQUES DE ALMACENAMIENTO AGUA	70
<i>FIGURA 21 DETALLE DE LAS CAPAS PARA A CUBIERTA VERDE PROPUESTA PARA EL PROYECTO.</i>	71
FIGURA 22 DETALLE CONSTRUCTIVO CUBIERTA	78
FIGURA 23 EJEMPLO CUBIERTA VERDE	79
FIGURA 24 CUBIERTA TECHO	80
FIGURA 25 CONSUMO ENERGÉTICO DE MATERIALES: CONCRETO, ACERO Y MADERA	102
FIGURA 26 SISTEMA AGUAS NEGRAS	110
FIGURA 27 TUBERÍA Y CAJAS DE REGISTRO	111
FIGURA 28 DETALLE SISTEMA DE AGUAS NEGRAS.....	112
FIGURA 29 VELOCIDAD DE VIENTO PRIMER NIVEL.....	113
FIGURA 30 VELOCIDAD DE VIENTO SEGUNDO NIVEL.....	114
FIGURA 31 VELOCIDAD DE VIENTO EN CUBIERTA VERDE Y ÁREA DE DESCANSO	115
FIGURA 32 ANÁLISIS DE PRESIÓN EN EL EDIFICIO	116
FIGURA 33 DIAGRAMA ÁREAS	120
FIGURA 34 DIAGRAMA ÁREAS	121
FIGURA 35 PLANTA PRIMER NIVEL.....	122
FIGURA 36 PLANTA SEGUNDO NIVEL.....	123
FIGURA 37 PLANTA TERCER NIVEL	124
FIGURA 38 PLANTA TECHO.....	125
FIGURA 39 FACHADA OESTE.....	127
<i>FIGURA 40 FACHADA NORTE</i>	127
FIGURA 41 FACHADA SUR.....	128
FIGURA 42 SECCIÓN A-A	128
FIGURA 43 SECCIÓN B-B	129

FIGURA 44 SOLSTICIO 9 AM	130
FIGURA 45 SOLSTICIO 12 PM.....	131
FIGURA 46 SOLSTICIO 3 PM.....	132
FIGURA 47 EQUINOCCIO PRIMAVERA 9 AM	133
FIGURA 48 EQUINOCCIO PRIMAVERA 12PM	134
FIGURA 49 EQUINOCCIO PRIMAVERA 3PM	135
FIGURA 50 CARTA SOLAR.....	136
FIGURA 51 PROYECCIÓN ILUMINACIÓN DE 12MD A 5PM.....	137
FIGURA 52 PROYECCIÓN ILUMINACIÓN DE 8AM A 12MD	138
FIGURA 53 PROYECCIÓN ILUMINACIÓN DE 12MD A 5PM.....	139
FIGURA 54 PROYECCIÓN ILUMINACIÓN DE 8AM A 12MD	140
FIGURA 55 PROYECCIÓN ILUMINACIÓN DE 8AM A 12MD	140
FIGURA 56 PROYECCIÓN SOMBRA	141
FIGURA 57 PROYECCIÓN SOMBRA	142
FIGURA 58 PROYECCIÓN SOMBRA	143
FIGURA 59 PROYECCIÓN SOMBRA	143
FIGURA 60 RENDER FACHADA OESTE	144
FIGURA 61 RENDER CUBIERTA	145
FIGURA 62 RENDER FACHADA SUR	146
FIGURA 63 RENDER VISTA INTERNA	147
FIGURA 64 RENDER VISTA INTERNA	147
FIGURA 65 SECCIÓN VISTA RAMPA 1.....	148
FIGURA 66 SECCIÓN VISTA RAMPA 2.....	148
FIGURA 67 SECCIÓN RAMPA.....	149
FIGURA 68 RENDER FACHADA OESTE	150
FIGURA 69 RENDER CONJUNTO	151

Capítulo 1

1.1 Presentación

El presente proyecto de graduación corresponde a una propuesta de diseño de instalaciones deportivas para el Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) en Barrio Amón, actualmente posee áreas reducidas como salón multiuso, salón para danza, salón para la práctica de yoga, así como un espacio equipado con máquinas, para la recreación y el esparcimiento del estudiantado, personal académico y personal administrativo, todos estos espacios dispersos en diferentes áreas del campus en San José. Sin embargo, existe un terreno colindante a la edificación patrimonial llamada “Casa Verde” que podría solventar una necesidad de salud física y mental vigente.

La zona cuenta con una belleza histórica arquitectónica de distintos estilos como la victoriana, el neoclásico, el neocolonial y el art déco, que forman parte de la historia costarricense. Barrio Amón alberga distintos lugares que convergen desde lo habitacional hasta lo educativo, pero a pesar de su atractivo arquitectónico y cultural, el desarrollo ha avanzado, pero a pesar de las oportunidades del entorno hay condiciones que no permiten aprovechar al máximo el entorno de forma activa, segura para todos los grupos de edades.

El deporte ha sido importante a lo largo de la historia y, actualmente, el interés por mantener la salud física y mental se ha incrementado en la comunidad, subsiguiente, el desarrollo arquitectónico deportivo también. Sin embargo, San José debería de enfocarse en aumentar la red de espacios públicos, trama verde para minimizar el impacto de la isla de calor, usos múltiples para así mejorar la calidad de vida de sus habitantes mediante la interacción social, mejorando la calidad de vida ayudando al bienestar mental proporcionando espacios para eventos y celebraciones al mismo tiempo que se fomenta la interacción social.

1.2 Justificación

El presente proyecto surge de la inquietud y necesidad de desarrollar una zona recreativa y deportiva para la sociedad y, específicamente, para estudiantes y colaboradores del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) en Barrio Amón con el fin de lograr los mejores beneficios para dicha población, la comunidad y el barrio.

La Organización Mundial de la Salud nos explica la importancia de crear espacios que beneficien la salud física y mental de las personas como se detalla a continuación:

“La salud urbana es una prioridad creciente para la OMS (Organización Mundial de la Salud), y la magnitud de los problemas en esa esfera implica que los enfoques para afrontarlos deben ser estratégicos, multisectoriales y coordinados.” (“Salud urbana - World Health Organization (WHO)”) (“Salud urbana - World Health Organization (WHO)”) La OMS aborda la salud urbana de una manera transversal centrada en el mejoramiento de la calidad del aire, el agua y el saneamiento, así como de otros determinantes ambientales; la planificación urbana saludable; los entornos más sanos y sin humo; la movilidad segura y saludable; la prevención de la violencia y los traumatismos; los sistemas y las dietas saludables; la gestión medioambiental de enfermedades transmitidas por vectores; y la preparación y respuesta ante emergencias en las zonas urbanas. También es prioritario hacer frente a los riesgos y las necesidades de grupos específicos de población, entre ellos los niños, las personas mayores y las personas migrantes. El carácter interrelacionado de los problemas de salud urbana implica que las medidas adoptadas en un sector puedan beneficiar a muchos otros (Página web OMS, 2021, “Salud urbana”). (“Salud urbana - World Health Organization (WHO)”)

En este caso, Barrio Amón se ha destacado por ser una zona con un auge de rescate patrimonial histórico y cultural en Costa Rica, donde uno de los proyectos a nivel de la Asamblea Legislativa el cual “busca conservar y promover el patrimonio arquitectónico, cultural y natural de la zona, impulsando el desarrollo económico local y protegiendo sus valiosos recursos” (Gutiérrez, 2024). También existen grupos de actores locales que tienen interés en su conservación, el concejo de distrito que buscan articular un mejor barrio, enfocado en el fomento cultural que atraiga inversión y crecimiento en la zona.

Tanto la Municipalidad de San José, el Comité Cantonal de Deporte y el barrio son promotores de la recreación y el deporte en la población mediante programas de actividades e infraestructura para el mejoramiento del lugar.

No obstante, según las estadísticas del Organismo de Investigación Judicial (OIJ) de Costa Rica desde enero 2023 hasta diciembre 2023, el total de delitos en el distrito del Carmen en la provincia de San José fue de 1086 casos, que se detallan a continuación:

Tabla 1 Estadística Policiales Según el OIJ

Categoría Delictiva	Cantidad
Total, de delitos	1086
Hurto	558
Asalto	334
Tacha de vehículos	81
Robo	65
Robo de vehículos	45
Homicidio	3

Fuente: Estadísticas policiales del Organismo de Investigación Judicial (página web).

Enfocado en el objetivo del proyecto, la construcción de esta área deportiva podría aportar mejoras en la reactivación del barrio y las estadísticas delictivas del distrito según nos detalla la investigación elaborada por la Comisión de Análisis Criminal en Costa Rica donde expresa que “en la sociedad la práctica del deporte constituye un factor para la prevención del delito, un factor protector, cuyas principales características incluyen tener que establecer reglas para la sana práctica deportiva y respetarlas en la ejecución. Estas normas incluyen, obligatoriamente, el respeto a los demás individuos.”

1.3 Problema

Hoy es común escuchar hablar a las personas sobre la importancia del deporte en la vida cotidiana. Sin embargo, en el distrito del Carmen, donde se encuentra el Barrio Amón, hay escasez de zonas para practicar alguna actividad deportiva, por tal razón, se da la importancia del desarrollo de este proyecto arquitectónico.

El proyecto va dirigido a la población estudiantil, administrativa y en general de la zona para fomentar el desarrollo físico y mental.

Por eso el interés de plantearse la siguiente pregunta como guía para el desarrollo del presente proyecto.

¿Cómo sería la propuesta de diseño arquitectónico apto para realizar un proyecto de infraestructura deportiva sostenible para los estudiantes, personal académico y personal administrativo para el Instituto Tecnológico de Costa Rica, Barrio Amón que cumpla con las expectativas y las necesidades de la población rescatando su belleza arquitectónica y activando predios en desuso que motivan percepción de inseguridad y abandono?

1.4 Delimitaciones

En el siguiente apartado del trabajo final delimitaremos el tema a algunos aspectos que detallamos a continuación:

1.4.1 Delimitación Física

El proyecto se pretende desarrollar en el cantón Central de San José, distrito el Carmen, en Barrio Amón, como se puede apreciar en la figura 1-2, cuya ubicación en la trama urbana se encuentra delimitado al norte por el río Torres y la avenida 13, al sur por la avenida 7, al este por la calle 9 y al oeste por la calle Alfredo Volio o calle Central como se visualiza en la figura 2.

Figura 1 Mapa Distrito el Carmen, Ubicación Barrio Amón

DIVISIÓN TERRITORIAL DISTRITO EL CARMEN

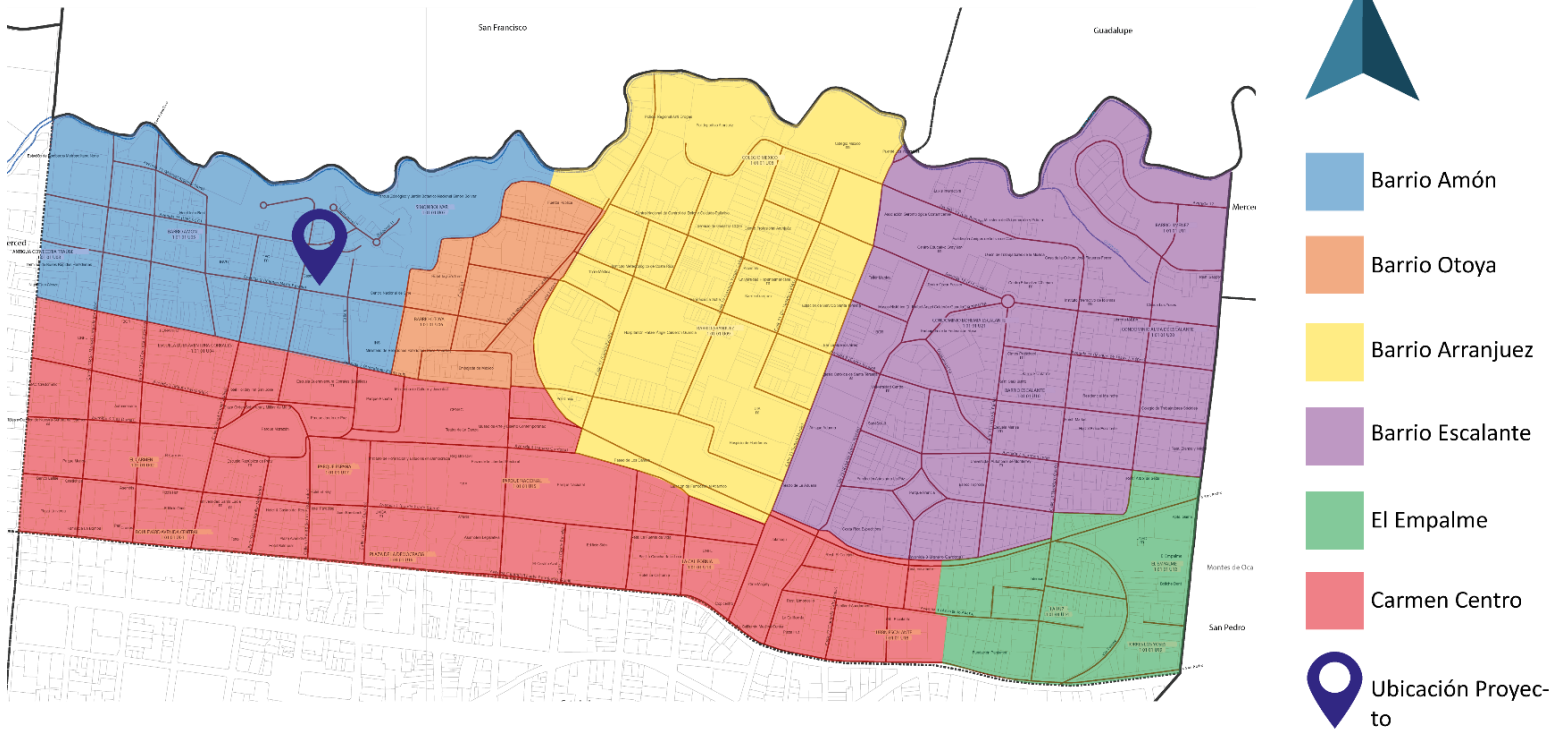
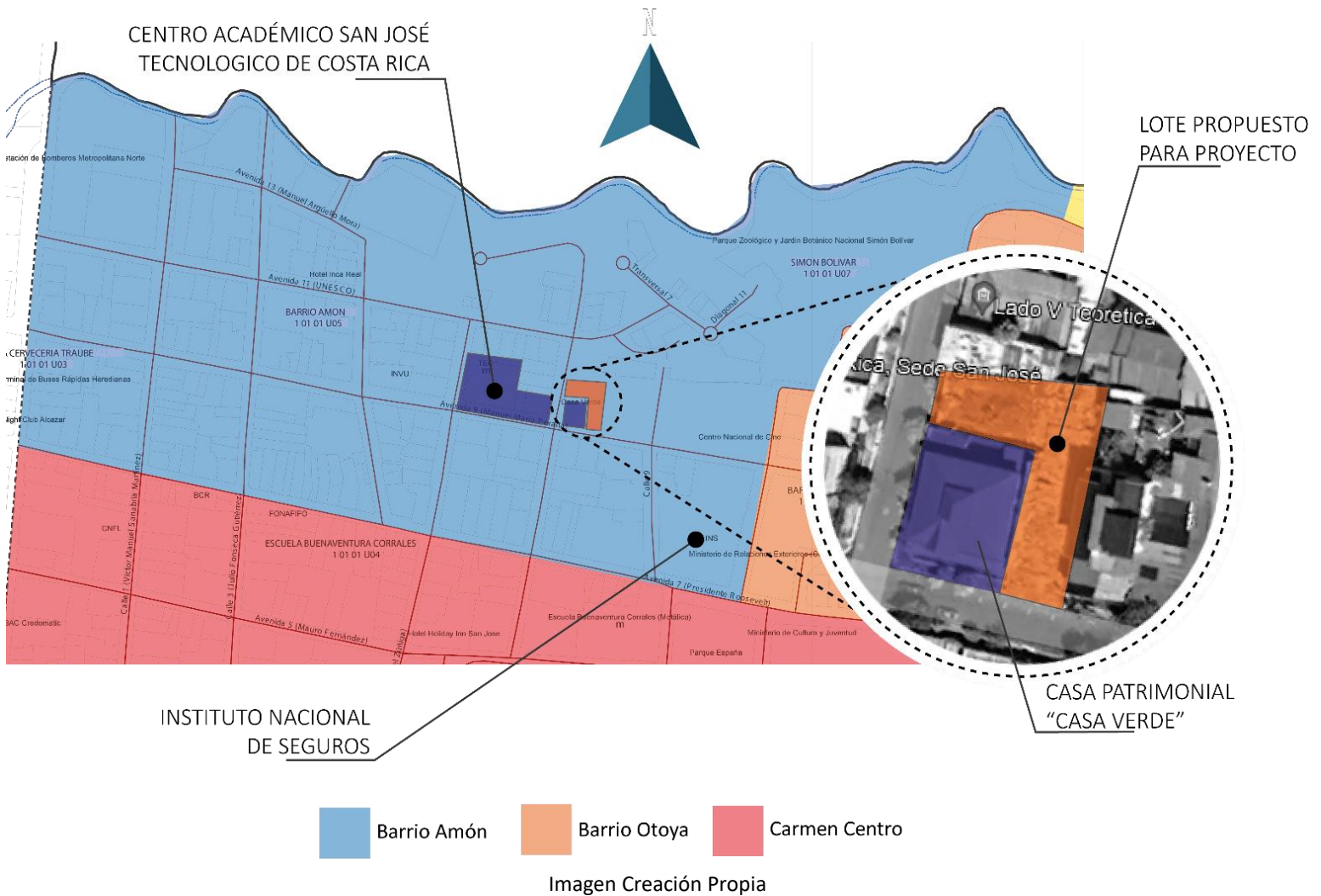


Imagen Creación Propia

En la imagen anterior se esquematiza la división territorial para el distrito del Carmen en San José, el distrito se compone de seis zonas o Barrios los cuales son: Amón de color azul, Otoya de color naranja, Aranjuez de color amarillo, Escalante de color morado, El Empalme de color verde y por último El Carmen de color rojo.

Figura 2 Ubicación del Proyecto

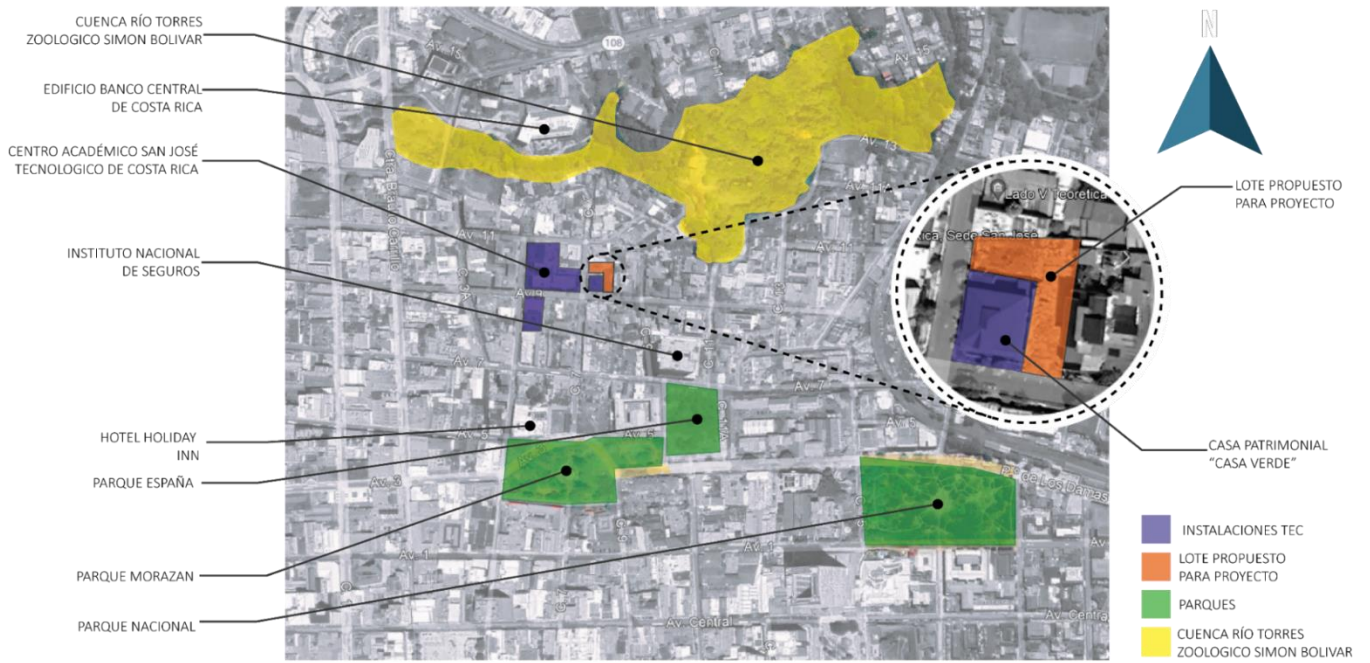


Este sector tiene una significativa actividad vehicular y peatonal por su cercanía con establecimientos comerciales, oficinas, centros de vida nocturna, instituciones educativas y una creciente oferta de hoteles y hostales.

En los últimos años, el Barrio Amón ha transformado la morfología de sus viviendas, convirtiéndose en un destino cada vez más atractivo para el turismo extranjero, que quieren conocer San José centro y atractivos cercanos como museos, parques nacionales, entre otros.

Sin embargo, para llevar a cabo este proyecto, el Instituto Tecnológico de Costa Rica cuenta con un lote de 881.74m² aproximadamente.

Figura 3 Mapa para Visualizar la Ubicación del Lote



Fuente: Google Earth con detalle propio

Figura 4 Análisis de Entorno

Análisis de Entorno

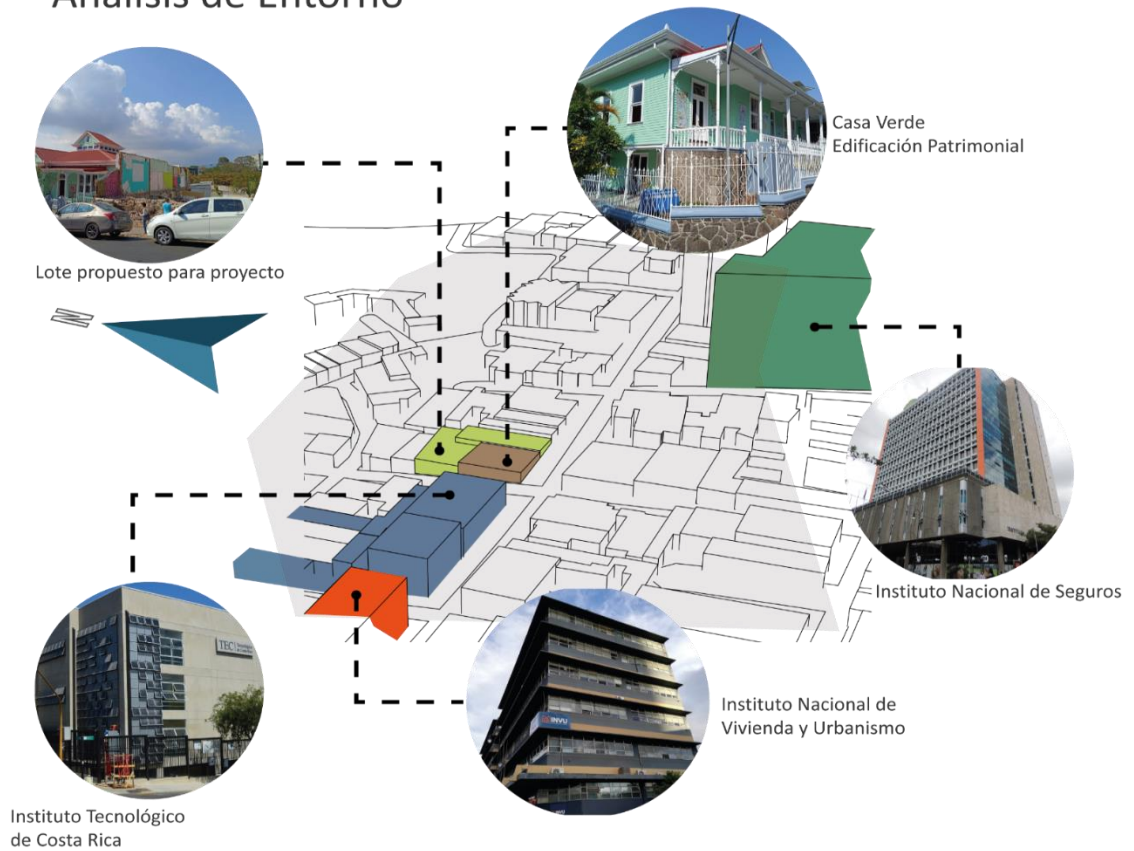


Imagen Creación Propia

El entorno donde se desarrolla el proyecto ubicado en el corazón de Barrio Amón, una de las zonas más históricas y culturalmente significativas de San José, conocido por su rica historia y su arquitectura patrimonial, ofrece un entorno vibrante y lleno de vida para estudiantes y visitantes.

1.4.2 Hitos Históricos Cercanos

Barrio Amón es hogar de varios hitos históricos que reflejan la evolución de San José a lo largo de los años. Entre estos se encuentra la Casa Amarilla, también conocida como el Palacio de la Paz, que actualmente alberga el Ministerio de Relaciones Exteriores. Este edificio, construido a principios del siglo XX, es un ejemplo emblemático de la arquitectura neocolonial y ha sido testigo de numerosos eventos históricos importantes.

Otro hito relevante es el Edificio Metálico, construido en 1896 con piezas metálicas importadas de Bélgica. Este edificio es un símbolo de la influencia europea en la arquitectura costarricense y sigue funcionando como una institución educativa. El Hotel Don Carlos, antigua residencia del presidente Tomás Guardia, que combina estilos art déco y neoclásico; y el Castillo del Moro, una estructura de estilo mudéjar que alguna vez fue el Palacio Episcopal.

1.4.3 Topografía

La topografía de Barrio Amón es variada, con calles que siguen la ondulación natural del terreno, esta cae hacia la cuenca del Río Torres la cual pasa muy cercana a la ubicación del proyecto.

Barrio Amón al encontrarse en una colina, influyó en el diseño y la distribución de las calles y edificios. Las pendientes y la topografía irregular. La topografía ha llevado a la creación de terrazas y niveles en las propiedades, con algunos edificios situados en alturas diferentes a lo largo de la misma calle. Esto ha dado lugar a una disposición única de las estructuras y sus accesos.

1.4.4 Cultura y Recreación

Barrio Amón es un centro de actividad cultural en San José. El barrio alberga numerosas galerías de arte, teatros, y cafés que atraen tanto a locales como a turistas. Entre

los espacios culturales destacados se encuentra el Teatro Nacional, un majestuoso edificio que ofrece una variedad de espectáculos artísticos y culturales. Además, el Museo Nacional de Costa Rica, ubicado en el cercano Cuartel Bellavista, ofrece una profunda inmersión en la historia y cultura costarricense.

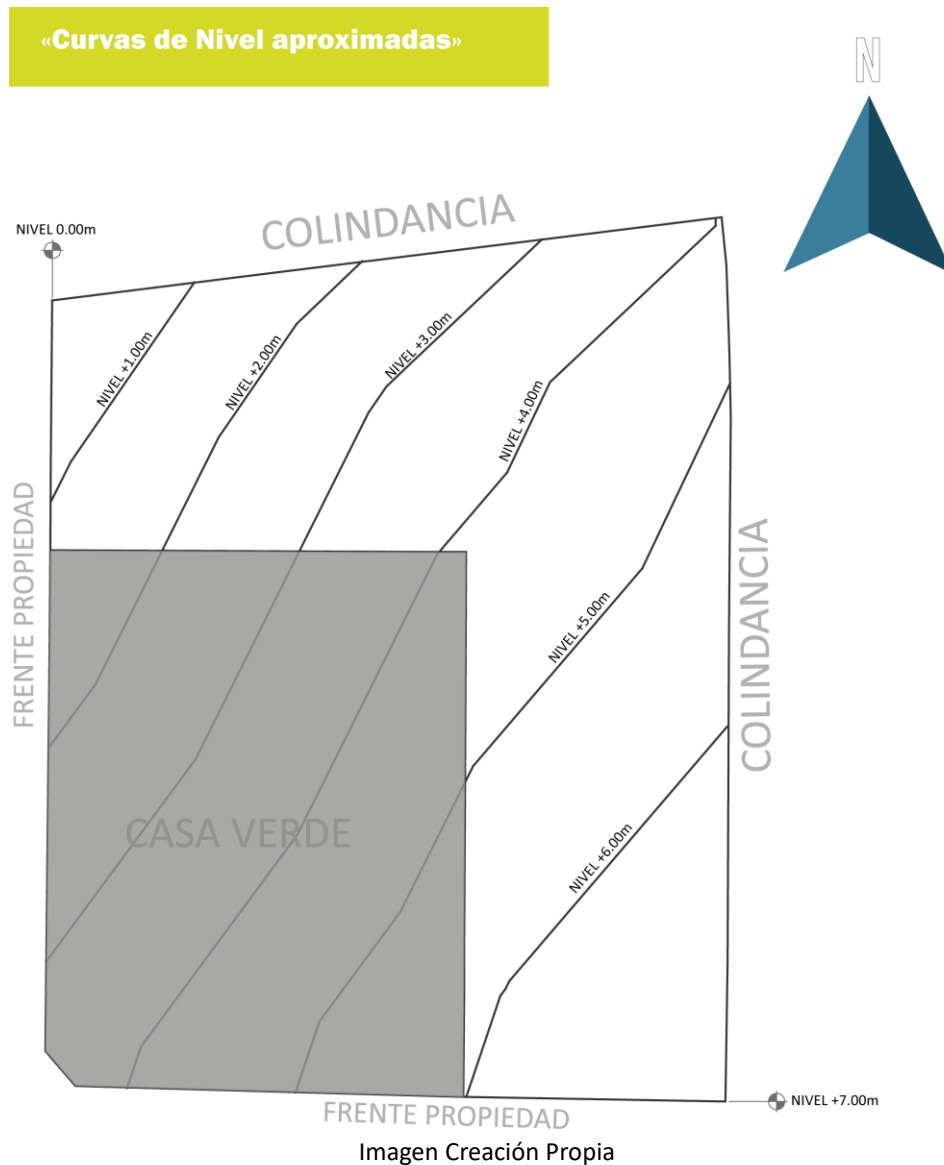
Los parques cercanos, como el Parque Morazán y el Parque España, proporcionan espacios verdes para la recreación y el esparcimiento. Estos parques son puntos de encuentro populares y ofrecen un respiro del bullicio urbano, con áreas para caminar, relajarse y disfrutar del entorno natural.

1.4.5 Revitalización Urbana

En años recientes, Barrio Amón ha experimentado un renacimiento urbano, atrayendo a jóvenes profesionales y artistas. La revitalización del barrio ha mantenido su carácter histórico mientras incorpora elementos modernos, creando un entorno dinámico y atractivo. Esta mezcla de lo antiguo y lo nuevo se refleja en la variedad de residencias, oficinas y comercios que coexisten en el área.

La presencia del TEC en este barrio añade un componente educativo y tecnológico al entorno, fomentando la innovación y el desarrollo académico. Los estudiantes del TEC tienen la oportunidad de estudiar en un ambiente inspirador, rodeados de la historia y la cultura de San José.

Figura 5 Curvas de Nivel



En el lote que se analiza, el desnivel total es de 6 metros, que va desde el punto más alto el cual se ubica en el lado sur del terreno hasta el punto más bajo del terreno el cual se encuentra diagonal a las instalaciones del TEC.

Este desnivel de 6 metros tiene un impacto considerable en cómo se diseña la construcción en el lote. Por ejemplo, se debe analizar construir muros de contención para evitar que el terreno se deslice y garantizar que los edificios se mantengan estables. También podríamos considerar diseñar terrazas a diferentes niveles para nivelar el terreno y facilitar la construcción de las diferentes áreas que se plantean para el proyecto.

Además, la forma en que se maneja este desnivel afectará cómo el agua de lluvia se desplaza por el terreno. Necesitaremos planificar un sistema de drenaje adecuado para evitar problemas de acumulación de agua y erosión. En resumen, entender estas curvas de nivel nos ayudará a adaptar nuestro diseño a las características del terreno y asegurarnos de que el proyecto sea funcional y duradero.

Las ventajas que ofrece el terreno para el proyecto es la posibilidad de diseñar diferentes espacios a diferentes alturas, generar espacios abiertos de dos o más alturas si fuera el caso o generar grandes terrazas que se puedan utilizar para diferentes actividades.

Para la obtención de las curvas de nivel aproximadas del terreno se utilizan imágenes de referencia del programa Google Earth y además el programa Sistema de Información Geográfica de código abierto. QGIS.

Paso 1: Obtención de Datos de Elevación desde Google Earth

Abrir Google Earth:

Navegar al Área de Interés: Añadir Puntos de Control: Marca varios puntos de control (waypoints) en el área de interés. Asegúrate de cubrir toda la zona de manera uniforme para obtener datos precisos de elevación.

Paso 2: Importación de Datos en QGIS

Crear una Nueva Capa de Puntos: Importa los puntos de control y sus elevaciones anotadas desde Google Earth. Puedes hacerlo manualmente ingresando las coordenadas y elevaciones o importando un archivo CSV si has exportado los datos de Google Earth.

Paso 3: Generación del Modelo Digital de Elevación (DEM)

Interpolación de Datos de Elevación: Utiliza la herramienta de interpolación en QGIS para generar un Modelo Digital de Elevación (DEM) a partir de los puntos de control.

Paso 4: Exportación y Visualización

Exportar las Curvas de Nivel: Una vez satisfecho con los resultados, puedes exportar las curvas de nivel como un archivo vectorial (por ejemplo, SHP o DXF) para su uso en otros proyectos o software de CAD.

De este modo se pudo obtener una referencia a las curvas de nivel del sitio claro está que estas curvas son aproximadas y que existe la posibilidad de que varíen ya que en el sitio propuesta ya existían construcciones anteriormente las cuales fueron demolidas.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Desarrollar una propuesta de diseño arquitectónico para un proyecto de infraestructura deportiva sostenible en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Costa Rica en Barrio Amón, San José, que responda a las necesidades de su comunidad.

1.5.2 Objetivos Específicos

1. Realizar un análisis exhaustivo de las necesidades de los estudiantes, personal académico y administrativo del Instituto Tecnológico de Costa Rica para orientar el diseño de las instalaciones deportivas.
2. Identificar las características esenciales para el diseño de las instalaciones deportivas, que respondan a las expectativas y necesidades de la comunidad del instituto.
3. Definir una propuesta de diseño para un centro deportivo sostenible, adaptada a la escala y contexto del área de Barrio Amón Casos de Estudio.

Dentro de los casos de estudio se analizarán distintos proyectos a nivel internacional y se detallarán a continuación:

1.5.3 UVA el Paraíso / EDU

Arquitectos: EDU - Empresa de Desarrollo Urbano de Medellín; EDU - Empresa de Desarrollo Urbano de Medellín (“Institución Educativa Rodrigo Lara Bonilla / EDU - Empresa de Desarrollo Urbano”)

Área: 3879 m²

Año: 2015

Figura 6 Imagen de UVA El Paraíso/ EDU



Fuente: <https://www.archdaily.cl>

Figura 7 Imagen de UVA El Paraíso/ EDU



Fuente: <https://www.archdaily.cl>

Principales Características:

- Articula programas sociales y deportivos
- Es un buen ejemplo de reciclaje de espacios urbanos
- Diseño participativo de la comunidad para satisfacer necesidades
- El diseño del edificio tiene formas orgánicas con grandes cubiertas aprovechadas para la recreación de adultos y niños e incentivando el deporte.
- Los espacios inferiores los cuales cuentan con vistas hacia los jardines del proyecto ayudan a generar la ilusión de estar sobre las copas de los árboles rodeados de naturaleza los cuales ayudaran a las personas a tener los espacios más amigables incluyendo a la Biofilia como elemento generador.

1.5.4 Parque de los Juegos Asiáticos de Sanqiao / (TJAD Original Design Studio)

Arquitectos: TJAD Original Design Studio

Área: 1945 m²

Año: 2023

Figura 8 Parque de los Juegos Asiáticos de Sanqiao

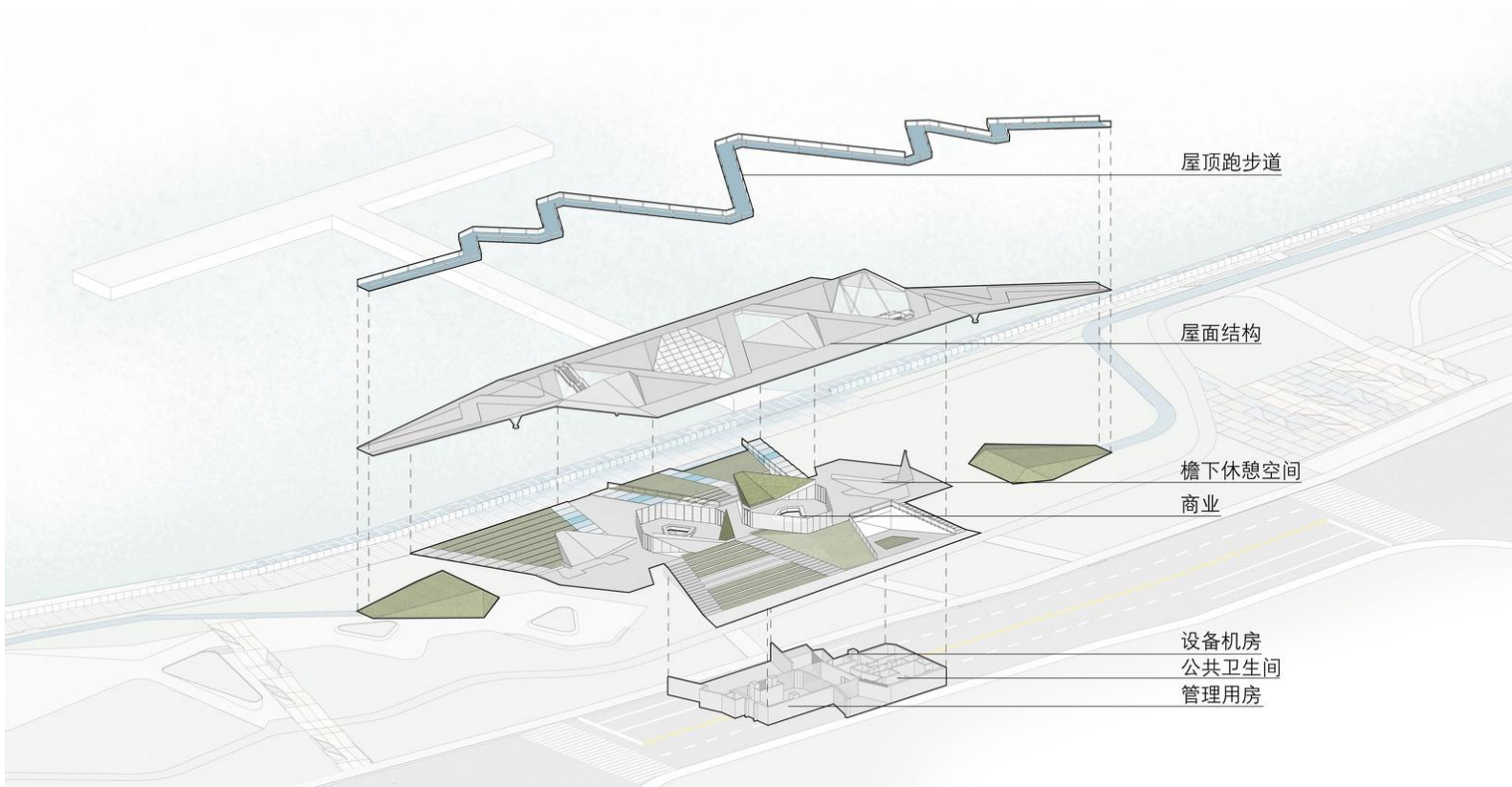


Fuente: [https:// www.archdaily.cl](https://www.archdaily.cl)

Principales Características:

- Proyecto creado para los juegos asiáticos de Sanqiao.
- Conecta un cinturón de experiencia deportiva urbana de 17,4 kilómetros sin muros.
- Presenta una pista de carrera se eleva por encima del edificio la cual lo cruza.
- El proyecto presenta la integración con el sitio que lo rodea, aprovechado las vistas hacia la rivera del rio el cual genera espacios muy llamativos y agradables para poder realizar diferentes actividades recreativas integrando los jardines aledaños y una pasarela que cruza sobre el edificio.

Figura 9 Parque de los Juegos Asiáticos de Sanqiao



Fuente: [https:// www.archdaily.cl](https://www.archdaily.cl)

1.5.5 Second Stage of Hangzhou Cloud Town Exhibition Center

Arquitectos: Approach Design (ZUP)

Área: 66680 m²

Año: 2018

Figura 10 Second Stage of Hangzhou Cloud Town Exhibition Center

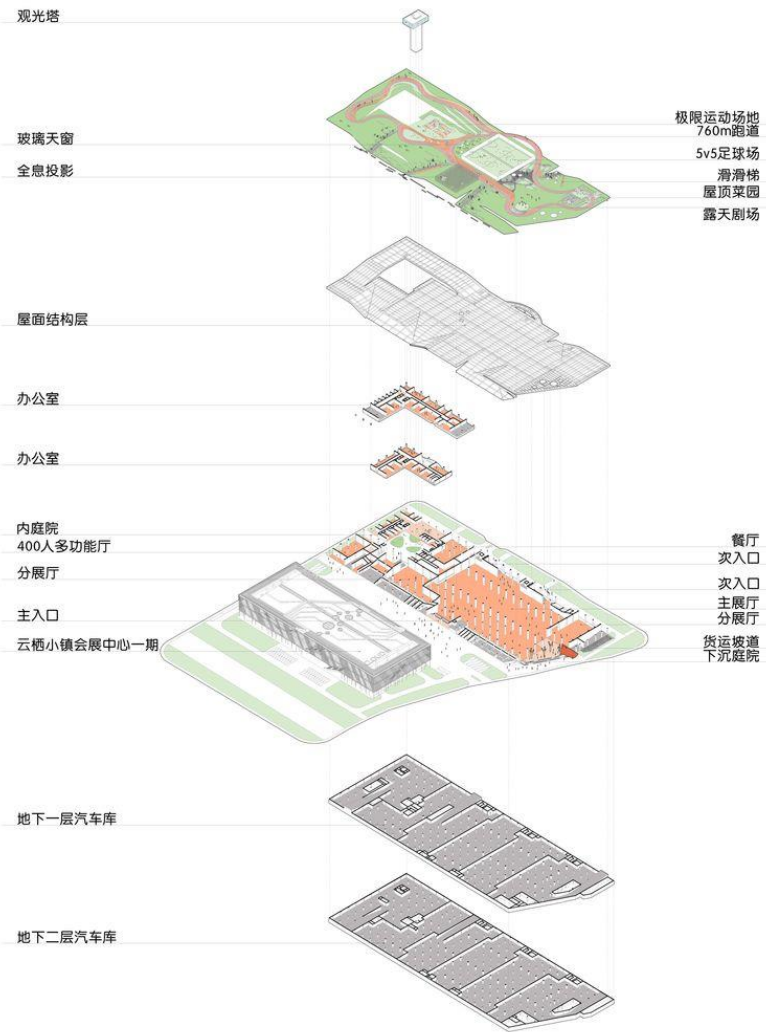


Fuente: <https://www.archdaily.cl>

El parque sobre el centro de convenciones en su segunda etapa incluye una cubierta verde en que se pueden practicar diferentes actividades físicas.

Uno de los puntos a destacar en este diseño es que los espacios utilizados para conferencias desaparecen sobre una alfombra verde que ayuda a que el centro de convenciones pase desapercibido y genere un espacio rico donde las personas se pueden desarrollar y ayudar a mejorar su calidad de vida.

Figura 11 Second Stage of Hangzhou Cloud Town Exhibition Center



Fuente: [https:// www.archdaily.cl](https://www.archdaily.cl)

1.6 Marco Normativo

A continuación, se detallarán las regulaciones aplicables para realizar el diseño del espacio deportivo con el objetivo que sean seguras, accesibles, de calidad, durables, que protejan el medio ambiente y planificadas.

Tabla 2 Normativa Aplicable al Proyecto

Normativa	Artículos	Resumen contenido.
Ley de Igualdad de Oportunidad para las Personas con Discapacidad (Ley 7600 reformada 8402)	Artículo 41 Artículo 44 Artículo 54 Artículo 55	Especificaciones técnicas reglamentarias. Ascensores y facilidades de acceso. Espacios accesibles. Actos discriminatorios.
Ley de Planificación Urbana (Ley 4240)	Artículo 2	Funciones que requiere la Planificación Urbana.
Reglamento de Construcción	Aplican todos los artículos.	Normas para la planificación, diseño y construcción de edificaciones y obras de infraestructura urbana. (“Sistema Costarricense de Información Jurídica”)
Código Sísmico de Costa Rica	Aplican todos los artículos.	Requisitos mínimos para el análisis, diseño y construcción sismorresistente de edificaciones y obras afines. (“PODER EJECUTIVO - MIVAH”)
Plan Director Urbano Municipalidad de San José	Aplican todos los artículos	Este Plan Director Urbano de la Municipalidad de San José, Costa Rica, es una guía para el desarrollo futuro de la ciudad, buscando promover un crecimiento ordenado, sostenible e inclusivo que mejore la calidad de vida de sus habitantes

Fuente: Construcción propia.

1.7 Riesgos del Proyecto

Para el proyecto de las instalaciones deportivas del Instituto Tecnológico de Costa Rica, se realizó un análisis desde distintos factores para abordar con sensibilidad y precaución.

Tabla 3 Riesgos Asociados al Proyecto

Familia	Riesgo	Mitigante
Ejecución, entrega y procesamiento	Logística y planificación durante la construcción del proyecto	Coordinar eficientemente la construcción para minimizar las interrupciones en las actividades académicas y extracurriculares de nuestros estudiantes.
Ejecución, entrega y procesamiento	Manejo de la entrega de materiales y el uso de equipo pesado como grúas en el lugar pueden generar alteraciones en el tráfico	Planificar el uso de este equipo durante la noche y la entrega de materiales de tamaño.
Ejecución, entrega y procesamiento	Construcción de instalaciones poco sostenibles	Utilizar materiales certificados, como madera, y estructuras de acero preensambladas en fábrica para reducir desperdicios y minimizar el uso de concreto, lo que ayuda a disminuir la huella de carbono.
Evento Externo	Aumento de lluvias o tormentas tropicales afectando el proceso de construcción	Mantener actualizada la logística y la planificación de la construcción para tomar las medidas pertinentes en caso de un evento diagnosticado por el Instituto Meteorológico Nacional.
Evento Externo	Exista un robo o fraude por individuos externos o internos	Diseñar el lugar con la seguridad necesaria (cámaras de vigilancia y oficial de seguridad).
Evento Externo	Aumento de los costos de materias primas para la construcción	Desarrollo una proyección financiera que incluya el costo de la vida.

Fuente: Construcción propia

Capítulo 2 – Marco Conceptual

Según la historia, el deporte inicia en China¹ y la antigua Grecia, en donde se realizaban distintas actividades. Y es en este último país, donde toma más auge la actividad deportiva y se crean los Juegos Olímpicos².

Desde esta perspectiva, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2022), define la actividad física se define como:

“...cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos, con el consiguiente consumo de energía. La actividad física hace referencia a todo movimiento, incluso durante el tiempo de ocio, para desplazarse a determinados lugares y desde ellos, o como parte del trabajo de una persona. (“Actividad física - World Health Organization (WHO)”) La actividad física, tanto moderada como intensa, mejora la salud” (OMS 2022).

El desarrollo de un proyecto deportivo en la capital de nuestro país, donde se encuentra acentuada la mayor cantidad poblacional, fomentaría el bienestar de la comunidad.

Según el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) en los Resultados de Estimación de Población y Vivienda 2022, la provincia de San José posee una población de 1.601.167 de un total 5.044.197, representando de esta forma un 31,74% de la población³.

¹ Mezcua López, A. J. (sin año). Introducción a la historia de los deportes en la China antigua [Introduction to the history of sports in the ancient China]. Universidad de Granada

² Fuente: Página web: [Ancient History Encyclopedia - Ancient Greek Olympics](<https://www.ancient.eu/Olympics/>).

³ <https://inec.cr/poblacion-total>

Tabla 4 Cantidad total de Población por Provincia en Costa Rica, 2022

Provincia	Cantidad de población
San José	1.601.167
Alajuela	1.035.464
Cartago	545.092
Puntarenas	500.166
Heredia	479.117
Limón	470.383
Guanacaste	412.808
Total	5.044.197

Fuente: INEC-Costa Rica. Estimación de Población y Vivienda 2022

Con esta cantidad de población, si se logra motivar a la comunidad para realizar actividad física, se podría lograr obtener mejores resultados a nivel de salud en la población.

Por lo cual se desea buscar no solo aportarle un lugar donde puedan realizar ejercicios, sino que se sientan motivados para continuar aprovechando las zonas.

En el caso del distrito del Carmen, San José cuenta con una población de 2759 habitantes. (Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). Año 2022⁴.

2.1 Biofilia

Existe un término “Biofilia” que se refiere a la necesidad del ser humano de entablar una conexión con la naturaleza esto para promover y garantizar salud y confort, por lo que el diseño biofílico ofrece un enfoque para crear edificios y espacios que respondan a nuestras necesidades humanas.

Como dice Dr. Gabriel Pérez, Universitat de Lleida. Toni Amich, Sempergreen Spain, en el artículo Los beneficios del contacto con la naturaleza en nuestro entorno laboral, “Fue popularizado por Edward O. Wilson en el año 1984 describió la relación innata entre humanos y naturaleza”, este concepto se basa en la necesidad del ser humano de entablar una conexión con la naturaleza a favor de regeneración tanto física, fisiológica y mental en las personas.

⁴ <https://inec.cr/tabulados>

Este desarrollo se da principalmente alrededor de espacios naturales, generando una estrecha relación del ser humano en forma de hogar, la hipótesis de la sabana argumenta que desde el origen de nuestra especie se ha relacionado a la vegetación como sinónimo de alimento, agua y lugar donde resguardarse⁵.

¿Por qué la naturaleza nos hace bien? Estudios recientes nos demuestran que el contacto con la naturaleza mejora sustancialmente nuestra salud y productividad en nuestros trabajos. El contacto con luz natural, vegetación o con cuadros o fotografías simbólicamente ayudan a la recuperación de enfermedades y cirugías. Los médicos no suelen recetar a sus pacientes que pasen tiempo en la naturaleza, pero quizás deberían de empezar a hacerlo⁶, el informe con título en inglés “Green and Blue Spaces and Mental health”, de la organización Mundial de la Salud nos indica que permanecer tiempo rodeados de naturaleza mejora el estado de ánimo, mentalidad y salud mental como una forma de contrarrestar el estrés cotidiano y generando una oportunidad de interacción social y favorecer la actividad física de las personas.

Un estudio publicado en el año 2022 en la revista *Occupational and Environmental Medicine*⁷ nos revela que las personas que tienen mayor contacto con la naturaleza ya sea visitando áreas verdes, parques, tienen un consumo significativamente menor de medicamentos tanto psicotrópicos, antihipertensivos y asma que otras personas que no lo hacen.

La incorporación de la Biofilia en el diseño arquitectónico puede manifestarse de diversas maneras:

⁵ . Kaplan, R. (1993). The role of nature in the context of the workplace. *Landscape and Urban Planning*, 26, 193-201. 3. Félonneau, M. L. (2004). Love and loathing of the city: Urbanophilia and urbanophobia, topological identity and perceived incivilities. *Journal of Environmental Psychology*, 24, 43–52

⁶ Colino Stacey, 10 julio 2023, ¿Por qué la naturaleza nos hace bien a la salud?, <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2023/07/por-que-naturaleza-beneficios-salud-explicacion-cientifica>

⁷ Turunen, A., Halonen, J., Korpela, K., Ojala, A., Pasanen, T., Siponen, T., Tyrvaïnen, L., Yli-Tuomi, T., Lanki, T., Asociaciones transversales de diferentes tipos de exposición a la naturaleza con medicamentos psicotrópicos, antihipertensivos y para el asma, <https://oem.bmj.com/content/80/2/111>

- Incorporación de elementos naturales: Esto puede incluir el uso de materiales naturales como madera, piedra y agua en el diseño de edificios, así como la integración de vegetación tanto en el interior como en el exterior de las estructuras.
- Maximización de la luz natural y al aire libre: Los diseños arquitectónicos que maximizan la entrada natural y dan vistas al aire libre pueden ayudar a crear un ambiente más conectado con la naturaleza, mejorando el bienestar de los ocupantes.
- Diseño de espacios verdes: La integración de espacios verdes, como jardines, patios internos y techos verdes, puede ayudar a mejorar la calidad del aire, proporcionar áreas de relajación y promover la biodiversidad en entornos urbanos.
- Diseño bioclimático: La orientación de los edificios para aprovechar al máximo la luz solar y las corrientes de aire naturales puede ayudar a reducir la dependencia de sistemas de climatización artificiales, lo que a su vez puede disminuir el consumo de energía y reducir el impacto ambiental de los edificios.
- Incorporación de formas orgánicas: El uso de formas inspiradas en la naturaleza, como curvas suaves y estructuras orgánicas, puede ayudar a crear espacios arquitectónicos más fluidos y agradables para los ocupantes.

En resumen, la Biofilia en la arquitectura busca crear espacios que fomenten una conexión más profunda con la naturaleza, lo que puede mejorar el bienestar humano y promover la sostenibilidad ambiental. Esta filosofía de diseño está ganando cada vez más importancia en la arquitectura contemporánea, ya que se reconoce su potencial para crear entornos más saludables y equilibrados para vivir, trabajar y jugar.

“... el disfrutar del paisaje emplea la mente sin fatigarla; aun así, la ejercita, la tranquiliza y la anima; y entonces, por la influencia de la mente sobre el cuerpo, da el efecto de descanso refrescante y revitalización de todo el sistema”, Frederick Law

Olmsted, 1865 Introduction to Yosemite and the Mariposa Grove: A Preliminary Report Introducción a Yosemite y la Arboleda Mariposa: Un reporte preliminar.⁸

2.2 Sensación Térmica

La tendencia de variaciones térmicas y corrientes de aire surge de investigaciones que evalúan los efectos de la ventilación natural, sus consecuentes variaciones térmicas y cómo estas influyen en el confort, bienestar y productividad de los trabajadores. Estas investigaciones también analizan la fisiología y percepción del placer temporal y espacial (aliestesia⁹), así como el impacto del movimiento natural en la concentración. En resumen, reflejan un creciente descontento con el enfoque convencional del diseño térmico, que busca minimizar las fluctuaciones de temperatura, humedad y corrientes de aire en espacios reducidos.

Estudios demuestran que las personas prefieren niveles moderados de variación sensorial en su entorno, incluyendo cambios en la luz, el sonido y la temperatura. Un entorno carente de estos estímulos sensoriales puede llevar al aburrimiento y la pasividad. Además, investigaciones tempranas sobre aliestesia indican que las sensaciones térmicas placenteras se perciben mejor cuando el cuerpo humano está inicialmente cálido o frío, no en un estado neutral. Esto coincide con hallazgos más recientes que muestran que un breve enfriamiento en una parte del cuerpo mientras se siente calor se percibe como más confortable, incluso si no afecta la temperatura central del cuerpo.

Según la Teoría de Restauración de la Atención¹⁰, los elementos de "fascinación suave", como las brisas ligeras u otros movimientos naturales, pueden mejorar la

⁸ Texto original: "... the enjoyment of scenery employs the mind without fatigue and yet exercises it, tranquilizes it and yet enlivens it; and thus, through the influence of the mind over the body, gives the effect of refreshing rest and reinvigoration to the whole system."

⁹ Variaciones de la sensación agradable o desagradable producida por un estímulo externo en función del estado interno (temperatura, peso, distintas constantes del medio interno, etc.) del sujeto que lo recibe. Ver parestesia, hipoestesia e hiperestesia. <https://www.fleni.org.ar/patologias-tratamientos/aliestesia/>

¹⁰ Visualización de paisajes naturales y atención selectiva en pacientes con EA y DCL / Visualización de paisajes naturales y atención selectiva en pacientes con EA y DCL, Alfonso Delgado, Maria Dolores Zamorrón; 13 mayo 2019,

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/21711976.2019.1602339#:~:text=La%20Teor%C3%ADa%20de%20la%20Restauraci%C3%B3n,un%20test%20de%20atenci%C3%B3n%20selectiva.>

concentración. Otras investigaciones sugieren que una variedad de condiciones térmicas en el aula puede resultar en un mejor desempeño de los estudiantes, y que los cambios en la velocidad de la ventilación pueden mejorar el confort sin afectar negativamente la función cognitiva, e incluso podrían mejorar la capacidad de acceso a la memoria a corto plazo.

El propósito del patrón de variaciones térmicas y de corrientes de aire es proporcionar un entorno que permita a los usuarios experimentar los elementos sensoriales de estas fluctuaciones. La idea es que los usuarios tengan control sobre las condiciones térmicas, ya sea mediante dispositivos o permitiendo que ajusten las condiciones ambientales dentro del espacio. A diferencia del diseño térmico convencional, que busca minimizar las variaciones, este enfoque busca ofrecer un control más amplio sobre la temperatura, humedad y corrientes de aire, en un rango que se considera confortable según los estándares ASHRAE.

Estas variaciones se caracterizan por cambios sutiles en la temperatura del aire, humedad relativa, corrientes de aire perceptibles en la piel y temperaturas superficiales que imitan entornos naturales. Cuando un espacio logra este nivel de confort, los modelos predictivos indican que aproximadamente el 80% de sus ocupantes se sentirán satisfechos en cualquier momento, lo que es ampliamente aceptado en la industria. Ofrecer opciones de materiales con conductividad variable, así como posibilidades de ajuste en la ubicación y exposición al sol, pueden mejorar la satisfacción general del espacio. El control sobre las condiciones térmicas ya sea a través de la arquitectura o dispositivos mecánicos, es fundamental, ya que el confort térmico es subjetivo y puede variar significativamente entre personas.

2.3 Confort Térmico en los usuarios.

El confort térmico es la sensación de bienestar que sentimos cuando la temperatura de nuestro entorno nos resulta agradable, ni muy caliente ni muy fría. Es cuando no estamos sudando por el calor ni temblando por el frío, sino que nos sentimos cómodos y tranquilos. Es importante porque afecta directamente cómo nos sentimos y funcionamos en nuestro día a día. Cuando estamos en un lugar con una temperatura adecuada. Mejora nuestra productividad, nos concentramos mejor y trabajamos de manera más eficiente. Aumenta

nuestro bienestar al hacernos sentir más relajados y menos estresados. Favorece la salud ayudándonos a evitar enfermedades como resfriados, golpes de calor o fatiga.

Mantener un entorno con una temperatura adecuada es crucial para la salud y seguridad, evitando problemas como la hipotermia o golpes de calor. Además, un ambiente térmico adecuado mejora la productividad en el trabajo y en la escuela, y aumenta el bienestar general en el hogar, permitiendo disfrutar de las actividades diarias y descansar bien. Para lograr esto, es importante considerar factores como la temperatura del aire, la humedad, el movimiento del aire y la ropa, y utilizar sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC).

2.3.1 Clo

Definición: El "Clo" es una unidad de medida que cuantifica el aislamiento térmico proporcionado por la ropa. Un Clo representa la cantidad de ropa necesaria para que una persona se sienta cómoda a una temperatura de 21°C (69.8°F) con una humedad relativa inferior al 50%, y moviéndose a una velocidad de 0.1 m/s.

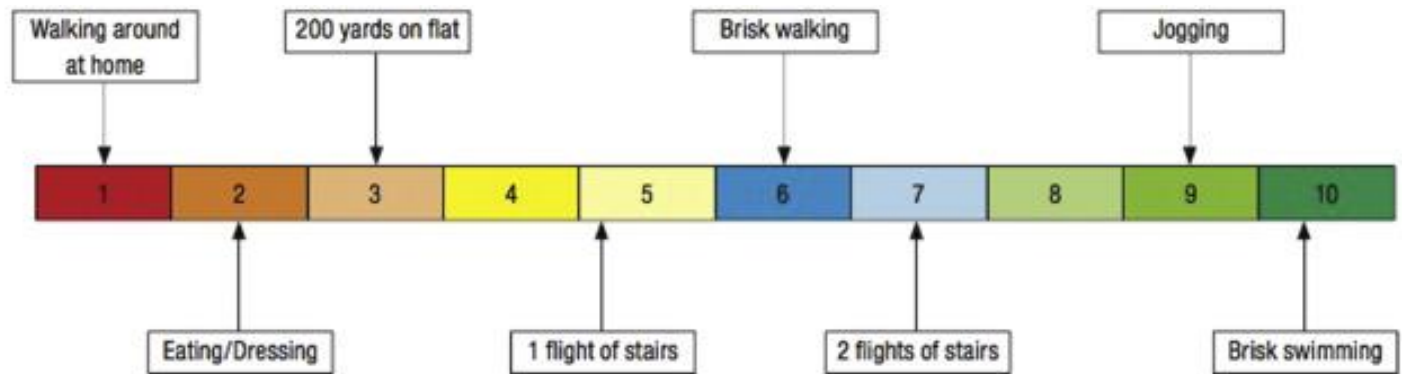
Uso: En el diseño de edificios y la gestión del confort térmico, el valor de Clo se usa para determinar cuánta ropa deben usar las personas para estar cómodas en diferentes condiciones térmicas. Este valor es crucial en la climatización de espacios interiores.

2.3.2 Met

Definición: El "Met" es una unidad de medida que representa la tasa metabólica de una persona, o la cantidad de energía generada mientras realiza una actividad. Un Met es aproximadamente igual a 58.2 W/m², que es la tasa metabólica de una persona sentada en reposo.

Uso: El valor de Met se utiliza para calcular el confort térmico, ya que diferentes actividades generan diferentes niveles de calor. Por ejemplo, alguien que realiza ejercicio intenso genera mucho más calor (y por lo tanto necesita una mayor disipación de calor) que alguien sentado y descansando.

Figura 12 Unidades Metabólicas



Estimated METS Score:

Referencia: <https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/metabolic-equivalent>

2.3.3 Aplicación en el Análisis de Usuarios

Objetivo: El análisis de los valores de Clo y Met se realiza para asegurar que los usuarios de un espacio se sientan cómodos térmicamente. Esto implica estudiar las actividades que los usuarios realizarán en el espacio (para determinar los valores de Met) y considerar el aislamiento térmico de su ropa (para determinar los valores de Clo).

Importancia: Estos análisis ayudan a diseñar sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) más efectivos y a crear entornos interiores que mantengan una temperatura y confort adecuados para los usuarios, reduciendo el estrés térmico y mejorando la satisfacción y productividad.

2.3.4 Análisis de Valores de Clo y Met para un Gimnasio

En un gimnasio, las actividades físicas varían ampliamente, lo que afecta los valores de Met y Clo necesarios para el confort térmico:

- Ejercicio de baja intensidad (p. ej., yoga, estiramientos) Met: 1.5 a 2 Met
- Ejercicio de intensidad moderada (p. ej., levantamiento de pesas, ciclismo ligero) Met: 3 a 6 Met
- Ejercicio de alta intensidad (p. ej., correr, clases de spinning) Met: 7 a 10 Met o más

- La ropa típica de gimnasio suele ser ligera y transpirable:
- Ropa de ejercicio ligera (p. ej., camiseta y pantalones cortos) Clo: 0.3 a 0.4 Clo
- Ropa de ejercicio moderada (p. ej., camiseta de manga larga y pantalones de ejercicio) Clo: 0.5 a 0.6 Clo
- Ropa de ejercicio más abrigada (p. ej., sudadera y pantalones largos) Clo: 0.7 a 0.8 Clo

2.3.5 Aplicación en el Diseño de un Gimnasio

Para diseñar un gimnasio que ofrezca un confort térmico adecuado, es importante considerar los siguientes aspectos:

- Control de la Temperatura: Ajustar la temperatura interior para compensar los altos valores de Met durante el ejercicio. Las temperaturas más bajas son preferibles para actividades de alta intensidad (18-20°C) y ligeramente más altas para actividades de baja intensidad (22-24°C).
- Ventilación y Flujo de Aire: Asegurar una buena ventilación para mantener la calidad del aire y ayudar a disipar el calor generado por los usuarios.
- Materiales y Diseño de Ropa: Fomentar el uso de ropa ligera y transpirable con valores de Clo bajos.
- Zonas de Actividad: Crear diferentes zonas de temperatura dentro del gimnasio.
- Monitoreo y Ajuste: Implementar sistemas de monitoreo para ajustar dinámicamente la temperatura y la ventilación según el número de usuarios y la intensidad de las actividades en tiempo real.

2.3.6 Análisis de Valores de Clo y Met para un Salón Multiuso

Los salones multiuso pueden usarse para diversas actividades, cada una con diferentes demandas térmicas:

- Conferencias y reuniones (actividad sedentaria) Met: 1.0 a 1.5 Met
- Actividades recreativas ligeras (p. ej., talleres de manualidades, juegos de mesa) Met: 1.5 a 2.5 Met
- Actividades físicas moderadas (p. ej., clases de baile, yoga) Met: 3 a 4 Met
- Eventos sociales con movimiento moderado (p. ej., recepciones, fiestas) Met: 1.5 a 2.5 Met
- La vestimenta también varía:
- Ropa de oficina o formal (p. ej., trajes, vestidos) Clo: 0.8 a 1.0 Clo
- Ropa casual (p. ej., pantalones, camisetas) Clo: 0.5 a 0.7 Clo
- Ropa deportiva ligera (p. ej., camisetas y pantalones cortos) Clo: 0.3 a 0.5 Clo

2.3.7 Aplicación en el Diseño de un Salón Multiuso

Para diseñar un salón multiuso que ofrezca un confort térmico adecuado, es importante considerar los siguientes aspectos:

- Control de la Temperatura: Ajustar la temperatura interior para compensar los valores de Met de las diferentes actividades.
- Ventilación y Flujo de Aire: Asegurar una buena ventilación para mantener la calidad del aire.
- Flexibilidad en el Control Ambiental: Implementar sistemas de control de clima ajustables.
- Diseño del Espacio: Crear diferentes zonas dentro del salón que pueden ser acondicionadas según la actividad.

2.3.8 Análisis de Valores de Clo y Met para un Salón de Yoga y Pilates

Las actividades en un salón de yoga y pilates pueden variar en intensidad:

- Yoga suave (p. ej., yoga restaurativo, meditación) Met: 1.0 a 1.5 Met
- Yoga moderado (p. ej., Hatha yoga, Vinyasa yoga suave) Met: 2 a 3 Met
- Yoga intenso (p. ej., Ashtanga, Power yoga) Met: 3 a 4 Met
- Pilates suave (p. ej., estiramientos y movimientos básicos) Met: 1.5 a 2.5 Met
- Pilates intenso (p. ej., ejercicios de fuerza y resistencia) Met: 3 a 4 Met

La ropa en estos espacios suele ser ligera:

- Ropa de yoga/pilates ligero (p. ej., camisetas sin mangas, pantalones cortos) Clo: 0.3 a 0.4 Clo
- Ropa de yoga/pilates moderada (p. ej., camisetas de manga corta, leggings) Clo: 0.4 a 0.5 Clo
- Ropa de yoga/pilates más abrigada (p. ej., camisetas de manga larga, pantalones largos) Clo: 0.5 a 0.6 Clo

2.3.9 Aplicación en el Diseño de un Salón de Yoga y Pilates

Para diseñar un salón de yoga y pilates que ofrezca un confort térmico adecuado, es importante considerar los siguientes aspectos:

- Control de la Temperatura: Ajustar la temperatura interior para compensar los valores de Met de las diferentes actividades.
- Ventilación y Flujo de Aire: Asegurar una buena ventilación.
- Flexibilidad en el Control Ambiental: Implementar sistemas de control de clima ajustables.
- Diseño del Espacio: Crear un ambiente tranquilo y relajante.

2.3.10 Análisis de Valores de Clo y Met para Oficinas

En un entorno de oficina, la mayoría de las actividades son sedentarias:

- Trabajo de escritorio (sentado, escribiendo, usando la computadora)
Met: 1.0 a 1.3 Met
- Reuniones (sentado, hablando)
Met: 1.0 a 1.2 Met
- Caminar dentro de la oficina (movimiento ligero)
Met: 1.5 a 2.0 Met

2.4 Materiales

La investigación científica sobre el impacto en la salud de los materiales naturales es aún limitada, pero los estudios disponibles comienzan a arrojar luz sobre las posibilidades que ofrece este patrón para tomar decisiones de diseño informadas. El patrón de conexión de los materiales con la naturaleza se basa en investigaciones científicas que exploran las respuestas fisiológicas a diferentes cantidades y el efecto de una paleta de colores naturales, especialmente los tonos verdes, en el rendimiento cognitivo. Por ejemplo, un estudio encontró que la proporción de madera en las paredes de un espacio interno puede provocar diferentes respuestas fisiológicas. En habitaciones con una cantidad moderada de madera (por ejemplo, un 45% de cobertura), se observaron descensos significativos en la presión sanguínea diastólica y aumentos importantes en el pulso, lo que sugiere una sensación subjetiva de mayor comodidad. Sin embargo, en espacios con mucha madera (por ejemplo, un 90% de cobertura), se identificó una disminución en la actividad cerebral, lo que podría ser beneficioso en entornos de spa o consultorios médicos, pero contraproducente en lugares que requieren un alto rendimiento cognitivo.

En otro conjunto de experimentos que evaluaron el efecto verde en las funciones psicológicas, la exposición al verde antes de realizar una tarea facilitaba el desempeño creativo, pero no influye en el análisis. Además, se sabe que los humanos pueden percibir más variaciones en los tonos de verde que en cualquier otro color. Sin embargo, aún queda por determinar en qué medida estas variaciones de color influyen en las respuestas fisiológicas y psicológicas de las personas.

2.5 Experimentando el Refugio

Un espacio que ofrece condiciones de refugio satisfactorias brinda una sensación de seguridad y una oportunidad para retirarse, ya sea para trabajar, descansar, recuperarse o protegerse, tanto para individuos como para grupos. Este tipo de espacio se siente distintivo y separado del entorno circundante, con características espaciales que pueden evocar contemplación, calidez y protección.

El concepto de refugio surge de investigaciones sobre preferencias visuales, respuestas al entorno habitado y la relación con las condiciones del panorama. Estas características son fundamentales para experiencias restauradoras y la reducción del estrés, que se puede observar mediante la disminución de la presión sanguínea y del ritmo cardíaco. Además, el refugio puede contribuir a reducir la irritabilidad, la fatiga y la sensación de vulnerabilidad percibida, al tiempo que mejora la concentración, la atención y la sensación de seguridad.

Los escritos de Jay Appleton y Grant Hildebrand son valiosas referencias para comprender tanto el panorama como el refugio en el entorno construido. Hildebrand señala que "el borde del bosque es una de las transiciones naturales más comunes entre Panorama y Refugio", ya que proporciona protección contra el clima y los depredadores, al tiempo que permite la vigilancia del entorno. Además, se ha observado que la respuesta de la salud al Refugio es más evidente que su respuesta al Panorama, y ambos patrones funcionan mejor cuando estas condiciones espaciales se combinan.

En los pequeños parques urbanos, el tamaño es menos relevante que la capacidad de sumergirse en espacios que brinden un sentido de cerramiento, lo que conduce a la restauración. En parques de mayor tamaño, los espacios preferidos suelen ser aquellos bajo árboles y vegetación que rodean áreas abiertas. Aunque aún no se han definido métricas para medir la frecuencia o la duración del acceso al refugio, se sugiere que encontrar un equilibrio entre el refugio y el panorama puede ser clave para maximizar los beneficios.

2.6 Estímulos Sensoriales No Rítmicos

Los estímulos sensoriales no rítmicos son aquellas señales o inputs que recibimos a través de nuestros sentidos, como la vista, el oído, el olfato, el tacto y el gusto, pero que no siguen un patrón regular o predecible en su aparición. Estos estímulos pueden provenir del entorno físico que nos rodea, como cambios en la iluminación, variaciones en el sonido ambiente, texturas irregulares, olores sutiles y sabores inesperados. La característica no rítmica de estos estímulos significa que no se repiten de manera constante en intervalos regulares, lo que los hace más impredecibles y, a menudo, más estimulantes para nuestros sentidos y nuestra mente. Los estímulos sensoriales no rítmicos pueden tener diversos efectos en nuestra percepción y experiencia, desde despertar nuestra curiosidad y creatividad hasta influir en nuestro estado de ánimo y bienestar general.

Los estudios sobre la respuesta humana a movimientos aleatorios de objetos en la naturaleza y a la exposición momentánea a sonidos y aromas naturales han demostrado respaldar la restauración psicológica. Por ejemplo, cuando estamos concentrados frente a una pantalla de computadora o realizando una tarea que requiere un enfoque visual intenso, los músculos oculares se contraen y el lente ocular se redondea¹¹. Mantener esta tensión durante períodos prolongados, aproximadamente veinte minutos por sesión, puede provocar fatiga ocular, dolores de cabeza e incomodidad física. Sin embargo, una breve distracción visual o auditiva, que nos haga desviar la mirada durante unos veinte segundos hacia algo en la distancia, a unos veinte pies de distancia, permite que los músculos se relajen y los lentes oculares se aplanen, según lo indicado por estudios realizados por Lewis (2012) y Vessel (2012).

Una estrategia que incorpore estímulos no rítmicos puede integrarse fácilmente en la planificación de paisajes y horticultura. Por ejemplo, elegir especies de plantas que atraigan abejas, mariposas y otros polinizadores para decorar puede ser una opción más práctica en algunos proyectos en comparación con mantener un apiario o un mariposario.

¹¹ Fuente: [National Institutes of Health (NIH) - Nature's Role in Mental Health: Evidence, Theory, and Practice](<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5818899/>)

Además, es importante tener en cuenta que las personas perciben el movimiento en su periferia más rápido que cuando está directamente frente a ellas. El cerebro también procesa el movimiento de los seres vivos de manera diferente al movimiento de objetos mecánicos. Desde esta perspectiva, el movimiento natural se percibe de manera positiva, mientras que el movimiento mecánico puede considerarse neutro o negativo. Por lo tanto, el movimiento rítmico repetitivo, como el de un péndulo, solo captará brevemente nuestra atención. El constante tic-tac de un reloj puede ignorarse con el tiempo, igual que un aroma constante puede perder su encanto si estamos expuestos a él durante mucho tiempo. En contraste, el movimiento aleatorio de una mariposa puede capturar nuestra atención y reportarnos beneficios fisiológicos cada vez que ocurre.

En la propuesta de diseño para el centro deportivo se plantea la utilización de elementos naturales como:

- Iluminación natural: Incorporando grandes ventanales, tragaluces o claraboyas para permitir la entrada de luz natural en las instalaciones deportivas. La luz natural no solo mejora la visibilidad, sino que también puede aumentar los niveles de energía y mejorar el estado de ánimo de los atletas.
- Vistas panorámicas: Ubicar las instalaciones deportivas en lugares que ofrezcan vistas panorámicas de entornos naturales, como parques, montañas o cuerpos de agua. Estas vistas pueden proporcionar inspiración y motivación a los atletas durante sus entrenamientos y competiciones.
- Uso de materiales naturales: Emplear materiales de construcción naturales, como madera, piedra y bambú, en el diseño de las instalaciones deportivas. Estos materiales no solo crean un ambiente estéticamente agradable, sino que también ayudan a conectar visualmente el espacio con la naturaleza circundante.
- Integración de vegetación: Incorporar vegetación en el diseño de las instalaciones deportivas, ya sea en forma de jardines interiores, muros o techos verdes. La presencia de plantas no solo mejora la calidad del aire interior, sino que también crea un ambiente más relajante y rejuvenecedor.

- Espacios al aire libre: Diseñar áreas al aire libre, como pistas de correr, canchas deportivas al aire libre o áreas de entrenamiento al aire libre, que permitan a los atletas realizar actividades físicas en contacto directo con la naturaleza.

Al incorporar estos elementos y principios de diseño biofílico en entornos deportivos, es posible crear espacios que no solo sean funcionales y estéticamente agradables, sino también que promuevan el bienestar integral de los atletas y usuarios.

2.7 Actividades Culturales en la Zona

En la zona se presenta una vez al año el festival Amón Cultural el cual es uno de los principales festivales que se desarrollan en la zona y que atrae a muchas personas durante los días en los cuales se desarrolla, este tipo de actividades se vuelve atractivo por ser un lugar histórico en el centro de San José, promocionado por el Tecnológico de Costa Rica, Municipalidad de San José, vecinos, emprendimientos turísticos y culturales.

Entre los principales objetivos se encuentran:

- Establecer la conexión entre la Institución (TEC) y la comunidad, liderando redes de trabajo desde su posición académica, así como a través de los programas de investigación y extensión de la VIE, la VIESA y la Escuela de Cultura y Deporte.
- Fomentar la colaboración entre todas las organizaciones locales y externas a los barrios, mediante actividades y proyectos conjuntos.
- Posicionar al TEC tanto en el barrio como en la comunidad metropolitana, a través de las actividades generadas por la Institución.
- Presentar las obras de los grupos artístico-culturales del TEC y promover la integración de los estudiantes con la comunidad.
- Promover los programas y servicios de la institución para el beneficio de la comunidad metropolitana.

- Educar al público a través de actividades centradas en la experiencia cultural.
- Aprovechar el contexto urbano, patrimonial y arquitectónico de los barrios, así como su valor histórico, para enriquecer la agenda cultural del Festival.

Figura 13 Imagen Feria Amón Cultural,2024



Imagen propia, tomada el día 13 marzo 2024

Figura 14 Imagen Feria Amón Cultural,2024



Tarima concierto Malpaís, imagen propia 2024

Figura 15 Imagen Feria Amón Cultural,2024



Actividad costada este Tecnológico de Costa Rica, imagen propia 2024

2.8 Contexto Social Barrio Amón

2.8.1 Aspectos Demográficos

Barrio Amón, ubicado en San José, Costa Rica, es conocido por su rica historia y su arquitectura colonial. En términos demográficos, Amón es un barrio diverso y dinámico, con una mezcla de residentes locales y extranjeros. Algunos aspectos demográficos que podrían caracterizar este barrio incluyen:

- Diversidad étnica y cultural: Amón es hogar de una variedad de personas de diferentes orígenes étnicos y culturales. Puedes encontrar costarricenses de diversas regiones del país, así como residentes extranjeros que han elegido establecerse en este encantador barrio.
- Edad de la población: La población en Amón puede ser diversa en términos de edades. Puedes encontrar desde jóvenes profesionales y estudiantes universitarios hasta familias establecidas y personas mayores que han vivido en el barrio durante décadas.
- Nivel socioeconómico: El Barrio Amón puede albergar una mezcla de niveles socioeconómicos. Algunos residentes pueden ser propietarios de hermosas casas

coloniales restauradas, mientras que otros pueden vivir en apartamentos más modestos.

- Actividades económicas: Amón es conocido por sus cafeterías, restaurantes, galerías de arte y pequeñas tiendas. Muchos de los residentes pueden estar involucrados en negocios locales, turismo, arte y cultura.
- Tendencias de población en cambio: Como muchos barrios urbanos, Amón puede experimentar cambios en su demografía debido a factores como el desarrollo urbano, el turismo y las tendencias inmobiliarias. Esto podría incluir gentrificación en ciertas áreas y cambios en la composición socioeconómica de la población.

Estos aspectos demográficos pueden dar una idea general de la diversidad y dinamismo del Barrio Amón en San José, Costa Rica.

Actualmente el distrito del Carmen tiene una población de 2759 habitantes dividido en 1280 hombre y 1479 mujeres¹².

2.8.2 Aspectos Económicos y Productivos

Barrio Amón en San José, Costa Rica, tiene una serie de aspectos económicos y productivos que contribuyen a su dinamismo y desarrollo.

Algunos de estos aspectos incluyen:

- Turismo: El Barrio Amón es conocido por su arquitectura histórica y su encanto ecléctico. Como resultado, el turismo es una parte importante de la economía del barrio. Los visitantes acuden a Amón para explorar y admirar sus casas de estilo victoriano y colonial, y disfrutar de sus cafeterías, galerías de arte y tiendas boutique.
- Arte y cultura: Amón alberga una vibrante escena artística y cultural. Muchos artistas, artesanos y diseñadores tienen estudios y galerías en el barrio, lo que contribuye a su identidad creativa. Además, se celebran eventos culturales y festivales en el barrio, lo que atrae a visitantes locales e internacionales.

¹² <https://inec.cr/tabulados>

- Pequeños negocios locales: El Barrio Amón cuenta con una variedad de pequeños negocios locales, que van desde cafeterías y restaurantes hasta tiendas de artesanías y boutiques. Estos negocios contribuyen a la economía local y añaden vitalidad a la comunidad.
- Iniciativas de revitalización urbana: En los últimos años, ha habido iniciativas para revitalizar el centro de San José, incluido el Barrio Amón. Esto ha llevado a la restauración de edificios históricos, la mejora de la infraestructura urbana y la promoción del turismo y la inversión en la zona.
- Residencias y alojamientos: Además de ser un destino turístico, el Barrio Amón también es un lugar donde residen personas. Hay una mezcla de viviendas en el barrio, desde casas coloniales restauradas hasta apartamentos más modernos. Algunas de estas residencias también pueden funcionar como alojamientos para turistas a través de plataformas como Airbnb.

En Barrio Amón tiene una economía diversa y dinámica que se basa en el turismo, el arte y la cultura, los pequeños negocios locales y las iniciativas de revitalización urbana. Estos aspectos contribuyen al carácter único y atractivo del barrio.

2.8.3 Aspectos Desarrollo Social

El desarrollo social en el Barrio Amón en San José, Costa Rica, se ve influenciado por una serie de factores que contribuyen a la calidad de vida y al bienestar de sus residentes. Aquí hay algunos aspectos importantes del desarrollo social en el barrio:

- Cohesión comunitaria: El Barrio Amón tiene una comunidad vibrante y diversa. La cohesión comunitaria se promueve a través de actividades locales, eventos culturales, grupos de vecinos y asociaciones comunitarias. Esta cohesión fomenta el sentido de pertenencia y colaboración entre los residentes.
- Acceso a servicios básicos: El desarrollo social se ve favorecido por el acceso a servicios básicos como agua potable, electricidad, alcantarillado, recolección de

basura y transporte público. Estos servicios son fundamentales para el bienestar y la calidad de vida de los residentes del barrio.

- Educación: El acceso a la educación es crucial para el desarrollo social. El Barrio Amón puede contar con escuelas públicas y privadas, así como con centros de educación preescolar. Además, la accesibilidad a instituciones educativas de calidad contribuye al desarrollo de las habilidades y oportunidades de los residentes, especialmente de los niños y jóvenes.
- Salud: El acceso a servicios de salud es fundamental para el desarrollo social. En el Barrio Amón, puede haber centros de salud públicos y privados, así como consultorios médicos y farmacias. Además, la promoción de estilos de vida saludables y la prevención de enfermedades son aspectos importantes del desarrollo social en la comunidad.
- Cultura y recreación: El desarrollo social también se ve impulsado por la disponibilidad de actividades culturales y recreativas en el Barrio. Amón puede ofrecer espacios públicos como parques, plazas y áreas verdes, así como eventos culturales, festivales, galerías de arte, teatros y actividades deportivas que promuevan la participación y el disfrute de los residentes.

Capítulo 3 – Marco Metodológico

En este capítulo se detalla cómo se llevó a cabo el proyecto, el cual tiene como principal objetivo el diseño de las instalaciones deportivas para el centro Académico del TEC en San José, por lo que se indica las fuentes y técnicas de investigación que se utilizaron en el proyecto.

3.1 Tipo de Investigación

Este proyecto se enfoca en desarrollar una propuesta arquitectónica, por lo que se pretende utilizar una investigación mixta para obtener los resultados deseados según los objetivos establecidos.

La utilización de un enfoque cualitativo pretende analizar los datos objetivamente y buscar las mejores herramientas y técnicas para desarrollar el diseño. En cuanto al enfoque cuantitativo se pretende averiguar mediante una encuesta las necesidades y requerimientos para solventar la problemática.

3.2 Fuentes de información

Este proyecto se hará con fuentes de información primaria y secundaria para obtener los datos necesarios para plantear una solución arquitectónica viable para el proyecto mencionado.

3.2.1 Primaria

- Encuesta

La información se obtiene mediante una encuesta de diez preguntas cerradas, que abarcan puntos específicos contemplados para la propuesta arquitectónica, en este caso se realiza la encuesta a los estudiantes del Instituto Tecnológico de la sede San José, la beneficiada con este proyecto.

- Observaciones directas

En este caso se realizan tres visitas al sitio propuesto para el proyecto, en una de ellas se visita la zona para ver el desarrollo de la actividad Amón Cultural la cual se lleva a cabo una vez al año y en la que participan tanto la comunidad y el Instituto Tecnológico

como una forma de fomentar la cultura, historia y riqueza patrimonial de los Barrios Otoya y Amón.

Las visitas posteriores se realizan para tomar fotografías y medidas del lote propuesto para el proyecto como una base para poder desarrollar el proyecto.

3.2.2 Secundarias

Revisión bibliográfica mediante la cual, se registran diversos tipos de publicaciones tanto libros, artículos, información de páginas web los cuales hacen referencia a temas utilizados para el desarrollo del proyecto.

Revisión documental tanto de sitios oficiales y no oficiales para el análisis de normativas vigentes, análisis de posibles riesgos y soluciones en el desarrollo del proyecto.

Búsqueda de información sobre biofilia.

3.2.3 Población y Muestra

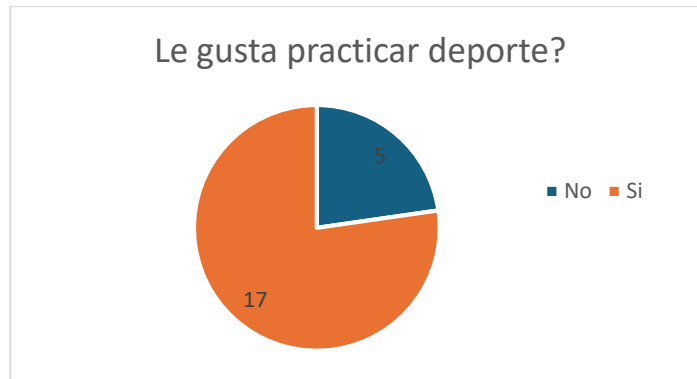
La población investigada por el proyecto es la comunidad estudiantil del Instituto Tecnológico de Costa Rica en Barrio Amón, por lo que la encuesta se aplicó a ella.

3.2.4 Encuesta

Para lograr entender la necesidad de la población se implementó una encuesta analítica en línea(digital) conformada por 10 preguntas cerradas (anexo 1). Por lo que a continuación, se analizaran los resultados que se obtuvieron en la aplicación de la encuesta.

- La primera pregunta de la encuesta está enfocada en obtener las edades de los participantes de esta, mediante 4 rangos diferentes.
- La siguiente pregunta es conocer la población que le gustaría practicar un deporte, donde el 85 % de los encuestados respondió afirmativamente como se observa en el gráfico adjunto.

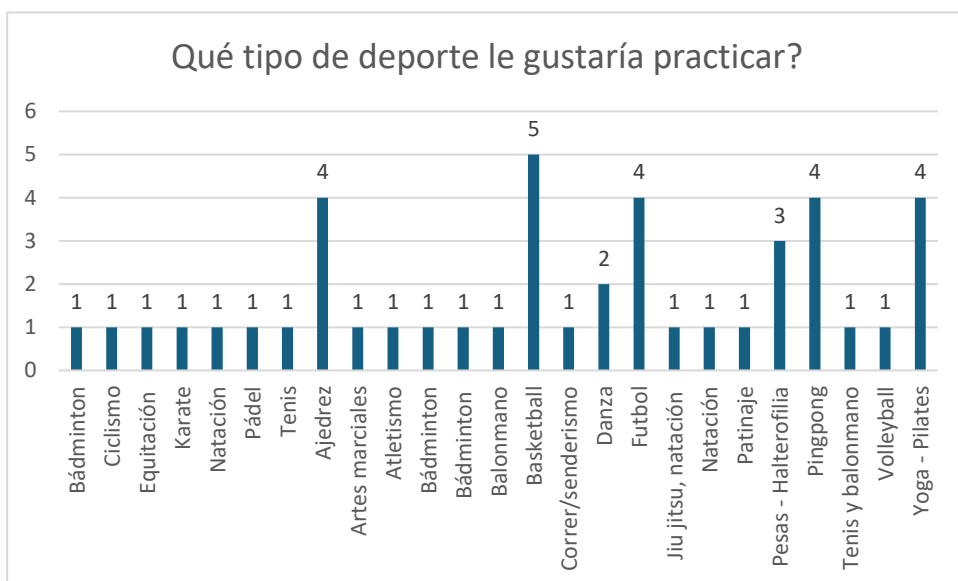
Gráfico 1 Le gusta Practicar Deporte?



De las 17 personas que contestaron positivamente la pregunta anterior, detallaron las actividades deportivas que les gustaría practicar en dichas áreas, donde las más destacadas están:

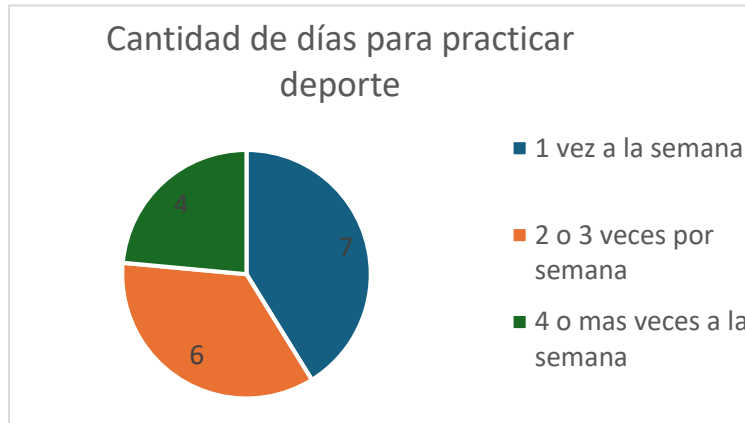
- Basketball
- Ajedrez
- Fútbol
- Pingpong
- Yoga - Pilates

Gráfico 2 Que Deporte le gustaría Practicar?



La mayoría de la población practica deporte solo 1 vez a la semana.

Gráfico 3 Cantidad de Días que Practica Deporte



Dentro de los beneficios que desea obtener la población se encuentra la diversión y la relajación.

Gráfico 4 Beneficios que Esperan Obtener



Existen 4 preguntas donde los 22 encuestados confirmaron positivamente para la creación de un centro deportivo amigable con el ambiente que tuviese WiFi y zonas verdes.

Para última pregunta, el 59% de los encuestados contestaron que les gustaría tener áreas de estudio y descanso en a la zona.

3.3 Cronograma de Actividades

Se detalla las actividades realizadas semanalmente en la siguiente tabla.

Tabla 5 Cronograma de Actividades

	SEMANAS														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Definir alcance del proyecto	1	2													
Estudio de necesidades del proyecto.			3	4											
Análisis de sitio					5	6									
Propuesta de diseño							7	8	9	10	11	12			
Documento Escrito										10	11	12	13	14	15

Fuente: Construcción propia

En la tabla anterior se realiza la propuesta de la administración de tareas las cuales se deben cumplir para lograr avanzar con la propuesta para las instalaciones deportivas del TEC en su sede en San José, esta se divide en cinco puntos importantes que van desde los alcances hasta la propuesta y el tiempo de trabajo para poder completar el trabajo escrito.

3.4 Recursos Necesarios

Para poder llevar a cabo la propuesta de diseño se necesitan tener recursos tanto tecnológicos, bibliográficos entre otros los cuales se enumeran a continuación:

- Medios tecnológicos para la elaboración de una maqueta virtual.
- Software para el análisis solar y de ventilación.
- Trabajo de campo para la realización del análisis de sitio.
- Fotografías de la zona.
- Información correspondiente a leyes y reglamentos.
- Buscar insumo de desarrollos arquitectónicos.

Capítulo 4 – Propuesta Arquitectónica

4.1 Valoraciones para el Diseño

Estas valoraciones surgen del análisis de la zona, actividades culturales y condiciones climáticas, algunos puntos importantes a desarrollarse en la propuesta arquitectónica son:

1. Garantizar una gestión adecuada de la recolección de aguas, aprovechando la topografía regular del terreno, que presenta un desnivel del sureste al noroeste del terreno que cae unos 7m de altura.
2. Desarrollar una propuesta que maximice las vistas del entorno y promueva la conexión entre espacios interiores y exteriores aprovechando la mancha verde que se extiende por la cuenca del río Torres.
3. Incorporar el ciclo de vida de los materiales en el proceso de construcción es fundamental para promover prácticas más sostenibles y reducir el impacto ambiental de los proyectos. Evaluar el impacto ambiental de cada material en todas las etapas de su ciclo de vida, desde la extracción de materias primas hasta la disposición final, y seleccionar los materiales que tengan el menor impacto global.
4. Economía circular usando lo posible de materiales prefabricados en madera laminada para evitar desperdicios, piezas de acero a la medida que se ensamblarán en sitio y pernadas para retirarlas.
5. Garantizar el uso de materiales que presenten Environmental Product Declaration (EDP).
6. Dotar a las instalaciones con la infraestructura necesaria y los servicios correspondientes para facilitar el desarrollo de diversas actividades.
7. Fomentar la multifuncionalidad de los espacios, permitiendo la realización de actividades deportivas, recreativas y culturales para toda la comunidad.
8. Integrar la vegetación local como parte integral del paisaje urbano, contribuyendo así a la sostenibilidad y el bienestar ambiental.
9. Crear espacios públicos accesibles y funcionales que enriquezcan la vida social y cultural de Barrio Amón.

10. Se busca que el proyecto se pueda integrar a los esfuerzos de recuperación de la trama verde en conjunto con el comité local del Corredor Biológico Interurbano del Rio Torres.

4.2 Cubierta Verde

Una cubierta verde, también conocida como techo verde, es una solución arquitectónica sostenible que implica la instalación de vegetación en la parte superior de los edificios. Esta práctica, cada vez más popular, busca reintroducir la naturaleza en entornos urbanos densamente poblados.

El uso de esta estrategia beneficia a las ciudades ayudando a disminuir el efecto de la isla de calor, producto del uso de materiales como el concreto en grandes áreas, y también contribuyen a disminuir el caudal en los sistemas de drenaje pluvial al ralentizar el desfogue hacia este y considerando que absorben parte del agua de lluvia para las plantas.

4.2.1 Historia

La historia de las cubiertas verdes, también conocidas como cubiertas vivas, se remonta a civilizaciones antiguas que reconocieron los beneficios de integrar la vegetación en las estructuras construidas por el hombre. A lo largo del tiempo, esta práctica ha evolucionado y adaptado a diferentes culturas y necesidades. Aquí tienes un resumen de su historia humanizada:

En la antigüedad, las primeras evidencias de cubiertas verdes se remontan a las antiguas civilizaciones de Mesopotamia, donde se utilizaban techos de juncos y otros materiales naturales para proteger las estructuras del calor y la humedad. Posteriormente, en la antigua Roma, los techos verdes se empleaban en algunas villas para proporcionar aislamiento térmico y crear jardines elevados.

Durante la Edad Media, las cubiertas verdes eran comunes en Europa, especialmente en las casas de campo y los monasterios. Los techos de paja y turba se utilizaban para mantener el calor en invierno y para el cultivo de hierbas medicinales y vegetales.

En el siglo XIX, con la Revolución Industrial y el crecimiento de las ciudades, la práctica de las cubiertas verdes disminuyó debido al predominio de materiales de

construcción más baratos y duraderos, como el metal y el asfalto. Sin embargo, algunas ciudades europeas, como Stuttgart en Alemania, siguieron utilizando techos verdes como parte de la planificación urbana para mejorar la calidad del aire y reducir la contaminación.

En el siglo XX, con el aumento de la conciencia ambiental y el reconocimiento de los impactos negativos de la urbanización en el medio ambiente y la salud humana, resurgió el interés por las cubiertas verdes. En la década de 1960, se desarrollaron sistemas modernos de cubiertas verdes en Alemania, que luego se popularizaron en otros países europeos y en América del Norte.

En el siglo XXI, en esta etapa de transición y concientización, las cubiertas verdes han experimentado un renacimiento en todo el mundo, impulsado por la creciente preocupación por el cambio climático, la urbanización y la pérdida de espacios verdes. Las ciudades están adoptando políticas y regulaciones que fomentan la instalación de cubiertas verdes en nuevos edificios y la rehabilitación de los existentes. Además de sus beneficios ambientales, las cubiertas verdes se reconocen cada vez más por su capacidad para mejorar la calidad de vida urbana, promover la biodiversidad y crear espacios públicos y comunitarios.

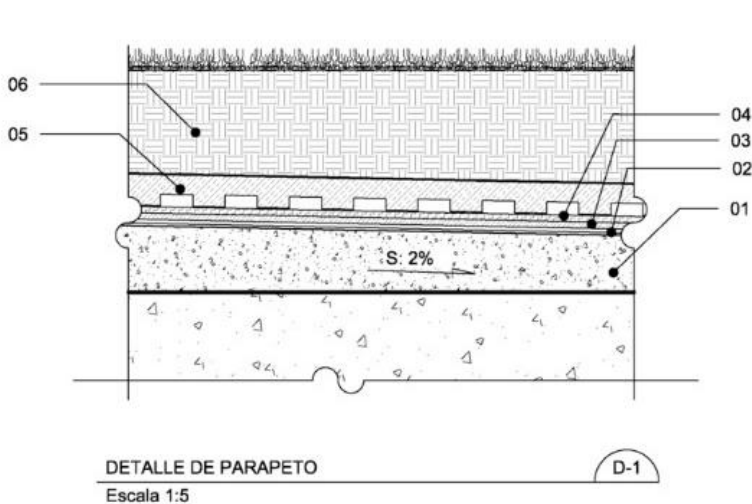
4.2.2 Subdivisión de Cubiertas Verdes

- Cubiertas intensivas son las cuales tienen una mayor cantidad de capas y en las que se pueden sembrar diferentes tipos de plantas, arbustos e incluso arboles de cierto tamaño, estas tienen una capa más gruesa de tierra, estas se emplean en edificios diseñados para soportar mayores cargas-
- Las cubiertas extensivas son menos peso que las intensivas, tienden a tener un diseño paisajístico pensado en el uso de plantas autóctonas y hierbas, por lo que la capa de tierra es mucho más delgada.

4.2.3 Componentes de la Cubierta Verde

- Capa de impermeabilización: Esta capa es fundamental para prevenir filtraciones de agua hacia el edificio. Se utiliza una membrana impermeable de alta calidad que garantiza la estanqueidad del techo y protege la estructura subyacente.
- Capa de drenaje: Para gestionar el exceso de agua de lluvia y evitar la saturación del sustrato, se instala una capa de drenaje. Esta capa puede consistir en paneles prefabricados con canales de drenaje que permiten el flujo controlado del agua hacia los desagües.
- Sustrato: El sustrato es el medio de cultivo donde las plantas enraízan y crecen. Seleccionar un sustrato adecuado es crucial para proporcionar los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas y para garantizar un buen drenaje y retención de agua.
- Manta de retención de humedad: Esta capa opcional se coloca sobre el sustrato para ayudar a retener la humedad y reducir la evaporación, lo que favorece el crecimiento saludable de las plantas durante períodos secos.
- Vegetación: La capa más visible y estéticamente atractiva de la cubierta verde es la vegetación misma. Se seleccionan cuidadosamente plantas resistentes a las condiciones locales y al entorno del techo. Las opciones pueden incluir hierbas, arbustos, plantas suculentas e incluso árboles de bajo crecimiento, dependiendo de la profundidad del sustrato y las condiciones climáticas.
- Ver imagen sobre los tipos de capas necesarias para este:

Figura 16 Tipos de Capas



- 1.- Mortero con pendiente de 2%, con acabado semipulido y humedad máxima del 4%
- 2.- Emulsión bituminosa base agua de baja densidad, 1.02 +/- 0.02 kg/L, en suspensión coloidal, libre de cargas y de aplicación en frío. Emulsika Primer o similar
- 3.- Membrana impermeable prefabricada de asfalto modificado APP (Polipropileno Atáctico) con un refuerzo central de fibra de poliéster no tejido de 180 gr/m², acabado superior liso arenado, de 3mm de espesor y un peso de 39 kg/rollo. Sika Manto APP 3.0 SP o similar
- 4.- Membrana impermeable prefabricada de asfalto modificado APP (Polipropileno Atáctico) de alto desempeño y aditivo antirraíz, con un refuerzo central de fibra de poliéster no tejido de 180 gr/m², acabado superior de gravilla, de 4mm de espesor y un peso de 49 kg/rollo Sika Manto PRO Garden o similar
- 5.- Drenaje de espuma de polietileno de célula cerrada reticulada con un filtro superior de paño grueso laminado de fibra de poliéster de 145 g/m² y una permeabilidad del agua de 0.017m/s una resistencia a la punción estática de 1700 N Drainage Layer- 25 o similar
- 6.- Sustrato

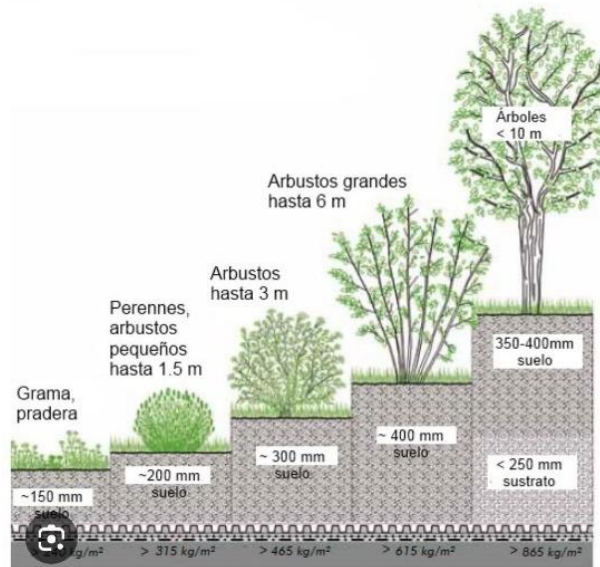
Fuente <https://www.archdaily.cl/cl/909268/cuales-son-las-capas-de-un-techo-verde-y-como-impermeabilizarlo-utilizando-membranas-liquidas/5c37a40208a5e5a822000192-cuales-son-las-capas-de-un-techo-verde-y-como-impermeabilizarlo-utilizando-membranas-liquidas-techo-verde-detalle-parapeto>

Características:

- Vegetación variada: Las cubiertas verdes pueden albergar una amplia gama de plantas, desde hierbas hasta árboles, dependiendo de la profundidad del sustrato y las condiciones ambientales.
- Sistema de drenaje: Estas cubiertas están diseñadas con sistemas de drenaje que permiten la retención y el drenaje controlado del agua de lluvia, lo que ayuda a reducir la escorrentía y la carga en los sistemas de alcantarillado.
- Aislamiento térmico: La capa de vegetación actúa como un aislante térmico natural, ayudando a mantener la temperatura del edificio más estable y reduciendo la necesidad de calefacción en invierno y de aire acondicionado en verano.

- Hábitat para la fauna: Las cubiertas verdes proporcionan un hábitat para una variedad de insectos, aves y pequeños mamíferos, contribuyendo así a la biodiversidad urbana.
- Reducción del efecto isla de calor: Al absorber y retener menos calor que las superficies convencionales, como el asfalto y el concreto, las cubiertas verdes ayudan a mitigar el efecto isla de calor en las ciudades.

Figura 17 Espesor de Capa de Sustrato según Tipo Planta



Fuente: <https://bosquesurbanospanama.wordpress.com/los-arboles-y-sus-raices-las-principales-victimas/green-roof-intensivo/>

4.2.4 Diseño de sistema de drenaje y recolección de aguas de lluvia.

El diseño de sistemas de drenaje y recolección de aguas de lluvia es fundamental para la gestión sostenible del agua en entornos urbanos y rurales. Estos sistemas no solo ayudan a prevenir inundaciones y erosión del suelo, sino que también ofrecen una fuente alternativa de agua para diversos usos, reduciendo la demanda sobre los recursos hídricos convencionales.

A continuación, se realiza una propuesta de diseño en forma esquemática para el sistema de drenaje para el sistema pluvial del proyecto. Este sistema pretende utilizar el agua de lluvia como una alternativa al uso de agua potable en sistemas en los cuales no es necesario el uso de agua potable para cumplir con su función como en el uso de sanitarios e incluso en los sistemas de riego dentro y en la cubierta.

Figura 18 Detalle de Pendientes y Bajantes para la Cubierta Verde.

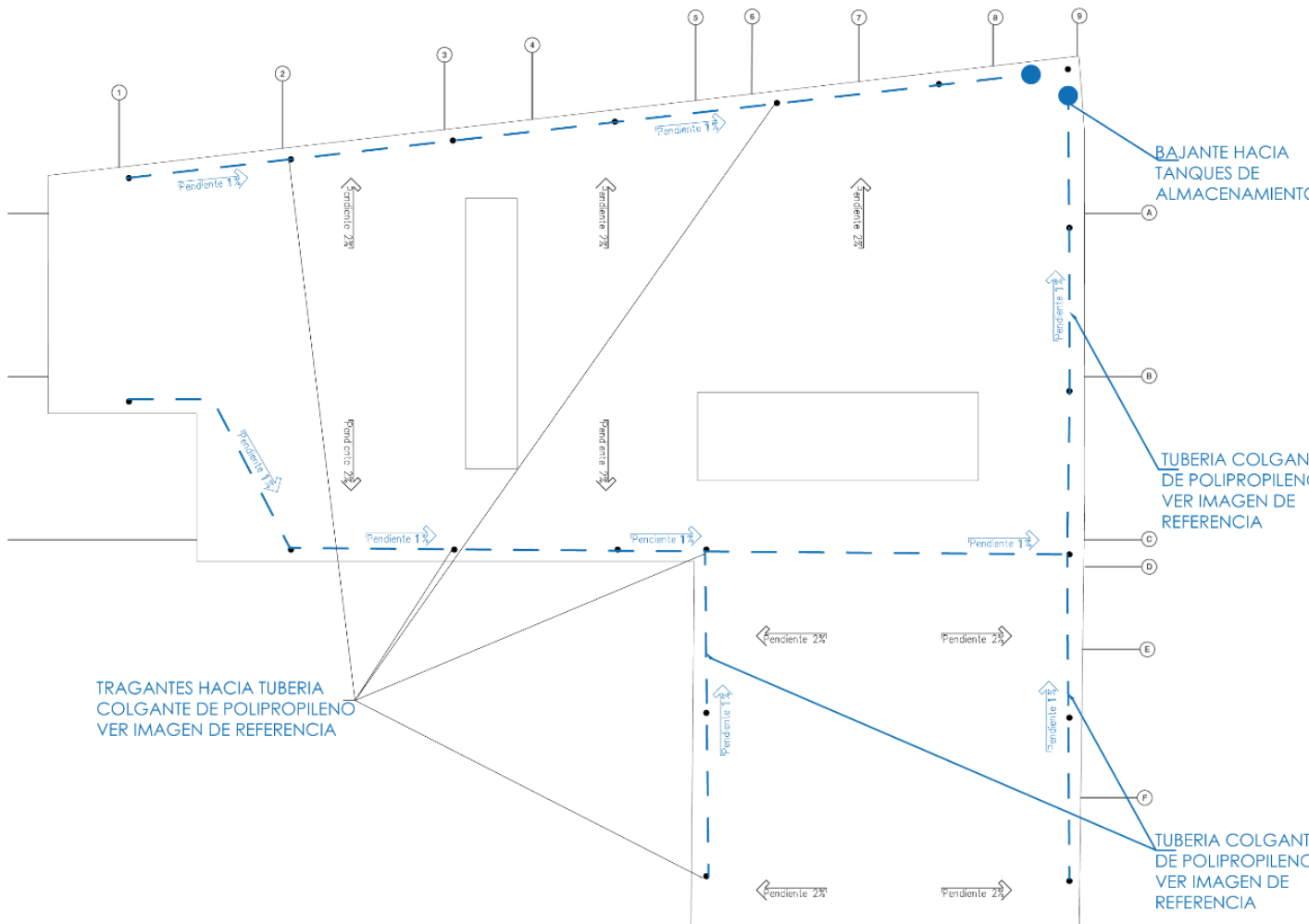


Imagen Creación Propia.

En esta imagen se ejemplifica como sería el sistema de tuberías para la recolección del agua de lluvia la cual será almacena en tanques subterráneos en el primer nivel. El diseño de la cubierta comprende un desnivel de un 2% hacia los tragantes que serán ubicados en los bordes de la losa, la tubería será un sistema colgante el cual estará anclado con

abrazaderas a la cubierta, se adjunta una imagen de referencia de cómo se plantea utilizar este sistema para el proyecto.

Figura 19 Ejemplo Tuberías Colgantes



Imagen referencia: <https://molecor.com/es/edificacion/>

El sistema se plantea similar a la imagen anterior, utilizando tubos de PPL o similar en caso de que no existan alternativas en el país para este tipo de tubería se analizarán otras que puedan ser recicladas.

Los tanques de almacenamiento se plantean colocar en la esquina noreste del proyecto ya que quedan ocultos y aprovechando que este espacio se destinara para un jardín interno y también como espacios de descanso y esparcimiento haciendo relación a uno de los principios del proyecto como lo es la biofilia. Uno de los aspectos por el cual se pensó en utilizar el sistema colgante es que no limita el espacio para otros usos, es fácil el mantenimiento de este al estar expuesto y además no es necesario que los tanques de almacenamiento se encuentren muy profundo.

Figura 20 Ubicación Propuesta Tanques de Almacenamiento Agua

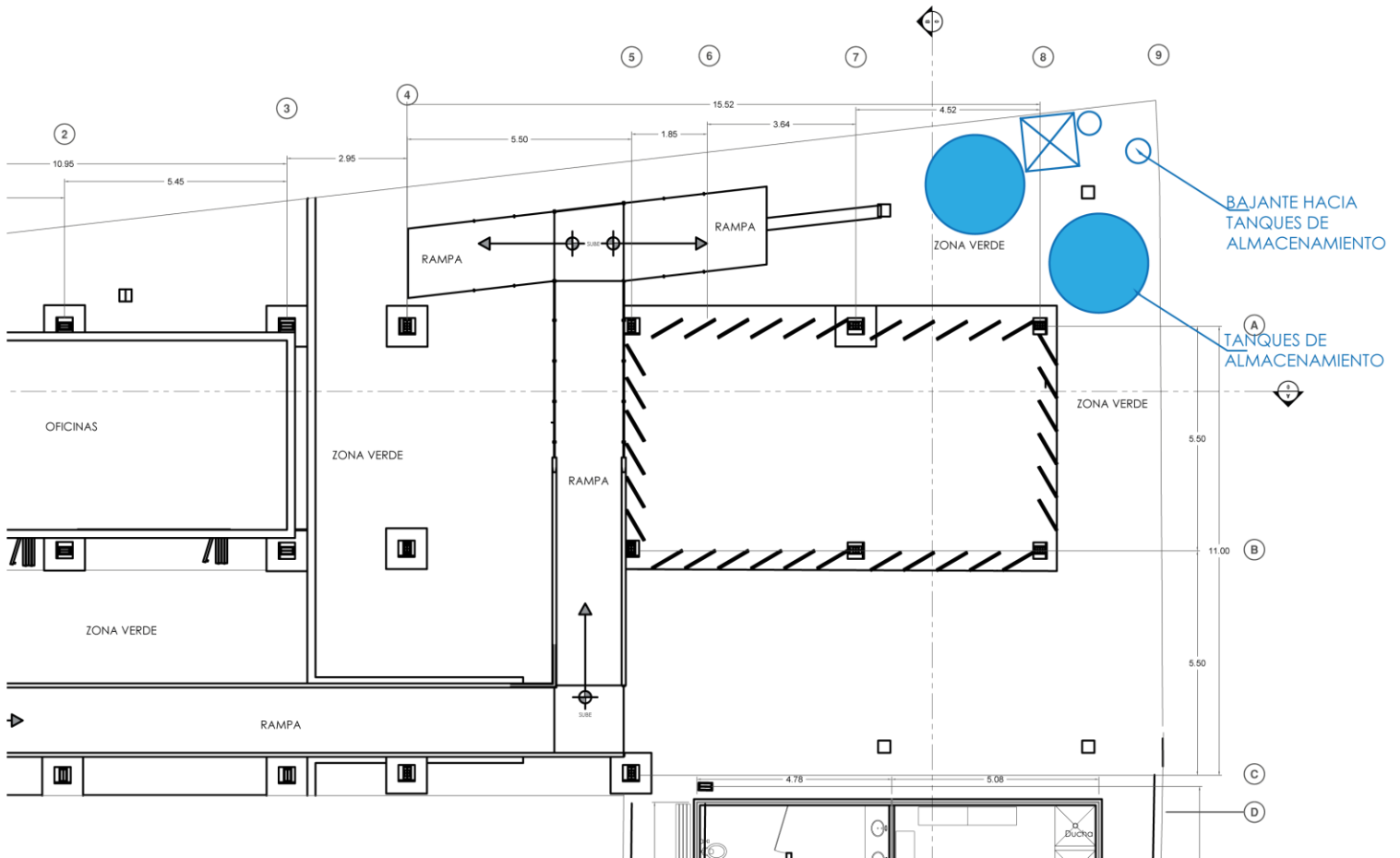
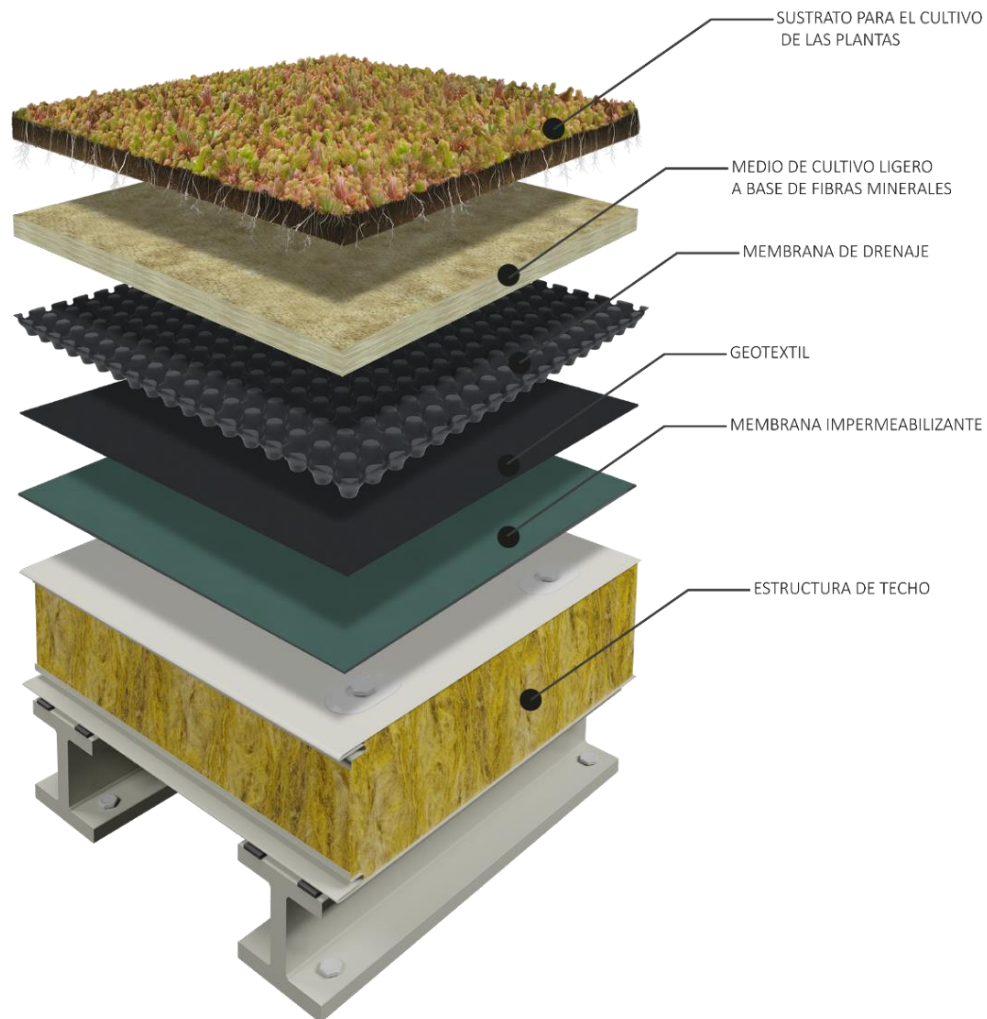


Imagen Creación Propia

Figura 21 Detalle de las Capas para a Cubierta Verde Propuesta para el Proyecto.



Referencia: Urbanscape® Green Roof System // Con detalles propios.

Ventajas:

- Beneficios para la salud: Estudios han demostrado que la presencia de vegetación en entornos urbanos mejora la salud mental y física de las personas, reduciendo el estrés y aumentando la calidad del aire.
- Estética: Las cubiertas verdes añaden un atractivo estético a los edificios y sus entornos, creando espacios verdes y agradables para la vista.

- Ahorro de energía: Gracias a su capacidad para regular la temperatura, las cubiertas verdes pueden reducir significativamente el consumo de energía del edificio, lo que se traduce en ahorros económicos a largo plazo.
- Retención de agua: Al capturar y retener el agua de lluvia, las cubiertas verdes ayudan a reducir la escorrentía, previniendo así inundaciones y protegiendo la calidad del agua.
- Longevidad: Las cubiertas verdes pueden prolongar la vida útil del techo al protegerlo de los elementos, como la radiación ultravioleta y los cambios de temperatura.

Desventajas:

- Costo inicial: La instalación de una cubierta verde puede ser costosa debido a los materiales y la mano de obra especializada requerida. Sin embargo, los beneficios a largo plazo suelen superar este costo inicial.
- Mantenimiento: Las cubiertas verdes requieren un mantenimiento regular, que incluye riego, poda y control de malezas, lo que puede ser una carga adicional para los propietarios.
- Peso: El peso adicional de una cubierta verde puede requerir modificaciones estructurales en el edificio para garantizar su seguridad y estabilidad.
- Selección de plantas: La selección incorrecta de plantas puede llevar a problemas de salud y mantenimiento, como la aparición de plagas o la competencia por los recursos.
- Limitaciones climáticas: En regiones con climas extremos, como sequías prolongadas o fuertes heladas, las cubiertas verdes pueden requerir sistemas de riego adicionales o plantas resistentes para sobrevivir.

Tipos de cubiertas verdes y sus pesos.

Cubierta Verde Extensiva:

Características: Este tipo de cubierta es liviana y requiere menos mantenimiento. Suele tener una capa de sustrato de 5 a 15 cm de espesor y utiliza plantas resistentes y de bajo crecimiento como sedums y hierbas.

Peso: El peso típico de una cubierta verde extensiva es de aproximadamente 60 a 150 kg/m² cuando está saturada de agua.

Cubierta Verde Intensiva:

Características: Las cubiertas intensivas son más similares a jardines tradicionales y pueden soportar una variedad más amplia de plantas, incluyendo arbustos y pequeños árboles. La capa de sustrato es más gruesa, generalmente de 20 a 100 cm o más.

Peso: El peso de una cubierta verde intensiva puede variar entre 180 a 500 kg/m², y puede llegar a ser incluso más pesado dependiendo del diseño y de las plantas seleccionadas.

Cubierta Verde Semi-Intensiva:

Características: Estas cubiertas combinan elementos de las cubiertas extensivas e intensivas. Tienen una capa de sustrato de 12 a 25 cm y permiten una mayor diversidad de plantas que las cubiertas extensivas, pero menos que las intensivas.

Peso: El peso de una cubierta verde semi-intensiva puede estar en el rango de 120 a 200 kg/m².

Requisitos Operativos del Sistema

De acuerdo con Castañeda y otros (2011), los requisitos mínimos para la operatividad efectiva de una cubierta verde incluyen:

- Estanqueidad: Prevenir la penetración de agua en la estructura de soporte y evitar filtraciones y daños por humedad.
- Drenaje: Facilitar el flujo adecuado de agua de lluvia o de riego hacia los sistemas de evacuación como bajantes y sumideros.
- Retención de Agua: Capturar y almacenar suficiente agua para asegurar la supervivencia de la vegetación.

- Consistencia: Mantener la estabilidad formal y dimensional del sistema.
- Nutrición: Proveer los nutrientes necesarios para mantener la vegetación saludable.
- Filtración: Permitir el paso de agua a través del sistema mientras se restringe el paso de partículas finas.

Sistema de Recolección y Aprovechamiento de Aguas Lluvias

El sistema de recolección y aprovechamiento de aguas lluvias incluye los siguientes elementos, según Reyes y Rubio (2014):

- Captación: La superficie del techo recolecta el agua de lluvia.
- Transporte: El agua recolectada se conduce al tanque de almacenamiento.
- Almacenamiento: Se destina una estructura para almacenar el agua de lluvia.
- Filtro o Pretratamiento: Evita que materiales indeseables contaminen el agua almacenada.
- Sistema de Control: Regula la distribución del agua almacenada hacia su destino final.

Plan de Mantenimiento de Cubiertas Verdes

El mantenimiento debe ser realizado por personal profesional y utilizando materiales de alta calidad, lo cual puede incrementar los costos en comparación con una cubierta tradicional. Sin embargo, los beneficios, como la prolongación de la vida útil de la cubierta hasta por 60 años y el ahorro en el consumo de agua mediante sistemas de recolección de aguas lluvias, compensan estos costos.

Actividades de Mantenimiento:

- Revisión del estado de las plantas.
- Deshierbe y poda regular.
- Fertilización y control de plagas según sea necesario.

- Resiembra en caso de plantas que no prosperen.
- Verificación del sistema de riego y ajustes en el caso de riego manual diario.
- Evaluación de la estabilidad de la estructura.
- Cumplimiento de la normativa de trabajo seguro en alturas.

Selección de Proveedores

Para el mantenimiento preventivo y correctivo de las cubiertas verdes, se deben seleccionar empresas que cumplan con ciertos requisitos, como estar legalmente constituidas, cumplir con la legislación ambiental vigente, y utilizar insumos y materiales de alta calidad. Estas empresas deben estar registradas en un Eco directorio empresarial, lo que facilita su búsqueda y contratación.

4.2.5 Plan de Mantenimiento Estructural para una Cubierta Verde

Inspección General de la Cubierta

- Frecuencia:

Semestralmente y después de eventos climáticos extremos.

- Tareas:

Revisar la integridad de la membrana impermeable para detectar posibles daños o burbujas. Inspeccionar las capas de drenaje y protección para asegurarse de que no haya obstrucciones o daños.

Mantenimiento del Sistema de Drenaje

- Frecuencia:

Trimestralmente.

- Tareas:

Limpiar los canales de drenaje, sumideros y bajantes para evitar acumulaciones de sedimentos, hojas o escombros.

Comprobar el flujo de agua para asegurar que no hay obstrucciones.

Verificación del Sustrato y Capas de Protección

- Frecuencia:

Anualmente.

- Tareas:

Revisar el sustrato para asegurarse de que no esté compactado excesivamente y que mantenga su capacidad de retención de agua y aireación.

Inspeccionar las capas de protección para detectar desgastes o daños y realizar reparaciones si es necesario.

Evaluación de la Estructura de Soporte

- Frecuencia:

Anualmente y tras eventos climáticos severos.

- Tareas:

Inspeccionar la estructura subyacente (vigas, columnas, etc.) para detectar signos de deformación, fisuras o corrosión.

Consultar con un ingeniero estructural para asegurar que la estructura puede seguir soportando el peso adicional de la cubierta verde.

Reparaciones y Mantenimiento Correctivo de la Estructura de Soporte

- Frecuencia:

Según sea necesario.

- Tareas:

Reparar cualquier daño en la membrana impermeable, el sistema de drenaje o la estructura subyacente inmediatamente para evitar problemas mayores.

Realizar actualizaciones en el sistema de riego, drenaje o protección según las recomendaciones de los profesionales.

Revisión del Sistema de Retención de Agua y Nutrición

- Frecuencia:

Semestralmente.

– Tareas:

Verificar que las mantas de retención de agua y nutrientes estén funcionando correctamente.

Asegurarse de que el sistema de riego automático esté operativo y ajustado para proporcionar el riego adecuado.

Documentación y Registro

– Frecuencia:

Continuamente.

– Tareas:

Mantener un registro detallado de todas las inspecciones, mantenimientos y reparaciones realizadas.

Documentar cualquier problema detectado y las acciones tomadas para solucionarlo.

Capacitación del Personal de Mantenimiento

– Frecuencia:

Anualmente.

– Tareas:

Proporcionar capacitación actualizada al personal de mantenimiento sobre las mejores prácticas y nuevas tecnologías relacionadas con las cubiertas verdes.

Recomendaciones Adicionales

– Plan de Emergencias:

Establecer un plan de acción para emergencias relacionadas con filtraciones o daños estructurales significativos.

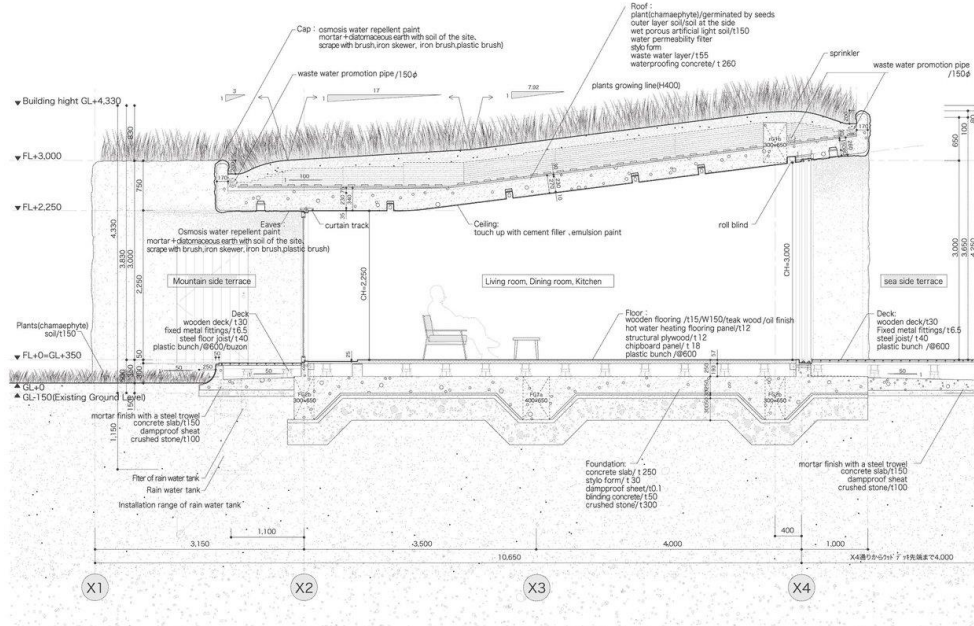
– Materiales de Alta Calidad:

Asegurarse de utilizar materiales y componentes de alta calidad para todas las reparaciones y actualizaciones.

– Asesoría Profesional:

Mantener una relación continua con ingenieros estructurales y arquitectos especializados en cubiertas verdes para obtener asesoramiento experto.

Figura 22 Detalle Constructivo Cubierta



Casa C, Hiroshi Nakamura and NAP, año 2008, Japón, https://www.archdaily.cl/cl/02-175507/en-detalle-cortes-constructivos-de-techos-verdes/003b-2?next_project=no#

Figura 23 Ejemplo Cubierta Verde



Villa Bio, Enric Ruiz Geli, año 2005, Barcelona España, <https://www.archdaily.cl/cl/02-36678/villa-bio-enric-ruiz-geli>

4.3 Diseño de Jardín (Cubierta de Techo)

Figura 24 Cubierta Techo

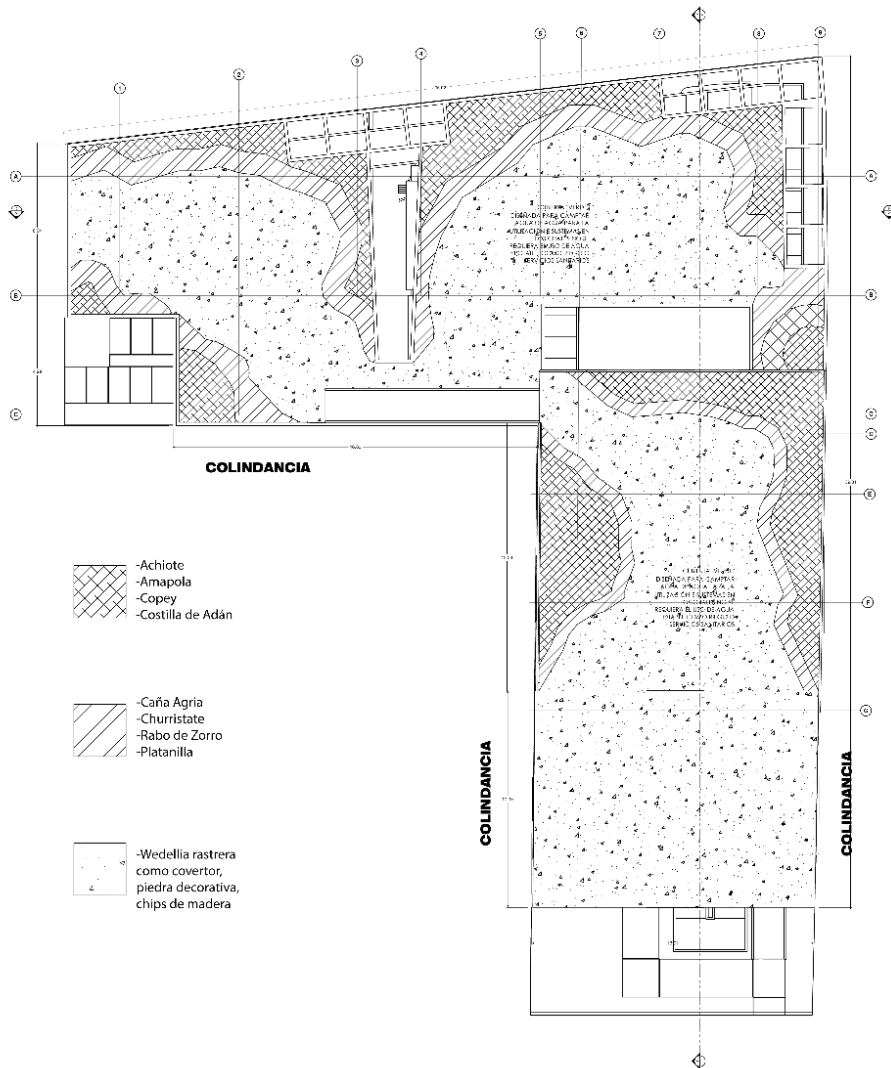


Imagen Creación Propia

El diseño de la cubierta verde se plantea por zonas, en las cuales se plantarán diferentes plantas para generar un espacio llamativo enfocado tanto en la comunidad universitaria, así como los habitantes de la zona, pueda sacar provecho de este espacio como un jardín pensado para el esparcimiento y como un parque local a pequeña escala.

Según se muestra en la imagen adjunta el jardín se dividirá en sectores:

- El primer sector se plantarán achioté, amapola, copey y costilla de adán.
- Segundo sector se utilizará caña agría, churristate, rabo de zorro, platanilla.

Los espacios en los cuales se indica que se utilizara zacate azul también se pueden alternar con espacios en los cuales se utilicen chips de madera o piedra la cual facilitara el drenaje de agua hacia los sistemas de almacenamiento.

4.4 Características del Bosque Húmedo Premontano

El bosque húmedo premontano en Costa Rica se sitúa en una zona de vida específica según la clasificación de Holdridge. Esta zona se caracteriza por una combinación de factores climáticos y biológicos que definen un ecosistema único.

4.4.1 Zona de Vida:

Clasificación de Holdridge: La zona de vida del bosque húmedo premontano se ubica en el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge, que se basa en la precipitación anual, la temperatura y la altitud.

Altitud: Este tipo de bosque se encuentra entre los 500 y 1500 metros sobre el nivel del mar, proporcionando un gradiente altitudinal que influye en la composición de especies y las condiciones climáticas.

4.4.2 Clima:

Las temperaturas en esta zona varían entre los 18°C y 24°C, proporcionando un clima moderado que favorece la diversidad biológica. La precipitación anual oscila entre 2000 y 4000 mm. La lluvia está distribuida a lo largo del año, aunque hay una estación seca corta de uno a tres meses. La alta humedad relativa es constante, lo que favorece el crecimiento de epífitas y otras plantas adaptadas a ambientes húmedos.

4.4.3 Vegetación:

Árboles:

- El bosque húmedo premontano es notable por su densa y diversa vegetación, que incluye una mezcla de árboles, epífitas, lianas y sotobosque.
- Cedro (*Cedrela odorata*): Árbol grande y valioso por su madera, alcanza hasta 30 metros de altura. Es común en estos bosques y juega un papel importante en la estructura del dosel.

- Roble (*Quercus* spp.): Árbol robusto que forma parte esencial del dosel, proporcionando alimento y refugio para muchas especies.
- Aguacatillo (*Persea americana*): Este árbol nativo es importante tanto ecológicamente como por su fruto, que es consumido por diversas especies de fauna.
- Cola de Pavo (*Sloanea* spp.): Árbol que ofrece frutos y flores que son recursos alimenticios para animales del bosque.

Epífitas:

- Las epífitas, como las orquídeas y bromelias, prosperan en las ramas y troncos de los árboles. Estas plantas no parasitan a los árboles, sino que utilizan su estructura para obtener acceso a la luz solar y a la humedad del ambiente.
- Helechos Epífitos: Comunes en este tipo de bosque, los helechos epífitos contribuyen significativamente a la biodiversidad del dosel.

Palmas:

- Palma Real (*Arecaceae*): Emblemáticas y abundantes en las áreas más húmedas del bosque. Sus frutos son esenciales para la dieta de muchas especies animales.
- Pejibaye (*Bactris gasipaes*): Conocido tanto por su valor alimenticio para humanos como para animales, el pejobaye es una palma importante en estos ecosistemas.

4.4.4 Lianas y Trepadoras:

Estas plantas se enredan y trepan por los troncos de los árboles, formando una red vegetal densa que conecta el dosel con el sotobosque y ofrece hábitat a numerosas especies.

4.4.5 Sotobosque:

El sotobosque está compuesto por helechos, musgos, arbustos y pequeñas plantas que prosperan en la sombra densa del dosel forestal. Estas plantas son vitales para la conservación del suelo y la retención de humedad.

4.4.6 Fauna:

El bosque húmedo premontano alberga una rica diversidad de fauna que depende de este entorno específico para sobrevivir.

Mamíferos:

- Jaguar (*Panthera onca*): Un depredador tope en estos bosques, aunque rara vez visto, juega un papel crucial en el equilibrio ecológico.
- Mono aullador (*Alouatta palliata*): Común en estos bosques, sus llamadas son una característica distintiva del entorno.
- Tapir (*Tapirus bairdii*): El tapir, una especie en peligro, encuentra en estos bosques un hábitat crucial para su supervivencia.

Aves:

- Quetzal (*Pharomachrus mocinno*): Conocido por su plumaje vibrante, el quetzal es una especie emblemática de estos bosques.
- Tucán (*Ramphastos sulfuratus*): Comúnmente visto y oído en el dosel del bosque.
- Pájaro campana (*Procnias tricarunculatus*): Famoso por su distintivo canto que resuena a través del bosque.

Reptiles y Anfibios:

- Serpiente lora (*Bothriechis schlegelii*): Un habitante común del dosel y sotobosque, conocida por su camuflaje y veneno.
- Rana arbórea de ojos rojos (*Agalychnis callidryas*): Icono de la biodiversidad tropical, esta rana es común en estos ecosistemas.

4.4.7 Impacto Humano:

El impacto humano en los bosques húmedos premontanos ha sido significativo, afectando tanto la biodiversidad como la integridad del ecosistema.

- Deforestación: La tala para agricultura y ganadería ha reducido significativamente la extensión de estos bosques, fragmentando hábitats y amenazando la biodiversidad.
- Agricultura: Cultivos como el café y la caña de azúcar se han expandido en estas zonas, alterando el paisaje y el equilibrio ecológico.
- Agroforestería: Algunas iniciativas de agroforestería buscan combinar agricultura con la conservación del bosque, promoviendo prácticas sostenibles.

Conservación:

- Áreas protegidas: Existen varias áreas protegidas y reservas en Costa Rica que buscan preservar los remanentes de bosque húmedo premontano. Estas áreas son cruciales para la conservación de especies endémicas y el mantenimiento de servicios ecosistémicos.

Ecoturismo:

El ecoturismo ha emergido como una alternativa sostenible, proporcionando ingresos económicos y promoviendo la conservación. Actividades como la observación de aves y tours de naturaleza son populares en estas zonas.

4.5 Guía de Plantas

A continuación, se detallarán las plantas sugeridas para el diseño del proyecto.

Nombre científico:

Bixa Orellana



Otros nombres:

Achiote, Urucú,
Annatto

El achiote es un árbol o arbusto de hoja perenne que puede alcanzar alturas de hasta 6 metros. Tiene hojas elípticas y flores pequeñas de color rosa pálido que se agrupan en racimos terminales. La parte más distintiva de la planta es su fruto, una cápsula espinosa de color rojo intenso que contiene numerosas semillas envueltas en un tinte rojo-anaranjado

Es una planta resistente que puede tolerar condiciones de sequía moderada

Nombre científico:

Malvaviscus arboreus



Otros nombres:

Amapola, Malvavisco,
Manita, Chichilichi

Es un arbusto perenne que puede crecer hasta alcanzar una altura de 2 a 3 metros. Tiene hojas verdes, elípticas y ligeramente dentadas en los bordes. Produce flores llamativas y vistosas que pueden ser de color rojo, rosa o blanco, dependiendo de la variedad

En época seca requiere de riego, suelos drenados y ligeramente ácidos.

Resistente a clima seco, se puede sembrar al sol o semisombra.

Nombre científico:

Clusia rosea



Otros nombres:
Copey

Árbol pequeño de hoja perenne que puede crecer hasta 10 metros de altura, en ocasiones hemiepífito. Tiene hojas gruesas, coriáceas y brillantes que son oblongas a elípticas, de color verde oscuro en la parte superior y más pálidas en la parte inferior. Las hojas jóvenes son de color rojo bronceado. Produce flores blancas o rosadas que son pequeñas y fragantes, los frutos son verdes, dehiscentes (se abren solos), y adquieren forma de estrella cuando están maduros, mostrando sus semillas.

Prefiere climas cálidos y húmedos, con temperaturas que no desciendan por debajo de los 10 °C Se adapta a una variedad de suelos

Nombre científico:

Duranta erecta



Otros nombres:
Grano de Oro

Es un arbusto perenne de rápido crecimiento que puede alcanzar hasta 6 metros de altura en condiciones ideales. Tiene hojas opuestas, simples, de color verde claro a medio, ovales a lanceoladas, con bordes ligeramente dentados. Produce pequeñas flores tubulares de color púrpura, azul o blanco, que se agrupan en racimos terminales. Los frutos son pequeñas bayas redondas de color amarillo o dorado que a menudo persisten en la planta después de la floración.

Se adapta a climas cálidos y soleados.

Nombre científico:
Caesalpinia pulcherrima



Otros nombres:
Hoja de Sen

Arbusto perenne o pequeño, puede alcanzar hasta 3 metros de altura. Las flores son el principal atractivo de la planta, con pétalos rojos, naranjas o amarillos que forman racimos terminales de aspecto vistoso. Las flores atraen a polinizadores como mariposas y abejas. Los frutos son vainas alargadas que contienen semillas. Variedad de suelos. Se adapta a climas húmedos, muy húmedos, cálidos, soleados y puede tolerar sombra parcial.

Prefiere climas cálidos y húmedos, con temperaturas que no descendan por debajo de los 10 °C Se adapta a una variedad de suelos.

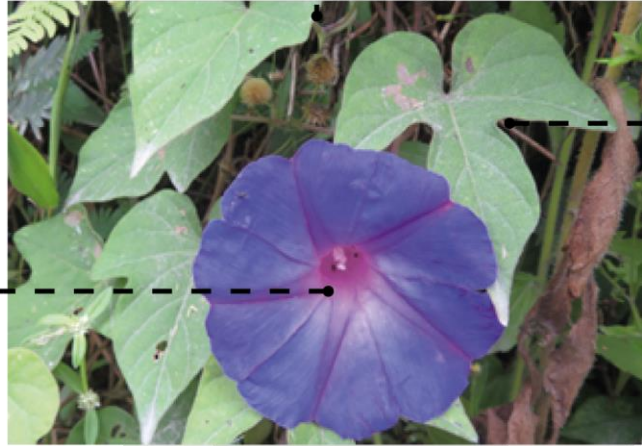
Nombre científico:
Costus Pulverulentus



Otros nombres:
Caña Agria

Planta puede alcanzar alturas de hasta 2 metros. Se reconocen porque sus hojas van creciendo en espiral hacia arriba, a lo largo del tallo. En la parte superior se forma algo parecido a un cono rojo, una estructura duradera por donde saldrán las flores amarillas, campanuladas. Los frutos son como cápsulas con semillas negras brillantes. Suelos ricos en materia orgánica y bien drenados. Se adapta a diferentes niveles de luz desde pleno sol hasta sombra parcial y así como a climas secos o moderadamente húmedos.

Nombre científico:
Ipomoea purpurea



Otros nombres:
Churristate

Es una planta trepadora anual que puede alcanzar hasta 3 metros de longitud. Tiene hojas en forma de corazón, lobuladas, de color verde oscuro. Produce flores grandes y vistosas en forma de trompeta, moradas, azules, rosadas o blancas, con un centro blanco o amarillo. Las flores abren por la mañana y se cierran en la tarde. (“Neomarica gracilis- Arboretum | Universidad Francisco Marroquín”) Los frutos son cápsulas redondeadas que contienen semillas.

Se adapta a variedad de suelos, siempre que estén bien drenados (“Chile pimiento- Vida GT”) Prefiere climas cálidos y soleados, aunque puede tolerar algo de sombra parcial.

Nombre científico:
Stachytarpheta cayennensis



Otros nombres:
Rabo de Zorro

Planta arbustiva puede crecer hasta alcanzar una altura de 1 a 2 metros. Sus hojas son opuestas, lanceoladas u ovadas, de color verde oscuro. Produce espigas, con flores tubulares de color azul, morado o violeta intenso, florece durante gran parte del año.

Prefiere suelos bien drenados y ricos en materia orgánica. Tolera tanto la sequía como la humedad, pero prefiere un ambiente moderadamente húmedo, se adapta a diferentes niveles de luz.

Nombre científico:
Heliconia latispatha



Otros nombres:
Platanilla

Planta que puede alcanzar alturas de hasta 2 metros, dependiendo de las condiciones de crecimiento. Sus hojas son similares a las plantas de banano o plátano, con flores muy particulares que crecen en unas hojas modificadas, brácteas, rojas, naranjas o amarillas.

Prefiere suelos ricos en materia orgánica y bien drenados.

Acta para climas cálidos y húmedos. Necesita luz solar también puede tolerar algo de sombra parcial.

Prefiere climas cálidos y húmedos, con temperaturas que no desciendan por debajo de los 10 °C Se adapta a una variedad de suelos.

Nombre científico:
Monstera deliciosa



Otros nombres:
Costilla de Adán

Es una planta grande que puede crecer hasta alcanzar varios metros de altura en su hábitat natural. Sus hojas son grandes, brillantes, de color verde intenso y con cortes en forma de agujeros, lo que le confiere un aspecto característico y exótico. Cuando alcanza la madurez, puede producir flores blancas en forma de espiga. Es una planta trepadora que utiliza raíces aéreas para adherirse y ascender en busca de soporte.

Prefiere suelos ricos en materia orgánica y bien drenados.

Puede tolerar condiciones de humedad moderada, pero prefiere un ambiente con cierta humedad, se adapta a diferentes niveles de luz, evitando la luz solar directa intensa.

Fuente: Creación propia con base en Inaturalist.

4.6 Análisis Climático

El clima de San José, Costa Rica, se caracteriza por ser tropical de altura, con temperaturas bastante constantes durante todo el año debido a su ubicación en el Valle Central:

- Temperatura: Las temperaturas en San José tienden a ser moderadas durante todo el año, con promedios que oscilan entre los 15°C y 25°C. Sin embargo, puede haber variaciones dependiendo de la altitud y la época del año.
- Estaciones: San José tiene dos estaciones principales: la temporada seca y la temporada de lluvias. La época seca generalmente va de diciembre a abril, mientras que la época de lluvias va de mayo a noviembre. Durante la temporada de lluvias, se pueden esperar lluvias frecuentes y fuertes, especialmente por las tardes.
- Precipitación: La precipitación en San José varía según la temporada. Durante la temporada de lluvias, puede ser bastante alta, con un promedio anual de alrededor de 1800 mm. En la temporada seca, la cantidad de lluvia disminuye significativamente.
- Humedad: San José tiende a ser bastante húmedo, especialmente durante la temporada de lluvias. Oscila entre el 70% al 80% en promedio anual.
- Altitud: La altitud de San José afecta su clima. Aunque está en un valle, está rodeado de montañas que pueden influir en las condiciones climáticas locales. Las áreas más altas dentro y alrededor de la ciudad pueden experimentar temperaturas más frescas que las áreas más bajas.
- Patrones climáticos extremos: San José puede experimentar eventos climáticos extremos como tormentas eléctricas, especialmente durante la temporada de lluvias. Los huracanes rara vez afectan directamente a San José, pero pueden influir en el clima a través de la humedad y las lluvias asociadas.

4.7 Dirección del Viento

En San José, Costa Rica, la dirección del viento puede variar según la temporada:

Durante la temporada seca (diciembre a abril):

- Los vientos predominantes suelen venir del noreste o del este. Esto se debe a la influencia de los vientos alisios que provienen del océano Atlántico.
- Estos vientos pueden traer consigo aire más seco y estable, contribuyendo a las condiciones típicas de la temporada seca.

Durante la temporada de lluvias (mayo a noviembre):

- Los vientos pueden ser más variables debido a la influencia de sistemas atmosféricos como la Zona de Convergencia Intertropical y las ondas tropicales.
- En general, se observa una mayor variabilidad en la dirección del viento durante esta época del año, con posibles cambios repentinos y ráfagas asociadas a tormentas y chubascos.

Como se ve en la imagen el viento predominante en enero para la zona proviene del noreste.

Imagen creación propia. Referencia <https://cigefi.ucr.ac.cr/climatologia-estacion-cigefi/>, Climatología de la estación meteorológica ubicada en el Centro de Investigaciones Geofísicas (CIGEFI), Universidad de Costa Rica

Gráfico 5 Dirección Predominante Viento

Dirección Predominante Viento

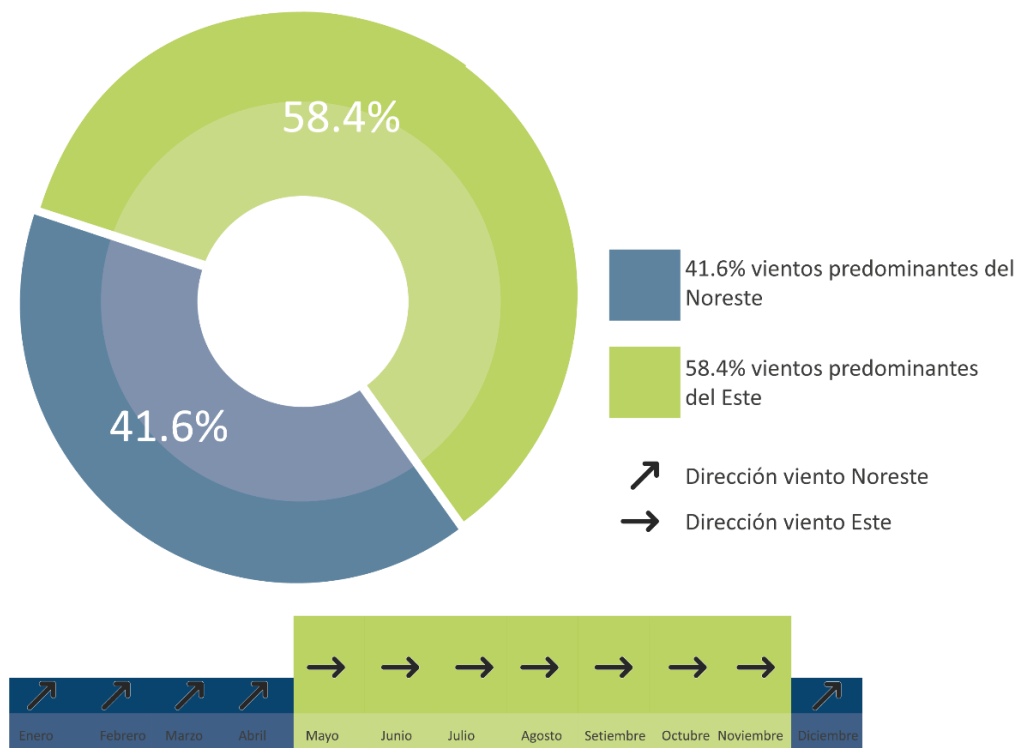
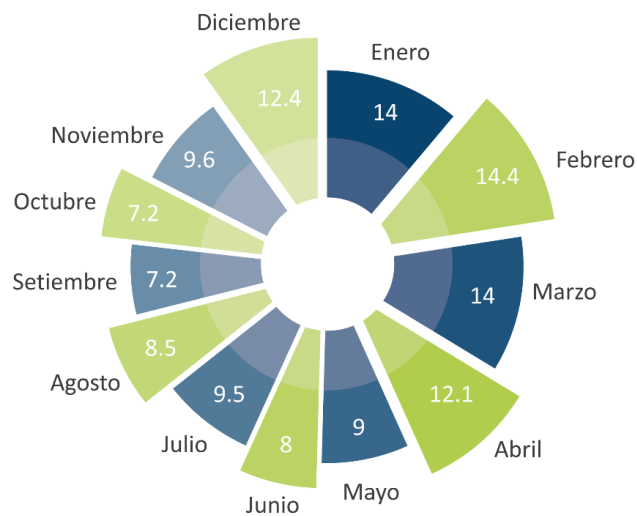


Gráfico 6 Velocidad del Viento

Velocidad del Viento



Velocidad promedio de los últimos diez años es de 10.5 km/h (2.78m/s)

En la imagen superior se tiene que los vientos predominantes provienen del sureste con velocidades que oscilan entre 1.5 a 3.5m/s. Estas condiciones se mantienen durante 6 meses al año.

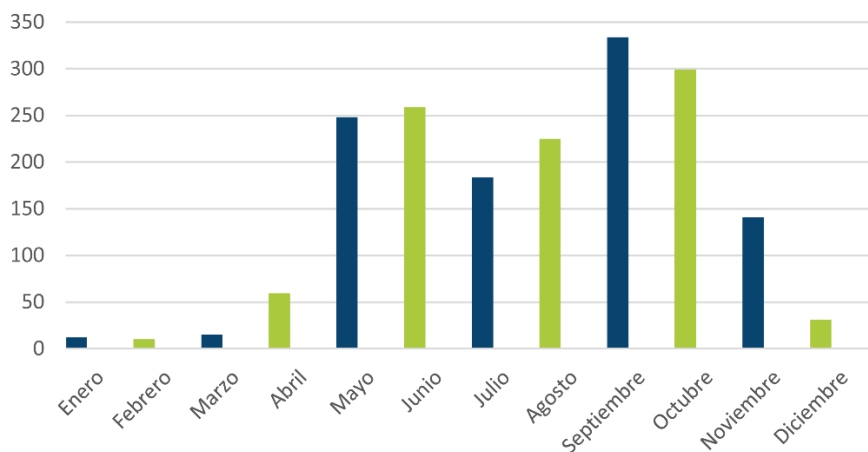
En diciembre, las condiciones predominantes del viento provienen del noreste por los vientos alisios, en este caso la velocidad varía entre 2.0 a 4.0 m/s.

Estas condiciones en la variación del viento benefician al ser espacios abiertos que permitirán la circulación de aire por edificio durante la mayoría del año, en los meses más secos y calurosos se benefician de que los vientos provenientes del noreste ayudarán a mantener ventilado el edificio. Durante la época lluviosa al ser predominante los vientos del sureste, en este caso al tener edificaciones de mayor altura ayudaran a controlar los vientos.

4.8 Precipitación Anual

Gráfico 7 Precipitación Mensual

Precipitación Mensual



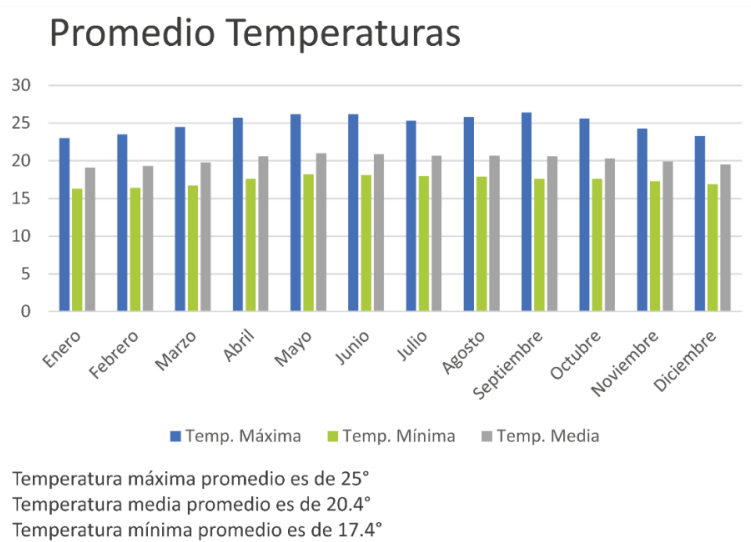
Lluvia: Lluvia en milímetros: 1mm = 1 litro de agua por m². *Total de días con lluvia>=0.1mm.

Las condiciones lluviosas para la zona de San José nos indican que a partir del mes de mayo hasta noviembre se concentran la mayoría de las lluvias del año. Para el diseño del proyecto se contempla que estas lluvias se aprovechen para almacenarlas para usos en los que el uso de agua potable no sea requisito esencial como riego de plantas, sistemas de servicios sanitarios entre otros.

Otra posibilidad es almacenar agua para la época seca del año en que se necesita riego a la cubierta verde del proyecto y los jardines internos.

4.9 Promedio Temperaturas Anuales

Gráfico 8 Promedio Temperaturas



Según gráfico 8, se puede observar que las temperaturas promedio desde el año 2016 al 2024 rondan las temperaturas más bajas los 17° y las más altas hasta los 27°, este tipo de información varía según la época del año. Como se pudo observar en el verano 2024 por las condiciones del efecto del niño estas temperaturas fueron mayores por este efecto.

En el diseño final del proyecto se deben considerar estas condiciones climáticas para mitigar el efecto de isla de calor, en este caso, el diseño al contemplar el uso de una cubierta verde nos ayuda a reducir la sensación térmica de la edificación.

4.10 Ciclo de Vida de los Materiales

Sin duda, el tránsito hacia una economía circular constituye uno de los retos más trascendentales para hacer frente al cambio climático y avanzar hacia una economía sostenible, donde se concilien los aspectos sociales, económicos y ambientales. En este sentido, considero fundamental impulsar iniciativas que fomenten la adopción de prácticas sustentables en el sector de la construcción, dado su impacto significativo en el medio ambiente y en la sociedad.

En el contexto específico de este proyecto, se contempla la adopción de diversas medidas orientadas a promover la economía circular. Por ejemplo, emplear materiales prefabricados, como madera laminada y piezas metálicas a medida, para minimizar desperdicios y optimizar los recursos utilizados. Como bien expresa la frase: "La clave está en maximizar el uso de los recursos disponibles".

Asimismo, integrar prácticas de reutilización, como el empleo de agregados reciclados para la construcción, y la utilización de plantas autóctonas en el diseño paisajístico para favorecer la biodiversidad local. Otra medida importante es la elaboración de un inventario detallado de puertas, ventanas y otras estructuras que puedan reaprovecharse, para facilitar su reutilización en futuras remodelaciones o proyectos, reduciendo el desperdicio de recursos y minimizando el impacto ambiental.

Al seleccionar y adquirir materiales, se deben considerar criterios fundamentales que abarcan desde el consumo total de energía y agua hasta la intensidad de uso de los edificios. Como expresa el proverbio chino: "La mejor época para plantar un árbol fue hace veinte años. La segunda mejor época es ahora". Es decir, la acción consciente y responsable en el presente puede generar un impacto significativo en el futuro.

— **Material:**

Madera.

— **Fabricación:**

Se plantea el uso de piezas de madera laminada, utilizando preferentemente proveedores locales con materias primas locales para disminuir la huella de carbono principalmente en el apartado de transporte, pensando en la posibilidad de que el material provenga de otro país.

En caso de que no exista algún proveedor local se realizara una valoración de proveedores externos que cumplan con certificaciones de uso de maderas de plantaciones (FSC)

— **Transporte:**

Se realizará el transporte en horas de la noche para disminuir los tiempos de traslado y evitar desperdicio de tiempo por congestión vial, importante durante la mayoría del día y en toda la GAM, además de evitar afectar a otros usuarios, otro factor importante es reducir riesgos por accidentes dentro y fuera de la obra.

— **Puesto en Sitio:**

Se debe de pensar en la posibilidad de poder realizar la instalación en el menor tiempo posible para así no afectar otras actividades que se deben de desarrollar en la obra además se debe de considerar que el espacio en el sitio es muy limitado por lo que no se puede almacenar durante mucho tiempo materiales en el sitio sin ser instalados en la obra

— **Reutilización del material:**

El uso de inventario con medidas y especificaciones de las piezas de madera utilizadas en sitio pueden beneficiar su uso posterior en otras estructuras ya sea completas o en partes en otras edificaciones.

— **Material:**

Estructura metálica.

— **Fabricación:**

Se deben de fabricar estas piezas conforme a las especificaciones requeridas, asegurándose de que sean ensambladas en el taller para verificar su compatibilidad y facilidad de montaje en el sitio de trabajo, así como su desmontaje sin contratiempos.

Además, se debe realizar un inventario de las piezas, acompañado de detallados planos de taller que incluyan instrucciones precisas para la instalación de cada componente

— **Transporte:**

Se realizará el transporte preferiblemente en horas de la noche para disminuir los tiempos de traslado al igual que se mencionó para las estructuras de madera preensambladas.

— **Puesto en Sitio:**

El montaje de estas debe ser en un tiempo mucho menor ya que estas piezas fueron preensambladas para que su montaje final fuera lo más fluido posible, estas deben de contar con planos de taller y especificaciones precisas para evitar errores.

— **Reutilización del material:**

El desmontaje de estas piezas es un factor importante en caso se debe de desmontar la estructura, esto ayudara a que los tiempos sean mucho menores y además que la estructura se pueda ensamblar nuevamente en otro sitio si fuera necesario.

— **Material:**

Puertas y ventanas.

— **Fabricación:**

Uso de puertas y ventanas con dimensiones estándar de proveedores locales, esto como una forma de en algún momento estas se puedan retirar y reutilizar en otras construcciones ya que cuentan con medidas estándar. Además, estas deben de ser materiales como madera autóctona de nuestro país.

— **Transporte:**

Se coordinará su transporte con el proveedor para realizar entregas cuando sean necesarias.

— **Puesto en Sitio:**

Se debe de realizar con personal capacitado en el área para evitar problemas de instalación o defectos.

— **Reutilización del material:**

El manejo de un inventario con la cantidad, ubicación y medidas específicas ayudará al manejo posterior si se reutilizan en otras construcciones.

4.11 Consumo Energético de Materiales: Concreto, Acero y Madera

El consumo energético de materiales en la construcción es un tema crucial para entender el impacto ambiental de diferentes opciones de construcción. Analizaremos el concreto, el acero y la madera en términos de energía utilizada durante la extracción de materias primas y la fabricación. Estas comparaciones pueden ayudar a tomar decisiones más sostenibles en la construcción. Las referencias bibliográficas proporcionadas al final pueden ofrecer una profundización en el tema.

4.11.1 Concreto

Extracción de Materias Primas

El concreto se compone principalmente de cemento, agua y agregados (arena, grava o piedra triturada). La extracción de estos materiales requiere una considerable cantidad de energía.

- **Cemento:** La fabricación del cemento es uno de los procesos más intensivos en energía en la producción de concreto. El cemento se produce a partir de la piedra caliza, arcilla y otros materiales que se extraen y se procesan en hornos a altas temperaturas.
- **Consumo Energético:** La producción de una tonelada de cemento Portland consume aproximadamente 4.7 GJ (gigajulios) de energía.
- **Impacto Ambiental:** Además de la energía, la producción de cemento es responsable de aproximadamente el 8% de las emisiones globales de CO₂.

A continuación, se detalla cuánto CO₂ se emite durante este proceso, junto con las principales fuentes de estas emisiones.

La fabricación de cemento emite CO₂ en dos etapas principales:

- **Descarbonatación del Carbonato de Calcio:** Durante la calcinación, el carbonato de calcio (CaCO₃) se convierte en óxido de calcio (CaO) y CO₂. Este proceso químico es

responsable de aproximadamente el 50% de las emisiones totales de CO₂ del cemento.

- Combustión de Combustibles Fósiles: La energía necesaria para calentar los hornos de cemento generalmente proviene de la quema de combustibles fósiles como carbón, petróleo y gas natural, lo que representa el otro 50% de las emisiones.

Cantidad de CO₂ Emitida

Según la Agencia Internacional de Energía (IEA) y otros estudios, la fabricación de una tonelada de cemento Portland produce aproximadamente 0.9 toneladas de CO₂. Esto equivale a 900 kg de CO₂ por tonelada de cemento.

Para convertir esta cantidad a metros cúbicos de CO₂, es necesario saber que 1 tonelada de CO₂ ocupa aproximadamente 556.2 metros cúbicos en condiciones estándar de presión y temperatura (1 atm y 0°C).

- Emisiones por Tonelada de Cemento:
0.9 toneladas de CO₂ por tonelada de cemento.
 $0.9 \text{ toneladas de CO}_2 = 0.9 \times 556.2 \text{ m}^3 = 500.58 \text{ m}^3 \text{ de CO}_2.$
- Agregados: La extracción y el transporte de agregados también consumen energía, aunque en menor medida comparado con el cemento.
- Consumo Energético: La energía utilizada depende de la proximidad de las fuentes de materiales y los métodos de extracción. Se estima que el proceso puede consumir entre 0.1 y 0.3 GJ por tonelada de agregado.

4.11.2 Acero

Extracción de Materias Primas

El acero se produce principalmente a partir del mineral de hierro, carbón (coque) y caliza.

- Mineral de Hierro: La extracción de mineral de hierro y su procesamiento en el alto horno son procesos energéticamente intensivos.

- Consumo Energético: La producción de una tonelada de acero crudo a partir de mineral de hierro consume aproximadamente 20-25 GJ de energía.
- Impacto Ambiental: Este proceso también es responsable de emisiones significativas de CO₂.
- Carbón (Coque): El coque es esencial en la producción de acero, tanto como combustible como reductor químico.

Fabricación del Acero

- Acería: El proceso de fabricación del acero incluye la fundición y el refinado, que también son altamente energéticos.
- Consumo Energético: La energía total necesaria para convertir el mineral de hierro en acero usable es aproximadamente 35 GJ por tonelada.
- La producción de una tonelada de acero genera una cantidad significativa de dióxido de carbono (CO₂), que varía según el proceso de fabricación utilizado. Aquí tienes los datos específicos:

Producción de Acero:

- Proceso de Alto Horno y Horno de Oxígeno Básico (BF-BOF): Este es el método tradicional para la producción de acero a partir de mineral de hierro.
Emisiones de CO₂: Aproximadamente 1.8 a 2.2 toneladas de CO₂ por tonelada de acero producido.

- Proceso de Horno Eléctrico de Arco (EAF):

Utiliza principalmente chatarra de acero reciclada. Emisiones de CO₂: Aproximadamente 0.4 a 0.8 toneladas de CO₂ por tonelada de acero producido.

4.11.3 Madera

Extracción de Materias Primas

La madera es uno de los materiales de construcción más sostenibles debido a su bajo consumo energético durante la extracción y la capacidad de los árboles de absorber CO₂ durante su crecimiento.

- Tala y Procesamiento: La tala de árboles y el procesamiento de la madera para su uso en construcción son menos intensivos en energía comparado con el concreto y el acero.
- Consumo Energético: Se estima que la tala y el procesamiento de una tonelada de madera consume aproximadamente 2-5 GJ de energía.
- Impacto Ambiental: Además, los bosques gestionados de manera sostenible pueden actuar como sumideros de carbono.

Fabricación de Productos de Madera

- Aserraderos y Manufactura: La conversión de troncos en madera utilizable y otros productos de madera también consume energía.
- Consumo Energético: El procesamiento adicional, como el secado y el corte, puede consumir aproximadamente 1-2 GJ por tonelada.

4.11.4 Comparación y Sostenibilidad

- Concreto: Alto consumo energético, principalmente debido a la producción de cemento. Sin embargo, es duradero y ampliamente disponible.
- Acero: Muy intensivo en energía y emisiones de CO₂, pero reciclable y extremadamente resistente.
- Madera: Menor consumo energético y capacidad de almacenar carbono, lo que la hace una opción más sostenible si se gestiona adecuadamente.

Figura 25 Consumo Energético de Materiales: Concreto, Acero y Madera

Tipo	Material	ρ (kg/m ³)	Energía Incorporada		Emisiones
			MJ /kg	kWh/kg	CO ₂ /kg
Aislamiento convencional	EPS - poliestireno expandido (0,037 W / mK)	30	117.1	32.5	17.3
Aislamiento natural	aglomerados de corcho natural	160	3.0	0.8	0.2
Bituminoso	Asfalto	2100	3.4	0.9	0.5
Caucho	caucho celular	70	110.0	30.6	16.3
Cerámica	Azulejos de cerámica	2300	11.1	3.1	0.6
Cerámica	Las baldosas del suelo	2500	10.9	3.0	0.8
Yeso	Desnatado Yeso (1000 < ρ < 1300)	1150	1.8	0.5	0.2
Bloque cerámico de arcilla aligerada	bloques de cerámica con mortero aislante (140 mm de espesor)	1020	2.6	0.7	0.2
Bloque de hormigón ligero	bloques de hormigón ligero (espesor anillados 250 mm)	760	5.3	1.5	0.5
Bloque de hormigón convencional	bloques de hormigón convencional (espesor de 100 mm)	1210	1.3	0.3	0.2
Ladrillo	1 metro o catalán pedestal de ladrillo macizo (40 mm < espesor < 50 mm)	2140	2.3	0.6	0.2
Ladrillo	tabique de ladrillo hueco doble (60 mm < espesor < 90 mm)	930	2.3	0.6	0.2
Forjado unidireccional	Losas unidireccionales con relleno de viga de hormigón (profundidad 250 mm)	1330	2.7	0.8	0.3
Hormigón	Hormigón armado (2300 < ρ < 2.500)	2400	0.5	0.1	0.1
Losa de núcleo hueco	Con capa de compresión (profundidad 200 mm)	1810	3.7	1.0	0.4
Madera	Tableros de fibra orientada - OSB (ρ < 650)	600	15.0	4.2	1.4
Metal	Acero	7800	35.0	9.7	2.8
Morteros	Cemento o mortero de cal para albañilería (1000 < ρ < 1250)	1125	0.8	0.2	0.1
Pisos	Granito (2500 < ρ < 2700)	2600	0.2	0.1	0.0
Plástico	policarbonato	1200	79.0	21.9	11.7
Pinturas	Pintura de emulsión	50	20.0	5.6	3.0
Cristales	Doble acristalamiento, con acabado transparente placa de vidrio, de 4 mm de espesor cada una, y un espacio de aire de 6 mm	2530	349.9	97.2	21.8
Marcos	Marco de aluminio lacado con dos bisagras, hojas de tubo de acero galvanizado pre-marco y puerta enrollable de aluminio lacado de distancia de aproximadamente 120 x 120 cm	2700	5416.2	1504.5	755.1
Puertas	Interior puerta de madera en el interior de sapelly barnizadas de entrada de aproximadamente 70 x 200 cm	700	213.9	59.4	21.8

Energía y emisiones de CO₂ en materiales.

Fuente: ETSAB con datos del banco BEDEC del ITeC.

4.12 Preservación de la Madera con Sales de Cobre

La preservación de la madera con sales de cobre es un método efectivo para prevenir el daño causado por hongos e insectos, aunque puede cambiar ligeramente el color de la madera. Este tratamiento se aplica principalmente a madera seca con un contenido de humedad inferior al 30%. El proceso de preservación utiliza el método de vacío-presión, que incluye un ciclo inicial de vacío, seguido por la introducción del preservante y la aplicación de presión, y finalmente un vacío final.

La efectividad del tratamiento se mide por la penetración y retención del preservante. La penetración se refiere a la profundidad en milímetros que alcanza el preservante en la madera, mientras que la retención se refiere a la cantidad de sustancia activa en kilogramos por metro cúbico de madera tratada.

La madera tratada con este método es adecuada tanto para uso exterior como interior, y puede durar hasta 20 años dependiendo de su aplicación. La norma INTE C397:2019 de Costa Rica establece las condiciones de servicio y clasifica el riesgo según el ambiente de uso y los agentes de deterioro, con categorías que varían desde uso interior seco hasta uso marino.

4.12.1 Resumen de la Norma INTE C397:2019

La norma INTE C397:2019 de Costa Rica establece los requisitos y procedimientos para la preservación de la madera con preservantes como las sales de cobre. Esta norma, emitida por el Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO), garantiza que la madera tratada cumpla con los estándares de calidad necesarios para su uso seguro y efectivo.

Componentes Principales de la Norma:

- Condiciones de Servicio: Clasifica la madera tratada en diferentes categorías de riesgo según su uso y exposición a factores de deterioro. Las categorías van desde uso interior seco hasta uso marino, indicando el tipo de ambiente y los agentes de deterioro comunes (como insectos y hongos).
- Penetración del Preservante: Define cómo medir la profundidad que alcanza el preservante dentro de la madera. Esto se realiza generalmente mediante cortes transversales y pruebas colorimétricas que indican la presencia del preservante.
- Retención del Preservante: Establece cómo calcular la cantidad de sustancia activa retenida en la madera. La retención se mide en kilogramos de preservante por metro cúbico de madera tratada.

- Requisitos de Equipo: Describe el equipo necesario para realizar el tratamiento, como autoclaves, tanques de mezcla y almacenamiento, y bombas de vacío y presión.
- Procedimientos de Control de Calidad: Detalla los métodos de muestreo y pruebas necesarias para asegurar que la madera tratada cumpla con los estándares de penetración y retención especificados.
- Aplicaciones Comunes: Indica las aplicaciones típicas de la madera tratada en diferentes categorías de riesgo, como construcción interior, exterior, contacto con el suelo y uso marino.

4.12.2 Importancia de la Norma

La INTE C397:2019 es crucial para la industria maderera de Costa Rica, ya que asegura que la madera tratada con preservantes tenga una vida útil prolongada y sea segura para su uso en diversas aplicaciones. Cumplir con esta norma ayuda a prevenir el deterioro prematuro de la madera, asegurando su resistencia a factores ambientales y biológicos.

Proceso de Tratamiento

El equipo necesario para este método incluye una autoclave, tanques de almacenamiento y mezcla, y bombas de vacío y presión. Los preservantes a base de cobre micronizado, como MP200A y MICRO CA, contienen carbonato de cobre y tebuconazol. La preparación de la solución preservante y el control de calidad son esenciales, involucrando cálculos precisos de retención mínima y absorción.

Para asegurar la calidad del tratamiento, se toman muestras y se evalúa la penetración y retención mediante pruebas colorimétricas y métodos químicos en laboratorios especializados. Este proceso garantiza que la madera tratada cumpla con las normas establecidas para su uso seguro y eficaz.

Ventajas del Tratamiento de Cobre Micronizado

- **Protección Eficaz:** El cobre es conocido por sus propiedades antimicrobianas y antifúngicas, lo que hace que la madera tratada sea resistente a una amplia gama de organismos que causan deterioro
- **Durabilidad:** La madera tratada con cobre micronizado tiene una vida útil significativamente prolongada, ya que el tratamiento proporciona una barrera protectora duradera contra la humedad y otros factores ambientales.
- **Compatibilidad Ambiental:** En comparación con otros tratamientos químicos más agresivos, el cobre micronizado es relativamente más amigable con el medio ambiente. Las partículas de cobre son menos tóxicas y tienen una menor tendencia a lixiviarse al suelo y al agua, reduciendo el impacto ambiental.
- **Apariencia Estética:** A diferencia de algunos tratamientos que pueden cambiar significativamente el color de la madera, el tratamiento de cobre micronizado generalmente preserva mejor el color natural de la madera. Esto lo hace ideal para aplicaciones donde la estética es importante.
- **Menor Corrosión:** A diferencia de los tratamientos tradicionales de cobre en forma de sales solubles, el cobre micronizado tiene menos impacto corrosivo en los accesorios metálicos en contacto con la madera tratada, como clavos y tornillos.
- **Versatilidad:** Este tratamiento se puede aplicar a una variedad de tipos de madera y es adecuado tanto para uso exterior como interior, incluyendo estructuras como terrazas, postes, y muebles de jardín.

Proceso de Aplicación

El tratamiento de cobre micronizado se realiza generalmente en plantas de tratamiento industrial mediante el proceso de autoclave. La madera se coloca en un cilindro y se sella herméticamente. Luego, el cilindro se llena con una solución que contiene las partículas de cobre micronizado. Bajo alta presión, la solución se fuerza a penetrar profundamente en las

fibras de la madera. Una vez completado el ciclo de presión, la madera se seca y está lista para su uso.

Plan de Mantenimiento para Estructuras de Madera con Materiales Sostenibles

El mantenimiento regular de estructuras de madera es crucial para asegurar su durabilidad y resistencia. Utilizar materiales sostenibles protege la estructura y promueve la sostenibilidad ambiental. Este plan de mantenimiento proporciona especificaciones para materiales ecológicos y detalla los pasos necesarios para el mantenimiento adecuado.

Inspección Regular

Frecuencia: Cada 3 meses

Acción: Realizar una inspección visual para detectar daños, como grietas, decoloración, moho, hongos o infestación de insectos.

Razones para Inspecciones Trimestrales

Detección Temprana de Problemas: Las inspecciones frecuentes permiten identificar problemas como grietas, deformaciones, moho, hongos o infestación de insectos en una etapa temprana. La detección temprana facilita reparaciones menos costosas y menos invasivas, previniendo daños mayores a largo plazo.

Condiciones Climáticas: Las estructuras de madera están expuestas a diferentes condiciones climáticas que pueden variar con las estaciones. Inspeccionar cada 3 meses ayuda a identificar los efectos de la humedad, lluvia, sol y cambios de temperatura que pueden afectar la integridad de la madera.

Prevención de Daños por Insectos: Los insectos, como las termitas y escarabajos de la madera, pueden causar daños significativos en poco tiempo. Realizar inspecciones regulares asegura que cualquier actividad de insectos sea detectada y tratada rápidamente antes de que se produzcan daños extensivos.

Humedad y Moho: La madera es susceptible a la humedad y al crecimiento de moho y hongos. Inspecciones trimestrales ayudan a identificar y tratar problemas de humedad y moho antes de que se propaguen y comprometan la estructura de la madera.

Mantenimiento Preventivo: Las inspecciones regulares permiten un enfoque preventivo en lugar de reactivo. Al detectar y abordar problemas menores antes de que se conviertan en problemas mayores, se prolonga la vida útil de la estructura y se reduce la necesidad de reparaciones costosas a corto y mediano plazo.

Revestimiento Protector

Aceite de Linaza para Protección y Embellecimiento de la Madera. El aceite de linaza es un aceite vegetal natural extraído de las semillas del lino (*Linum usitatissimum*). Este aceite es altamente valorado en la carpintería y la ebanistería por sus propiedades protectoras y su capacidad para realzar la belleza natural de la madera.

Características del Aceite de Linaza

- Origen: El aceite de linaza se obtiene mediante el prensado de las semillas del lino.
- Composición: Rico en ácidos grasos esenciales, principalmente ácido linolénico, que proporciona propiedades protectoras.
- Penetración: Penetra profundamente en la madera, llenando los poros y creando una barrera protectora.
- Acabado: Ofrece un acabado mate con un color dorado cálido, que resalta la veta y el color natural de la madera.
- Protección: Proporciona una barrera contra la humedad, el agrietamiento y el desgaste.

Tipos de Aceite de Linaza

- Aceite de Linaza Crudo:

No ha sido tratado ni procesado.

Se seca lentamente, lo que lo hace adecuado para aplicaciones que pueden esperar varios días o semanas.

Proporciona una penetración profunda y duradera.

- Aceite de Linaza Hervido (BLO):

Tratado térmicamente o con agentes secantes para acelerar el proceso de secado.

Se seca más rápidamente, generalmente en 24-48 horas.

Es más práctico para la mayoría de los proyectos de carpintería debido a su tiempo de secado más corto.

Mantenimiento

Reaplica el aceite de linaza periódicamente, especialmente en superficies expuestas a la intemperie o al uso constante.

Para el mantenimiento regular, limpia la superficie con un paño húmedo y reaplica el aceite cuando la madera comience a mostrar signos de desgaste o sequedad.

Beneficios del Uso del Aceite de Linaza

- Natural y No Tóxico: Es una opción segura y ecológica, adecuada para proyectos de interior y exterior.
- Realce de la Belleza Natural: El aceite de linaza resalta la veta y el color natural de la madera, proporcionando un acabado cálido y atractivo.
- Durabilidad: Mejora la durabilidad de la madera al protegerla contra la humedad y el desgaste diario.
- Facilidad de Uso: Su aplicación es sencilla y no requiere equipos especializados.

Procedimiento:

- Limpiar y secar las áreas con grietas.
- Aplicar la masilla de madera con una espátula, presionando firmemente para rellenar las grietas.
- Dejar secar según las instrucciones del fabricante y lijar para nivelar la superficie.

Registro de Mantenimiento

Acción: Mantener un registro detallado de todas las inspecciones y trabajos de mantenimiento realizados.

- Fecha de inspección

- Descripción del trabajo realizado
- Materiales utilizados
- Observaciones

4.13 Propuesta Esquemática para la Planta de Tratamiento de Aguas Negras y Grises del Proyecto

Para el proyecto en estudio, se busca información referente si en la zona existe la infraestructura necesaria para la gestión de aguas negras, en este caso según la información que se pudo encontrar en la zona existe tuberías para la recolección de las aguas negras fundamental para mantener la salubridad. Considerando la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales para un conjunto de sanitarios, lavamanos, mingitorios y duchas, se estima que el sistema debe manejar aproximadamente 10 metros cúbicos de aguas residuales diarias.

Para calcular el espacio requerido, se ha estimado la cantidad de agua utilizada por cada unidad sanitaria: 7 inodoros, 8 lavamanos, 3 mingitorios y 6 duchas. El total de aguas residuales generado asciende a aproximadamente 9,5 metros cúbicos por día.

Los componentes esenciales de la planta de tratamiento incluirían un reactor anaerobio, un tanque de sedimentación, un filtro biológico, y un tanque de cloración para desinfección adicional. Las dimensiones estimadas para estos componentes, sumando el espacio para tuberías y equipos, ocuparían un área aproximada de entre 25 y 30 metros cuadrados.

Es fundamental trabajar con un ingeniero especializado para el diseño final y asegurar el cumplimiento de todas las normativas establecidas por el Ministerio de Salud y otras autoridades competentes. Este enfoque garantizará un sistema eficiente y conforme a las regulaciones, protegiendo tanto el medio ambiente como la salud pública.

Como parte del planteamiento para este sistema se adjuntan algunas imágenes en las cuales se da una aproximación del diseño de tuberías, ubicación de cajas de registro y la posible ubicación de la PT.

Figura 26 Sistema Aguas Negras

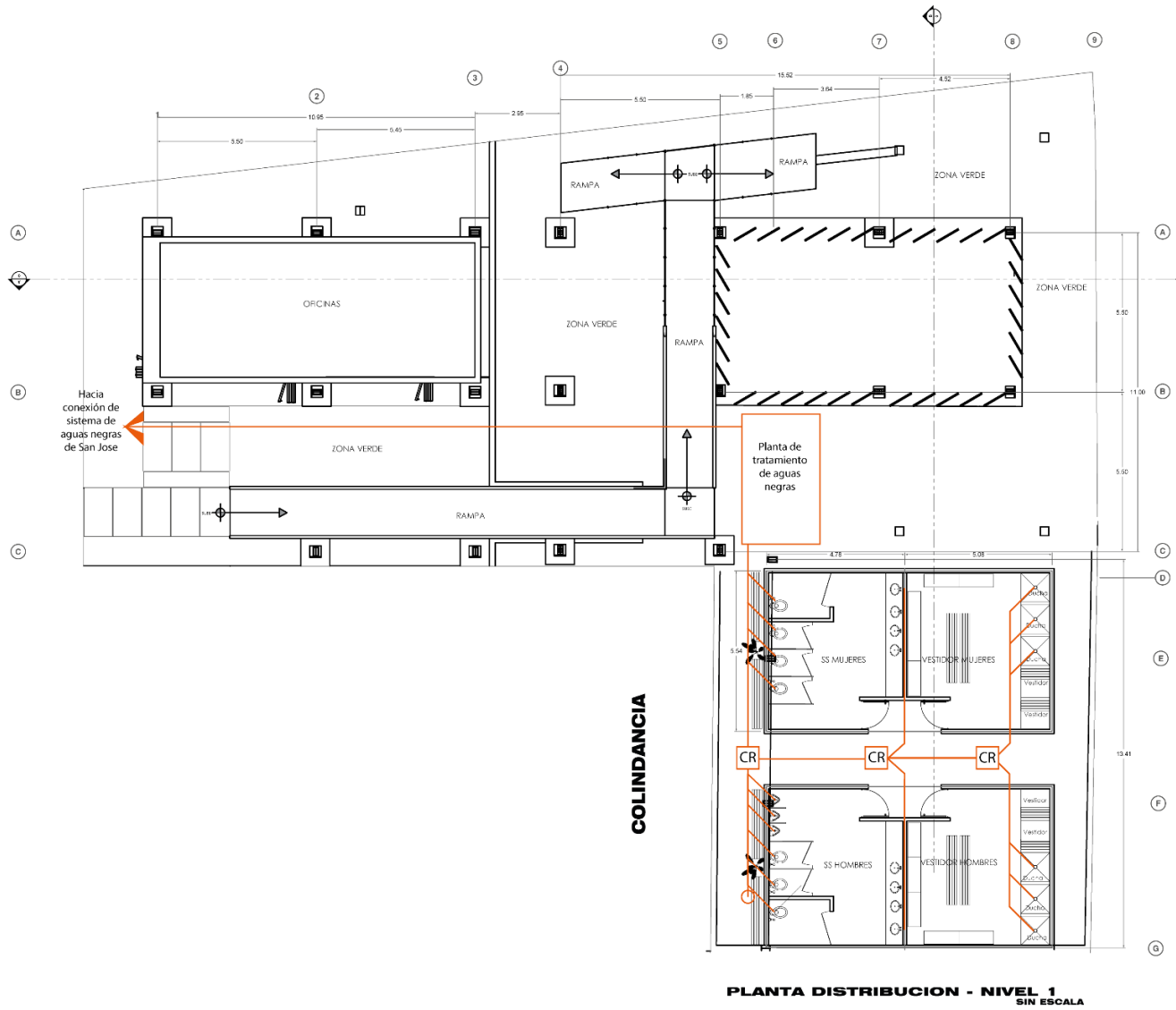


Imagen Creación Propia

Figura 27 Tubería y Cajas de Registro

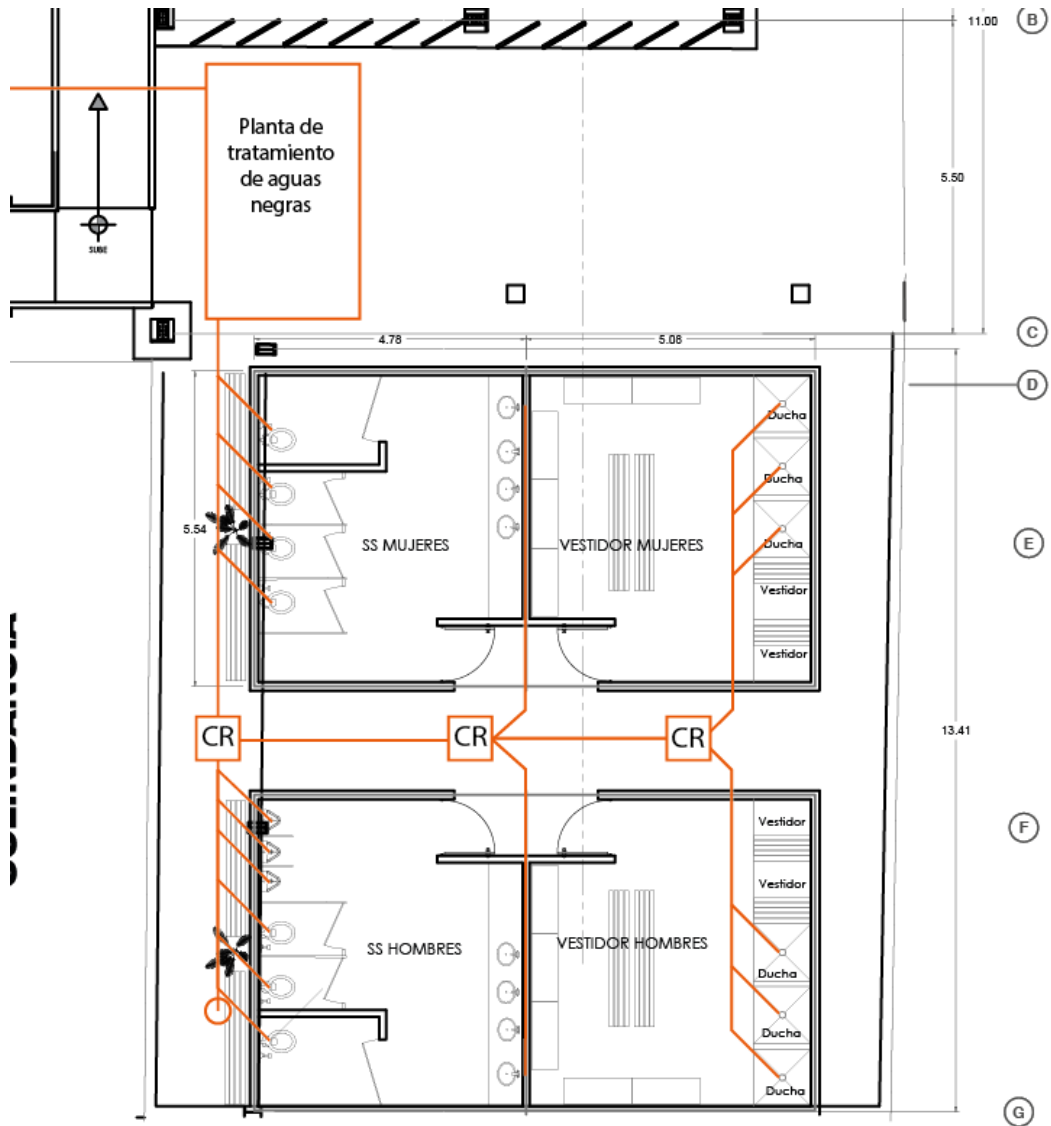
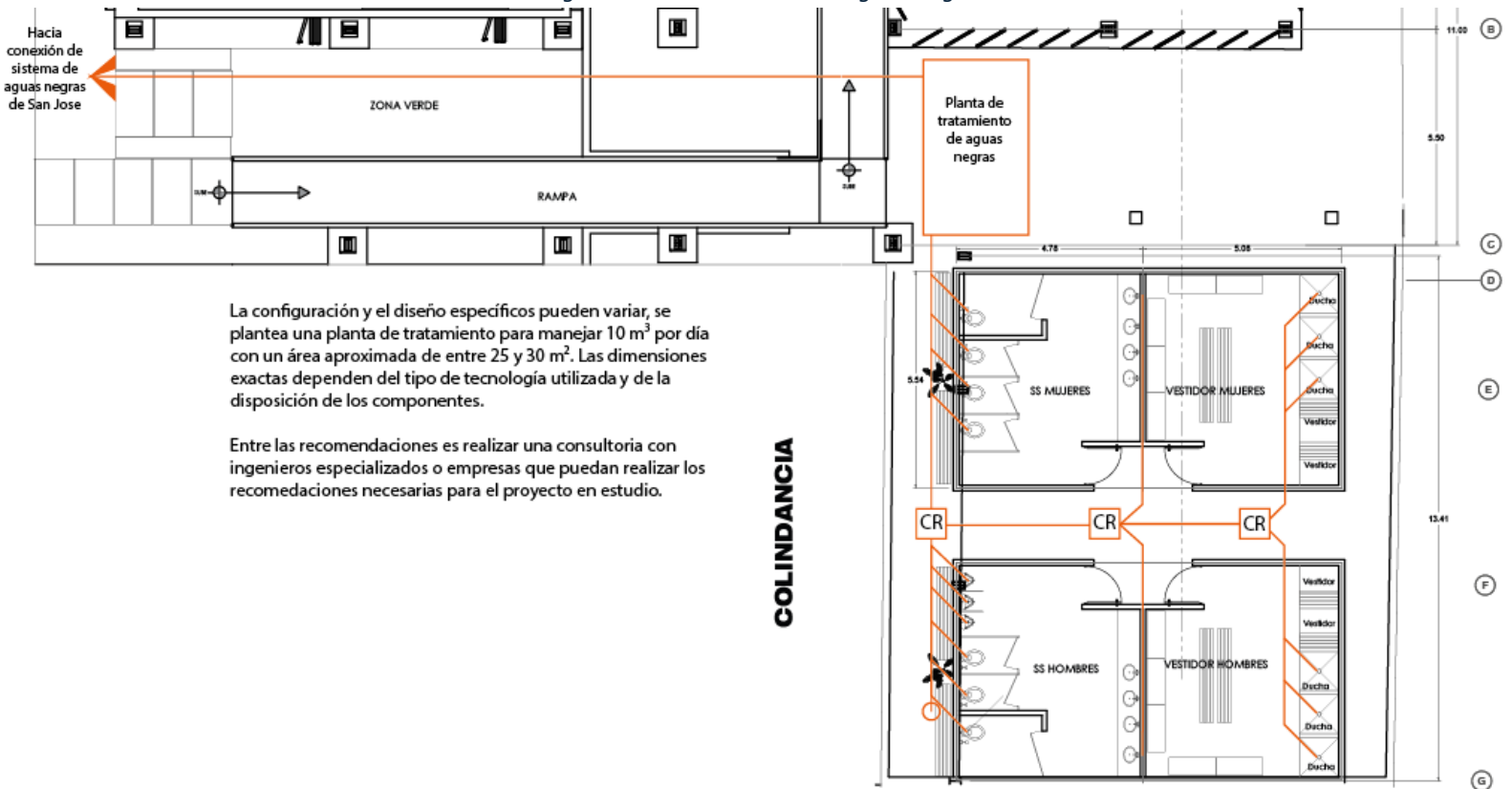


Imagen Creación Propia

Figura 28 Detalle Sistema de Aguas Negras



La configuración y el diseño específicos pueden variar, se plantea una planta de tratamiento para manejar 10 m^3 por día con un área aproximada de entre 25 y 30 m^2 . Las dimensiones exactas dependen del tipo de tecnología utilizada y de la disposición de los componentes.

Entre las recomendaciones es realizar una consultoría con ingenieros especializados o empresas que puedan realizar las recomendaciones necesarias para el proyecto en estudio.

Imagen Creación Propia

4.14 Análisis de Viento

Importancia del Análisis de Viento en un Proyecto Arquitectónico

Al diseñar un proyecto arquitectónico que influirán en la vida diaria de quienes los ocupen. Uno de los factores cruciales que a menudo pasa desapercibido en las primeras etapas del diseño es el análisis de viento. Este análisis asegura la comodidad, la seguridad y la eficiencia del edificio que está diseñando.

Dentro del edificio que se diseña la ventilación influye, en el confort térmico y en el consumo energético. Un análisis de viento nos permite diseñar ventanas y sistemas de ventilación que optimicen el flujo de aire, mejorando así la calidad del aire interior y reduciendo la necesidad de climatización artificial.

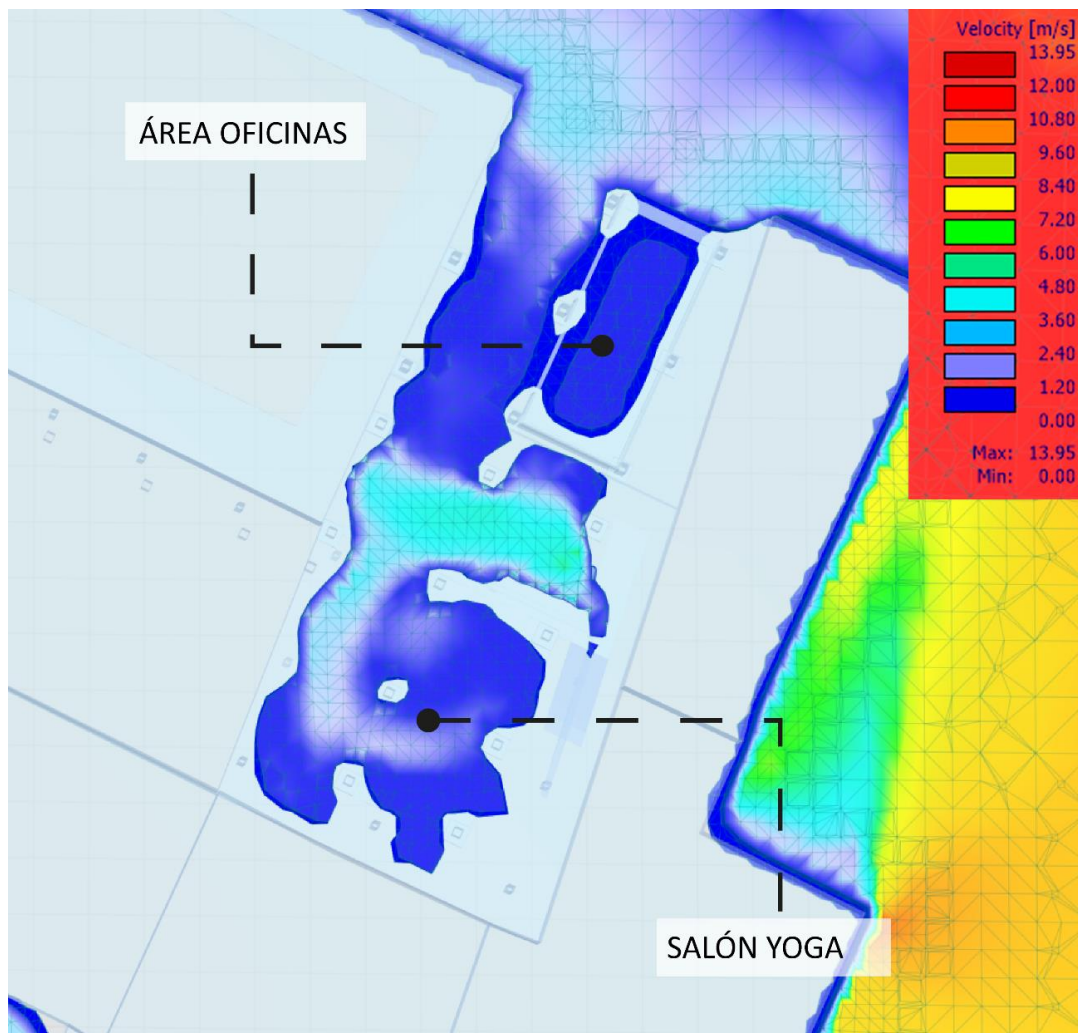
Para el diseño y toma de decisiones y recomendaciones se utiliza la herramienta de análisis RWIND este es un programa avanzado desarrollado por Dlubal Software para realizar análisis de flujo de viento y sus efectos sobre estructuras mediante simulación numérica.

Utiliza la dinámica de fluidos computacional (CFD, por sus siglas en inglés) para proporcionar resultados de la interacción del viento con edificios y otras estructuras

En el análisis se toman en consideración dos factores los cuales son: velocidad del viento y la presión.

Los valores por utilizar son los suministrados por el Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica, los cuales son promedios de los últimos 10 años. Para este caso en particular la velocidad del viento promedio es de 10.5 km/h (2.91 m/s). A continuación, se adjuntan las imágenes correspondientes al análisis realizado para el proyecto.

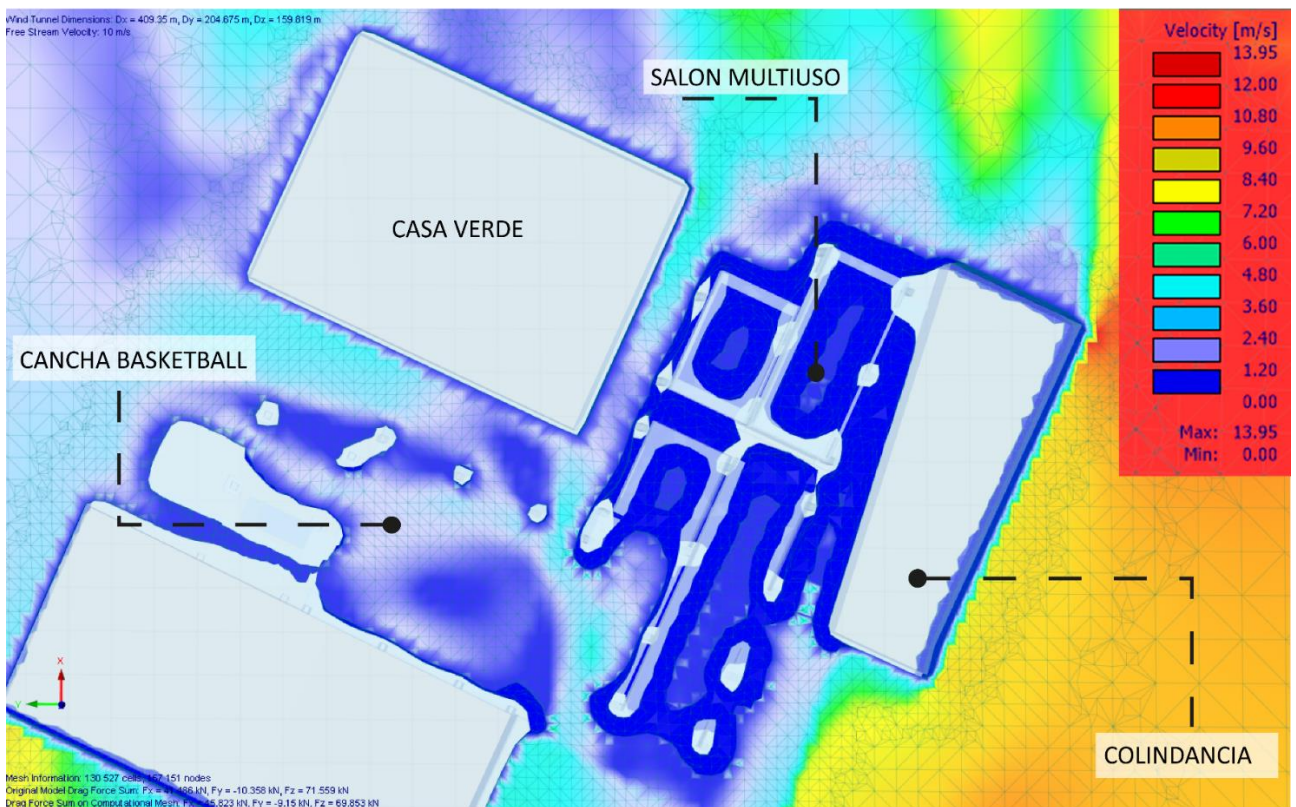
Figura 29 Velocidad de Viento Primer Nivel



En la imagen anterior se puede observar que en el área de accesos, oficinas administrativas y salón de yoga se van a tener velocidades de viento entre 0.48m/s

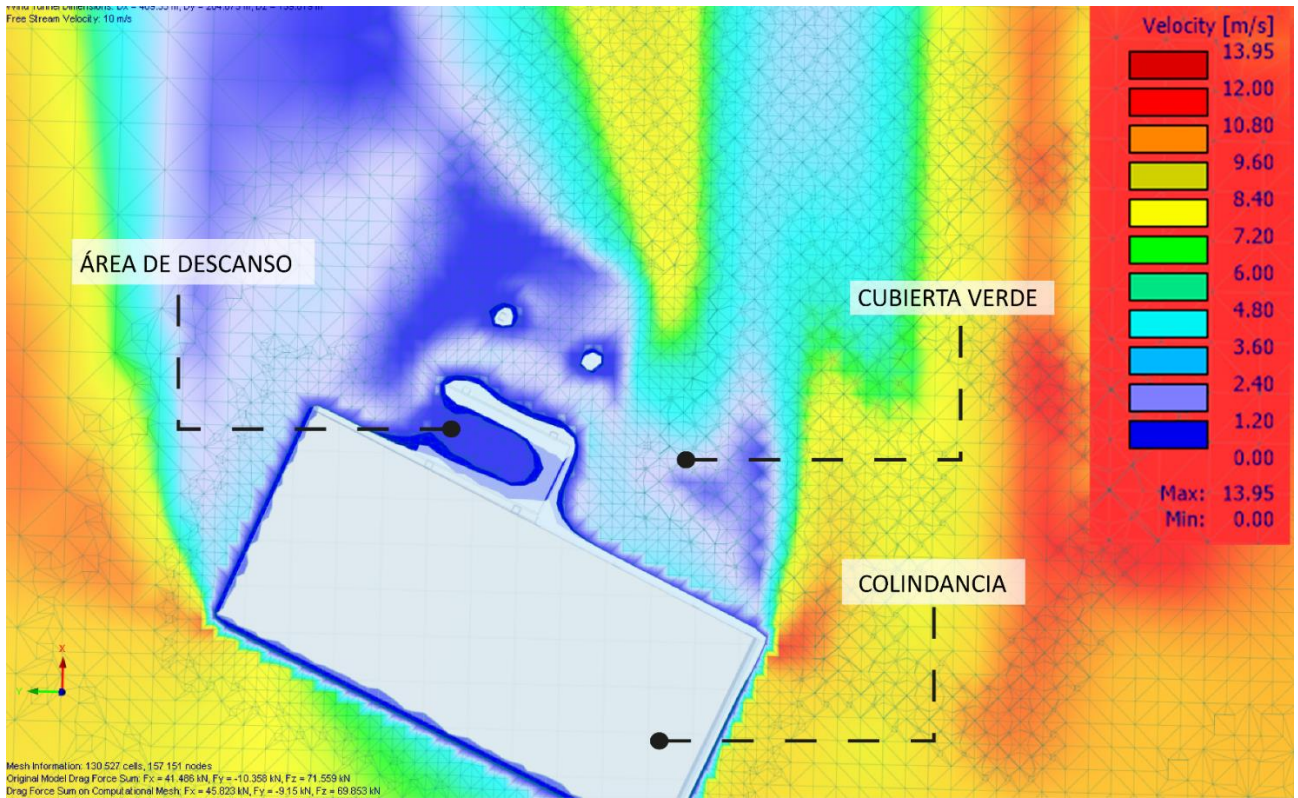
(1.7km/h) a 1.92m/s (6.9km/h), estas velocidades de viento internas mencionadas, son relativamente bajas, pero aun así pueden influir significativamente en la percepción del confort térmico. Según la norma ASHRAE 55 establece criterios de confort térmico, incluyendo las velocidades de aire aceptables en interiores. Generalmente, se considera que velocidades de viento menores a 0.8 m/s son cómodas para la mayoría de las personas en condiciones de temperatura promedio.

Figura 30 Velocidad de Viento Segundo Nivel



En la imagen anterior se puede observar que las condiciones de la velocidad del viento son similares al nivel de acceso, en te caso al tener áreas en las cuales las personas realizaran halterofilia, danza entre otros en los cuales se genera o se consume más energía según la norma ASHRAE 55 la velocidad del viento necesaria para estos espacios es de aproximadamente 0.8m/s (6.9km/h) para evitar que existan corrientes de aire incomodas para los usuarios, claro está que parte de las condiciones se deben mantener temperaturas internas en verano entre 23° a 26° y en invierno entre 20° y 23° con un promedio del 60% de humedad relativa.

Figura 31 Velocidad de viento en cubierta verde y área de descanso



Como se puede observar para el área de descanso se tiene un promedio de velocidad de 0.48m/s lo cual resulta en un promedio en el cual es confortable para una zona de descanso, en el caso de la cubierta verde en el área menos protegida se presentan velocidades de viento de alrededor de 1.92m/s lo cual podría ser un poco inconfortable para los usuarios, en este caso en el cual se pretende diseñar una cubierta ajardinada las plantas funcionen como una barrera natural para este espacio.

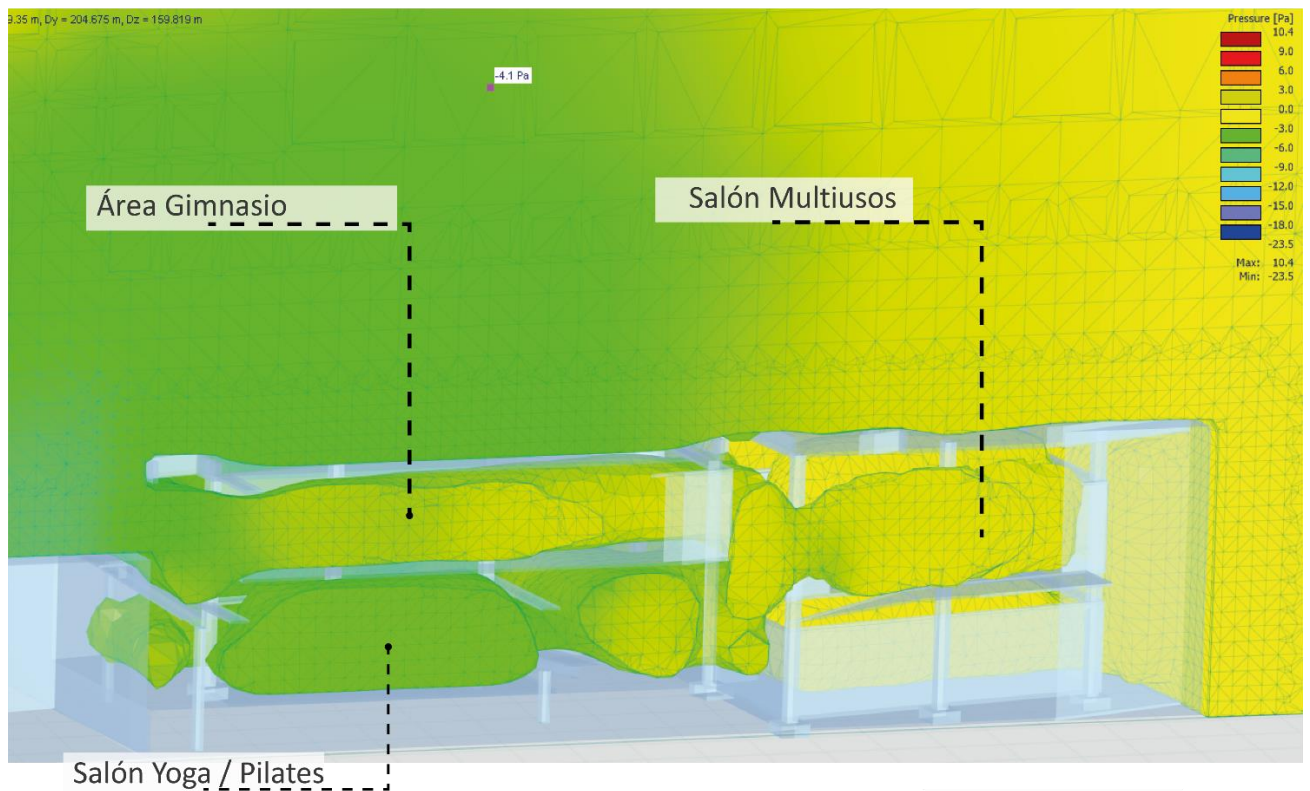
Recomendaciones adicionales para estos espacios a pesar de que el análisis nos indica que los espacios diseñados presentaran condiciones óptimas para el confort de los usuarios se debe tener en consideración que en algunas épocas del año se pueden presentar condiciones extremas las cuales no solo con el diseño pasivo se pueden resolver por lo cual se debería analizar la posibilidad de utilizar sistemas HVAC o de extracción de aire en estos espacios.

Para los módulos de madera se recomienda tener ya sea puertas corredizas con celosías de madera para controlar la velocidad del viento en estos espacios en caso de que los usuarios no se sientan confortables en estos.

Se realiza también un análisis de presión dentro de la edificación, una zona con presión de -3 a 0 pascales (Pa) indica una presión negativa en relación con las áreas circundantes. Esto significa que la presión del aire en esta zona es ligeramente menor que la de las áreas adyacentes. En sistemas de ventilación y climatización, la presión negativa puede ayudar a asegurar una circulación adecuada del aire. Puede ayudar a extraer el aire interno del edificio y reemplazarlo con aire fresco. En la imagen siguiente se muestra un ejemplo de la presión negativa que se genera en algunas áreas del edificio.

Figura 32 Análisis de Presión en el Edificio

Análisis de Presión de Aire



Esta presión de aire negativa puede ayudar a generar un flujo de aire el cual puede beneficiar a que el edificio sin necesidad mecánica circule el aire dentro de este.

4.15 Evaluación según normas RESET

RESET (Regenerative Ecological Social & Economic Targets) es un estándar y certificación global que se centra en la creación de entornos construidos más saludables y sostenibles mediante el monitoreo continuo y la mejora de la calidad del aire interior, la iluminación, el confort térmico, la acústica y otros factores críticos de bienestar. A diferencia de otras certificaciones que evalúan los edificios una vez completados, RESET se distingue por su enfoque dinámico y basado en datos en tiempo real, lo que permite a los propietarios y operadores de edificios monitorear y ajustar el rendimiento ambiental constantemente. A continuación, se mencionan las categorías utilizadas para analizar el proyecto según las normas RESET:

- RESET Air: Calidad del aire interior.
- RESET Light: Calidad y cantidad de luz natural y artificial.
- RESET Water: Calidad del agua.
- RESET Energy: Uso eficiente de la energía.
- RESET Materials: Selección de materiales sostenibles.

4.15.1 Desarrollo del Proyecto según las Normas RESET

Diseño de la Ventilación y Calidad del Aire (RESET Air):

El diseño incluye sistemas de ventilación que aseguran la calidad del aire interior, proponiendo que el edificio sea lo más permeable posible mediante el uso de sistemas pasivos de ventilación. Las simulaciones realizadas en CFD demuestran que el diseño de la edificación permite una ventilación cruzada efectiva. Siempre que sea posible, se recomienda la instalación de sensores de calidad del aire para medir CO₂, PM_{2.5}, PM₁₀, COVs y otros contaminantes.

Iluminación Natural y Artificial (RESET Light):

Se maximiza la entrada de luz natural en los espacios mediante el uso de tragaluces en la cubierta verde, y el diseño del edificio evita paredes colindantes para permitir un mayor ingreso de luz natural. Durante la noche, se deben utilizar sistemas de iluminación artificial

que simulen la luz natural y que sean eficientes en cuanto al consumo energético. Además, es importante utilizar luminarias que minimicen el impacto en insectos y aves nocturnas.

Gestión de Energía (RESET Energy):

El proyecto incluye el diseño de sistemas de energía eficientes, con la posible incorporación de energía renovable. Se recomienda un monitoreo continuo del consumo energético para su gestión eficiente.

Uso Sostenible del Agua (RESET Water):

Se propone el diseño de sistemas de recolección de agua de lluvia para diversos usos, así como la construcción de una planta de tratamiento para aguas negras y grises.

Selección de Materiales Sostenibles (RESET Materials):

Los materiales seleccionados serán principalmente madera, acero y concreto, utilizando sistemas modulares fabricados en taller para minimizar los desperdicios en la obra. El acero será ensamblado en taller y montado en el sitio, facilitando su reutilización al final de su ciclo de vida. Para el concreto, se utilizarán sistemas prefabricados, como los ofrecidos por proveedores como Holcim, para muros de contención y bases de la estructura metálica.

Documentación y Certificación

Es esencial llevar a cabo un proceso de documentación detallado que registre todas las fases del diseño, construcción y monitoreo para facilitar la certificación RESET. La planificación y documentación de los sistemas modulares son cruciales para ayudar a reducir la huella de carbono durante todo el ciclo de vida del proyecto.

4.16 Programa Arquitectónico

Tabla 6 Programa Arquitectónico del Proyecto

Componente	Subcomponente	cantidad	Área en m2 por unidad	Cantidad de Usuarios Máximo
Oficinas	Oficina administrativa	1	58,7	8
Servicios Sanitarios	S.S Mujeres	1	27,6	5
	S.S Hombres	1	27,6	5
Vestidores	Vest. Mujeres	1	27,6	14
	Vest. Hombres	1	27,6	14
Sala Yoga	Sala	1	68,2	17
Gimnasio	Area descanso-Lockers	1	30,8	22
	Area de equipos	1	30	21
Salon multiusos	Salon Multiuso	1	99,2	33
Cancha Basketball 3x3	Cancha	1	149	6
Espacios Complementarios				
Circulaciones	Rampas	7	227,6	N/A
	Aceras acceso	2	57	N/A
Zonas Verdes	Jardines Internos	2	330	N/A
	Cubierta Verde	1	920	N/A
ÁREA TOTAL DEL PROYECTO			2080,9	146

Figura 33 Diagrama Áreas

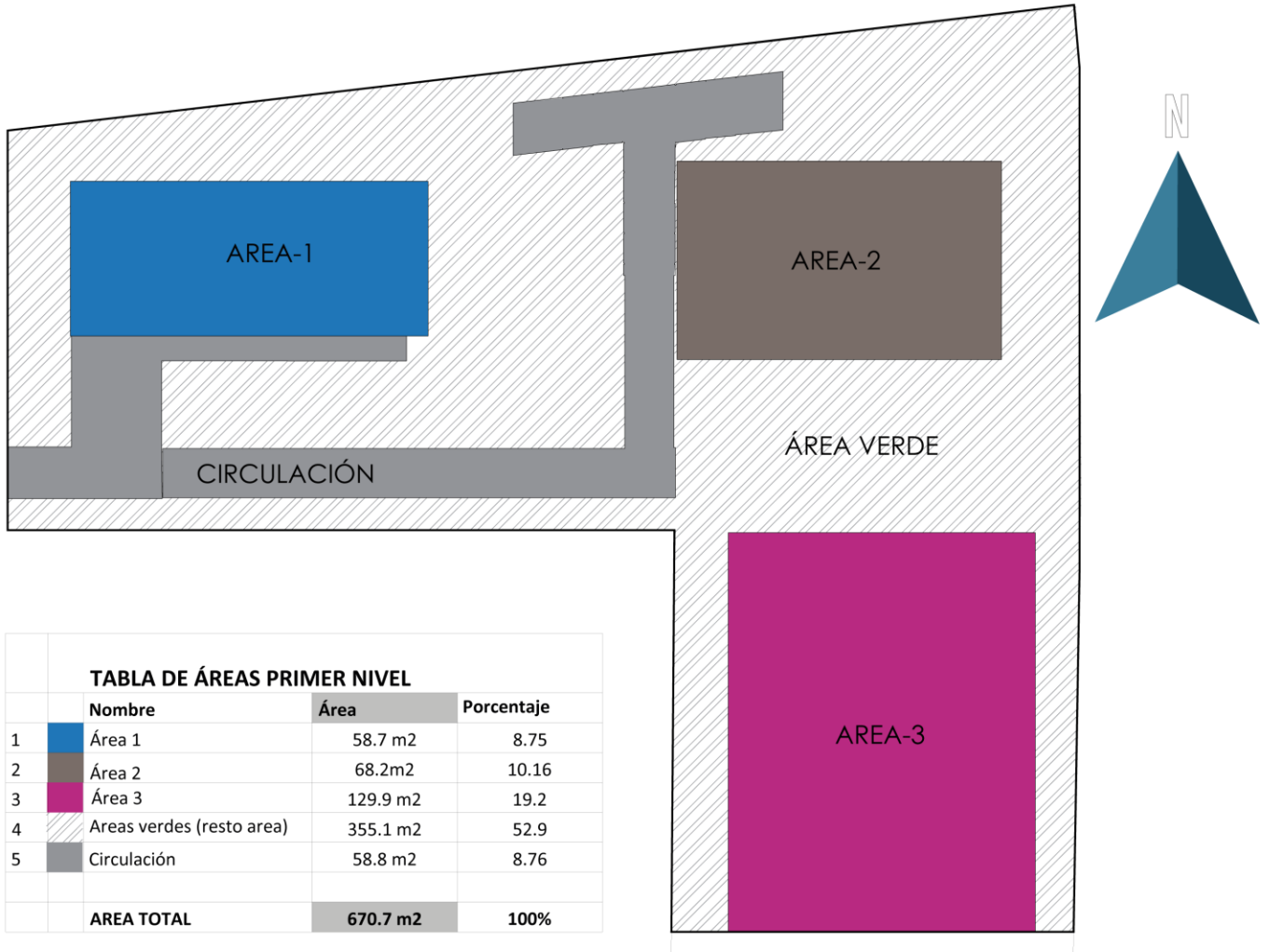


Imagen Creación Propia

Figura 34 Diagrama Áreas

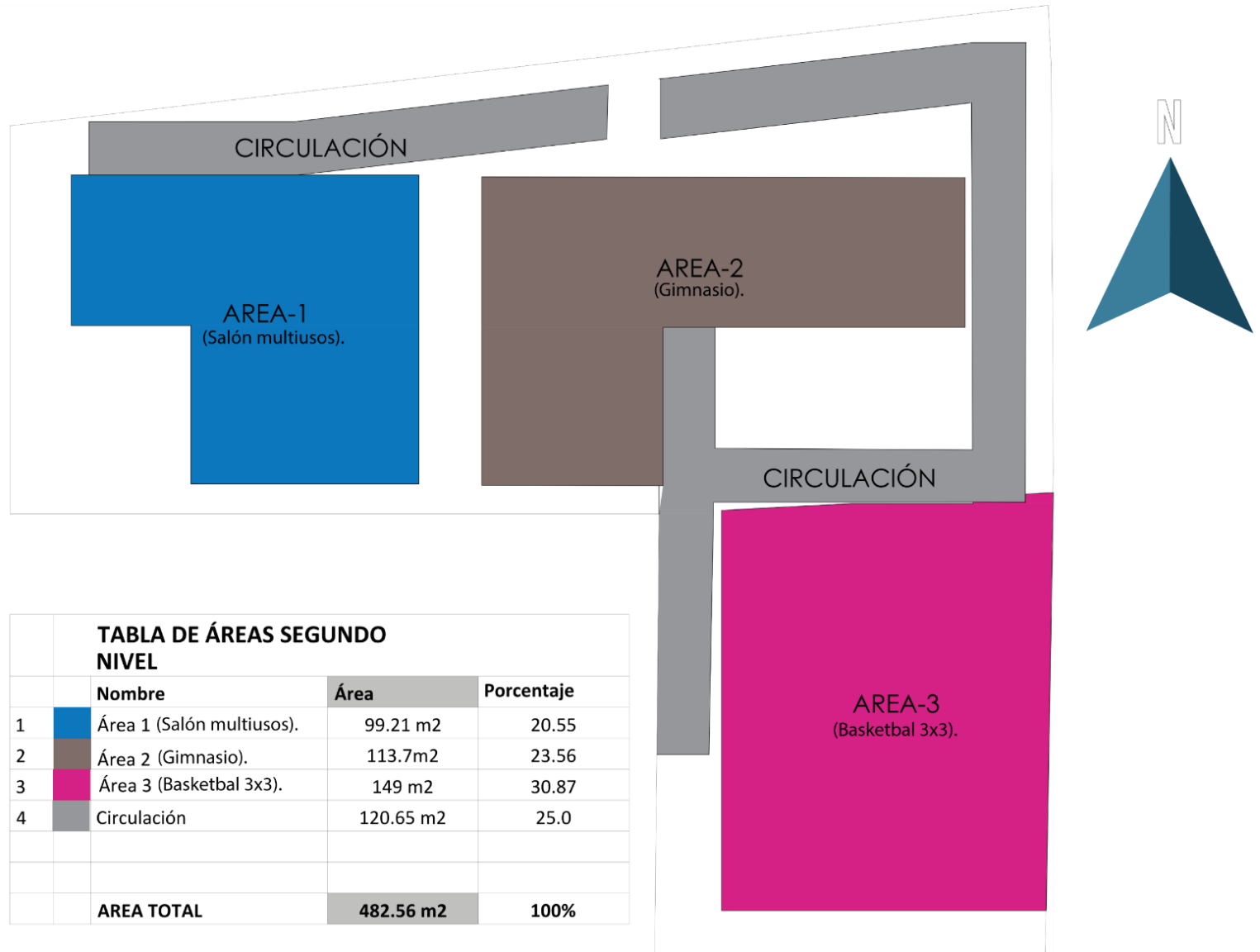
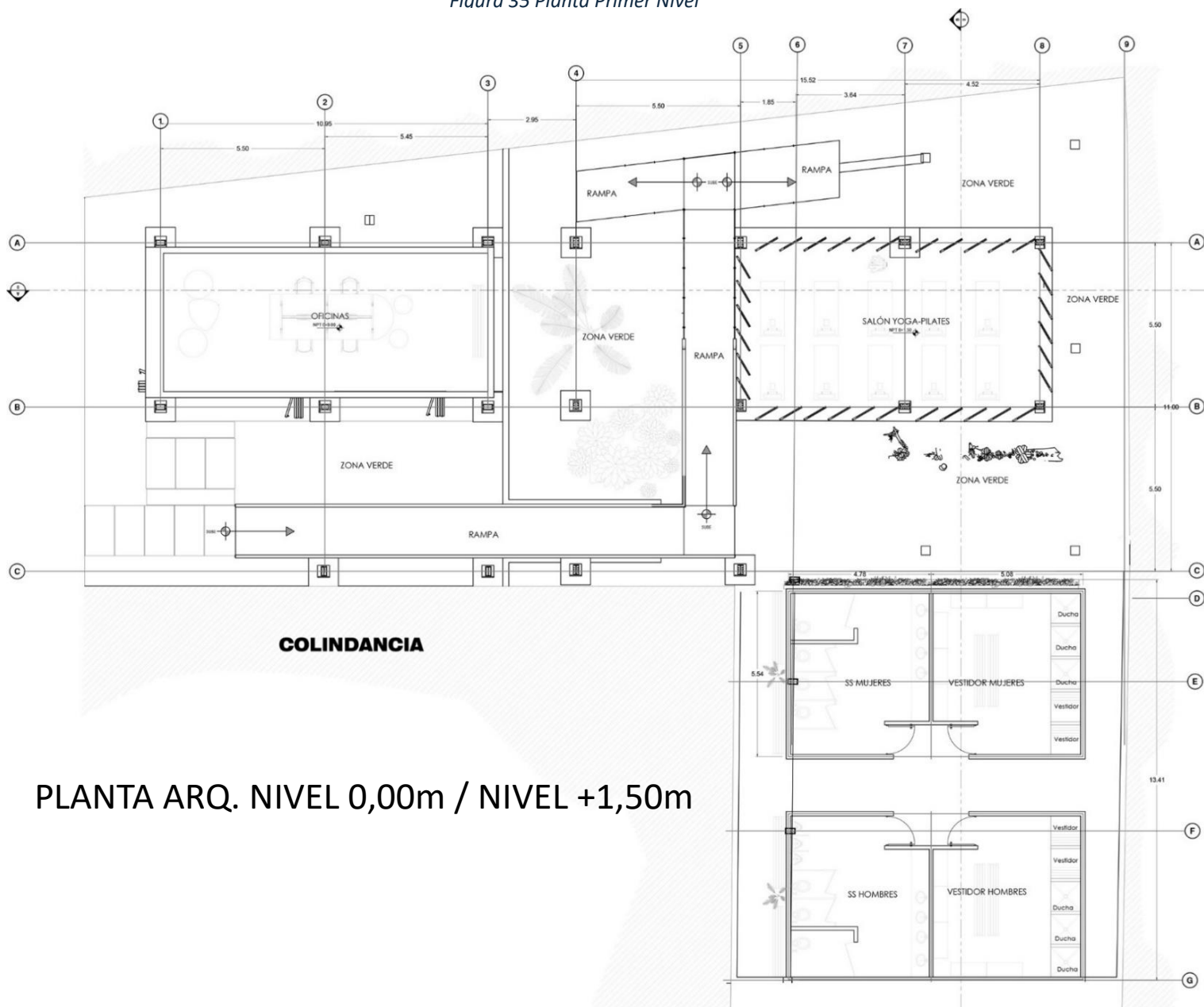


Imagen Creación Propia

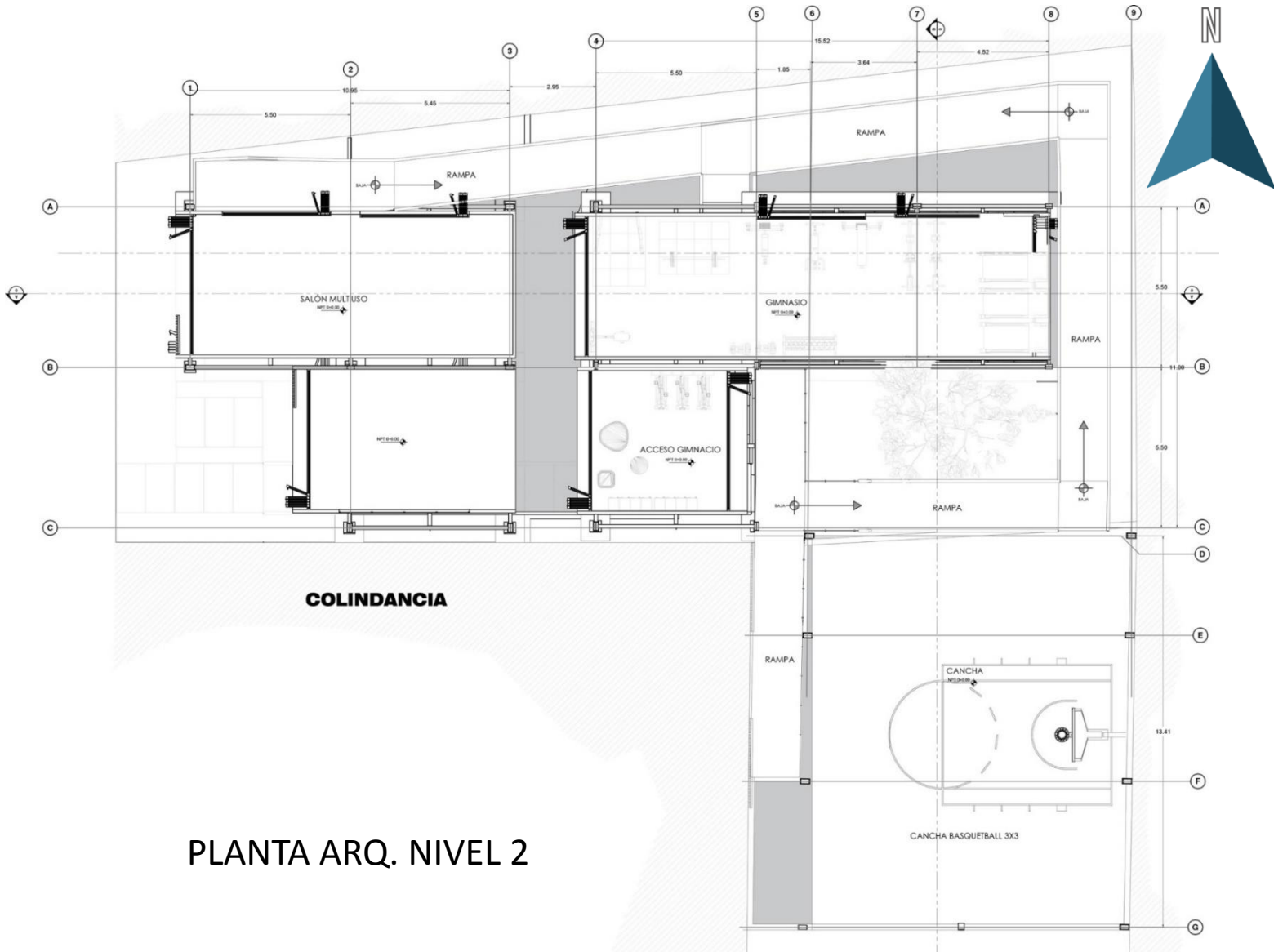
4.17 Plantas Arquitectónicas

Figura 35 Planta Primer Nivel



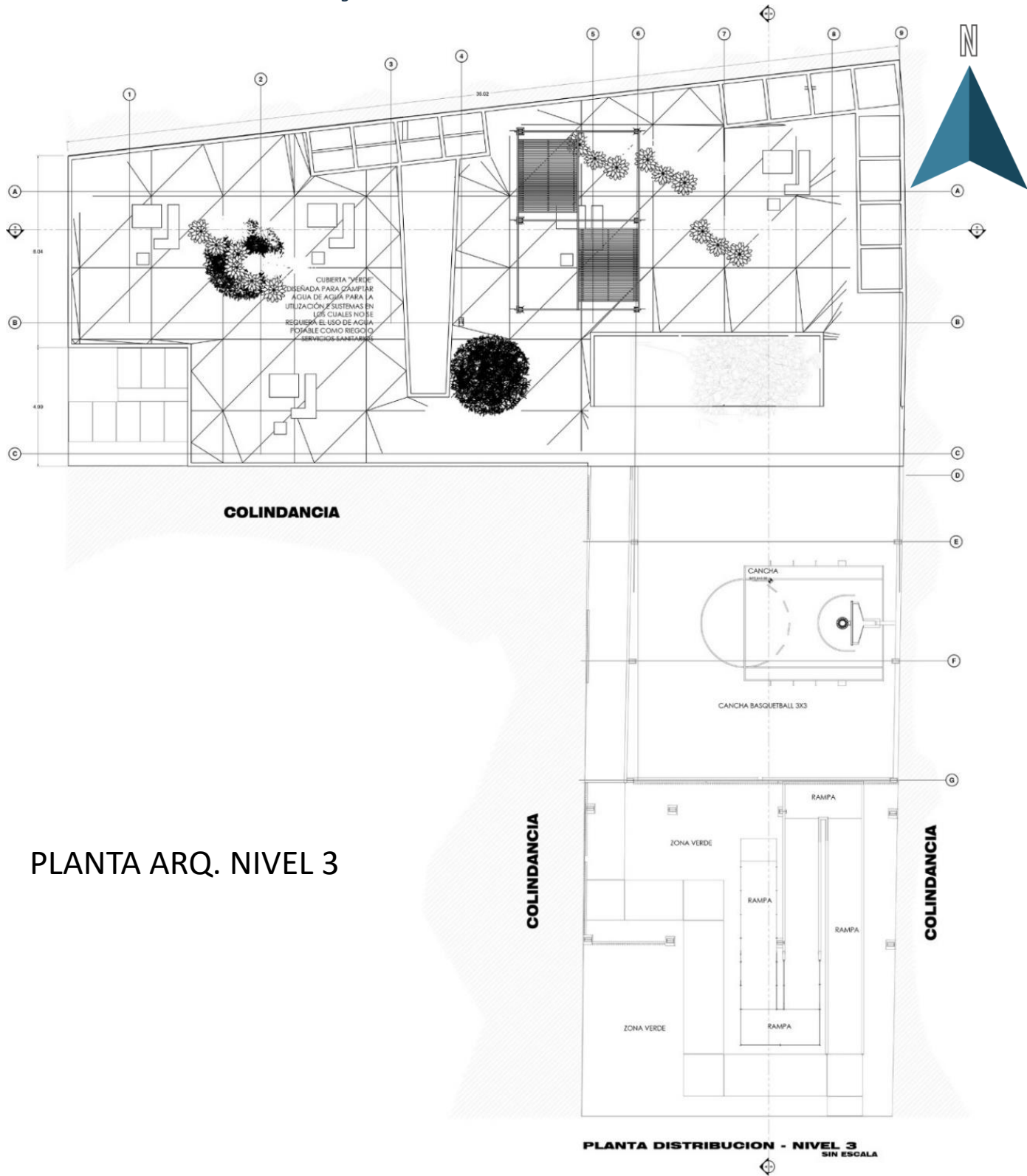
PLANTA ARQ. NIVEL 0,00m / NIVEL +1,50m

Figura 36 Planta Segundo Nivel



PLANTA ARQ. NIVEL 2

Figura 37 Planta Tercer Nivel



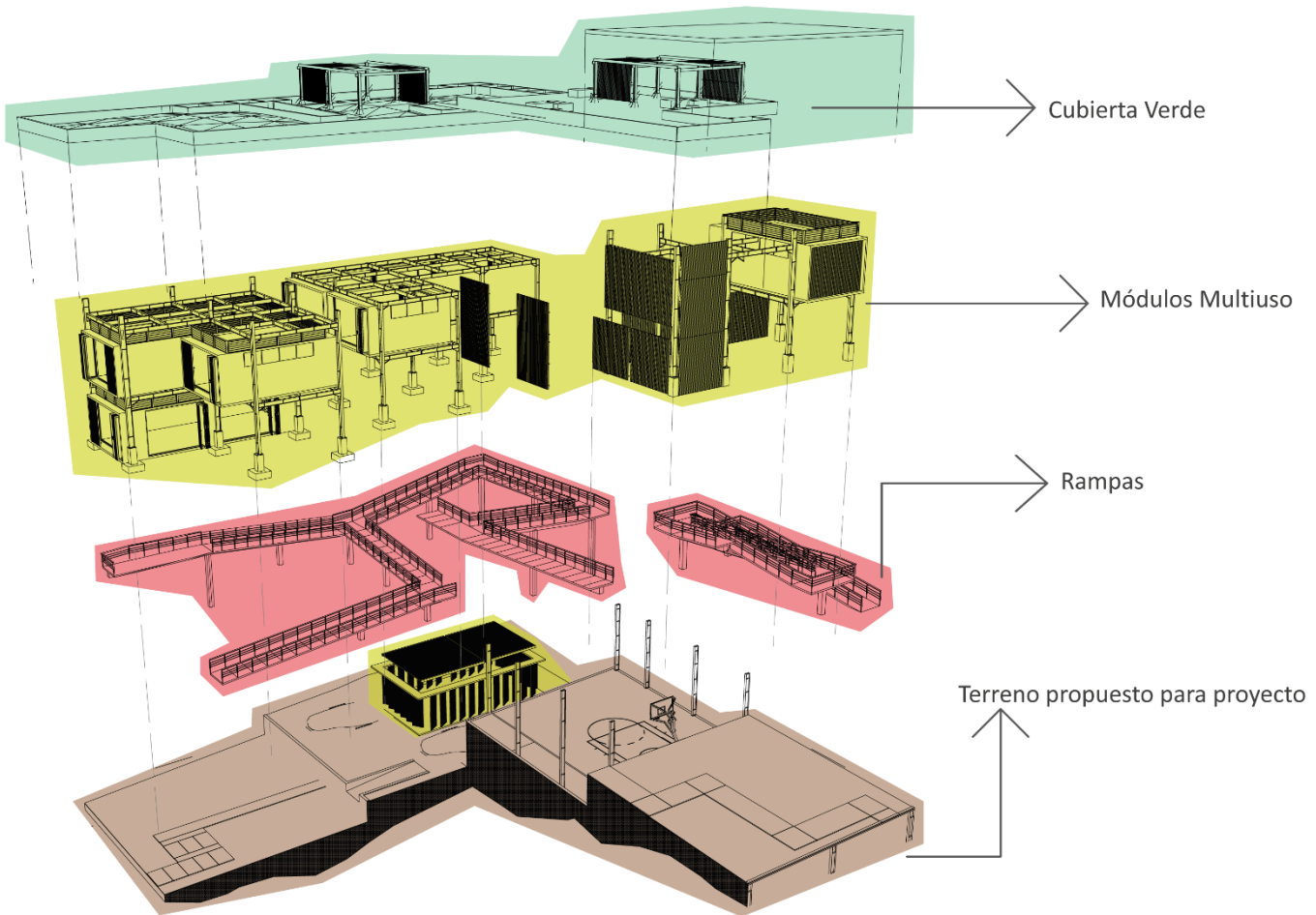
PLANTA ARQ. NIVEL 3

4.18 Planta Techos

Figura 38 Planta Techo

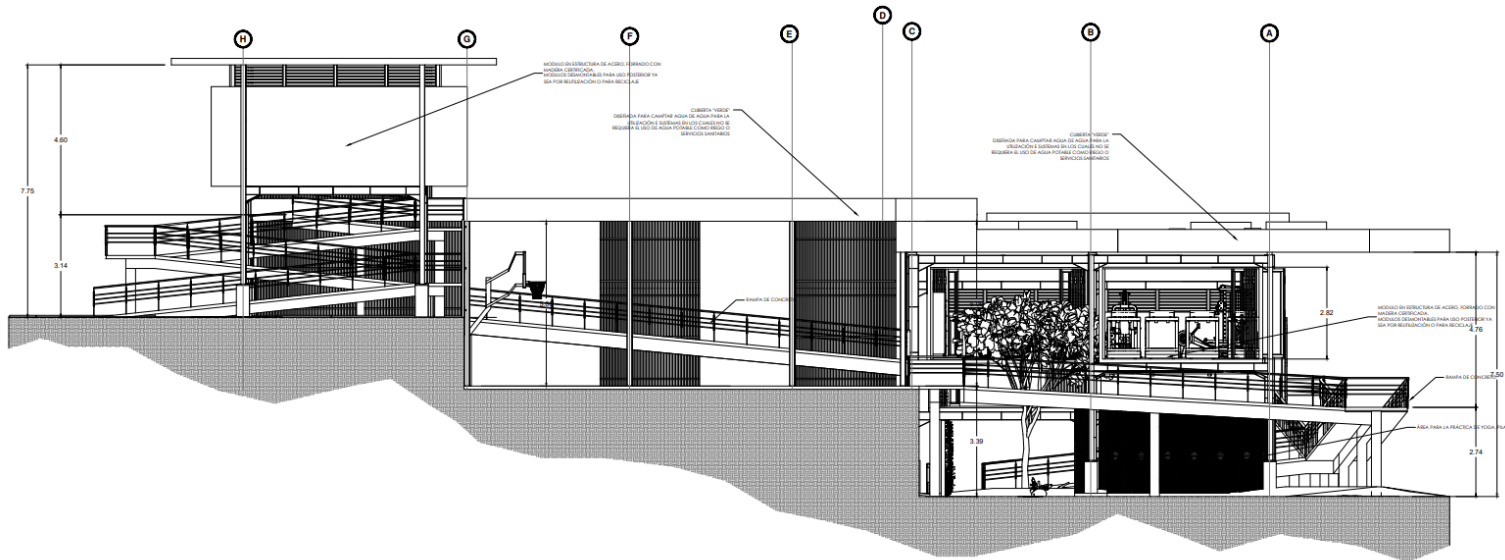


DIAGRAMA DE PROYECTO



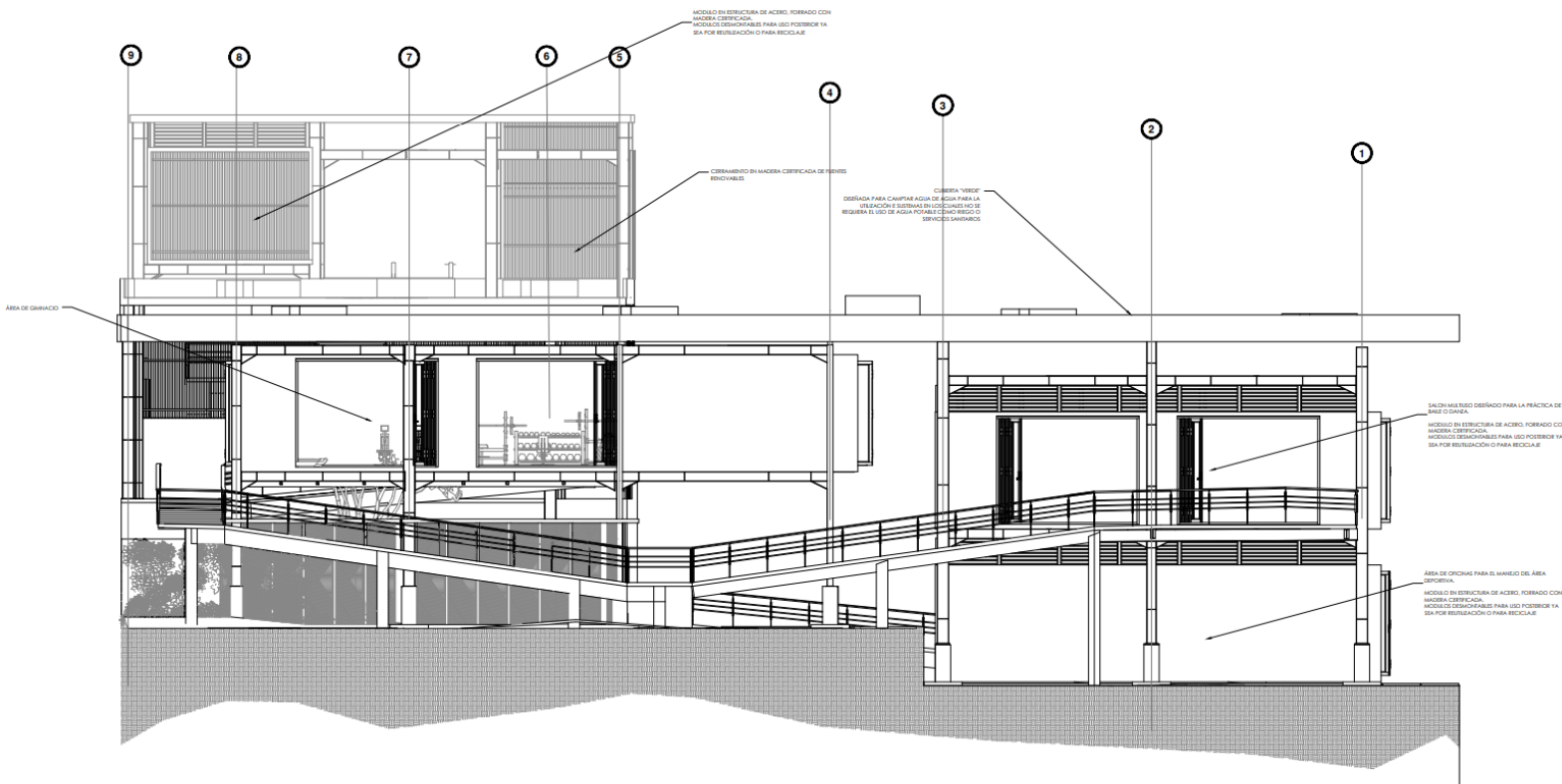
4.19 Fachadas

Figura 39 Fachada Oeste



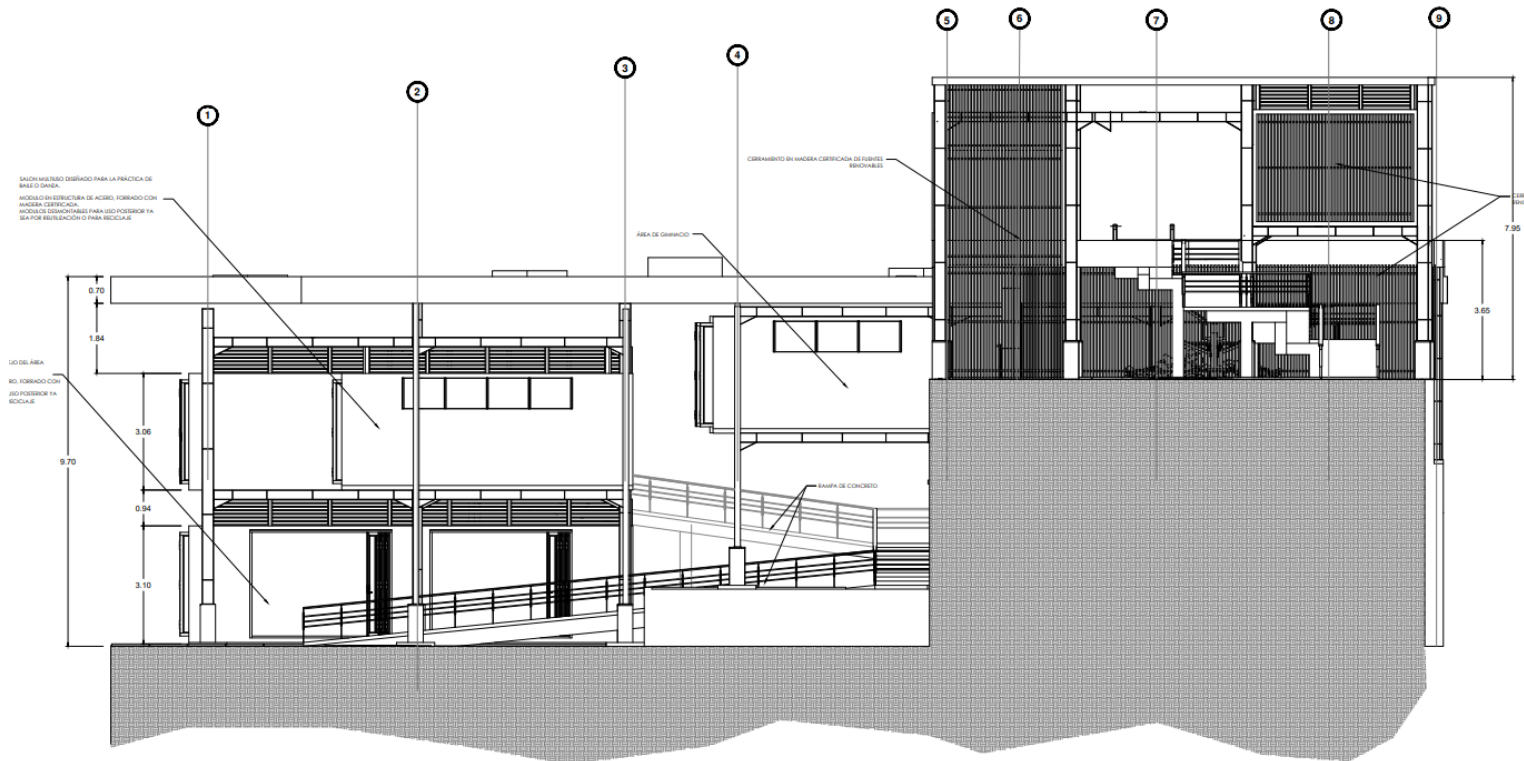
**FACHADA ESTE
SIN ESCALA**

Figura 40 Fachada Norte



**FACHADA NORTE
SIN ESCALA**

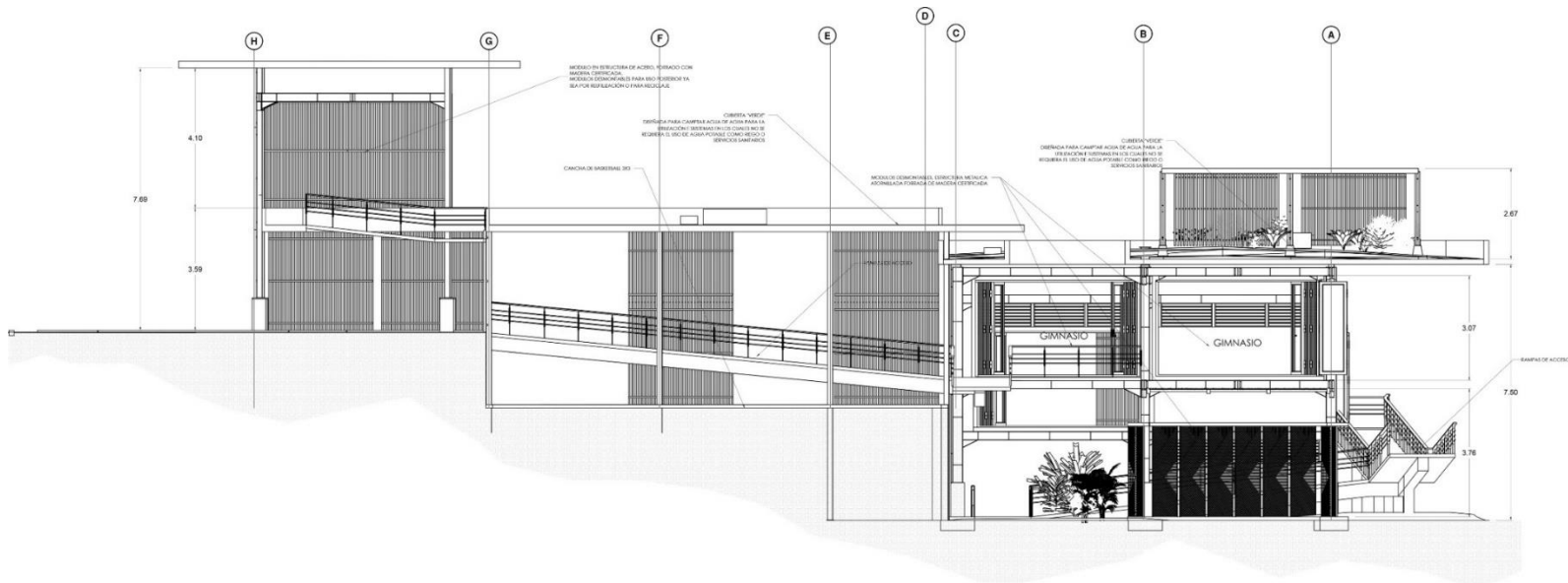
Figura 41 Fachada Sur



FACHADA SUR
SIN ESCALA

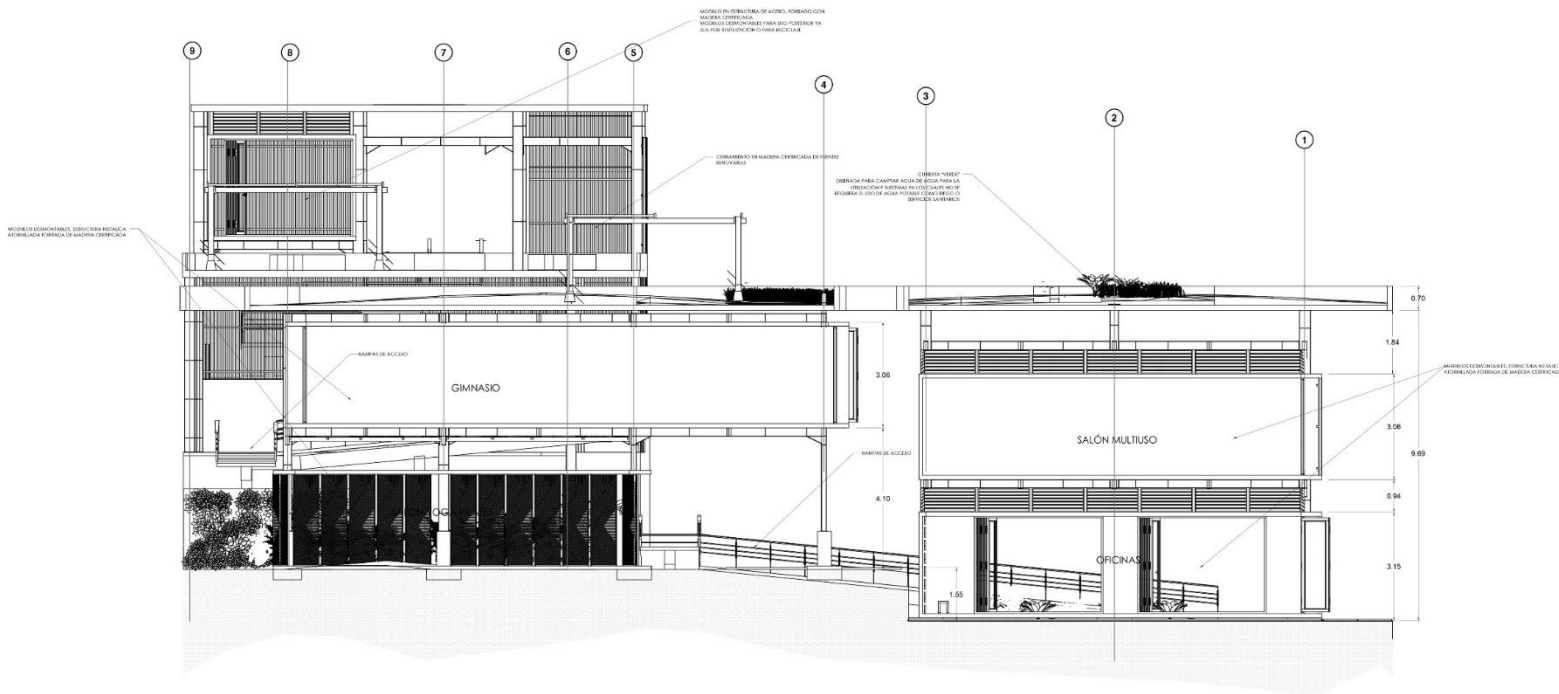
4.20 Sección A-A

Figura 42 Sección A-A



4.21 Sección B-B

Figura 43 Sección B-B



4.22 Análisis Solar del Proyecto

Para los análisis se utiliza la herramienta <https://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html> para la simulación de los solsticios y equinoccios en el proyecto y como este influye para tomar decisiones de diseño. El modelo es creación propia a partir del programa de modelado SketchUp pro, este fue exportado en formato obj para poder utilizar en el software Andrew Marsh.

4.22.1 Solsticio

El solsticio es un evento astronómico que ocurre dos veces al año, cuando el Sol alcanza su posición más alta o más baja en el cielo en relación con el ecuador terrestre. Esto sucede debido a la inclinación del eje de la Tierra y su órbita alrededor del Sol. Hay dos solsticios:

Solsticio de verano: ocurre alrededor del 21 de junio en el hemisferio norte (y alrededor del 21 de diciembre en el hemisferio sur). Es el día más largo del año, con la mayor cantidad de luz solar. Solsticio de invierno: ocurre alrededor del 21 de diciembre en el

hemisferio norte (y alrededor del 21 de junio en el hemisferio sur). Es el día más corto del año, con la menor cantidad de luz solar.

Estos solsticios marcan el inicio del verano y el invierno, respectivamente, y han sido celebrados por diversas culturas a lo largo de la historia por su significado relacionado con la agricultura, la naturaleza y la espiritualidad.

Simulación 9 AM

Posición del Sol: Durante el solsticio de verano, el sol se encuentra en su punto más alto en el cielo en comparación con otras estaciones del año. A las 9 am, el sol estará relativamente alto en el horizonte, hacia el este-noreste.

Sombras Proyectadas: Las sombras serán moderadamente largas y se proyectarán hacia el oeste-suroeste. Los edificios y estructuras más altas proyectarán sombras considerables, pero más cortas que en invierno.

Efectos: La luz del sol será intensa, creando un ambiente más cálido. Las áreas orientadas al este-noreste recibirán la luz solar directa, calentándose rápidamente.

Figura 44 Solsticio 9 am

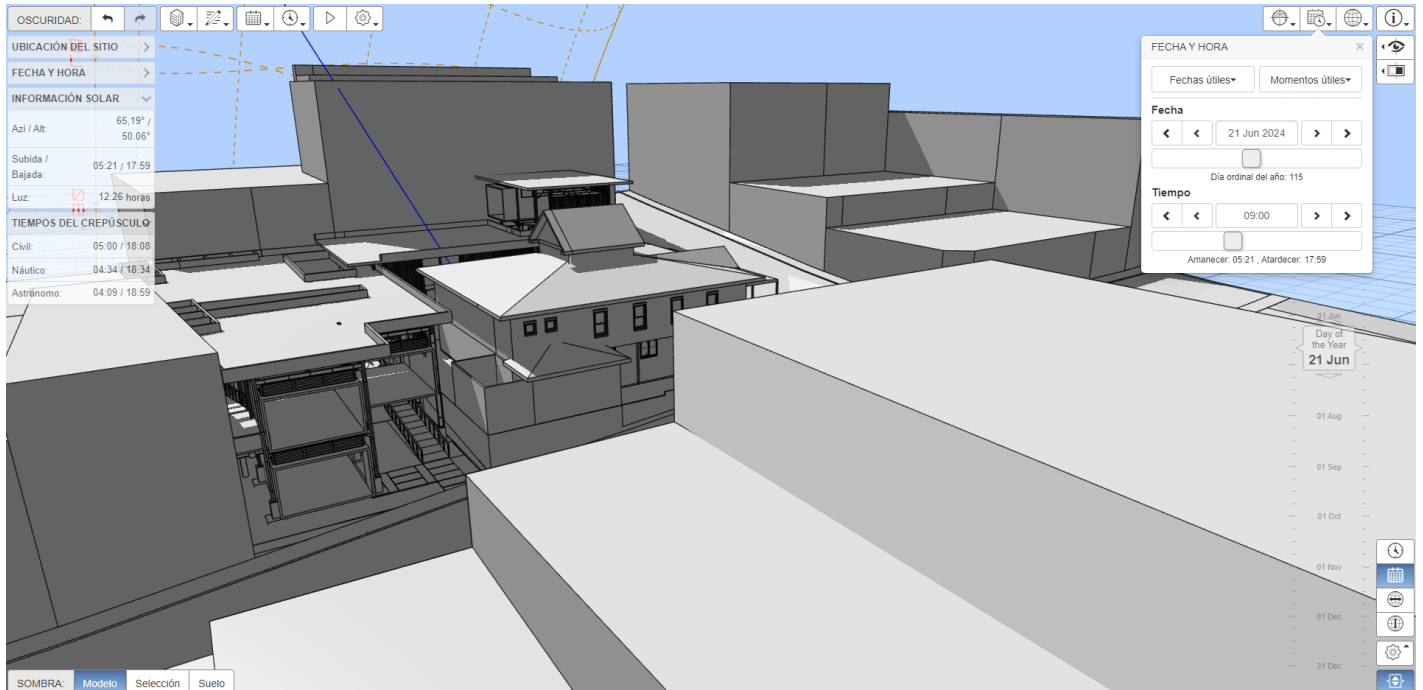


Imagen Creación Propia.

Simulación 12 MD (Mediodía)

Posición del Sol: Al mediodía, el sol estará casi directamente sobre la cabeza, en el cenit. Este es el momento del día con la mayor intensidad de luz solar.

Sombras Proyectadas: Las sombras serán cortas y estarán prácticamente debajo de las estructuras. En zonas abiertas, las sombras serán mínimas.

Efectos: La iluminación será muy intensa y directa, creando temperaturas más altas. Las áreas expuestas al sol se calentarán rápidamente, lo que puede ser útil para la energía solar pasiva y la iluminación natural. Es importante considerar estrategias de sombreado para evitar el sobrecalentamiento.

Figura 45 Solsticio 12 pm

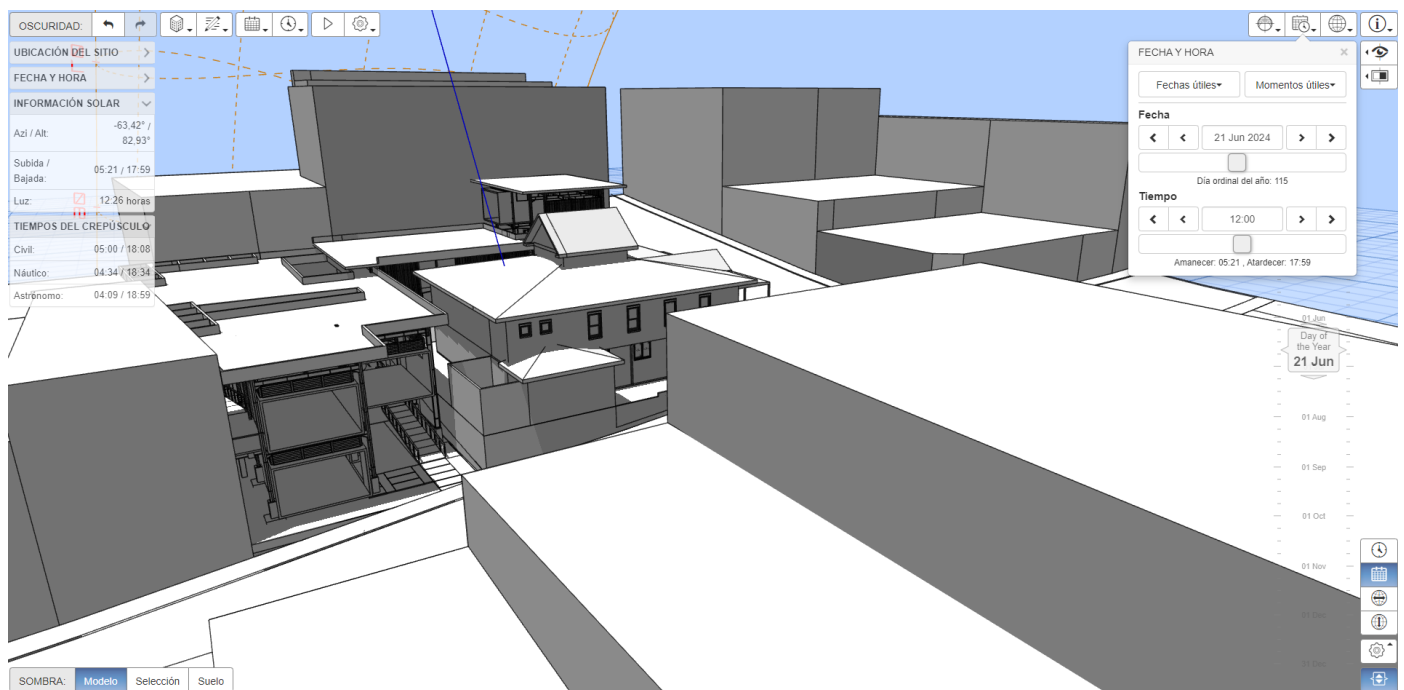


Imagen Creación Propia.

Simulación 3 PM

Posición del Sol: A las 3 pm, el sol habrá comenzado a descender hacia el oeste-noroeste.

Sombras Proyectadas: Las sombras se alargarán nuevamente, extendiéndose hacia el este-sureste. Las estructuras proyectarán sombras largas, especialmente en las áreas orientadas al este-sureste.

Efectos: La luz del sol será intensa, pero menos que al mediodía. Las áreas orientadas al oeste-noroeste recibirán la luz solar directa, manteniendo una temperatura cálida durante la tarde.

Figura 46 Solsticio 3 pm

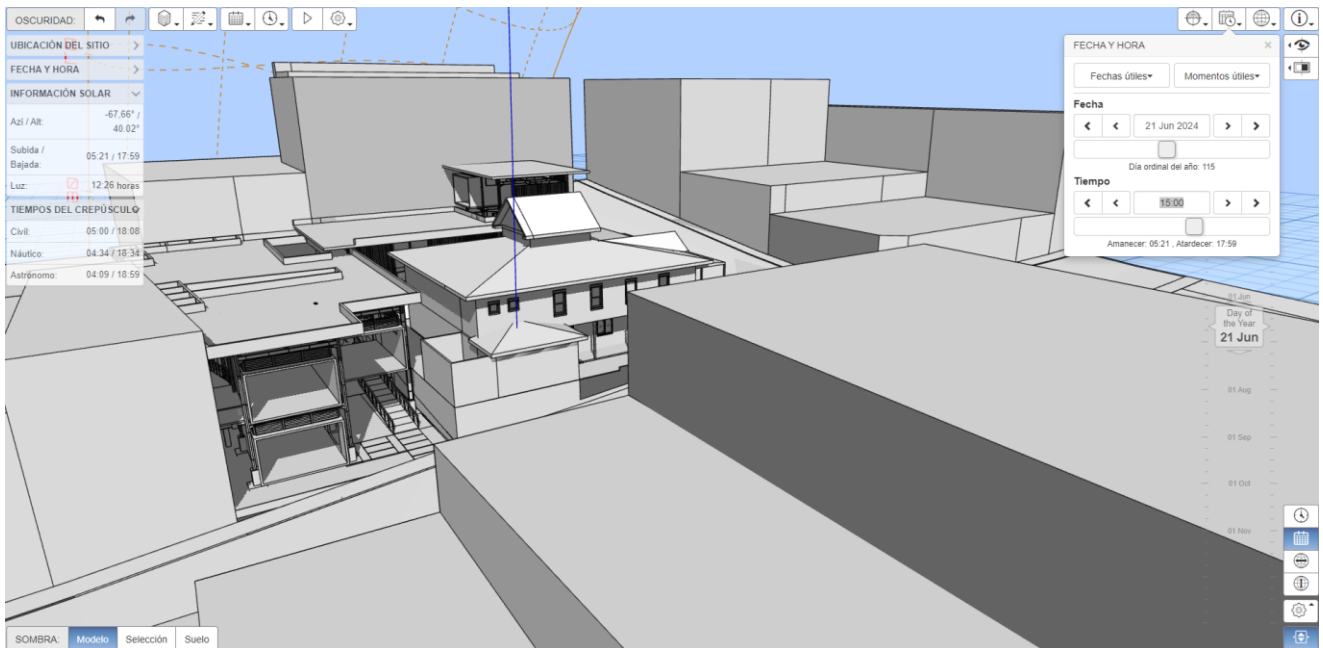


Imagen Creación Propia.

Consideraciones Generales para el Diseño

Iluminación Natural: En el solsticio, es crucial maximizar la captación de luz natural durante el día. Orientar las ventanas y áreas de uso común hacia el este y el sur puede ayudar a aprovechar la luz matutina y de mediodía.

Ventilación y Sombreado: Utiliza ventilación natural y estructuras de sombreado para proporcionar un confort térmico adecuado durante las horas de mayor intensidad solar. La vegetación también puede ayudar a moderar las temperaturas y mejorar el confort térmico.

4.22.2 Equinoccio (hemisferio norte)

Ocurre el 20 de marzo y el 23 de septiembre, durante el equinoccio, el día y la noche tienen prácticamente la misma duración en todo el mundo, ya que el Sol se encuentra exactamente sobre el ecuador terrestre. Este evento marca el inicio de la primavera en

marzo y del otoño en septiembre en el hemisferio norte, mientras que en el hemisferio sur sucede lo contrario.

El equinoccio ocurre porque la Tierra está inclinada sobre su eje, y durante estos dos momentos específicos del año, el eje no está inclinado ni hacia el Sol ni en dirección opuesta, lo que permite que los rayos solares lleguen de manera más equilibrada a ambos hemisferios.

Simulación 9 AM

- Posición del Sol: Durante el equinoccio, el sol se encuentra más alto en el cielo comparado con el invierno. A las 9 am, el sol estará ascendiendo en el este.
- Sombras Proyectadas: Las sombras serán moderadamente largas y se proyectarán hacia el oeste. Los edificios y estructuras más altas proyectarán sombras considerables sobre las áreas circundantes.
- Efectos: La luz del sol será más intensa que en invierno, creando un ambiente más cálido. Las áreas sombreadas seguirán frescas, mientras que las superficies orientadas al este recibirán la luz solar directa.

Figura 47 Equinoccio Primavera 9 am

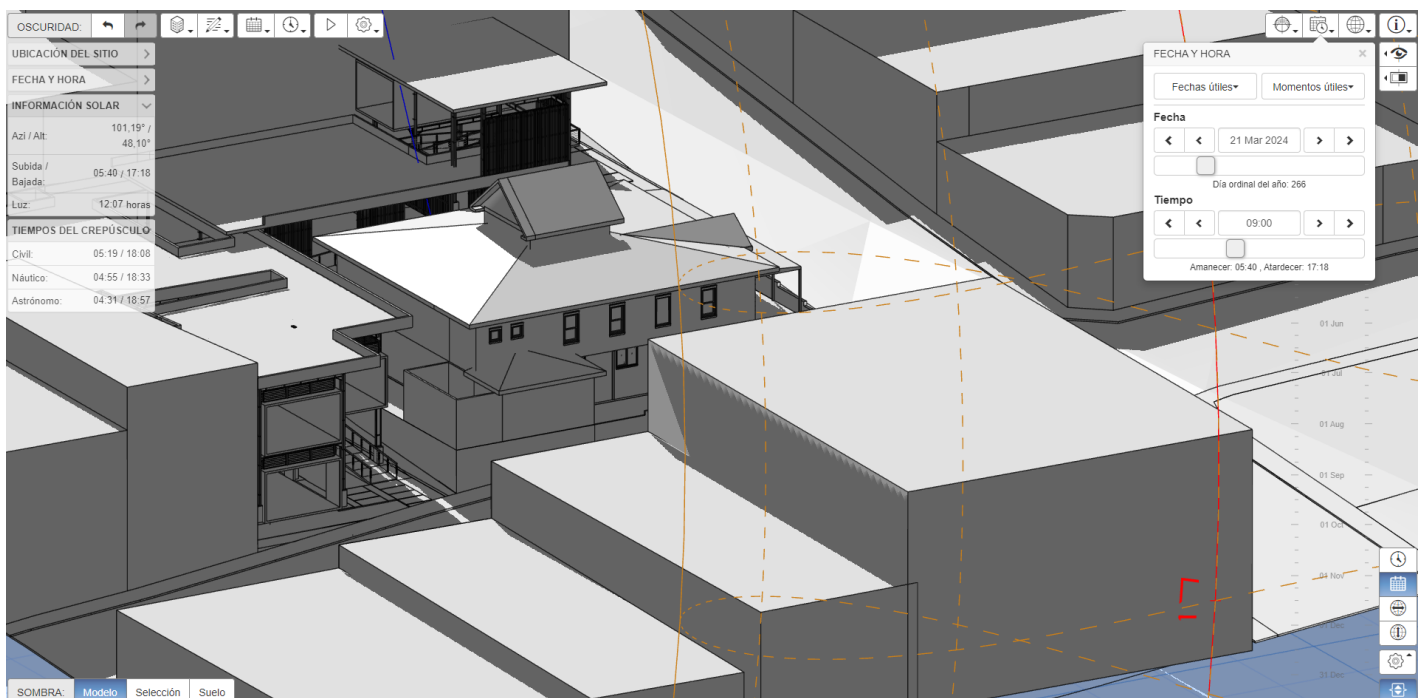


Imagen Creación Propia.

Simulación 12 MD (Mediodía)

- Posición del Sol: Al mediodía, el sol estará directamente sobre el ecuador, aproximadamente en el cenit, lo cual significa que estará casi directamente sobre la cabeza.
- Sombras Proyectadas: Las sombras serán cortas y estarán prácticamente debajo de las estructuras. En zonas abiertas, las sombras serán mínimas.
- Efectos: La iluminación será muy intensa y directa, creando temperaturas más altas. Las áreas expuestas al sol se calentarán rápidamente, lo que es útil para la energía solar pasiva y la iluminación natural.

Figura 48 Equinoccio Primavera 12pm

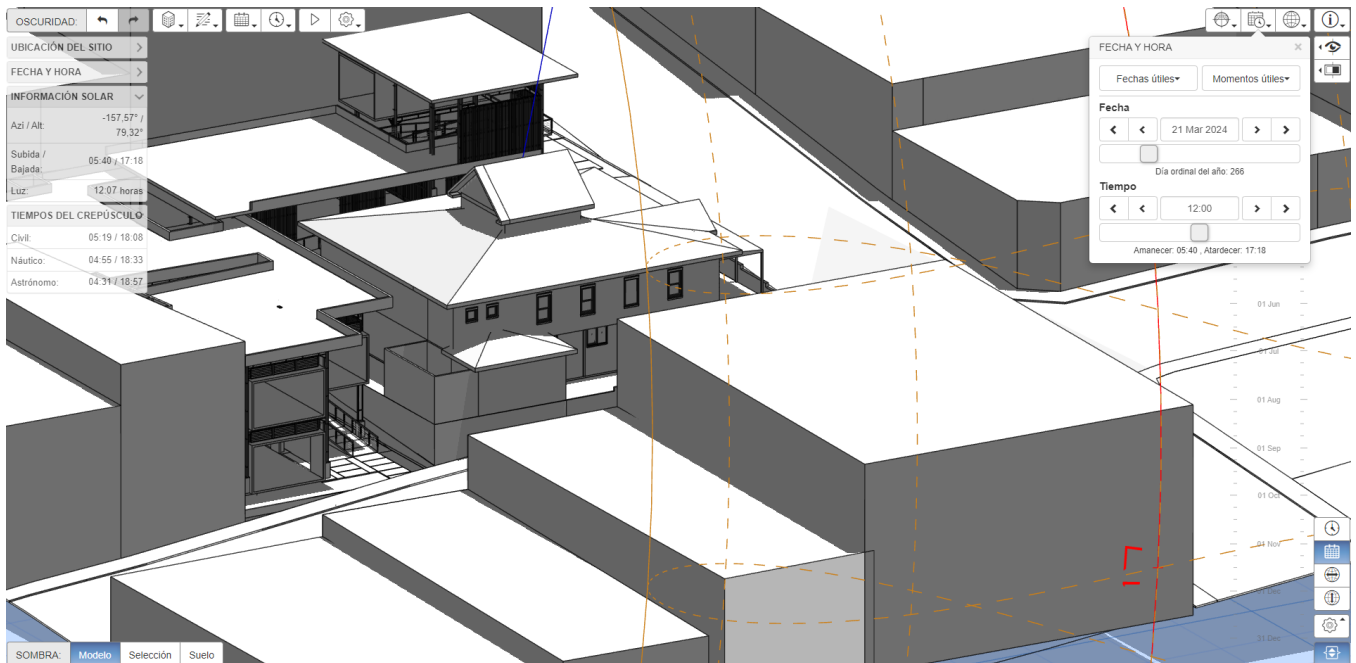


Imagen Creación Propia.

Simulación 3 PM

- Posición del Sol: A las 3 pm, el sol habrá comenzado a descender hacia el oeste.
- Sombras Proyectadas: Las sombras se alargarán nuevamente, esta vez extendiéndose hacia el este. Las estructuras proyectarán sombras largas, especialmente en las áreas orientadas al este.

- Efectos: La luz del sol será intensa, pero menos que al mediodía. Las áreas orientadas al oeste recibirán la luz solar directa, lo que contribuirá a mantener una temperatura cálida durante la tarde.

Figura 49 Equinoccio Primavera 3pm

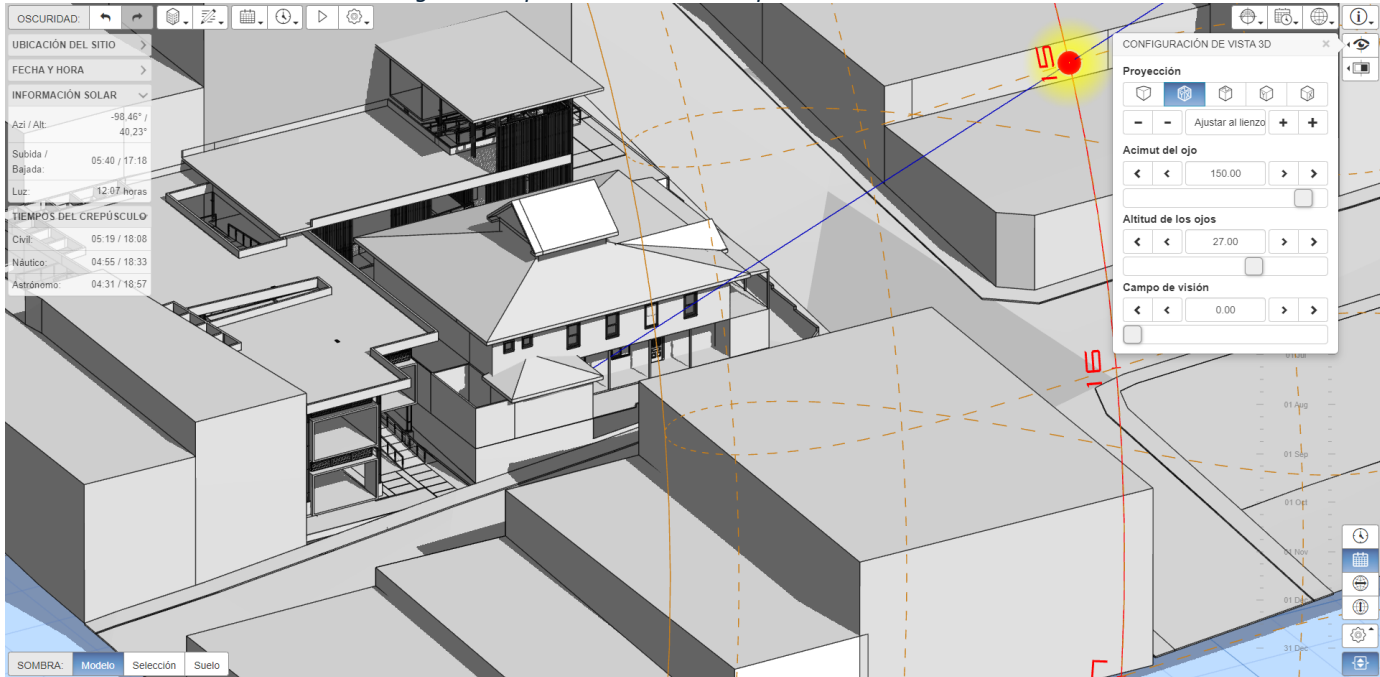


Imagen Creación Propia.

Consideraciones Generales para el Diseño

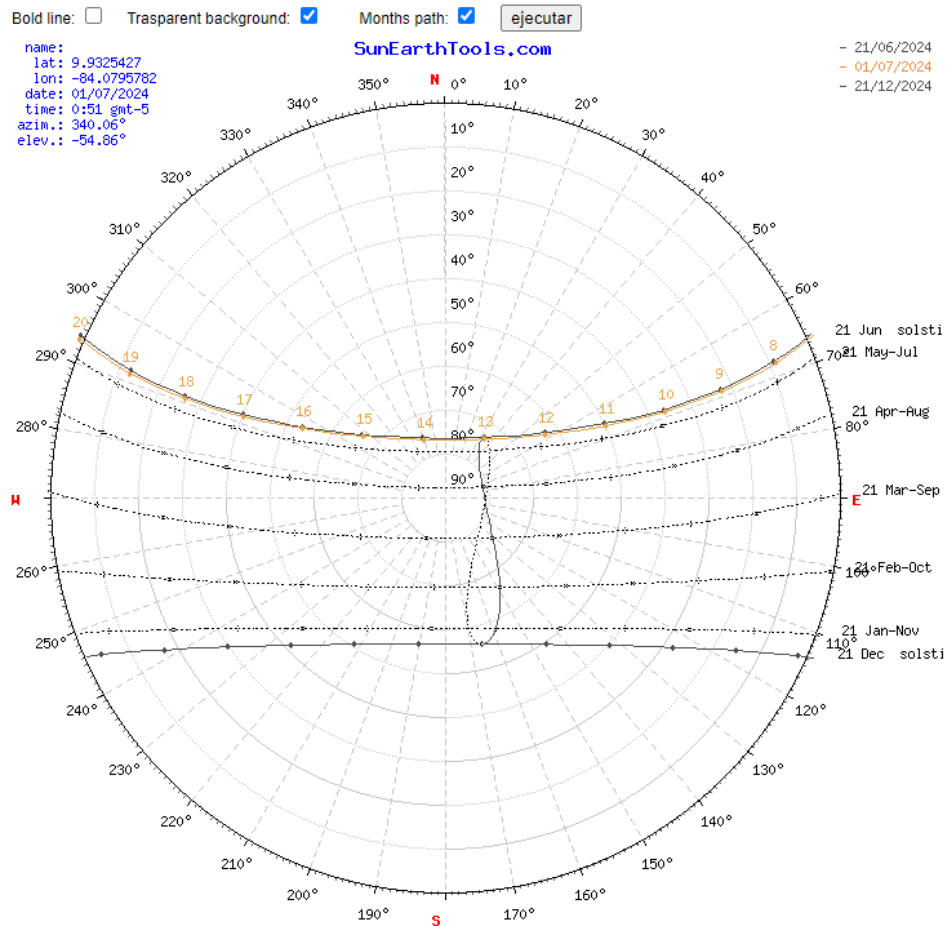
- Iluminación Natural: En el equinoccio de primavera, es crucial maximizar la captación de luz natural durante el día. Orientar las ventanas y áreas de uso común hacia el sur y el este puede ayudar a aprovechar la luz matutina y de mediodía.
- Sombreado y Vegetación: Utiliza vegetación y estructuras para proporcionar sombra en áreas donde el sol directo puede ser excesivo durante la tarde. Esto también ayudará a moderar las temperaturas y mejorar el confort térmico.

4.23 Asoleamiento según carta solar

El asoleamiento en un proyecto arquitectónico se refiere a la exposición de las superficies del edificio a la luz solar directa. La carta solar es una herramienta que muestra la trayectoria del sol en el cielo en diferentes momentos del día y del año para una ubicación específica. Permite analizar cómo incide la luz solar en el diseño del edificio.

Para esto se utiliza el modelo siguiente de carta solar para el proyecto

Figura 50 Carta Solar



Esta carta solar se obtiene utilizando la herramienta gratuita de la página

https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=es

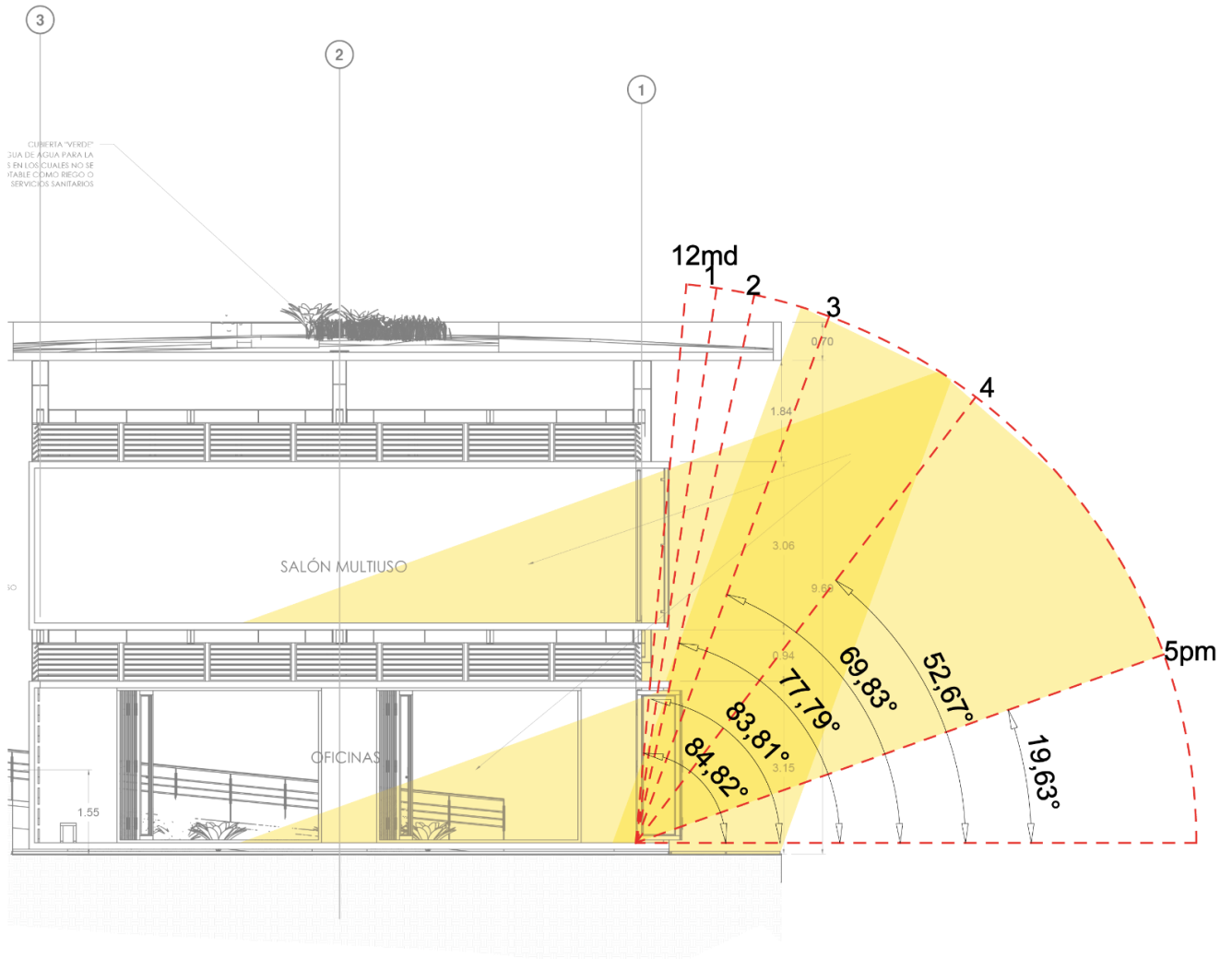
Al utilizar una carta solar en un proyecto, se puede determinar:

1. Horas de sol: Cuándo y dónde la luz solar incide directamente sobre el edificio.
2. Orientación óptima: La mejor orientación para maximizar o minimizar la exposición solar según las necesidades del proyecto.
3. Control de la radiación solar: Planificar estrategias para aprovechar o protegerse de la radiación solar, como el uso de aleros, persianas o elementos vegetales.

El análisis del asoleamiento ayuda a optimizar el confort térmico y la eficiencia energética del edificio, mejorando su sostenibilidad y reduciendo costos operativos a largo plazo.

Para el proyecto se realizan algunas proyecciones según los cortes A-A y B-B los cuales sirven como una guía para tomar algunas decisiones de diseño.

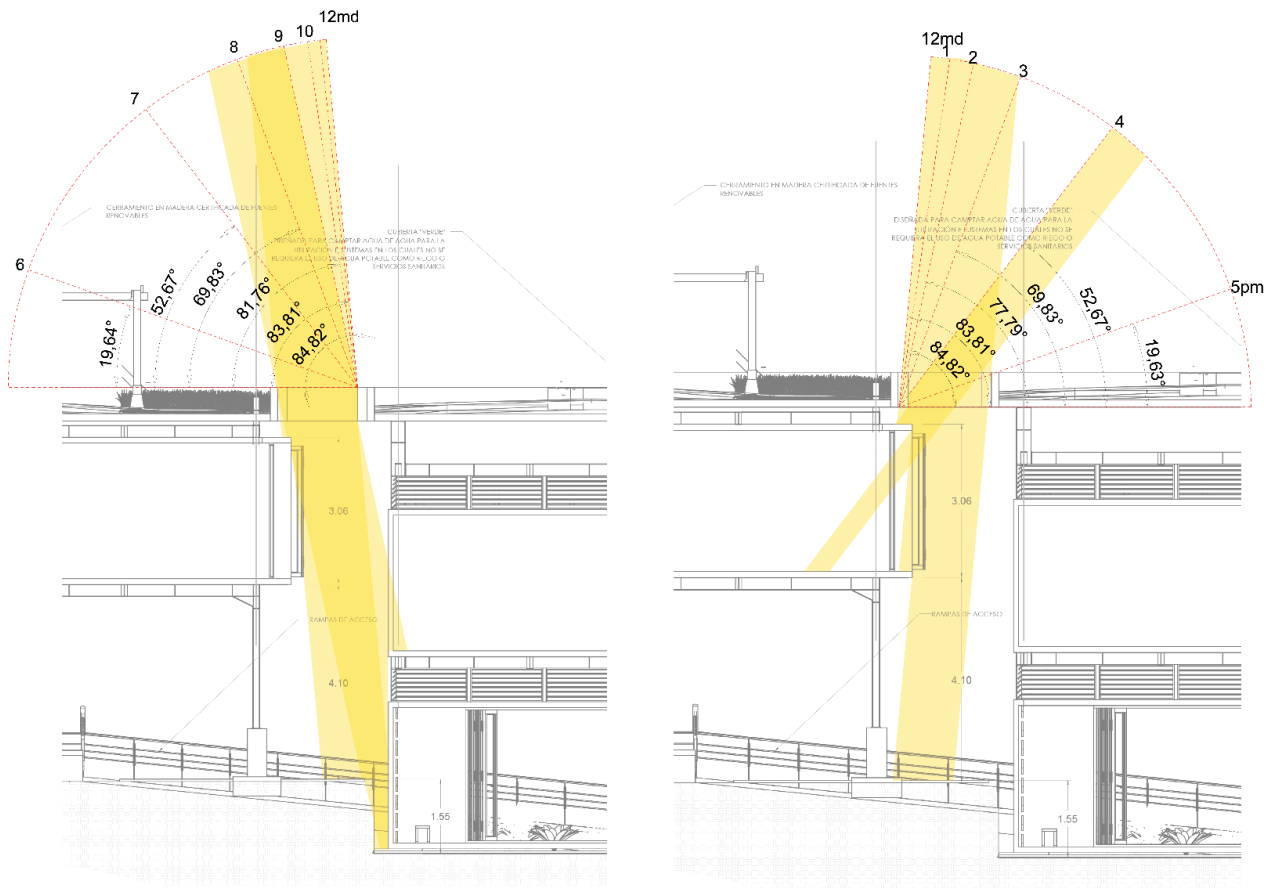
Figura 51 Proyección Iluminación de 12md a 5pm



Asoleamiento solar según carta solar entre las horas 12 medio día a 5pm para las áreas de oficinas y salón multiuso.

Asoleamiento solar según carta solar entre las horas 12 medio día a 5pm. En esta imagen se puede observar que según las proyecciones las horas de mayor incidencia solar en las áreas de oficinas y el salón multiuso serán a partir de las 3 de la tarde hasta el ocaso. Como medida de protección se plantea la utilización de louvers, persianas de madera o similar que sean móviles esto para permitir que el aire pueda circular con libertad en caso sea necesario.

Figura 52 Proyección Iluminación de 8am a 12md



Asoleamiento solar según carta solar entre las horas 9am a 5pm para el área de gimnasio y salón multiuso. La luz directa entraría por la parte superior de la edificación por los tragaluces los cuales permitirán el ingreso de luz solar desde las 9am aproximadamente hasta pasadas las 4 de la tarde como se puede ver en las imágenes. Para el área de gimnasio y el área de yoga se plantea la utilización de puertas plegadizas de vidrio las cuales permitan mantener un flujo de aire según sea necesario para los ocupantes del lugar.

Figura 53 Proyección Iluminación de 12md a 5pm.

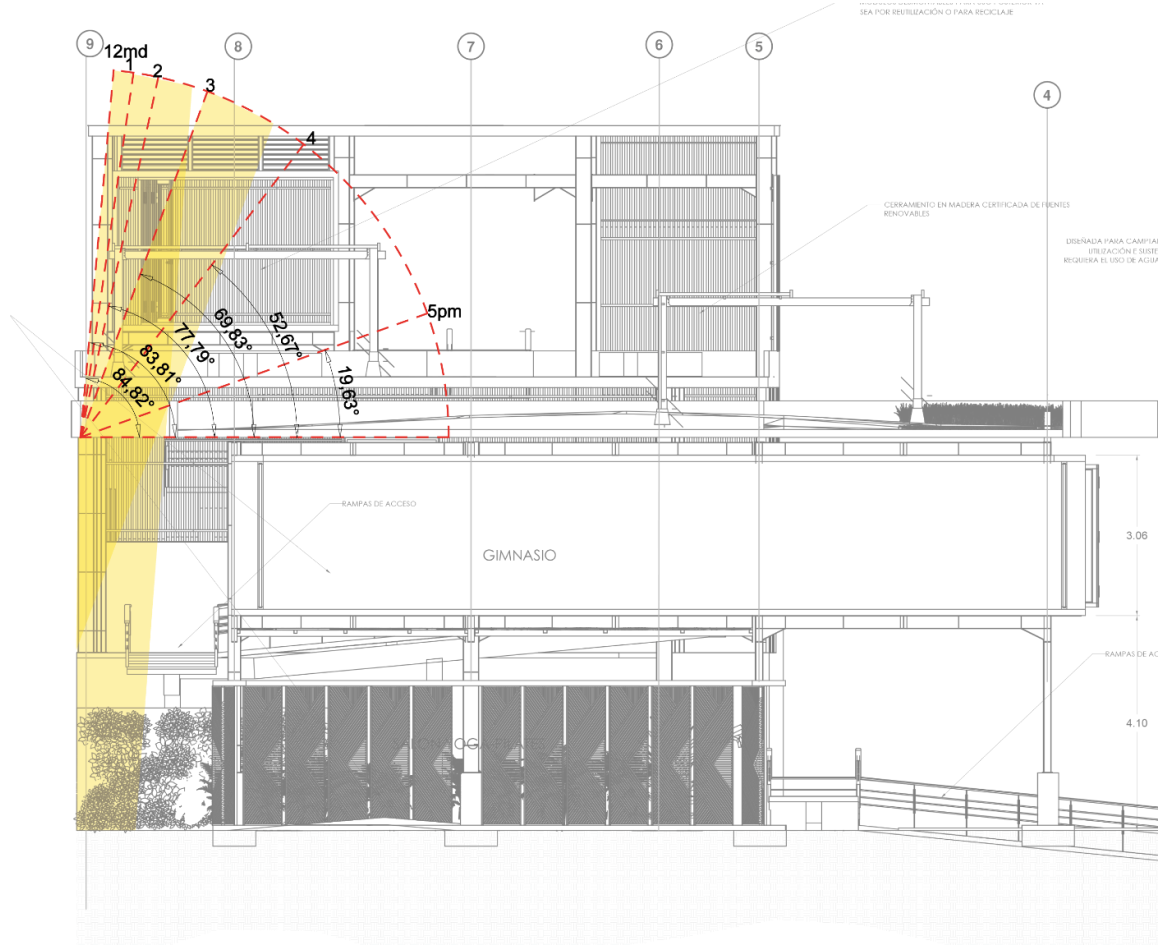


Figura 54 Proyección Iluminación de 8am a 12md

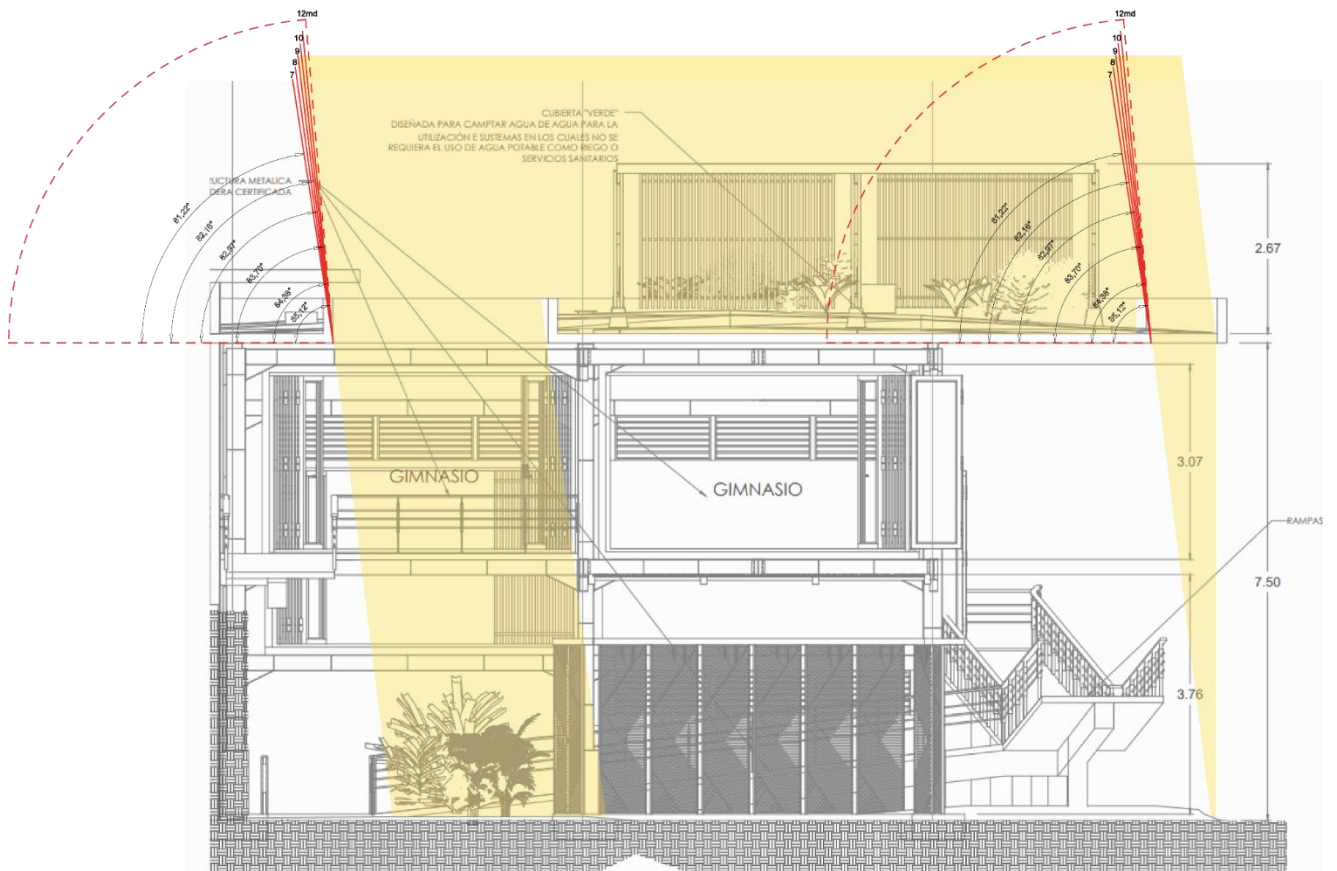
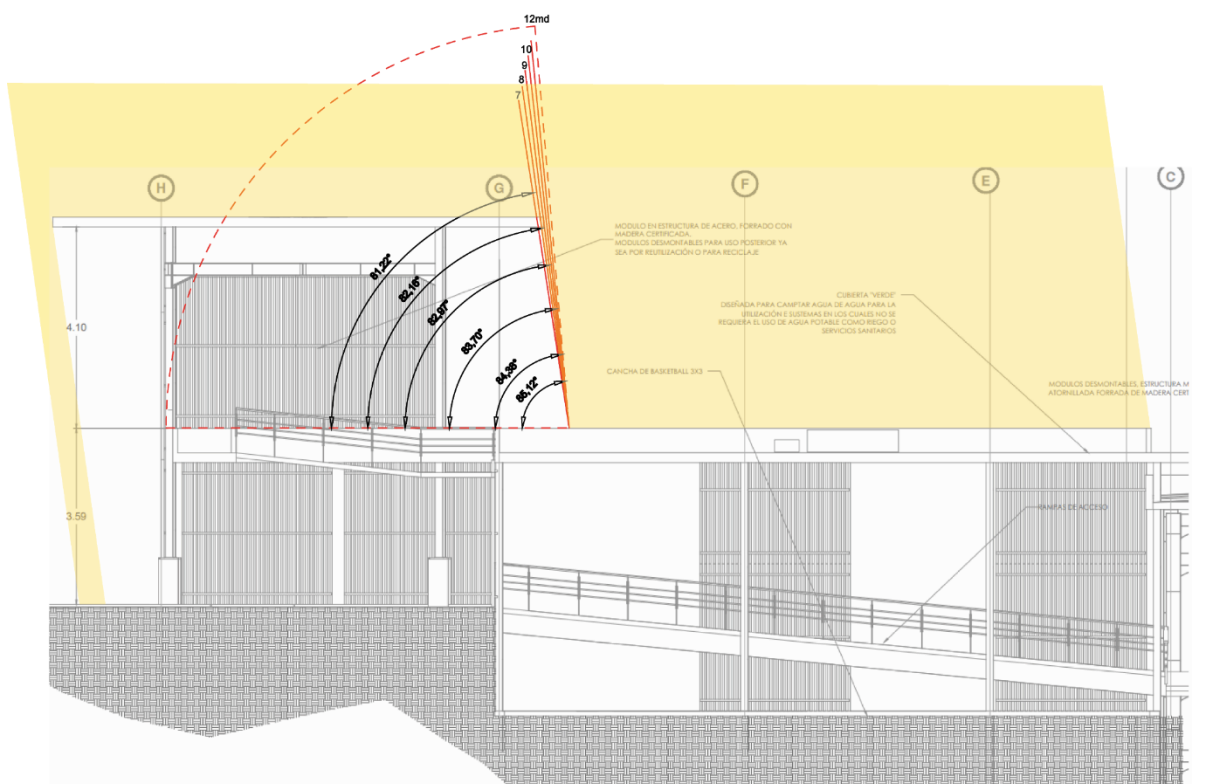


Figura 55 Proyección Iluminación de 8am a 12md

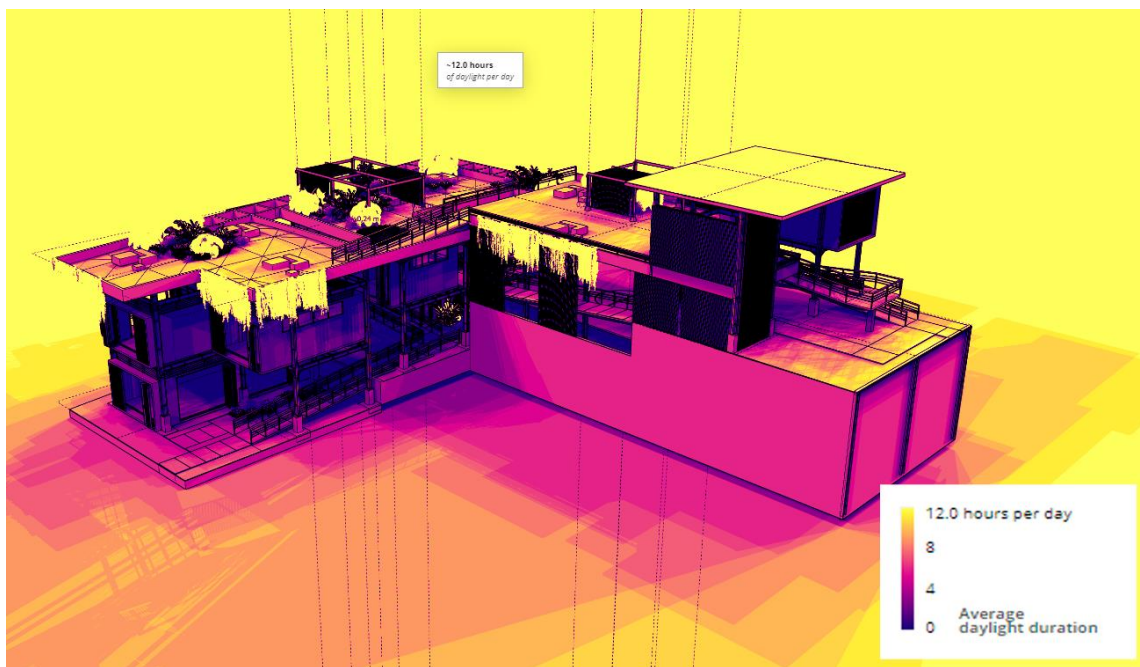


4.24 Análisis Sombras en el Proyecto (Horas sol)

Se realiza un análisis de la incidencia solar en el proyecto según algunas fechas de interés y como estas pueden afectar el diseño del proyecto.

Como se puede observar en la figura 38 las sombras afectaran principalmente la sección del edificio de este a oeste principalmente en horas de la mañana por la altura del edificio. Por lo mencionado anteriormente esta parte del edificio será que presente durante mayor tiempo sombra y la cual empezará a disminuir a partir de las 9:30am aproximadamente. Las partes con mayor iluminación estarán expuestas aproximadamente entre 8 a 12 horas mientras que las que menos exposición tendrán un promedio de 4 horas diarias.

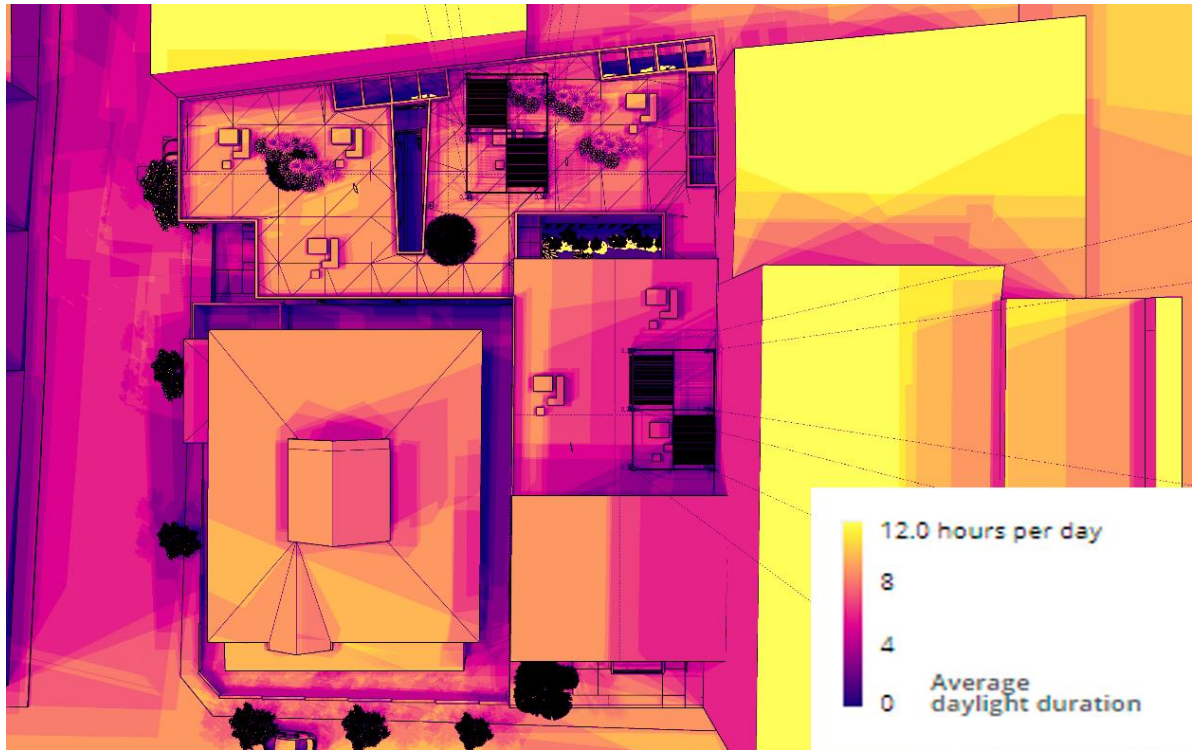
Figura 56 Proyección Sombra



Comparativo de las diferentes sombras proyectadas en los solsticios y equinoccios del año, las partes inferiores a la cubierta verde serán las que presenten menor cantidad de luz durante el año, la cual se puede aprovechar con la utilización de sistemas como Soletube, los cuales proporcionan iluminación natural por medio de sistemas de tubos y domos de cristal los cuales serán colocados según sea indicado por el proveedor de este. Como se puede observar entre el análisis se puede ver que la mayoría del año la cubierta estará

expuesta entre 8 a 12 horas diarias de luz directa lo cual es beneficioso para el jardín de la cubierta.

Figura 57 Proyección Sombra



Como se puede observar en las simulaciones los módulos internos del proyecto serán los que presenten menor cantidad de luz directa por lo cual se debe de contemplar como recomendación la utilización de sistemas alternos como tragaluces y/o sistemas como lo mencionado anterior mente como Soletube para ayudar con la iluminación interna del recinto.

Un punto a favor es que la cantidad de luz interior beneficiara a los jardines internos por usar plantas que necesiten menor cantidad de luz directa y más humedad en el suelo para desarrollarse.

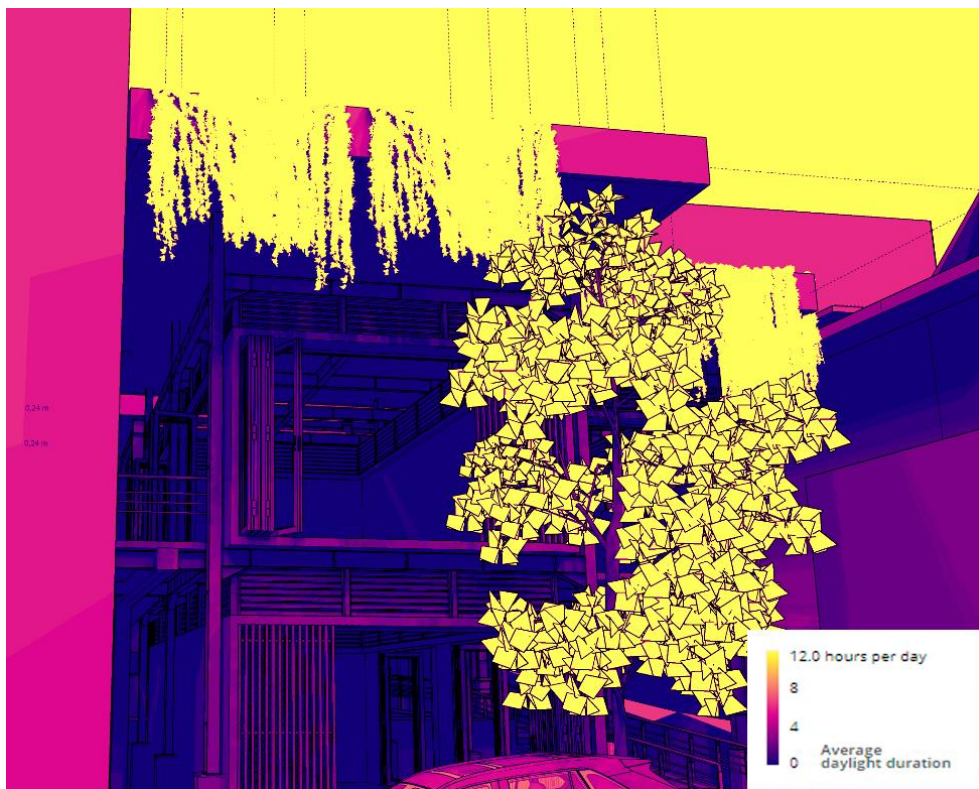
Un aspecto importante es que la temperatura interior será más fresca durante el verano por lo cual se disminuirá el consumo de energía dentro del edificio.

Otro aspecto es que estos jardines al tener plantas que son atractivas para diferentes especies como aves, insectos generaran un espacio en el cual se puedan integrar todas las características ya mencionadas que debe de incluir un proyecto enfocado en la Biofilia.

Figura 58 Proyección Sombra



Figura 59 Proyección Sombra



4.25 Render del Proyecto

Figura 60 Render Fachada Oeste



Vista fachada oeste-creación propia

4.26 Vista Superior de la Cubierta Verde

En la figura 61, se observa la cubierta verde, destinada a aprovechar para diferentes actividades y como espacio de parque para el disfrute de la comunidad de Barrio Amón.

Figura 61 Render Cubierta



Vista Cubierta verde creación propia

4.27 Fachada Sur (Ingreso Superior)

En esta imagen se aprecia el ingreso superior a las instalaciones deportivas, donde se observa la rampa de acceso a la cubierta verde del edificio, la cual también puede ser aprovechada como un espacio de parque para el disfrute de la comunidad de Barrio Amón.

Figura 62 Render Fachada Sur



Vista Ingreso superior creación propia

4.28 Vista Interior de las Rampas

Rampas propuestas en el proyecto para fomentar la actividad física dentro de las instalaciones. Estas rampas no solo ofrecen una forma funcional para el acceso, sino que también un recorrido cautivador que permite una conexión con la naturaleza, los jardines están compuestos por plantas autóctonas que rodean las rampas, para continuar con la incorporación de la Biofilia.

Figura 64 Render Vista Interna



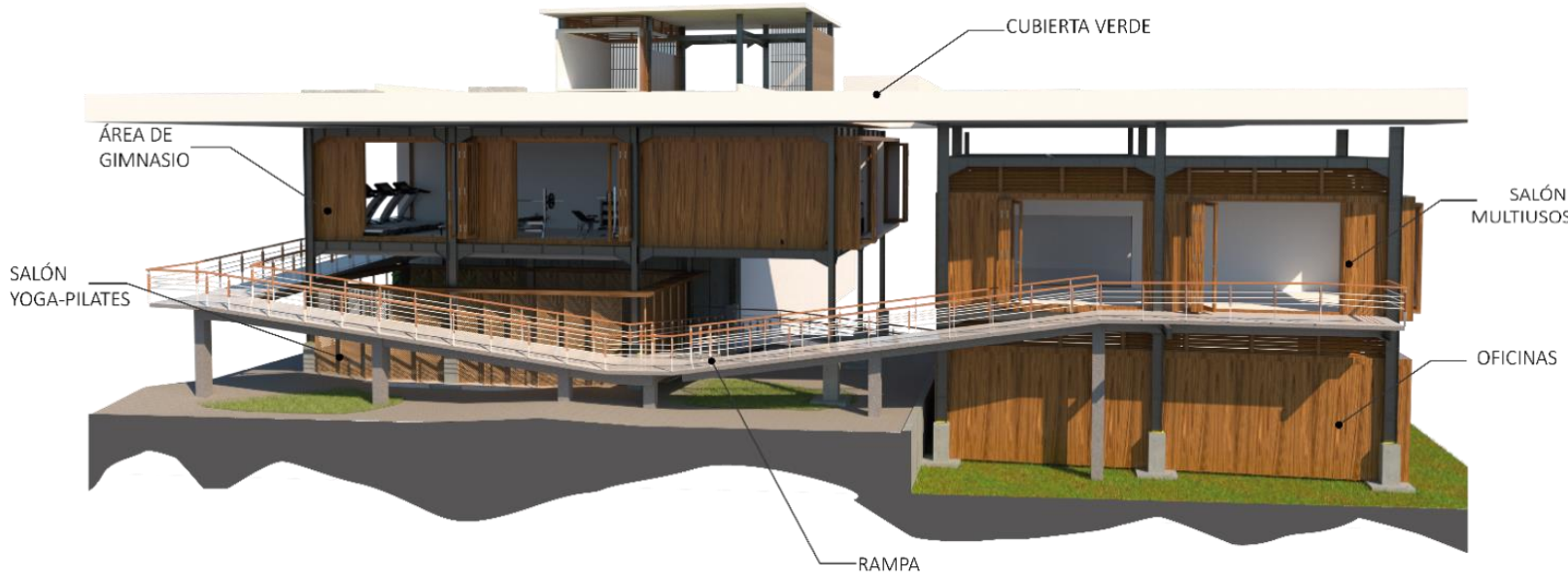
Vista interior de las rampas creación propia

Figura 63 Render Vista Interna



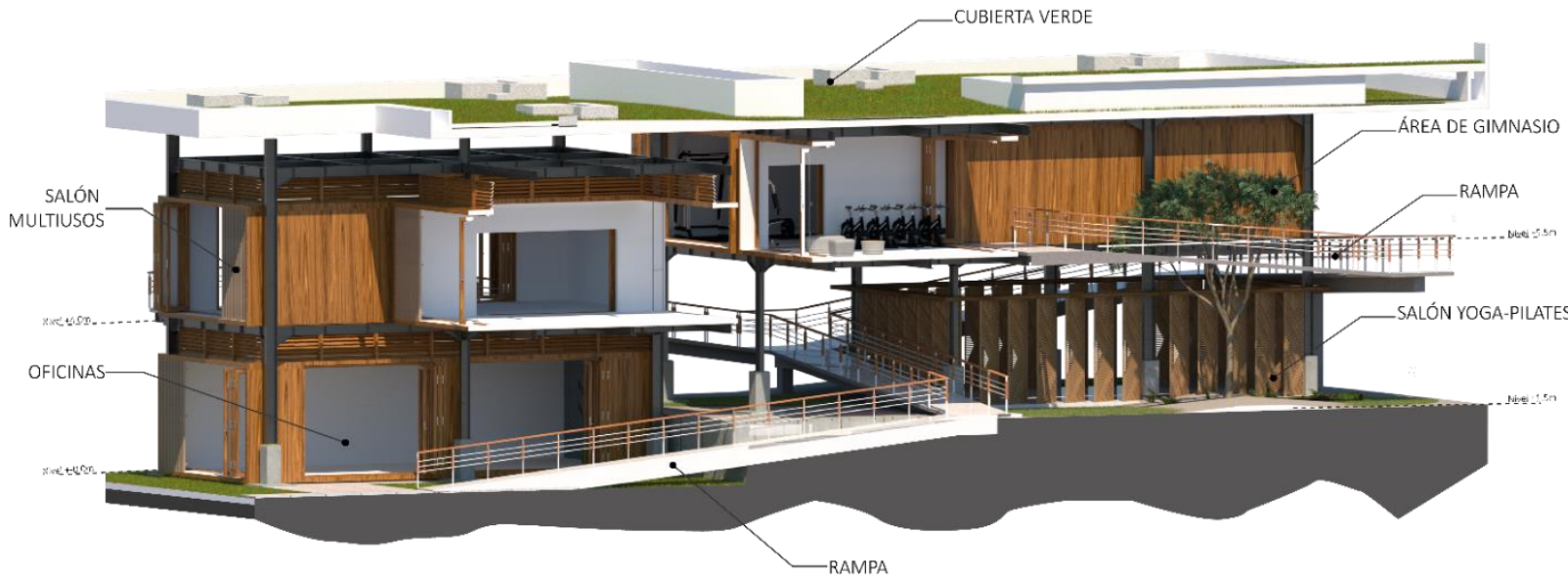
Vista interior de las rampas creación propia

Figura 65 Sección Vista Rampa 1



Vista interior de las rampas creación propia

Figura 66 Sección Vista Rampa 2



Vista interior de las rampas creación propia

Figura 67 Sección Rampa



Vista interior de las rampas creación propia

4.29 Vista Fachada Oeste

Este es el acceso principal del proyecto, se encuentra diagonal a las instalaciones del TEC y se puede observar los módulos, estructura metálica y rampa.

Figura 68 Render Fachada Oeste



Vista fachada oeste creación propia

4.30 Vista Completa del Proyecto con la Edificación Patrimonial “Casa Verde”

Figura 69 Render Conjunto



Vista completa del proyecto creación propia

4.31 Ficha Resumen Estrategias Diseño Bioclimático

4.31.1 Investigación y Comprensión del Entorno Local

- Humedad relativa oscila entre 70% a 80% en promedio durante el año.
- Promedio de lluvias oscila entre 1800mm y 2500mm durante el año. Ver gráfico 7.
- Promedio de temperatura ronda entre los 27°-25° máxima y los 15°-17° en las temperaturas mínimas. Ver gráfico 8

- Promedio horas de sol es entre 5 a 7 horas diarias.
- Vientos predominantes durante la mayor parte del año son del noreste y este principalmente. Ver figuras 29,30,31,32.

4.31.2 Identificación de Necesidades y Objetivos

- Generar un espacio el cual presente buenas condiciones de ventilación aprovechando la dirección de los vientos durante el año.
- Generar espacios que sean permeables y lo más abiertos posibles para la circulación en los espacios.
- Utilización en la mayor parte del día de luz natural para reducir el consumo de energía en el edificio.

4.31.3 Selección de Estrategias Bioclimáticas

En este caso el proyecto presenta un lote en “L” el cual presenta dificultades por su forma y la altura de los edificios colindantes, para buscar posibles soluciones se plantean las siguientes estrategias bioclimáticas:

- Uso de cubierta viva o verde: esta ayuda a reducir la temperatura interior del edificio principalmente durante los meses de verano los cuales pueden llegar alcanzar temperaturas cercanas a los 30° en algunos días. Ver figura 61.
- El uso de un jardín interior que rodea la rampa ayudaría a mantener más fresca la temperatura por medio de la refrigeración evaporativa, la cual es el proceso en que las plantas liberan agua en forma de vapor por sus hojas, este proceso consume energía en forma de calor lo que tiene un efecto de enfriamiento en el entorno circundante. Por ejemplo, en un estudio realizado en Los Ángeles, se encontró que la presencia de árboles y otras plantas en áreas urbanas redujo las temperaturas del aire en hasta 3-4 °C durante el día y hasta 1-2 °C durante la noche (Akbari & Konopacki, 1998).

- La envolvente del edificio al ser permeable ayuda a que la ventilación pueda circular libremente por los módulos y las diferentes áreas de la estructura generando confort. En este caso se plantea la utilización de louvers y persianas de madera móviles las cuales se pueden abrir completamente o cerrar dependiendo de las necesidades. Ver figura 62 fachada sur.
- Los módulos en su parte superior presentan celosías de madera en la parte superior para permitir que el aire caliente pueda circular con mayor facilidad. Ver figura 64 y 68 fachada oeste.
- La cubierta presenta vanos los cuales se pretende que cumplan dos funciones principales, la primera el ingreso de luz natural al interior de la edificación y la segunda que ayude al aire caliente a que pueda escapar con mayor facilidad. Ver figura 69 render conjunto.
- Por último, se plantea la utilización de vanos ya mencionados en el punto anterior y también la utilización de sistemas como soletube para poder utilizar durante el día la mayor cantidad de luz natural en el interior.

4.31.4 Integración con Otros Aspectos del Diseño

- Se busca integrar estas posibles soluciones con el diseño planteado, la distribución de espacios, circulación, estética y funcionalidad del edificio.

4.31.5 Evaluación y Ajuste

- A su vez una vez implementadas las estrategias de diseño bioclimático, es importante evaluar su desempeño y realizar ajustes en caso sea necesario. Esto puede implicar monitoreo de la temperatura interior, consumo energético, confort de los usuarios, entre otros aspectos que pueden ayudar ajustar de mejor manera las estrategias presentadas para este proyecto, cabe recalcar que muchas de estas

estrategias son pasivas y realizando el análisis con programas de estudios bioclimáticos.

Capítulo 5 – Conclusiones Generales

De acuerdo a los objetivos establecidos para este proyecto de graduación se concluye:

Analizando las necesidades de los estudiantes, personal académico y personal administrativo del Instituto Tecnológico de Costa Rica para desarrollar el diseño de las instalaciones deportivas, se determina que el deporte, según estudios de entidades relacionadas con criminología y organismos internacionales, beneficia a la población y mejora los índices de seguridad donde se invierten en dichos programas. Pero no solamente en su implementación, sino en su continuidad con una planificación a corto, mediano y largo plazo.

A nivel de San José, con el aumento de la población, narcotráfico, migración, entre otros factores que han empeorado los índices país como se observa en la tabla 1 estadísticas Policiales según OIJ, la creación de esta infraestructura podría mejorar no solamente la calidad de vida del estudiantado en cuanto a salud y sociabilidad, sino en cuanto a relajación y exposición a lugares seguros con naturaleza, según la encuesta realizada. Ejerciendo de esta forma un beneficio a dicha población y a la comunidad del lugar.

Además, la construcción de este espacio aportaría belleza escénica al lugar, ya que, de acuerdo con el estudio de campo, se logró visualizar que el lote se encuentra en un estado de abandono y es aprovechado por la indigencia para solventar necesidades, poniendo en riesgo la estructura patrimonial de “Casa Verde” que actualmente pertenece al TEC por lo cual es de importancia generar un espacio que sea llamativo para la comunidad aportando diseño.

Con respecto al segundo objetivo específico, que era determinar las características necesarias para diseñar las instalaciones deportivas que cumplan con las expectativas de la población, se concluye que, según la encuesta, el 58 % de la población quiere usar las instalaciones para relajación y diversión, el 16 % para competición, el 13 % para socializar y el 13 % para otras actividades como salud mental, salud física y distracción. Luego de dicho análisis se debe enfocar el proyecto como una alternativa diferente a lo que presenta actualmente las instalaciones del TEC en San José. Es importante destacar que la muestra de la encuesta fue menor a lo pensado con tan solo 22 respuestas logradas.

Luego del análisis realizado se investigó el tema de la construcción sostenible y Biofilia para buscar un entorno que lograra cumplir con las expectativas planteadas por el estudiantado. Según los estudios, la Biofilia al tener un enfoque basado principalmente en la necesidad innata del hombre hacia la naturaleza, logra que las personas sientan bienestar emocional al estar en contacto con la naturaleza, esto propicia a la salud física la reducción de presión arterial, reducción en la frecuencia cardiaca, ayuda a mejorar la creatividad y productividad ya que los entornos naturales ofrecen estímulos visuales.

El uso de luz natural tiene beneficios como la síntesis de vitamina D, mejora del estado de ánimo, pero además ayuda un aspecto importante es la disminución del uso de electricidad y disminución del consumo diario en las instalaciones.

Además, las cubiertas verdes ayudan a generar espacios más agradables y frescos ya que ayudan a controlar las temperaturas dentro de la edificación, las temperaturas pueden estar entre 1° y 4° grados Celsius más bajos que con la utilización de una cubierta convencional, esto ayuda a reducir aproximadamente un 1% en el consumo de energía generando ahorros en los costos fijos de mantenimiento. Como se ve reflejado solo en los Estados Unidos desde el año 2016 ha crecido un 10% reflejándose en 900 proyectos de techos verdes. Para este proyecto al contar con un área de 650m² para la cubierta se genera un jardín interesante que puede ayudar a los habitantes de la zona y estudiantes

Este aportaría al objetivo país de establecer el carbono neutral propuesto para el año 2050, implica disminuir al mínimo las emisiones de carbono a la atmósfera, se plantea en sectores clave como energía, transporte, agricultura e industria, por lo que es importante aportar al sector construcción de forma diferente de plantear, diseñar y construir, ya que es responsable del 39 % de las emisiones de gases invernadero en el mundo.

Según el último objetivo específico establecido, que es desarrollar la propuesta de diseño para el centro sostenible de deportes, se cuenta con un lote de 881 m², en el cual se podría desarrollarse un proyecto de tres niveles que posea 2080.9 metros cuadrados de construcción, divididos en oficinas, servicios sanitarios, vestidores, sala de yoga y pilates, gimnasio, salón multiuso y cancha Basketball 3x3, además se contemplan en este las áreas de circulación y zonas verdes.

Se determinó que toda la infraestructura debe poseer lo necesario para cumplir con la Ley 7600, conocida como Ley de Igualdad de Oportunidades para las Personas con Discapacidad y que todas las personas tengan derecho a la utilización de estas instalaciones. Se determina que la distribución del lugar con el uso de rampas en lugar de escaleras o ascensores promueve que el edificio sea pensado en generar bienestar y salud a sus ocupantes además de integrar la naturaleza o jardín alrededor de estos.

La utilización de áreas para diferentes fines, como danza taekwondo, etcétera aportaría un aprovechamiento del tiempo en actividades complementarias que ayudarían al manejo del estrés y la salud mental.

Por último, se concluye que el proyecto satisface las necesidades de la población estudiantil y del personal administrativo del TEC. En este caso particular, el desarrollo de un proyecto enfocado en la naturaleza, que genera espacios abiertos y ventilados de manera natural, y que busca mejorar la calidad de vida diaria de los usuarios, resulta de gran beneficio tanto para la comunidad del TEC como para la comunidad cercana. Este proyecto proporcionará un espacio innovador, con carácter y polifuncional, en el cual se podrán realizar diversas actividades durante todo el año como lo es Amón Cultural. Además, la cubierta jardín se enfoca en crear un ambiente rodeado de naturaleza, donde los estudiantes podrán relajarse, socializar y estudiar, sin dejar de lado la tecnología y conectividad que demanda el mundo actual.

Capítulo 6 – Consideraciones Finales

La Biofilia debe ser considerada como una herramienta de diseño en el proceso de planificación, diseño y construcción. Esto requiere una colaboración estrecha entre arquitectos, diseñadores paisajistas, ingenieros con el fin de lograr una integración armoniosa de los elementos naturales.

Las instalaciones deportivas pueden encontrarse en una amplia variedad de contextos y servir a diferentes tipos de usuarios, cuyas preferencias y necesidades están influenciadas por factores socioeconómicos y ambientales. Por lo tanto, las estrategias de diseño basadas en la Biofilia deben ser flexibles y adaptarse a las características específicas de cada comunidad, garantizando así la inclusión de una amplia gama de usuarios, desde atletas de élite hasta aficionados recreativos.

Es crucial seguir una evolución progresiva que incluya evaluaciones continuas y retroalimentación por parte de los usuarios para mejorar las estrategias de diseño basadas en la Biofilia. Esta retroalimentación permite ajustar y perfeccionar el diseño en función de las experiencias reales de los usuarios y los resultados obtenidos en términos de bienestar y rendimiento deportivo.

La educación y conciencia sobre los beneficios de la Biofilia en las instalaciones deportivas son esenciales tanto para los diseñadores como para los usuarios. Esto implica difundir la investigación, organizar talleres y eventos educativos, y fomentar la conciencia ambiental para promover una comprensión más profunda de la conexión entre el ser humano y la naturaleza.

La Biofilia debe aspirar a ser un modelo de sostenibilidad ambiental. Esto implica no solo la integración de elementos naturales, sino también la adopción de prácticas de diseño y operación que minimicen el impacto ambiental y promuevan la resiliencia ecológica a largo plazo.

6.1 Referencias Bibliográficas

Arrieta, Esteban. (2023). Desarrollo cultural y natural de Barrio Amón sería declarado de interés público. La República. <https://www.larepublica.net/noticia/desarrollo-cultural-y-natural-de-Barrio-Amón-seria-declarado-de-interes-publico>

Banco Interamericano de Desarrollo. ¿Cómo el deporte puede construir Barrios más vivos y empoderados? 2017. <https://blogs.iadb.org/ciudades-sostenibles/es/como-el-deporte-Barrios-mas-vivos/>

Barzuna, Guillermo. (2022). La Ciudad Habitada. Espacios y decires de raigambre tradicional en Costa Rica. Editorial Arlekin.

Bastidas, Cristian. (2020). Biofilia en arquitectura un entorno para el bienestar. Trabajo de grado – Pregrado. Universidad Católica de Colombia. <https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/750cd7df-1a45-49f3-b570-ec8fe62d965d>

Beltre, Alba. (2020). Diseño biofílico: aplicación al diseño optimizado de las instalaciones. Proyecto Fin de Carrera / Trabajo Fin de Grado. <https://oa.upm.es/63239/>

Bouiri, Jabir. (2021). Arquitectura deportiva: la iluminación natural en los pabellones polideportivos de Madrid. Proyecto Fin de Carrera - Trabajo Fin de Grado. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid Universidad Politécnica de Madrid <https://oa.upm.es/view/institution/Arquitectura/>

Browning, W.D., Ryan, C.O., Clancy, J.O. (2017). 14 Patterns of Biophilic Design [14 Patrones de diseño biofílico] (Liana Penabad Camacho, trad.) New York: Terrapin bright Green, LLC. (Trabajo original publicado en 2014) https://www.terrapinbrightgreen.com/wp-content/uploads/2016/10/14-Patrones-Terrapin-espanol_para-email_1.4MB.pdf.

Cardiel, Ángel. (2015). Pabellones polideportivos de tamaño medio: tecnología, construcción y sostenibilidad. Trabajo Fin de Grado. Repositorio de la Universidad de Zaragoza – Zeguan. <https://zeguan.unizar.es>.

Comisión de Análisis Criminal. Colegio de Profesionales en Criminología de Costa Rica. El deporte, un factor importante en la previsión de la actividad criminal. (s.f.) <https://criminologia.or.cr/wp-content/uploads/2023/04/El-deporte-un-factor-importante-en-la-prevencion-de-la-actividad-criminal.pdf>.

Durhman, A.K. (2017). Green Roofs: A Critical Literature Review. *Journal of Architectural Engineering Technology, 6*(3), 1-10. doi: 10.4172/2168-9717.1000204.

Fernández, Andrés. (2011). Un país, tres arquitecturas. Editorial Tecnológica de Costa Rica.

Fernández, Andrés. (2019). Pasado construido. Crónicas sobre arquitectura histórica josefina. Editorial Costa Rica.

Getter, K.L., Rowe, D.B. (2006). The Role of Extensive Green Roofs in Sustainable Development. *HortScience, 41*(5), 1276-1285. doi: 10.21273/HORTSCI.41.5.1276.

Gili, Richard. (s.f.). Biofilia, impacto y aplicación en arquitectura sanitaria <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/188618/Gili%20Menendez%20Ricard%20TFG.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gutiérrez, Tatiana. Barrio Amón es declarado de interés público para su desarrollo turístico y cultural por parte de los diputados La República. <https://www.larepublica.net/noticia/Barrio-Amón-es-declarado-de-interes-publico-para-su-desarrollo-turistico-y-cultural-por-parte-de-los-diputados>

Heath, Oliver, 2020, “Crear Positive Spaces, Usando el Diseño Biofilico”.

Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC). 2022. Población total. <https://inec.cr/poblacion-total>

La estructura como arquitectura: Formas, detalles y simbolismo. Andrew W. Charleson.

Municipalidad de San José. 2022. Ficha de Información Distrital Carmen <https://www.msj.go.cr/docu/Fichas%20Distritales/Fichas%20Distritales%202022/Ficha%20de%20Información%20Distrital%20Carmen.pdf>

Organización Mundial de la Salud. Actividad física. 2022. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>

Organización Mundial de la Salud. Salud urbana. 2021. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/urban-health>

Página de Barrio Amón. 2024 <https://Amón.cr>

Página de la Procuraduría General de la República. 2024. Normativa relacionada <https://www.pgr.go.cr>

Página del Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica. 2024 <https://cfia.or.cr>

Página Inaturalist <https://www.inaturalist.org>

Página oficial del Poder Judicial. 2024. Estadística Policial del O.I.J (Organismo de Investigación Judicial). <https://pjenlinea3.poder-judicial.go.cr/estadisticasoij/>

Secretario Nacional de Deporte en Uruguay. (2019). Manual de Recomendaciones de Diseño. Espacios e instalaciones Deportivas y Recreativas.

<https://www.gub.uy/secretaria-nacional-deporte/comunicacion/publicaciones/manual-recomendaciones-diseno-espacios-instalaciones-deportivas>

Torrontegui, Aránzazu. (2020). Reconociendo la biofilia en el hábitat residencial: El diseño arquitectónico como determinante de la percepción de la naturaleza en lo urbano. Tesis de título. Universidad de Chile.

<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/180419>

Wong, N.H., Chen, Y., Ong, C.L., Sia, A. (2003). "Investigation of Thermal Benefits of Rooftop Garden in the Tropical Environment." ("Investigation of thermal benefits of rooftop garden in the tropical ...") *Building and Environment, 38*(2), 261-270. doi: 10.1016/S0360-1323(02)00057-8.

Woodbridge, Richard. (2007). Historia de la arquitectura en Costa Rica. Editorial Tecnológica de Costa Rica.

World Steel Association. (2021). Life cycle assessment methodology report. Retrieved from [worldsteel.org](<https://www.worldsteel.org>)

Norgate, T. E., & Jahanshahi, S. (2010). Low CO2 steel production: decarbonizing the iron and steel industry. *Journal of Cleaner Production*, 18(9), 868-874.

Hasanbeigi, A., & Price, L. (2015). Emerging energy-efficiency and greenhouse gas mitigation technologies for the iron and steel industry. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 24, 189-197.

Van Oss, H.G., & Padovani, A.C. (2003). Cement Manufacture and the Environment: Part II: Environmental Challenges and Opportunities. *Journal of Industrial Ecology*, 7(1), 93-126.

Andrew, R. M. (2018). Global CO2 emissions from cement production. *Earth System Science Data*, 10(1), 195-217.

Struble, L., & Godfrey, J. (2004). How sustainable is concrete? *International Journal of Life Cycle Assessment*, 9(4), 253-258.

"Wood Preservation - Copper Salts", *Journal of Forestry Science*, vol. 67, no. 3, 2019.

INTE C397:2019, "Standard for Wood Preservation with Copper Salts", Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica.

"Copper Micronized Preservatives for Wood", *Journal of Environmental Protection*, vol. 74, no. 2, 2020.

"Linseed Oil as a Wood Protector", *Journal of Natural Products*, vol. 81, no. 4, 2021.

6.2 Anexos

Anexo 1

Encuesta area deportiva

El objetivo de esta encuesta es conocer la perspectiva de los estudiantes, personal administrativo y docente de la institución en el Tecnológico de Costa Rica, sede San José.

1. Su edad se encuentra entre:
 - 17 a 20 años
 - 21 a 25 años
 - 26 a 30 años
 - Mas de 31 años
2. Le gusta practicar deporte?
 - Si
 - No
3. Que tipo de deporte?
 - Pesas - Halterofilia
 - Futbol
 - Basketball
 - Danza
 - Yoga - Pilates
 - Pingpong
 - Ajedrez
 - Otras
4. Cuantas veces a la semana le gusta practicar deporte
 - 1 vez a la semana
 - 2 o 3 veces por semana
 - 4 o más veces a la semana
5. Que tipo de beneficio le brinda el deporte
 - Salud
 - Socialización
 - Competición
 - Relajación
 - Diversión
 - Otras
6. Le gustaría tener un lugar para hacer deporte en su centro universitario?
 - Si
 - No
7. Le gustaría que el centro deportivo tuviese WiFi?
 - Si
 - No
8. Le gustaría que las instalaciones fueran amigables con el ambiente?
 - Si
 - No
9. Le gustaría que el centro deportivo tenga vegetación y jardines?
 - Si
 - No
10. Le gustaría incluir áreas de estudio, descanso o ambas
 - Estudio
 - Descanso
 - Ambas