NUEVOS ESPACIOS
EDUCATIVOS

para Costa Rica basados en Optimización BPA

¨...¿Cuánto duran las cosas? Duran para siempre hasta que se terminan, y ya. Si hubiera al menos una garantía en esta vida, algo que asegurara un día más de verano, una gota más de vino, otra semicorchea, un instante más de vida...Pero no hay tales garantías, empezás a tocar una pieza y no sabés si la vas a terminar. Por eso sólo queda improvisar. El futuro es el nombre que inventamos para sostener esta incertidumbre de estar vivos...Improvisar es el arte de estar vivos¨ Cierto Azul, Fernando Contreras.

Notas Legales

Este producto es propiedad intelectual original de los estudiantes que realizan el proyecto Nuevos Espacios Educativos para Costa Rica, basados en optimización BPA, en el año 2017, del Tecnológico de Costa Rica, la cual amparada bajo la ley de derechos de autor y derechos conexos proclaman como propiedad intelectual el Sistema Master School que basados en el artículo 4, inciso b, n de los derechos de autor como una obra de los estudiantes Fabiola María Soto Vargas y Carlos Luis Solano Brenes, acogiéndose bajo patrocinio los siguientes artículos mencionados en las leyes de Costa Rica:

Artículo 2 de la ley de Derechos de Autor y Derechos Conexos establece que: “La ley protege las obras de autores costarricenses, domiciliados o no en el territorio nacional, y las de autores extranjeros domiciliados en el país”. De conformidad con este artículo se considera que el estado velará por la protección del Sistema Master School una vez que este registrado en el Registro Nacional.
Artículo 47 de la Constitución Política ordena y manda que: “Todo autor, invento productor o comerciante gozará temporalmente de la propiedad exclusiva de su obra, invención, marca o nombre comercial, con arreglo a la ley”. De conformidad con este artículo el creador es libre de disponer de su obra y darle el uso comercial que su conciencia le dicte. El principio básico es que debe existir la protección de los derechos de autor, inventor o comerciante.

Artículo 275 del Código Civil establece que: “Las producciones del talento son una propiedad de su autor, y se regirán por leyes especiales.”

Cap 3- Artículo 6 del Reglamento para la Protección de la Propiedad Intelectual del Instituto Tecnológico de Costa Rica establece que: “ El Instituto Tecnológico de Costa Rica será el titular de los derechos de propiedad industrial sobre los resultados de la actividad académica, manteniendo los inventores su derecho a ser reconocidos como tales y a la compensación económica por su explotación.”

Constancia de Defensa Pública del Proyecto de Graduación

El presente proyecto de graduación titulado "Nuevos espacios educativos para Costa Rica basados en optimización BPA", realizado en el año 2017 ha sido defendida el viernes 03 de noviembre del 2017 ante el tribunal evaluador integrado por, MA.arq. Sebastián Orozco Muñoz, Lic. Marcela Chaves Alvarez y Dra.arq Emily Vargas Soto, como requisito para optar por el grado de Licenciatura en Arquitectura, de la Escuela de Arquitectura y Urbanismo del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

La orientación y supervisión del proyecto desarrollado por los estudiantes, Fabiola María Soto Vargas y Carlos Luis Solano Brenes, cédulas 402190577 y 304690942 estuvo a cargo del profesor tutor Arq. Sebastián Orozco Muñoz.

Este documento y su defensa ante el tribunal han sido declarados:

Aprobado ☒ Sí ☐ No

Públicos ☒ Sí ☐ No

Calificación: 100

Tutor MA.Arq. Sebastián Orozco Muñoz

Lectora Ing. Marcela Chaves Álvarez

Lectora Dra.Arq. Emily Vargas Soto

Estudiante Carlos Luis Solano Brenes

Estudiante Fabiola María Soto Vargas

Agradecimientos

Agradezco a Dios y a la vida por este tiempo que me ha permitido soñar, recorrer y llegar hasta donde con tanto esfuerzo he deseado. A mis padres les agradezco infinitamente su dedicación, amor, compañía y consejos. A mis hermanas y sobrinos porque nunca me dejan caer y más bien siempre me empujan a continuar, apoyándome en todo, igual que mis cuñados/hermanos Chris y Fabián, quienes están siempre apoyándome y cuidándome. Por ser mi familia pero ante todo mis ángeles, maestros, mejores amigos.

A Carlos, “el rasti - mi faithful partner”, quien con paciencia ha estado siete años a mi lado, gracias por convertirse en ese ser incondicional en mi vida, por apoyarme y motivarme no sólo como profesional sino como persona, por acompañarme siempre en las buenas pero principalmente en mis malas, por hacer de este recorrido mas llevadero, por enseñarme tanto y ser ese amigo, confidente y compañero fiel, ante todo por empezar, así como culminar juntos esta etapa, que no ha sido fácil, pero a su lado ha sido de las mejores, y a su familia por recibirme siempre como si estuviese en casa.

A mis amigos, agradezco infinitamente a la vida por ponerlos en la mía, porque han sido luz, y gran compañía. A Dani, por siempre estar y ser esa amiga real, sincera y única. A Danny, por enseñarme tanto y ser siempre incondicional, consejero, guía y amigo. A Mari y Mar, por haber compartido una de las experiencias más lindas juntos y más que compañeros convertirse en amigos. Gracias a ustedes he aprendido a ser mejor arquitecta pero sobretodo a valorar una amistad sincera.

Agradezco a todos mis profesores, por haber sido parte de todo este proceso. Al Arq. Marco, gracias por siempre ser ese profesor, amigo y guía durante toda mi formación académica. Al profe Ricardo, por hacerme parte de la familia de deporte, por apoyarme y guiarme siempre, permitiendo que me desarrollara en otra área además de la arquitectura.

Al Arq. Sebastián, por confiar en este proyecto, impulsarnos y ayudarnos a mejorar cada día. Por ser parte de esta investigación, permitirnos soñar y convertirse en un amigo durante el proceso. De igual forma, agradezco a la Arq. Emily Vargas y la Ing. Marcela Chaves, por guiarnos y sacar de su tiempo para instruirnos durante este proceso.

A todas las personas que han sido parte de esto en algún momento de mi vida, por siempre estar pendientes del proceso, y entender lo importante que era esto para mi. Gracias.

Dedicatoria

A mis padres, por guiar mis pasos e iluminar mi vida, esto se los debo a ustedes. Gracias por nunca cortarme las alas, por “siempre dejarme volar, y luego ayudarme a aterrizar.”

Fabiola María Soto Vargas

Agradecimientos

A mi mamá y mi papá, por ser la inspiración y la mayor influencia, en la persona que soy ahora, mis modelo a seguir, espero ser al menos la mitad de lo que son ustedes; gracias por todo, porque en lo mejores y peores momentos sé que cuento con el cariño y el amor incondicional que siempre me han dado. Por creer en mí y darme el ánimo de aventurarme en cualquier ocurrencia. A mis hermanas, Rebe y Gau, gracias por siempre ponerme los zapatos al suelo, por ampliarme la perspectiva de la situación sea cual sea, y lograr que sea mejor cada día, gracias por el apoyo. Por ser grandes ejemplos a seguir.

A Fabi, ¨fa¨se me quedan cortas la palabras para expresar lo infinitamente agradecido que estoy, no solo por estar a tu lado en este logro, sino por compartir siete años de lindas experiencias, así como por acompañarme en las buenas como en las malas, por ser esa amiga que desde el inicio de u, me ayudó e inspiró a crecer profesionalmente, pero sobre todo como persona. Gracias por marcar un antes y un después en mi camino. Por tu consejo, tu fuerza, tu motivación, pero por sobre todo tu cariño. Y por supuesto a tu familia por haberme aceptado como uno más, además de hacerme sentir como tal.

A Danny y Dani ¨tukis¨ gracias por ser los hermanos que la vida no me dio, pero que sí me permitió elegir, por todos esos momentos y experiencias que nunca voy a olvidar. Por ser optimismo, apoyo, sabiduría e inspiración. Por darme una de las más sinceras y lindas amistades que he tenido, así como por haberme ayudado a llegar hasta aquí.
A Mari y Marvin muchas gracias por ser parte de este proceso universitario, aunque lastimosamente a mitad de él; gracias por su única amistad y motivación.

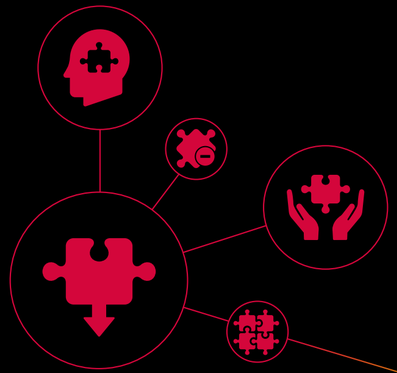
A Ricardo, por ser como un papá, por los miles de consejos y horas de escuchar atentamente, así como todas aquellas excusas perdonadas, sinceramente gracias. A Don Marco porque desde el inicio de todo este proceso se acercó no como un profesor más, sino como un amigo, por incentivarnos constantemente a mejor.

A Sebas, por el apoyo y disposición incansable desde el inicio, tanto como amigo como profesor, por hacernos crecer profesionalmente. A Emily y Marcela por su apoyo en el proceso de la investigación, por su conocimiento y tiempo invertido.
A todas las personas que de uno u otro modo me ayudaron a superar cualquier obstáculo académico/ personales o que simplemente la vida, me lo puso en algún momento específico, gracias.

Dedicatoria

Para Mami y papi, esto es para ustedes, gracias por enseñarme que en la vida debemos ver con el corazón, que ¨lo esencial es invisible para los ojos¨.

Carlos Luis Solano Brenes

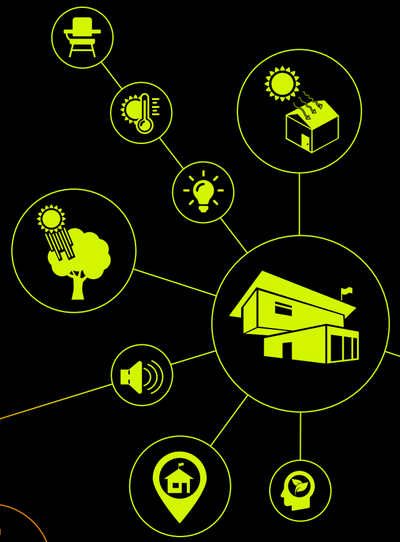


16

- Introducción al tema
- Establecer el problema detonante y justifación que dará inicio a la investigación
- Delimitación de la investigación y objetivos

28

- Antecedentes Históricos y Administrativos (evolución a través del tiempo).
- Situación actual (vulnerabilidad de la infraestructura).
- Respuesta del estandarizaje ''prototipos'' y valoración.



86

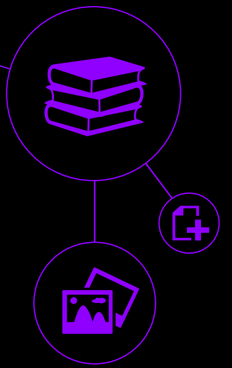
- Principios de la arquitectura educativa (variables que influyen en espacios educativos / neuroarquitectura)
- Principios de la arquitectura bioclimática (pautas entre arquitectura y clima, buenas prácticas sostenibles).
- Convergencia de ambas arquitecturas, principios básicos de estrategias pasivas
- Evidenciar la variedad del entorno climático de Costa Rica

184

- Traslape de mapeos del entorno climático y situación educativa para delimitar zonas a estudiar y proponer.
- Análisis climático específico de las zonas de estudio
- Propuesta de pautas y estrategias pasivas para cada una zonas de estudio y su respectiva zona de vida.
- Caracterización de las zonas de estudio (social- cultural- económico- ambiental).

290

- Análisis de casos de estudio y prototipos actuales de la DIEE para establecer pautas e intenciones simbolicas y utilitarias
- Comprobación del rendimiento de estrategias pasivas por zona de estudio, por medio simulación computarizada.
- Definir cuales estrategias son las más óptimas en términos de confort, estrategias que formarán parte del proceso de diseño en conjunto con las pautas e intenciones anteriores
- Representación gráfica 3D y 2D de los nuevos modelos Propuesto para cada zona de estudio



548

- Lista bibliográfica consultada
- Índice de imagenes utilizadas en toda la investigación para la explicación de la misma
- Anexos y demás información adjunta, de gran reelvación durante el proceso de investigación.

NOTAS LEGALES 7

AGRADECIMIENTOS 10

CAPITULO 1 ASPECTOS INTRODUCTORIOS **C1**

RESUMEN/ ABSTRACT 21

PROBLEMA 22

JUSTIFICACIÓN 24

DELIMITACIÓN Y OBJETIVOS 26

CAPITULO 2 SITUACIÓN EDUCATIVA **C2**

ADMINISTRACIÓN E INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA A TRAVÉS DE LA HISTORIA 33

EVOLUCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA 42

VARIABLES DE TIPOLOGÍAS ESCOLARES 45

VULNERABILIDAD EDUCATIVA 50

VULNERABILIDAD SOCIO-ECONÓMICA 52

RESPUESTA INSTITUCIONAL 54

ADMINISTRACIÓN / INFRAESTRUCTURA 56

PROTOTIPOS 57

ESTANDARIZAJE / METODOLOGÍA DE ANÁLISIS 58

CONCLUSIONES 85

CAPITULO 3 ARQUITETURA+ CLIMA **C3**

EDUCACIÓN Y ARQUITECTURA 91

VARIABLES QUE INFLUYEN EN EL APRENDIZAJE 94

CONFORT HIGROTÉRMICO 102

CONFORT ACÚSTICO 108

CONFORT VISUAL Y LUMÍNICO 114

ARQUITECTURA Y CLIMA 126

ESTRATEGIAS PASIVAS DE DISEÑO / RECOMENDACIONES ESPACIOS EDUCATIVOS 138

BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES 148

ENTORNO CLIMÁTICO 156

ZONAS DE VIDA SEGÚN HOLDRIDGE. 158

REGIONES GEOGRÁFICO-CLIMÁTICAS DE COSTA RICA 168

CONCLUSIONES 183

CAPITULO 4 ZONAS DE ESTUDIO **C4**

METODOLOGÍA DE MAPEOS / LÓGICA DE TRASLAPES 189

TRASLAPE 1.1 194

TRASLAPE 1.2 200

TRASLAPE 2 202

TRASLAPE 3 206

TRASLAPE 4 Y SELECCIÓN DE CASOS DE ESTUDIO 208

ANÁLISIS CLIMÁTICO ESPECÍFICO POR UBICACIÓN DE CASO DE ESTUDIO SELECCIONADA 212

ESTRATEGIAS DE DISEÑO BIOCLIMÁTICO ESPECÍFICA PARA CADA CASO DE ESTUDIO Y SU RESPECTIVA ZONA DE VIDA 232

ANÁLISIS SOCIO-ECONÓMICO DE LAS ZONAS DE ESTUDIO 272

VIABILIDAD AMBIENTAL 286

CONCLUSIONES 289

CAPITULO 5 SIMULACIÓN Y DISEÑO **C5**

CASOS DE ESTUDIO 296

PROGRAMA ARQUITECTÓNICO GENERAL 302

INTENCIÓN CONCEPTUAL 308

ALCANCE METODOLÓGICO 310

SIMULACIÓN COMPUTARIZADA/ BPA 312

CASO 1 ESCUELA BUENA VISTA 318

- PROGRAMA 320
- ALGORITMO Y RESULTADOS FINALES 322
- ESTRATEGIAS APLICADAS 326
- COMPARACIÓN DE SIMULACIONES 328

CASO 2 ESCUELA BETANIA 366

- PROGRAMA 368
- ALGORITMO Y RESULTADOS FINALES 370
- ESTRATEGIAS APLICADAS 374
- COMPARACIÓN DE SIMULACIONES 376
- PLANIMETRÍA Y VISUALIZACIÓN 418

CASO 3 ESCUELA DAYTONIA 438

- PROGRAMA 440
- ALGORITMO Y RESULTADOS FINALES 442
- ESTRATEGIAS APLICADAS 448
- COMPARACIÓN DE SIMULACIONES
- PLANIMETRÍA Y VISUALIZACIÓN 508
- CASO APLICADO SAN CARLOS 536

CONCLUSIONES

CAPITULO 6 BIBLIOGRAFÍA + ANEXOS **C6**

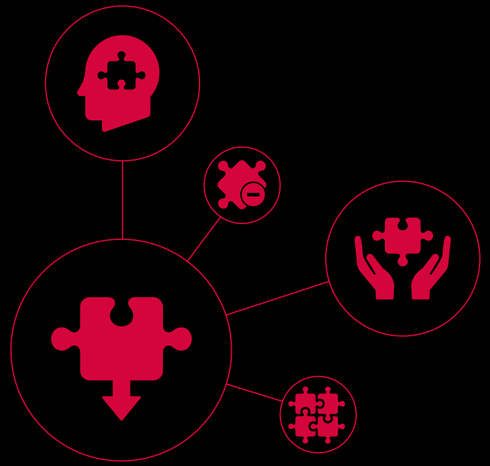
CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACIÓN 550

ANEXOS 552

GLOSARIO 622

INDICE DE IMÁGENES 625

BIBLIOGRAFÍA 646



INTRODUCCIÓN 21

PROBLEMA.....22

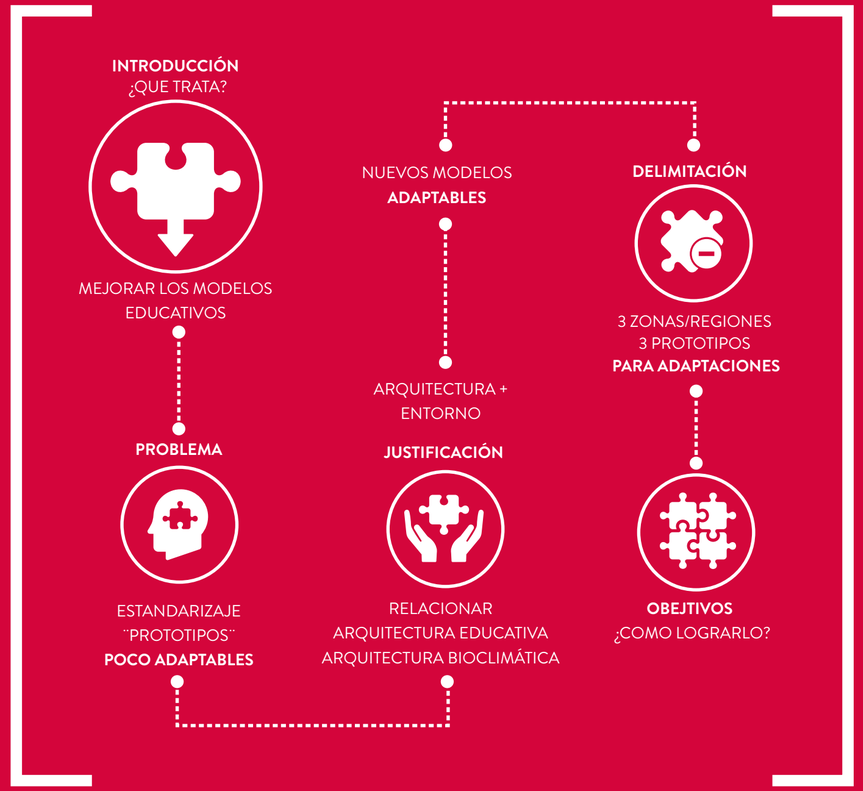
JUSTIFICACIÓN.....24

DELIMITACIÓN Y OBJETIVOS.....26

C1

CAPITULO 1

ASPECTOS INTRODUCTORIOS



SINOPSIS CAPITULAR

La infraestructura educativa actual como respuesta a los distintas problemas administrativos y socioeconómicos, llegó a establecer una estandarización en la infraestructura, es decir el diseño de prototipos replicables para reducir dicha problemática, pero a pesar de dicha solución, los prototipos propuestos no logran responder a las diversas necesidades de usuarios/contextos del país, ya que los prototipos se replican independientemente de su ubicación.

Por lo que nace la necesidad de establecer arquitectura de vanguardia, que logre adaptarse a su entorno. Una arquitectura convergente entre educación y clima, es decir ¨Nuevos Modelos Educativos para Costa Rica¨ optimizados, que se adapten a las distintas necesidades climáticas, espaciales y funcionales.

Imagen 1.1. Escuela Metálica, fuente: Andres Monge

Introducción

En el presente documento se desarrolla una investigación aplicada sobre Nuevos Espacios educativos públicos para Costa Rica, esto con el fin de suplir una carencia del país en desarrollar modelos que se adapten a las distintas zonas geográfico- climáticas del territorio. Por lo tanto, esta investigación cubrirá tres de las doce zonas de vida del país brindando una metodología de diseño para los centros educativos ubicados en estas tres zonas.

El fin de la investigación, es ser pionera en el avance de la optimización BPA (Análisis del rendimiento del edificio) y construcción de mejores espacios educativos públicos, que sean aptos para el desarrollo de infantes como del personal docente y administrativo. Asimismo, cooperar con el mejoramiento de construcciones sostenibles, para cuidar así como, generar conciencia de que el entorno también merece de un uso y aprovechamiento adecuado

Abstract

This document contains a research about the new education public spaces for Costa Rica. Main purpose of this is to cover country's issue to develop a model that fits within the different geographic zones Costa Rica has and its subsequents weather diversity. The analysis is targeting three of twelve areas of living within Costa Rica, providing a methodology for remaining spaces located there.

The main goal of this research is to be a pioneer in the field of building education public spaces using an optimized approach BPA (Building Performance Analysis). These spaces are intended to develop students' and teacher's skills plus all management staff. Also, the proposal is looking to be integrated with the existing nature and ecosystems , so students and staff can develop a more conscious and optimized utilization of these areas.

Imagen 1.2: Escuela Prefabricada. Tomada de: Presidencia de la República de Costa Rica.

Imagen 1.3: Infraestructura estatal. Tomada de: Otras voces en educación

Imagen 1.4: Educación Indígena. Tomada de: elmundo.cr

Problema

El deterioro evolutivo de la infraestructura educativa, se debe a los diversos problemas arrastrados del pasado, que ya para el año 1979 son observables en el informe realizado por la Comisión Nacional de Planificación y Programación Educativa del MEP, destacándose limitantes en la distribución de recursos económicos y limitantes de carácter administrativo, como una distribución injusta y discriminada de subvenciones presupuestarias a los centros educativos, necesario para el mejoramiento de sus propios centros de aprendizaje, e invertirlo en nueva infraestructura de calidad.

Deficiencias de planificación en la creación de centros de enseñanza. Así como, el estado de abandono, deterioro o subutilización de la infraestructura, mobiliario e instalaciones de los centros educativos. Además, se da un crecimiento excesivo de la población estudiantil, por lo que para solventar dicho problema se busca cubrir con infraestructura básica, replicándose en todo el territorio nacional, proporcionando la capacidad para cubrir el gran número de alumnos por sección.

Problemática que llevo al estancamiento de la infraestructura educativa, y que aún en la actualidad se encuentra presente, por lo que a modo de respuesta a las diversas limitantes, en el 2007, se crea la DIEE, la cual establece el primer acercamiento al tema de actualización y creación de normas para Edificios para la Educación, ¨ Compendio de normas y recomendaciones para la construcción de edificios para la educación DIEE-MEP¨ del 2010. Además, de la creación de diseños que permitan ser replicados a las variadas regiones del país, agilizando procesos administrativos, de gestión y de diseño, es decir prototipos estandarizados.

A pesar de dichas respuestas para solventar las distintas problemáticas, las propuestas de diseños estandarizados por la DIEE, en temas de arquitectura de vanguardia son prototipos insuficientes, ya que no se adaptan adecuadamente a los diversos contextos y sus respectivas variables (como la topografía, el impacto ambiental, el clima y las tendencias geográficas de desarrollo de cada una de las distintas regiones del país); además, del grado educativo; ni a las necesidades actuales para el adecuado aprendizaje e interacción entre estudiantes y docentes.

Generando esto un estancamiento en la infraestructura, donde la escasa diversidad en propuestas de espacios educativos no responden a las necesidades actuales de los usuarios, al contexto, a la aplicabilidad de materiales actuales, entre otros; por este motivo surge la interrogante:
¿Cómo generar estrategias y recomendaciones de diseño aplicadas en modelos de centros escolares propuestos a las distintas regiones geográficas-climáticas de Costa Rica?

Imagen 1.5: Escuela en zonas rurales. Tomada de: El financiero

Justificación

Los sistemas educativos conforme pasa el tiempo deben evolucionar respecto a su entorno natural. Según Learning Spaces Desing se ha demostrado que la configuración espacial, luz, temperatura, ventilación y la calidad del espacio tienen un impacto en el rendimiento académico de los estudiantes. Sin embargo, en Costa Rica se cuenta con ciertos "Diseños Prototipos" que se replican como parte de la solución al desarrollo de infraestructura educativa en el país.

A pesar de la existencia de varios tipos prototipos, estas edificaciones no responden a las necesidades reales que requiere un centro escolar. No hay duda, de que la educación pública debe ser un instrumento de movilidad social que contribuya a potenciar el desarrollo humano de las personas y promueva el emprendimiento del país. No obstante, para cumplir con este propósito se requieren de mejores espacios educativos, que permitan un desarrollo integral de los estudiantes así como docentes que habitan ese espacio.

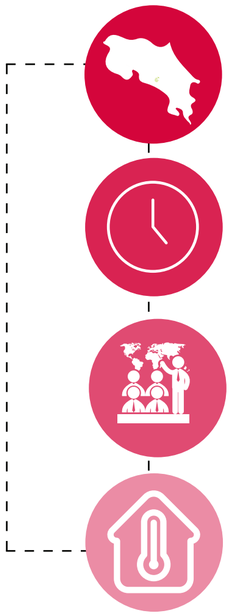
Se considera la importancia de realizar una investigación de los diseños prototipo con el fin de conocer, evaluar y comprender el estado actual de la infraestructura educativa respecto a su ubicación geográfica para proponer nuevos modelos que se adapten a las necesidades climáticas, espaciales y funcionales. El adecuado diseño de los centros educativos es esencial debido a que en ellos se desarrollan diversas funciones y es donde los niños así como jóvenes pasan gran parte del tiempo. Además, la educación pública se lleva a cabo de manera presencial, por esta razón, se debe considerar el espacio construido ya que es en gran parte donde se desarrolla la educación en nuestro país. Por lo que se rescata la relación de la arquitectura con el clima y la educación, con el fin de responder a distintas problemáticas que interfieren en un mejor desempeño.

Por este motivo, se toma en cuenta el término que emite el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en educación sobre el cambio climático el cual nombra; "*La arquitectura bioclimática reduce los impactos ambientales al considerar las condiciones del entorno sobre el que se asentará la construcción para obtener el mayor nivel de confort y bienestar en su interior, y no recurrir a sistemas de climatización con altas demandas de energía. En ella se aprovechan al máximo las fuentes naturales de calor, luz y ventilación y se optimiza su uso con el diseño estratégico...*" (BID, 2016, pág. 17)

De igual forma, como lo nombra la UNESCO, debe considerarse el espacio físico como elemento fundamental para la creación de espacios favorables para el aprendizaje. Un espacio educativo se construye debido a una transformación mutua entre la pedagogía y el ambiente físico.

Imagen 1.6: Centro de capacitación Indígena, Kapeciatuc, tomada de Plataforma de Arquitectura

Delimitación



Física

Costa rica posee siete regiones geográfico climáticas y doce Zonas de Vida. Para dicha investigación, se analiza un caso de estudio por cada zona seleccionada. Se toma en cuenta distintas variables, las cuales indicarán tres zonas con mayor vulnerabilidad para ser estudiadas, con el fin de que la investigación abarque el confort térmico, iluminación natural, habitabilidad, eficiencia energética, ventilación, aislamiento acústico, entre otros.

Social

Se consideran los centros educativos de primero y segundo ciclo como parte fundamental del desarrollo integral de un niño, sin embargo, los jóvenes de colegio también se consideran como parte del público meta que podría habitar los modelos en la investigación. Asimismo, según Ana Luisa Machado quien asegura que; "*...Un escenario que desarrolla sensibilidades contribuye a una formación más integral y a encuentros más humanos.*" Por lo tanto, se analiza a este sector de la población como primordiales ante el desarrollo de espacios salubres, educativos, integrales y que contribuyan con el medio ambiente.

Disciplinaria

La investigación se llevará a cabo desde la disciplina de la Arquitectura y Urbanismo con un énfasis en bioclimatismo, planteando una investigación de lo existente en prototipos educativos escolares y soluciones a los distintos problemas por medio de la optimización, teniendo en cuenta el trabajo multidisciplinario de los diferentes entes relacionados al proyecto.

Objetivos

General

Generar estrategias y recomendaciones de diseño aplicadas a espacios educativos propuestos, respecto a las distintas zonas de Vida.

Específicos

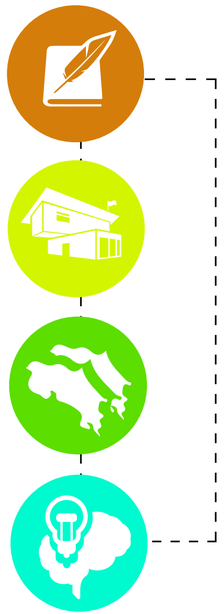
1. Analizar la historia e influencia de la infraestructura educativa pública en Costa Rica para establecer pautas sobre las virtudes y deficiencias de la misma en la actualidad.

2. Establecer los principios de diseño convergentes entre Arquitectura Bioclimática y Arquitectura Educativa.

3. Analizar las siete zonas geográficas – climáticas de Costa Rica y la clasificación de zonas de vida de Holdridge, para delimitar las tres zonas de estudio respecto a las deficiencias de infraestructura educativa actual y sus respectivos prototipos.

4. Establecer pautas y estrategias de diseño bioclimático, gestión energética y construcción sostenible para las zonas delimitadas.

5. Generar dos modelos de las tres zonas delimitadas, para aplicar las pautas y estrategias establecidas utilizando metodología BPA (Análisis del rendimiento del edificio), tomando en cuenta condicionantes derivados de la DIEE.



ADMINISTRACIÓN E INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA A TRAVÉS DE LA HISTORIA.....33

EVOLUCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA.....42

VARIABLES DE TIPOLOGÍAS ESCOLARES.....45

VULNERABILIDAD EDUCATIVA.....50

VULNERABILIDAD SOCIO-ECONÓMICA.....52

RESPUESTA INSTITUCIONAL 54

ADMINISTRACIÓN / INFRAESTRUCTURA.....56

PROTOTIPOS.....57

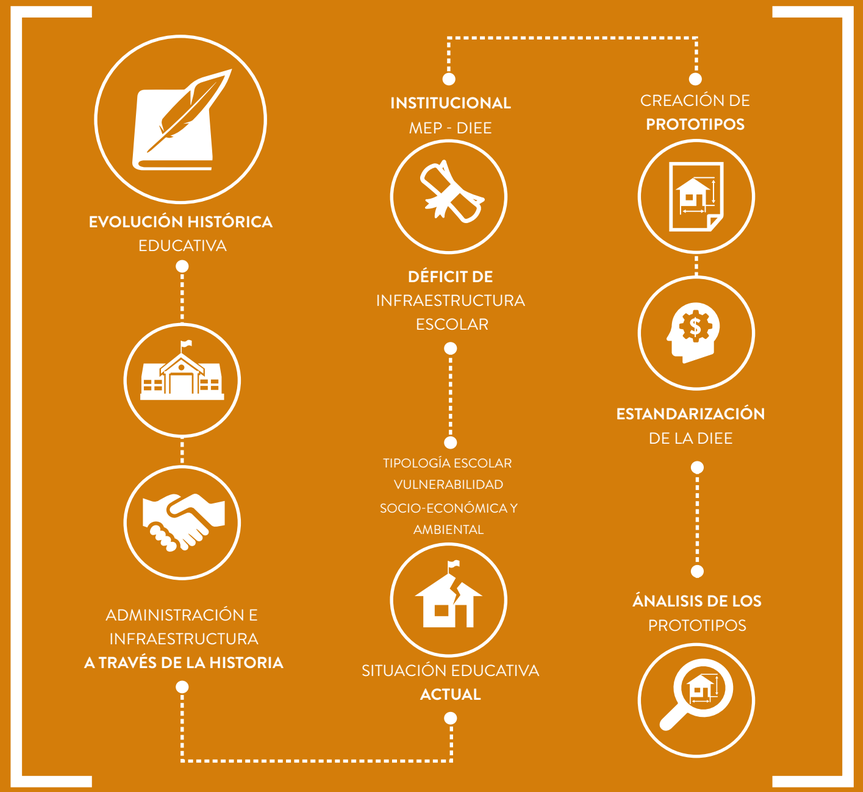
ESTANDARIZAJE / METODOLOGÍA DE ANÁLISIS.....58

CONCLUSIONES.....85

C2

CAPITULO 2

SITUACIÓN EDUCATIVA



SINOPSIS CAPITULAR

La infraestructura pública educativa no es un tema reciente, por este motivo en este capítulo se establece la evolución de los antecedentes educativos y las distintas variables que influyeron en las soluciones arquitectónicas implementadas con el transcurso del tiempo. Se destacan variables de importancia que van a ser ampliadas más adelante entre ellas:

1. Extensión y crecimiento de la infraestructura pública educativa del país.
2. Tipologías educativas por variedad de contextos/usuarios
3.Vulnerabilidad (espacial, socioeconómica y física)

Sin embargo, se denota un decaimiento de la infraestructura a través del tiempo, donde se encontró un ¨déficit de Infraestructura escolar¨, ocasionado por el crecimiento poblacional, las limitaciones de recursos financieros y limitaciones de carácter administrativo; que a modo de respuesta a dicho problema en el 2007, se instaura la DIEE, un ente encargado de la infraestructura educativa, el cual busca solventar los problemas actuales del déficit de infraestructura escolar, por medio de la creación de diseños que permitan ser replicados a las variadas regiones del país, agilizando procesos administrativos, de gestión y de diseño, es decir prototipos estandarizados.

Por lo que se busca analizar el grado de estandarización de los prototipos actuales, para lograr establecer pautas que sirvan a las futuras propuestas por parte de la investigación, orientadas hacia el mejoramiento de los prototipos actuales.

Imagen 2.1: Escuela Unificada República del Perú. Fuente propia

Imagen 2.2: Escuela Santo Thomás. Fuente: Mapio.net

Administración e infraestructura educativa a través de la historia

Durante la época de la colonia y de la conquista no existía en el país una reforma educativa, por lo tanto, se dice que es a partir de los siglos XVIII y parte del XIX, donde misioneros, sacerdotes y religiosos realizaron los mayores esfuerzos por llevar a cabo una administración educativa. Principalmente la educación era relevante en esta época debido a que los intereses principales de los maestros era la enseñanza del catecismo católico, apostólico y romano. Parte de la infraestructura educativa para 1714-1741 aproximadamente, los cabildos se encargaban de otorgar un espacio para impartir lecciones. La primer escuela primaria surge en Cartago en 1782, no se obtienen datos de la infraestructura de la misma pero para 1788 como lo menciona (Castro, 2000) José Manuel Guzmán impartía lecciones en una casa de habitación.

Se obtiene de (Castro, 2000, pág. 110) la siguiente frase dada por don Tomás Acosta en 1797: "... siendo tan útiles las escuelas y estando dispuesto su establecimiento, implantase todos los que estimase convenientes poniéndoles en manos de personas idóneas." A partir de este momento en los primeros años del siglo XIX se continúan abriendo escuelas en Heredia, Cartago, Alajuela y San José. Sin embargo, aunque para 1820 había varias escuelas en San José, la infraestructura de estas era muy precaria debido a que se ubicaban en las mismas casas de los maestros o de las parroquias.

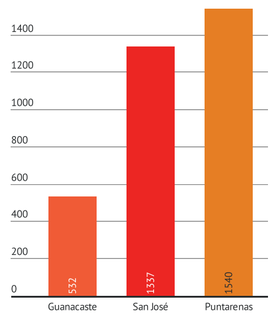


Imagen 2.3: Gráfico de provincias con mayor infraestructura en 1886 realizado por autores

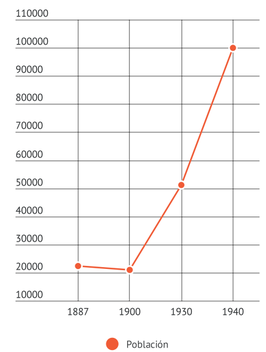


Imagen 2.4 . Gráfico de crecimiento demográfico, realizado por autores

La llegada de la independencia en 1821 demarcó una pauta en el desarrollo educativo del país, se implantó como el segundo objetivo nacional impulsar la educación como el instrumento para fortalecer la democracia así como los valores de, libertad, dignidad humana y justicia.

Asimismo, este objetivo impulsó a don Juan Mora Fernández que en 1824 llega al poder como el primer Jefe de Estado, y promueve dentro de sus proyectos las casas de enseñanza para los municipios. Bajo esta iniciativa se representa el signo de "*progreso de la escuela, que pronto será declarada común, gratuita y obligatoria en su nivel primario y elemental*"

Por lo tanto, la educación se volvió un pilar en el desarrollo y progreso del país, por esta razón, cabe destacar que para 1835 ya existían cuarenta y un escuelas, no se encontraban en el mejor estado, pero se hallaba en pie la educación. Debido a los intentos de crear un sistema escolar unificado para dar unidad al sistema y articularlo, de manera que la enseñanza primaria tuviese supervisión.

Además de dicho control, se crea en 1849 el Consejo de Instrucción Público. Su función principal era la de dictar reglamentos nacionales, establecer métodos de enseñanza y funciones de inspección. Cabe destacar que este Consejo fue el inicio del Ministerio de Educación Pública. Se procuraba la equidad de la enseñanza a los niños, sin embargo, la mayoría de los niños eran de familias adineradas.

No obstante, para 1869 se propone el artículo 6° de la Constitución que decía:
"*...la enseñanza primaria de ambos sexos es obligatoria, gratuita y costeada por la Nación. La dirección inmediata le corresponde a las Municipalidades y al gobierno la suprema inspección*"

Fue hasta 1869, cuando se propone en la nueva constitución, la reforma educativa donde estaba a cargo el Lic. Ricardo Jiménez Oreamuno. En esta reforma, la educación dejaba de ser responsabilidad de las municipalidades y se ponía al cargo del Estado, único ente que se encontraba con los medios suficientes para subvencionarla.

Cabe destacar lo que el Lic. Julián Volio, el secretario de Instrucción Pública destacó de la infraestructura educativa "*Construir un edificio apropiado, donde quiera que haya un número mayor de treinta niños, amueblado convenientemente, proporcionar el material de escuela y dotar a los maestros e inspectores supone recursos que solo por ahora la nación puede suministrar*" (Castro, 2000, pág. 117)

Influencia de la Administración educativa en la infraestructura escolar.

En lo que respecta a la administración educativa, se tenían influencias de Argentina, influencia se da durante la administración del Lic. Mauro Fernández, donde en 1886 se aprueba la Ley General de Educación Común la cual se generó bajo la influencia liberal, estuvo inspirada en la ley del 8 de julio de 1884 de Argentina.

Se denota, la "modernización refleja y la disparidad" debido a que lo que se hace es copiar lo que se hace en otros países. Sin embargo, a la vez se rescata la importancia que se le dio a los primeros becarios, a la obtención de educadores extranjeros y del avance gradual del sistema educativo.

Se obtiene, según datos de la Historia de la Arquitectura en Costa Rica (Fonseca & Garnier, 1998), que la provincia mayor favorecida en cubrir la educación costarricense era Guanacaste, y las menos favorecidas era San José y Puntarenas (ver imagen 2.3). Para estas épocas de 1821-1869 la educación estaba subvencionada por donaciones y sobrantes.

Se enmarca textualmente el siguiente enunciado debido a la relevancia de la infraestructura educativa para dicha investigación: " *A finales del siglo XIX, las escuelas mostraban una caótica situación: edificios malsanos, falta de espacio, de higiene y ventilación y escasos de elementos didácticos*" (Fonseca & Garnier, 1998, pág. 350). Por tal motivo, según la Ley de 1886, se crearon juntas de educación de la construcción, reparación, mantenimiento y refacción de las escuelas con el aporte de la comunidad. Asimismo, se obtuvo ayuda de municipalidades, Secretaría de la instrucción Pública y un empréstito del Banco de la Unión.

Debido a lo mencionado anteriormente, a la bonanza económica, así como voluntad política que existía entre 1885-1887, la educación primaria tuvo un gran auge de progreso. Además, del crecimiento demográfico que se dio para esa época (ver imagen 2.4). Según datos históricos, se construyeron nuevos edificios educativos, otros se modificaron para volverlos más accesibles y ventilados, pero, aun existían muchos con deficiencias.

Cabe destacar, que a partir de 1914 cuando estuvo en el poder González Flores, una época de los liberales se crearon reformas influenciadas por el Lic. Luis Felipe González que se aplicaron mucho más adelante, sin embargo, se argumentaba que los problemas sociales eran ante nada problemas educativos.

En lo que respecta al presupuesto otorgado por el gobierno al campo educativo, sobresale la segunda administración del Lic. Ricardo Jiménez Oreamuno en 1924-1928 donde dijo lo siguiente:

"*la constitución dice que la enseñanza primaria es gratuita y costeada por la Nación. Nosotros cumplimos a medias el precepto constitucional. Damos la escuela, pagamos el maestro, pero obligamos al padre de familia a costear libros, el papel y demás menesteres escolares de uso de cada niño. Si por fuerza lo llevamos a la escuela, para que aprenda, por fuerza le debemos proporcionar los medios materiales adecuados a ese fin*" (Castro, 2000, pág. 135)

Imagen 2.5: Escuela Central de Atenas Tomado de: Youtube

Imagen 2.6: Escuela Buenaventura Corrales, Metálica. Tomado de: Mapio.net

Mencionado lo anterior, se destaca que el presupuesto destinado a la educación, salarios de profesores y demás actividades del campo educativo era muy alto, esto generaba que quedara muy poco dinero para otros campos. No obstante, como se enmarca en el tercer gobierno de Lic. Ricardo Jiménez Oreamuno en 1932, los pobres, humildes y campesinos, lo que mayormente solicitaban a los poderes públicos eran caminos, cañerías, escuelas, pero sobre todo escuelas. "*Mientras esa actitud de nuestra democracia perdure, no podemos considerar en peligro la estabilidad de nuestras instituciones ni desesperar nuestro bienestar social*" (Castro, 2000, pág. 138)

A partir de 1935-1940 se intenta crear una reforma por parte de la educación superior, donde bajo la influencia del Lic. Ricardo Jiménez se rescató que la universidad fuese autónoma, ya que como él decía y bajo su experiencia en la Universidad de Santo Tomás "*si la institución se encontraba bajo el régimen del gobierno no iba a tener luz propia y podría llegar a la decadencia debido a la intervención del estado*". No es hasta 1940 con la llegada de Dr. Rafael Ángel Calderón Guardia que se crea la Universidad de Costa Rica, donde a su vez hubo un gran empuje en la infraestructura escolar a nivel urbano, suburbano y rural.

Estas construcciones educativas generaron al mismo tiempo, la creación de centros en los cantones donde existía la municipalidad, la escuela, la iglesia, y la plaza del pueblo.

En la imagen 2.7 se observa un gráfico con los datos obtenidos del libro (Castro, 2000), donde las variaciones cuantitativas de la matrícula escolar respecto al crecimiento poblacional desde 1890-1940, en el cual la matrícula escolar creció un 427% y la población un 210% (ver gráfico en imagen 2.7). Para el gobierno del Dr. Calderón el presupuesto educativo representaba un 17,46% del total del gasto del gobierno.

Respecto a la infraestructura escolar, se resalta la importancia del arquitecto José María Barrantes, quien a partir de 1928 hasta 1944 diseñó 77 escuelas debido a que laboraba en el departamento de construcciones escolares. Por este motivo, existen escuelas de estilo clásico, neo-colonial, estilo moderno con influencia art decó, y las de lenguaje moderno racionalista.

Al igual que en la actualidad, para ese tiempo existían si se determina de esa manera estilos prototipos que Barrantes utilizó en sus diseños las que tenían forma de O, con patio central y ubicadas en centro de ciudad, las que tenían forma de C o L, las cuales se construían donde había mayor terreno o parte para juego, y las de forma I que se encontraban en zonas rurales, como se puede observar en la imagen 2.5.

Sin embargo, a pesar de que la arquitectura educativa ha sido la imagen y presencia de control del Estado, esta obra se suspende a partir de la década de 1950 y las escuelas que se crean a partir de 1950-1960 quedan a cargo de los religiosos debido a la subvención del Estado a la educación religiosa en primaria y secundaria.

A partir de la constitución de 1949 junto a la administración de don Otilio Ulate, se comienza a denotar un incremento en la cantidad de alumnos de primaria, lo que generó el incremento de centros educativos de 512 a 1175 y el presupuesto de ¢5 094 112 a ¢21 447 229.

Sin embargo, cabe destacar que a pesar del incremento de presupuesto dado por el Estado Benefactor que surge de 1960-1982, en la administración de Lic. Mario Echandi Jiménez (1958-1962) se valora la falta de organización del mismo ya que se invertía entre el 20% y 30% del presupuesto del Gobierno Central, principalmente al pago de sueldos de maestros, personal directivo y de administración. Por lo tanto, la cantidad económica del presupuesto que quedaba para demás menesteres era muy poco.

Precisamente, en la administración del Lic. Mario Echandi se destaca el siguiente enunciado realizado por el Ministro Runnerbaum Quirós, que a pesar de encontrarnos en el 2017 y que han pasado ya casi 59 años la frase continúa siendo muy acertada para la situación actual de la administración, así como el desarrollo de la infraestructura educativa del país:

"*Existe el concepto muy generalizado de que la escuela primaria debe tener fundamentalmente la función de enseñar a leer, escribir y calcular. Es urgente despertar el mayor interés nacional en relación con los problemas de la educación y lograr un concurso general para liberar la escuela de las circunstancias que la empobrecen, limitándola en su acción dinámica al desarrollo cultural-económico y social del país*" (Castro, 2000, pág. 154)

Por consiguiente, en las administraciones siguientes a las mencionadas hasta 1978 la infraestructura educativa se mantuvo sin embargo, los gobiernos le daban relevancia a la administración educativa, en estos años cabe destacar la creación de la Ley Orgánica del Ministerio de Educación Pública N° 3481 donde el MEP pasa a ser el administrador de todos los elementos que lo integran. Bajo esta ley, se crean las direcciones regionales con el fin de descentralizar las funciones.

Debido a lo mencionado anteriormente, se ha generado un sistema cerrado donde con el pasar de los gobiernos se han preocupado principalmente por aspectos legales y reglamentarios, dejando de lado el desarrollo del ambiente, calidad e infraestructura educativa. Sin tomar en cuenta el incremento poblacional estudiantil y haciendo una inadecuada distribución de recursos hacia la construcción de centros educativos.

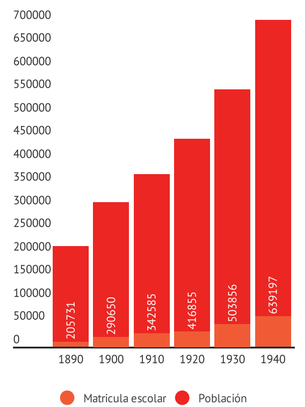


Imagen 2.7: Gráfico de crecimiento demográfico vs matrícula escolar, realizado por autores

Por lo tanto, se realza la siguiente frase obtenida del Ministro Gámez Solano; "*En educación, el trabajo real se hace en cada escuela y aula, no en el Ministerio de Educación: este es el que debe adecuarse a las necesidades de aquellas.*"

Uno de los principales problemas que ha vivenciado el sistema educativo del país es que el presupuesto educativo se ha utilizado en su mayoría en procesos administrativos, desarrollando viviendas para profesores y en el pago del personal, dejando un poco de lado la infraestructura de centros educativos.

Para finalizar con el estado Benefactor, llega la administración del Lic. Rodrigo Carazo. No obstante, se tiene que destacar según (Reforma de la Educación en Costa Rica, pág. 5) que durante su gobierno hasta 1995 existe un retroceso, estancamiento e insuficiente recuperación de la inversión pública en educación, debido a la crisis económica que vivió el país. Sin embargo, se enfatiza el gran interés que se obtuvo para el MEP sobre la implantación de la regionalización, con el fin de generar una planificación espacial y regional.

La intención fue desconcentrar la administración para así aminorar la duración de los procesos burocráticos a corto y mediano plazo para trabajar por medio de regiones. Por esta razón, debido al aumento de la población, este gobierno realiza un estudio del crecimiento por regiones y de la necesidad de cubrir a esta población por medio de centros educativos. Se realiza un recuento a partir de 1975-1981 de la cantidad de centros educativos con el fin de obtener el número de instituciones educativas creadas.

Si se observa la imagen 2.8, respecto al presupuesto por alumno, se destaca de una manera comparativa en 1975 el 100% del presupuesto, lo que indica que cada año que pasaba hasta 1981 el costo por alumno aumentó casi un 220%, esto se debe principalmente al proceso de devaluación monetaria e inflación que surgió en 1980-1981 y que mantuvo esa tendencia hasta la actualidad. El Ministerio de Educación destacó un enunciado que rescata el valor de esta investigación debido a que es un problema que influye en el país respecto a su infraestructura educativa;

"*.. el tiempo del centralismo del sistema educativo llegó a producir en lo administrativo falta de agilidad, de eficiencia y en lo técnico excesiva homogeneidad que no favorece la máxima atención a las necesidades de la educación de las poblaciones, especialmente rurales, de las diversas regiones que conforman el país...*"

Como parte final del estado Benefactor, se rescata el informe realizado en 1979 por la Comisión Nacional de Planificación y Programación Educativa del MEP, en el cual se presentan los problemas y las recomendaciones formuladas con relación

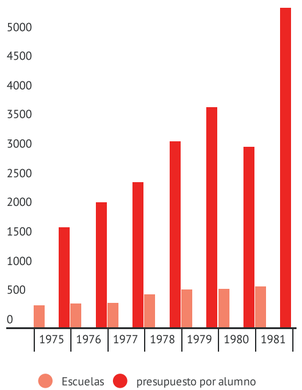


Imagen 2.8: Gráfico de presupuesto por alumno según los años

Imagen 2.9: Escuela prefabricada. Tomada de Presidencia Nacional de Costa Rica

al Sistema Educativo Costarricense, sin embargo, en esta investigación se presentan únicamente los puntos donde se evidencia el déficit de infraestructura, en los que se nombra:

1.Existe una deficiencia de planificación en la creación de centros de enseñanza.
2.Hay carencia de centros de educación especial en algunas regiones.
3.Se considera excesivo el número de alumnos que actualmente se asigna a cada sección.
4.Distribución injusta y discriminada de subvenciones presupuestarias a los centros educativos.
5.Estado de deterioro y abandono en la planta física, mobiliario e instalaciones de los centros educativos.
6.Subutilización de la planta física de muchas instituciones.

Ante este informe, se puede comparar que actualmente en el 2017 aún se sufre con muchos puntos de los mencionados anteriormente. Por lo tanto, surge la interrogante de que se hace con el presupuesto, con los conocimientos administrativos, de tanta asesoría internacional obtenida y seguir estancados en medio de tanta burocracia.

Cabe aclarar, que en muchos casos también las juntas educativas deben de ser responsables con el dinero que el MEP les aporta para la infraestructura educativa, el dinero debe ser bien utilizado para el mejoramiento de sus propios centros de aprendizaje, e invertirlo en infraestructura y deficiencias del mismo.

A continuación, a modo de resumen se aprecia una línea del tiempo separada entre lo que fue la topología de la infraestructura escolar, de lo que actualmente se denominan estilos prototipos y en la parte inferior los estilos arquitectónicos que se utilizaron antes de la implementación de modelos repetitivos.

TOPOLOGÍA

ESTILOS ARQ

1714-1741
Durante la colonia las lecciones se impartían en cabildos o viviendas de sacerdotes

1782-1788
Surge la primera escuela en una casa de habitación

1835
Existían 42 escuelas, en casas, parroquias y cabildos.

1869
La enseñanza primaria de ambos sexos es obligatoria, gratuita y costeada por la Nación

1886
Se crearon juntas de educación de la construcción, reparación, mantenimiento y refacción de las escuelas con el aporte de la comunidad

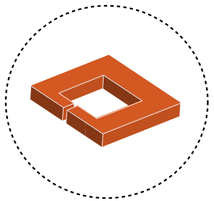
1885-1887
Se construyeron nuevos edificios educativos, otros se modificaron para volverlos más accesibles

1914
Creación de la escuela Normal de Heredia.
Edificios monumentales

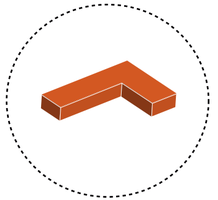
1928-1944
Creación de tipologías escolares según ubicación y tamaño de lote

Escuela Metálica
Escuela Buenaventura Corrales. Ensamblado en 1896

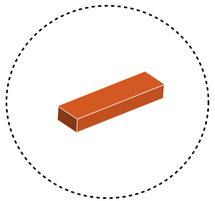
Estilo neoclásica
Escuela República de Argentina se construye entre 1888-1895



FORMA O
Contaban con patio central y ubicadas en centro de ciudad



FORMA C-L
Se construían donde había mayor terreno o parte para juego



FORMA I
Se encontraban en zonas rurales.

FORMA I
Estos prototipos es el módulo del aula y su repetición de la DIEE

Estilo Moderno
Escuela República del Perú. Construida en 1928

Estilo Art Decó
Escuela Pilar Jiménez, se construye en 1930.

Estilo Ecléctico
Escuela Cleto González Víquez, se construye 1938 en concreto armado.

1978
se estanca la infraestructura educativa, se crean programas de regionalización por parte del MEP

1989 CENIFE
2007 DIEE
Estandarización de la infraestructura

Prototipos
Escuela Guanacasteca, prefabricada.

Imagen 2.10: Línea del tiempo de la evolución educativa. Fuente propia

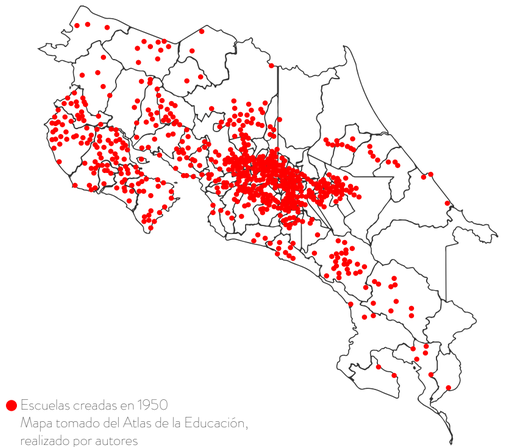
Imagen 2.11: Escuela Central de Tres Ríos. Tomada de INEC

Evolución de la Infraestructura educativa

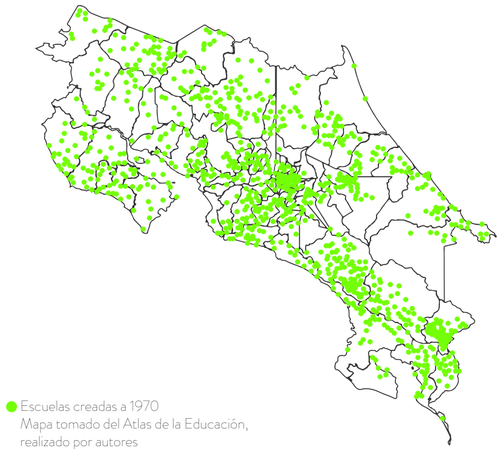
Costa Rica posee distintos ritmos de evolución en lo que respecta a los centros educativos, sin embargo, como se menciona en el (Atlas de la educación costarricense, 2013) el momento clave de expansión de las escuelas se dio a partir de los años sesenta y setenta. No obstante, una causa importante que generó que las escuelas se crearan en todo el territorio nacional fue la orientación de la primaria universal, por lo que sin importar cantidad de estudiantes debían existir centros educativos para mayor cobertura.

Debido a lo mencionado anteriormente, el país fragmentó su sistema de ubicación de centros educativos por medio de conglomerados de escuelas grandes en la GAM y otro conglomerado de escuelas pequeñas en la península de Nicoya, así como regiones Pacífico Central y Brunca. El siguiente capítulo utiliza mapeos e información ya recabada en el documento Atlas de la Educación costarricense el cual utilizó una metodología para el sistema de localización de centros educativos que fue desarrollado en tres etapas; Mapeos de centros educativos de la GAM y otras regiones por ProDUS-UCR, obtención de información con datos del INEC y de La Nación, por último, localizaron los centros educativos en una base de datos del MEP.

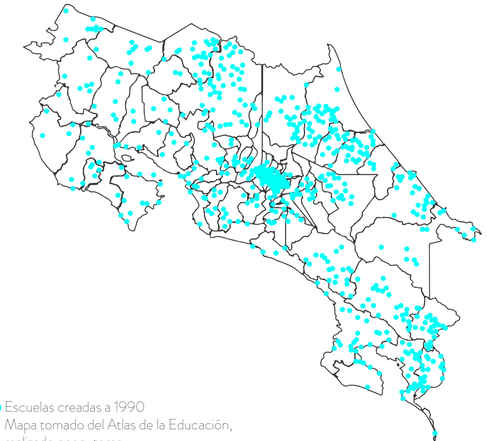
Imagen 2.12, Mapa de escuelas existentes de 1950-2011. Fuente: datos del Atlas de la educación, interpretado por autores.



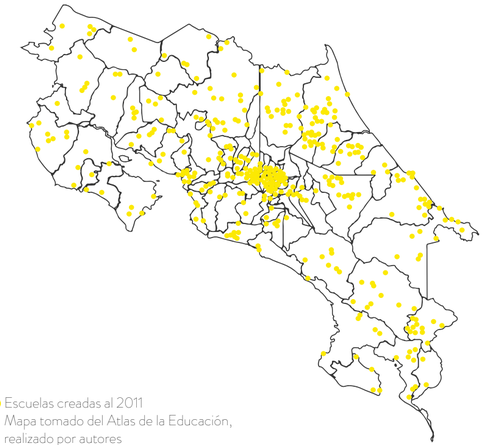
Escuelas creadas en 1950
Mapa tomado del Atlas de la Educación, realizado por autores



Escuelas creadas a 1970
Mapa tomado del Atlas de la Educación, realizado por autores



Escuelas creadas a 1990
Mapa tomado del Atlas de la Educación, realizado por autores



Escuelas creadas al 2011
Mapa tomado del Atlas de la Educación, realizado por autores

Imagen 2.13, Serie de Mapas de escuelas existentes de 1950-2011. Fuente: datos del Atlas de la educación, interpretado por autores.

Por lo tanto, la información obtenida será re interpretada y diagramada con el fin de obtener datos precisos para dicha investigación, la cual se enfoca en localizar las regiones donde existe mayor vulnerabilidad de infraestructura educativa, tomando en cuenta los siguientes parámetros:

1.Variables de tipologías escolares
2. Vulnerabilidad Ambiental
3. Vulnerabilidad Socio-Económica

Escuelas Públicas

En la imagen 2.13, se obtiene una recopilación realizada por ProDUS-UCR y datos del INEC así como del MEP donde se ve la transformación de aquellos centros educativos que han sido creados a través de 1950 hasta el 2011. Como se observa en el mapa 2, para 1951-1970 se crearon la mayor cantidad de escuelas públicas, según (Atlas de la educación costarricense, 2013) *"por cada diez escuelas públicas creadas, nueve estaban localizadas fuera de la GAM, lo cual está ligado a la construcción de escuelas unidocentes."*

Si se enlaza la creación de escuelas públicas, con la historia de la educación en Costa Rica mencionada anteriormente, se puede destacar que ciertas características fueron las que permitieron el crecimiento de las mismas a través de todo el territorio nacional, entre ellas:

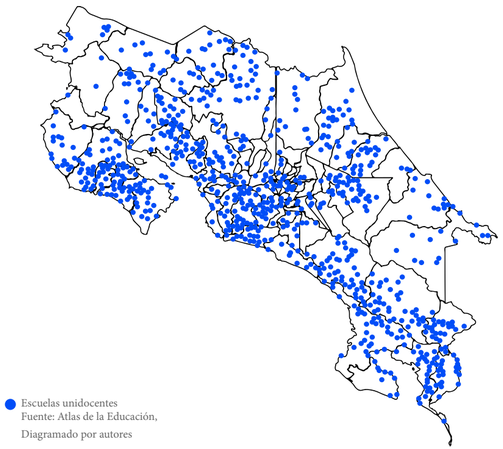
1. Creación de las garantías sociales, 1940
2. Regionalización de la educación
3. Aumento del presupuesto económico.
4. Como la educación era obligatoria y costeada por el estado debía llegar a todos los pueblo o ciudades.

1. Variables de tipologías escolares

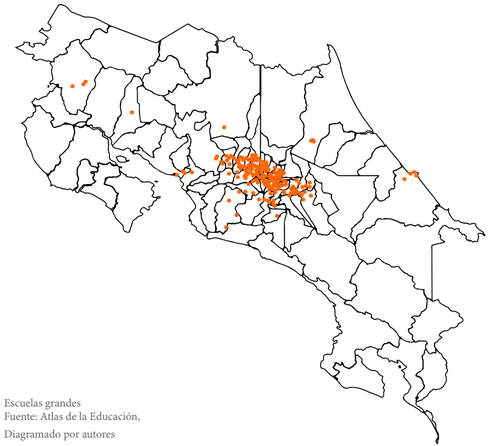
Se consideran los tipos de centros educativos que usa el Ministerio de Educación Pública para poderlos ubicar respecto a sus características, necesidades y deficiencias. Como se mencionó anteriormente el MEP posee cuatro tipos de escuelas públicas: grandes, unidocentes, indígenas y pequeñas. Las cuales dependen de su ubicación, cantidad de alumnos, cantidad de profesores, el tamaño de la infraestructura así como la región en la que se ubican.

La importancia de esta variable de tipologías, es que permite en esta investigación la caracterización de cada escuela, esto con el fin de diseñar modelos que puedan adaptarse no solo por zona sino por características. Además, dentro de los mapas presentados se analizan y se representan únicamente las escuelas estatales, pioneras de la educación en Costa Rica y que actualmente se encuentra en desventaja con las privadas.

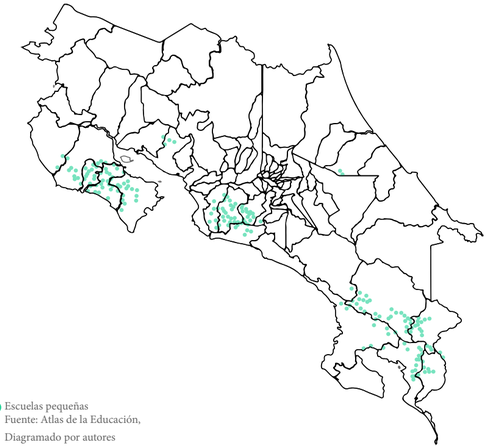
Dentro de la relevancia de que existan tipologías escolares, se debe a la diferencia de público meta, donde más adelante se verá la vulnerabilidad socio-económica y la interrelación de variables. Por lo tanto, a continuación se irán caracterizando cada una de ellas con su respectivo mapa con el fin del ampliar y definir su tipología.



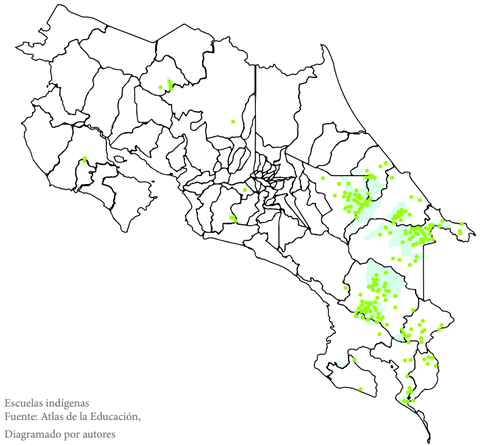
Escuelas unidocentes
Fuente: Atlas de la Educación,
Diagramado por autores



Escuelas grandes
Fuente: Atlas de la Educación,
Diagramado por autores



Escuelas pequeñas
Fuente: Atlas de la Educación,
Diagramado por autores



Escuelas indígenas
Fuente: Atlas de la Educación,
Diagramado por autores

Imagen 2.14, Mapas de las distintas tipologías escolares. Fuente: datos del Atlas de la educación, interpretado por autores.

1.1 Escuelas Unidocentes

En Costa Rica surgen las escuelas unidocentes como respuesta a la falta de centros educativos fuera de la GAM principalmente, y debido a las largas distancias que debían recorrer los niños para recibir lecciones. Según datos obtenidos del Atlas de la educación, las escuelas unidocentes para el 2011 representaban el 35,5% del total del país. Como se logra observar en la imagen 2.13, las escuelas son las que se desarrollaron de 1950-2011, sin embargo, cabe destacar que en el período en el cual se crearon más escuelas primarias fue entre 1950-1970.

Una escuela unidocente es aquel centro educativo con treinta estudiantes o menos, el MEP plantea la siguiente definición; "*Son aquellas que plantean un modelo de práctica pedagógica renovada adecuada a la realidad rural costarricense. Se establece el liderazgo docente, gestión institucional y comunitaria, la psicosocial, auto y mutua capacitación. Los estudiantes autogestores y autónomos. Se da el trabajo con padres, madres y comunidad.*"

1.2 Escuelas Grandes

Las escuelas grandes toman como punto de partida contar con más de 50 estudiantes. Al ubicarse gran parte de la población en el gran Área metropolitana la mayoría de escuelas grandes se encuentra en el Valle Central, sin embargo, existen otras escuelas con áreas de influencia bastante grande como lo son:

- Limón, Puntarenas, Guápiles, Liberia, Ciudad Quesada

1.3 Escuelas Pequeñas

Además de las escuelas unidocentes, el Libro del Atlas de la Educación realiza una distinción entre escuelas grandes y pequeñas, en este caso las escuelas pequeñas son las que poseen menos de 50 estudiantes. La mayoría de ellas se ubican en cuatro zonas puntuales las cuales se logran observar en el mapa de la imagen 2.14:

1.Nandayure, Hojancha, Puntarenas y Nicoya.
2.Turrubares, Acosta, Puriscal y Parrita
3.Buenos Aires, Coto Brus, Corredores, Golfito y Osa

1.4 Escuelas Indígenas

Costa Rica cuenta con los siguientes pueblos indígenas: Chorotega, Huetar, Brunka (boruca), Maleku (guatuso), Naso-teribe (Térraba), Ngöbe-buglé (Guaimí) y Bribri-cabécar que pertenecen a tradiciones culturales mesoamericano o Náhualt y Chibchoide o chibcha. Luego se encuentran en Guanacaste otros pueblos chorotegas como Nambí, Guaitil, San Vicente, Moracia, Santa Ana, 27 de abril, Arado y Temprate.

Según los datos recabados por el Estado de la Nación, en la actualidad el 2.4% de la población nacional son indígenas. En el censo del 2011 se registró una población de 104.143 habitantes indígenas, de ese número solo un 35% viven dentro de sus reservas y un 65% fuera de

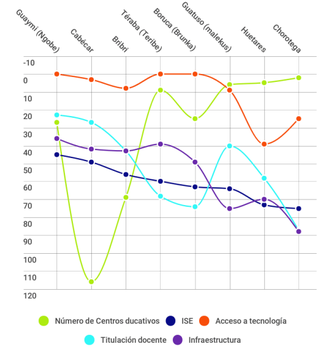


Imagen 2.15, Gráfico de Índice de Situación Educativa (ISE) según Etnia 2010. Fuente: datos del Estado de la Nación, interpretado por autores.

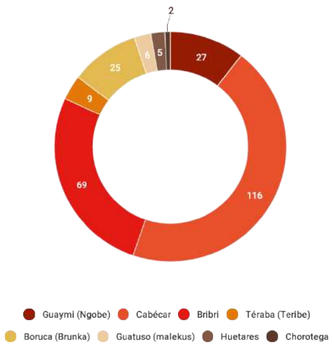


Imagen 2.16, Gráfico de cantidad de centros educativos indígenas. Fuente: datos del Estado de la Nación, interpretado por autores.

ellos. Actualmente existen 24 reservas indígenas. (Borge, 2012)

Infraestructura Indígena

La infraestructura educativa indígena dio sus primeros pasos en 1886 cuando se creó en Sipurio (Amubrë), Talamanca la primera escuela, sin embargo, en 1909 la United Fruit Company expulsó a los indígenas de los terrenos y con esto la escuela. Se creó en el mismo año la Escuela de Matambú en Nicoya, en 1887 la escuela de Boruca en Buenos Aires. Data de ese entonces la lucha constante por hacer llegar la educación y la infraestructura a las zonas indígenas del País. Para 1956-1963 se fundaron escuelas indígenas en Talamanca (Amubrë, Shiroles, Bratsi, Suretka, Bribri) bajo la influencia de aquel entonces el Ministro de Educación, Uladislao Gámez.

A partir del 2007, el MEP retoma su interés por los centros educativos indígenas en el que se trabaja la ejecución del préstamo CR-7284 del Banco Mundial por $30 millones para infraestructura escolar, entre otros puntos. Se observa en la imagen 2.17 el avance que ha tenido la infraestructura educativa con el paso del tiempo y con el crecimiento de la población.
Los datos obtenidos de (Borge, 2012) destacan que el 71% de los centros educativos de primaria son de la etnia Bribri-Cabécar y se concentran en la vertiente del Caribe.

Sin embargo, a pesar de la importancia que se le ha venido atribuyendo a la infraestructura educativa en estas zonas aún el indicador es bajo, esto se debe principalmente a que las comunidades se encuentran en zonas montañosas inaccesibles por lo que dificulta el ingreso de materiales de construcción, electrificación, entre otros.

Se denota en la imagen 2.16 que hay infraestructura educativa en zonas indígenas, aún así, esto no significa que la situación sea la indicada muchos de los centros poseen poca infraestructura escolar, baja titulación docente y muy poco acceso a la tecnología informática.

Se obtienen factores que se deben de tomar en cuenta para la construcción de escuelas, entre ellos tales como: tamaño, población de los territorios, dispersión geográfica, accesibilidad, del estado de la antigüedad del proceso educativo y el desarrollo de los servicios del Estado se toman en cuenta para la realización del gráfico de la imagen 2.15 y del los mapeos de las zonas indígenas con sus respectivos centros indígenas de 1900-2011 según datos del Atlas de la Educación Costarricense 2013.

Imagen 2.17, Ejemplo de Infraestrcutura educativa, Colegio Indígena en Buenos Aires, Puntarenas, Colegio Yimba Caj. Tomada de: Nacion.com

Imagen 2.18, Infraestructura educativa, vulnerabilidad y mal estado de las escuelas públicas. Fuente: http://www.ximendaz.com/787/

2. Vulnerabilidad educativa

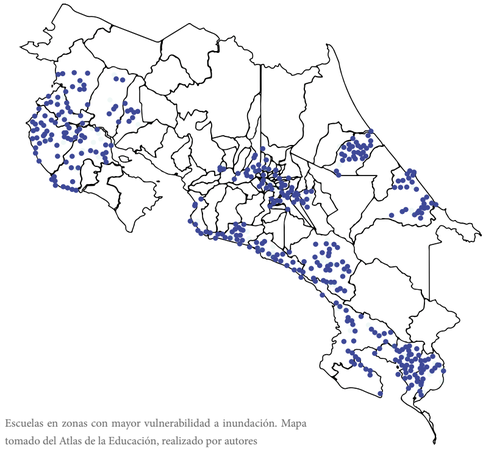
El desempeño en la educación puede verse afectado por la exposición que tenemos los seres humanos a varias variables. Según el BID (Banco Interamericado de Desarrollo) vulnerabilidad es: "*una condición de susceptibilidad a shocks externos que pueden amenazar vidas humanas y sistemas de vida, recursos naturales, propiedades e infraestructura, productividad económica y prosperidad de una región (BID, 1999)" (Gómez, 2001).*

Costa Rica ha contado con varias catástrofes ambientales, dejando al país impactado debido a su paso. Sin embargo, existen amenazas ambientales que pueden prevenirse como lo son las inundaciones. Seis de los doce meses pasan con gran cantidad de lluvias, que a su paso generan daños y susceptibilidad de impartir lecciones en las aulas.

De igual forma, no solo las inundaciones afectan de manera directa/indirecta la educación y su infraestructura, sino también aquellas escuelas que ya se encuentran deterioradas ya sea por antigüedad, mal uso, falta de mantenimiento, o por una construcción inadecuada.

Por lo tanto, para esta investigación se toman mapeos del Atlas de la Educación sobre las escuelas con aulas en mal estado y las escuelas con mayor vulnerabilidad de inundación, con el fin de poder responder con modelos que respondan a necesidades reales.

Escuelas con aulas en Mal estado Mapa tomado del Atlas de la Educación, realizado por autores



Escuelas en zonas con mayor vulnerabilidad a inundación. Mapa tomado del Atlas de la Educación, realizado por autores

Imagen2.19, Mapas de las vulnerabilidades educativa. Fuente: mapas del Atlas de la educación, realizado por autores.

2.1 Escuelas con aulas en Mal estado/ mala infraestructura

A partir de un Análisis Estadístico del MEP en el 2011, el cual se toma del Atlas de la Educación costarricense(2013) se indica y se demuestra por el siguiente mapa que existen escuelas con aulas académicas en mal estado con un 6.6% de déficit. No obstante, este porcentaje no corresponde a todas las escuelas por igual, existen escuelas que cuentan con un 10,75 de aulas en mal estado o en casos extremos con un 25% o más de deterioro. Como se logra observar en el mapa de la imagen 2.19, la mayoría de escuelas con aulas en mal estado es de 30-90 estudiantes y se encuentran fuera de la Gran área metropolitana.

2.2 Escuelas en zonas con mayor Vulnerabilidad a inundación

Se ha generado la creación de estos mapeos en zonas de riesgo, ya que no se conoce sobre la vulnerabilidad, así como amenazas físicas y antrópicas a las que pueden estar expuestas las edificaciones. Es por esta razón, que existen escuelas en zonas de riesgo por inundaciones (imagen 2.19), deslizamientos y zonas de alto flujo vehícular generando riesgo e interrupción a un debido proceso de un centro educativo.

Por lo tanto, se obtiene información del libro Atlas de la Educación Costarricense (2013) sobre los centros educativos en zonas de inundación según la Comisión Nacional de Emergencias. El análisis abarca el 43.1% de las escuelas, de los cuales para esta investigación se presenta en el mapa 2.19 únicamente las instituciones reportadas dentro de zonas de inundaciones vulnerables.

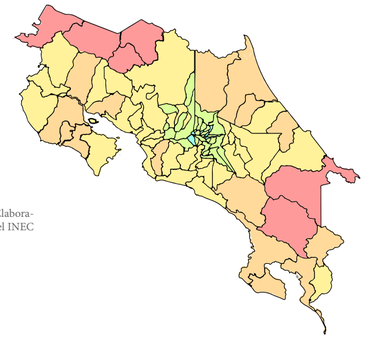
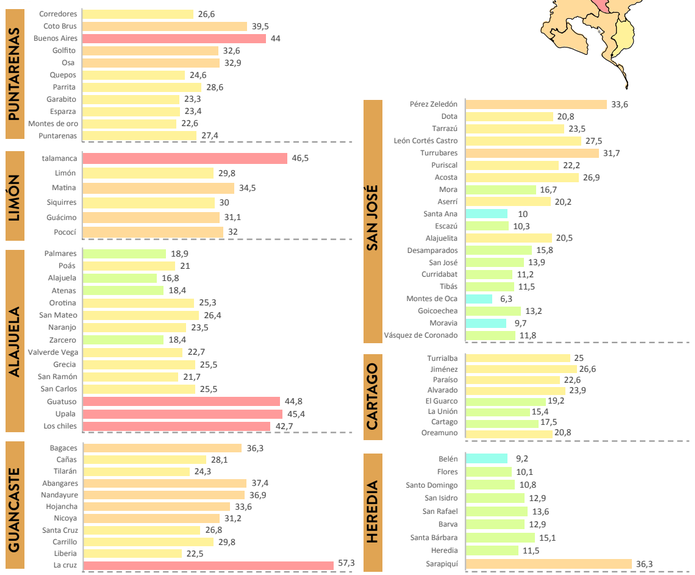


Imagen 2.20, Porcentajes de Incidencia de pobreza Cantonal, Elaboración Propia basado en ¨Costa Ricas mapas de pobreza 2011¨ del INEC 2013



3. Vulnerabilidad Socio-económica

El estado de la infraestructura educativa a través del tiempo ya sea su decaimiento o mejoramiento en las distintas regiones del país, aparte de estar relacionado por limitantes por parte del Estado (recursos económicos, administrativos), limitantes demográficas (crecimiento poblacional), vulnerabilidades educativas (variables ambientales y de deterioro físico anteriormente presentadas), puede verse relacionado además por una nueva vulnerabilidad, es decir la variable socio-económica de cada una de las regiones. Para lograr analizar dicha variable, y comprender la estrecha relación del contexto socio-económico con las variadas limitantes y vulnerabilidades, se utiliza el mapa de Porcentaje de incidencia de pobreza cantonal basado en el método de NBI (Necesidades Básicas Insatisfechas) como se puede observar en la imagen 2.20, indicador que da la caracterización de la situación de los cantones en función de parámetros lo cuales determinan la presencia de carencias en determinadas dimensiones:

- Acceso a Albergue Digno
- Acceso a Vida Saludable
- Acceso al Conocimiento
- Acceso a Bienes y Servicios

Caracterización que permitirá la futura implementación de nuevas políticas focalizadas, estas pueden apuntar a solventar

determinadas necesidades básicas, y así disminuir la pobreza de los distintos cantones. Como es el caso de las medidas resultantes de la investigación, para el mejoramiento de infraestructura o al acceso al conocimiento en zonas con altos grados de pobreza.

La Educación y la Pobreza

La educación se considera un factor importante en el mejoramiento de las condiciones socio-económicas de los hogares de los distintos cantones y consecuentemente en el desarrollo de un país, por lo que la búsqueda de facilitar su acceso es clave para lograr disminuir la incidencia de pobreza.

Como se puede evidenciar en la comparación del Censo 2000 y 2011 en el documento ¨Costa Rica mapas de pobreza 2011¨ del INEC, en el cual se reflejó una mejora en el porcentaje de cantones con carencia del país entre el año 2000 (36,1%) y el 2011 (24,6%), con una disminución de 11,5 puntos porcentuales, gracias a la dimensión de acceso al conocimiento, siendo la dimensión que más aportó a dicha mejora.
Pero, a pesar de las reducciones en el porcentaje del período intercensal siguen existiendo brechas geográficas importantes, cantones rezagados, con altos porcentajes de pobreza, que pueden relacionarse con el estado de las edificaciones educativa y su decaimiento actual, tanto por su falta de políticas para su mejoramiento o por la falta de presencia de centros educativos, sumado a esto, el mal estado de la infraestructura actual y la vulnerabilidad que puede presentar su contexto, situaciones presentadas en los mapeos anteriores; que influyen directamente en el acceso al conocimiento, y por ende en el desarrollo del país. Variables que más adelante en la investigación permitirán determinar las zonas con mayor prioridad por tratar, al relacionar los cantones con los mayores porcentajes de carencias críticas (muy altas y altas, ver imagen 2.21) versus las escuelas ¨en riesgo¨, para establecer la zonas a las cuales se le implementarán propuestas orientadas mejorar el nivel de infraestructura educativa que solventen las necesidades de acceso al conocimiento.

> El Informe del Estado de la Nación midió la rentabilidad educativa, al determinar cuánto varía el salario promedio de acuerdo con el nivel de educación alcanzado y la zona donde se encuentra la persona, concluyendo que :¨*...los lugares donde las posibilidades de tener altos niveles educativos son bajas se presenta una mayor diferencia de remuneraciones, pues los pocos que logran estos estudios impulsan a que se les paguen altos salarios al ser una mano de obra cotizada y escasa.*¨

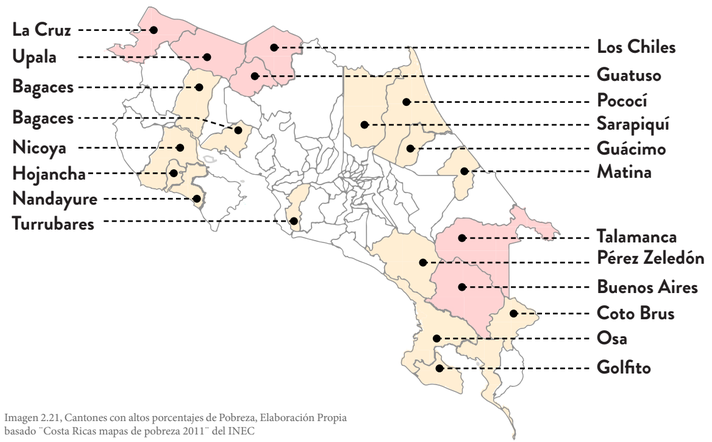


Imagen 2.21, Cantones con altos porcentajes de Pobreza, Elaboración Propia basado ¨Costa Ricas mapas de pobreza 2011¨ del INEC

Respuesta Institucional

Para comprender el ¨¿por qué?¨ de la estandarización en los diseños propuestos por la DIEE, entendiendo por estandarización como: ¨Fabricar un producto en serie con arreglo a un estándar o patrón determinado¨; es necesario conocer el proceso evolutivo de las instituciones (MEP - DIEE) y su estructura organizativa, además de las variables que condicionaron dicha respuesta de estandarizaje, como por ejemplo déficit administrativo, déficit económico, crecimiento poblacional, entre otros.

Reseña Histórica del Ministerio Educación Publica

Aproximadamente, entre los años 1825 al 1838, los asuntos de categoría educativa dependían en su momento de un Ministerio General, luego, durante la segunda mitad del siglo XIX, las ¨corporaciones¨ municipales, asumieron la obligación de velar por la educación primaria, por lo tanto, quedaba la inspección de las escuelas en manos del Jefe de Estado.

Lo que hoy conocemos como el Ministerio de Educación Pública encuentra sus antecedentes en lo que fue llamado como ¨Ministerio de Hacienda, Educación Pública, Guerra y Marina¨, ministerio que fue creado el 1 de febrero de 1847.
Posteriormente, dentro de la Constitución Política vigente de 1949 se constituye el actual Ministerio de Educación, debido a que se establecen ciertas competencias en el artículo 78 , en el cual se da ¨la adjudicación de becas y auxilios a cargo del ministerio del ramo por medio del organismo que determine la ley¨. Después de 16 años, en 1965 es promulgada la ¨ley Orgánica del Ministerio de Educación¨ ley 3481, del 13 de enero de 1965; la cual contiene un total de 68 artículos, que establecen los principios generales y la organización administrativa de las oficinas centrales de este ministerio, algunas vigentes en la actualidad.

Estructura Administrativa

El Ministerio de Educación Pública es el órgano del Poder Ejecutivo, encargado de administrar todos los elementos del ramo educativo, para el cumplimiento de las disposiciones pertinentes del título séptimo de la Constitución política, además de la ley fundamental de Educación, de las leyes conexas y de los respectivos reglamentos.
Corresponde exclusivamente al ministerio, poner en ejecución los planes, programas y demás determinaciones que emanan del Consejo Superior de Educación (artículo 2).

Además, es el vínculo entre el Poder Ejecutivo y las demás instituciones que trabajan en el campo educativo, tanto públicas como privadas, nacionales e internacionales (artículo 4 y 5).

Imagen 2.22, Logo del Ministerio de Educación Pública, Extraido de: http://presidencia.go.cr/comunicados/2016/07/el-gobierno-de-la-republica-y-la-educacion-dual/

Internamente la estructura de las oficinas centrales del Ministerio es regulada por el D.E. No 16638-Mep, del de octubre de 1985 (publicado en La Gaceta #282 del 4 de diciembre de 1985 titulado ¨Organización Administrativa de las oficinas centrales de Educación Pública¨. Documento que agrupa las funciones en tres grande áreas de actividad: área Determinativa, área de Asesoría y área Ejecutiva. (Gómez, 1990, pág. 152)

1. Área Determinativa:

Corresponde a la Dirección Superior y la conducción de las políticas educativas, el cumplimiento de la directrices emanadas del Consejo Superior de Educación así como del cumplimiento de las funciones técnico-administrativas propias. Se ubican en esta área el Ministro de Educación, el Viceministro y a la comisión técnica.

2. Área de Asesoría:

Se encuentra constituida por los miembros asesores en materia jurídica y Planeamiento y Desarrollo Educativo. Dichas divisiones son:

-División jurídica: Administra el asesoramiento jurídico requerido por las autoridades del nivel central del ministerio, las autoridades regionales e instituciones del sistema educativo.

-División de Planeamiento y desarrollo educativo: encargado de preparar, formular e instrumentar las alternativas además de estrategias que permiten al área determinativa, fundamentar y tomar decisiones para adoptar políticas educativas necesarias con miras al desarrollo del sistema educativo, en correspondencia con las políticas de desarrollo social y económico del país. División que cuenta con los siguientes departamentos:

- Departamento de Planes, programas y proyectos.
- Departamento de planificación administrativa.
- Departamento de investigación, evaluación y control global .
- Departamento de Documentación e información.

3. Área Ejecutiva

A esta área le competen las funciones ejecutivas del Ministerio de Educación y cuenta con tres órganos:

-División de Desarrollo Curricular: Le corresponde estudiar, planificar, asesorar, divulgar, investigar y evaluar lo relacionado con el currículum nacional, además, le atañe orientar técnicamente el desarrollo curricular en la instancia regional o institucional.

-División de Operaciones: es la encargada de hacer cumplir todas las decisiones tomadas por las autoridades ministeriales mediante la dirección, ejecución y supervisión de planes, programas, reglamentos, decretos y demás determinaciones que surjan de las autoridades superiores del ministerio.

-División Administrativa: Ejecuta las acciones para el desarrollo del sistema educativo en cuanto a sus necesidades de recursos humanos, físicos y financieros; para el cumplimiento de sus cometidos cuenta con los departamentos :

- -Personal
- -Adiestramiento y promoción
- -Financiero
- -Publicaciones
- -Servicios generales
- -Aprovisionamiento
- -Mantenimiento de Edificios, Equipo y Maquinaria

Administración / Infraestructura

Mediante el D.E. Mº /8933 – MEP, del 27 de marzo de 1989 (publicado en La Gaceta No.81 del 27 de abril de 1989) se creó el Centro Nacional de Infraestructura Física Educativa (CENIFE), bajo la dependencia directa del Ministerio de Educación, como un órgano en grado de desconcentración mínima de éste. Al cual le correspondía los siguientes objetivos según (Gómez, 1990, pág. 156):

-Establecer la coordinación necesaria de todos los esfuerzos nacionales e internacionales, públicos y privados destinados a la creación, al mantenimiento, a las mejoras de la infraestructura física y demás instalaciones dependientes del ministerio de educación pública.

-Promover el interés de las organizaciones comunales hacia la problemática de la infraestructura educativa nacional.

-Establecer la coordinación necesaria de todos los esfuerzos nacionales e internacionales, públicos y privados, destinados a la adquisición, mantenimiento y reposición de equipo destinado a la enseñanza en las instituciones dependientes al ministerio de educación pública.

-Servir de soporte técnico de la División de Planeamiento y Desarrollo Educativo en el cumplimiento de su cometido en relación con la infraestructura educativa.

En otras palabras al CENIFE le competían temas de infraestructura educativa bajo la tutela del Ministerio y proporcionando soporte al Área de Asesoría (específicamente la división de Planeamiento y Desarrollo Educativo), posteriormente al CENIFE se le fueron trasladados los recursos de la sección de programación física de dicha división, además de los del Departamento de Mantenimiento de Edificios, Equipo y Mobiliario del Área Ejecutiva (específicamente de la División Administrativa). Con el tiempo, las necesidades para la planificación, provisión y mantenimiento de infraestructura educativa, estuvo limitada no solo por la disponibilidad de recursos financieros, sino también por significativas limitaciones de carácter administrativo a lo interno del MEP, según la página electrónica de la DIEE (http://diee.mep.go.cr/acerca-de/reseña-histórica).

Imagen 2.23, Logo de la Dirección de Infraestructura educativa
Extraido de: http://diee.mep.go.cr/sites/all/themes/mepbase/logo_diee_mep_go_cr_2.png

Por ello, para solventar la limitada capacidad de gestión, en el 2007 se elimina el Centro Nacional de Infraestructura Física Educativa (CENIFE) y se crea mediante el Decreto Ejecutivo N° 34075-MEP Capítulo VI, Sección II, la nueva Dirección de Infraestructura y Equipamiento Educativo (DIEE), como se menciona además en la propia reseña histórica de la página iniciando con un presupuesto de ¢16.000 millones para Infraestructura. A partir de la cual, se instauraron prácticas de gestión renovadas, con estrategias diferenciadas que se ajustaran a las necesidades de los centros educativos, además se unió a ello la capacitación masiva en materia administrativa y de contratación a los miembros de las juntas de educación o administrativas, para que pudieran cumplir en forma expedita y eficiente con la ejecución de los millonarios recursos que les asignaba el MEP.

Dirección de Infraestructura y Equipamiento Educativo

La DIEE es el encargado de planificar, desarrollar, coordinar, dirigir, dar seguimiento así como de evaluar planes, programas, además de proyectos tendientes al mejoramiento de la infraestructura física educativa, así como y ampliación/equipamiento, como medio para facilitar el acceso, la calidad y la equidad de la educación pública costarricense.

Por lo tanto, contemplando el mantenimiento preventivo o correctivo, la rehabilitación, la construcción de edificaciones educativa, así como su equipamiento y dotación de mobiliario, además brindará asesoría técnica tanto al Consejo Superior de Educación (CSE) para el cumplimiento de sus competencias constitucionales y legales relacionadas con la infraestructura educativa; como asesoría técnica a las Juntas de Educación o Administrativas, para la ejecución de proyectos relacionados al mantenimiento, rehabilitación, construcción , equipamiento y dotación de mobiliario, financiados con presupuesto del MEP u otras fuentes de financiamiento, de acuerdo con la normativa específica que se establezca para tales efectos. (DIEE, 2017)

Prototipos

Entre una de sus tantas funciones y estrategias se encuentra la mejora de las futuras edificaciones educativas, por medio del diseño de ¨planos prototipos¨, una serie de diseños de espacios tanto educativos, como administrativos, a modo de guía para futuros planes maestros con normas, consideraciones y recomendaciones mínimas para la creación de infraestructura, dichos planos son elaborados y estandarizados por el Departamento de Investigación de la DIEE, los cuales son publicados, actualizados cada cierto tiempo.

Según Mario Shedden, Jefe del Departamento de Investigación de la DIEE indicó que los prototipos tienen un periodo de uso de 4 años

en una entrevista dada para la página del MEP (*http://www.mep.go.cr/noticias/mep-presenta-disenos-prototipos-infraestructura-educativa)*, actualmente se encuentran las propuestas del 2009 (ya desactualizados), 2012, 2014, 2016 y 2017.

Solo en entre el 2016 y 2017 la Dirección de Infraestructura y Equipamiento Educativo del MEP presentó 57 diseños prototipos para nuevas obras constructivas, con el objetivo de mejorar los espacios educativos; los prototipos fueron divididos en tres grupos según su función (para cuestión de la investigación) :

- Edificios / Escuelas
- Espacios Específicos de Enseñanza
- Administrativos, Recreativos, Comunes (los cuales mencionaremos como ¨Agregados¨)

Dado el límite de la investigación solo se analizarán aquellos prototipos que se consideren apropiados, es decir aquellos que se consideren indispensables para ejecutar actividades educativas y administrativas, analizando en total diecinueve planos prototipos de los distintos grupos como se puede observar en la imagen 2.25.

El Director de la DIEE el Ing. Walter Muñoz Caravaca (enero de 2015 a la fecha), se refiere a los prototipos 2016 durante la presentación de los mismos como:

¨Los diseños prototipo responden primero un gran ahorro para el estado, porque nosotros estamos diseñando nuestros diseños y se los estamos dando a los programas externos, entonces ya no tienen que cobrar o no pueden cobrar el honorario de la parte de diseño, ósea planos y explicaciones, sino que nosotros se los estamos dando. ... La gran innovación de estos prototipos es que están completamente adecuados a lo que son los ¨climas¨, aquí en Costa Rica tenemos una gran variedad de climas, en el pasado se estaba construyendo el mismo prototipo en cualquier parte del país y aquí estamos incorporando diseños con ventilación cruzada, con iluminación totalmente adecuados a costa, a montañas; y vamos mejorando con un proceso como digo, continuo los diseños arquitectónicos.¨

Estandarización y Metodología

La DIEE en la actualidad avanza en el tema de la infraestructura educativa, buscando adecuar dicha edificaciones a distintas necesidades espaciales educativos/ administrativos, así como necesidades regionales, buscando minimizar los costos constructivos y de servicios profesionales, por lo tanto, dichos modelos estandarizados son la base de las nuevas estrategias como respuesta a la demanda de construcciones escolares provocado por el constante crecimiento poblacional; asimismo como una respuesta condicionada al arrastre de limitaciones administrativas y de recursos económicos pasadas.

Imagen 2.24, Los tres grupos de diseños propuestos por la DIEE, Elaboración Propia.

Por este motivo, esta investigación busca trabajar con dicha base, propuesta por la DIEE, estableciendo oportunidades, fortalezas, carencias y debilidades de los planos prototipos, que permitan establecer pautas para futuras propuestas de nuevos prototipos. Ya que la estandarización actual puede no ser una respuesta apropiada, para la variedad de contextos del país.

Para ello, se analizará los distintos prototipos enfocados a espacios escolares, determinando patrones similares entre los mismos (ya sean estructurales-constructivos y morfológicos) determinando cierto grado de estandarización dentro de dichas propuestas, al agrupar los prototipos en nuevas clasificaciones.

Específicamente dichas clasificaciones estarán basadas en características o especificaciones de materiales constructivos y acabados, ya sea de estructura primaria (columnas, paredes, vigas, entrepiso, pisos), estructura secundaria (estructura de techos y cielos), además de morfología como características de dimensionamiento, patrones de configuración en planta o fachada, además de variaciones volumétricas que respondan a variables climáticas o regionales (a modo de estrategias pasivas y adaptaciones socioculturales/ emplazamiento).

De manera que la valorización de la estandarización establecida dentro de las nuevas clasificaciones nos permitirá conocer las anteriormente mencionas ¨oportunidades, fortalezas, carencias y debilidades¨ de los nuevos diseños con las cuales posteriormente nos permitirá establecer pautas para los futuros prototipos que saldrán como resultado de dicha investigación, los cuales servirán de aporte al trabajo continuo realizado por la Dirección de Infraestructura y Equipamiento Educativo, al ser utilizados como base para retroalimentar propuestas enfocadas a una eficiente adaptabilidad geográfica-climática y programática funcional.

Como se mencionó anteriormente dichas clasificaciones y su grado de estandarización serán puestos en valor dependiendo de sus similitudes o diferencias, es decir cuan mayor sean las similitudes dentro de las características y especificaciones de materialidad constructivas o morfológicas, mayor es la evidencia de una posible estandarización genérica dentro de los mismo grupos de prototipos, y por lo tanto una replica dentro de los mismo planos prototipos independientemente de su función y los tres grupos establecidos.

Consecuentemente, podría denotar una falta de especificidad respecto a los distintos contextos geográficos y climáticos del país, además de falta de profundidad respecto a la arquitectura bioclimática de las propuestas, es decir una escasa adaptabilidad climática dependiendo de la función y su ubicación, siendo las características morfológicas (adaptaciones e intenciones de estrategias

Imagen 2.25, Los tres grupos , con los prototipo que se analizarán , Elaboración Propia.

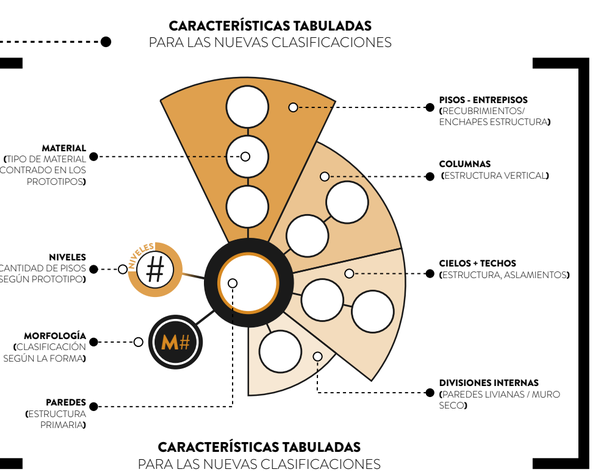


Imagen 2.26, Diagrama metodológico para determinar el grado de estandarización de los prototipos propuestos por la DIEE, Elaboración Propia

pasivas) determinantes en dichas carencia o al contrario, fortalezas del prototipo.

Además, podría denotar una falta de estudio espacial respecto a las diversas necesidades educativas y administrativas, ya que el prototipo no variaría morfológica así como constructivamente respecto a la necesidad funcional, en el peor de los escenarios.

Metodología

Como se observa en la imagen 2.26, para analizar los tres grupos de prototipos y sus dieciséis prototipos previamente escogidos (al considerarse indispensables dentro centro educativo escolar para ejecutar actividades educativas/administrativas), establecen tres variables que permitan establecer diferencias o similitudes de su forma, estructura o dimensionamiento; las cuales son:

- **Niveles:** Proporcionará la cantidad de niveles o pisos que lo dimensionan, dicha categoría se relaciona con la categoría de estructura/materialidad, por que dependerá de las propiedades de los materiales para aumentar su escala.

- **Morfología:** Permitirán entender las similitudes de los distintos prototipos basadas en su forma o configuración de plantas o fachadas.

- **Estructura / Materialidad :** Determinará las nuevas clasificaciones según la materialidad de la estructura, además de entender las distintas propiedades de los componentes ya sea de paredes, pisos, cielos, techos, columnas. Asimismo, la estructura primaria encontrada dará pie a las nuevas clasificaciones.

Dichas variables, con sus respectivas características serán tabulas y agrupadas, permitiendo establecer las nuevas clasificaciones para aquellos prototipos que compartan las misma propiedades.

La cantidad de las clasificaciones tabuladas nos permitirán entender el grado de estandarización y proporcionar una valorización de la misma en los planos prototipos, permitiéndonos establecer pautas para los futuros prototipos que saldrán como resultado de dicha investigación, enfocados en retroalimentar las propuestas de la DIEE, hacia una visión eficiente respecto a la adaptabilidad geográfica-climática y programática funcional.

Para analizar las variables propuestas, para cada uno de los dieciséis planos prototipos y así comprender las características como espacios internos, materialidad propia de la estructura primaria, secundaria, terciaria, metros cuadrados, cantidad de niveles, entre otras; previamente fueron analizados cada uno de sus planos (los cuales están en versión digital en la página: *http://diee.mep.go.cr/planos-prototipo-2016*) y tabulando en fichas cada una de sus características, dichas fichas podrán observar a continuación.

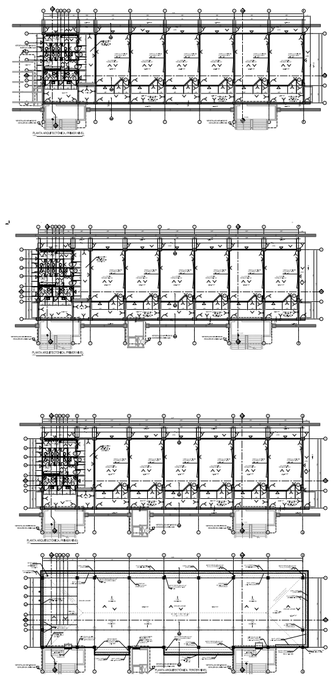
CARACTERÍSTICAS Y VARIABLES DETERMINANTES EN EL NIVEL DE ESTANDARIZACIÓN

	m2	PAREDES ESTRUCTURA	CIELO + TECHO	PISO	COLUMNA	NPT	DESCRIPCIÓN	ESPACIO	NIVELES	ENTREPISO
Escuela Edificio de dos niveles		**Muros de concreto y Mampostería / Partición liviana (muro seco) / muretes y pedestales de concreto**	**Sin cielo / Cielo Suspendido Gypsum con recubrimiento vinílico, con sistema de suspensión expuesto en aluminio tipo pesado antisimisco. Cubierta de hierro esmaltado. Cercha métalica en tubo y perfiles RT**	**piso de terrazo pulido/ Piso de concreto con acabado escobillado/ piso con enchape de azulejo (baños)/ piso de concreto con acabado lavado y sellador de concreto / Concreto acabado con máquina de Martelinar con motor**	**Columnas de concreto (Estructura principal del edificio)**	**0,00 / 3,25**	**Prototipo de un edificio de dos niveles con módulo externo para rampas y dos módulos externos de escaleras como circulación vertical, con aulas académicas para 34 estudiantes.**	**12 aulas (6 por piso) para 34 estudiantes / Un batería de baños para hombre y una para mujer en cada piso, 2 baños con aplicación 7600 en cada piso. Un cuarto electrico en cada piso**	**2**	**viguetas, con bloques de estereofón, losa colada en sitio**
Escuela Edificio de tres niveles		**Muros de concreto y Mampostería / Partición liviana (muro seco) / muretes y pedestales de concreto**	**Sin cielo / Cielo Suspendido Gypsum con recubrimiento vinílico, con sistema de suspensión expuesto en aluminio tipo pesado antisimisco. Cubierta de hierro esmaltado. Cercha métalica en tubo y perfiles RT**	**piso de terrazo pulido/ Piso de concreto con acabado escobillado/ piso con enchape de azulejo (baños)/ piso de concreto acabado lujado liso de color amarillo ocre / Concreto acabado con máquina de Martelinar con motor**	**Columnas de concreto (Estructura principal del edificio)**	**0,00 / 3,25/ 6,25**	**Prototipo de un edificio de tres niveles con módulo externo para rampas , dos módulos externos de escaleras y un módulo externo para el ascensor como circulación vertical, con aulas académicas para 34 estudiantes.**	**18 aulas (6 por piso) para 34 estudiantes / Un batería de baños para hombre y una para mujer en cada piso, 2 baños con aplicación 7600 en cada piso. Un cuarto electrico en cada piso**	**3**	**viguetas, con bloques de estereofón, losa colada en sitio**
Escuela Edificio de tres niveles con área de juegos		**Muros de concreto y Mampostería / Partición liviana (muro seco) / muretes y pedestales de concreto**	**Sin cielo / Cielo Suspendido Gypsum con recubrimiento vinílico, con sistema de suspensión expuesto en aluminio tipo pesado antisimisco. Cubierta de hierro esmaltado. Cercha métalica en tubo y perfiles RT**	**piso de terrazo pulido/ Piso de concreto con acabado escobillado/ piso con enchape de azulejo (baños)/ piso de concreto acabado lujado liso de color amarillo ocre / Concreto acabado con máquina de Martelinar con motor**	**Columnas de concreto (Estructura principal del edificio)**	**0,00 / 3,25/ 6,25**	**Prototipo de un edificio de tres niveles (los dos primeros niveles dedicados aulas académicas y el último es una planta libre dedicado para área de juegos) con módulo externo para rampas , dos módulos externos de escaleras y un módulo externo para el ascensor como circulación vertical, con aulas académicas para 34 estudiantes.**	**12 aulas (6 por piso) para 34 estudiantes / Un batería de baños para hombre y una para mujer en cada piso, 2 baños con aplicación 7600 en cada piso. Un cuarto electrico en cada piso. Y un piso de área libre de dedicado para juegos**	**3**	**viguetas, con bloques de estereofón, losa colada en sitio**

Imagen 2.27, Tabla con características de los prototipos DIEE, Elaboración Propia

PROTOTIPOS DIEE 2016

PLANTA ARQUITECTÓNICA



FACHADA FRONTAL/ POSTERIOR

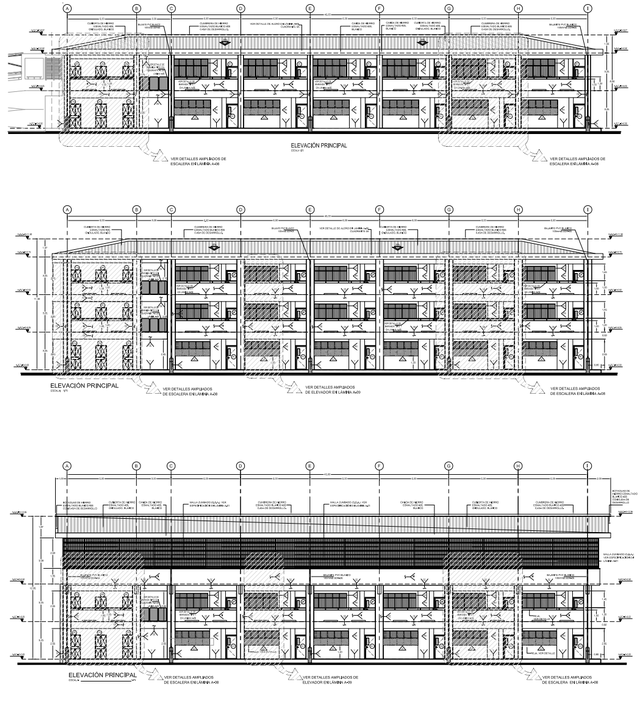


Imagen 2.28, Plantas y Elevaciones de los prototipos DIEE, Tomado de http://diee.mep.go.cr/planos-prototipo-2016

PROTOTIPOS DIEE 2016

CARACTERÍSTICAS Y VARIABLES DETERMINANTES EN EL NIVEL DE ESTANDARIZACIÓN

	m2	PAREDES ESTRUCTURA	CIELO + TECHO	PISO	COLUMNA	NPT	DESCRIPCIÓN	ESPACIO	NIVELES	ENTREPISO
Escuela Unidocente	162	Baldosas / muretes y pedestales de concreto	Paneles de Gypsum con perfiles galvanizados. Malla electrosoldada. Lámina de aislamiento radiante reflectivo Reflectex. Lámina de yeso soffit. Cubierta de hierro esmaltado. Cercha métalica de tubo HN	piso de terrazo pulido/ Piso de concreto con acabado escobillado/ piso con enchape de azulejo (baños)/ piso de concreto con acabado lavado y sellador de concreto	Columna métalica (estructura externa que soporta alero)	0,3	Prototipo de una gran aula con función de albergar funciones de enseñanza , en su mayoria su estructura está compuesta por baldosas. Posee ventiladores como elemento para confort térmico. Módulo que permite ser replicado para posible continuidad según Plan maestro, Por se considera un prototipo de escuela unidocente contempla Cocina con comedor y baños integrados en el diseño	aula / cocina / comedor / 2 baños con aplicación 7600	1	-
Taller de Artes Industriales	108	Baldosas / muretes / pedestales concreto	Paneles de Gypsum con perfiles galvanizados. Malla electrosoldada. Lámina de aislamiento radiante reflectivo Reflectex. Lámina de yeso soffit. Cubierta de hierro esmaltado. Cercha métalica de tubo HN	piso de terrazo pulido/ Piso de concreto con acabado escobillado/ piso de concreto con acabado lavado y sellador de concreto	Columna métalica (estructura externa que soporta alero)	0,3	Prototipo de una gran aula con función de albergar funciones de enseñanza de artes industriales con estructura en su mayoria compuesta por baldosas. Módulo que permite ser replicado para posible continuidad según Plan maestro	aula, bodega	1	-
Taller de Artes plásticas	108	Baldosas / muretes / pedestales concreto	Paneles de Gypsum con perfiles galvanizados. Malla electrosoldada. Lámina de aislamiento radiante reflectivo Reflectex. Lámina de yeso soffit. Cubierta de hierro esmaltado. Cercha métalica de tubo HN	piso de terrazo pulido/ Piso de concreto con acabado escobillado/ piso de concreto con acabado lavado y sellador de concreto	Columna métalica (estructura externa que soporta alero)	0,3	Prototipo de una gran aula con función de albergar funciones de enseñanza de artes plásticas con estructura en su mayoria compuesta por baldosas. Módulo que permite ser replicado para posible continuidad según Plan maestro	aula, zona de lavado con pileta	1	-
Taller de Educación para el hogar	108	Baldosas / muretes / pedestales concreto	Paneles de Gypsum con perfiles galvanizados. Malla electrosoldada. Lámina de aislamiento radiante reflectivo Reflectex. Lámina de yeso soffit. Cubierta de hierro esmaltado. Cercha métalica de tubo HN	piso de terrazo pulido/ Piso de concreto con acabado escobillado/ piso de concreto con acabado lavado y sellador de concreto	Columna métalica (estructura externa que soporta alero)	0,3	Prototipo de una gran aula con función de albergar funciones de enseñanza de educación para el hogar con estructura en su mayoria compuesta por baldosas. Módulo que permite ser replicado para posible continuidad según Plan maestro	aula, bodega cocina	1	-

Imagen 2.29, Tabla con características de los prototipos DIEE, Elaboración Propia

PLANTA ARQUITECTÓNICA

FACHADA FRONTAL/ POSTERIOR

FACHADA LATERAL

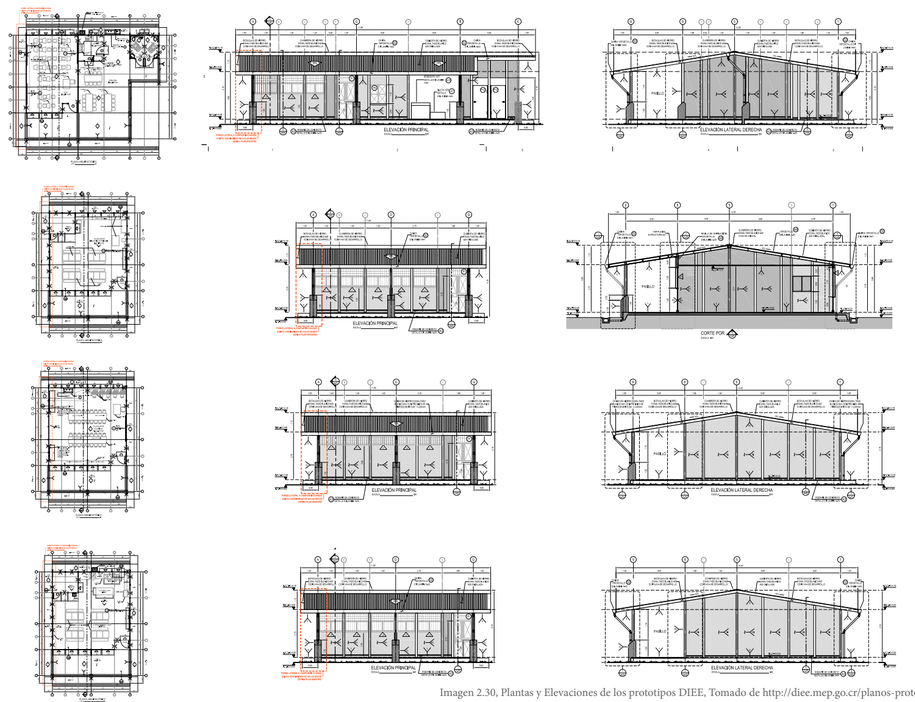


Imagen 2.30, Plantas y Elevaciones de los prototipos DIEE, Tomado de http://diee.mep.go.cr/planos-prototipo-2016

PROTOTIPOS DIEE 2016

CARACTERÍSTICAS Y VARIABLES DETERMINANTES EN EL NIVEL DE ESTANDARIZACIÓN

	m2	PARED ESTRUCTURA	CIELO + TECHO	PISO	COLUMNA	NPT	DESCRIPCIÓN	ESPACIO	NIVELES	ENTREPISO
Aula Técnica	72	Baldosas / muretes / pedestales concreto	Paneles de Gypsum con perfiles galvanizados. Malla electrosoldada. Lámina de aislamiento radiante reflectivo Reflectex. Lámina de yeso soffit. Cubierta de hierro esmaltado.	piso de terrazo pulido	Columna métalica (estructura externa que soporta alero)	0,3	Prototipo de un aula. Estructura en su mayoría compuesta por baldosas. Módulo que permite ser replicado para posible continuidad según Plan maestro	aula	1	-
Aula Rural	90	Baldosas / muretes de concreto / Partición liviana (muro seco)	Paneles de Gypsum con perfiles galvanizados. Malla electrosoldada. Lámina de aislamiento radiante reflectivo Reflectex. Lámina de yeso soffit. Cubierta de hierro esmaltado. Lámina Termoacústico Prodex	piso de terrazo pulido	Columna métalica (estructura externa que soporta alero)	0,3	Prototipo de un módulo con dos aulas divididas por una partición liviana. Estructura en su mayoría compuesta por baldosas. Módulo que permite ser replicado para posible continuidad según Plan maestro	aula	1	-
Aula Académica	72	Baldosas / muretes / pedestales concreto	Paneles de Gypsum con perfiles galvanizados. Malla electrosoldada. Lámina de aislamiento radiante reflectivo Reflectex. Lámina de yeso soffit. Cubierta de hierro esmaltado.	piso de terrazo pulido	Columna métalica (estructura externa que soporta alero)	0,3	Prototipo de un aula con estructura en su mayoría compuesta por baldosas. Módulo que permite ser replicado para posible continuidad según Plan maestro	aula	1	-
Aula Indígena	150	tablas de madera de 1,25x15cm recubiertas con resina epóxica trasparente. Tablas de madera de 1,25x15cm colocadas horizontalmente. Pedestales de concreto.	Lámina de aislamiento radiante reflectivo Reflectex. Cubiertade hierro esmaltado. Estructura de madera	Tablas de madera de 2,54x20cm con junta abierta de 1cm. Tablas de madera de 2,54x20cm con junta cerradas	Columnas de madera	0,9	Prototipo de una gran aula con estructura en su mayoría en madera compuesta por tablas y columnas de madera, prototipo con npt elevado por la zona levantado en pedestales, por lo que rampa y gradas son utiles en prototipos	aula	1	-

Imagen 2.31, Tabla con características de los prototipos DIEE, Elaboración Propia

PLANTA ARQUITECTÓNICA

FACHADA FRONTAL/ POSTERIOR

FACHADA LATERAL

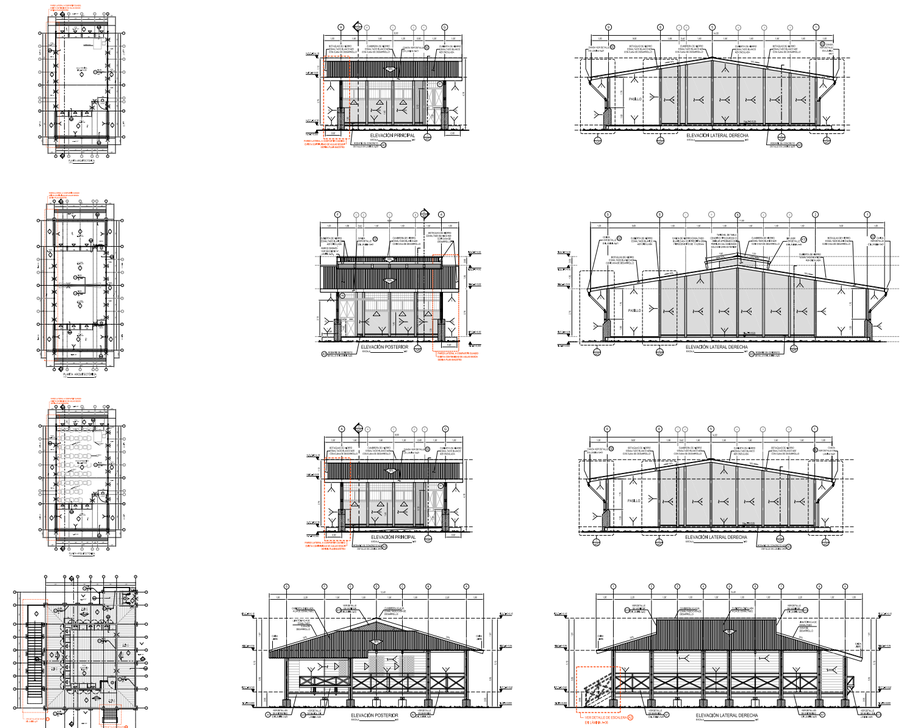


Imagen 2.32, Plantas y Elevaciones de los prototipos DIEE, Tomado de http://diee.mep.go.cr/planos-prototipo-2016

CARACTERÍSTICAS Y VARIABLES DETERMINANTES EN EL NIVEL DE ESTANDARIZACIÓN

PROTOTIPOS DIEE 2016

	m2	PARED ESTRUCTURA	CIELO + TECHO	PISO	COLUMNA	NPT	DESCRIPCIÓN	ESPACIO	NIVELES	ENTREPISO
Aula de música	180	Baldosas / muretes y pedestales de concreto / Lámina de cartón perforado blanco con estructura de hierro galvanizado	Cielo con alta capacidad acústica de fibra mineral color blanco. Malla electrosoldada. Lámina de aislamiento radiante reflectivo Reflectex. Lámina de yeso soffit. Cubierta de hierro esmaltado. Cercha metálica de tubo HN	piso de terrazo pulido/ Piso de concreto con acabado escobillado	Columna metálica (estructura externa que soporta alero)	0,3	Prototipo de una gran aula con función de albergar funciones de enseñanza musical, por lo que posee escenario, y elementos acústicos en su materialidad, en su mayoría su estructura está compuesta por baldosas. Posee ventiladores como elemento para confort térmico. Módulo que permite ser replicado para posible continuidad según Plan maestro	aula	1	-
Aula de idiomas	144	Baldosas / muretes y pedestales de concreto	Paneles de Gypsum con perfiles galvanizados. Malla electrosoldada. Lámina de aislamiento radiante reflectivo Reflectex. Lámina de yeso soffit. Cubierta de hierro esmaltado. Cercha metálica de tubo HN	piso de terrazo pulido/ Piso de concreto con acabado escobillado	Columna metálica (estructura externa que soporta alero)	0,3	Prototipo de una gran aula con función de albergar funciones de enseñanza de idiomas, en su mayoría su estructura está compuesta por baldosas. Posee ventiladores como elemento para confort térmico. Módulo que permite ser replicado para posible continuidad según Plan maestro	aula	1	-
Apoyo Técnico Administrativo	72	Baldosas / muretes de concreto / Partición liviana (muro seco)	Paneles de Gypsum con perfiles galvanizados. Malla electrosoldada. Lámina de aislamiento radiante reflectivo Reflectex. Lámina de yeso soffit. Cubierta de hierro esmaltado. Cercha metálica de tubo HN	piso de terrazo pulido/ Piso de concreto con acabado escobillado/ piso de concreto con acabado lavado y sellador de concreto	Columna metálica (estructura externa que soporta alero)	0,3	Prototipo de un módulo dividido por una particiones livianas. Estructura en su mayoría compuesta por baldosas. Módulo que permite dar continuidad según las aulas del Plan maestro	3 Oficinas abierta/ bodega /1 Vestíbulo	1	-
Extensión Administrativa	72	Baldosas / muretes de concreto / Partición liviana (muro seco)	Paneles de Gypsum con perfiles galvanizados. Malla electrosoldada. Lámina de aislamiento radiante reflectivo Reflectex. Lámina de yeso soffit. Cubierta de hierro esmaltado. Cercha metálica de tubo HN	piso de terrazo pulido/ Piso de concreto con acabado escobillado/ piso de concreto con acabado lavado y sellador de concreto	Columna metálica (estructura externa que soporta alero)	0,3	Prototipo de un módulo dividido por una particiones livianas. Estructura en su mayoría compuesta por baldosas. Módulo que permite dar continuidad según las aulas del Plan maestro	Bodega General/ Modega Mobilab./ Audio Control	1	-

Imagen 2.33, Tabla con características de los prototipos DIEE, Elaboración Propia

PLANTA ARQUITECTÓNICA

FACHADA FRONTAL/ POSTERIOR

FACHADA LATERAL

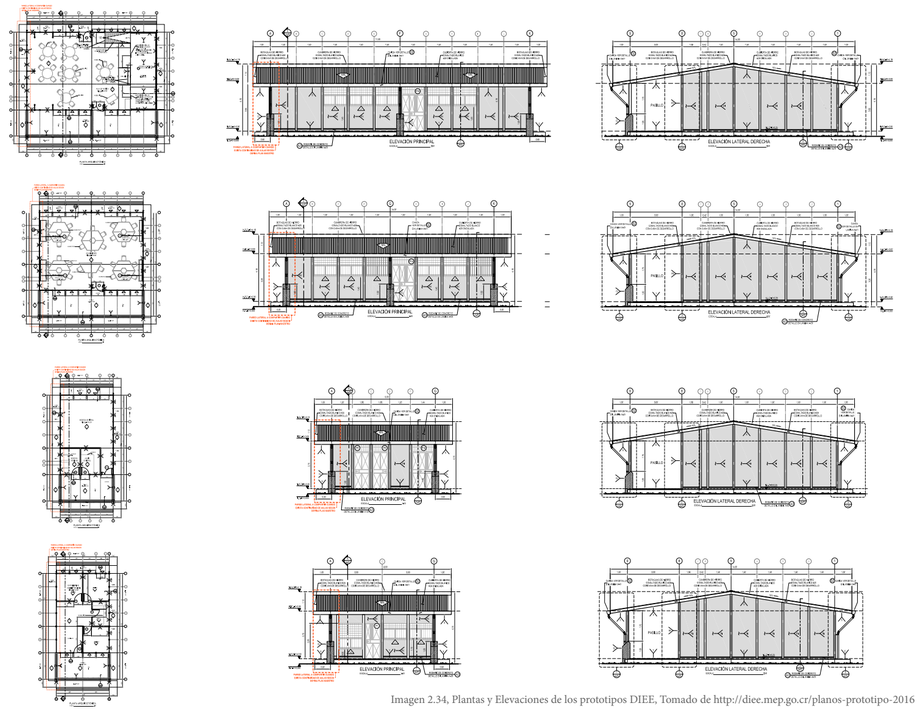


Imagen 2.34, Plantas y Elevaciones de los prototipos DIEE, Tomado de http://diee.mep.go.cr/planos-prototipo-2016

CARACTERÍSTICAS Y VARIABLES DETERMINANTES EN EL NIVEL DE ESTANDARIZACIÓN

PROTOTIPOS DIEE 2016

	m2	PAREDES ESTRUCTURA	CIELO + TECHO	PISO	COLUMNA	NPT	DESCRIPCIÓN	ESPACIO	NIVELES	ENTREPISO
Administración	216	Baldosas / muretes de concreto / Partición liviana (muro seco)	Paneles de Gypsum con perfiles galvanizados. Malla electrosoldada. Lámina de aislamiento radiante reflectivo Reflectex. Lámina de yeso soffit. Cubierta de hierro esmaltado. Cercha metálica de tubo HN	piso de terrazo pulido/ Piso de concreto con acabado escobillado/ piso con enchape de azulejo (baños)/ piso de concreto con acabado lavado y sellador de concreto	Columna métalica (estructura externa que soporta alero)	0,3	Prototipo de un módulo con divididos por particiones liviana. Estructura en su mayoría compuesta por baldosas. Módulo que permite dar continuidad según las aulas del Plan maestro	Dirección/ Subdirección / 1 oficina Sala de espera (7pers) / 2 Semibaños con 7600 / bodega /Comedor de profesores / Sala de reuniones (8 pers) / 1 semibaño / Secretaria y recepción / Sala de	1	-
Administración	144	Baldosas / muretes de concreto / Partición liviana (muro seco)	Paneles de Gypsum con perfiles galvanizados. Malla electrosoldada. Lámina de aislamiento radiante reflectivo Reflectex. Lámina de yeso soffit. Cubierta de hierro Cercha metálica de esmaltado. tubo HN	piso de terrazo pulido/ Piso de concreto con acabado escobillado/ piso de concreto con acabado lavado y sellador de concreto	Columna métalica (estructura externa que soporta alero)	0,3	Prototipo de un módulo con divididos por particiones liviana. Estructura en su mayoría compuesta por baldosas. Módulo que permite dar continuidad según las aulas del Plan maestro	Dirección/ / Sala de espera (6pers) + recepción / 1 Semibaño con 7600 + 1 Semibaño pequeño / bodega /Comedor de profesores / Sala de reuniones (9 pers) / 1 semibaño / Asistencia	1	-
Administración	84	Baldosas / muretes de concreto / Partición liviana (muro seco)	Paneles de Gypsum con perfiles galvanizados. Malla electrosoldada. Lámina de aislamiento radiante reflectivo Reflectex. Lámina de yeso soffit. Cubierta de hierro esmaltado. Cercha metálica de tubo HN	piso de terrazo pulido/ Piso de concreto con acabado escobillado/ piso de concreto con acabado lavado y sellador de concreto	Columna métalica (estructura externa que soporta alero)	0,3	Prototipo de un módulo con divididos por particiones liviana. Estructura en su mayoría compuesta por baldosas. Módulo que permite dar continuidad según las aulas del Plan maestro	Dirección/ Oficina abierta/ Sala de espera (5pers) / 1 Semibaño con 7600 / bodega /Comedor de profesores / Sala de reuniones (8 pers) +	1	-

Imagen 2.35, Tabla con características de los prototipos DIEE, Elaboración Propia

PLANTA ARQUITECTÓNICA

FACHADA FRONTAL/ POSTERIOR

FACHADA LATERAL

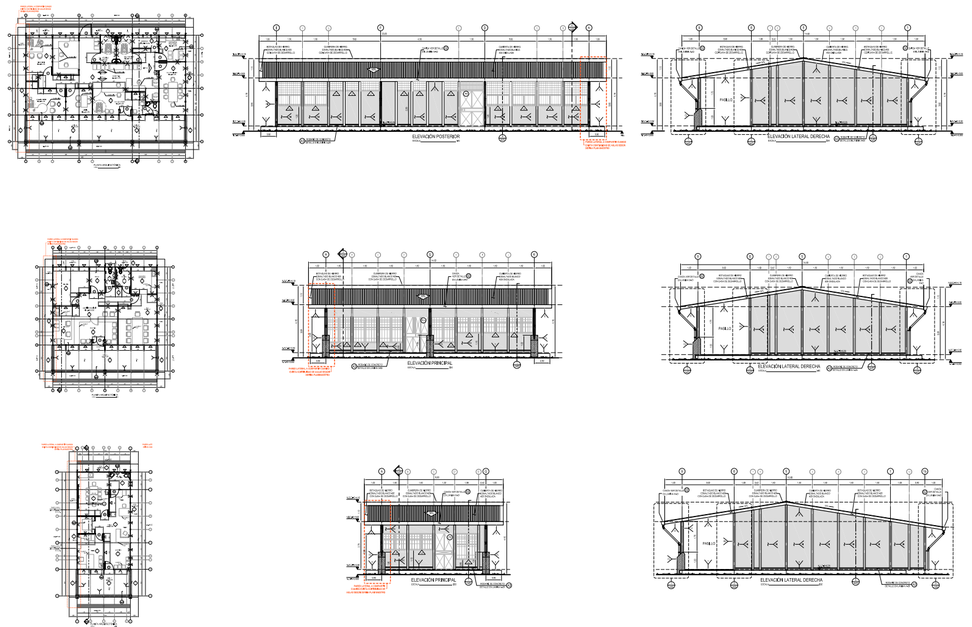


Imagen 2.36, Plantas y Elevaciones de los prototipos DIEE, Tomado de http://diee.mep.go.cr/planos-prototipo-2016

PROTOTIPOS DIEE 2017

CARACTERÍSTICAS Y VARIABLES DETERMINANTES EN EL NIVEL DE ESTANDARIZACIÓN

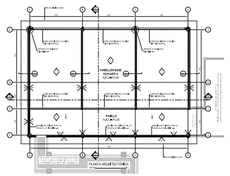
	m2	PAREDES ESTRUCTURA	CIELO + TECHO	PISO	COLUMNA	NPT	DESCRIPCIÓN	ESPACIO	NIVELES	ENTREPISO
Pabellones A y B	**692**	**Columnas de concreto Paredes externas de sistema defs Durock Partición liviana (muro seco) / muretes y pedestales de concreto expuesto**	**Paneles de Gypsum con perfiles galvanizados. Malla electrosoldada. Lámina de aislamiento radiante reflectivo Reflectex. Lámina de yeso soffit. Cubierta de hierro esmaltado. Cercha metálica de tubo HN**	**piso de terrazo pulido/ Piso enchape de azulejo (baños)**	**Columnas de concreto estructura primaria (de suelo a soporte de alero)**	**1,60/3,20 (elevado del suelo, sin uso a nivel de suelo)**		**El pabellón A (consta de tres espacios). El pabellón B (consta de dos espacios) Los espacios se definen a continuación**	**1**	**viguetas con bloques de concreto, losa colada en sitio**
1 Aula Académica	**La tipología de espacio es una aula académica de 54m², con una capacidad de 34 estudiantes**									
2 Administración	**La tipología de espacio es un espacio administrativos de 66m², cuenta con: 1 Oficina / Sala de espera (5pers) + recepción y oficina abierta / 1 Semibaño según 7600 / Comedor -Sala de reuniones (7 pers) / Proveeduría**									
3 Batería S.S.	**La tipología de espacio es una batería de servicios sanitarios de 54m², cuenta con: 2 espacios multiusos / 1 bodega / 1 Semibaño según 7600 para niños / 1 Semibaño según 7600 para niñas / 1 Ducha**									
4 Batería S.S.	**La tipología de espacio es una batería de servicios sanitarios de 54m², cuenta con: 1 bodega / 1 Semibaño según 7600 para niños / 1 Semibaño según 7600 para niñas / 1 Ducha / un espacio con 3 Inodoros + 4 lavatorios + 3 Migitorios para niños / un espacio con 5 Inodoros + 4 lavatorios para niñas /**									
4 Comedor	**La tipología de espacio es una comedor para el centro educativo de 84m², cuenta con: 1 espacio de comedor con pilas / 1 Semibaño según 7600 / 1 alacena / 1 espacio multiuso / 1 espacio de pilas**									
6 Aula Prescolar	**Esta tipología existe en el juego de planos del prototipo pero no se muestra ya que la investigación no va dirigia hacia espacios educativos prescolares**									

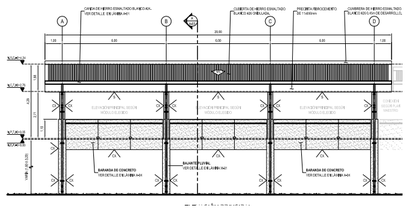
Imagen 2.37, Tabla con características de los prototipos DIEE, Elaboración Propia

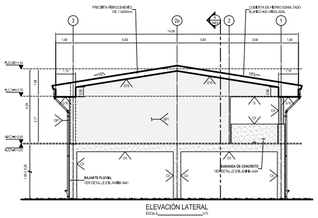
PLANTA ARQUITECTÓNICA

FACHADA FRONTAL/ POSTERIOR

FACHADA LATERAL

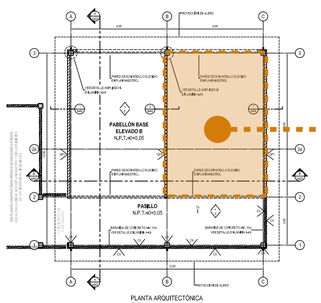






PABELLÓN A

POSIBLES ESPACIOS (AULAS, SERVICIO SANITARIOS, ADMINISTRACIÓN)



PABELLÓN B

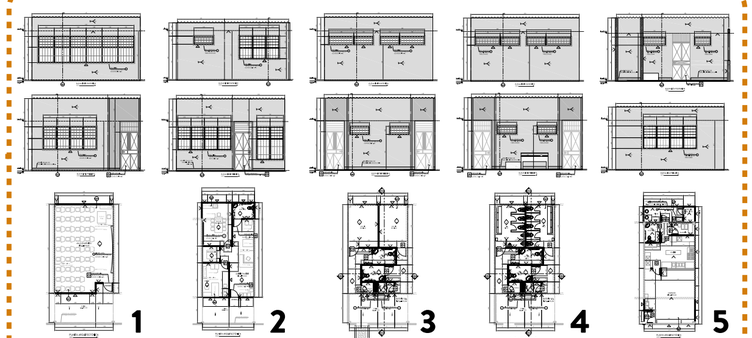


Imagen 2.38, Plantas y Elevaciones de los prototipos DIEE, Tomado de http://diee.mep.go.cr/planos-prototipo-2016

CARACTERÍSTICAS Y VARIABLES DETERMINANTES EN EL NIVEL DE ESTANDARIZACIÓN

PROTOTIPOS DIEE 201

	m2	PARED ESTRUCTURA	CIELO + TECHO	PISO	COLUMNA	NPT	DESCRIPCIÓN	ESPACIO	NIVELES	ENTREPISO
Aula Académica	59	Muros de Mampostería y vigas de concreto	Paneles de Gypsum con perfiles galvanizados. Malla electrosoldada. Lámina de aislamiento radiante reflectivo Reflectex. Lámina de yeso soffit. Cubierta de hierro esmaltada. Losa de concreto	piso de terrazo pulido/ Piso de concreto con acabado escobillado/ piso de concreto con acabado lavado y sellador de concreto	-	0,3	Prototipo de un aula su mayoría compuesta por mampostería. Módulo que permite se replicado para posible continuidad segun Plan maestro	aula	1	-
Administración	180	Muros de Mampostería y vigas de concreto	Paneles de Gypsum con perfiles galvanizados. Malla electrosoldada. Lámina de aislamiento radiante reflectivo Reflectex. Lámina de yeso soffit. Cubierta de hierro esmaltada. Losa de concreto	piso de terrazo pulido/ Piso de concreto con acabado escobillado/ piso de concreto con acabado lavado y sellador de concreto	-	0,3	Prototipo de un módulo dividido por una particiones livianas. Estructura en su mayoría compuesta por mampostería. Módulo que permite dar continuidad según las aulas del Plan maestro	Dirección/ Salón de 4 oficinas abiertas / 2 Semibaños con 7600 / bodega /Comedor / Sala de reuniones (9 pers) / 1 semibaño / Recepción y Sala de espera (6per) / Zona de impresión	1	-

Imagen 2.39, Tabla con características de los prototipos DIEE, Elaboración Propia

PLANTA ARQUITECTÓNICA

FACHADA FRONTAL/ POSTERIOR

FACHADA LATERAL

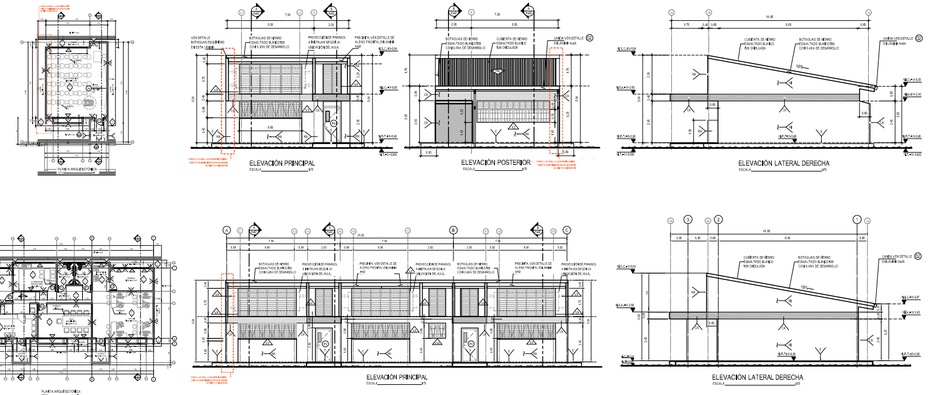


Imagen 2.40, Plantas y Elevaciones de los prototipos DIEE, Tomado de http://diee.mep.go.cr/planos-prototipo-2016

Estandarización según la morfología

La estandarización se determina a partir de las similitudes de forma, encontradas en las elevaciones y configuraciones de los espacios en los planos prototipos de la DIEE, de manera que los diseños se agrupen a una determinada clasificación según su morfología. Determinándose siete morfologías para los diecinueve prototipos como se puede observar en la imagen 2.41.

- **Morfología 1 (M1),** se refiere al modelo de ¨aula indígena¨, el cual es de planta cuadrada libre, con pasillos perimetrales cubiertos por grandes aleros y al estar levantado del suelo por pilotes, posee escaleras y rampas según la ley 7600.

El prototipo marca la pauta en adaptación tanto bioclimática como adaptación geográfico-cultural, ya que permite satisfacer las necesidades de un usuario específico adaptándose a regiones geográficas complejas (relieves muy variados) con variantes climáticas extremas, condiciones a las que generalmente están sometidos los pueblos indígenas.

A modo de adaptación a los distintos terrenos, así como de estrategia pasiva para el control de la humedad y temperatura interna, el uso de pilotes para elevar el aula del suelo es un buen acierto de la propuesta; además de la disposición de sus techos y sus aberturas, que permite la ventilación de los espacios además de la renovación del aire caliente; además la materialidad del prototipo, la cual se explicará más adelante permite el control térmico interno.

- **Morfología 2 (M2),** son propuestas de planta rectangular con pasillo frontal y techo a ¨dos aguas¨, la disposición de la ventanería se propone al norte y sur, generalmente albergando un solo espacio, exceptuando prototipos como administrativos, talleres (artes industriales y educación para el hogar) y el unidocente.
Dicha morfología carece de una adaptabilidad geográfica / climático del país, además de una falta de estudio espacial respecto a las diversas necesidades educativas versus administrativas, ya que en dicha morfología se encuentran tanto prototipos educativos como administrativos; lo cual detona que el prototipo no variaría ya sea su necesidad funcional y necesidad bioclimática específica (ya que puede no ser una apta para todas las distintas zonas de vida y zonas geográfico-climáticas del país).

- **Morfología 3 (M3),** el cual es integrado por el tipo de ¨aula rural¨, es una variante de la morfología M2, propuesta que varía por sus aulas opuesta contiguas y su doble pasillo, sin embargo, a pesar de dichas variantes aún carece de aspectos necesarios para zonas rurales (es decir que logre adaptarse de manera óptima a los posibles climas extremos y variables topográficas complicadas de dichas zonas), aunque genera un acierto en su morfología, ya que con su disposición de los techos a modo de estrategia pasiva, permite la ventilación de los espacios y renovación del aire caliente (el cual se acumula en las zonas altas del aulas), además permitiendo la iluminación cenital en las aulas.

- **Morfología 4 y 5 (M4 y M5),** son ¨modelos de edificios¨, es decir bloques que está adaptados a una capacidad estudiantil mayor, aumentando su morfología en distancia y altura (dos a tres niveles), por lo tanto, varía estructuralmente respecto a los demás.
Son de planta rectangular con seis aulas, bloque de servicios sanitarios por piso, con pasillo frontal con acceso a núcleos verticales y con la disposición de la ventanearía al norte- sur. Su reproducción en el país como respuesta a una alta demanda estudiantil, puede no ser apta para todas las distintas zonas de vida y zonas geográfico-climáticas del país, limitándose a zonas urbanas / semirurales, ya que por su configuración y estructura puede ser una edificación pesada, poco adaptable para las distintas topografías o climas del país.

-Morfología M5 posee un acierto en adaptación utilitaria versus climática ya que en su tercer nivel posee un área deportiva de planta libre, cubierta y abierta por una malla perimetralmente, la cual protege pero permitiendo una apta ventilación para zona la recreativa.

- **Morfología 6 (M6),** el modelo estándar es una de las nuevas propuestas del 2017 para actividades administrativas /educativas, de planta rectangular con espacios sobresalientes en sus fachadas frontal y posterior, pasillo frontal y techo a ¨un agua¨, propuesta pesada ya que está compuesta de mampostería en su totalidad permite su continuidad lateral, denotando su uso para zonas urbanas o semirurales. Los aciertos de dicha estandarización, son su altura que para efectos de ventilación puede ser apto, aunque no tanto para efectos educativos, Además de ser el primero de las morfologías en incorporar parasoles externos para el control solar y celosías fijas para la ventilación cruzada.

- **Morfología 7 (M7),** es integrado por el tipo ¨pabellones A y B¨, siendo otra de las propuesta del 2017, el cual posee la interesante característica de flexibilidad, es decir dependiendo de como defina en el plan maestro el prototipo deja a disposición espacios con distintas configuraciones como para aulas, espacios de administración y batería de servicios sanitarios . El diseño poseen dos edificios de plantas rectangulares, con pasillo frontal, techos a ¨dos aguas¨, compuesto por materiales livianos de cerramiento y la interesante adaptación de emplazamiento, al elevarse entre 1,20m o 3,20m dependiendo de la susceptibilidad del contexto a inundaciones.

El modelo denota ser una estandarización para zonas rurales, la cual a pesar de dicha adaptación de emplazamiento, utiliza las configuraciones en fachadas de propuestas pasadas genéricas y poco adaptables (a diferencia de los aciertos encontrados en la morfología anterior), ya que al ser utilizado en zonas rurales con condiciones extremas pueda no ser apta para todas las distintas zonas de vida y zonas geográfico-climáticas del país.

Al determinarse siete tipos de morfologías en las cuales se agruparon las diecinueve propuestas, se refleja una falta de diversidad respecto a diseño arquitectónico por parte de las propuestas de la DIEE, ya que por ejemplo, doce de los modelos estándar poseen la misma morfológica (M2), traduciéndose esto en un alto grado de estandarización genérica por la falta de variedad dentro de las propuestas, así como la poca cantidad de morfologías establecidas, denotando una falta de especificidad respecto a los distintas regiones, usuarios y sus respectivas necesidades. Además las morfologías con aciertos tanto en adaptaciones climáticas o de emplazamiento, dejan de replicarse sus aciertos en las demás propuestas, las cuales pueden generar mayor variedad y flexibilidad de los modelos propuestos de la DIEE, aptos tanto para zonas rurales como para urbanas y semirurales.

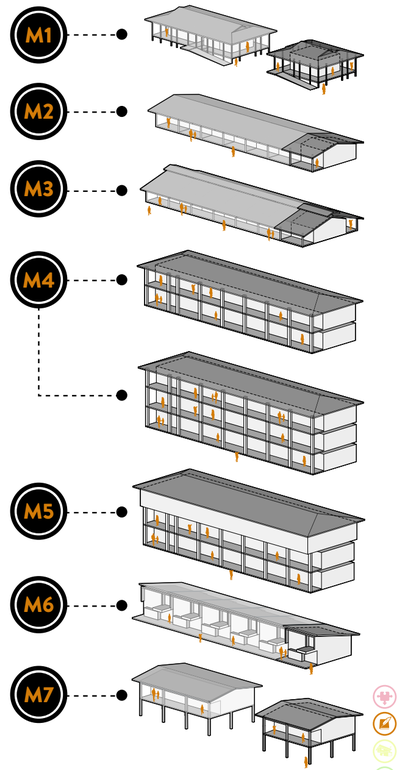
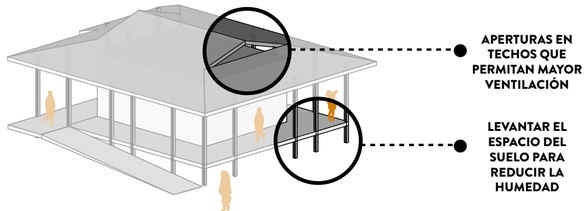
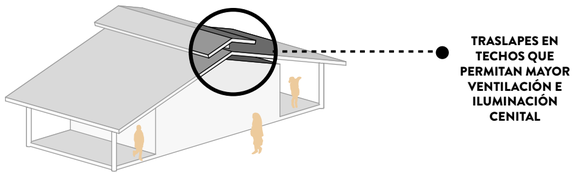


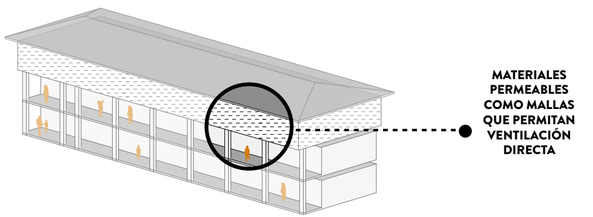
Imagen 2.41, Las cinco morfologías establecidas a partir de los diseños propuestos por la DIEE, Elaboración Propia.



PROTOTIPO: AULA INDÍGENA



PROTOTIPO: AULA RURAL



PROTOTIPO: EDIFICIO TRES NIVELES CON ÁREA DE JUEGOS

Imagen 2.42, Estrategias pasivas determinadas en los diseños propuestos por la DIEE, Elaboración Propia.

Estrategias de morfología

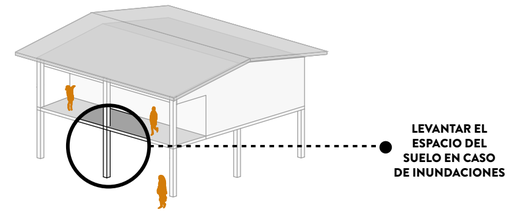
Las distintas propuestas clasificadas en las siete morfologías se encuentran aciertos y desaciertos considerados como las anteriormente mencionadas ¨oportunidades, fortalezas, carencias y debilidades¨, los cuales posteriormente permitirá establecer pautas para la retroalimentación de los futuros prototipos que saldrán como resultado de dicha investigación.

A pesar de la falta de diversidad de clasificaciones con adaptaciones positivas versus la cantidad de posibles contextos (zonas de vida y zonas geográfico-climáticas del país), se logran determinar aciertos los cuales pueden ser traducidos en estrategias (adaptaciones climáticas y emplazamiento), dentro de las propuestas elaboradas por la DIEE.

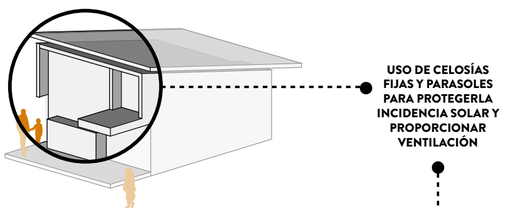
Entre las distintas estrategias se encuentran variaciones volumétricas, uso o disposición de la materialidad, para lograr un control térmico y lumínico adecuado dentro de la espacios, así como un control de la ventilación; además de estrategias enfocadas a la adaptabilidad del modelo a los variados contextos del país, cuyo relieve suele ser extremo, como su vulnerabilidad a diversos desastres (inundaciones).
Como se puede observar en las imágenes 2.42 y 2.43.

-Disposición de los techos, que permiten abertura para proporcionar una ventilación de los espacios internos (¨Aula Rural¨y ¨Aula Indígena¨)
- Uso de materiales permeables, como mallas o petatillos para proporcionar una ventilación en espacios abiertos/ cerrados (¨Edificio de tres niveles con Área de Juegos¨ y ¨Aula Indígena¨)
- Uso de celosía fijas en aluminio, para establecer un relación abierto/afuera, aportando al confort térmico interno. (¨Aula académica mampostería¨ y ¨Administración mampostería¨.
-Uso de Parasoles, para el control de incidencia solar. (¨edificios de dos y tres niveles, con o sin área de juegos¨, ¨Aula académica mampostería¨ y ¨Administración mampostería¨
-Elevar las construcciones por columnas o pilotes para adaptarse los distintos contextos y vulnerabilidades del mismo (¨Aula Indígena¨y ¨Pabellones A y B¨).

Cabe resaltar que las estrategias mencionadas se encuentras en algunos y carentes en otros prototipos, los cuales pueden aprovecharlas para adaptarse mejor a las distintas condiciones. Además las estrategias van enfocadas al control térmico, lumínico, y de la ventilación de los espacios internos, dejando de lado otras variables y su aprovechamiento, como lograr buenas practicas ambientales integradas al diseño como recolección de agua pluvial o de aprovechamiento solar con paneles.



PROTOTIPO: PABELLONES A Y B



PROTOTIPO: AULA ACADÉMICA Y ADMINISTRACIÓN (MAMPOSTERÍA)

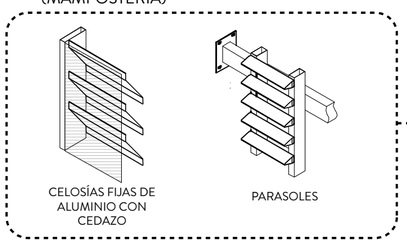
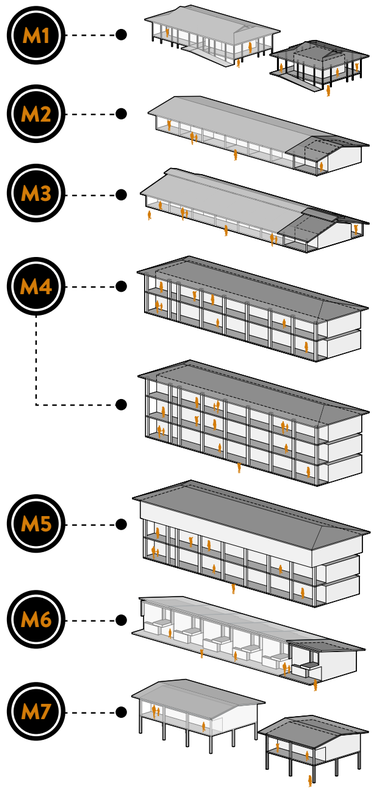


Imagen 2.43, Estrategias pasivas determinadas en los diseños propuestos por la DIEE, Elaboración Propia.

ESTANDARIZACIÓN SEGÚN MORFOLOGÍA (M#)



ESTANDARIZACIÓN SEGÚN ESTRUCTURA/ MATERIAL PRIMARIO

NIVELES

- M1 — Aula Indígena
- M2 — Espacios Administrativos; Espacio de apoyo técnico Adm.; Extensión de administración; Taller de artes industriales; Taller de artes plásticas; Taller de Educ. para el hogar; Escuela Unidocente; Aula Académica; Aula de Idiomas; Aula de Música; Aula Técnica
- M3 — Aula Rural
- M4 — Edificio de dos niveles Aulas; Edificio de tres niveles Aulas
- M5 — Edificio de tres niveles Aulas + área de juegos
- M6 — Aula Académica; Espacios Administrativos
- M7 — Pabellones Elevados A y B

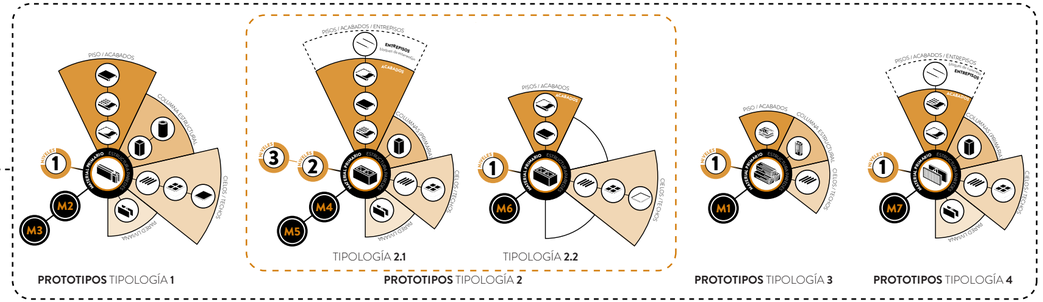
MADERA
1 prototipo

PREFABRICADO
BALDOSAS CONCRETO
12 prototipos

MAMPOSTERÍA
CONCRETO IN SITU
5 prototipos

SIST. LIVIANO
DUROCK COLUMNAS CONCRETO
1 prototipos

CLASIFICACIÓN Y GRADO DE ESTANDARIZACIÓN



PROTOTIPOS TIPOLOGÍA **1**

TIPOLOGÍA **2.1**

TIPOLOGÍA **2.2**

PROTOTIPOS TIPOLOGÍA **2**

PROTOTIPOS TIPOLOGÍA **3**

PROTOTIPOS TIPOLOGÍA **4**

PAREDES

- Pared externa Sistema Defs Durock
- Partición interna (muro seco cortafuegos)
- Muros de concreto Mampostería
- Pared de Tablas de madera
- Baldosas

TECHOS/ CIELOS

- Losa de concreto
- Lámina Termoacústico Prodex. o Cielo con alta capacidad acústica de fibra mineral.
- Paneles de Gypsum con perfiles galvanizados.
- Cubierta de hierro esmaltado. Lámina de aislamiento radiante reflectivo Reflectex.

COLUMNA

- Columnas madera (estructura principal del edificio)
- Columnas concreto (estructura principal del edificio)
- Columna métalica (estructura externa que soporta alero)

PISO/ ENTREPISO

- Piso de terrazo pulido
- Viguetas, con bloques de estereofón o de concreto, losa colada en sitio
- Piso con enchape de azulejo (baños)
- Piso de concreto con acabado escobillado / Piso de concreto acabado lujado liso de color amarillo ocre / Piso concreto acabado con máquina de Martelinar / Piso de concreto con acabado lavado y sellador de concreto
- Tablas de madera

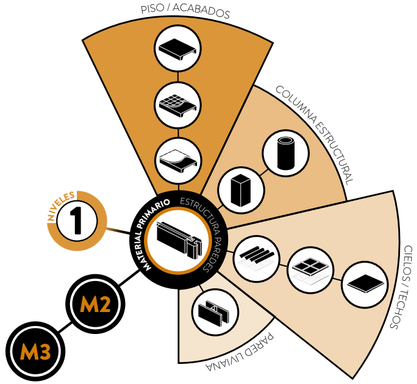
Imagen 2.44, Tipos de estandarización y sus relaciones, Elaboración Propia.

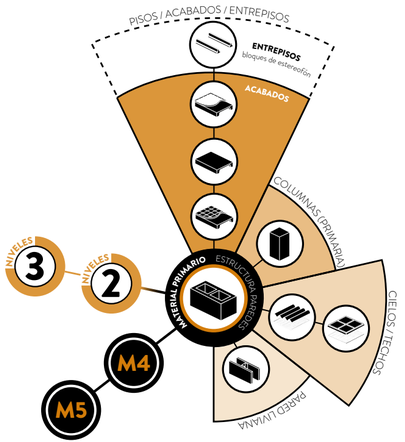
PREFABRICADO
TIPOLOGÍA **1**

MAMPOSTERÍA
TIPOLOGÍA **2**

MADERA
TIPOLOGÍA **3**

SIST. LIVIANO
TIPOLOGÍA **4**





Estandarización según la estructura y materialidad

Por medio del análisis realizado sobre las características tabuladas de los planos prototipos, se permite la agrupación de los mismos a partir de sus similitudes o diferencias según su materialidad primordialmente, es decir las propiedades más recurrentes en la estructura primaria, secundaria y terciaria(los cuales se pueden observar en la página anterior). Estableciéndose en total cuatro agrupaciones, las cuales darán pie a las clasificaciones o tipologías finales :

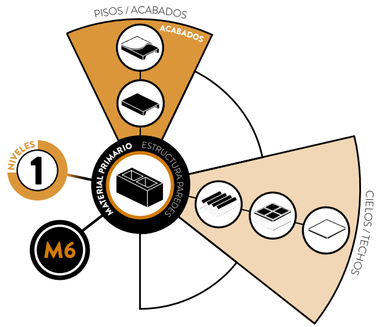
-Baldosa Prefabricada
(columnas y baldosas prefabricadas)

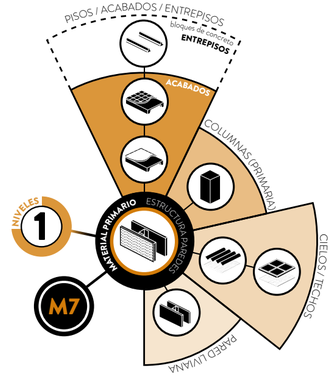
-Mampostería
(estructura en concreto y bloques de concreto)

-Madera
(estructura y acabados en madera)

-Sistema Liviano
(estructura concreto in situ y cerramientos en durock)

Dichas agrupaciones nos permiten comprender que el uso de los materiales en los prototipos se limita a típicos materiales de construcción en el país (ya sea por su acceso local o por su valor económico), sin distinción independientemente de la zona, es decir, donde el uso de concreto prefabricado para edificaciones de un nivel o de concreto para edificaciones de dos niveles, se aplican a zonas rurales, urbana e intermedias, exceptuando y limitando el uso de la madera para edificaciones indígenas en zonas boscosas o montañosas generalmente. Además existiendo una única exploración de material liviano para cerramientos externos en uno de los prototipos.





Ampliación Imagen 2.44, Estrategias pasivas determinadas en los diseños propuestos por la DIEE, Elaboración Propia.

Además, las cuatro anteriores agrupaciones definen las nuevas clasificaciones de estandarización o Tipologías, con una variación dentro de la ¨Tipología 2¨ por sus variantes mínimas dentro de sus características, que describen el grado de estandarización, asociando las distintas características de morfología, materialidad (estructura primaria, secundaria, terciaria) y niveles, como se puede observar en la imagen 2.44.

Por lo tanto, existe un alto grado de estandarización, por la poca cantidad de agrupaciones , debido a la gran cantidad de las similitudes dentro de las mismas, ya sea de materialidad, construcción y morfología; asimismo como se menciono anteriormente a pesar de algunos aciertos en pocos de los prototipos respecto a estrategias pasivas, se puede denotar una falta de especificidad respecto a los distintos contextos geográficos/ climáticos del país, es decir su posible adaptabilidad climática/topográfica, así como la función que permitirá realizar.

CONCLUSIONES

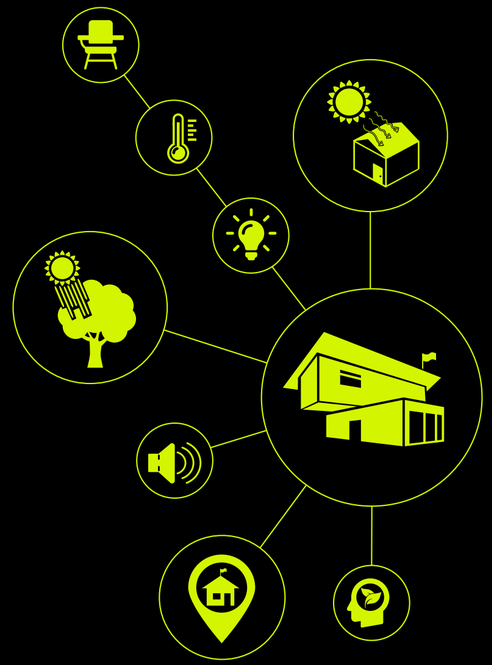
1.Uno de los principales problemas que ha vivenciado el sistema educativo del país es que el presupuesto educativo se ha utilizado en su mayoría en procesos administrativos, desarrollando viviendas para profesores y en el pago del personal, dejando un poco de lado la infraestructura de centros educativos.

2.Se llegó a la estandarización debido al déficit económico, administrativo y al crecimiento poblacional.

3.A partir de toda la historia del sistema educativo y de la estandarización del mismo, se denota que hay una carencia de adaptación del sistema para las distintas Zonas de Vida del país.

4.Por medio del estudio de las variables que influyen, de tipo: centro educativo, características socio-económicas y las vulnerabilidades, se destacan las zonas más afectadas para ser estudiadas con el fin de proponer una solución a la situación actual por medio de modelos educativos sostenibles.

5. Se logra determinar un alto grado de estandarización por parte de las propuestas de la DIEE, y por lo tanto una falta de diversidad dentro de los prototipos que permitan adaptarse con mayor especificidad a los distintos contextos extremos del país, así que se determinan varios aciertos de los modelos propuestos, traducidos en pautas o estrategias, que sirvan a las futuras propuestas resultantes de la investigación .Además cabe resaltar que el prototipo indígena, es uno de los únicos que logra adaptarse a las regiones, además de cumplir con las necesidades humanas específicas.



EDUCACIÓN Y ARQUITECTURA.....91

VARIABLES QUE INFLUYEN EN EL APRENDIZAJE.....94

CONFORT HIGROTÉRMICO.....102

CONFORT ACÚSTICO.....108

CONFORT VISUAL Y LUMÍNICO 114

ARQUITECTURA Y CLIMA.....126

ESTRATEGIAS PASIVAS DE DISEÑO / RECOMENDACIONES ESPACIOS EDUCATIVOS.....138

BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES.....148

ENTORNO CLIMÁTICO.....156

ZONAS DE VIDA SEGÚN HOLDRIDGE.....158

REGIONES GEOGRÁFICO-CLIMÁTICAS DE COSTA RICA.....168

CONCLUSIONES.....183

C3

CAPITULO 3

ARQUITECTURA+ CLIMA

SINOPSIS CAPITULAR

El capítulo busca definir un referente de conocimiento, tanto de parámetros y pautas para el diseño de espacios adecuados para realizar actividades educativas/administrativas, además de establecer los principios de diseño por medio de la convergencia entre la arquitectura, educación y clima.

Por este motivo, se busca orientar el diseño de espacios educativos de la siguiente manera:

1.La estimulación que brinda el espacio al usuario, acorde a las necesidades del mismo y a las distintas variables que influyen en su aprendizaje.

2.La futura arquitectura educativa aparte de jugar un papel muy importante en la estética y la psicología humana, debe de considerar la adaptabilidad de dichos espacios al comportamiento de sus posibles entornos por medio de:

- pautas y estrategias de diseño bioclimático
- gestión energética
- buenas prácticas ambientales.

3.Se busca orientar el entorno climático existente en Costa Rica, al que pueden verse expuestos los espacios educativos, por lo que se analizan las distintas zonas de vida de Holdridge y zonas geográfico/climático para contextualizar los posibles escenarios, y probables zonas de estudios de la investigación.

Imagen 3.1: Interior del Aula Mazaronkiari-ama. Fuente: Archdaily.mx

Imagen 3.2:Ambiente educativo de la escuela Hanazono. Fuente: Archdaily.mx

Educación y Arquitectura

La educación ha sido el eje fundamental de las personas para obtener conocimiento, por medio de ésta, se logran habilidades, así como valores. Esto nos permite la estructuración del pensamiento, además de formas de expresión. Gran parte la educación se desarrolla bajo ambientes de aprendizaje, aquel entorno que rodea y acompaña al niño o adolescente en sus estudios. (Ver imagen 3.1)
Según una investigación presentada en la Guía de Eficiencia energética para establecimientos educativos (2012) se estima que, entre los 4 y 17 años, las personas pasan un 70% de su tiempo en el centro educativo. Gran parte de su desarrollo personal, intelectual, social y cultural se realiza en este ámbito.

Por lo tanto, se realza que la educación no depende únicamente de la enseñanza vista de una manera aislada, sino, en gran parte de su entorno y la estimulación que le brinde el mismo al usuario (ver imagen 3.2). Estudios en neurociencia han podido demostrar que la relación física con el entorno afecta la cognición, nuestros estados físicos y el cómo resolvemos problemas. Se ha logrado demostrar que el cerebro es capaz de producir células y desarrollarlas en neuronas. Como lo menciona Cagil Kayan, "*los científicos han comprobado la conexión que existe entre la salud del cerebro y el estímulo de nuestros sentidos. El arte, la música y espacios creativos estimulan el cerebro. Estos brindan inspiración y motivación para moverse, escuchar y estimular el cerebro.*" (Kayan, 2011)

Debido a lo mencionado anteriormente, se considera la neuroarquitectura como una variable que influye en el aprendizaje de los estudiantes. Ya que, un espacio construido, que involucre la memoria, diseñado acorde a las necesidades de los usuarios, que tenga la flexibilidad de desarrollar actividades cognitivas pero que sobre todo el espacio sea sano, genere confort, concentración, le permite al cerebro adaptarse a los entornos y lo viva de una manera estimulante para el aprendizaje.

¿Cuál es la relación de la memoria y la arquitectura?

De manera automática, se asiste a un lugar y no se toma en cuenta como este influye en las personas. Inconscientemente, entramos, percibimos la luz, la sombra, el sonido, el eco, sentimos texturas del material y hasta apreciamos la geometría del edificio. Esto lo realizamos debido a que nuestros órganos sensoriales lo perciben y son quienes envían la señal al cerebro de si el espacio nos agrada, si nos hace sentir cómodos, si nos molesta algo debido a estas características mencionadas. (ver imagen 3.3)

A partir de estas señales, el hipocampo, donde se desarrolla nuestra memoria a largo plazo define si ese lugar se quedará en nuestra memoria o será borrado dentro de un cierto tiempo. Por esta razón, se considera la relevancia de la neuroarquitectura con el motivo de que un espacio de aprendizaje no sea monótono, genere cansancio o que simplemente no motive a los estudiantes. Generar todos los sentimientos contrarios de estos, sería un gran plus con el fin de que esta motivación les permita aprender de una mejor manera y a la vez ayude tanto a su desarrollo físico como psicológico.

Espacio Educativo

Un espacio es la denominación que se le da a un terreno, sitio o lugar. Cuando se añade la palabra educativo, nos referimos a un lugar donde se lleva a cabo el proceso de enseñanza de niños, jóvenes y adultos. Es un sitio donde se recibe conocimiento, muchos de ellos un poco tradicionales o no adaptados a su entorno, generando déficit en la convivencia y aprendizaje de los usuarios. Según la Declaratoria de Santiago, Chile (2000):

"*Los espacios educativos tienen efectos privilegiados para la educación y por lo tanto, su programación, diseño, construcción, uso y mantenimiento trascienden de la mera competencia administrativa, ya que son en sí mismos ocasión de aprendizaje de trabajo conjunto entre los agentes educativos, arquitectos y comunidad cuyo resultante produce desarrollo educativo y desata nuevas respuestas a las aspiraciones sociales y culturales de la localidad... El diseño arquitectónico es capaz de hacer compatible la participación de la comunidad con el disfrute de los espacios,*

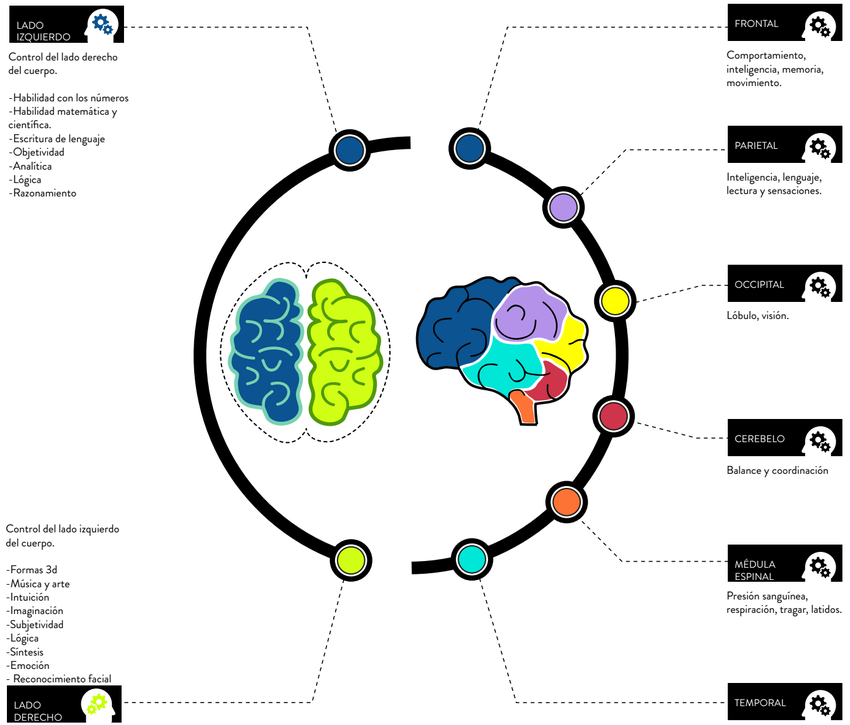


Imagen 3.3, Relación de neuroarquitectura y educación. Elaboración Propia

Imagen 3.4, Espacios educativos tradicionales. Fuente: Diario Digital Nuestro País

Imagen 3.5, Espacios educativos Modernos. Fuente: Plataforma de Arquitectura

en símbolo de la comunidad y repercute en la identidad personal y colectiva." (citado en Remess Pérez & Winfield Reyes, 2008)

Por lo tanto, es imperante la creación de espacios educativos y centros escolares que promuevan calidad de ambiente, tomando al usuario como el principal actor. Dónde, más allá de una simple edificación que se reproduce en serie, se busca la creación de ambientes pedagógicos.

Un claro ejemplo de reproducción en serie se vivenció en Veracruz, México, donde debido a la necesidad de escuelas y aulas se llegó a la estandarización o utilización de prototipos, sin embargo, al igual que en Costa Rica, desarrollaron estos mecanismos de gestión, costo y diseños casi iguales, con el fin de dar solución a necesidades urgentes de la educación. No obstante, las edificaciones no se adaptaron, ya que se convirtieron en guías mecánicas o prototipos, repetitivos sin considerar el entorno y el usuario.

Considerando lo mencionado anteriormente, no se puede creer o ignorar el espacio como una variable de la educación. Un ambiente de aprendizaje no corresponde únicamente al aula de manera aislada. Si no, uno de los tipos de espacio donde se puede aprender, ya que también existen otros elementos arquitectónicos que funcionan como herramienta de aprendizaje entre ellos, el exterior, umbrales, espacios creativos, flexibles y estimulantes. "*El espacio como ámbito, según López Quintas (1987,2009) es entender que no es solo un cubículo, sino que es una red de relaciones entre adultos, niños, objetos materiales y acontecimientos. El espacio como estructura espacio-temporal que conecta los acontecimientos.*" (Valerie Perez & Guedi Capeluto, 2009, pág. 22)

Variables que influyen en el aprendizaje

Como se ha indicado en párrafos anteriores, la educación para que cumpla su objetivo en el estudiante requiere de variables educativas y del entorno físico, las cuales se van a ir explicando en estas dos grandes áreas en el documento, con el fin de relacionar ambas para generar modelos educativos sostenibles.

-Variables Educativas

Existen tres tipos de educación, sin embargo, para efectos de esta investigación se clasifican según el psicólogo Juan Armando Corbin, el cual propone la siguiente clasificación: contexto y formato como se observa en la imagen 3.6.

Según el contexto, se presentan la educación formal, no formal y la informal:

1.Formal: La educación formal se imparte en centros educativos, es planificada y regulada, su intención es formar profesionalmente a los usuarios y es acreditada con diplomas o

Este tipo de educación se divide en: infantil, primaria, secundaria (media), superior y post-universitaria.

2.No formal: No es regulada por ley gubernamental, tiene la intención igualmente de educar, pero, no tienen valor profesional. Aun así, ésta puede ofrecer reconocimientos o certificados.

3.Informal: Es la educación que surge a lo largo de la vida, a través de experiencias, valores, relaciones sociales. No es regulada ni certificada.

En lo que respecta a los tipos de formatos, se analiza la presencial debido a que se está considerando el espacio como un ente que influye en la educación, no obstante, también se cuenta con el formato online y semipresencial:

1.Presencial: Se realiza en centros educativos y es de asistencia obligatoria.

2.Online (en línea): Es la educación moderna, utiliza la tecnología como alternativa de aprendizaje a distancia.

3.Semipresencial: Combina la presencial y las actividades en línea.

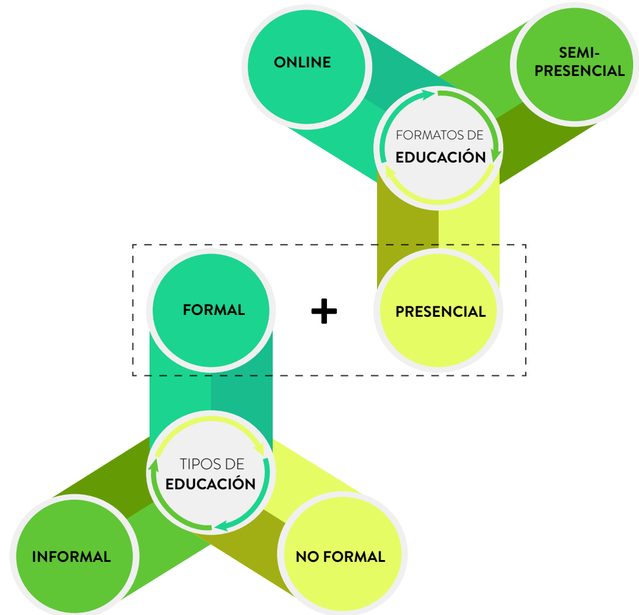


Imagen 3.6 Tipos y formatos de educación. Elaboración Propia

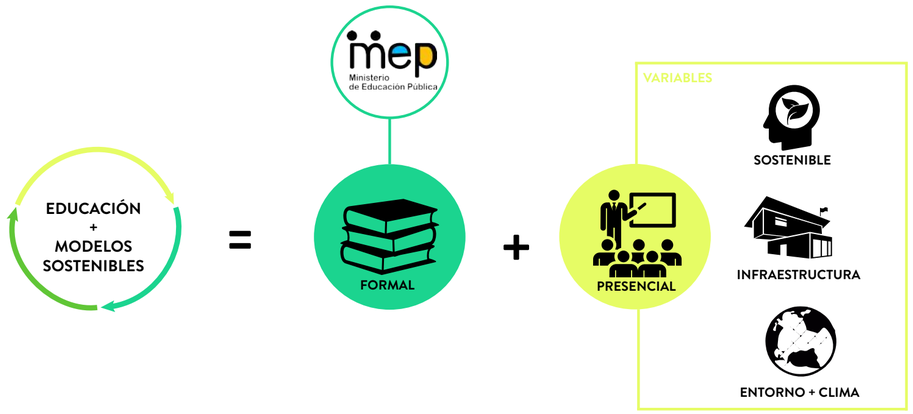


Imagen 3.7, Educación y Arquitectura. Elaboración Propia

Conforme al contenido, se basa en las habilidades y conocimientos que se pueden generar en los estudiantes según características de educación: física, intelectual, valores, social, especial y emocional.

Por lo tanto, para dicha investigación se va a utilizar según contexto la educación formal, ya que es la que el Ministerio de educación regula y fomenta, como lo establece en la Ley Fundamental de Educación.
(ver imagen 3.7)

El usuario son aquellas personas que van a vivenciar gran parte de su tiempo compartiendo, aprendiendo y formándose como seres intelectuales, M.L.Casalrrey (2000) propone tres características a la hora de organizar el espacio:

-Pensado para niños/jóvenes
-Estimulante, accesible, flexible y funcional
-Estético, agradable para los sentidos

Debido a la categorización que se realiza en la educación formal según edad y nivel, así como las características que propone Casalrrey citada por (Laorden Gutiérrez & Pérez López , 2002), se desarrollan distintas variables analizadas de la siguiente manera:

1.Escala estudiantil
2.Estímulo múltiple
3.Accesibilidad y flexibilidad
4.Confort

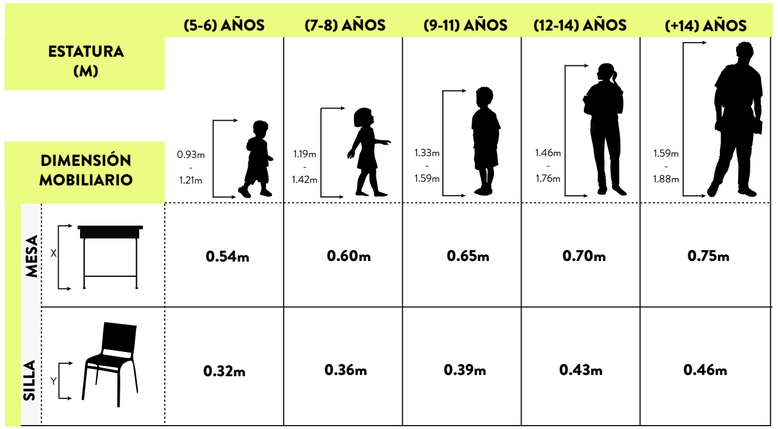


Imagen 3.8, Escuela Infantil. Elaboración Propia

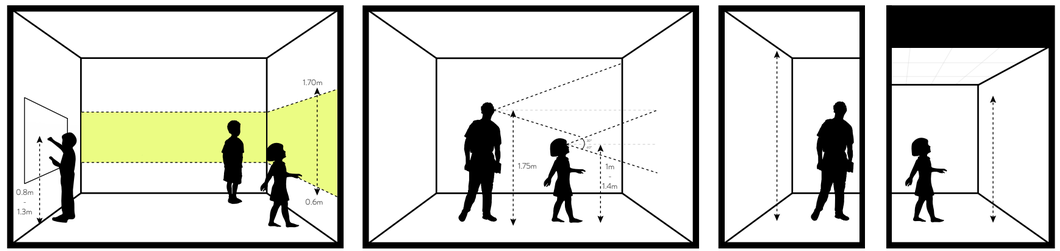
1. Escala estudiantil

La escala varía según edad y estatura, durante la primaria y secundaria que abarca dicha investigación. El estudiante se encuentra en continuo crecimiento, la interpretación, así como la percepción del entorno es distinta en los dos ámbitos representados. Es de suma importancia entender el espacio desde las distintas perspectivas para ofrecer confort, adaptabilidad del usuario en su espacio de aprendizaje.

Como se representa en la imagen 3.8, el espacio debe contemplar la altura de los usuarios para la utilización de pizarras, murales informativos, puntos visuales que son distintos a un joven de 12-17 años que el de un niño entre los 7-11 años. Asimismo, los cielos pueden beneficiar o perjudicar la educación de los estudiantes, y esto depende mucho de la escala infantil en la que nos encontramos. (ver imagen 3.9).

Cielos entre los 2.70-3m de altura permiten que el escolar se sienta más cómodo, genera altura del espacio, les da sentimiento de libertad y dispersión. Por el contrario, el lenguaje que brinda un cielo de menor altura entre los 2.10-2.40m, ya que, aunque no aporte mucho confort debido a que se puede sentir un espacio más cerrado, pequeño, enclaustrado, su beneficio es que ayuda a la concentración.

De igual forma, entre las variables, debe de tomarse en consideración las visuales, el mobiliario, y los materiales según la edad a la que nos dirigimos.



A| ACCESIBILIDAD A COMPONENTES

B| LÍNEA HORIZONTE DE LOS ESTUDIANTES SEGUN EDAD Y NIVEL

C| PERCEPCIÓN DEL ESPACIO SEGÚN EDAD Y NIVEL

Imagen 3.9, Escala infantil y su relación con el espacio. Tomado de Espacios en Movimiento, Guía de diseño de espacios de aprendizaje infantil. Diagramación Propia

2. Estímulo múltiple

Un espacio es capaz de generarles muchas emociones, percepciones y sentimientos dependiendo de la cantidad de tiempo en el que trascurrimos, de la forma en la que exploremos nuestros sentidos y de la invitación que nos brinde el espacio para vivirlo. "*El estímulo tiene como objetivo principal el desarrollo individual, para poder potenciar las diferentes capacidades de los usuarios*" (Sutter, 2013, pág. 83)

Cabe destacar, que el estímulo no depende únicamente del profesor, sino también del espacio ya que este podría generar sensaciones de estrés, emoción y afectar o beneficiar la memoria. El usuario debe tener la capacidad de sentirse incentivado por el espacio para apropiarse de él. Destacan dos tipos de estímulos, el cognitivo, capacidad de aprendizaje según la edad de los estudiantes. Si se utilizan sus capacidades al máximo por medio del estímulos se puede potenciar su desarrollo y el sensorial se basa en el uso de los sentidos como medio de aprendizaje (ver imagen 3.11). Por este motivo, se proponen espacios físicos que incentiven a los usuarios, por ejemplo, el color será ampliado mas adelante en su relación con confort visual y texturas:

1.Iluminar el espacio con colores claros.
2.Aumentar o disminuir la sensación de temperatura.
3.Los colores fríos o pasivos promueven la concentración.
4.Los colores cálidos son más para espacios externos pasillos, áreas de juego.

3. Accesible y flexible

Un espacio que tenga la facilidad de generar diferentes entornos dentro del mismo, donde cada modificación que se haga estimule el aprendizaje de los estudiantes. Asimismo, esta flexibilidad y adaptabilidad debe ser interna como externa, generar una relación interior-exterior, con la naturaleza, espacios que permitan ampliar el aula. Esto implícitamente, sería la capacidad de transformación en tamaño y función del espacio.

Otro de los beneficios de la flexibilidad, es la oportunidad de ofrecerle al usuario una apropiación del espacio, ya que si el espacio es de su agrado este llega a identificarse con el mismo, generándole sentido de permanencia y dejando fluir su creatividad. (ver imagen 3.12)

4. Confort, sensación de Bienestar Integral

El confort o disconfort de una persona se da debido a la relación usuario-contexto. Ya que esta sensación depende de variables físicas, fisiológicas, psicológicas y sociológicas que serán analizadas a profundidad más adelante.

Además, la arquitectura y el entorno son capaces de influir en los procesos cognitivos por medio de la iluminación natural, la acústica, calidad del aire y la relación con la naturaleza.

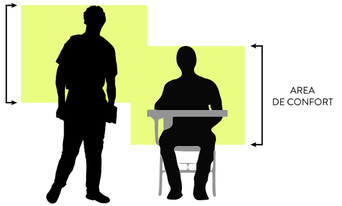


Imagen 3.10, Área de confort. Tomado de Espacios en Movimiento, Guía de diseño de espacios de aprendizaje infantil. Diagramación Propia

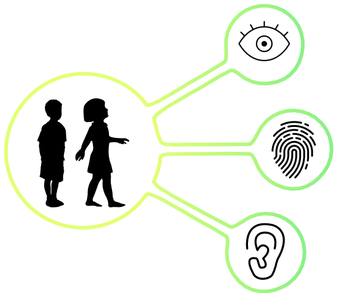


Imagen 3.11, Estímulo Cognitivo. Diagramación Propia

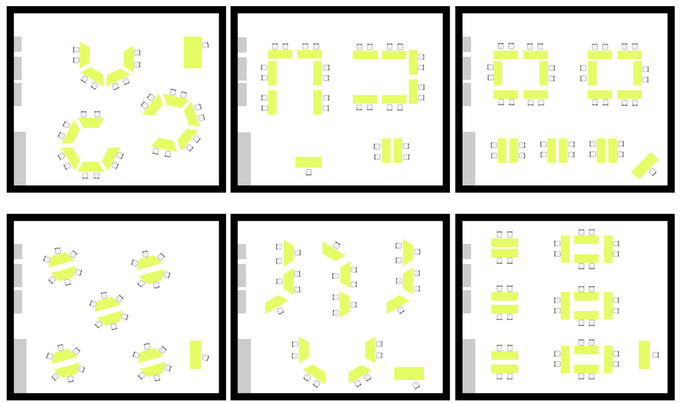


Imagen 3.12, Posible distribución del mobiliario escolar en aulas prácticas. Tomado de Guía estrategias pasivas de diseño bioclimático. Modificado por autores

Sensación de Bienestar Integral – Sensación de Confort

Se puede definir la sensación de confort como la sensación de bienestar, es decir el hecho de estar a gusto en un espacio, de manera que se puedan llevar a cabo nuestras actividades cotidianas sin percibir nuestro entorno como un obstáculo.

Sensación que depende de diversos factores como lo son físicos, fisiológicos, psicológicos, sociológicos. La sensación de disconfort o confort es producto de la combinación y acción simultánea de varios estímulos (ocasionados por los factores mencionados) y no por estímulos aislados, sino donde los estímulos/sensaciones terminan por influirse unas sobre las otras. Por ejemplo, el ser humano se siente bien en un ambiente no sólo por efecto de la temperatura, sino al mismo tiempo por una adecuada humedad y una buena iluminación. Dicho sentimiento de confort o de Bienestar Integral proporcionado por la interacción usuario / contexto es algo complejo de definir, según Javier Neila en su libro “Arquitectura Bioclimática en un entorno sostenible (2000)”, delimita cuatro tipos de bienestar:

- Bienestar Higrotérmico
- Bienestar Lumínico
- Bienestar Acústico
- Bienestar Olfativo

Para cuestiones de la investigación, la cual está enfocada hacia la parte de arquitectura bioclimática y educativa, dichos tipos de bienestar o confort serán analizados para tener mayor criterio a la hora de definir estrategias para los futuros prototipos.

De esta manera, se profundizará tres de los 4 tipos de confort (Higrotérmico, Lumínico, Acústico), debido a que permiten ser analizados y aplicados desde un punto tanto objetivo como subjetivo, ya que ¨el bienestar olfativo¨ podría llegar a caer en aspectos subjetivos, que para efectos de proponer espacios educativos no proporciona estrategias significativas para la investigación.

La Sensación de bienestar integral junto con el desempeño académico de los y las escolares están estrechamente relacionados, donde los parámetros óptimos de los distintos tipos de ¨confort ¨, garantizarán un adecuado ambiente educativo/laboral tanto para estudiantes como profesores/funcionarios.

Por eso, la importancia de considerar las condiciones específicas requeridas por dichos parámetros para alcanzar a través del diseño arquitectónico espacios educativos de calidad. Dichas condiciones obtenidas a partir de estrategias de aislamiento acústico, control solar y térmico o control de la iluminación natural o artificial, causan estímulos de los cuales dependerá el confort de los usuarios.

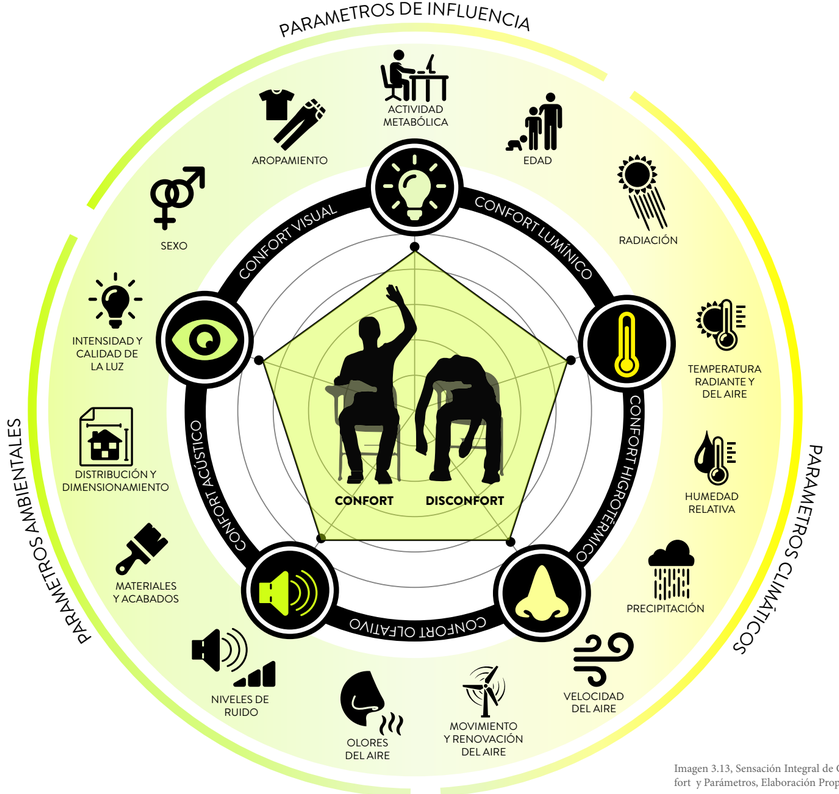


Imagen 3.13, Sensación Integral de Confort/ Tipos de Confort y Parámetros, Elaboración Propia

Confort Higrotérmico.

Como se menciona en el Seminario ¨Estrategias Pasivas de Diseño Bioclimático¨ (Villarreal, y otros, 2012) :

¨El concepto de confort, admite varias definiciones, pero en todas se halla presente el concepto de equilibrio energético entre el cuerpo humano y su entorno.¨

La exposición prolongada a ambientes térmicamente inconfortables, pueden provocar una disminución en la concentración y la atención, motivación por la actividad, generando un descenso del desempeño y el rendimiento, que puede, según algunos autores, disminuir hasta en un 40%, según (Mondelo, Gregori, & Barrau, Ergonomía 1 Fundamentos, 1999). En el clima tropical el lograr condiciones de confort en los espacios educativos debe ser el objetivo principal en el diseño y acondicionamiento ambiental.

Lograr la sensación de bienestar físico y mental es el resultado de la respuesta humana al ambiente térmico, la cual no depende sólo de la temperatura del aire, sino también de la humedad, la radiación y el movimiento del aire, los cuales producen efectos térmicos.

Aparte de los parámetros climáticos, deben considerarse los factores propios de cada usuario y lo referente a los procesos de intercambio de energía así como los mecanismos de termorregulación; Interacción que determinará como resultado el confort higrotérmico de los usuarios. Como se puede observar en la imagen 3.14.

Según el libro ¨Ergonomía 2, (1999)¨ de Pedro Mondelo, las seis variables que definen la interrelación entre la persona y el ambiente térmico son: (las primeras cuatro aportadas por el ambiente y las últimas dos por la persona):

1. Temperatura del aire
2. Temperatura radiante
3. Humedad del aire
4. Velocidad del aire
5. Actividad desarrollada
6. Vestimenta

La sobrecarga y la Tensión Térmica

El ambiente térmico (todo aquel espacio con las características anteriormente mencionadas) que cause tensiones en la persona, es decir que precipite los mecanismos de defensa naturales del usuario para lograr mantener la temperatura interna dentro de un rango normal, constituye una sobrecarga térmica ya sea por calor o frío, las cuales provocan a la persona tensiones térmica al igual por calor o por frío.

El ambiente térmico puede ser de cuatro tipos:

1. Bienestar o Confort
2. Permisible
3. Critico por calor
4. Critico por frío

Las condiciones de bienestar o confort son las óptimas, cuando el sujeto se encuentra satisfecho y su organismo mantiene el equilibrio térmico, es decir: su temperatura interna se mantiene dentro de los límites fisiológicos normales, sin tener que efectuar para ello ajustes de adaptación a un medio más o menos hostil. Incluso, las condiciones permisibles obligan a la persona a efectuar determinados ajustes fisiológicos para alcanzar el equilibrio térmico y conservar su temperatura interna dentro de los límites normales, lo que provoca un tensión térmica más o menos severa, según la sobrecarga térmica existente, la ropa, la actividad y sus características individuales.

No existe un equilibrio térmico entre el cuerpo humano y el ambiente a condiciones críticas por frío o calor, donde por exposición a altos niveles de frío, la temperatura interna descenderá siendo fatal, de igual manera que al exponerse a altos niveles de calor donde la temperatura interna ascenderá. (Mondelo, Ergonomía 2 Confort y Estres Térmico, 1998).

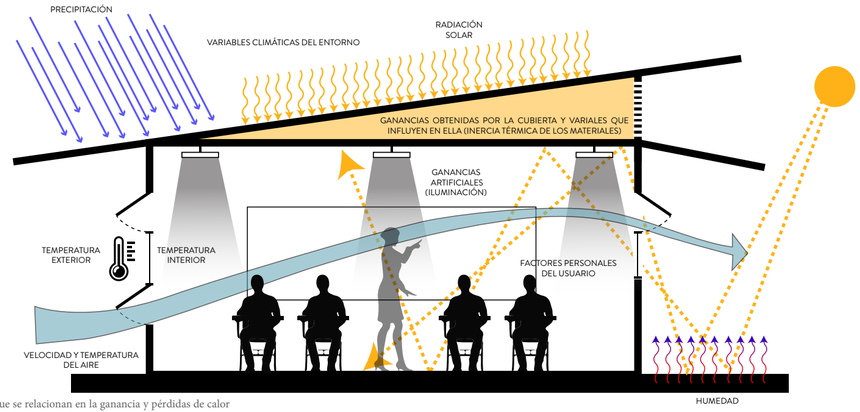


Imagen 3.14, Variables que se relacionan en la ganancia y pérdidas de calor entre el espacio y usuarios, Elaboración Propia.

Balance Térmico

Dicho balance o equilibrio térmico del cual tanto se habla, se puede analizar como un estado de cuentas en el que el saldo final debe ser cero para que todo esté bien, entre el individuo y su entorno.

De esta manera, los mecanismos reguladores en los que se da el intercambio térmico es por medio de 4 procesos diferentes: conducción, convección, radiación e intercambio térmico energético por evaporación o condensación. (Villarreal, y otros, 2012). Como se puede observar en la imagen 3.15.

1. Por conducción: este tipo de transmisión generalmente puede ser obviado debido a su poca influencia en relación con las restantes.

2. Por convección: para su determinación se mide la temperatura seca y la velocidad del aire.

3. Por radiación: en este caso la propagación es electromagnética y como se dijo anteriormente, se calcula mediante la temperatura de globo.

4. Por evaporación: si llega a darse, es por el proceso sudoración la manera en la se pierde calor.

El individuo gana calor por las siguientes vías:

- **(M)**, por metabolismo, determinado por su metabolismo basal y actividad que efectúe.
- **(R)**, por radiación de calor, que recibirá de los cuerpos de su entorno.
- **(C),** Convección, al recibir calor del aire o agua que este en contacto con él.
- **(Res)**, por la respiración, al inspirar aire caliente con temperatura este por encima a la temperatura corporal.
- **(K)**, Por conducción, al recibir calor de los cuerpos sólidos que están en contacto directo con él.

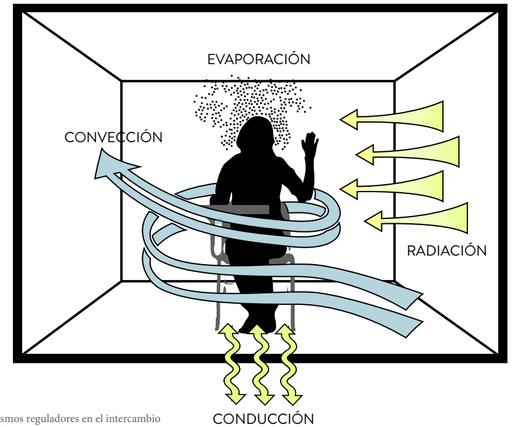


Imagen 3.15, Mecanismos reguladores en el intercambio térmico, Elaboración Propia.

Imagen 3.16, Factores del usuario que influyen en el estrés térmico, Elaboración Propia.

El indviduo pierde calor por las siguientes vías:

- **(R)** , por radiación de calor, que emite hacia los cuerpos de su entorno.
- **(C),** Convección, al entregar calor al aire o agua que este en contacto con él.
- **(Res),** por la respiración, al espirar el aire durante la respiración o jadeo.
- **(W),** por el trabajo externo, al realizar una actividad con un trabajo externo positivo.
- **(E),** evaporación por Sudor, al entregarle el calor al sudor para que te pueda evaporarse.
- **(Cd),** por conducción, al entregar calor a los cuerpos sólidos que están en contacto directo con él.

Los Factores que influyen en el estrés térmico

Los factores son difíciles de identificar y evaluar, de manera que para lograr determinarlos, se realizaban experimentos en los que se exponía a personas a distintos ambientes térmicos, lo que permitió respuestas variadas dependiendo de la fisiología entre sujetos (aclimatación, edad, Aptitud física, constitución corporal, sexo, entre otros.), además de otras condicionantes como vestimenta y actividad realizada. Como se puede observar en la imagen 3.16.

Parámetros Climáticos que determinan el confort Higrotérmico.

Estos parámetros están asociados al espacio determinado ya que caracterizan el clima local.

-Humedad Relativa HR (%) mide la cantidad de agua en el aire en forma de vapor, comparándolo con la cantidad máxima de agua que puede ser mantenida a una temperatura dada. Sin embargo, existen unos límites extremos que pueden ser negativos: por debajo del 20% de humedad, aumenta el peligro de infección por la sequedad de las mucosas; con temperaturas bajas, el aire muy seco aumenta el disconfort y en situaciones cálidas, cuando la humedad sobrepasa el 60% y sobre todo, el 80%, la sensación de calor aumenta, ya que se produce el sudor, pero no evaporación, dando lugar al clásico bochorno o calor húmedo, bastante más inconfortable que el calor seco.

-Temperatura T (°C) Puede integrar varios conceptos, asociadas al confort térmico como:

Temperatura del aire (Ta): medida en grados Celsius (°C), también se puede identificar por temperatura de bulbo seco.

Temperatura Radiante (Tr): es la temperatura generada por el intercambio de calor entre el cuerpo y las superficies que lo rodean. Medida en grados Celsius (°C). La Temperatura de Globo, la Temperatura de Aire y la Velocidad de Aire en un punto se pueden utilizar para el cálculo de la Temperatura Radiante Media.

-Radiación Solar. Esta puede ser radiación solar global, directa o difusa, asociado a las condiciones de nubosidad del cielo según un determinado lugar. Depende también de la localización geográfica y la trayectoria, así como los ángulos de incidencia solar. Esto determina el diseño de los sistemas de control solar y amortiguamiento térmico, ya que la radiación solar consta de dos componentes el lumínico y el térmico, este último debe evitarse en el clima cálido húmedo.

- Velocidad del viento (m/s). La velocidad del viento con la temperatura y la humedad son factores determinantes para el confort. La circulación del aire afecta la evaporación de la humedad de la piel, por lo tanto, el efecto de enfriamiento evaporativo. El movimiento del aire aumenta la disipación de energía por evaporación o convección, siempre que la temperatura de la piel sea inferior a la del aire. No obstante, cuando las temperaturas son superiores a 40°C, el viento aumenta la sensación de calor.

-Precipitación. es cualquier forma de hidrometeoro que cae de la atmósfera y llega a la superficie terrestre, fenómeno incluye lluvia, llovizna, nieve, aguanieve, granizo. Incidiendo en el confort térmico ya sea refrescando o generando bochorno en el entorno, gracias a la temperatura y la humedad del sitio.

La temperatura, la humedad y la velocidad del aire y otros factores

Como se mencionó anteriormente influyen e intervienen en los intercambios térmicos entre el individuo, el medio ambiente y por lo tanto en el confort térmico, mientras que dichas variables sean favorables a la actividad que se realiza. Si los factores ambientales de las aulas están dentro de los límites de confort, el rendimiento de los estudiantes podría beneficiarse y el trabajo de los docentes será de mayor calidad.

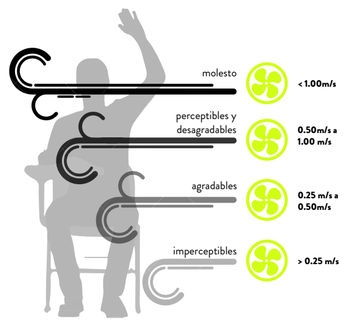


Imagen3.17, Requerimientos espaciales para el Confort Higrotérmico, basado en Ergonomía 2 Confort y Estres Térmico 1998, de Pedro Mondelo.

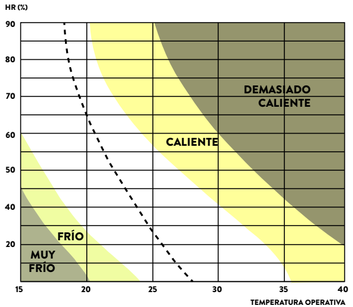


Imagen 3.18, Curva de confort entre Humedad Relativa/temperatura operativa según método Fanger, basado en Ergonomía 2 Confort y Estres Térmico 1998, de Pedro Mondelo,

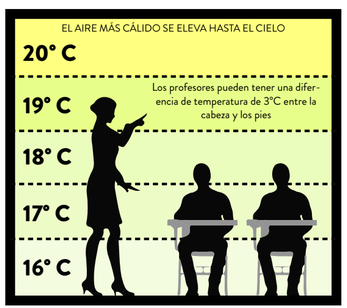


Imagen 3.19, Estratificación térmica. Elaboración Propia basado en Designing Quality Learning Spaces, Ventilation and Indoor Air Quality, 2007 de BRANZ Ltd,.

El Real Decreto 486/1997 regulado por Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben cumplir los lugares de trabajo, recoge que la temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios (como las escuelas) "*estará comprendida entre 17°C y 27°C*". Según las indicaciones del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, para respetar estos criterios, en invierno, al llevar ropa de abrigo, la temperatura debe mantenerse entre 17°C y 24°C, en verano, al usarse ropa ligera, los parámetros se sitúan entre 23°C y 27°C.

Según una revista digital para profesionales de enseñanza, de la Federación de Enseñanza de OO.CC de Andalucía, la temperatura que favorece la actividad mental es la que se sitúa entre los 18° y los 22° grados centígrados. Por debajo de esta temperatura el frío provocaría inquietud o nerviosismo, por el contrario, el calor provocaría somnolencia, sudor o inactividad. Tanto el frío como el calor afectan a nuestra concentración, ya que temperaturas fuera de los estándares, podrían afectar los estudiantes expresando una mayor incomodidad, en el logro y desempeño de las tareas, las cuales se deterioran al disminuir la atención.

En lo que respecta a la humedad relativa, debe de estar entre el 40 y 60 %, ya que si se sobrepasa el 70% se crean ambientes bochornosos (clima invernadero), mientras que humedades inferiores al 30% pueden provocar problemas de alteraciones en vías mucosas y respiratorias (Mondelo, Ergonomía 2 Confort y Estres Térmico, 1998).

Para lograr parte del confort térmico, no solo la humedad debe poseer las condiciones indicadas, ya que está estrechamente relaciona a la temperatura. Como se puede observar en la imagen 3.18, en donde se establece una curva de confort, entre humedad/temperatura. Ya que muchos de los problemas son causados por las condiciones de temperatura y humedad inadecuadas, afectando la producción o eliminación de posibles bacterias, además pueden dar lugar a la reducción del esfuerzo y el desempeño del estudiante, así como de sus funciones en las tareas cognitivas, físicas y motoras, provocando satisfacción laboral reducida.

Por lo que el aire contenido en los espacios de estudio/trabajo es importante que se renueve periódicamente, según el Real Decreto se debe renovar 30 m^3 por hora y trabajador en trabajos sedentarios en ambientes no calurosos, ni contaminados, para caso restantes 50 m^3 por hora y trabajador, lo que implica un flujo constante en el que se renueve el aire 6 veces por hora (trabajos sedentarios como en escuelas).En la imagen 3.20, se establece valores de ventilación apropiados para espacios educativos.

Ventilación y Parámetros

Una inadecuada renovación del aire interno, puede afectar el razonamiento por ende, limitar la concentración tanto del estudiante como del profesor, así como el aprender a su máxima capacidad por parte de los estudiantes.

Albergar CO^2 externo (provocados por vehículos, maquinarias) o por la misma respiración de los estudiantes, podría ocasionar un ausentismo como consecuencia de enfermedades y afectaciones como irritación de ojos, la nariz y la garganta, infecciones respiratorias; ya que dificulta la oxigenación del cerebro, la cual ocasiona náuseas, mareos, dolores de cabeza y fatiga, somnolencia. Una ventilación apropiada puede ayudar a prevenir los malos olores, exceso de humedad, la acumulación de CO^2, además de ayudar en el movimiento y eliminación de calor en las horas de mayor temperatura.

Si un espacio no se ventila, el aire caliente se eleva y no hay liberación del mismo, este queda atrapado en el techo causando un nivel de temperatura que presenta una diferencia entre suelo y techo llamado estratificación. (Villarreal, y otros, 2012) (ver imagen 3.19). Por lo que la tipología y ubicación de las aberturas son muy importantes para el diseño adecuado de los espacios educativos, tomando en cuenta la necesidad y cantidad de renovación de aire requerido para la ocupación

VALORES DE VENTILACIÓN PARA ESPACIOS EDUCATIVOS

TIPOS DE ESPACIOS	RENOVACIÓN DE AIRE (VOLUMEN MÍNIMO POR HORA)	ÁREA MÍNIMA DE DE APERTURA EN VENTANAS EN RELACIÓN CON EL ÁREA DE PISO	
		FRÍO	CÁLIDO
Aulas Multigrado	6m³	1/5	1/3
Aulas del nivel primario	6m³	1/5	1/3
Aulas nivel medio	6m³	1/5	1/3
Tecnologías de información y comunicación (TIC)	8m³	1/5	1/3
Aulas de proyección	8m³	1/5	1/3
Circulación peatonal y patios	N/A	N/A	
Circulación vehicular	N/A	N/A	
Laboratorio de ciencias naturales	8m³	1/5	1/3
Expresión Artística (música, danza y teatro)	6m³	1/5	1/5
Dibujo Técnico y Artes Plásticas	6m³	1/5	1/3
Taller de Productividad y Desarrollo	10m³	1/5	1/3
Salón Multiusos	6m³	1/5	1/3
Oficinas de apoyo	6m³	1/5	1/4
Bibliotecas	6m³	1/5	1/3

Imagen 3.20.Tabla de Valores de renovación de aire por espacio y área mínima de aperturas en ventanas Elaboración propia basado en Manual de criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos oficiales, Ministerio de Educación Guatemala, 2016.

ya que esas variables son claves para el confort de los usuarios por medio de la ventilación pasiva.

Confort Acústico.

Asociada con una óptima sensación auditiva, la cual implica los niveles sonoros adecuados desde una perspectiva cuantitativa y una adecuada calidad sonora (cualitativa). El confort logrado a partir de un buen diseño acústico apoyará a los estudiantes/ docentes en sus actividades de aprendizaje y enseñanza, además de aquellos estudiantes con discapacidad auditiva y con dificultades de aprendizaje.

Para alcanzar dicho estado óptimo de confort se deberá considerar un adecuado emplazamiento, protección y control de los ruidos exteriores que afectan la calidad acústica (aislamiento), el diseño arquitectónico (zonificación y distribución según actividades) y construcción de las edificaciones educativas con materiales que favorezcan la legibilidad de la palabra, controlando los ruidos provenientes de los espacios exteriores y los ruidos interiores producidos por el desarrollo de la misma actividad (Aislamiento y Absorción). (Ministerio de Educación Perú, 2006)

Los requisitos mínimos de un rendimiento adecuado acústico en espacios educativos deben proporcionar como prioridad una buena inteligibilidad del habla, la cual es necesaria para una comunicación clara dentro de los espacios de aprendizaje.
Según Pedro Modelo en el Libro Ergonomía 1 Fundamentos de 1999:

¨El inadecuado diseño de las condiciones acústicas puede inhibir la comunicación hablada, rebajar la productividad, enmascarar las señales de advertencia, reducir el rendimiento mental, incrementar la tasa de errores, producir náuseas y dolor de cabeza, pitidos en los oídos, alterar temporalmente la audición, causar sordera temporal, disminuir la capacidad de trabajo físico, etc...¨

Por este motivo, se debe considerar cada uno de los distintos espacios dentro de un centro educativo, los cuales requieren un ambiente acústico determinado por las diversas actividades que se den, la necesidad, el confort y la calidad acústica. Para ello se puede establecer algunos indicadores y parámetros para el óptimo diseño de espacios que cumplan de manera objetiva con el confort acústico, de manera general y en relación de las actividades no específicas.

Parámetros de Confort Acústico

El sonido es una alteración mecánica o física según sea el caso, que puede ser detectada por el oído humano, este es un sentido de percepción fundamental; el proceso de escuchar consta de 3 partes:

1- **La fuente sonora:** emisora de las ondas de sonido

Fuente interna: fuente causante del ruido localizada en el interior del espacio, algunos de estos se producen por la ocupación o uso del espacio (actividad).

Fuente externa: fuente causante del ruido localizada en el exterior, la cual puede afectar a los ocupantes del espacio causando perturbación o molestias.

Ruido según la fuente: El tipo de ruido está determinado por el origen de la fuente de emisión, la distancia entre esta fuente y el espacio, el medio de propagación de la energía acústica.

Ruidos naturales: son los ruidos de la naturaleza, poca intensidad y no provocan molestia o perturbación: la voz humana, la lluvia, el silbido del viento, el agua entre otros.

Ruidos artificiales: son típicos de la ciudad, provienen de automóviles, trenes, radios, motocicletas y por lo general tienen una intensidad y frecuencia constante en progresivo aumento.

2- **Las superficies reflejantes y absorbentes del espacio.**

3- **El oído receptor**

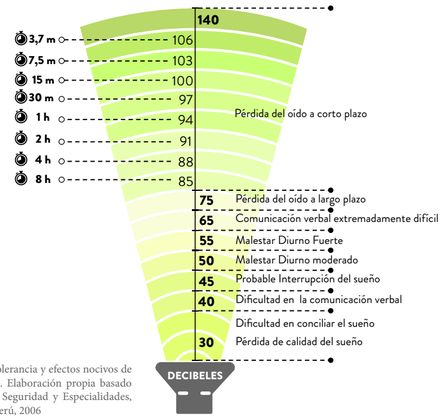


Imagen 3.21, Tiempo de tolerancia y efectos nocivos de niveles máximos de ruido. Elaboración propia basado Norma Técnica, Confort Seguridad y Especialidades, Ministerio de Educación Perú, 2006

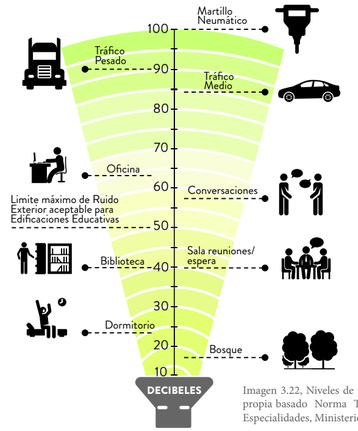


Imagen 3.22, Niveles de ruido de fondo, Elaboración propia basado Norma Técnica, Confort Seguridad y Especialidades, Ministerio de Educación Perú, 2006

Parámetros como el tono, la intensidad y la velocidad del sonido, más los mencionados anteriormente constituyen los valores que permiten evaluar las situaciones de ruido generados en el espacio, al identificar el tipo de ruido según la intensidad, perturbación o molestia que este pueda generar.

-El tono: Determina cuán graves o agudos pueden ser los sonidos.
-Presión sonora (P): umbral de audición o dolor al percibir los sonidos.
-Intensidad acústica (L o I): depende de la amplitud de la onda sonora, o sea está relacionado con la condiciones de audición, confort o perturbación por el sonido percibido.

La intensidad acústica tiende a amortiguarse con la distancia, aunque depende también de la velocidad de transmisión del sonido, la cual varía según el espacio y la capacidad de absorción del sonido.

Se debe hacer la aclaración, para la evaluación del confort acústico en un espacio la intensidad y la presión sonora son únicamente propiedades representativas, no indicadores, esto debido a que son escalas de medición desarrolladas en función de las frecuencias que pueden o no ser oídas por el oído humano. Por tal motivo, se utiliza el decibelio (dB), unidad que refleja la presión acústica (y la intensidad acústica), y como herramienta matemática que simplifica la escala de los valores de éstas, que a la vez es compatible con la sensibilidad del oído que percibe logarítmicamente el sonido.

Nivel máximo de ruido y tiempo de tolerancia aceptable para la salud:

El nivel de ruido con tiempos determinados de tolerancia (docentes y estudiantes) que al ser excedidos, se tendría ambientes ilegibles, los cuales pueden provocar afectaciones a la salud hasta casos extremos irreversibles. En la imagen 3.21, se presentan tiempos de tolerancia y efectos nocivos de nivel máximo de ruido.

Niveles de ruido de fondo aceptables en los diversos ambientes de las edificaciones educativas: Se han planteado valores recomendados de niveles de ruido de fondo, para garantizar óptimo confort acústico en el espacio y que en caso de ser superados se deberán tomar medidas para solventar el disconfort acústico que afecta la interacción docente/estudiante. En la imagen 3.23, se observan los límites máximos de ruido en espacios educativos.

Ruidos Exteriores (Control y Protección):
En este caso son los niveles de ruidos producidos principalmente por las actividades cotidianas que se llevan a cabo en una zona urbana o rural, de acuerdo a su función y emplazamiento dentro de la ciudad

Para el control y protección de las distintas situaciones existen varias estrategias como:
-Emplazamiento: Tomar en cuenta la dirección del viento para evitar que el ruido sea propagado a través del aire e impacte sobre los espacios, en caso de contar con fuentes exteriores deberá aislarse del ruido ambiental.

-Barreras acústicas: Se pueden ubicar o construir pantallas de protección acústica ya sea natural o artificial, con el objetivo de atenuar el ruido ambiental, como:

-Zonas verdes como jardines, parques y montañas, bosques, además de las edificaciones densas, pueden ser utilizadas como barreras.

VALORES ACÚSTICOS PARA ESPACIOS EDUCATIVOS

TIPOS DE ESPACIOS	LIMITE MÁXIMO DE RUIDO AL INTERIOR (dB)	TIEMPO DE REVERBERACIÓN ACEPTABLE (seg)
Aulas, laboratoios de lenguaje	35	<0.6
Sala de descanso	35	<0.6
Salas de lectura	35	<0.8
Zona de estantería, ficheros, atención.	40	<1.0
Laboratorio de Ciencias	40	<0.8
Talleres	40	0.8 - 1.2
Multifuncionales	35	<0.8
Pasillos de comunicación entre aulas, talleres, labs.	45	<1.5
Zonas deportivas y Hall previos	40	<1.5
Consejería	35	<0.8
Comedor	45	<1.0
Oficinas , Sala de profesores	40	<1.0
Corredores zona administrativos	45	<1.0
Servicios Higiénicos	50	<1.5
Bibliotecas	40	<0.5
Espacios Tecnológicos	40	<0.6

Imagen 3.23, Tabla de Límites máximos de ruido interior y Tiempo de reverberación óptimo, Elaboración propia basado Norma Técnica, Confort Seguridad y Especialidades, Ministerio de Educación Perú, 2006

-Los taludes de terreno pueden funcionar para desviar las ondas sonoras.

-Con una barrera a mayor altura, mayor será la atenuación sonora obtenida.

-Las cortinas de árboles no absorben los ruidos, su efectividad dependerá del espesor, masa y densidad de la misma. Su variación es desde 3 dB (100 mts. de árboles desnudos) hasta 23 dB (100 mts. de bosque denso siempre verde).

-Con el suelo poroso, más césped muy tupido y enredaderas densas u otras plantaciones, la reducción del sonido puede ser hasta en 10 dB.

Ruidos en el Interior (Control y Protección)
Las distintas fuentes de ruido que inciden en el confort acústico pueden ser:

1. El ruido de las instalaciones de servicio: las instalaciones sanitarias, la instalación lumínica; el sistema de ventilación y de ser el caso el sistema de climatización.
2. El ruido de los equipos del aula como por ejemplo: los proyectores, las computadoras, impresoras, máquinas de escribir, maquinaria u otros equipos en los talleres, entre otros.
3. El ruido producido por las personas y mobiliario: las conversaciones, el caminar, así como el uso del mobiliario son de niveles bastante variable, asimismo, cuando se trata de ambientes con un gran número de personas los niveles de ruido aumentan.
4. El ruido producido por la caída de lluvia sobre la cobertura.

Para el control y protección de las distintas situaciones existen varias estrategias como:

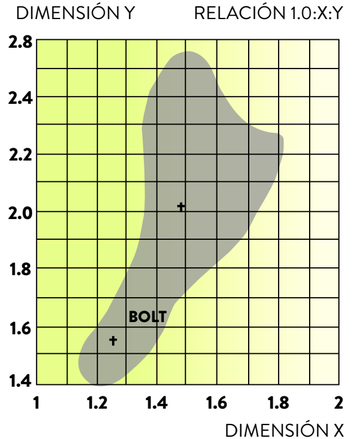
-La Zonificación: Las edificaciones educativas deberán zonificarse separando los sectores ruidosos de los tranquilos. De manera que utilizar la ubicación de corredores, closet, depósitos y/o exclusas como amortiguadores acústicos entre ambientes ruidos/tranquilos.

-La geometría del espacio: la geometría y la dimensión o proporción entre ancho y largo es muy importante para la distribución homogénea, así como uniforme del sonido, principalmente en las aulas, auditorios y salas de uso mútliple. Para ciertos recintos o espacios educativos pequeños como por ejemplo aulas, se puede utilizar las proporciones según el Diagrama de Bolt, Beranek & Newman., con el objetivo de lograr un buen diseño acústico. (Ver imagen 3.24)

-Tiempo de reverberación óptimo: Los tiempos de reverberación óptimos en los diferentes espacios educativos dependerán de la función y de su índice de ocupación, para ello se establecen valores según los distintos espacios, para asegurar el confort acústico. (Ver imagen 3.23.)

-Absorción del sonido: Como los materiales y acabados de los ambientes interiores acostumbran a ser muy reflectores al sonido. Cuanto mayor es el local y su densidad de ocupación, mayor es la absorción acústica requerida y en los lugares más idóneos.

Diagrama de Bolt, Beranek & Newman

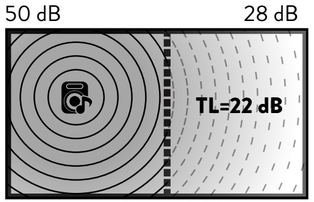


L: Longitud del local, A: anchura del local, H:altura del local. Relación entre las dimensiones de los ambientes interiores acústicamente aceptables

X=L/A
1.2= <X = <1.8
Y=L/H
1.4= <Y = <2.5

Imagen 3.24, Diagrama de Bolt, Beranek & Newman, Elaboración propia basado Norma Técnica, Confort Seguridad y Especialidades, Ministerio de Educación Perú, 2006

Índice de Atenuación Acústica (TL)



MATERIAL PROPUESTO

VALORES ACÚSTICOS PARA MATERIALES

MATERIAL	ATENUACIÓN ACÚSTICA (TL)
Vidrio 3mm	**29 dB**
Vidrio 6mm	**32 dB**
Ladrillo	**50 dB**
Piedra 30cm	**59 dB**
Hormigón 10cm	**46 dB**
Hormigón 20cm	**50 dB**
Losa de Concreto 20cm	**50 dB**
Puerta de madera 4.5 cm de espesor contrachapada	**19 dB**
Puerta de madera 4.5 cm de espesor sólida	**34 dB0**

Imagen 3.25, Tabla de Materiales e Índice de Atenuación Acústica, Elaboración propia basado Norma Técnica, Confort Seguridad y Especialidades, Ministerio de Educación Perú, 2006

-Considerar que los materiales porosos absorben mejor el sonido mientras que los compactos tienden a propagarlo.

-Tratar los corredores y antesalas con material absorbente.

-Se debe tener en cuenta la protección acústica contra el ruido producido por la lluvia y el granizo para lo cual deben utilizarse en la cobertura materiales que absorban el sonido, o creando una cámara de aire entre cubierta y cielorraso.

Es necesario optimizar las condiciones acústicas de espacios de mayor tamaño como comedores, salas de reuniones y salones multiusos mediante el uso de aislantes especiales extra a los materiales absorbentes ya utilizados. La absorción aumenta con el espesor y con la densidad, con el uso de paneles dobles que contengan estos materiales más porosos como separación .

-Aislamiento Acústico: Implica impedir que los sonidos generados dentro del espacio trasciendan hacia el exterior y viceversa. Como se indicó anteriormente, el aislamiento sónico se logra interponiendo una superficie (pared o tabique) entre la fuente sonora y el receptor, el aislar va en relación a la densidad superficial del material y a la frecuencia del sonido, es por esta razón, que las paredes gruesas ofrecen mayor aislamiento que las delgadas.

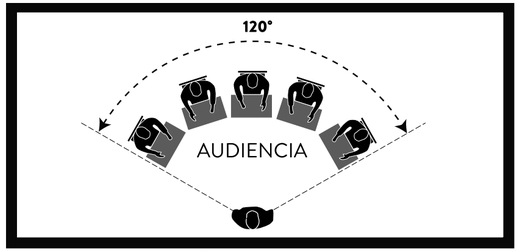
-Índice de Atenuación Acústica: De acuerdo a los niveles de ruido existentes y a la necesidad de aislamiento acústico requerido, se podrán disponer las diversas propiedades de atenuación acústica que ofrecen algunos materiales comunes en la construcción de las edificaciones educativas para la disminución o pérdida de ruido entre ambientes adyacentes. Quedando a disposición del diseñador la elección más beneficiosa de acuerdo al grado de aislamiento requerido para cada espacio y sus necesidades acústicas. (Ver imagen 3.25).

Campo auditivo

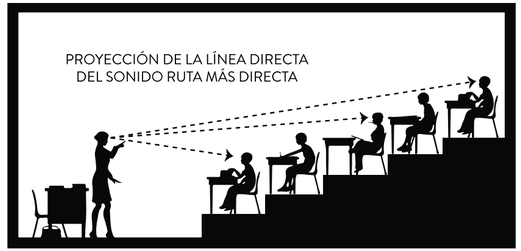
El ángulo: Para una adecuada distribución del sonido en el espacio, la ubicación de los asientos de los receptores en relación con el emisor, deben presentar un ángulo de 120°, ya que en un discurso el nivel del ruido cae 6db si la distancia se duplica.

Sonido por reflexión: Para que un sonido viaje de manera adecuada por reflexión , la direccionalidad debe ser inferior a 17m.

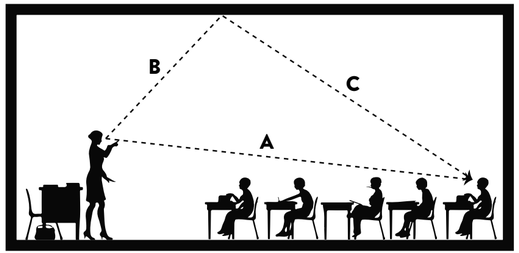
La ubicación de los asientos: Se debe tener en cuenta la actividad que se va a realizar en el espacio, ya que para una clase magistral o un aula tipo mini auditorio, el subir al oyente o por el contrario los asientos vayan elevándose es de suma importancia para que el sonido viaje de manera directa o con ayuda del sonido reforzado por la reflexión. (Ver imagen 3.26).



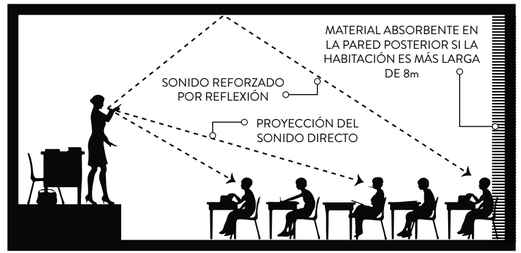
ORGANIZAR LA DISPOSICIÓN DE LOS ASIENTOS PARA QUE TODA LA AUDIENCIA ESTÉ DENTRO DEL ÁNGULO DE 120° RESPECTO AL COMUNICADOR



EL VOLUMEN DEL SONIDO DIRECTO SE INCREMENTA EN LA PARTE TRASERA CON EL ASIENTO INCLINADO



EL SONIDO REFORZADO POR LA REFLEXIÓN SEA ÚTIL, LA DIRECCIONALIDAD DEBE SER INFERIOR A 17m B+C-A < 17m



LA INTENSIDAD DEL SONIDO DIRECTO SE PUEDE AUMENTAR AL COLOCAR EL ALTAVOZ EN UNA PLATAFORMA

Imagen 3.26, Factores a considerar para un diseño adecuado para el confort acústico, BRANZ Ltd, Designing Quality Learning Spaces, Acoustics, 2016

Confort Visual y Lumínico

Aproximadamente más del 80% de la información que recibe el ser humano es visual, por lo cual la importancia de diseñar ambientes adecuados para este tipo de confort. El objetivo de diseñar dichos ambientes adecuados para la visión no es solo proporcionar luz, sino el control de la misma (luz natural y artificial), permitiendo que las personas reconozcan sin errores lo que ven, en un tiempo adecuado y sin fatigarse, es decir evitando situaciones adversas donde el diseño inadecuado al confort visual pueda conducir a situaciones tales como: incomodidad visual y dolores de cabeza, defectos visuales, accidentes, incapacidad de ver los detalles, confusión, desorientación entre otras.

La iluminación es la cantidad y calidad de luz que incide sobre una superficie, para lograr una apropiada iluminación del espacio se debe tomar en cuenta la actividad que se va a realizar, la edad del usuario (en este caso estudiante/funcionario) y las características del espacio para lograr adecuada distribución de la iluminación; no es lo mismo iluminar una sala administrativa que un espacio de educación tanto distribución, cantidad y calidad de la luz, los cuales deberán permitir una buena visibilidad con un mínimo de esfuerzo por parte de los estudiantes/funcionarios, sin que afecte su estado psicológico y físico.

Para comprender el confort visual y lumínico se intentará abarcar desde procesos físicos propios del usuario y cómo estos se relacionan con la cantidad, además de la calidad de iluminación y otras variables visuales que pueden influir como información (como por ejemplo el color) o que ayudarán a reconocer la información, creando estrategias para crear espacios educativos confortables.

Acomodación y adaptación

La vista dispone de dos mecanismos básicos denominados acomodación y adaptación; mientras que la acomodación permite enfocar la vista en un punto específico según la distancia, de acuerdo con el interés y la necesidad del estudiante/funcionario, la adaptación hace posible ajustar la sensibilidad de la vista al nivel de iluminación existente en el espacio.

Ambos mecanismos se relacionan entre sí, permitiéndonos generar información que será interpretada, por ejemplo, el punto más débil de la visión se da cuando se hace necesario enfocar pequeños detalles muy cercanos con un nivel de iluminación bajo; en estas circunstancias se incrementan los errores en la interpretación de la información observada, es decir un disconfort visual/lumínico, con lo cual puede surgir fatiga visual y mental, provocando en el estudiante la pérdida de interés por la actividad, dolor de cabeza, irritación ocular y otros síntomas que afectan con la calidad así como la productividad.

Aspectos que deben tomarse en cuenta, porque afectan tanto al estudiante como a su actividad, por lo que es explicable que en el diseño de espacios educativos se busquen soluciones tales como incrementar el nivel de iluminación y el tamaño de los detalles o ubicación de ellos.

Diferencia entre Visual / Lumínico

La búsqueda del control de la iluminación ya sea natural y/o artificial (preferiblemente natural) dentro de un espacio, determina el confort visual. De manera que el hablar de confort visual y confort lumínico, es hablar de una sensación de bienestar relacionada entre las dos.

El confort lumínico difiere del confort visual, ya que el primero se refiere a los aspectos físicos, fisiológicos y psicológicos relacionados con la luz, mientras el segundo a los aspectos psicológicos relacionados con la percepción espacial y de los objetos que rodean al individuo a través del sentido de la vista; pero como se mencionó anteriormente ambos se encuentran muy relacionados.

Aspectos que relacionan la visión y la iluminación

La complejidad de los procesos visuales exige el análisis de otros aspectos que los relacionan con la iluminación muy estrechamente. Estos

aspectos introducidos son tomados del libro Ergonomía 1 Fundamentos, de Mondelo, Gregori, & Barrau en 1999 y también 2 términos agregados por los autores de esta investigación:

- Ángulo visual
- Agudeza visual
- Contraste
- Tiempo
- Distribución del brillo
- Deslumbramiento
- Difusión de la luz
- Color
- Campo visual
- Reflexión

Para cuestión de la investigación sólo se ampliaran aquellos términos que permitan servir de guía para generar estrategias de diseño

Ángulo visual: es el ángulo formado con su vértice en el ojo hasta el contorno del objeto observado, dependiendo del tamaño del objeto y de la distancia que lo separa del ojo. Otros autores prefieren en lugar de ángulo visual, utilizar el ¨tamaño del objeto¨ que se forma en la retina.

Agudeza Visual: es el poder de resolución del ojo, cuya medida califica a la visión por la capacidad de percibir y distinguir correctamente el detalle más pequeño. La agudeza visual depende del contraste entre los detalles y el fondo, además del nivel de iluminación.

El deslumbramiento: es generado cuando existen áreas de alto brillo en el campo visual que dificulte el reconocimiento de objetos. El deslumbramiento provoca distintas molestias y trastornos, donde dependiendo de las diferencias de brillo en el campo visual ya sea por una luz incidente o reflejada por una superficie, pueden desde impedir una buena visión, hasta causar daños en el analizador visual como: afectaciones oculares, dolores de cabeza y otros malestares, además de posibles errores en el trabajo, baja productividad, entre otros.

Los factores que inciden en el deslumbramiento son:

- Brillo de la fuente de luz
- Tamaño de la fuente de luz
- Posición de la fuente de luz
- Contraste de brillo
- Tiempo de exposición

Tipos de deslumbramiento y su control

El deslumbramiento se puede producir de forma directa por el brillo directo de una fuente luminosa, o de forma indirecta por reflexión en otras superficies. Para cada situación de deslumbramiento, se sugieren ciertas recomendaciones con el fin de controlar o eliminarlo.

Deslumbramiento directo: Se produce cuando partes de una fuente lumínica, que por su naturaleza siempre es de alta luminancia ya sean focos luminosos, luminarias o ventanas, quedan visibles de manera directa dentro de nuestro campo visual. Para solucionar dicho problema, hay que actuar sobre dicha fuente de manera que se tenga como consecuencia varios efectos:

–Reducir el brillo de la fuente, y en general los contrastes con su entorno.
–Situarla en una posición más alejada de nuestra línea de visión.
–Apantallarla para que no sea visible.

El control del deslumbramiento directo respecto a su posición se requiere básicamente un control de la luminancia de los focos situados en ángulos por debajo de los 45º.

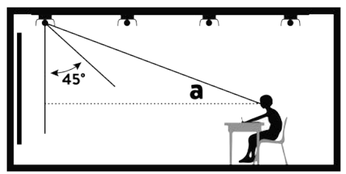
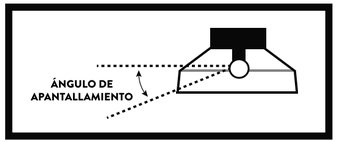


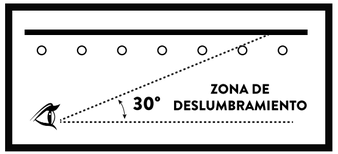
Imagen 3.27, Ángulo de deslumbramiento y campo visual, Ergonomía 4 El Trabajo en Oficinas(González & Gómez, 2001)

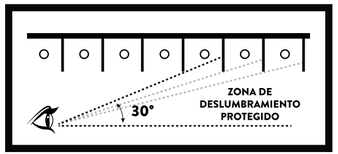
Para el control del deslumbramiento directo por medio de apantallarla, se puede conseguir por medio de dos estrategias:

Control con Material



Control por Apantallamiento





Disposición de Luminarias

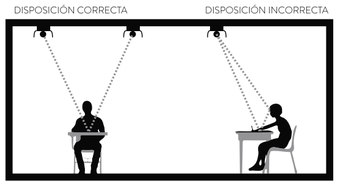


Imagen 3.28, Ángulo de deslumbramiento, control y campo visual, Ergonomía 4 El Trabajo en Oficinas(González & Gómez, 2001)

-Control con materiales translúcidos: es la comprobación de la luminancia visible rodeando las lámparas con un material difusor o prismático; la luminancia máxima permisible disminuye con el ángulo (a) a medida que nos acercamos a la línea visual.

-Control por apantallamiento: Este método asegura que por debajo de un determinado ángulo de elevación (a) de la fuente por encima de la horizontal de visión, la lámpara queda completamente oculta. Este mismo efecto puede lograrse escondiendo las luminarias detrás de vigas u otros elementos de la estructura de la construcción.

Deslumbramiento indirecto o reflejado

El deslumbramiento indirecto o reflejado, es generado por la reflexión sobre los ojos de la luz que incide sobre superficies sin tratamiento con acabados con factor de reflexión alto, como por ejemplo: muebles metálicos, pisos cerámicos o de porcelanatos sin acabado mate, pulimentados de las mesas o hasta incluso sobre papel brillante.

Considerada como zona de deslumbramiento indirecto o reflejado, la zona comprendida por ángulos de 30° a 90°. Para el control de dicho deslumbramiento se puede:

-Disminuir el factor de reflexión de las superficies reflectantes, para ello se puede utilizar acabados mates, cambiar los materiales y colores de muebles o de las superficies de trabajo.
-Ubicar las fuentes de luz, la superficie de trabajo y el usuario, de tal manera que la luz reflejada no incida sobre los ojos.
-Actuar directamente sobre la fuente luminosa, como se mencionó en el caso de deslumbramiento directo.

Reflexión: Es una cantidad no dimensional, que se relaciona con la proporción de la luz que es reflejada por una superficie. Su valor varía entre 0 y 1. Ciertos factores de Reflexión según el material y el acabado constructivo se presentan en la imagen 3.30.

Los acabados no sólo deberán encontrarse entre los valores de reflectancia recomendados, sino que tendrán acabados mates para reducir las reflexiones especulares. Reflectancia o el factor de reflexión de las superficies situadas dentro del campo visual habitual del hombre, generalmente plantea los siguientes valores para las distintas partes del diseño, como se observa en la imagen 3.29.

La difusión de la luz: la difusión de la luz en el espacio ofrece ventajas en los espacios de trabajo/estudio, ya una iluminación difusa es suave y evita sombras fuertes que enmascaran parte del lugar de trabajo de los estudiantes/ profesores; evitando generalmente el deslumbramiento y creando un ambiente de bienestar, pero se debe manejar de manera controlada para no crear una excesiva monotonía con una luz demasiado difusa, que desaparezca todo tipo de sombras, ya que al llegar a la difusión total sin sombras, resultaría una espacio muy plano y aburrido; además, hay actividades donde las sombras son indispensables como en laboratorios que se da la búsqueda imperfecciones por ejemplo.

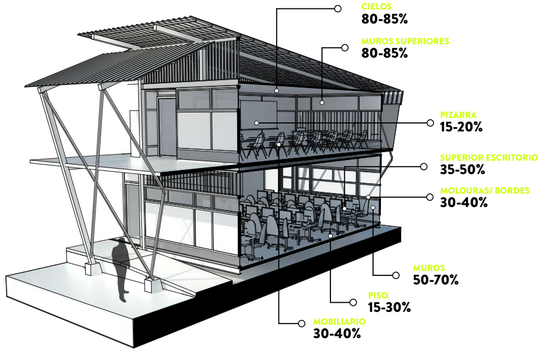


Imagen3.29, Coeficientes de reflexión aceptables para diversas superficies del aula, Elaboración Propia basado en Manual de criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos oficiales, (Ministerio de Educación Guatemala, 2016)

FACTORES DE REFLECTANCIA PARA COLORES Y MATERIALES

COLOR	FACTOR DE REFLEXIÓN	MATERIAL	FACTOR DE REFLEXIÓN
Blanco	0.70 - 0.85	Mortero claro	0.35 - 0.55
Gris claro	0.40 - 0.50	Mortero oscuro	0.20 - 0.30
Gris oscuro	0.10 - 0.20	Hormigón claro	0.30 - 0.50
Negro	0.03 - 0.07	Hormigón oscuro	0.15 - 0.25
Crema	0.50 - 0.75	Arenisca clara	0.30 - 0.40
Amarillo claro	0.50 - 0.75	Arenisca Oscura	0.15 - 0.25
Marrón claro	0.30 - 0.40	Ladrillo Claro	0.30 - 0.40
Marrón oscuro	0.10 - 0.20	Ladrillo oscuro	0.15 - 0.25
Rosado	0.45 - 0.55	Mármol blanco	0.60 - 0.70
Rojo claro	0.30 - 0.50	Granito	0.15 - 0.25
Rojo oscuro	0.10 - 0.25	Madera clara	0.30 - 0.50
Verde claro	0.45 - 0.65	Madera oscura	0.10 - 0.25
Verde oscuro	0.10 - 0.20	Aluminio mate	0.55 - 0.60
Azul claro	0.40 - 0.55	Aluminio brillante	0.80 - 0.85
Azul oscuro	0.05 - 0.15	Acero pulido	0.55 - 0.65

Imagen 3.30, Factores de reflexión para materiales y colores, Elaboración Propia basado en Manual de criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos oficiales, (Ministerio de Educación Guatemala, 2016)

Contraste: es indispensable para poder distinguir un objeto de su fondo, es decir el contraste existente entre el brillo del objeto y el brillo de su fondo. A mayor contraste habrá mejor percepción y mayor rapidez al distinguir el objeto. Para mejorar el contraste, se puede cambiar la reflectividad de determinadas partes de los objetos.

Tiempo: El tiempo es otro de los aspectos a tener en cuenta en el proceso visual, ya que el tiempo transcurre durante los fenómenos de dicho proceso, por lo que a mayor es el tiempo transcurrido en que el estímulo sobre el cual actúa, mejor será la percepción de esté.

La distribución del brillo en el campo: es recomendado que el brillo dentro de los espacios de trabajo y sus alrededores no presente grandes desigualdades es decir que sea uniforme en el espacio, en el que no obligue al ojo a un constante ajuste visual. No es el mecanismo de adaptación lo perjudicial, sino su alta frecuencia. Dicha distribución puede permitir un bienestar visual o puede provocar la fatiga visual.

Color: Cuando se habla de color, se habla de dos tipos: el color de la iluminación y el color de acabado de las superficies. Ambos de suma importancia en el diseño de espacios educativos, pero para cuestión de la investigación se destacará la segunda, tanto en cuestiones de usos como en consecuencias físicas y psicológicas de los usuarios.

Toda iluminación tiene color tanto la artificial como la natural por lo que escoger el color de la iluminación es tecnológica y emocionalmente importante, e influye en el color de los objetos que el hombre percibe gracias a la presencia de los conos en la retina, donde una adecuada selección del tipo de fuente de luz, influye en variables tales como productividad, control de la calidad, fatiga, seguridad, eliminación de errores, entre otras.

Cuando la iluminación es artificial, generalmente se recomienda la luz blanca lo más parecida posible a la luz día (exactamente del mediodía); de esta forma, además de ser la más saludable, los objetos se verán con sus colores verdaderos. Siendo objetivo de este punto, demostrar que la elección de los colores tiene otro tipo de implicaciones aparte de las estéticas, cuyo conocimiento y comprensión nos permitirá mejorar el ambiente de trabajo.

A pesar de que nuestros conocimientos sobre el color distan mucho de ser una ciencia exacta, la ¨teoría del color¨ es conocida y aceptada, donde el color ejerce una influencia significativa sobre las personas y su percepción del ambiente que les rodea; siendo este un factor funcional así como estético al que la gente responde consciente o inconscientemente. El conocimiento de la interacción existente entre el color, la iluminación, así como el comportamiento humano, nos permitirá redirigirlo para crear un ambiente que incida de manera favorable sobre la satisfacción y eficacia en los espacios educativos/administrativos, además de la productividad en ellos.

Cualidades de los colores

Con el fin de facilitar el uso adecuado de los colores en cada situación, se indican a continuación una serie de características respecto a las distintas cualidades de los colores así como usos concretos de cada color según (González & Gómez, 2001), que aún siendo discutibles, son compartidas por expertos en la materia.

- Colores cálidos: rojo, naranja, amarillo
Atraen la atención, excitan, promueven alegría, estimulan la acción. Pueden utilizarse en áreas no productivas, incluyendo entradas, pasillos, comedores, espacios de descanso, vestuarios, etc. Parecen más cercanos, las salas se ven más pequeñas.

- Colores fríos: Azul, turquesa, verde
Fríos, relajantes, tranquilizadores, impulsan la concentración. Se pueden usar en zonas de producción, talleres de mantenimiento, salas de calderas, etc. Parecen más lejanos, las salas se ven más amplias.

-Colores brillantes: Amarillo, amarillo verdoso. Cuantos más puros más atraen la mirada. Aumentan el tamaño de los objetos y excitan. Completan los colores básicos de las paredes. Propio de objetos pequeños como puertas, columnas, gráficos, relojes registradores, ficheros, tablones de anuncio, cajas de transporte, adornos, entre otros.

- Colores ligeros: Claros, blanquecinos, pastel
Hacen los objetos más ligeros, las zonas parecen más espaciosas, ya que reflejan más luz que los tonos oscuros. Sirven para la mayor parte de las zonas de producción, especialmente en locales pequeños y almacenes. También sirven en espacios mal iluminados.

- Colores oscuros: tonos grises, negro.Los objetos parecen más pesados, absorben luz. El espacio parece más pequeño y el entorno más estrecho. Una larga exposición crea monotonía y depresión. No recomendado para espacios amplios por sus características de absorción de luz. Su uso se limitaría a zonas

- Blanco
Color puro, denota limpieza, refleja más luz que cualquier otro color. Aplicable en todos los techos y estructuras elevadas y en habitaciones donde se necesita una máxima reflexión.

pequeñas donde sería necesario el contraste.

- Blanco: Color puro, denota limpieza, refleja más luz que cualquier otro color. Aplicable en techos, estructuras elevadas y en habitaciones donde se necesita una máxima reflexión. Como se puede observar en la imagen 3.31.

Cualidad térmica: Los estudios realizados por Faber Birren (sobre la teoría del color) constataron que los tonos luminosos y cálidos excitan el sistema nervioso, elevando la presión sanguínea y el pulso, dando la sensación de que la temperatura aumenta, mientras que los colores fríos y oscuros hacen descender la presión sanguínea y el pulso, experimentándose un descenso subjetivo de la temperatura. Lo cual llevo a Johannes Ítem a experimentar en distintos espacios de trabajo pintados, llegando a la conclusión de que colores azul verdoso y rojo anaranjado diferenciando la sensación de frío o calor entre 3 y 4 ºC, aún cuando en ambos casos la temperatura se mantuvo por debajo de los 15 ºC.

Cualidad percutora: Los distintos colores poseen un poder de impacto visual variado en la apreciación del tamaño en función del color, ya que el ojo no enfoca por igual todos los colores. Mientras los colores cálidos se proyectan tras la retina obligando al cristalino a aumentar su convexidad, por lo que dan sensación de mayor extensión; los colores fríos, por el contrario, son enfocados delante de la retina haciendo que el cristalino aumente su concavidad, por lo cual la superficie parece más pequeña. El color que produce la sensación de mayor aumento de tamaño aparente es el rojo, seguido por el blanco; en el sentido opuesto, el negro, el azul y el verde (orden decreciente) producen mayor sensación de reducción del tamaño aparente.

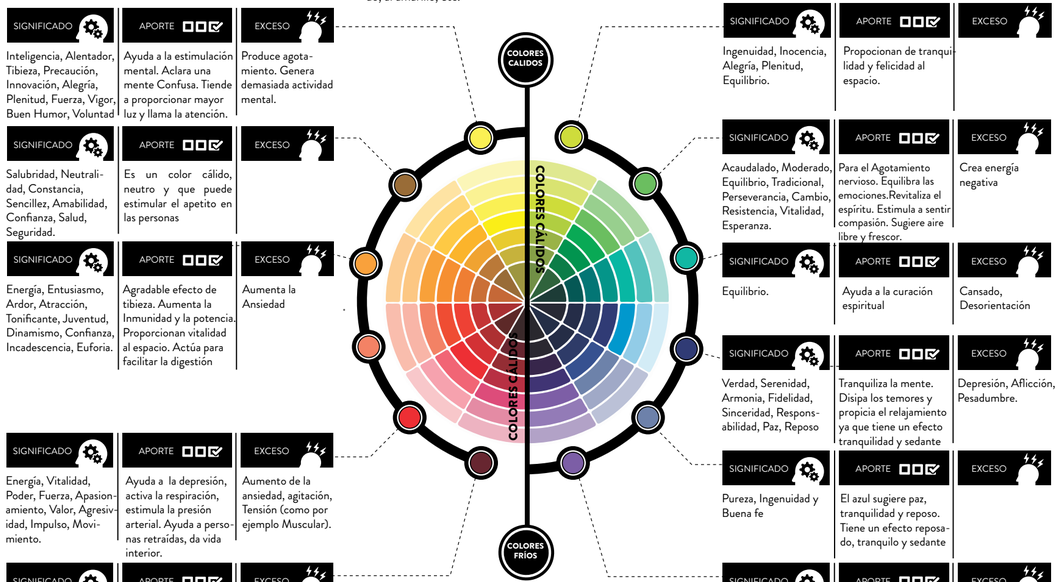
Los colores llamativos o vivos provocan sentimientos de confort, estímulo o serenidad; los colores oscuros tienden a tener un efecto pasivos o hasta deprimente, los colores cálidos también llamados activos excitan y estimulan el sistema nervioso vibrando, expandiendo e irradiando, además transmitiendo la sensación de que aumenta la temperatura. Los colores fríos o también llamados pasivos contribuyen a crear una sensación de descenso de la temperatura, de ahí que la elección del color es de suma importancia, ya que podrían atemperarse los espacios mediante el uso de iluminación cálida o fría, además de condicionar la dinámica dentro de ellos; por lo que algunos efectos psicológicos de los colores sobre los estudiantes se pueden observar en la imagen 3.32.

En términos generales, los colores al interior de las aulas, laboratorios y talleres deberán ser de tonos claros para contribuir con la iluminación interior, dado que existirá una mejor reflectancia de la luz al incidir sobre las superficies. Asimismo, se debe tener en consideración la actividad a realizarse ya que los colores influyen de manera directa o indirectamente la productividad y eficiencia del estudiante en el espacio, de ahí que los colores que se utilicen, deberán ser colores cálidos, en espacios no productivos, como pasillos entradas, espacios de descanso, eso ayudará a estimular a los estudiantes en sus tiempos de descanso, mientras que en el interior de los espacios educativos/administrativos se debe tener en consideración colores fríos o pasteles que impulsan la concentración.

Además, las proporciones del espacio deben también ser considerados ya que para ambientes pequeños se recomienda que las paredes y las cubiertas tengan colores claros los cuales generen una luminancia más uniforme en el espacio; los ambientes altos las cubiertas y el piso pueden presentar colores oscuros.

Imagen 3.31, Cualidades de tonos grises, blanco y negro. Elaboración Propia basado en Ergonomía 4 El Trabajo en Oficinas, González & Gómez, 2001 y Color, arquitectura y estados de ánimo, De Corso.

Los colores cálidos en matices claros: cremas y rosas, sugieren delicadeza, feminidad, amabilidad, hospitalidad y regocijo y en los matices oscuros con predominio de rojo, vitalidad, poder, riqueza y estabilidad. Por asociación la luz solar y el fuego al rojo-anaranjado, al amarillo, etc.



Se los considera por asociación con el agua al azul, violeta y verdoso. Los colores fríos en matices claros expresan delicadeza, frescura, expansión, descanso, soledad, esperanza y paz y en los matices oscuros con predominio de azul, melancolía, reserva, misterio, depresión y pesadez.

Imagen 3.32, Cualidades de los colores. Elaboración Propia basado en Ergonomía 4 El Trabajo en Oficinas, González & Gómez, 2001 y Color, arquitectura y estados de ánimo, De Corso.

Campo visual / ángulos de visión: es el área donde un objeto puede ser observado desde la visión periférica, es el espacio que capta el ojo humano en un punto fijo. Este puede dividirse en diferentes zonas según Pedro Mondelo en Ergonomía 4 El Trabajo en Oficinas, 2001:

- **Zona de visibilidad muy precisa:** presenta un ángulo de apertura de 1°.
- **Zona de visiblidad media:** presenta un ángulo de 40°, en el cual se pueden observar los objetos, los contrastes fuertes y se puede desplazar la mirada de manera fácil.
- **Zona periférica:** presenta un ángulo comprendido entre los 40° y 70°, en esta área sólo se percibe objetos en movimiento y las luminancias muy contrastantes.

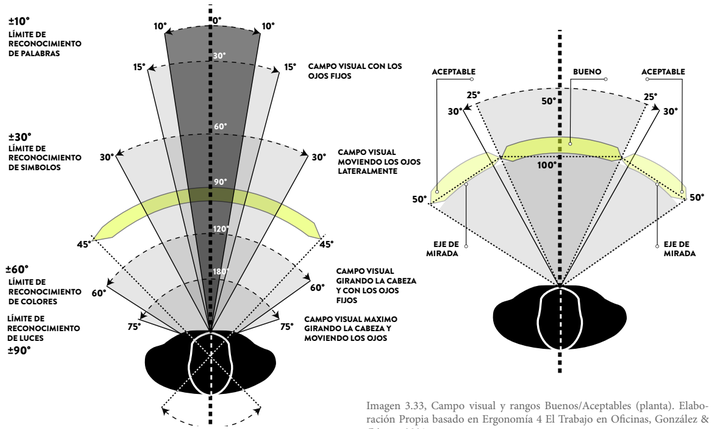
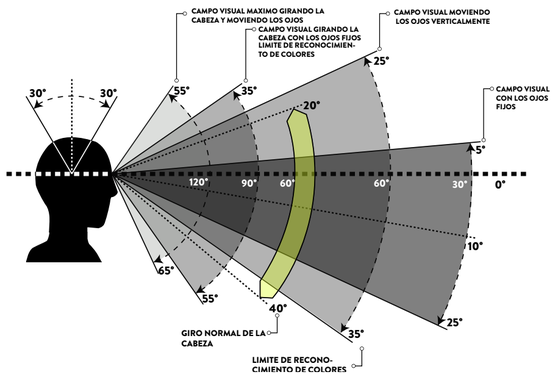


Imagen 3.33, Campo visual y rangos Buenos/Aceptables (planta). Elaboración Propia basado en Ergonomía 4 El Trabajo en Oficinas, González & Gómez, 2001



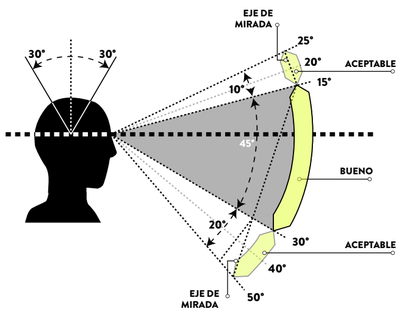


Imagen 3.34, Campo visual y rangos Buenos/Aceptables(lateral). Elaboración Propia basado en Ergonomía 4 El Trabajo en Oficinas, González & Gómez, 2001

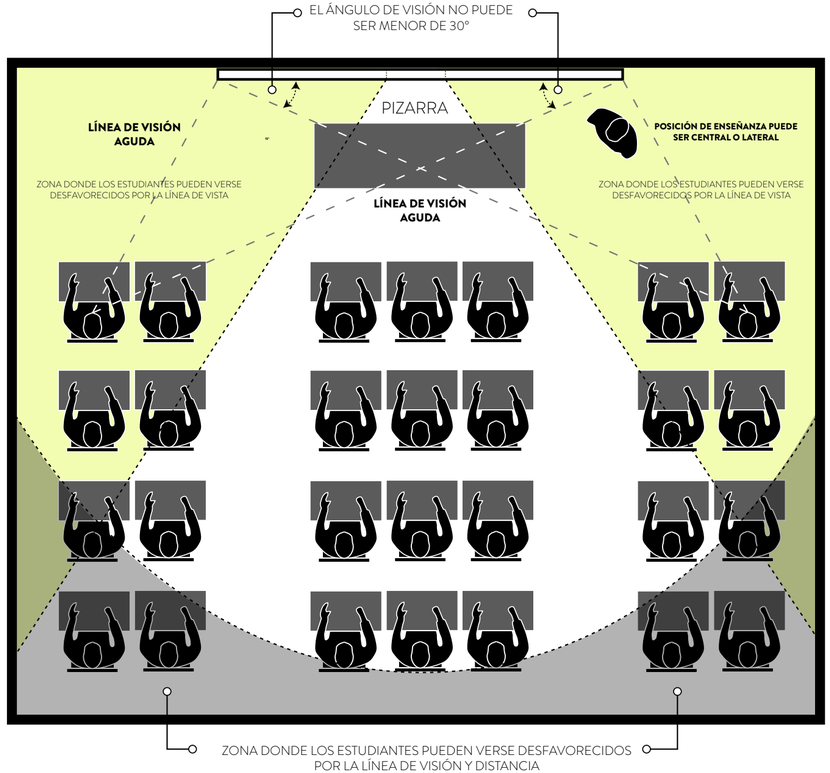


Imagen 3.35, Efectos de los ángulos de la línea de visión y la distancia. Elaboración Propia basado en Designing Quality Learning Spaces, Introduction and Interior Design, Function and Aesthetics, BRANZ Ltd, 2006.

Estrategias visuales

Como se mencionó anteriormente, el objetivo de diseñar dichos ambientes adecuados para la visión no es solo proporcionar luz, sino el control de la luz (natural y artificial), buscando soluciones respecto a la ubicación del observador (estudiantes) y lo observado (docente, pizarra, proyección, entre otros). Permitir que se reconozca sin errores lo que ven, en un tiempo adecuado y sin fatigarse, es decir evitando situaciones adversas donde el diseño inadecuado al confort visual pueda conducir a situaciones tales como: incomodidad visual y dolores de cabeza, defectos visuales, accidentes, incapacidad de ver los detalles, confusión, desorientación entre otras.

Por este motivo, en espacios educativos con determinadas necesidades visuales, se busquen soluciones tales como rangos máximos tanto en lejanía, de apertura en ángulos límites que respeten o favorezcan el campo visual óptimo del estudiante para el confort visual, permitiendo establecer estrategias de diseño respecto a la distribución de los espacios de trabajos, evitando campos visuales ciegos ,zonas desfavorecidas visualmente, con campos visuales incómodos que fuercen la visión.
Como se puede observar en la imagen 3.35, los rangos máximos (ángulos y distancias) y en la imagen x se pueden observar efectos de los ángulos de visión.

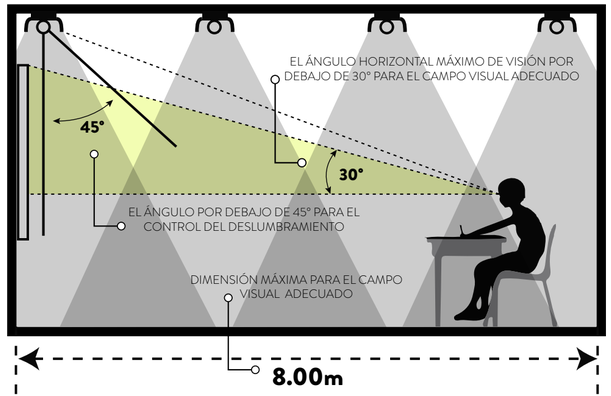


Imagen3.36, Ángulo de deslumbramiento y campo visual. Elaboración Propia basado en Ergonomía 4 El Trabajo en Oficinas, González & Gómez, 2001

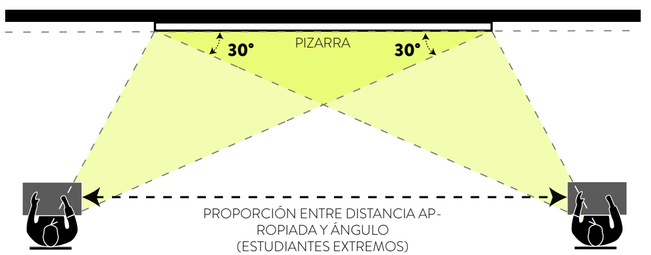


Imagen 3.37, Ángulo máximo de visión en planta. Elaboración Propia basado en Norma Técnica Colombiana NTC 4595 , Ministerio de Educación Nacional, 2006

Magnitudes y unidades

Para lograr definirlas se debe, en primer lugar, caracterizar la luz utilizando las cuatro magnitudes esenciales:

• **El flujo luminoso:** (lumen) (lm). es la energía luminosa total emitida por una fuente en unidad de tiempo y dentro del espectro visible humano (380-760 nm). Su unidad de medida es el lumen, que es la cantidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie de un metro cuadrado dispuesta de forma que cada uno de sus puntos diste un metro de una fuente de luz teórica que emita uniformemente una candela en todas dimensiones (flujo luminoso emitido por una candela en un estereorradián).

• **La intensidad luminosa:** (candela) es el flujo luminoso emitido por una fuente en una determinada dirección por unidad de ángulo sólido. Su unidad de medida es la candela, que es la intensidad luminosa, en una dirección dada, de una fuente luminosa que emite una radiación monocromática de frecuencia 540 · 1012 hercios y cuya intensidad energética en esta dirección es de 1/683 vatios por estereorradián.

• **La luminancia o brillo fotométrico:** es la magnitud que mide el brillo de los objetos iluminados o fuentes de luz tal y como son observados por el ojo. Se trata en realidad de la verdadera medida de la sensación de iluminación de un objeto y se define como la cantidad de intensidad luminosa por unidad de área de superficie aparente de una fuente de luz o de un área iluminada. La unidad de medida es la cd/m2 o cd/cm2.

• **El nivel de iluminación:** caracteriza la cantidad de luz que incide sobre una superficie; el símbolo es (E) y su unidad es el lux (lx). De esta manera un lux es el nivel de iluminación que provoca un flujo luminoso de un lumen sobre una superficie de un metro cuadrado de área.

Iluminación

La iluminación natural debe ser siempre la principal fuente de luz en los espacios educativos, complementada con luz eléctrica cuando la luz se desvanece.

La cual debe ser uniforme y constante, proporcionando a los estudiante los niveles necesarios para realizar las actividades requeridas, sin que pierdan la concentración en el espacio y actividad, para ello se necesitan las proporciones adecuadas de las aberturas según la actividad a realizarse, así mismo las proporciones del espacio para una apropiada distribución de la luz para lograr dicha constancia y uniformidad.

Por otra parte, hay ciertos espacios educativos que según su actividad tienen la necesidad de complementarse con la iluminación artificial, un ejemplo de ellos son los laboratorios de cómputo, ya que requieren de mucha precisión, de ahí que la ubicación y distribución de las luminarias, así como de las aberturas que den luz natural, permitan los niveles de luxes adecuados.

La buena luz natural ayuda a crear un sentido de comodidad física y mental, y sus beneficios parecen ser más amplios que simplemente ser una fuente de luz. Esto puede deberse en parte a la calidad más suave, más difusa, de la luz natural y su sutil cambio de valor así como de color que la iluminación eléctrica no tiene. Proporcionando mejor calidad y precisión para la mayoría de las tareas visuales, mejoran el rendimiento de la enseñanza y del aprendizaje, Además de permitir un ahorro energético.

¨Los ambientes interiores con un buen diseño de iluminación ayudan a promover el bienestar de los estudiantes y profesores. Una buena iluminación natural no sólo juega un papel importante en los resultados del aprendizaje, sino que también puede tener un impacto en la salud y las tasas de asistencia ¨ (Designing Quality Learning Spaces, Lighting, BRANZ Ltd 2007)

Como se mencionó anteriormente, una buena iluminación natural además puede ahorrar electricidad mientras las luces eléctricas estén apagadas o atenuadas cuando la luz natural sea adecuada. Una gran parte del presupuesto energético de una escuela es para la luz artificial. La cual puede ser reducida con una iluminación natural bien diseñada para evitar el sobrecalentamiento a través de la ganancia solar y con controles automáticos para que las luces se apaguen cuando no se necesitan.

¨Para las aulas, los niveles de iluminación adecuados están entre 300 y 500 lux en el plano de trabajo. Una buena iluminación es más importante a la altura del escritorio. Los niveles de iluminación para la mayoría de los espacios escolares se evalúan en un plano de trabajo a unos 800 mm sobre el suelo (700 mm para los escritorios y 850 mm para los bancos).¨ (BRANZ Ltd, Designing Quality Learning Spaces, Lighting, 2007)

Los valores de los niveles de iluminación adecuados para cada espacio se pueden observar en la imagen 3.38.

Además en la imagen 3.39 se puede ver un diagrama de relación entre la altura de entrepiso y el ancho del espacio, para determinar la óptima proporción para brindar una adecuada iluminación del espacio.

VALORES VISUALES PARA ESPACIOS EDUCATIVOS

TIPOS DE ESPACIOS	NIVEL DE ILUMINACIÓN RECOMENDAD (LUXES)	ÁREA MÍNIMA DE LA VENTANA EN RELACIÓN CON ÁREA PISO
Aulas Multigrado	**400 - 500**	**1/3**
Aulas del nivel primario	**200 - 400**	**1/3**
Aulas nivel medio	**250 - 500**	**1/3**
Tecnologías de información y comunicación (TIC)	**400 - 500**	**1/3**
Aulas de proyección	**200 - 400** dimmer	**N/A**
Circulación peatonal y patios	**150**	**N/A**
Circulación vehicular	**150**	**N/A**
Laboratorio de ciencias naturales	**400 - 600**	**1/3**
Expresión Artística (música, danza y teatro)	**400 - 600**	**1/5**
Dibujo Técnico y Artes Plásticas	**400 - 800**	**1/3**
Taller de Productividad y Desarrollo	**500 - 600**	**1/3**
Salón Multiusos	**300**	**1/3**
Oficinas de apoyo	**300**	**1/4**
Bibliotecas	**300 - 400**	**1/3**

Imagen 3.38, Niveles de iluminación para los espacios educativos. Elaboración Propia basado en Manual de criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos oficiales, (Ministerio de Educación Guatemala, 2016)

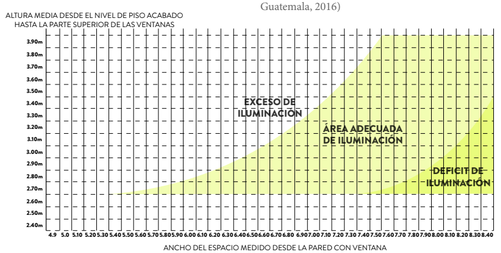


Imagen 3.39, Abaco para determinar altura de entrepiso y ancho de espacios educativos. Normas y recomendaciones para el diseño de edificaciones educativas, Ministerio del Poder Popular para la Educación, 2006

Arquitectura y Clima

El ser humano para sobrevivir necesita de refugio, tenemos las mismas dificultades que la fauna, sin embargo, no somos capaces de sobrevivir a características extremas del clima debido a que nuestra flexibilidad y capacidad física es débil comparada a los animales como menciona Víctor Oglyay en Arquitectura y Clima, "*el clima es capaz de producir efectos de cambios en el temperamento y fisiología humana*", pero la arquitectura puede permitirnos sobrevivir a las inclemencias extremas del entorno.

Asimismo, cabe destacar que en la arquitectura juegan un papel muy importante la estética y la psicología humana. Pero, no son las únicas variables ya que interpretar el clima es un factor justificable solamente si nos encontramos en un entorno que influye directamente o que podría modificar la expresión arquitectónica.

El crear arquitectura no depende únicamente de lo que el diseñador guste, sino que son un conjunto de factores los que determinan cómo se va a desarrollar la arquitectura. Según Jean Dollfus, citado en (Olgyay, 1998, pág. 6) reafirma que "*el principal objetivo de los constructores ha sido siempre la búsqueda de las condiciones óptimas de confort térmico. ... La tipología constructiva se encuentra definida más por zonas climáticas que por fronteras territoriales.*"

Por lo tanto, no podemos imponer una edificación, un espacio o la arquitectura misma, por encima de las necesidades, características y funcionamiento del ser humano. Y no menos importante del entorno natural, de las regiones climáticas con sus diferentes características. "*El proceso lógico sería trabajar con las fuerzas de la naturaleza y no en contra de ellas, aprovechando sus potencialidades para crear condiciones de vida adecuadas*" (Olgyay, 1998, pág. 10)

Según Oglyay existen cuatro pasos para un proceso constructivo sea climáticamente equilibrado (imagen 3.40):

1.Análisis de los elementos climáticos del lugar escogido, de manera anual

- -Temperatura
- -Humedad relativa
- -Radiación solar
- -Efectos de viento

2.Evaluar las incidencias del clima en términos fisiológicos, sensaciones humanas, las cuales fueron mencionadas en el capítulo de confort.

3.Analizar la solución tecnológica para cada problema de confort climático, simulaciones computarizadas que ayuden a analizar las variables climáticas.

- -Análisis de sombras
- -Dirección del viento
- -Presión del viento sobre fachadas
- -Masa térmica
- -Fachadas con incidencia solar
- -Análisis de humedad de la región

4.Por último, expresión arquitectónica, la cual dependerá de las estrategias pasivas extraídas según los tres pasos anteriores.

Además de lo mencionado anteriormente, debemos rescatar el entorno principal de esta investigación, la importancia de tomar en cuesta este tipo de características para el diseño en Costa Rica. El cual, es un país ubicado entre el Mar Caribe y el océano Pacífico, con longitudes 82.30° y 86°, latitud 8° y 11° Norte.

Esto si lo observamos en el mapa de la imagen 3.41 se ubica al país dentro de la franja tropical. Característica que determina una riqueza natural, con distintas zonas de vida y regiones climáticas. Sin embargo, estos datos se han dejado de lado en muchas edificaciones como lo menciona Jerry Germer:

"*Ha habido una tendencia prevaleciente a ignorar las diferencias climáticas que existen entre la Meseta Central y las regiones costeras para el diseño de edificios. Se observa el mismo diseño en todo el país, tal como lo señala V. Biesanz et al., respecto al diseño de escuelas: ... en todos los lugares las escuelas se construyen según el mismo plan diseñado para el clima de tierras altas. Las escuelas de tierras bajas tienen techos de zinc que transmiten calor y poca ventilación (48:122)*" (Germer, 1986, pág. 4)

No es un caso visto únicamente en esta investigación, como se menciona en el párrafo anterior, los espacios educativos se ven influenciados por la mala planificación del diseño de prototipos para todas las regiones del país por igual. Debido a esto, se plantea la utilización de las variables mencionadas por los expertos en clima y arquitectura para enlazarlo con espacios educativos.

Por último, cabe destacar lo siguiente, "*El espacio físico es valorado como indispensable en la creación de un clima favorable para aprender. Si bien la relación pedagógica es la invitada estelar, los factores ambientales no son de segundo orden.*" (Ana Luiza Machado, Directora de UNESCO , 2005, pág. 9)

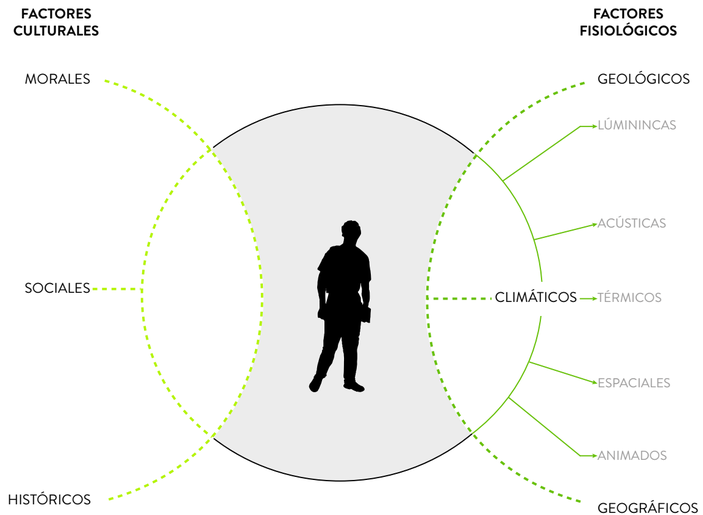


Imagen 3.40, Factores que interfieren el confort humano. Tomado del libro Arquitectura y Clima. Diagramación Propia

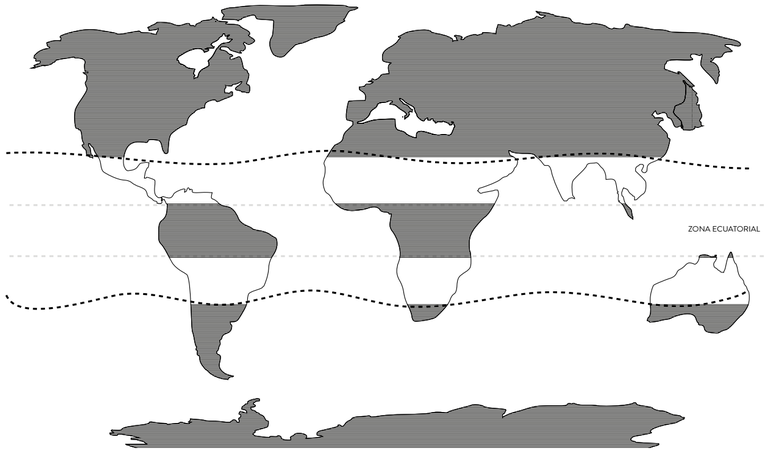


Imagen 3.41, Franja tropical, ubicación de Costa Rica. Mapa tomado de clip art (http://www.clker.com/clipart-mapa-mundi.html) . Elaboración propia

Imagen 3.42, Fuente ConceptoColectivo
Imagen 3.43, Fuente: clima.com

Basado en el diagrama 3.44, los factores son quienes modifican la infraestructura educativa por medio de estrategias pasivas, por esta razón, se van a analizar cada uno de ellos con el fin de conocer y poder utilizarlos en los modelos educativos sostenibles propuestos.

1. Ventilación Natural

Es la forma de captar ventilación natural del exterior hacia el interior del edificio por medio de presiones que se generan en aperturas. No se utilizan elementos mecánicos que consuman energía. En lo que respecta a espacios escolares, la ventilación es una medida higiénica, necesaria para evitar y prevenir enfermedades, brindar bienestar y también para ofrecer espacios de enseñanza óptimos, ya que la calidad del aire influye en los procesos de aprendizaje.

"La calidad del aire interior de un edificio está determinada por una serie de parámetros, entre los que se incluyen: la calidad del aire exterior, el tipo y volumen de fuentes contaminantes presentes en el edificio, el diseño del sistema de ventilación y de sus condiciones de operación y manutención, la permeabilidad al aire de la construcción, y de manera muy importante, la capacidad del ambiente natural para ventilar y eventualmente refrigerar" (Agencia Chilena de Eficiencia Energética, 2011, pág. 53)

¿Porque es importante la calidad del aire en el aprendizaje?

Según estudios realizados en EE.UU. aunque aún no se ha logrado establecer la relevancia del caso, se ha demostrado que la calidad del

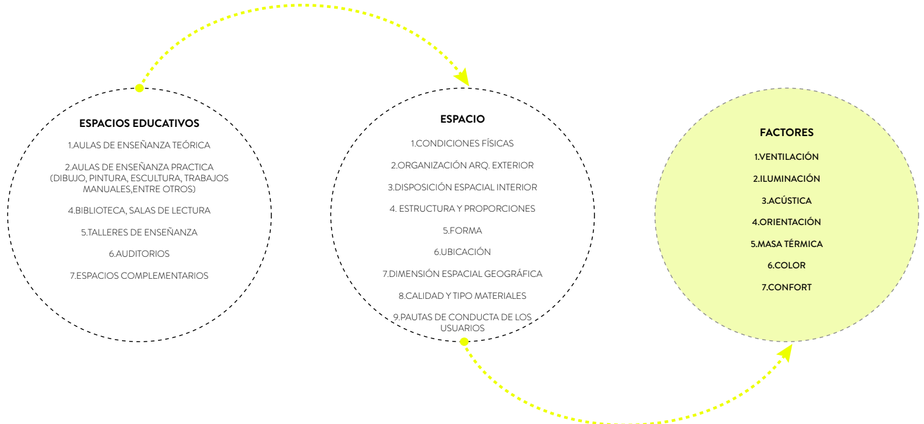


Imagen 3.44, Relación de espacios educativos y los factores que interfieren en el mismo . Elaboración propia

aire interior afecta el rendimiento de alumnos y profesores. Asimismo, como bien se sabe, el dióxido de carbono (CO_2), no es adecuado respirarlo ya que es un contaminante que se encuentra en el ambiente, este se determina con la unidad de medida de partículas por millón (ppm).

El ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers), en sus recomendaciones para espacios educativos, establece un valor máximo de 1000ppm.

¿No obstante, si se hiciera un estudio de la cantidad de CO_2 presente en los espacios educativos públicos de Costa Rica, cumpliríamos con las recomendaciones del ASHRAE? Se considera que altas concentraciones del mismo elemento químico generan estrés y disminución en el rendimiento escolar, además de producir los siguientes síntomas:

1.Dolor de cabeza
2.Mareos
3.Somnolencia
4.Problemas respiratorios

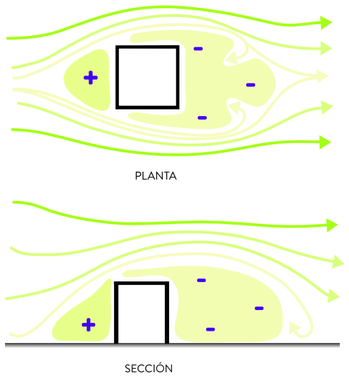


Imagen 3.45, Campos de presión y comportamiento del aire alrededor. Basado en: Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico. Diagramación propia.

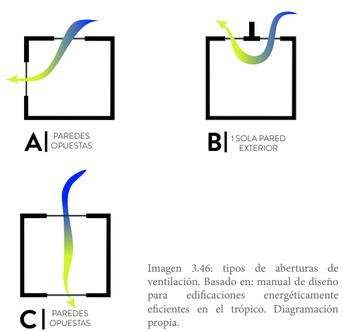


Imagen 3.46: tipos de aberturas de ventilación. Basado en: manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico. Diagramación propia.

Existen formas de introducir la ventilación al proyecto, de manera general se encuentran:

1.Siempre debe existir diferencia de presiones para poder renovar el aire caliente por aire fresco.

2.Existen dos zonas de presión, la zona de presión de aire positivo (+) denominada barlovento de donde se dirige el viento hacia la zona de presión de sotavento (-) por medio de la ventilación cruzada. (ver imagen 3.45)

3.Colocar el proyecto en dirección barlovento para aprovechar la ventilación o redirigirla al proyecto

4.El paisajismo también es un colaborador para redirigir el aire.

5.Por medio de aperturas con el tamaño y tipo de ventanería adecuado que permita la circulación de aire.

6.Permeabilidad de fachadas y cerramientos, como la utilización de diferentes tipos de aberturas, rejillas, jordomex y ventanas.

Estrategias de diseño para ventilación

1. Presión por efecto del viento

Se lleva a cabo cuando el viento sopla sobre una fachada del edificio, esta ventilación al ser desequilibrada por el choque contra la fachada se va a desviar por encima y alrededores del mismo edificio, generando dos perspectivas de la ventilación, la que choca y se enfrenta al edificio, y la otra que genera succión o presión negativa en las fachadas opuestas "*El efecto del viento se considera mediante el coeficiente de presión Cp y el coeficiente de entorno -altura Ce. Ambos ponderas la fuerza de la incidencia del viento sobre una fachada*" (Agencia Chilena de Eficiencia Energética, 2011, pág. 61)

El Cp, se obtiene en esta investigación por medio de simulaciones realizadas a los modelos educativos propuestos. Sin embargo, se debe considerar que el valor de Cp va a depender de la geometría del edificio, de la velocidad y dirección del viento. Asimismo, el Ce, dependerá mucho de la topografía, su rugosidad y edificios cercanos.

La renovación de aire se puede dar de tres formas, por tiro térmico (velocidad del viento cero), por presiones de viento o por ambos efectos combinados. De igual forma, se puede dar por ventilación mecánica o por ventilación híbrida que mezcla la ventilación natural con la mecánica.

2. Ventilación por enfriamiento lateral (una abertura)

Funciona cuando existe solo una abertura de ventilación, no importa tanto el ancho de la ventana sino la altura de la misma ya que la ventilación entra por la parte "inferior" de la abertura y sale por la parte superior de la misma. El área de la abertura de la ventana depende de la ubicación y de la orientación con respecto a la dirección del viento. (ver imagen 3.46)

3. Ventilación por enfriamiento lateral de dos aberturas inferior-superior

La abertura de ventilación se fragmenta en dos una solo de entrada y otra solo de salida, separadas de altura con el fin de favorecer la renovación del aire tomando en cuenta que sea por tiro térmico. Una de las aperturas puede estar realizada por medio de rejillas a nivel inferior o superior y la otra apertura debe contar con un sistema que el usuario pueda controlar la ventilación. (ver imagen 3.47)

4. Ventilación con enfriamiento transversal

La ventilación cruzada es una de las más utilizadas porque esta permite una continua renovación del aire debido a la fluidez que tendría dentro del espacio.
"*al considerar la estrategia de la ventilación cruzada...,se debe tener especial cuidado para no permitir la transmisión de ruidos. El uso de rejillas con capacidad para atenuar ruidos es necesario.*" (Agencia Chilena de Eficiencia Energética, 2011, pág. 70)

5. Ventilación por el techo

Permite que el aire se esté renovando continuamente, con el fin de no almacenar aire caliente y esto afecte el espacio interno.

6. Ventilación híbrida

Es cuando se mezcla la ventilación natural junto con la ventilación mecánica. Se utiliza cuando la ventilación natural es muy baja y no funciona por tiro térmico.

Tipos de aperturas

1. Rejillas

Las rejillas es conveniente utilizarlas en la parte inferior, debe de tomarse en cuenta la posibilidad de que estas se cierren, que puedan ser herméticas por sus propiedades acústicas, poseen deflectores para regular la dispersión y redirigir la ventilación a dentro del espacio. Se debe tomar en cuenta que según el documento (Agencia Chilena de Eficiencia Energética, 2011) las reglas generales de literatura internacional, donde se recomienda a la hora del diseño

-Las aulas que poseen aperturas solo en una fachada, estas aperturas no deben ser mayor a 2,5 veces la altura del aula, con área de apertura de aproximadamente 5% del área de piso.

-Aulas con ventilación cruzada, la profundidad de la apertura no debe superar 5 veces la altura con un área de apertura de 2% el área de piso.

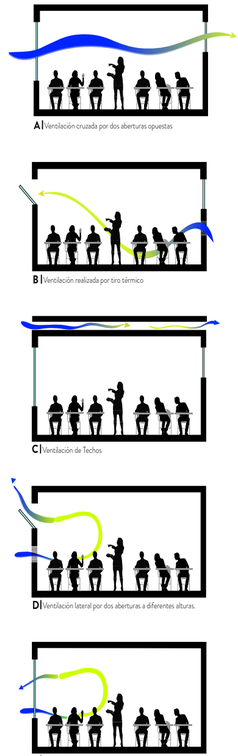


Imagen3.47: Tipos de aperturas de ventilación. Basado en: Guía de eficiencia energética para establecimientos educacionales (GEEEduc). Diagramación propia.

TIPO	FLUJO DE AIRE	REGULAR VENTILACIÓN	PROTECCIÓN CLIMA	VENTILACIÓN NOCTURNA	EFICIENCIA %	CARACTERÍSTICAS
BATIENTE	+	•••	•••	×	90%	No se recomienda su uso en espacios educativos debido a que en protección climática es escasa, también debido a su apertura podría ser un peligro para los usuarios y su protección. En captación de ventilación es muy útil.
GUILLOTINA	✓	+	•••	•••	60%	La ventanería de guillotina es de las mas recomendadas debido a que estas no obstruyen persinas o cortinas al interior, ni paso por el exterior ni el uso de parasoles. Asimismo, permite una apertura mayor para la obtención de aire.
ABATIBLE/ EJE SUPERIOR	•••	+	+	✓	45%	La ventaja de este tipo, es que al ser una porción pequeña lo que se abre permite el paso de la ventilación pero, también ayuda a controlar el ruido hacia el interior del aula.
CORREDIZA	✓	•••	•••	•••	45%-60%	La ventana corrediza es muy útil cuando se quiere utilizar protectores solares internos, ya que no interrumpe el flujo de aire.
PIVOTE CENTRAL	✓	•••	+	+	75%	Este tipo de ventanería no se recomienda cuando se requiere utilizar cortinas o persianas ya que obstruye. Asimismo, debido a su posición puede generar encandilamiento y refleja el ruido al interior del espacio.
DOBLE BATIENTE	+	•••	•••	×	90%	Sucede lo mismo que una batiente, no se recomienda su uso en espacios educativos como ventanería debido a que en protección climática es escasa, también debido a su apertura podría ser un peligro para los usuarios y su protección. En captación de ventilación es muy útil.
CELOCÍA	•••	✓	+	✓	75%	Esta tipología de ventanería es muy útil ya que se puede regular la cantidad de ventilación que ingresa al espacio, además de que no obstruye persinas ni cortinas.

EXCELENTE BUENO REGULAR DEFICIENTE

Imagen 3.48: Tipos de aperturas de ventilación. Basado en: Guía de Eficiencia Energética para Establecimientos Educacionales (GEEEduc) y Guía Bioclimática de Estrategias Pasivas (UCR). Diagramación propia.

2. Ventanas

Para garantizar la ventilación natural se requiere el uso de ventanas. Estas poseen propiedades térmicas, acústicas y de protección contra la intemperie. La forma en la que ventilan depende mucho del tipo de apertura, hermeticidad y diseño.

Existen diferentes tipos de ventanas que podrían utilizarse en espacios educativos, estas con características de protección, control de ventilación, flujo del aire a través de la apertura, entre otros. En lo que respecta al control solar, debe tomarse en cuenta que el uso de persianas podría afectar la cantidad de viento que atraviesa la ventana.

2. Iluminación Natural

"*Lo que percibimos como luz es el espectro visible de la radiación electromagnética proveniente del sol, comprendido entre 380 a 780nm. Esta luz se recibe de manera directa en las fachadas orientada en el eje este-oeste, y de manera difusa, debido a múltiples reflexiones de la luz en la bóveda celeste en las otras orientaciones.*" (Sosa Griffin & Siem, 2004, pág. 19)

Propiedades fundamentales de la luz:

-Transmisión: Cuando un cuerpo es transparente o translúcido estos permiten el paso de la luz incidente, al contrario de los cuerpos denominados opacos, estos por la característica de los materiales bloquean el paso de luz.

-Reflexión: es un comportamiento de la luz al ser reflejada por una superficie (ver diagrama en imagen 3.49).

A..Especular: es cuando los rayos de luz, no cambian su trayectoria para ser reflejados por una superficie.
B. Dispersa
C. Semidifusa
D.Difusa: cuando un rayo de luz atraviesa un material translúcido, transmite gran parte de la luz, sin embargo, al poseer esta característica de translucidez la trayectoria recta que traía el rayo choca y se dispersa en todas direcciones.

Estrategias de diseño para iluminación

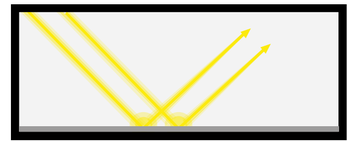
1.La orientación debe ser norte-sur para evitar ángulos de incidencia bajos que puedan calentar el espacio y generar encandilamiento.

2.Es necesario utilizar elementos de sombreado cuando la incidencia sea muy fuerte o incidente, como aleros, voladizos, o árboles.

3.La transmitancia de vidrios no menor al 30% en climas con cielo claro y no menor a 50% en climas nublados.

4.Pintar las superficies interiores color blanco para reducir el contraste entre el brillo de la ventana y muros adyacentes.

5.Se debe tomar en cuenta el color de las superficies exteriores donde se encuentran las ventanas laterales, ya que etas podrían crear deslumbramiento en el interior al estar iluminadas directamente por el sol.



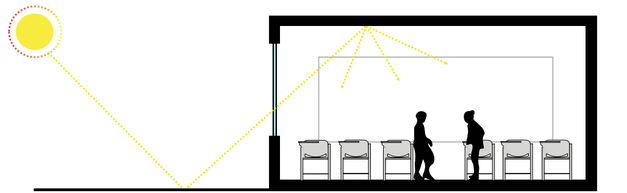
A | Especular

B | Dispersa

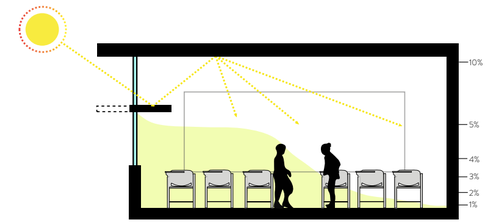
C | Semidifusa

D | Difusa

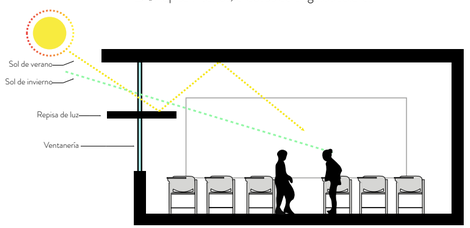
Imagen 3.49: Tipos de reflexión de la luz, respecto a material y color de superficie. Basado en: Guía de Eficiencia Energética para Establecimientos Educacionales (GEEEduc). Diagramación propia



A | Influencia de la reflexión de superficies exteriores.



B | Repisa interior, efectos de ángulos solares.



C | Repisa interior-exterior, efectos de ángulos solares.

Imagen 3.50: Tipos de reflexión de la luz exterior al interior. Basado en: Guía de Eficiencia Energética para Establecimientos Educacionales (GEEEduc). Diagramación propia

Estrategias de captación de luz natural

1.Ventana lateral superior

Por medio de estas ventanas se logra distribuir más uniformemente la iluminación dentro del espacio. La altura mínima es a unos 2m con el fin de que alcance cubrir la superficie del aula. La altura mínima del suelo es de 2.7m.

Asimismo, esta ventana lateral puede trabajar complementariamente con ventanas laterales bajas que permitan a su vez iluminar como ventilar el espacio. (ver imagen 3.50)

2.Repisas de Luz

Se utilizan con el fin de reflejar la luz por medio de una superficie al interior del aula de un modo más indirecto. Se utiliza un panel horizontal debajo de la ventana donde la luz choca en él y refleja. La curva que se refleja es de 2.5 veces la altura de piso a altura máxima de ventana.

La materialidad de las repisas puede ser de madera, paneles metálicos, fibra de vidrio, hormigón, entre otros. Sin embargo, debe tomarse en cuenta la reflectancia del material. (ver imagen 3.51)

3.Luz Cenital

Otra opción de introducir luz natural al espacio, esta brinda luz libre de brillo dentro del aula y genera amplitud. De igual forma se utilizan ventanas laterales, para tener vista al exterior y para balancear los niveles de iluminación natural del aula. (Ver imagen 3.52)

La luz cenital es importante introducirla de dirección este-oeste. Es conveniente que el espacio por donde se introduce la iluminación cenital tenga un color claro menor al 0,7 de reflectancia.

Introducir luz cenital central

Esto con el fin de introducir la iluminación de manera central para cubrir el área de difusión de la luz. En el caso de los vidrios para este tipo de iluminación, se recomienda el uso de vidrios con un coeficiente de transmisión mayor al 60% para incrementar la luz de día.

Los muros del lucernario, son altos y delgados, por lo tanto, se recomienda inclinarlos entre 45° a 60° para introducir y redireccionar la luz al interior. Cuando no se inclinan los muros, se recomienda utilizar difusores de luz para evitar penetración solar directa.

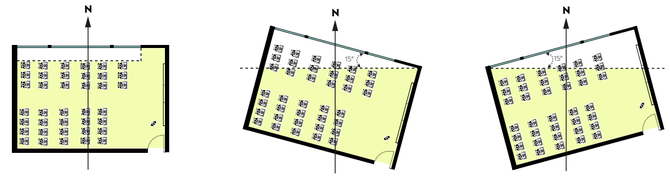


Imagen 3.51: Repisa de luz y ángulo máximo con referencia al norte. Fuente: guía de eficiencia energética para establecimientos educacionales. Diagramación propia

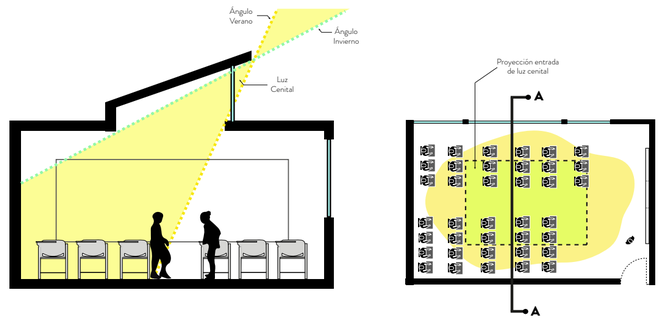


Imagen 3.52: Distribución de la luz cenital tipo diente de sierra en un aula. Fuente: guía de eficiencia energética para establecimientos educacionales. Diagramación propia

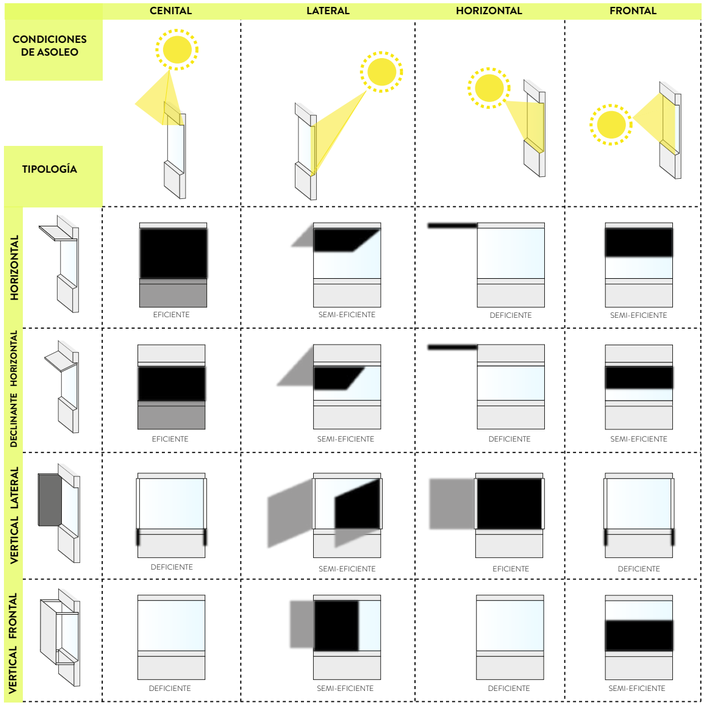


Imagen 3.53: Protectores solares y su eficiencia según posición de sol. Fuente: Guía de Eficiencia Energética para Establecimientos Educacionales (GEEEduc). Diagramación propia

4.Parasoles

Son aquellos elementos que se utilizan como doble fachada, con el fin de proteger a la fachada de la incidencia solar (ver imagen 3.53). Existen distintos tipos de parasoles, los externos fijos, los externos móviles y los internos móviles. Asimismo, dependiendo del tipo de protector solar que se utilice este tendrá distintas posibilidades de materiales y de posición, entre ellos:

Posición

1.Vertical
2.Horizontal
3.Rejilla (horizontal + vertical)
4.Rotado a 45° los verticales.

Materiales

1.Madera
2.Jordomex
3.Angulares
4.Lamina pérforada
5.Hierro galvanizado o aluminio
6.Paredes Vegetal

3. Acústica

Ante el diseño de espacios educativos, es muy importante que aparte de la responsabilidad de diseñar espacios sostenibles, estos también sean diseñados para el cumplimiento adecuado de la función que poseen en este caso el del aprendizaje. La parte auditiva es muy importante, ya que el aprendizaje de los niños podría verse afectado por la pérdida de información emitida por parte de los profesores.

"Es realmente importante que el mensaje emitido sea recepcionado de manera óptima, donde la comprensión de la palabra hablada cobra protagonismo, traduciéndose en el concepto de inteligibilidad, que corresponde al criterio socio-acústico más importante en el diseño de las salas destinada a transmitir la voz hablada (aulas y auditorios)" (Agencia Chilena de Eficiencia Energética, 2011, pág. 101)

Se le denomina control de ruido, a procedimientos o técnicas utilizadas para obtener el nivel sonoro adecuado, sin que impacte negativamente al receptor del mensaje. Entre las causas más comunes del ruido ambiente en aulas se encuentra:

1.El no aislar de manera adecuada el diseño del centro educativo debido a factores externos, industria, congestión vial, zona cercana a aeropuertos, o en el diseño de aulas continuas a zonas comunes.

2.En la parte interna, la utilización de equipos multimedia e instalaciones que afecten el control del ruido.

Estrategias de diseño acústico

Cuando hablamos del aislamiento acústico se debe a que los impactos de objetos sólidos en superficies producen una emisión de sonido llamado "ruido de impacto", ante esto se utiliza como método de aislamiento aumentar el grosor de paredes o losas, o también se utilizan aislantes en medio de paredes o cielos para reducir el impacto.

En lo que respecta al acondicionamiento acústico, se necesita controlar la "reverberación". Por lo tanto, en lo que concierne a las aulas, la distribución de sonido debe ser equitativo, se utilizan reflexiones múltiples y controlar las molestas que ocurren en superficies paralelas y producen un eco fluctuante. (Agencia Chilena de Eficiencia Energética, 2011, pág. 107)

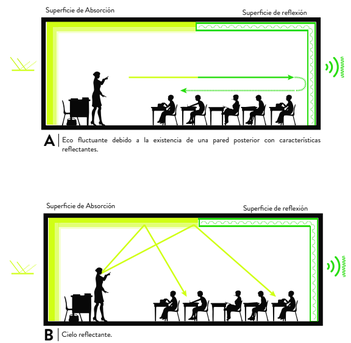


Imagen 3.54: Estrategias acústicas. Basado en: Manual de diseño para Edificaciones Energéticamente Eficientes en el Trópico. Diagramación modificada por autores.

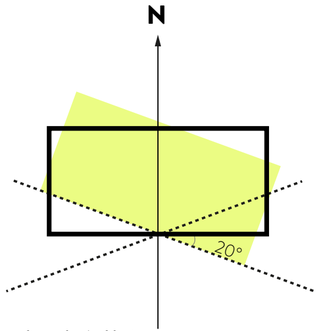


Imagen 3.55: Ángulo de inclinación para reducir radiación del este y oeste. Basado en: Guía de Eficiencia Energética para Establecimientos Educacionales (GEEEduc). Diagramación propia.

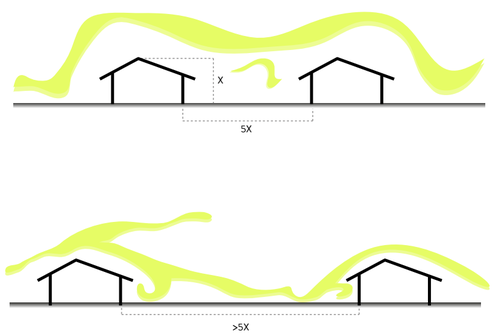


imagen 3.56: Buena ventilación debido a la distancia entre edificaciones. Basado en: Manual de Diseño para Edificaciones Energéticamente Eficientes en el Trópico. Diagramación propia.

Recomendaciones finales de Estrategias Pasivas para espacios Educativos

A modo de resumen se presentan las siguientes recomendaciones sobre estrategias generales que deberían aplicarse siempre en el diseño arquitectónico externo e interno. Con el fin de favorecer una adecuada implantación de la edificación, acorde con las características del entorno y del clima. Las recomendaciones son obtenidas del Manual de Diseño para Edificaciones Energéticamente Eficientes en el Trópico. (Sosa Griffin & Siem, 2004, pág. 21)

Recomendaciones externas

1. Plantas alargadas con fachadas estrechas orientadas dentro de un Angulo de 15°a 20° este-oeste. (Imagen 3.55)

2. Mejorar el microclima por medio de masas de vegetación, uso del paisajismo para sombrear. (Imagen 3.59)

3. Los materiales de color oscuro absorben, conducen y re-irradian calor. Los materiales de color claro absorben, conduce y re-irradian menos calor

4. Volúmenes de diferentes salientes y entrantes generan sombras propias

5. Aprovechamiento de la inercia térmica del suelo. (desventajas: ausencia de luz, alta humedad relativa)

6. Ubicación adecuada según la dirección del viento para el aprovechamiento de la ventilación natural.

7. Separar las edificaciones al menos 5 veces la altura de la edificación ofrece mejores oportunidades de ventilación. (Imagen 3.56)

8. Utilizar masas de vegetación para orientar las corrientes de aire. (Imagen 3.57)

9. La forma y orientación del techo, ayuda a promover la circulación de aire dentro de la edificación.

10. Separar la edificación del suelo por medio de pilotes o columnas para permitir la circulación del aire alrededor, debajo y por dentro de los ambientes.

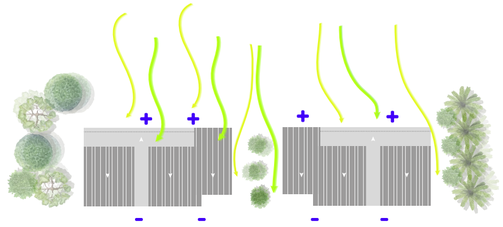


Imagen 3.57: Ventilación de presión negativa y positiva sobre el edificio. Basado en: Manual de Diseño para Edificaciones Energéticamente Eficientes en el Trópico. Diagrama modificado por autores.

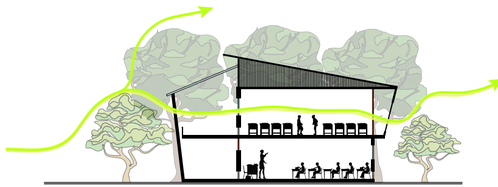


Imagen 3.58: Influencia de la vegetación que beneficia la ventilación del edificio. Fuente: Manual de Diseño para Edificaciones Energéticamente Eficientes en el Trópico. Elaboración propia.

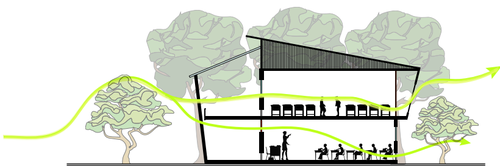


Imagen 3.59: Influencia de la vegetación que beneficia la ventilación del edificio. Fuente: Manual de Diseño para Edificaciones Energéticamente Eficientes en el Trópico. Elaboración propia.

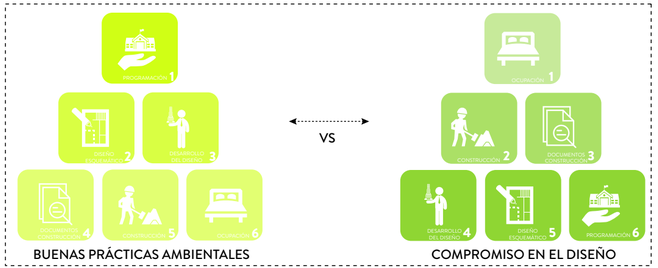


Imagen 3.60: Fases del proceso de diseño fuente: Guía de Eficiencia Energética para Establecimientos Educacionales (GEEEduc). Elaboración propia.

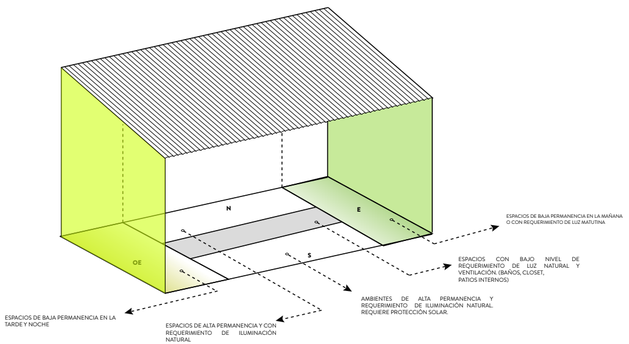


Imagen 3.61: Zonas según temperaturas internas y uso. Fuente: Guía de Eficiencia Energética para Establecimientos Educacionales (GEEEduc). Diagramación propia.

Recomendaciones para ambientes interiores

1. Se debe ubicar los ambientes en función de la actividad y ocupación del programa arquitectónico. (imagen 3.60)

2. Existen 3 tipos de ventilación natural, con el fin de facilitar la ventilación natural en el interior del proyecto.

3. Se recomienda ubicar los espacios que producen calor, humedad y olores a sotavento para que los demás espacios no se vean perjudicados por olores. (imagen 3.61)

4. Se debe orientar las fachadas con aperturas de ventilación rotadas a 45° en relación a la dirección del viento, esto genera que haya turbulencia y mejoramiento del 20% del flujo del aire.

5. Cuando la ventilación es cruzada, la ventana de entrada de aire debe ser ligeramente más pequeña que la de salida. Se considera proporción correcta 1: 1.25.

6. Las aberturas lo ideal es que formen una diagonal, cuando las paredes son adyacentes, sin embargo, se recomienda que estas aberturas cuenten con una separación máxima entre ellas.

7. Ubicar las aberturas a una altura que brinde confort a los usuarios. Las aberturas en niveles bajos funcionan mejor en dormitorios y aulas.

8. La utilización de parasoles también ayuda a mejorar la ventilación, ya que se puede redireccionar el flujo del aire. (Ver imágenes 3.62-3.63).

9. Se recomienda integrar ambientes, sin necesidad de tantas divisiones para dejar fluir la ventilación aprovechar mejor la luz natural. En oficinas las plantas abiertas funcionan bien ya que se utiliza mobiliario o tabique de media altura.

10. El interior debe contar con la posibilidad de tener cerramientos permeables, con el fin de permitir la circulación libre del aire.

11.Se debe considerar la altura del edificio, y la apertura de las ventanas para determinar si será suficiente con luz natural o se requerirá luz artificial para cubrir toda el área de la planta del edificio. La profundidad deberá responder a 2,5 veces la altura de la pared que contiene aberturas.

12.Los colores en los acabados internos pueden beneficiar a la hora de reflejar la luz y su distribución en el espacio
- colores claros brillantes: reflejan mejor la luz, pero pueden generar deslumbramiento
- colores claros mates: reflejan y difunden la luz, controlando mejor el ambiente y más armónico
- colores oscuros: no reflejan la luz y requiere el uso de luz artificial

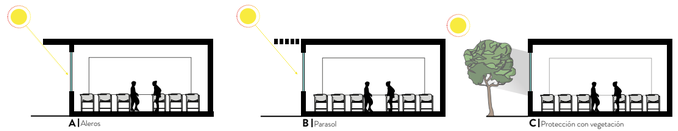


imagen 3.62: Elementos de sombreado/ protección solar. Basado en: Guía de Eficiencia Energética para Establecimientos Educacionales (GEEEduc). Diagramación propia.

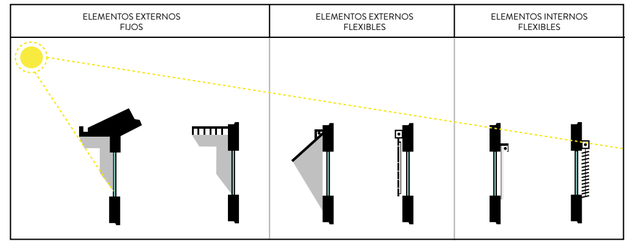


imagen 3.63: Elementos de control solar. Basado en: Guía de Eficiencia Energética para Establecimientos Educacionales (GEEEduc). Diagramación propia.

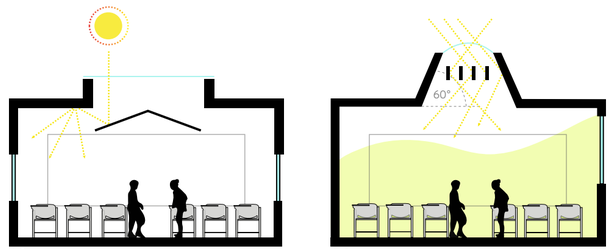


imagen 3.64: Control solar. Basado en: Guía de Eficiencia Energética para Establecimientos Educacionales (GEEEduc). Diagramación propia.

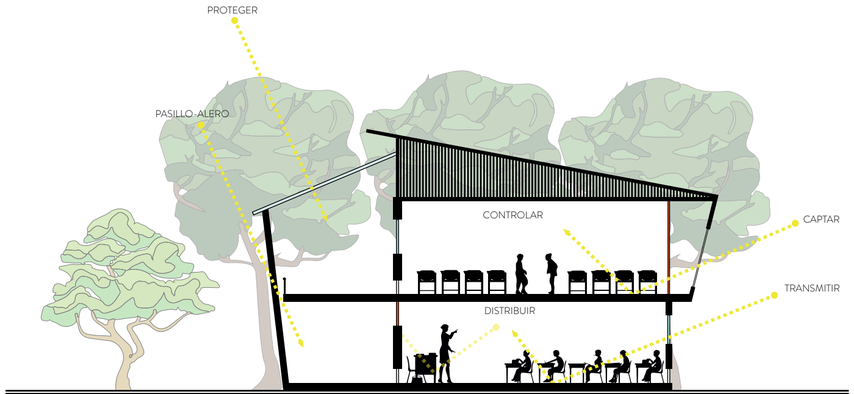
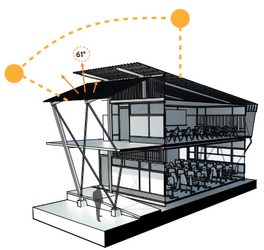
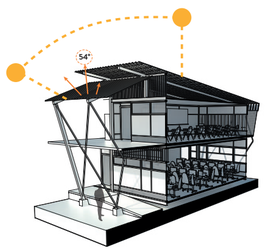


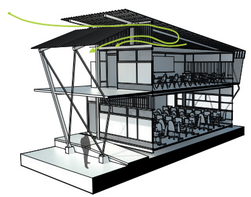
Imagen 3.65: Estrategias Pasivas de Iluminación. Fuente: Guía de Eficiencia Energética para Establecimientos Educacionales (GEEEduc). Diagramación propia.



A | Calor absorbido por el color y material de cubierta temperatura superficial 61°



B | Calor reflejado por color y material de cubierta, temperatura superficial 54°



C | Techo con cámara de aire ventilada.

Imagen 3.66: Variables que benefician o perjudican el funcionamiento de la edificación por medio de la cubierta. Fuente: Guía de Eficiencia Energética para Establecimientos Educacionales (GEEEduc). Elaboración propia.

Recomendaciones de techos

1.Debido a la ubicación en el trópico se deben evitar los techos horizontales, ya que al estar próximos a la línea ecuatorial, las superficies horizontales reciben la máxima intensidad solar. Los techos horizontales reciben 50% más de calor que los inclinados. (imagen 3.67)

2.Utilizar techos inclinados al norte o sur, esto beneficiará debido a que la mayor parte del año hacia el norte el sol incidirá en un ángulo menor. Se recomienda pendiente no mayor al 30° y el ángulo de inclinación con respecto al este-oeste de la edificación no mayor a 20°

3.Los techos, aleros, pérgolas ayudan a minimizar la incidencia de calor a las superficies verticales y así evitar ganancias solares. (Ver imagen 3.62).

4.Utilizar materiales y colores reflectantes para evitar absorber el calor dentro de la superficie. Los colores claros reflejan el calor, los colores oscuros lo absorben. (Ver imagen 3.66).

5.En el caso de aulas, se recomienda utilizar materiales con inercia térmica media o fuerte, para acumular todo el calor de día y que por la noche cuando este desocupado el calor se evacue por Re irradiación.

6.Utilizar aislantes de calor en techos, se recomienda de 2 a 3cm de grosor del aislante.

7.Las cámaras de aire en techos ayudan a minimizar la ganancia de calor interno.

8.El uso de vegetación en las cubiertas, funciona bastante bien en el trópico ya que absorbe la radiación solar, la aísla térmicamente y sombrea cerramientos de la envolvente.

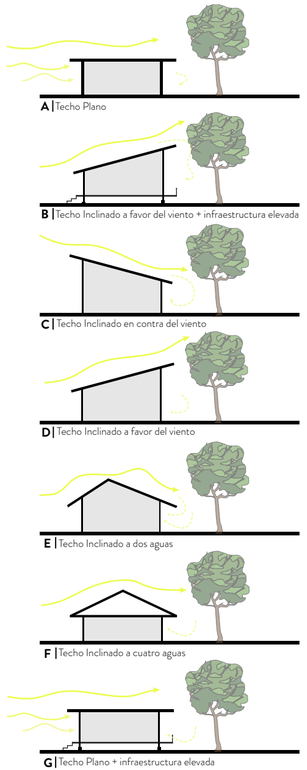


Imagen3.67: Tipos de cubierta y su función respecto a la ventilación. Fuente: Manual de Diseño para Edificaciones Energéticamente Eficientes en el Trópico. Diagramación propia.

Imagen 3.68: Escuela sustentable Jaringuebert, Uruguay. Fuente: Plataforma de Arquitectura

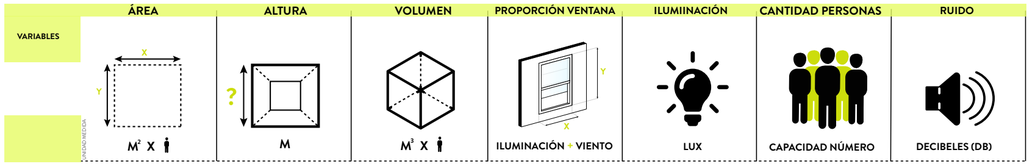


Imagen 3.69: Variables de los espacios educativos. Basado en: Guía Bioclimática de Estrategias Pasivas (UCR). Diagramación modificada por autores

Compilación: características de las aulas

Apartir de toda la información mencionada anteriormente, se presentan dos tablas a modo de resumen de las características principales que debe poseer un ambiente educativo. La información se presenta de la siguiente manera:

1. Tipos de espacios de aprendizaje, ya sean aulas más teóricas, prácticas, biblioteca, auditorios, y espacios complementarios.
2. Las variables, son las encargadas de que si cumplimos con estas, el espacio va a contar con las características óptimas para el mejor desempeño de las actividades dentro del mismo. Entre las características que se implementaron se encuentran: (ver imagen 3.69)

1.Área por persona
2. Altura
3. Volumen por persona
4. Proporción ventanería
5. Iluminación
6. Cantidad de personas
7. Ruido

VARIABLES	ÁREA	ALTURA	VOLUMEN	PROPORCIÓN VENTANA	ILUMIINACIÓN	PERSONAS	RUIDO
ESPACIO APRENDIZAJE / UNIDAD MEDIDA	M^2 X	M	M^3 X	ILUMINACIÓN + VIENTO	LUX	CAPACIDAD NÚMERO	DECIBELES (DB)
AULA TEÓRICA	MÍNIMO 1.3 M^2 NORMAL 1.5 M^2 MÁXIMO 1.8 M^2	2.8 - 3 METROS IGUAL O SUPERIOR/ FACILITAR VENTILACIÓN	4.4 - 4.86 METROS ^{3} NO MENOS QUE 3M	ILUMINACIÓN 1/3 - 1/5 ÁREA PISO VENTILACIÓN 1/5 ÁREA PISO	MÍNIMO 300 NORMAL 500 MÁXIMO 750	30 - 35 ESTUDIANTES	35 - 45 DB TIEMPO DE REVERBERACIÓN 0.6seg
AULA PRÁCTICA	MÍNIMO 1.3 M^2 NORMAL 1.5 M^2 MÁXIMO 2.0 M^2	2.8 - 3 METROS IGUAL O SUPERIOR/ FACILITAR VENTILACIÓN	4 - 6 METROS NO MENOS QUE 3M	ILUMINACIÓN 1/3 - 1/5 ÁREA PISO VENTILACIÓN 1/5 ÁREA PISO	MÍNIMO 300 NORMAL 500 MÁXIMO 750	30 - 35 ESTUDIANTES	50 - 60 DB TIEMPO DE REVERBERACIÓN 0.8seg
TALLERES	MÍNIMO 3.5 M^2 NORMAL 4.0 M^2 MÁXIMO 4.5 M^2	3.0 - 3.5 METROS IGUAL O SUPERIOR/ FACILITAR VENTILACIÓN	3.6 - 5.9 METROS NO MENOS QUE 3M	ILUMINACIÓN 1/3 - 1/5 ÁREA PISO VENTILACIÓN 1/5 ÁREA PISO	MÍNIMO 300 NORMAL 500 MÁXIMO 750	20 - 30 ESTUDIANTES	40 - 45 DB TIEMPO DE REVERBERACIÓN 0.8 - 1.2seg
LABORATORIOS	MÍNIMO 4.0 M^2 NORMAL 5.0 M^2 MÁXIMO 6.0 M^2	3.0 - 3.5 METROS IGUAL O SUPERIOR/ FACILITAR VENTILACIÓN	4.6 - 5.9 METROS NO MENOS QUE 3M	ILUMINACIÓN 1/3 - 1/5 ÁREA PISO VENTILACIÓN 1/5 ÁREA PISO	MÍNIMO 300 NORMAL 500 MÁXIMO 750	30 - 40 ESTUDIANTES	50 - 60 DB TIEMPO DE REVERBERACIÓN 0.8seg

Imagen 3.70.1: características de distintos espacios educativos. Basado en: Guía Bioclimática de Estrategias Pasivas (UCR). Diagramación modificada por autores

VARIABLES	ÁREA	ALTURA	VOLUMEN	PROPORCIÓN VENTANA	ILUMIINACIÓN	CANTIDAD PERSONAS	RUIDO
ESPACIO APRENDIZAJE / UNIDAD MEDIDA	M^2 X	M	M^3 X	ILUMINACIÓN + VIENTO	LUX	CAPACIDAD NÚMERO	DECIBELES (DB)
AUDITORIO	MÍNIMO 1.0 M^2 NORMAL 1.5 M^2 MÁXIMO 1.8 M^2	3.5 - 4.0 METROS IGUAL O SUPERIOR/ FACILITAR VENTILACIÓN	3 - 5 METROS ^{3} NO MENOS QUE 3M	ILUMINACIÓN 1/3 - 1/5 ÁREA PISO VENTILACIÓN 1/5 ÁREA PISO	MÍNIMO 300 NORMAL 500 MÁXIMO 750	30 - 35 ESTUDIANTES	35 - 45 DB TIEMPO DE REVERBERACIÓN 0.6seg
BIBLIOTECA	MÍNIMO 2.5 M^2 NORMAL 3.5 M^2 MÁXIMO 4.5 M^2	2.8 - 3 METROS IGUAL O SUPERIOR/ FACILITAR VENTILACIÓN	4.5 - 6.47 METROS ^{3} NO MENOS QUE 3M	ILUMINACIÓN 1/3 - 1/5 ÁREA PISO VENTILACIÓN 1/4 ÁREA PISO	MÍNIMO 200 NORMAL 350 MÁXIMO 500	30 - 40 ESTUDIANTES	35 - 40 DB TIEMPO DE REVERBERACIÓN 0.8seg
COMPLEMENTARIOS	MÍNIMO 1.0 M^2 NORMAL 1.1 M^2 MÁXIMO 1.25 M^2	2.8 - 3 METROS IGUAL O SUPERIOR/ FACILITAR VENTILACIÓN	4.4 - 4.86 METROS ^{3} NO MENOS QUE 3M	ILUMINACIÓN 1/4 ÁREA PISO VENTILACIÓN 1/5 ÁREA PISO	MÍNIMO 150 NORMAL 200 MÁXIMO 400	30 - 35 ESTUDIANTES	40 - 50 DB TIEMPO DE REVERBERACIÓN 1.0seg
OFICINAS	MÍNIMO 1.5 M^2 NORMAL 2.0 M^2 MÁXIMO 2.5 M^2	2.5 - 3 METROS IGUAL O SUPERIOR/ FACILITAR VENTILACIÓN	4.6 - 5.9 METROS ^{3} NO MENOS QUE 3M	ILUMINACIÓN 1/3 - 1/5 ÁREA PISO VENTILACIÓN 1/5 ÁREA PISO	MÍNIMO 200 NORMAL 300 MÁXIMO 500	3 - 5 ADMINISTRATIVOS	50 - 60 DB TIEMPO DE REVERBERACIÓN 0.8seg

Imagen 3.70.2: características de distintos espacios educativos. Basado en: Guía Bioclimática de Estrategias Pasivas (UCR). Diagramación modificada por autores

Imagen 3.71: estrategia utilizada de invernadero en la escuela Jaurigueberry.
Fuente: Plataforma de Arquitectura

Buenas Prácticas Ambientales

En la actualidad, debemos considerar el ambiente y todo el beneficio que podríamos aportarle con el fin de reducir su deterioro, mejorar la calidad del ambiente de aprendizaje en este caso y de impulsar a la población al uso racional de los recursos. El uso de buenas prácticas ambientales en esta investigación, tiene también la finalidad de generar educación ambiental para arquitectos, administrativos, estudiantes, entre otros.

Se considera la arquitectura como una pieza fundamental de iniciar un proyecto que sea integral para dar una respuesta apta al entorno, debido a esto se debe tomar en consideración tres términos según el Manual de Buenas Prácticas Ambientales, EMPAI (Perera Morales & Márquez Rodríguez , 2015):
-Arquitectura Bioclimática: es la adecuación y utilización positiva de las condiciones medioambientales, sin perder ninguna del resto de las implicaciones: constructivas, funcionales, estéticas, entre otras.

Imagen 3.72, Diagrama de las buenas prácticas ambientales que se presentan en el capítulo 3, del presente documento. Elaboración propia.

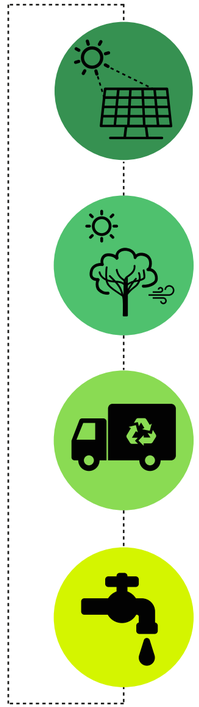


Imagen 3.73, iconografía de elementos para reducir el impacto ambiental en un proyecto arquitectónico. Elaboración propia.

-Arquitectura ecológica: Optimiza recursos energéticos, realiza conservación y mantenimiento de edificaciones, considera materiales locales de entropía baja, diseño adaptado al clima y paisaje local, con aportaciones culturales y procedimientos constructivos autóctonos, y el consumo de energías renovables.

-Arquitectura Sostenible: considera cinco factores, el ecosistema, los sistemas energéticos de ahorro, materiales de construcción, reciclaje, reutilización del residuo y la movilidad.

Asimismo, los proyectos arquitectónicos siempre generan un impacto ambiental, la intención de esta investigación y de las propuestas arquitectónicas que se presentarán en el capítulo 5 es poder reducir el impacto al medio ambiente de los proyectos educativos públicos a futuro, entre los cuales se destacan(ver imagen 3.73):

1. Racionalizar el uso de recursos naturales
2. Minimizar el consumo de agua potable
3. Minimizar el consumo de energía
4. Proteger el entorno que rodea la obra
5. Disminución de los residuos generados
6. Reducir contaminación del entorno
7. Proporcionar elementos sostenibles

Gestión ambiental al inicio de la obra

-Energía
Se debe conseguir el uso racional de la energía, aprovechando la luz natural por medio de estrategias pasivas para evitar el uso de iluminación artificial durante el día y permitiendo esto reducir el consumo de energía. Asimismo, aprovechar la radiación solar para captar energía y utilizar esa energía en sus instalaciones.

-Microclima
Se debe hacer un estudio del entorno para obtener la información necesaria de si existe contaminación, superficies arboladas, que permitan el desarrollo de un microclima. Para este estudio se debe tener en cuenta los vientos predominantes, su dirección, velocidad y la influencia del entorno construcciones, bosques, masas de agua y el clima general de la zona.

-Residuos
Si existe una construcción antigua en el terreno por construir se debe tomar en cuenta la cantidad en metros cúbicos de residuos de construcción que se van a generar con una posible demolición del inmueble, esto con el fin de tomar medidas de prevención, separación de residuos, reutilización y el costo de la gestión de los residuos.

-Agua
Debe hacerse un estudio del terreno para determinar la escorrentía del agua, para prevenir erosionar el suelo a la vez de la contaminación de recursos hídricos. En lo que concierne al aprovechamiento del agua, se debe hacer un plan de las posibles formas de reutilización y reciclaje de aguas del edificio, posibilidades de captación del agua llovida y su uso en el inmueble.

-Iluminación
En el caso de la iluminación, antes de proponerla se debe hacer un estudio de los espacios propuestos con el fin de determinar que tipo de iluminación se requiere según la actividad, cantidad de personas, tipo de iluminación y con esto definir el equipo idóneo para cada circunstancia.

Buenas Prácticas Ambientales, proceso de vida de un edificio

Existen distintas fases en la vida de un edificio en las que se pueden encontrar: Diseño, construcción, uso y mantenimiento y demolición. (ver imagen 3.74)

1. Fase de diseño

Desde la concepción del proyecto se debe tomar en cuenta soluciones tecnológicas, estrategias pasivas, recursos existentes, entropía de los materiales y su entorno. Parte importante de la etapa de diseño es considerar pautas de las estrategias pasivas propuestas

Imagen 3.74, Fases de buenas prácticas ambientales en el proceso de vida de un edificio. Elaboración propia.

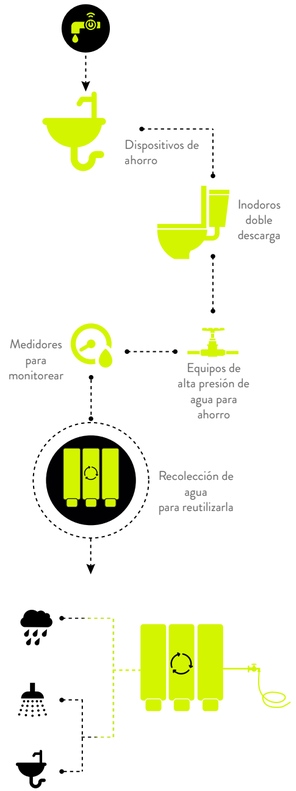


Imagen 3.75, selección adecuada de sistemas de ahorro de agua. Elaboración propia.

en este capítulo, las cuales en este apartado se nombrarán debido a que ya están ejemplificadas:

1.Estudiar el entorno de la zona para optimización del diseño
2.Integrar la propuesta al entorno, por medio de una armonización del edificio con los existentes y el entorno
3.Realzar los sistemas constructivos de la zona, aprovechando minimizar consumo de transporte y procurando utilizar materiales de la zona.
4.Priorizar siempre las orientaciones solares.
5.Utilizar la radiación solar como medio para ahorrar energía.
6.Brindar la mayor cantidad posible de captación solar en los espacios para el ahorro de energía.
7.Optimizar la ventilación natural al máximo para el confort térmico de los estudiantes y docentes.

Fundamentado en la Guía de Buenas Prácticas Ambientales (Foro pro clima, pág. 36) en la sección de instalaciones, se obtiene que estas deben ser consideradas desde la parte de diseño ya que contribuye al ahorro de recursos naturales.

1.Selección adecuada de sistemas de ahorro en grifos, duchas e inodoros (imagen 3.75)
-Perlizadores: economizan agua de un 35% -50% el agua y energía.
- Reductores de caudal: ahorran 40%-60%
-Grifos con temporizador
-Sensores de presencia en lavatorios y Orinales públicos
- Uso de inodoros con fluxómetro
-Dispositivos con doble descarga para el ahorro de agua
-Orinales secos, permiten la utilización de un elemento que ahorra descargas de agua.

2.Aprovechamiento de tipos de aguas:
-Instalar sistemas de recolección de aguas llovidas para reutilizarlas en aguas grises o de riego.
-Instalar un sistema que permita la separación de aguas grises de las negras para ser reutilizadas.

3.Incorporar en el diseño la utilización de una iluminación que fomente el ahorro de consumo eléctrico.
-Por medio de una zonificación de las distintas actividades del inmueble para el mejor aprovechamiento de la luz natural y determinar el tipo de iluminación artificial que se requiere según la actividad que se desarrolla en cada espacio. Para esto se puede observar el programa arquitectónico de los tipos de espacios y la cantidad de luxes que se requieren.
-Utilizar sistemas automáticos en la iluminación del espacio público por medio de sensores.
-Generar el diseño de iluminación con sistemas de regulación de iluminación, por

ejemplo dimmers.
-Diseñar la iluminación con distintos interruptores con el fin de permitir activar solo las luces necesarias.
-Instalación de luminarias que permitan el ahorro energético, por ejemplo, LEDS (70-90 lm/W)
-Las lamparas fluorescentes compactas permiten un ahorro energético del 75% en comparación con las luces convencionales.
-Las lamparas de sodio son más recomendadas debido a que son menos contaminantes y poseen un menor consumo energético.
-Se debe considerar como prioridad la eficacia y la mayor vida media de la lámpara (parámetro a considerar: lúmenes por vatio)

4. Aprovechamiento de la energía solar en el inmueble por medio de energía solar fotovoltaica:
-Existen los sistemas aislados, conectados a la red y los híbridos. Para esta investigación se proponen los sistemas híbridos ya que se integran al sistema permitiendo tener electricidad en horas sin luz y un sistema alternativo en caso de fallo. Su desventaja es que existen pérdidas por acumulación de energía.

-Se recomienda ubicarlos al sur
-Inclinación de los paneles
1.Se van a utilizar durante todo el año se recomienda un grado de inclinación igual al de la latitud geográfica.
2.Si se utiliza durante invierno,el ángulo ideal será la latitud geográfica +10°.

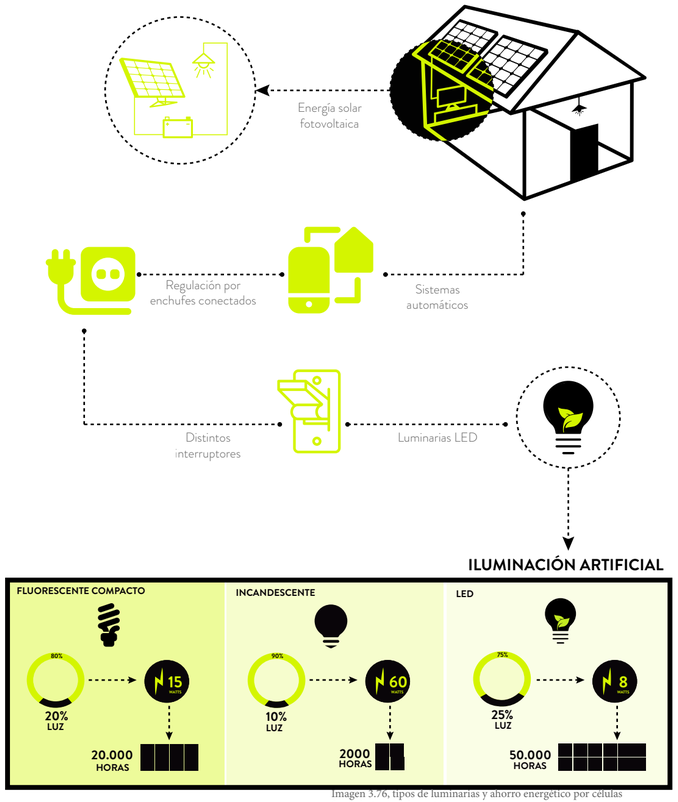


Imagen 3.76, tipos de luminarias y ahorro energético por células fotovoltaicas. Elaboración propia.

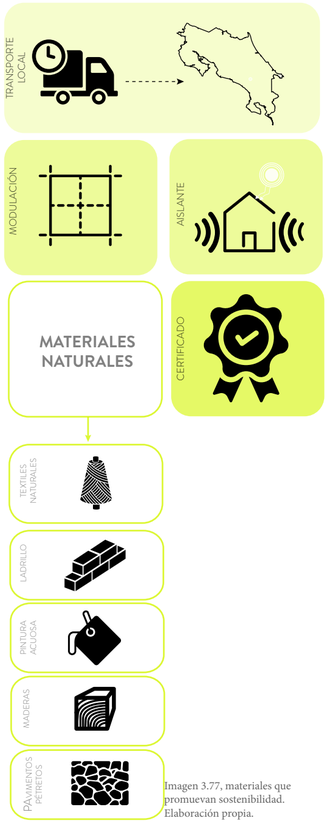


Imagen 3.77, materiales que promuevan sostenibilidad. Elaboración propia.

3.En caso de verano, se recomienda un ángulo respecto a latitud geográfica -10°.

5. Materiales que promuevan sostenibilidad (ver imagen 3.77)
-Utilización de materiales locales que permitan reducir el consumo energético del transporte.
-Materiales que permitan la modulación para evitar desperdicios
-Utilización de materiales con certificaciones, garantías, certificados de calidad o etiqueta ecológica.
-Dar preferencia a materiales naturales de origen mineral o vegetal, con el fin de disminuir exposición a químicos:

1.Pinturas: preferiblemente en base acuosa para reducir emisiones de compuestos volátiles.
2.Aislantes: naturales como corcho, arcilla expandida, madera prensada, cáñamo, entre otros.
3.Maderas: reducir el uso de adhesivos por medio de sistemas prefabricados y modulares. Utilizar madera certificada.
4.Revestimientos exteriores: la madera y el ladrillo como revestimiento exterior y cerramiento.
5.Pisos interiores: se recomienda madera, corcho, textiles naturales o pavimentos pétreos.

2. Fase de construcción

En esta etapa se materializa lo planificado en la fase de diseño, se compromete el cumplimiento de los requisitos definidos en la fase anterior, el compromiso de un grupo multidisciplinario. Se debe tomar en cuenta las siguientes pautas según el Foro del clima realizado en Madrid:

1.Proteger la vegetación existente en la zona
2.Realizar estudios de aguas freáticas y que no se vean afectadas por el proyecto
3.Utilizar la menor cantidad de superficies impermeables para no interferir el drenaje y filtración del suelo.
4.Reducir contaminación acústica que genere el proyecto en obra.
5.Gestionar los materiales de manera planificada para evitar acumular los mismos y que se dañen.
6.Reutilizar materiales dentro de la obra, como formaletas, materiales de bodega, envases de pintura, entre otros.
7.Separar los materiales para una correcta gestión de residuos.
8.Controlar la maquinaria y equipos en un uso eficiente y programado con el fin de que se utilice combustible o electricidad demás. Además de darles un mantenimiento adecuado.

3. Fase de uso y conservación

Se utiliza el inmueble de una manera adecuada, periódicamente para evitar daños. Asimismo, se da una inducción de uso para informar a la población de las características de ahorro dentro del inmueble

De igual forma, se aconseja aplicar pautas que permitan el ahorro de energía entre ellas:

1.Electrodomésticos de alta eficiencia energética. (imagen x)
2.Utilizar las escaleras la mayor parte del tiempo para ahorrar energía del ascensor.
3.Ahorro de energía aprovechamiento de luz natural.
4.Evitar dejar aparatos tecnológicos encendidos.

En el campo de gestión de residuos se debe manejar la posibilidad de contenedores para la recolección de materiales.

4. Fase de demolición

Derribo del inmueble, sin embargo, se debe planear el aprovechamiento de los materiales y dar un manejo adecuado a los residuos generados.

Certificación Energética de los edificios

Por último, dentro de la relevancia de las buenas prácticas ambientales, existen métodos de gestión y de certificación energética de edificios. Estos métodos califican la eficiencia energética del proyecto. Para Costa Rica existen las certificaciones RESET, además de normativas obligatorias que deben cumplir de MINAE y SETENA. A nivel internacional existen varias certificaciones entre las más usuales para nuestro país:

-Medida y verificación en Proyectos de Gestión Energética (M&V)
-Certificación de edificios sostenibles LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) (ver imagen 3.78)

Imagen 3.78, tipos de certificaciones, RESET Costa Rica, ASHRAE y LEED. Fuente: Logos tomados de las páginas Web.

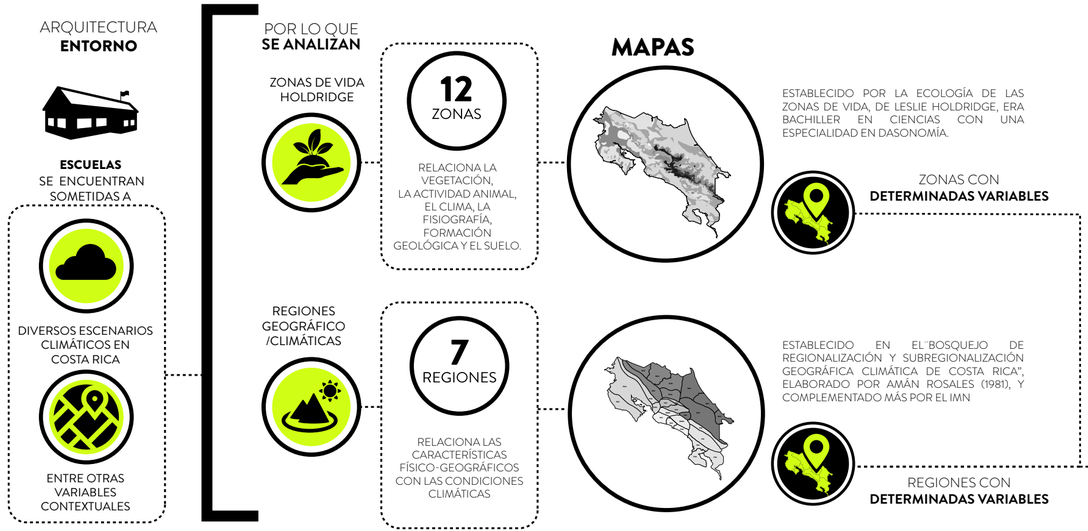


Imagen 3.79, Diagrama metodológico para comprender los distintos entornos climáticos del país, Elaboración Propia

Metodología

Uno de los temas convergentes entre arquitectura educativa y arquitectura bioclimática, es como se mencionó anteriormente, considerar la interpretación del entorno climático como factor influyente en la expresión arquitectónica, por ende, influyente en las aptas condiciones para realizar distintas actividades.

De esta manera, se busca establecer un referente del variado entorno climático existente en Costa Rica, al que pueden verse expuesto los espacios educativos, para ello se utilizará las distintas zonas de Vida de Holdridge y las regiones geográfico/climáticas, para contextualizar los posibles escenarios. Zonas y regiones que permiten determinar las diversas variables climáticas y ambientales específicas a su ubicación (precipitaciones, temperatura, humedad, vegetación, entre otras).

Por lo general, dichas zonas de estudio pueden presentar escenarios con condiciones extremas en las variables climáticas, ya que la investigación busca dichas condiciones para lograr establecer una mayor adaptabilidad al entorno por parte de las futuras propuestas resultantes de la investigación; espacios educativos adaptables a los diversos comportamientos de sus posibles entornos por medio de pautas y estrategias de diseño bioclimático, gestión energética, así como buenas prácticas ambientales.

Zonas de Vida

Al inicio, los primeros intentos de clasificación eran fallidos debido a que los datos climáticos eran escasos y eran solo análisis de fragmentos del globo terráqueo. Por lo tanto, cada disciplina realizó análisis por especialidad sin considerar los demás factores que podían afectar o beneficiar sus campos como por ejemplo en zoología. Sin embargo, estas clasificaciones fueron subjetivas y no tenían parámetros que establecieran una equivalencia de unidades.

Leslie Holdridge; Ecología de las Zonas de Vida

Leslie Holdridge, era Bachiller en Ciencias con una especialidad en dasonomía. Trabajó desde 1947 en la Clasificación de las zonas de vida. Se encargó de clasificar los ecosistemas terrestres del mundo en un sistema de zonas, la manera objetiva en que logró hacer esto después de tantos intentos fallidos por otros investigadores fue "incluyendo ámbitos específicos de peso equivalente a los factores mayores de clima, temperatura, precipitación y humedad".

Por este medio, se logra una definición de lo que es una zona de vida sin importar en que parte del mundo se esté ya que la fisionomía debería ser similar:
"*son conjuntos naturales de asociaciones, sin importar que cada grupo incluya una catena de diferentes unidades de paisaje o medios ambientales, que pueden variar desde pantanos hasta crestas de colinas. Comprenden divisiones igualmente balanceadas de los tres factores climáticos principales, calor, precipitación y humedad.*" (Holdridge, 1947, pág. 4)

A partir de la observación y el estudio de la ecología , se obtiene que la asociación sea una unidad natural, con el fin de relacionar la vegetación, la actividad animal, el clima, la fisiografía, formación geológica y el suelo. En esta investigación Holdridge propone 40 diferentes regiones, conocidas como zonas de vida.

Por lo tanto, según el sistema de Zonas de vida se tienen tres factores principales que determinan objetivamente una asociación:

Primer nivel del sistema

1.El calor; se utiliza la biotemperatura anual promedia. Resulta de un promedio de las temperaturas donde surge el crecimiento vegetativo en relación con el periodo anual. La temperatura se mide en grados centígrados. El crecimiento de la vegetación ocurre entre un rango mínimo de 0°C y un máximo de 30°C.
2.La precipitación; se utiliza el promedio total anual de agua en milímetros, que cae en forma de lluvia, nieve o granizo.
3.La humedad; "*es la relación entre la biotemperatura y la evotranspiración potencial, así como, la relación entre la humedad y la evotranspiración real*" (Seminario de Graduación, UCR, 2013, pág. 20)

Segundo nivel del sistema

De igual forma, el segundo nivel del sistema corresponde a una parte integral del ecosistema que es el suelo debido a que en él se desarrollan todas las comunidades terrestres. Según Holdridge "El suelo es la zona de transición entre la corteza geológica o litosfera, la atmósfera y la hidrosfera". Por este motivo, el suelo sirve de apoyo y provee parte del alimento así como del espacio vital de las comunidades de las plantas y animales. Asimismo, se utiliza el brillo solar como una variable importante en los criterios ambientales del suelo, ya que por medio de este se detecta el manejo de la iluminación y la temperatura interna, además de la eficiencia de sistemas de energía solar. El brillo solar es el número de horas de sol en una zona determinada.

Tercer nivel del sistema

Se considera un tercer nivel del sistema en el que se utilizan los cambios temporales debido a intervenciones a un nivel más antrópico. Leslie lo describe de la siguiente manera: *"El hombre ha influido profundamente en la vegetación, en muchos casos no es posible establecer si la ausencia de una especie se debe a causas naturales o actividades del hombre."* (Holdridge, 1947, Pág. 2)

Determinación del Triángulo de Zonas de Vida

El sistema creado por Leslie Holdridge utiliza varias variables para poder determinar una zona. Existen tres factores para ubicar dentro del triángulo creado para la Zona de Vida que se requiere, los cuales se definen en el primer sistema:

1. Biotemperatura promedio anual.
2. Precipitación promedio anual.
3. Elevación sobre el nivel del mar.

Para ubicarlo dentro del gráfico se utiliza el punto donde se cruzan las líneas de biotemperatura y precipitación como se observa en el ejemplo a continuación:

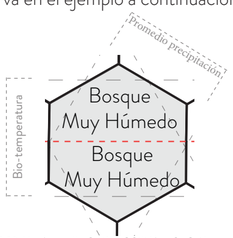


Imagen 3.80: Hexágono Explactivo del Triángulo de Zonas de Vida. Basado en: Guía de Diseño Bioclimático según Zonas de Vida de Holdridge (UCR).

Luego del paso anterior, se ubica región latitudinal por medio de la altura sobre el nivel del mar.

Pisos Altitudinal

Los Pisos dependen de la altura sobre el nivel del mar, existen 7 pisos donde se distribuyen las distintas Zonas de Vida. Una de las características principales de los pisos es que cambia la percepción climática aunque las principales variables se mantengan parecidas de un piso a otro (la humedad, precipitación, temperatura,entre otros).

Los pisos altitudinales son los siguientes:

1. Basal: 0-700msnm
2. Premontano: 700-1400msnm
3. Montano Bajo: 1400-2700msnm
4. Montano. 2400-3700 msnm
5. Sub Alpino: 2800-4000msnm
6. Alpino: +4000msnm
7. Nival: +6000msnm

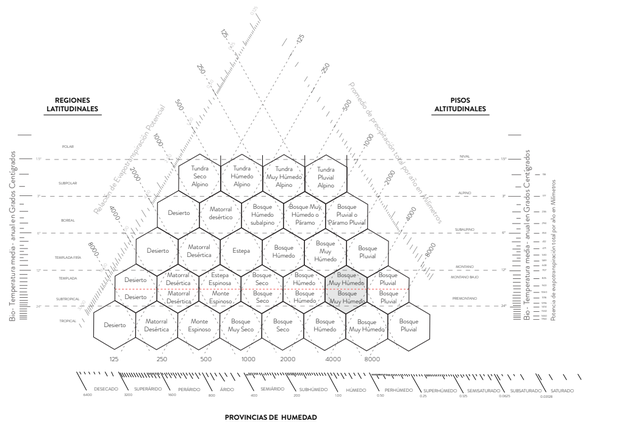


Imagen 3.81: Triángulo de Zonas de Vida. Basado en: Guía de Diseño Bioclimático según Zonas de Vida de Holdridge (UCR). Diagramación propia.

Relación de las Zonas de vida y el Diseño Arquitectónico

Una de las principales razonas por las cuales los asentamientos humanos han buscado zonas específicas para el desarrollo de su convivencia con el entorno, se debe a tres principales factores como lo determina la guía de diseño bioclimático "en primer lugar buscan un clima satisfactorio, en segundo lugar suelos fértiles y por último una topografía favorable" (Seminario de Graduación, UCR, 2013, pág. 22)

Si se observa el desarrollo de la naturaleza en los distintos hábitats se logra hacer una comparación con el desarrollo humano, ya que este no puede tener la misma arquitectura debido a que debería responder al mismo patrón de comportamiento de la naturaleza o zona de vida donde se encuentre. Se toma de referencia la Guía de diseño bioclimático de la UCR al tomar de ejemplo el Valle Central de Costa Rica como asentamiento humano, el cual según datos del INEC en las estimaciones del censo 2000-2011 posee el 74,77% de la población del país. Por este medio, se entiende que el ser humano busca el mayor bienestar de confort, ya que esta zona se encuentra en la faja Premontano, zona en la que según el sistema de zonas de vida de Holdridge posee uno de los climas con mayor confort.

Sin embargo, a pesar de que la tasa de natalidad disminuye con los años según proyecciones del INEC para el 2015 hubo 71.819 nacimientos, más todas las migraciones con las que cuenta el país. Esto ha generado la creación de asentamientos humanos fuera de zonas de confort. Por esta razón, se utiliza el análisis de las Zonas de vida de Costa Rica para ofrecer confort climático por medio de esta investigación a los distintos centros educativos públicos del país.

Debido a lo mencionado anteriormente, se toma la arquitectura bioclimática como eje fundamental del diseño ya que "La arquitectura bioclimática puede definirse como la arquitectura diseñada sabiamente para lograr un máximo confort dentro del edificio con el mínimo gasto energético. Para ello aprovecha las condiciones climáticas de su entorno, transformando los elementos climáticos externos en confort interno gracias a un diseño inteligente. Si en algunas épocas del año fuese necesario un aporte energético extra, se recurriría si fuese posible a las fuentes de energía renovables." (García, 2008)

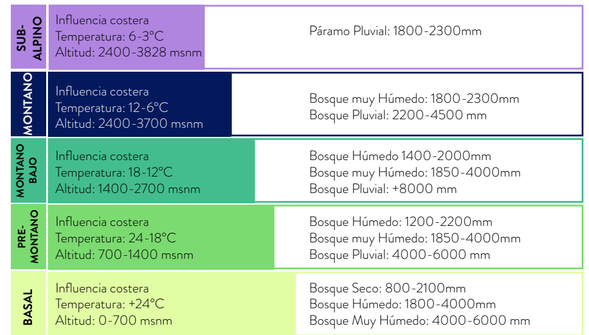
Análisis de las Zonas de Vida en Costa Rica

A partir del estudio realizado por el Seminario de Graduación de la Escuela de Arquitectura de la UCR, se parte de la información y datos tabulados por este documento sobre las zonas de vida con el fin de sustentar la importancia del diseño arquitectónico a partir de la zonificación de dicho sistema. Ya que se toman como pautas para lograr el máximo confort dentro del diseño de modelos educativos públicos.

De las cuarenta zonas de vida que identificó Leslie Holdridge, Costa Rica cuenta con doce de este análisis que componen el territorio nacional. Estas se encuentran ubicadas respectivamente según los pisos altitudinales, de los cuales el país cuenta con cinco pisos (ver imagen 3.82):

1. Basal
2. Pre-montano
3. Montano Bajo
4. Montano
5. Subalpino

En el presente documento, se muestran las distintas zonas de vida por cada piso altitudinal en el que se ubican, esto con el fin de determinar un perfil climático y vegetal. Ya que parte del diseño bioclimático y cómo lo menciona (García, 2008) se debe aprovechar las condiciones climáticas del entorno con el propósito de generar confort interno.



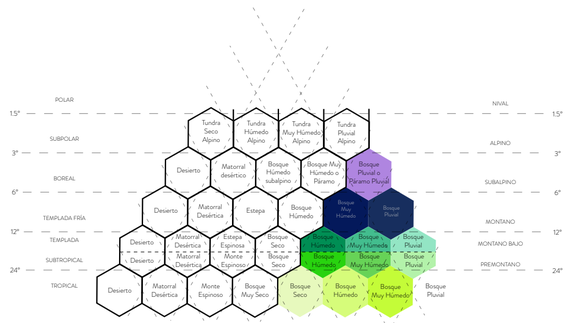
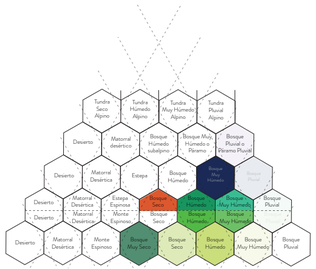


Imagen 3.82: Zonas de Vida de Costa Rica. Basado en: Guía de Diseño Bioclimático según Zonas de Vida de Holdridge (UCR). Diagramación propia.

Cambio Climático



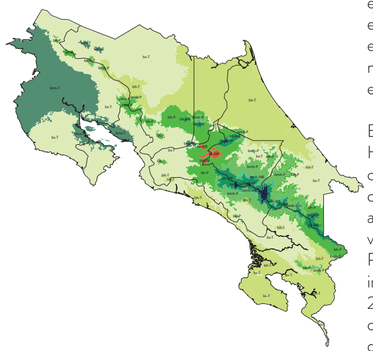


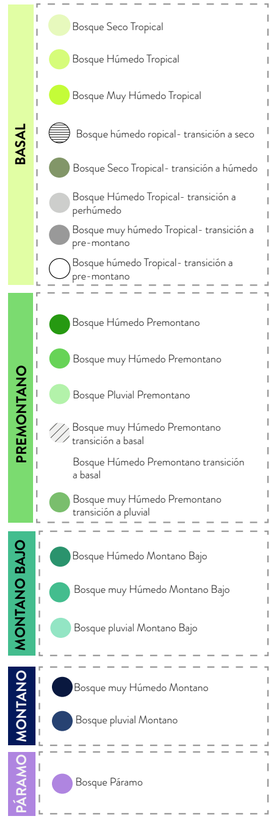
Imagen 3.83: Zonas de Vida de Costa Rica para el 2080. Fuente: CATIE . Modificado por autores.

Para entender un poco del porqué es importante tomar en consideración el cambio climático en esta investigación, se debe a que principalmente no se puede diseñar sin tomar en cuenta los posibles escenarios que vayan a existir debido a todo el cambio que está viviendo el mundo entero.

La palabra cambio climático, incluye dentro de su término el calentamiento global, el efecto invernadero y los daños antropogénicos que se causan. Las principales evidencias lo recalcan en el informe realizado por el IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) en lo siguiente:
"Desde aproximadamente 1950 se han observado cambios en muchos fenómenos meteorológicos y climáticos extremos. Algunos de estos cambios han sido asociados con influencias humanas, como por ejemplo la disminución de las temperaturas frías extremas, el aumento de las temperaturas cálidas extremas, la elevación de los niveles máximos del mar y el mayor número de precipitaciones intensas en diversas regiones."

El sistema de zonas de vida creado por Leslie Holdridge en 1967 no va a permanecer igual con el pasar de los años debido a todos los cambios mencionados anteriormente. Debido a esto, Mildred Jiménez Méndez en 2009 creó varios escenarios del cambio climático en Costa Rica en el CATIE (Ver imagen 3.83). Para esta investigación se utiliza la proyección realizada a 2080 como ejemplo de un posible escenario de cómo nos afectaría. Se menciona en el Seminario de Graduación de Zonas de Vida de la UCR, y como se observa en el mapa facilitado por el CATIE, Costa Rica pasaría a tener solo ocho Zonas de Vida, 2 nuevas, se perdería el nivel de páramo donde se ubica el Chirripó. Asimismo, se perdería humedad, por lo que las zonas se volverían mas secas.

Por lo tanto, la arquitectura, como diseño responsable podría aportar beneficios al lugar y al confort humano. Es importante tomar en cuenta los cambios que se avecinan y cómo, por medio de estrategias pasivas podríamos estar preparados para los mismos. Se debe considerar que la humedad reduce y las temperaturas aumentan. Además, de que una arquitectura responsable, puede a la vez generar conciencia en quienes habitan el espacio.



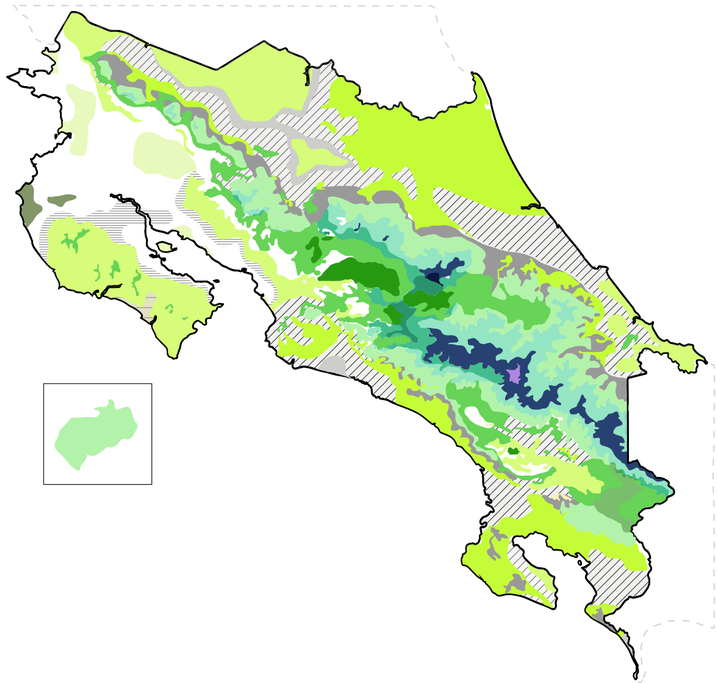


Imagen 3.84: Zonas de Vida de Costa Rica. Basado en: Guía de Diseño Bioclimático según Zonas de Vida de Holdridge (UCR) y en el mapa de Centro Científico Tropical . Elaboración Propia.

BOSQUE SECO TROPICAL

BOSQUE HÚMEDO TROPICAL

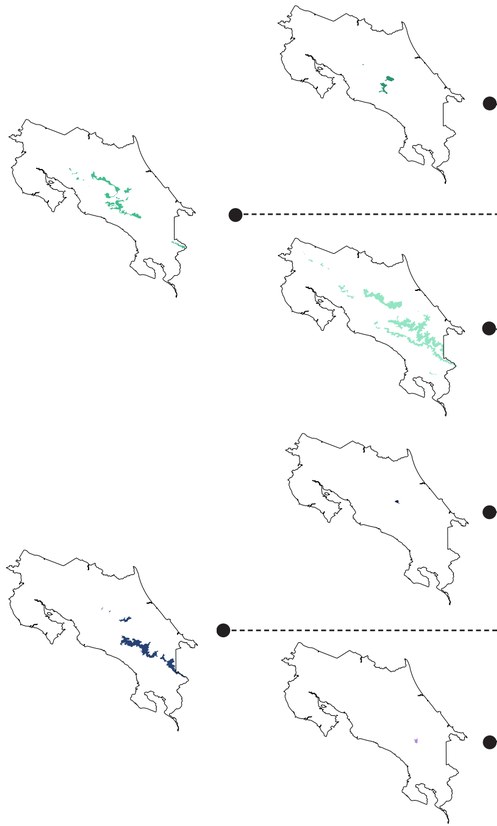
BOSQUE MUY HÚMEDO TROPICAL

BOSQUE HÚMEDO PREMONTANO

BOSQUE MUY HÚMEDO PREMONTANO

BOSQUE PLUVIAL PREMONTANO

ZONAS		TEMPERATURA		HUMEDAD		PRECIPITACIÓN		BRILLO		VEGETACIÓN
Bosque seco tropical		15,2°	36°	septiembre 61%	Marzo 86%	Enero 1,4mm	Septiembre 396,6mm	Septiembre 5,6h	Enero 9,6h	Bosque semi-caducifolio
Bosque húmedo tropical	pacífico/la Cecil	23,1°	36,1°	febrero-Marzo 59%	septiembre-oct 89%	anual	3566,6mm			Bosques altos y densos
	caribe	20,7°	30,5°	Marzo 85%	Julio 89%	anual	1862,4mm	Marzo 5,9h	Enero 9,6h	Bosque altos y densos
Bosque muy húmedo tropical	La mola	22,3°	32°	Abril 81%	Julio 87%	Abril 193mm	Julio 477,7mm	5,6h	Marzo 5,5h	Estructura vertical de 4-5 estratos perennifolios, abundante sotobosque. Presenta arboles maayor de 50m de altura
	Coto 47	21,4°	33,7°	Febrero 79%	junio/ julio 88%	Febrero 77,5mm	Octubre 593mm	Julio 5,5h	Febrero 8,8h	Estructura vertical de 4-5 estratos perennifolios, abundante sotobosque. Presenta arboles maayor de 50m de altura
Bosque húmedo premontano	Fabio Baudrit	17,7°	30°	Marzo 66%	Octubre 89%	Enero 8mm	Octubre 326,7mm	junio/julio/sept 4,9h	Febrero 9,5h	Semideciduo, con poca cantidad de epífetas. Bosque poco denso y con altura máxima de 25m
	Dulce nombre	13,7°	25°	Abril 83%	Noviembre 90%	Marzo 31,9mm	Septiembre 262,9mm	Noviembre 4,4h	Marzo 7h	Semideciduo, con poca cantidad de epífetas. Bosque poco denso y con altura máxima de 25m
Bosque muy húmedo premontano	Santa Lucía	14,6°	26,6°	Marzo 71%	Septiembre 87%	Enero 20,4mm	Octubre 428mm	junio 4h	Marzo 8,9h	Presenta densidad media
	Pérez Zeledon	16,8°	31°	feb/ marzo 76%	Octubre 90%	Enero 28,1mm	Octubre 468mm	Agosto 4h	Febrero 8,6h	Presenta densidad media
Bosque pluvial premontano		15°	24°	81%	90%	2000mm	4000mm	3-4h	5-6h	Siempre verde, abundantes epífetas, alta diversidad, densos y alturas de 30m



BOSQUE HÚMEDO MONTANO BAJO

BOSQUE MUY HÚMEDO MONTANO BAJO

BOSQUE PLUVIAL MONTANO BAJO

BOSQUE MUY HÚMEDO MONTANO

BOSQUE PLUVIAL MONTANO

BOSQUE PLUVIAL SUBALPINO

ZONAS		TEMPERATURA		HUMEDAD		PRECIPITACIÓN		BRILLO		VEGETACIÓN
Bosque húmedo montano bajo	rancho redondo	11,7°	21,1°	82%	88%	febrero 18,2mm	octubre 473,5mm	4-5h	4-5h	Bosque abierto, siempre verde, de altura intermedia y con dos estratos definidos
Bosque muy húmedo montano bajo	Frajanes	12,8°	22,5°	Febrero 78%	sept/ octubre 90%	1850mm	4000mm	Septiembre 3,2h	Febrero 8,6h	Posee un dosel bajo, entre 20 y 30m. Coronas amplias, cobertura 100% del suelo
Bosque pluvial montano bajo	Florex/ empalme	22°	26°	85%	90%	1500mm	8500mm	3-4h	6h	Es un bosque perennifolio de altura baja a mediana, con dos estratos de arboles
Bosque muy humedo Montano		6°	16°	74%	88%	1500mm	3000mm	4,5h	8,7h	Se encuentra inalterado, siempreverde de baja altura 20-25m poco denso y con dos estratos
Bosque pluvial Montano	Villa Mills	2,8°	16,5°	81%	90%	2200mm	4500mm	3h	6h	Bosque denso, existencia de epífetas. A los 3500mm es el limite superior de crecimiento de vegetación.
Páramo pluvial subalpino	Villa Mills	4,1°	19,1°	59%	91%	30mm	2432mm	3h	8h	C

Imagen 3.85: Características de las Zonas de Vida de Costa Rica. Basado en: Guía de Diseño Bioclimático según Zonas de Vida de Holdridge (UCR). Modificado por autores.

Región

El concepto de región se considera un término muy amplio debido a que puede ser orientado hacia diversas disciplinas, como menciona Angel Massiris en el libro Fundamentos conceptuales y metodológicos del Ordenamiento Territorial, la región puede ser áreas geográficas de nacimiento (conciencia colectiva de pertenencia a un lugar), para señalar áreas frías o calientes de un país, referirse a una división administrativa, para indicar espacios con historia y cultura en común, a espacios que presentan una relativa uniformidad espacial, en cuantos a sus componentes naturales, sociales, económicos, culturales o integración de estos.

Considerando que el término región debe ser observado desde dos perspectivas marcadas como una región geográfico climático (en la que se considere aspectos naturales de cada región como clima, relieve, vegetación, suelo, hidrografía) y región demográfica (en la que la población influye de manera distinta en cada una de las regiones, con su propia cultura, estructura, tamaño y por lo tanto necesidades); para llegar a ser comprendida en su totalidad, vista como un ente unificado en la que factores naturales y humanos entran en interacción, de manera que considere la importancia de aspectos de la población y su determinada ubicación.

Por lo que ambas perspectivas integradas desde un enfoque unificado, es denominado como Enfoque corológico: en la que la región geográfica:

¨*se define como un espacio con existencia real, delimitado y continuo, de extensión variable, caracterizada por una peculiar combinación de elementos físicos y humanos que han sido modelados históricamente y que están dotados de ciertos atributos, que le otorgan una personalidad propia y diferenciada... La región agrupa todos los rasgos de relieve, clima, suelo, vegetación,...industria, comunicaciones y hábitat, unidos y ensamblados en un paisaje visible, formando un todo orgánico siendo sus partes interdependientes. Cada región está influida, desarrollada y modificada por la acción del hombre...*¨ (Massiris, 2005, p. 43).

Sin embargo, en este apartado se abarcará el término de región bajo una perspectiva geográfico climático, que como se mencionó anteriormente, comprende todos aquellos aspectos naturales de cada región como clima, relieve, vegetación, suelo, hidrografía; para delimitar de una manera más específica cada región.

Regiones geográfico-climáticas de Costa Rica

Basando el análisis casi en su mayoría en un estudio inicial que se retoma ¨Bosquejo de Regionalización y Subregionalización Geográfica Climática de Costa Rica", elaborado por el Licenciado Amán Rosales (1981), el cual es complementado más adelante por el Instituto Meteorológico Nacional (serie de actualizaciones), se instauran las nuevas siete divisiones regiones físico geográficas de Costa Rica, que además dentro de cada región se establecen subregiones.

Ampliando de esta manera aspectos físico-geográficos como: cuadros sinóptico-climáticos con las características de la precipitación, temperatura, duración del período seco; tipos de formación forestal; tipos de clima (clasificación climática); y los tipos de suelo.

Climas y sus regiones

Los diversos tipos de climas establecidos para Costa Rica se basan en la clasificación establecida en el libro ¨Algunos Aspectos sobre Climas de Costa Rica¨ (Coen, 1967). Investigación en la cual se determinan nueve climas aplicables; dentro de las siete regiones geográfico/climáticas y sus diversas subregiones, los cuales se podrán observar en el cuadro de la imagen3.96. Para determinar los distintos climas se emplearon tres elementos:

- Provincias térmicas.
- Provincias pluviométricas.
- Régimen de lluvia anual.

1. Provincias térmicas (tma).
Se basa en la temperatura media anual en grados centígrados (°C), para determinar regiones denominadas provincias térmicas, clasificadas en: regiones de tierra fría (Microtermal, con tma inferior a 10°C y altura superior a los 2000 msnm), tierra templada (Mesotermal, con tma de 10°C a 22°C y una altura de 800 a 2000 msnm) y tierra caliente (Megatermal, con tma superior a los 22°C y una altura de 800 msnm).

2. Provincias pluviométricas (tlla).
Basada en los totales de lluvia anual, por lo que se distinguen también tres zonas o regiones denominadas provincias pluviométricas: zonas moderadamente lluviosas (tlla entre 1000 y 2000 mm), zonas lluviosas (tlla entre 2000 y 4000 mm) y zonas excesivamente lluviosas (tlla superior a 4000mm).

3. Régimen de lluvia anual (rlla).
Se fundamenta según el régimen de precipitación anual, clasificadas en: el clima con estación seca, clima estacional o intermedio y clima lluvioso todos los meses. Los tipos de clima establecidos por (Coen, 1967), son los siguientes:

3.1. Excesivo en lluvias del Caribe: Es típico de las llanuras del Tortuguero, Santa Clara y Sarapiquí. El total de precipitación anual excede los 4000 mm.

3.2. Excesivo en lluvias del Pacífico: Es muy similar al clima excesivo en lluvias del Caribe, con la diferencia de que durante los meses de febrero, marzo y abril se da una merma pronunciada de las lluvias.

3.3. Lluvioso o Caribe: Se encuentra en alturas inferiores a 600 msnm. Se destaca la disminución en la precipitación durante los meses de marzo y abril. La nubosidad es muy frecuente.

3.4.Lluvioso con influencia monzónica: Las lluvias se distribuyen bien todo el año. Se destaca una merma pronunciada de las lluvias de enero a abril.

3.5. De sequía: Se encuentra desde el nivel del mar hasta los 800 metros de altitud. Comprende las regiones más calientes y menos lluviosas de Costa Rica.

3.6. Faldas de la cordillera de cara al Caribe: Comprende una estrecha franja desde los 600 metros de altura hasta los 1600 a lo largo de las cordilleras. Se caracteriza por la distribución uniforme de las lluvias durante el año. La nubosidad, neblina y lloviznas son abundantes.

3.7. Faldas de la cordillera de cara a la Vertiente Pacífica: Se distingue por sus temperaturas moderadas y por los períodos secos en los meses de enero a marzo.

3.8. Meseta Central: Este clima enlaza el tipo de clima de las faldas del Caribe, con el clima de las faldas del Pacífico. Se caracteriza por sus lluvias moderadas y sus temperaturas frescas.

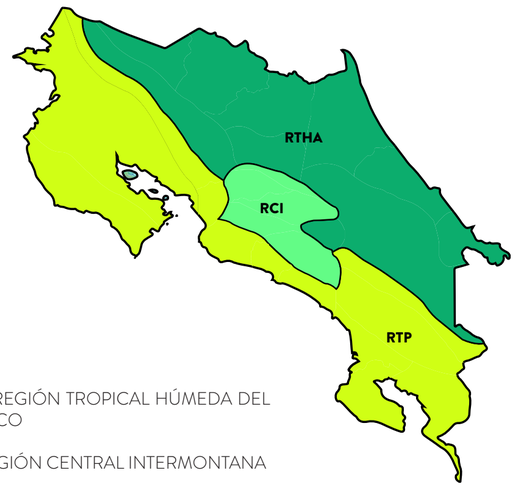
3.9. De altura lluvioso y seco: La baja temperatura es el elemento climático más importante de este clima. Se encuentra en alturas superiores a los 1600 metros. Las neblinas son muy frecuentes. A parte de estas definiciones, se utilizó las zonas de vida

Regiones

Costa Rica cuenta con una superficie de 50900 kilómetros cuadrados de superficie, limitando con Nicaragua (al norte) y Panamá (al sureste), y con el mar Caribe (al este) y el océano Pacífico (al oeste). Geográficamente, nuestro país se ubica dentro la franja planetaria comprendida entre los paralelos Trópico de Cáncer y Trópico de Capricornio, definida como Zona Tropical, de manera que le confiere características tropicales a su entorno ecológico: bosques, red hidrográfica, suelos y clima.

Se caracteriza por poseer una variada topografía, montañas y valles cubren la pequeña extensión del país, dos sistemas montañosos principales que corren longitudinalmente sobre la parte central del país: la Cordillera Volcánica del Norte y la Cordillera de Talamanca que se localiza al sur; cuya existencia de dichas cordilleras determina a grandes rasgos, la división del país en tres regiones fisiográficas, norte, central y sur. Junto con los vientos predominantes del noreste (los denominados vientos alisios) y la influencia de los océanos, han enmarcado también tres macro regiones climáticas diferentes como se puede observar en la imagen 3.86: la Región Tropical Húmeda del Atlántico (a la cual pertenece la Región Norte y Atlántica) la Región Central Intermontana (a la cual pertenece la Región Valle Intermontano Central y Montañosa Sur) y la Región Tropical del Pacífico (a la cual pertenecen la Regiones Pacífico Norte, Sur y Central, con dos estaciones bien definidas, la húmeda y seca) (Solano & Villalobos, 2001)

Diferenciándose por lo tanto, siete grandes regiones climáticas: Pacífico Norte, Pacífico Central, Pacífico Sur, Región Central, Zona Norte, Región Caribe Norte y Región Caribe Sur; las cuales a su vez se subdividen; como se puede observar en la imagen 3.87.

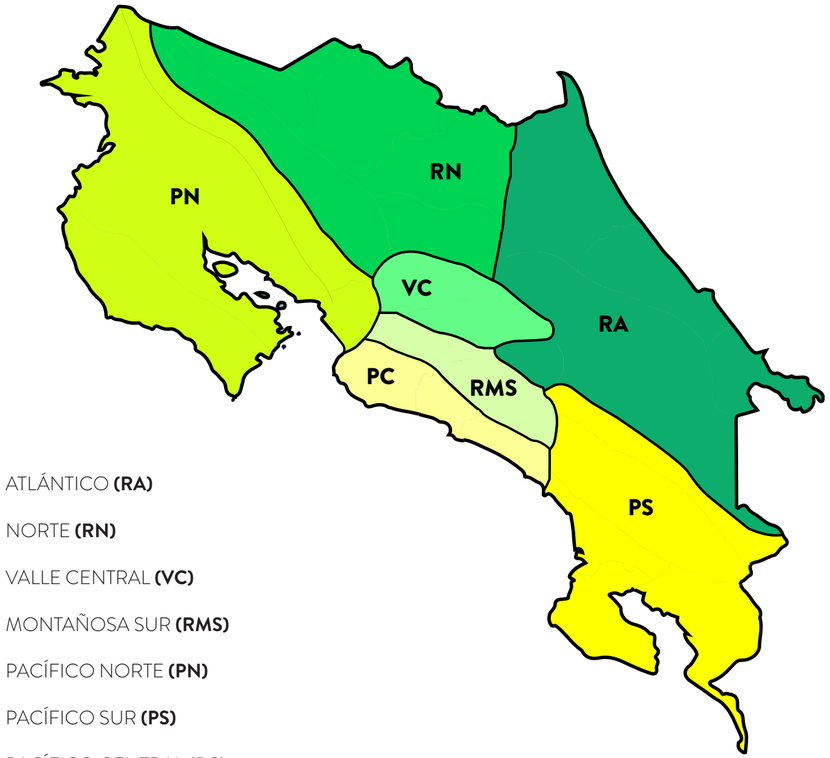


(RTHA) REGIÓN TROPICAL HÚMEDA DEL ATLÁNTICO

(RCI) REGIÓN CENTRAL INTERMONTANA

(RTP) REGIÓN TROPICAL DEL PACÍFICO

Imagen 3.86, Las tres macro regiones geográfico/climáticas. Elaboración Propia basado en "Regiones y Subregiones Climática de Costa Rica". (Solano & Villalobos, 2001)



REGIÓN ATLÁNTICO **(RA)**

REGIÓN NORTE **(RN)**

REGIÓN VALLE CENTRAL **(VC)**

REGIÓN MONTAÑOSA SUR **(RMS)**

REGIÓN PACÍFICO NORTE **(PN)**

REGIÓN PACÍFICO SUR **(PS)**

REGIÓN PACÍFICO CENTRAL **(PC)**

Imagen 3.87, Las siete regiones geográfico/climáticas. Elaboración Propia basado en "Regiones y Subregiones Climática de Costa Rica". (Solano & Villalobos, 2001).

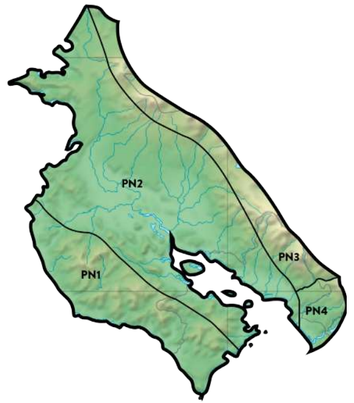


Imagen 3.88, Región Pacífico Norte. Elaboración Propia basado en "Regiones y Subregiones Climática de Costa Rica". (Solano & Villalobos, 2001)

Caracterizada por ser la región más extensa, donde se destaca la variedad de climas del Pacífico nacional, por lo que se segmenta en cuatro subregiones:

- **(PN1)** Subregión Occidental de la Península de Nicoya
- **(PN2)** Subregión Central del Pacífico Norte
- **(PN3)** Base y faldas de las cordilleras de Guanacaste y Tilarán
- **(PN4)** Cuenca baja de los ríos Barranca y Grande de Tárcoles

Región Pacífico Norte

Se extiende de la provincia de Guanacaste al norte del país, ciertos cantones de la provincia de Puntarenas (Esparza y Montes de Oro) y cantones de la provincia de Alajuela (Orotina y San Mateo). La región Pacífico Norte pertenece al régimen de precipitación del Pacífico, conocido por la presencia de un período seco y otro lluvioso bien definidos (Solano & Villalobos, 2001). Zona de menor riqueza hídrica del país, a pesar de que todo su territorio esta regado por ríos, el caudal de su red hidrográfica, dominada por el río Tempisque, disminuye notablemente durante la estación seca que se prolonga por cinco o seis meses a partir de diciembre.

Condiciones generales: Predomina como característica relevante, el severo clima que se presenta en la planicie guanacasteca, en donde en algunos años suele presentarse un fuerte escasez pluvial, pues la irregularidad es lo normal. Además, se presentan pequeñas áreas aisladas de clima templado, es posible encontrarlas en altitudes de 800 a 1500 msnm, en las laderas altas de los edificios volcánicos, en la vertiente opuesta a los alisios. Se le conoce también como climas de faldas de la cordillera del lado del Pacífico, por encontrarse en regiones montañosas. La temperatura de la región va de moderada a alta, con un período seco relativo a cada Subregión, que va de tres a seis meses. (Solano & Villalobos, 2001)

En el imagen 3.96, se observan los valores de las variables climático y aspectos específicos en lo referente a precipitación media anual, temperatura máxima, mínima y media anual, número de días con lluvia promedio y duración aproximado del Período seco.

Períodos: El período seco se da de diciembre a marzo, en este período precipita un 4% del total de lluvia anual. Abril es el mes de transición, en mayo se establecen las lluvias alrededor de la tercera década del mes. El primer período lluvioso se da entre mayo y agosto precipitándose el 50% del total. En junio ocurre el primer máximo de lluvia, al intensificarse los vientos suroestes, vientos que provocan tormentas locales y fuertes aguaceros. Entre julio y agosto, los vientos alisios se vuelven a intensificar, como consecuencia el veranillo del pacífico; un segundo período lluvioso se extiende desde setiembre hasta noviembre. Durante setiembre y octubre se produce el mayor aporte de lluvia, asociado generalmente a los eventos ciclónicos; donde se precipita el 46% de la lluvia anual. Noviembre es un mes de transición hacia el período seco. (CRRH, 2008)

Región Pacífico Sur.

Región extensa que se ubica al sureste del Pacífico Central, extendiéndose desde Punta Uvita, San Isidro del General, estribaciones de la Cordillera de Talamanca del lado del Pacífico, Cerro Darí, hasta Cerro Echandí, cerro límite con la frontera de Panamá, hasta Punta Burica. Comprendiendo todo el Valle del General, la Península de Osa, Valle de Coto Colorado, Valle de Coto Brus, Golfito.

Ubicada en la parte más sureste del Pacífico de Costa Rica, con contraste geográficos como, los extensos valles, al norte la barrera montañosa de la Cordillera de Talamanca, influencia oceánica la cual genera en esta región un régimen de lluvias sumamente contrastado al resto de las regiones de la vertiente, percibiéndose un clima en donde el período seco es muy corto, favorable, mientras que el lluvioso es intenso, además áreas pequeñas con clima tropical húmedo y lluvias todo el año. (Solano & Villalobos, 2001)

Con un componente hidrográfico rico, producto de su relieve montañoso lo que la convierte en una zona de alto potencial hidroeléctrico y para el abastecimiento de agua a la población y actividades socio productivas.

Condiciones generales: La magnitud de la precipitación anual aumenta hacia el sur de la región, mientras que la lluvia es menor en las partes altas de la cordillera debido a la influencia del Alisio en los meses secos y de veranillo. La lluvia aumenta en el pie de monte y los valles producido por un importante aporte de las brisas de montaña; siendo los mayores núcleos de precipitación: la península, al norte de Golfito y en Ciudad Neily. Esta es la zona más lluviosa del país gracias a su estructura geográfica (la cordillera más alta), la influencia de la zona de Convergencia Intertropical y los vientos predominantes. Durante el día el viento predominante es el de oeste o del suroeste, que corresponden a brisas del mar y los vientos ecuatoriales. Durante las noches predominan los vientos calmos y corresponden con brisas de montaña originadas en la cordillera de Talamanca, con direcciones noreste y norte (Mena, 2008).

Períodos: Los variados accidentes geográficos generan un régimen de lluvias contrastante con relación al resto de las regiones de la vertiente pacífica, contraste que se percibe en un clima en donde el período seco es corto, mientras el lluvioso es el más intenso y largo.

El período seco va de enero a marzo, siendo abril un mes de transición, con excepción de la zona del valle del General donde se presentan lluvias a finales de abril y principios de mayo, en esta fase se precipita el 11% del total de lluvia anual. El primer período lluvioso se da entre los meses de mayo y agosto cuando precipita el 43% del total. Durante el segundo periodo lluvioso en los mese de setiembre, octubre y noviembre precipita el 46% de la lluvia anual, mientras que Diciembre se comporta como el mes de transición. (CRRH, 2008)

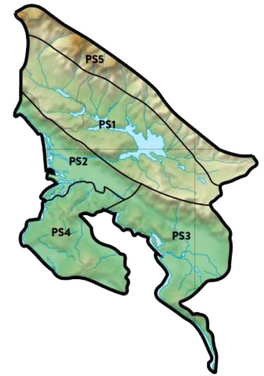


Imagen 3.89, Región Pacífico Sur. Elaboración Propia basado en "Regiones y Subregiones Climática de Costa Rica". (Solano & Villalobos, 2001)

La Región se segmenta en cinco subregiones:

- **(PS1)** Valle del General y de Coto Brus
- **(PS2)** Valle de Diquís
- **(PS3)** Valle Coto Colorado
- **(PS4)** Península de Osa
- **(PS5)** Faldas del Pacífico de la Cordillera de Talamanca

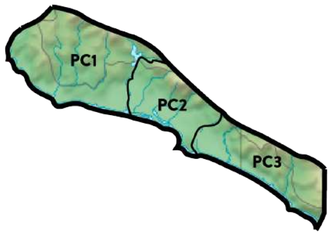


Imagen 3.90, Región Pacífico Central. Elaboración Propia basado en "Regiones y Subregiones Climática de Costa Rica". (Solano & Villalobos, 2001)

La región se segmenta en tres subregiones:

(PC1) Valle de Parrita

(PC2) Cuenca del Río Naranjo, Quepos

(PC3) Cuenca del Río Barú. Dominical

Región Pacífico Central

Localizada en la parte central de la Vertiente del Pacífico de Costa Rica, extendiéndose desde Playa Herradura o Jacó, hasta Dominical, Cerros de Herradura, Cerro Turrubares, Cerro Cangreja, partes bajas (pie de monte) de la Fila Costeña; comprende el poblado de Tinamaste, todo el Valle de Parrita, Quepos y Manuel Antonio. Se caracteriza por presentar el régimen de precipitación del Pacífico. Su posición geográfica al sureste, cuya protección al norte proporcionada por la cadena montañosa de la Fila Costera o Brunqueña, impiden la incursión de vientos alisios del noreste, ocasionando ciertas modificaciones de dicho régimen del Pacífico, caracterizando la región, como es el clima tropical con estación seca, con un período lluvioso muy largo y severo, y un período seco corto y moderado. (Solano & Villalobos, 2001)

Con un potencial hidrográfico importante, destacándose las cuencas de los ríos Bongo, lagarto, Guacimal, Aranjuez, Barranca, Jesús María, Grande de Tarcoles, Tusubres, Parrita, Parrita, Damas, Naranjo, Savegre y Barú.
Condiciones generales: Mayor precipitación en los valles y hacia el sur de la región a causa de tres factores: la distancia tan cercana al pie de monte de la Fila Brunqueña, el dominio de los vientos suroestes del pacifico y la mayor cercanía a la influencia de la zona de convergencia intertropical.

Durante la mayor parte del día, el viento predominante es un componente proveniente del Sur, mientras durante la noche es generalmente Alisio o calmo. (Mena, 2008)

Períodos: El clima presente es tropical con estación seca corta y moderada, con un período lluvioso severo y largo presente mayormente hacia el sur de la región. El período seco se da de enero a marzo, período en el cual se precipita un 4% del total de lluvia anual. Abril es un mes de transición, previo al establecimiento de la temporada de lluvias a inicios de mayo. El primer período lluvioso se da entre mayo y agosto precipitándose el 52% del total, el resto se da en el segundo periodo lluvioso en el cual se precipita el 44% de la lluvia anual. Diciembre es un mes de transición. (CRRH, 2008)

Región Norte

Región ubicada al norte del país, cuya frontera es Nicaragua, limitando al sur con la Cordillera Volcánica Central, al Oeste el límite de esta región lo forman la Cordillera de Guanacaste y la Cordillera de Tilarán. El Río Chirripó forma el límite determinado entre la Región Norte y la Región del Caribe. (Solano & Villalobos, 2001)

En lo que respecta a sus recursos hidrológicos, no posee grandes ríos o fuentes de agua, de hecho en periodos de verano los problemas asociados al recurso hídrico se agravan.

Alguno ríos son: Río Peñas Blancas y San Carlos (oeste), río Sarapiquí(al este), río La Vieja, Aguas Zarcas, Caño Negro, Toro Amarillo (al sur), río Frío, Medio Queso y el río San Juan (al norte); además cuenta con la laguna del Arenal, Río Cuarto y Caño Negro.

Condiciones generales: Esta región pertenece al régimen de precipitación del Caribe, al cual se le identifica como lluvioso todo el año, mientras que en los meses de febrero, marzo y octubre se da una disminución de las precipitaciones. De clima tropical húmedo (típico ecuatorial desplazado), el cual presenta dos rasgos esenciales que son: 1) ningún mes del año tiene temperaturas inferiores a los 22C°; 2) no presenta promedios pluviométricos mensuales superiores a los 75 mm.

Con contrastes en la lluvia, ya que en ella interactúan tanto elementos climáticos como factores geográficos propios de la región, debido a su relieve montañoso, llanuras extensas y la influencia al noroeste, del lago de Nicaragua, de manera que se establecen una serie de pequeñas subregiones climáticas. Durante el año los vientos predominantes provienen del este, con una mayor intensidad en los meses de diciembre a febrero, además las zonas altas de la Cordillera Volcánica Central suelen ser afectadas por los vientos provenientes del suroeste.

Las mayores precipitaciones se presentan en la zona del pie de monte de la Cordillera Volcánica Central y hacia el este de la zona, cerca de la barra del Colorado donde existe uno de los máximos núcleos de precipitación del país. En las llanuras de San Carlos y los Guatusos, la precipitación tiende a disminuir por mayor influencia del régimen del pacífico. En el pie del monte de la Cordillera Volcánica de Guanacaste se presentan precipitaciones anuales superiores a los 2000mm, mientras que en las partes altas de la cordillera la influencia del pacífico tiende a disminuir las lluvias.

Períodos: Superada solo por el Pacífico sur y el Caribe norte, se considera la tercera región más lluviosa del país, una zona que presenta un solo período lluvioso que se inicia en mayo y finaliza en diciembre o enero. Durante los meses de fin y principio del año, el aporte generado por los frentes fríos es muy importante para sostener las actividades agropecuarias de la zona, donde generalmente los frentes frios son los eventos que más aportan al total de lluvia anual, se estima un 6% del total anual. (CRRH, 2008)

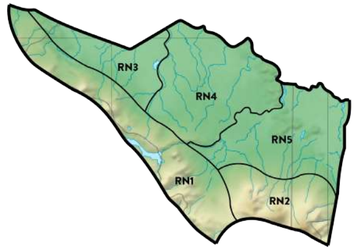


Imagen 3.91, Región Norte. Elaboración Propia basado en "Regiones y Subregiones Climática de Costa Rica". (Solano & Villalobos, 2001)

La Región se segmenta en cinco subregiones:

(RN1) Faldas Orientales de las Cordilleras de Guanacaste y de Tilarán

(RN2) Faldas del Norte de la Cordillera Volcánica Central

(RN3) Llanuras de los Guatusos

(RN4) Llanuras de San Carlos

(RN5) Llanura de Sarapiquí

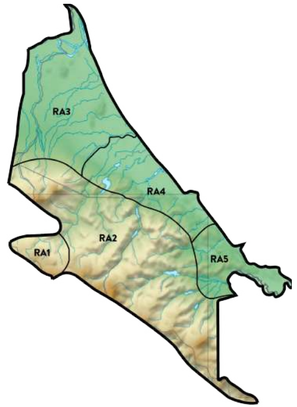


Imagen 3.92, Región Atlántica. Elaboración Propia basado en "Regiones y Subregiones Climática de Costa Rica". (Solano & Villalobos, 2001)

La región se segmenta en cinco subregiones:

(RA1) Cuenca de los ríos Macho, Grande de Orosí y Pejibaye

(RA2) Faldas del Atlántico del Macizo Irazú-Turrialba y de la Cordillera de Talamanca - Valle del Reventazón

(RA3) Llanura de Tortuguero

(RA4) Llanuras de Santa Clara y Matina, y Cuenca del Río Banano

(RA5) Al Sur de la Cuenca de Río Banano

Región Atlántica

Se localiza en la zona este y noreste del país, Abarcando toda la costa caribeña, desde barra del Colorado hasta el río Sixaola, limitando hacia el sur con la Cordillera de Talamanca, y al oeste el río Chirripó.
Comprende toda la provincia de Limón, y la parte oriental de la provincia de Cartago (desde Turrialba hacia el Este).

Una región de clima tropical húmedo, de lluvia abundante, siendo más pronunciada en las partes montañosas, zonas en las que llueve aproximadamente todo el año. La región Atlántica presenta una serie de subregiones pequeñas, producto de la misma diversidad de factores de la Región Norte, de manera que se encuentran áreas con clima lluvioso, principalmente en las llanuras y en alturas inferiores a los 60 metros sobre el nivel del mar (msnm), áreas con clima de las faldas de la Cordillera Volcánica del Norte del lado Caribe, en alturas de 600 a 1600 msnm. (Solano & Villalobos, 2001)

El sistema hidrográfico corresponde a las subvertientes caribe y norte de la Vertiente del Caribe. A la primera la componen las cuencas de los ríos Sixaola, Reventazón, Parísmina, Matina, Estrella, Tortuguero, Pacuare, Moín, Banano, Bananito, Madre de Dios y Sini. A la Subvertiente Norte la componen la Cuenca del Río Chirripó, drenada por el río de igual nombre, que nace de la afluencia de los ríos Sucio y Patria.

Condiciones generales: Se sugiere establecer una diferenciación entre la parte norte y la sur de la región, debido a la precipitación mensual y anual registrada en la vertiente. El gradiente de precipitación corre de norte a sur, se divide la región en el caribe norte y el caribe sur, donde precipitación en la parte norte va desde 3500 a más de 4500mm por año, mientras que en la parte sur, la precipitación es menor ya que va de los 3000 y 25000mm.
La temperatura, tanto la máxima como la mínima, suele ser más alta en la subregión norte; además los vientos contrastan la zona, ya que el norte al poseer grandes zonas de llanura, predominan los vientos alisios, mientras que al sur, por ser más montañoso, de fuerte pendiente y cercano a la costa, se pueden presentan vientos de componente oeste.

Períodos: Tanto para el Caribe Norte como para el Caribe Sur, se presentan dos períodos lluviosos interrumpidos por mínimos relativos, el primero período por mínimos relativos se da entre setiembre y octubre.
A partir de noviembre, se inicia el periodo más lluvioso que finaliza en el mes de febrero, durante dicho período el mayor aporte a la precipitación lo dan los frentes fríos que bajan del Polo norte y que se relaciona con el primer máximo de precipitaciones entre diciembre y enero, período donde se precipita aproximadamente el 40% del total anual

de lluvias tanto en el caribe Norte como en el Caribe Sur. Entre febrero y marzo se presenta el segundo mínimo relativo para luego presentarse un nuevo periodo lluvioso que inicia en abril, el cual finaliza en la transición de agosto a setiembre. Entre julio y agosto principalmente, el viento Alisio se intensifica, aumentando el ingreso de ondas tropicales, así como vaguadas de altura a la costa, provocando que el mes de julio se presente el segundo máximo de lluvias, por lo que el aporte es del 46% en ambas regiones.

Los meses de final y principio de año son los meses de mayor amplitud de lluvias, amplitud que obedece al aporte extraordinario de eventos lluviosos extremos asociados con frentes fríos sobre todo en durante el mes de diciembre. El mínimo relativo de precipitación coincide con las temperaturas elevadas de setiembre, mientras que las altas temperaturas de mayo y junio se asocian con una disminución del viento alisio. (CRRH, 2008)

Región Montañosa del Sur

Una pequeña región localizada entre la región Pacífico central al sur y la región del Valle central al norte, generalmente considerada parte del sistema de la Primera región, debido a que condiciona y comparte muchas de sus características climáticas.

Región ubicada al sur del Valle Intermontano Central, o al sur de los Cerros del Tablazo, Candelaria y Puriscal. En dicha pequeña región montañosa sobresalen los valles de altura, es una región intermedia entre el Valle Intermontano Central y la región del Pacífico Central, por lo que sus características, como las de cada región, son muy propias, debido a su relieve montañoso de alturas medias de 800 a 1000 msnm, que la hacen ser un punto climático intermedio entre las lluvias moderadas del Valle Intermontano y las lluvias torrenciales del Pacífico Central.

El clima es modificado por factores citados anteriormente, por lo que además se registran temperaturas cálidas en las partes bajas y temperaturas frías en las partes altas. (Solano & Villalobos, 2001)

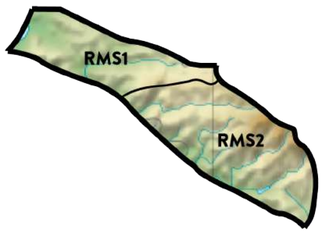


Imagen 3.93, Región Montañosa del Sur. Elaboración Propia basado en "Regiones y Subregiones Climática de Costa Rica". (Solano & Villalobos, 2001)

La región se segmenta en dos subregiones:

(RMS1) Cuenca Alta de los Ríos Turrubares y Tulín, y el Valle de Candelaria

(RMS2) Cuenca Alta del Río Pirrís o Parrita

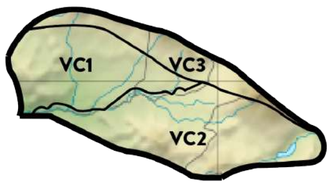


Imagen 3.94, Región Pacífico Central. Elaboración Propia basado en "Regiones y Subregiones Climática de Costa Rica". (Solano & Villalobos, 2001)

La región se segmenta en tres subregiones:

(VC1) Valle Central Occidental

(VC2) Valle Central Oriental

(VC3) Faldas de la Cordillera Volcánica Central (Poás, Barva e Irazú)

Valle Central

Se encuentra en el centro del país, en una demarcada región tectovolcánica limitada al norte por la Cordillera Volcánica Central, al sur por los Cerros de Escazú, Tablazo, Cedral y la Fila Candelaria, Al oeste los Montes del Aguacate y al este por las estribaciones de la Cordillera de Talamanca. Abarcando los más grandes núcleos urbanos de Costa Rica, las provincias de San José, Heredia; Alajuela y Cartago. En el sector Occidental de la región están ubicadas en su parte media y alta, varias de las principales cuencas hidrográficas de las pais que abastecen el 50% del agua potable demandada por la población y la industria.

La región del Valle Central es afectada por condiciones meteorológicas del Pacífico (vientos ecuatoriales y la Zona de Confluencia Intertropical (ZCI), y condiciones del Caribe (vientos alisios del noreste, con derrame de nubosidad y lluvias débiles). La ubicación geográfica y su climatología condicionada por variables del Caribe y Pacífica, enlazan varios tipos de clima que sobresalen en áreas pequeñas como son: climas de las faldas del Caribe, clima de las faldas del Pacífico, áreas en donde se reduce el período seco a un mes, y pequeñas áreas de clima templado. (Solano & Villalobos, 2001)

Condiciones generales : En las parte bajas del valle Occidental se puede encontrar un clima seco con marcada influencia del Pacífico; en las partes medias que corresponden a las cabeceras (San José, Heredia, Cartago y Alajuela) se experimenta un clima templado; en las zonas altas el cima es un poco más lluvioso y frío, característico de las zonas montañosas. Durante las mañanas el viendo predominante de toda la temporada lluviosa es viento calmo o alisios débil, por las tardes en la temporada seca predominan los oeste y durante el veranillo el alisio domina todo el día.

Períodos: El valle Occidental es más bajo, cálido y lluvioso sobre todo entre setiembre - noviembre, con mayor influencia del pacífico; el valle Oriental es más alto, frío y de menor precipitación, con una mayor influencia del Caribe durante los meses de final y principio de año.

A pesar de que el valle occidental es más lluvioso que el valle oriental, el Oriental posee más días de lluvia, además de mayor precipitación durante los meses de enero, y febrero por la influencia del caribe. En el valle oriental presenta cantidad de precipitación anual igual o incluso inferior a la zona más seca del Pacifico Norte. Con períodos secos de enero a marzo, pero que, por influencia del Caribe durante el periodo seco, permite que la humedad ambiental no sea tan baja y las temperaturas no tan altas como en el pacifico Norte. A pesar de dichas condiciones el Valle oriental es en promedio la zona más seca del país (CRRH, 2008).

(PN)
- **(PN1)** Subregión Occidental de la Península de Nicoya
- **(PN2)** Subregión Central del Pacífico Norte
- **(PN3)** Base y faldas de las cordilleras de Guanacaste y Tilarán
- **(PN4)** Cuenca baja de los ríos Barranca y Grande de Tárcoles

(PS)
- **(PS1)** Valle del General y de Coto Brus
- **(PS2)** Valle de Diquís
- **(PS3)** Valle Coto Colorado
- **(PS4)** Península de Osa
- **(PS5)** Faldas del Pacífico de la Cordillera de Talamanca

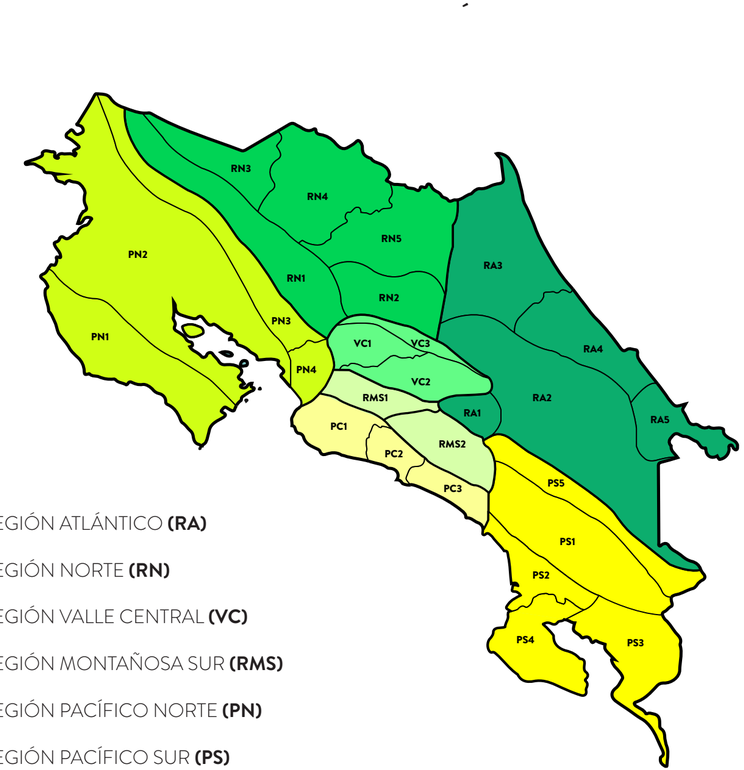
(PC)
- **(PC1)** Valle de Parrita
- **(PC2)** Cuenca del Río Naranjo, Quepos
- **(PC3)** Cuenca del Río Barú. Dominical

(RMS)
- **(RMS1)** Cuenca Alta de los Ríos Turrubares y Tulín, y el Valle de Candelaria
- **(RMS2)** Cuenca Alta del Río Pirrís o Parrita

(VC)
- **(VC1)** Valle Central Occidental
- **(VC2)** Valle Central Oriental
- **(VC3)** Faldas de la Cordillera Volcánica Central (Poás, Barva e Irazú)

(RN)
- **(RN1)** Faldas Orientales de las Cordilleras de Guanacaste y de Tilarán
- **(RN2)** Faldas del Norte de la Cordillera Volcánica Central
- **(RN3)** Llanuras de los Guatusos
- **(RN4)** Llanuras de San Carlos
- **(RN5)** Llanura de Sarapiquí

(RA)
- **(RA1)** Cuenca de los ríos Macho, Grande de Orosi y Pejibaye
- **(RA2)** Faldas del Atlántico del Macizo Irazú-Turrialba y de la Cordillera de Talamanca - Valle del Reventazón
- **(RA3)** Llanura de Tortuguero
- **(RA4)** Llanuras de Santa Clara y Matina, y Cuenca del Río Banano
- **(RA5)** Al Sur de la Cuenca de Río Banano



REGIÓN ATLÁNTICO **(RA)**

REGIÓN NORTE **(RN)**

REGIÓN VALLE CENTRAL **(VC)**

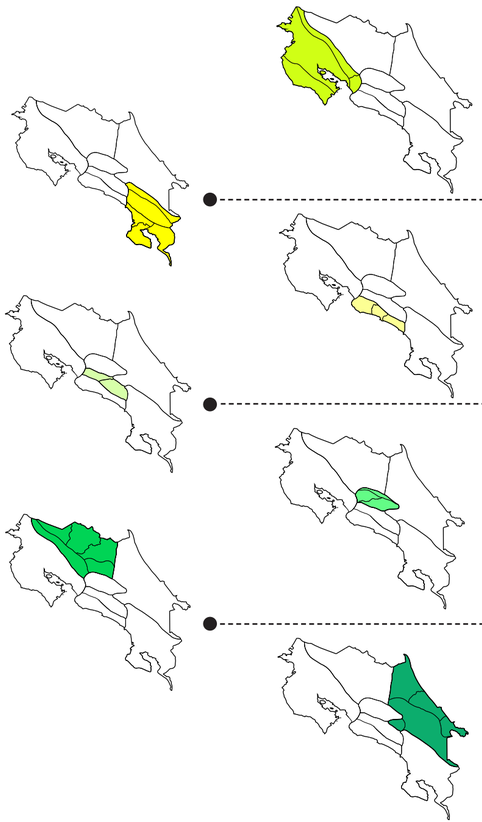
REGIÓN MONTAÑOSA SUR **(RMS)**

REGIÓN PACÍFICO NORTE **(PN)**

REGIÓN PACÍFICO SUR **(PS)**

REGIÓN PACÍFICO CENTRAL **(PC)**

Imagen 3.95, Las veintisiete regiones geográfico/climáticas. Elaboración Propia basado en "Regiones y Subregiones Climática de Costa Rica". (Solano & Villalobos, 2001).



REGIÓN PACIFICO NORTE **(PN)**

REGIÓN PACÍFICO SUR **(PS)**

REGIÓN PACÍFICO CENTRAL **(PC)**

REGIÓN MONTAÑOSA SUR **(RMS)**

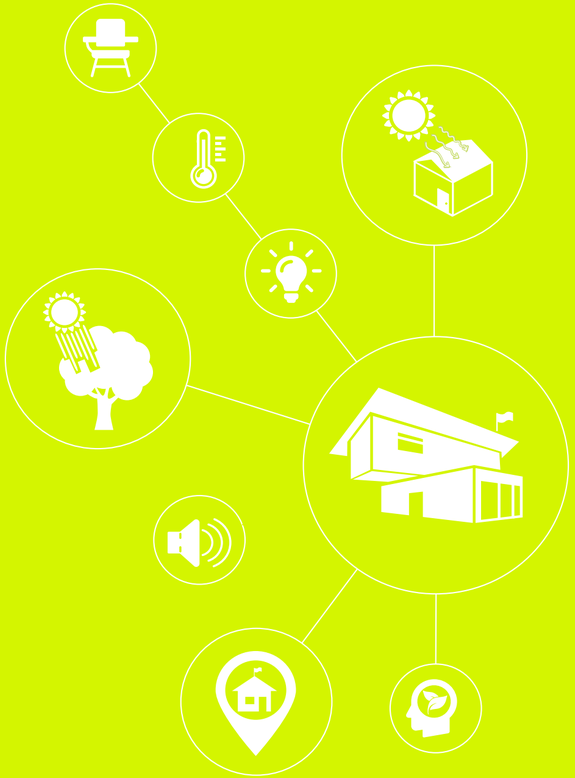
REGIÓN VALLE CENTRAL **(VC)**

REGIÓN NORTE **(RN)**

REGIÓN ATLÁNTICO **(RA)**

Imagen 3.96: Cuadros sinóptico-climáticos con características de cada una de las regiones geográfico/climáticas de Costa Rica. Basado en "Regiones y Subregiones Climática de Costa Rica". (Solano & Villalobos, 2001) Modificado por autores.

ZONA	LLUVIA MEDIA ANUAL (mm)	TEMP. MAX. MEDIA ANUAL (C°)	TEMP. MÍN. MEDIA ANUAL (C°)	TEMP. MEDIA ANUAL (C°)	PROMEDIO DÍAS DE LLUVIA	DURACIÓN DE PERÍODO SECO	TIPO DE CLIMA
PN1	2385	30	23	25 a 30	99	4	Lluvioso con influencia monzónico - de sequía
PN2	1800	33	22	28	97	5	De sequía
PN3	2462	25	17	21	173	3	Lluvioso con influencia monzónico
PN4	2637	27 a 30	20 a 23	25 a 28	111	4	Lluvioso con influencia monzónico
PS1	3050	29	18	23	175	3	Lluvioso con influencia monzónico
PS2	3710	32	22	27	174	2	Lluvioso con influencia monzónico
PS3	4820	32	22	27	220	sin período	Excesivo con lluvias del pacífico - lluvioso con influencia monzónico - Faldas de la Cordillera del lado Pacífico
PS4	4282	>30	17 a 23	27	192	sin período	Lluvioso con influencia monzónico
PS5	3320	24	17	20	211	sin período	Faldas de la Cordillera del lado Pacífico
PC1	3122	>30	18 a 23	28	140	3	Lluvioso con influencia monzónico
PC2	3689	30	22	26	163	2	Lluvioso con influencia monzónico
PC3	3923	25	19	22	148	3	Lluvioso con influencia monzónico
RMS1	2370	25	16	20	149	4	Faldas de la Cordillera del lado Pacífico
RMS2	2190	20	8	14	147	4	Faldas de la Cordillera del lado Pacífico - seco de altura
VC1	1950	27	18	22	129	5	De sequía - De meseta central
VC2	2016	26	15	20	128	1	De meseta central
VC3	2820	21	10	15	(1500 msnm) 126 (>1600msnm) 147	sin período	Seco de altura - Lluvioso de altura
RN1	3100	30	21	25	225	sin período	Lluvioso con influencia monzónico - lluvioso o Atlántico - Faldas de la cordillera de lado Atlantico - Faldas de la cordillera de lado Pacifico
RN2	3768	24	17	20	226	sin período	Faldas de la cordillera de lado Atlantico- Lluvioso de altura - Excesivo en lluvia del atlantico - Seco de altura -
RN3	2722	31	22	26	204	3	Lluvioso con influencia monzónico
RN4	3020	31	20	26	184	sin período	Lluvioso o Atlántico
RN5	3710	31	21	26	193	sin período	Excesvos en lluvias del Atlántico
RA1	4150	23	13 a 16	19	248	sin período	Faldas de la cordillera de lado Atlántico
RA2	2300	25	14	20	190	sin período	Faldas de la cordillera de lado Atlántico - Lluvioso o Atlantico- lluvioso de altura
RA3	4860	30	20	25	226	sin período	Excesivo con lluvias del Atlántico
RA4	3844	30	21	25	201	sin período	Lluvioso o Atlántico
RA5	2470	31	21	26	166	sin período	Lluvioso o Atlántico



CONCLUSIONES

1. Es imperante la creación de espacios educativos y centros escolares que promuevan calidad de ambiente, tomando al usuario como el principal actor.

2.Para que la educación se vea beneficiada de la infraestructura esta va a depender de la adaptación de la misma al entorno.

3.Uno de los principales factores que se debe tomar en cuenta para el bienestar de cualquier ser humano en un espacio construido es el confort- Sensación de Bienestar integral.

4.Se debe conocer el usuario al cual nos dirigimos para tomar en cuenta su escala, áreas de confort, edad, y rangos de temporalidad.

5.El entorno debe ser siempre una de las variables más importantes a la hora de diseñar un proyecto, ya que es este quien nos presenta pautas y variables para poder vivir en armonía con el.

6.Es de suma importancia tomar conciencia de que el diseño debe aportar al entorno, contribuir con mejorar el medio ambiente y utilizar los recursos naturales que nos ofrece. (aprovechamiento de luz solar, ventilación natural, recolección de agua llovida, vegetación existente, entre otros)

7. La arquitectura, como diseño responsable podría aportar beneficios al lugar y al ser humano. Asimismo, no se debe diseñar sin tomar en cuenta los posibles escenarios que vayan a existir debido a todo el cambio climático que se está viviendo en el mundo entero.

8. Existe una necesidad de diseñar modelos educativos que respondan a necesidades reales de cada zona, no un arquetipo repetitivo que no cumpla con las necesidades básicas de confort y que a la vez estimule a los usuarios.

METODOLOGÍA DE MAPEOS / LÓGICA DE TRASLAPES....189

TRASLAPE 1.1....194

TRASLAPE 1.2....200

TRASLAPE 2....202

TRASLAPE 3....206

TRASLAPE 4 Y SELECCIÓN DE CASOS DE ESTUDIO....208

ANÁLISIS CLIMÁTICO ESPECÍFICO POR UBICACIÓN DE CASO DE ESTUDIO SELECCIONADA....212

ESTRATEGIAS DE DISEÑO BIOCLIMÁTICO ESPECÍFICA PARA CADA CASO DE ESTUDIO Y SU RESPECTIVA ZONA DE VIDA....232

ANÁLISIS SOCIO-ECONÓMICO DE LAS ZONAS DE ESTUDIO....272

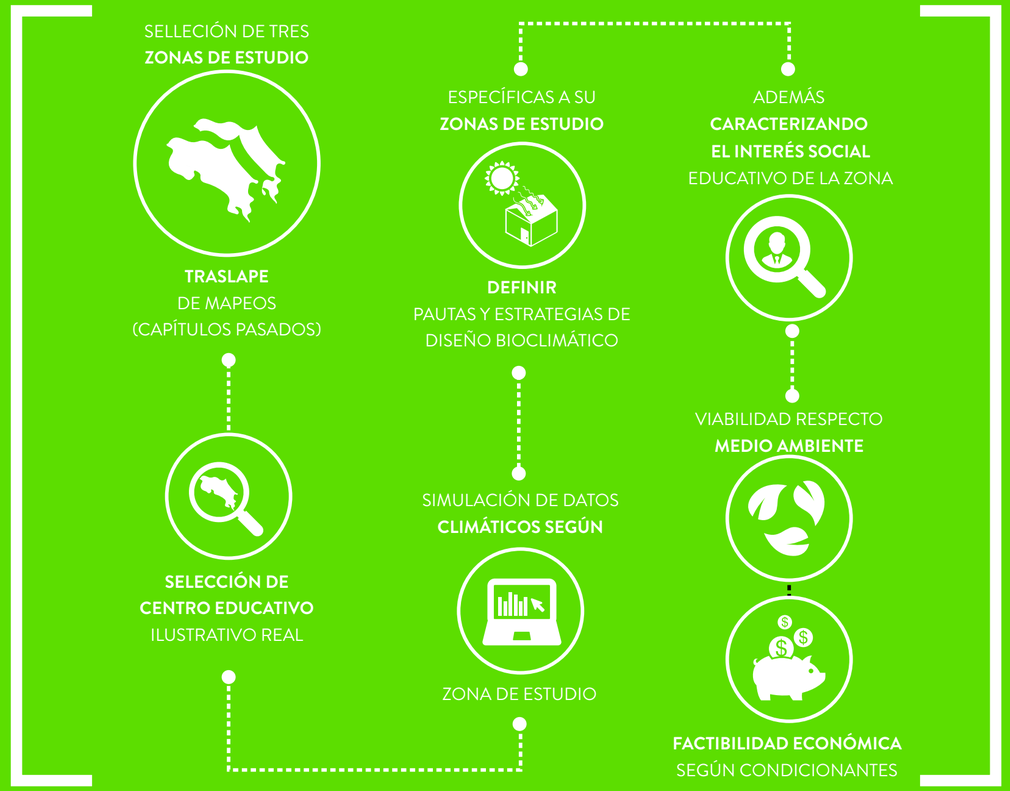
VIABILIDAD AMBIENTAL....286

CONCLUSIONES....289

C4

CAPITULO 4

ZONAS DE ESTUDIO



SIPNOPSIS CAPITULAR

Se delimitan las tres zonas de estudio a partir de las variables presentadas en los capítulos anteriores, por medio de traslapes. Permitiendo establecer a su vez características específicas de cada zona, como:

- -Clasificación educativa
- -Estado actual
- -entorno ambiental / físico / socio-económico
- - Zonas de Vida con características extremas

Además, para comprender el contexto de cada escuela se realiza un caracterización de la zona, es decir características generales de cada sitio, con el fin de comprender su desarrollo social, laboral, educativo y de infraestructura. Por medio de los estudios anteriores, se establecen estrategias pasivas específicas para cada escuela según su respectiva Zona de Vida tomando en cuenta los parámetros de confort obtenidos por las simulaciones climáticas realizadas a cada sector.

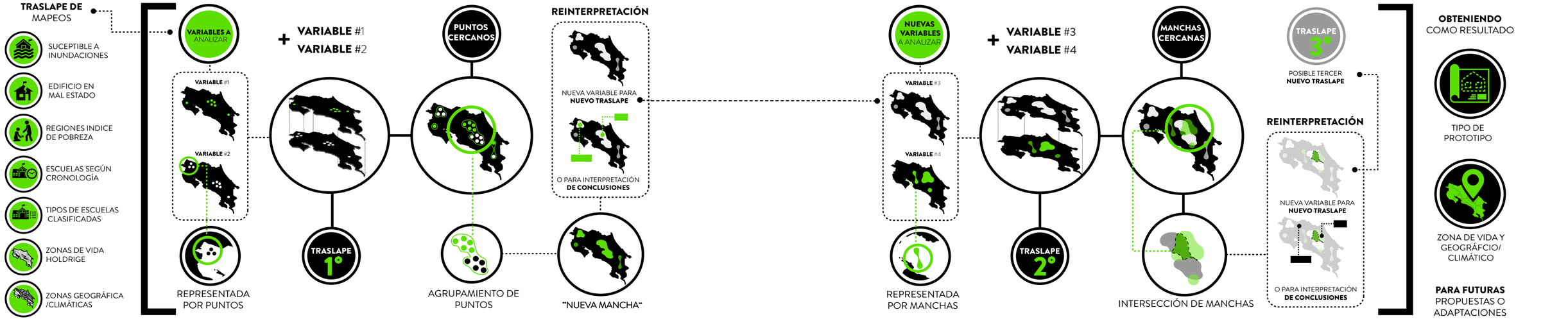


Imagen 4.1, Diagrama metodológico para comprender los Traslapes realizados para la selección de zonas con mayor vulnerabilidad, Elaboración Propia

Metodología

El traslape de mapeos o de variables permitirá establecer las tres zonas de estudio y tres tipologías de prototipos, para generar propuestas orientadas a mejorar el nivel de infraestructura educativa según sea su necesidad y ubicación específica.

Las zonas de estudio serán determinadas por la coincidencia o intersección en el traslape de distintas condiciones extremas (zonas en vulnerabilidad además, de zonas climáticamente extremas), siendo de esta manera las zonas de estudio a trabajar con urgencia dentro de la investigación y su desarrollo. Además, dichas zonas serán traslapadas con las distintas tipologías de prototipos mapeadas dentro del territorio nacional, permitiendo establecer la tipología y su contexto específico de estudio, para las futuras propuestas de rediseño o adaptación para los tres tipos de prototipos.

Como se observa a continuación en la imagen 4.2, de la ¨lógica de traslapes¨, en la cual se da el orden de los mapeos para obtener la información deseada, se determinaron cinco resultados de la superposición.

- Traslape de Puntos: Las variables cuya información está expresada por puntos, representan escuelas reales mapeadas en su ubicación aproximada, por lo que la idea es establecer agrupamiento de puntos o ¨nuevas manchas¨, ya que al ser puntos específicos,

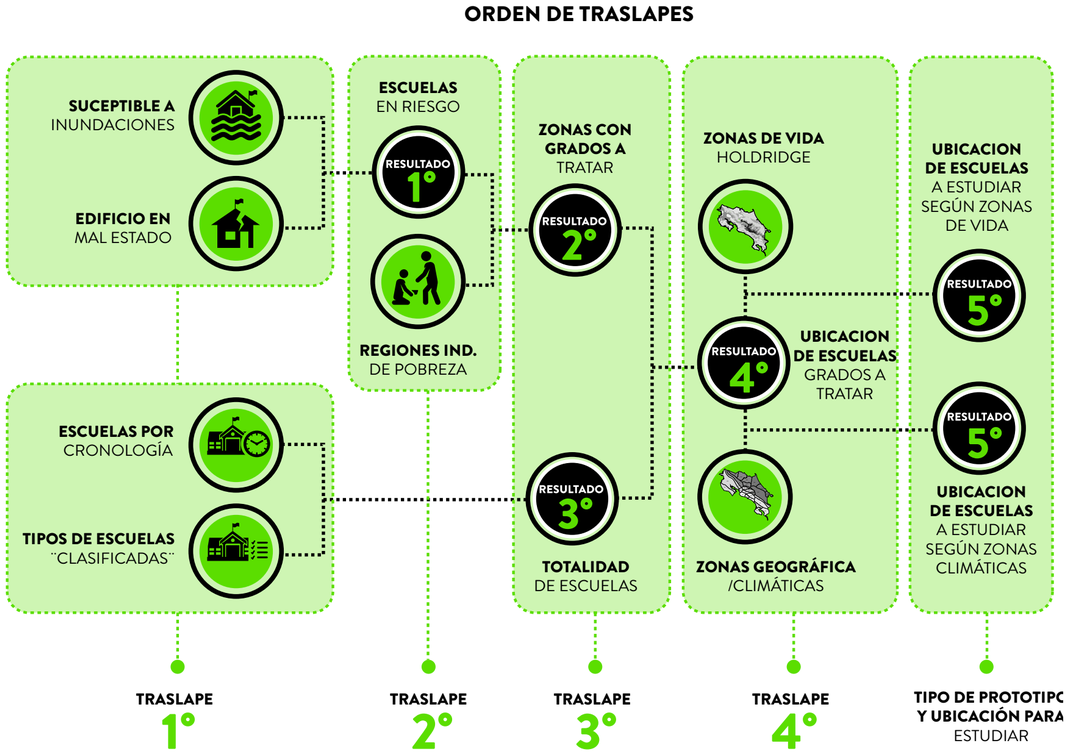


Imagen 4.2, explicación de los traslapes realizados.
Elaboración Propia

pueden no traslaparse de manera exacta por la reconstrucción de los mapeos por los autores, por lo que la búsqueda de relación de cercanía entre los puntos dará paso a los agrupamientos como resultado de la superposición a modo de traducción. Mapeos de agrupamientos que posteriormente serán utilizados para establecer conclusiones y posteriores nuevos traslapes; como es el caso del ¨resultado 1°¨

- Traslape de Manchas:
El resultado de posteriores superposiones de mapas, será determinado por las intersecciones de manchas /regiones como es el caso del ¨resultado 2°¨ o de información particular (puntos específicos) dentro de manchas/regiones como es en los resultados ¨resultados 4° y 5°¨ ; cuya información formará parte de las posibles zonas y tipologías de estudio.

Lógica de Traslapes

La lógica de los traslapes en la investigación va orientada hacia la implementación de nuevas propuestas de infraestructura educativa, en zonas cuya necesidad lo a merite, por lo general zonas con características naturales, artificiales, socio-económicas extremas.

Para determinar las posibles zonas de estudio
Se definen variables como ¨escuelas susceptibles a inundaciones¨ y ¨escuelas en mal estado¨ para establecer zonas de escuelas con gran problemática o en riesgo. La nueva variable se superpondrá con una tercer variable, ¨Incidiencia de pobreza por cantón¨ la cual establece grados de pobreza ya sea, muy alta, alta, media alta, media y baja; cuyo resultado permitirá determinar las nuevas zonas por priorizar, es decir que al relacionarse las zonas de escuelas en riesgo, con zonas de altos grados de pobreza, se crea una nueva variable que se llamará ¨zonas riesgo y sus grados de prioridad¨.

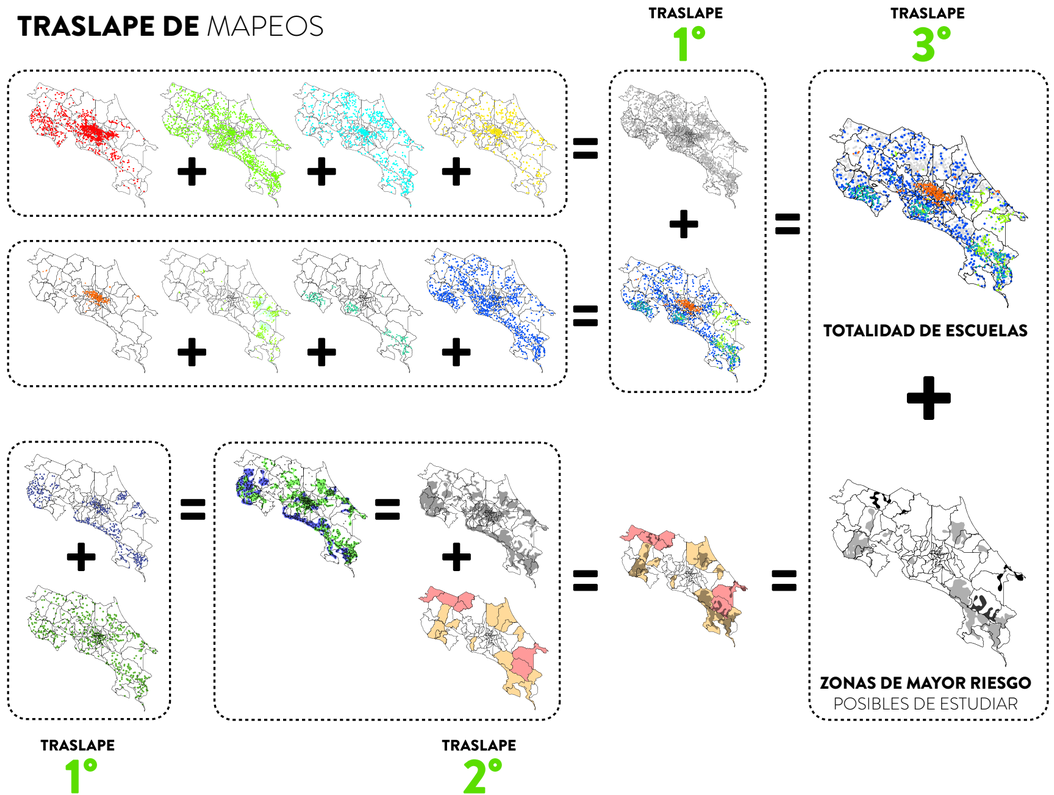
Tipología de escuelas en las zonas de estudio
Para proponer nueva infraestructura en lugares determinados con necesidades adecuadas para la zona, hay que conocer las posibles ubicaciones de escuelas reales en distintos períodos (lo cual nos permitirá comprender la ubicación de posibles asentamientos humanos con necesidades educativas , ya sea por la ubicación de escuelas muy recientes o escuelas muy antiguas o extintas) además, el tipo de escuela que se implantó según las distintas tipologías establecidas por la DIEE, de manera que se sobrepongan dos variables ¨escuelas según cronología¨ y ¨escuelas según clasificación¨, para componer la nueva variable ¨totalidad de escuelas y su clasificación¨

El traslape de **¨totalidad de escuelas y su clasificación¨** y **¨zonas de riesgo y sus grados de prioridad¨**
Dicho traslape dispone la ubicación de las diversas clasificaciones de escuelas en zonas con condiciones extremas (zonas de infraestructura en mal estado, zonas con vulnerabilidad a inundaciones y zonas de muy alta y alta pobreza), por lo tanto, siendo zonas posibles de estudio

Selección Tres zonas de estudio y sus tipologías
Para ello, las posibles zonas de estudio se traslapan con dos nuevas variables o mapas: ¨Zona de Vida de Holdridge¨ y ¨Regiones Geográfico/Climáticas¨, para seleccionar aquellas zonas que coincidan sus condiciones extremas anteriormente mencionadas, con condiciones climáticas extremas.

Antes de abarcar cada uno de los mapeos y sus superposiciones detalladamente se puede observar el resumen ilustrado del orden y lógica de los traslapes a continuación.

TRASLAPE DE MAPEOS



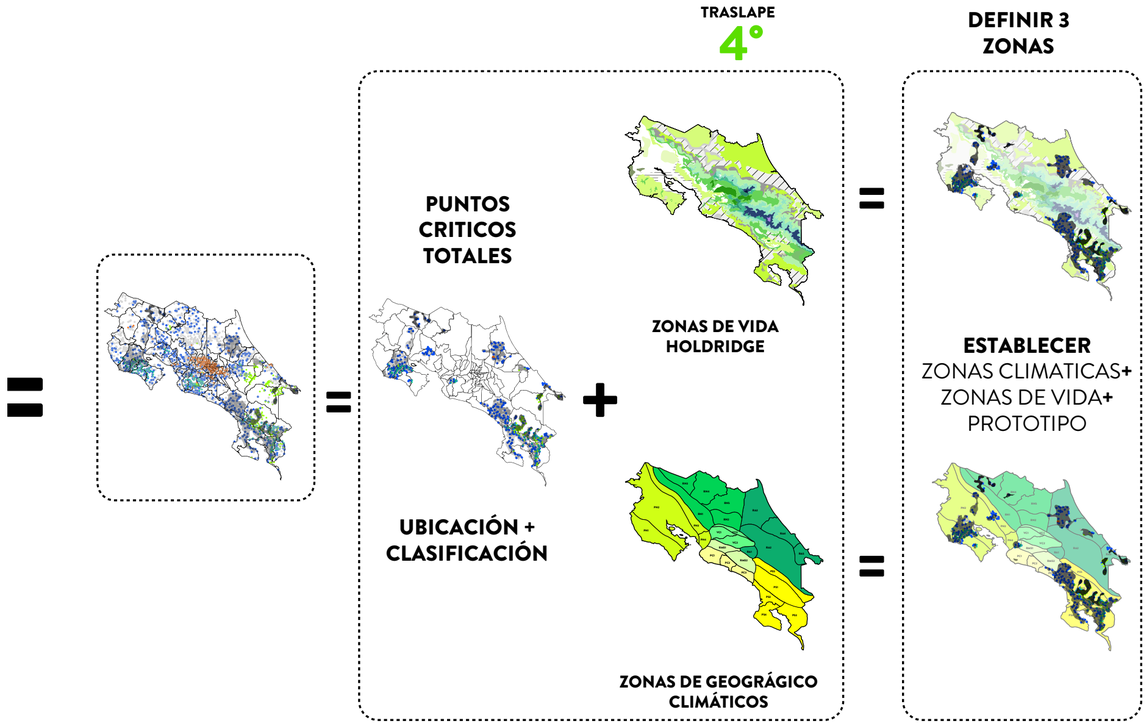
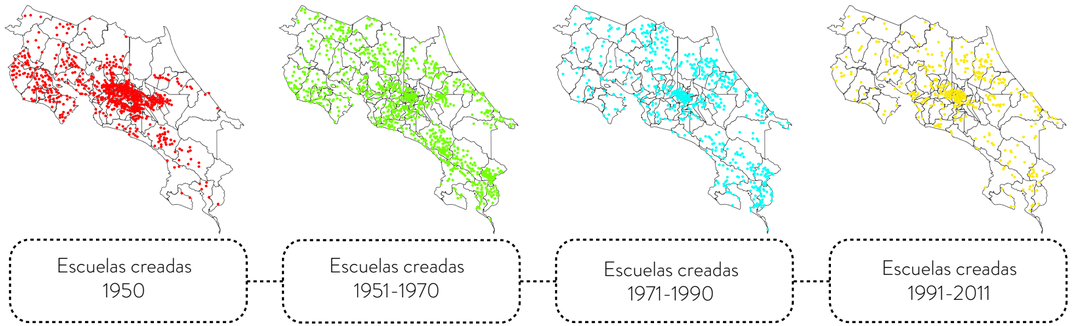


Imagen 4.3, conjunto de traslapes realizados para determinación de zonas de estudio. Elaboración propia



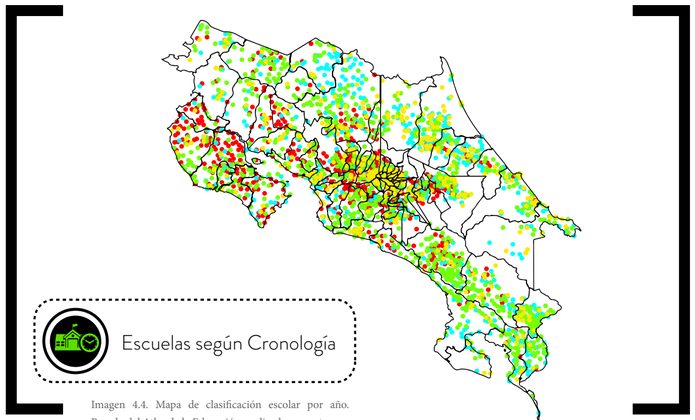


Imagen 4.4. Mapa de clasificación escolar por año. Basado del Atlas de la Educación, realizado por autores.

Escuelas según Cronología

Como se mencionó en el capítulo 2, en los años sesenta y setenta hubo un auge en la creación de edificaciones educativas, sin embargo, debido a que la educación era universal, así como obligatoria en primero y segundo ciclo, se creó un "patrón de distribución" como se menciona en el libro: Atlas de la Educación costarricense (2013). Este patrón permitió crear escuelas alrededor de todo el territorio nacional, pero no se tomó en cuenta la densidad poblacional ni la cercanía entre centros educativos.

Por este motivo, se abarcó muchísimo en tema de infraestructura, pero no en planificación. Lo cual fragmentó al país en escuelas grandes

en la GAM y en escuelas unidocentes fuera de esta zona, se dice que para 2011 existían 4.070 centros educativos, creados de 1950-2011. (Ver imagen 4.4)

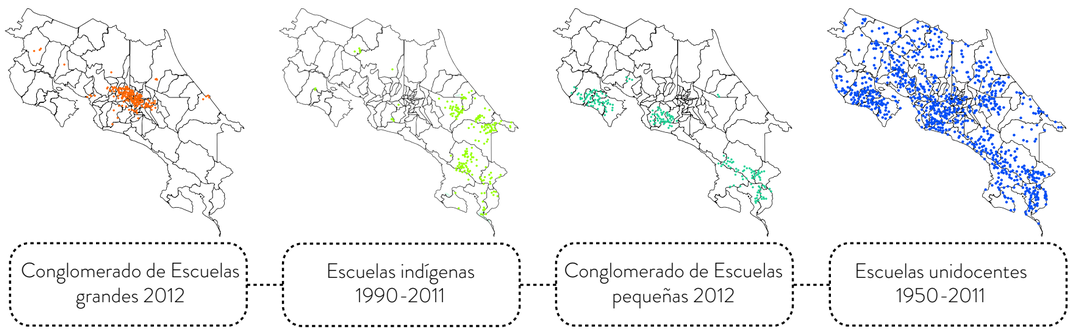
Se han logrado ver los cuatro mapas por separado, sin embargo, para esta investigación es de suma importancia ver el territorio nacional con todas las escuelas existentes ya que es necesario observar que áreas están cubiertas con centros educativos, en qué áreas hay mayor o menor cantidad de escuelas y en que región del país se encuentran.
Asimismo, al estar ubicadas por puntos, esto nos ayuda a elegir una escuela en específico según:

1. Zona
2. Cronología
3. Región
4. Vulnerabilidad
5. Tipo
   - Unidocente
   - Grande
   - Indígena
   - Pequeñas

Cabe aclarar, que muchas de estas escuelas con el pasar del tiempo puede que hayan sufrido cambios o ya no existan debido a que el análisis del atlas costarricense como se ve en las imágenes corresponden a escuelas creadas desde 1950. Sin embargo, se representa la extensión de la infraestructura educativa con respecto a la evolución de la educación y su infraestructura en el país.

ESCUELAS SEGÚN CRONOLOGÍA
CONCLUSIONES

Imagen 4.5. Clasificación de escuelas según el MEP, realizado por autores.



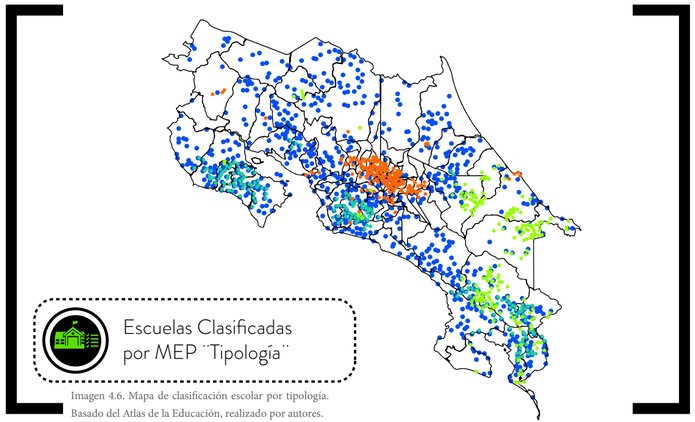


Imagen 4.6. Mapa de clasificación escolar por tipología. Basado del Atlas de la Educación, realizado por autores.

Escuelas según Clasificación

Debido al crecimiento acelerado centros educativos surgieron varios formatos de escuelas esto según:

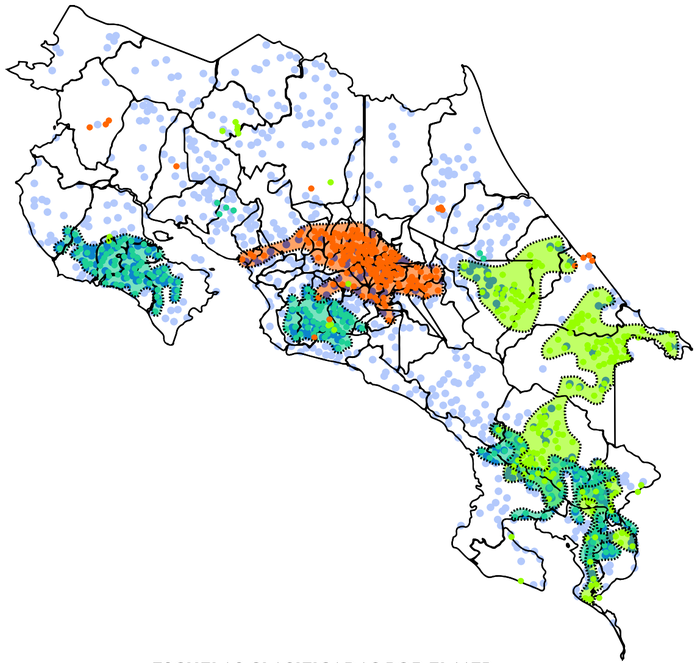
1.Categoría
- -Rural
- -Urbana
- -Indígena

2.Tamaño según el tipo

3. Materiales según el tipo

Por este motivo, se toman estos cuatro mapas (ver imagen 4.6) y se traslapan con el fin de comparar que zonas presentan una o varias tipologías, así como en que conurbación se encuentra. Sin embargo, cuando este se superpone, se agrupan en manchas y se denota que las escuelas unidocentes se encuentran dispersas por todo el territorio nacional sin planificación, con la única intención de cubrir grandes distancias para poder llegar a la mayor cantidad de estudiantes debido a la obligatoriedad de la educación. Según el Atlas de la educación la mayoría de las escuelas unidocentes (99.5%) de ellas se encuentran fuera de la GAM.

Como se observa en la imagen 4.7, existen agrupaciones muy definidas, en las que el Valle Central se caracteriza por poseer la mayor cantidad de escuelas grandes, las de tipo indígenas se encuentran más hacia al Caribe y el Pacífico Sur, por último, las escuelas pequeñas se ubican a lo largo de la vertiente del Pacífico. La región Norte del país cuenta principalmente con escuelas unidocentes dispersas.

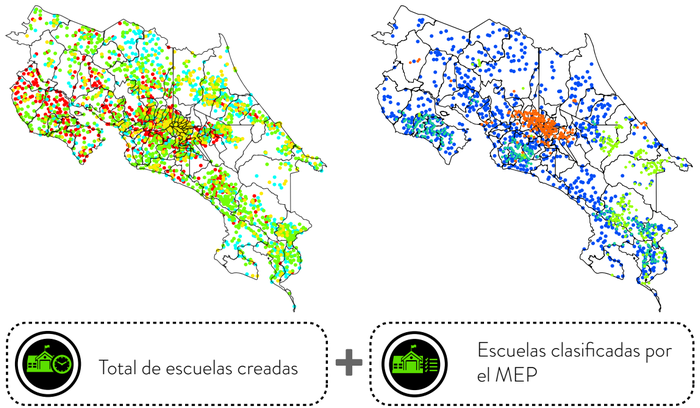


ESCUELAS CLASIFICADAS POR EL MEP

COCNLUSIONES

Imagen 4.7. Clasificación de escuelas según el MEP, realizado por autores.

Totatlidad de escuelas



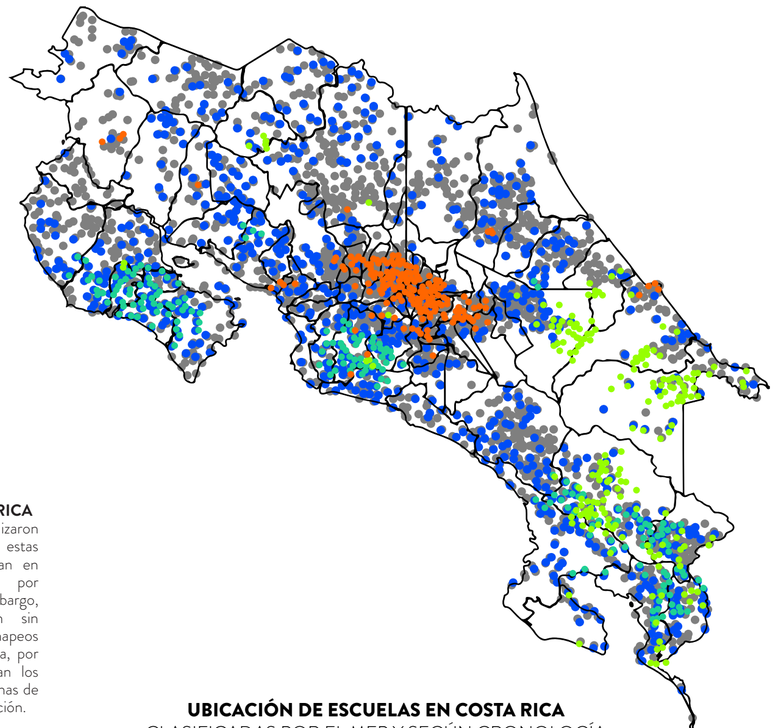
Con el fin de determinar la totalidad de escuelas con las que cuenta el país se utilizan los traslapes anteriores el cronológico (total de escuelas creadas) y la clasificación (escuelas clasificadas por el MEP) (ver imagen 4.8). Debido a la cantidad de escuelas creadas, existen muchas de ellas sin clasificar, no obstante, son igual de importantes para la ubicación de todas las escuelas dentro del territorio nacional.

Este mapa de ubicación de las escuelas de Costa Rica (ver imagen 4.9) se sobrepondrá con el mapa del SIGMEP, el cual es un mapa virtual realizado por el MEP con la ubicación de cada escuela del país y los datos de cada una de ellas. Por medio de esto, podremos obtener los antecedentes de las escuelas elegidas para determinar:

1.Tipo de escuela
2.Teléfono
3.Ubicación física
4.Año de creación

Imagen 4.8. Mapa de clasificación escolar por año y por tipología de escuela, Basado del Atlas de la Educación, realizado por autores.

TRASLAPE 1º



ESCUELAS COSTA RICA
Desde el 2011 se realizaron los levantamientos de estas escuelas que se ubican en color caracterizadas por tipologías, sin embargo, existen muchas aún sin clasificar en el tipo de mapeos del atlas de Costa Rica, por esta razón se traslapan los mapas para no dejar zonas de lado debido a esta situación.

UBICACIÓN DE ESCUELAS EN COSTA RICA
CLASIFICADAS POR EL MEP Y SEGÚN CRONOLOGÍA

Imagen 4.9. Escuelas públicas de Costa Rica, realizado por autores.

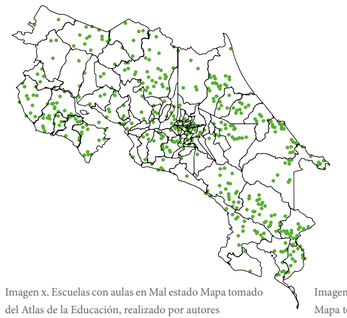


Imagen x. Escuelas con aulas en Mal estado Mapa tomado del Atlas de la Educación, realizado por autores

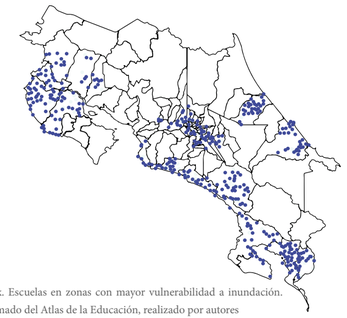
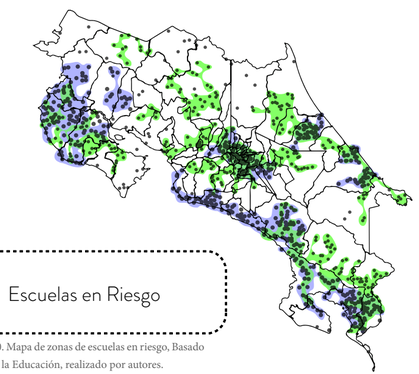


Imagen x. Escuelas en zonas con mayor vulnerabilidad a inundación. Mapa tomado del Atlas de la Educación, realizado por autores

Escuelas en mal estado + Zonas vulnerables y supceptibles a inundación



TRASLAPE 1º Escuelas en Riesgo

Imagen 4.10. Mapa de zonas de escuelas en riesgo, Basado del Atlas de la Educación, realizado por autores.

Escuelas con Infraestructura en mal estado y susceptibles a inundaciones

(En riesgo)

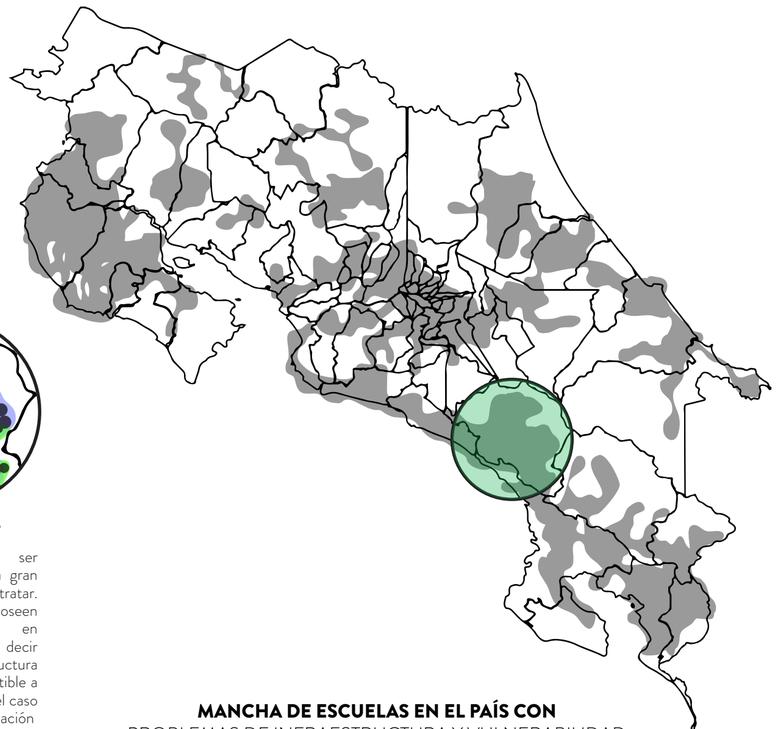
El objetivos del traslape es obtener la ubicación de zonas con cierto tipo de problemática o vulnerabilidad hacia o en las escuelas, a las que se les llamará ¨zonas de escuelas en riesgo¨. Determinando las futuras posibles zonas a tratar, para el mejoramiento de la infraestructura educativa.

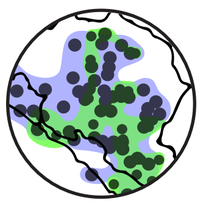
Las posibles escuelas pueden presentar ya sea un deterioro de su infraestructura, por antigüedad, mal uso, falta de mantenimiento, por una inadecuada construcción o planificación. Además, de amenazas ambientales que presenten sus contextos, las cuales afectan directa o indirectamente las edificaciones educativas, ya que su ubicación la hace susceptible a dichas catástrofes.

Por lo que se utilizarán los mapeos del Atlas de la Educación de ¨escuelas con aulas en mal estado¨ y ¨escuelas con mayor vulnerabilidad a inundación¨; los cuales fueron presentados en el capítulo dos. (Ver imágenes 4.10 y 4.11)

Los mapeos poseen las ubicaciones específicas de escuelas con determinadas problemáticas, por lo que el traslape busca establecer relaciones de cercanía entre las escuelas, conformando zonas o ¨manchas¨, estas puedan contener escuelas que posiblemente compartan las mismas condiciones de riesgo, las cuales aún no han sido reportadas o mapeadas.

TRASLAPE 1º



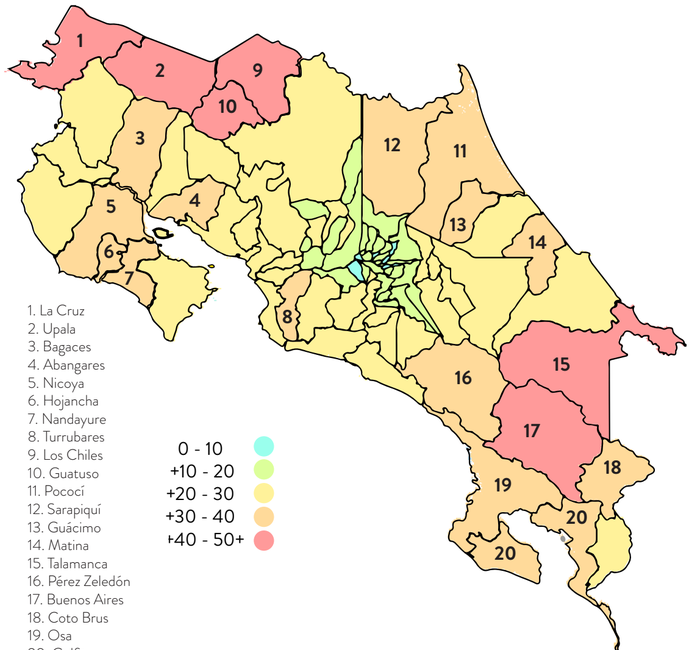


ZONAS MIXTAS

La ¨mancha¨ debe ser considerada como una gran problemática única a tratar. Pero existe zonas que poseen ambas problemáticas en un mismo lugar, es decir escuelas con infraestructura en mal estado y susceptible a inundaciones como es el caso que se presenta continuación

MANCHA DE ESCUELAS EN EL PAÍS CON PROBLEMAS DE INFRAESTRUCTURA Y VULNERABILIDAD

Imagen 4.11. Mancha de escuelas en riesgo, realizado por autores.



1. La Cruz
2. Upala
3. Bagaces
4. Abangares
5. Nicoya
6. Hojancha
7. Nandayure
8. Turrubares
9. Los Chiles
10. Guatuso
11. Pococí
12. Sarapiquí
13. Guácimo
14. Matina
15. Talamanca
16. Pérez Zeledón
17. Buenos Aires
18. Coto Brus
19. Osa
20. Golfito

Cantones con muy altos y altos porcentajes

PORCENTAJES DE INDICIDENCIA DE POBREZA
SEGÚN

Imagen 4.12, Porcentajes de Incidencia de pobreza Cantonal, Elaboración Propia basado en ¨Costa Ricas mapas de pobreza 2011¨ del INEC 2013

Incidencia de pobreza por cantón según INEC

Como se observó en el capítulo dos; se utiliza el mapa de porcentajes de incidencia de pobreza 2011 del INEC, basado en el método de NBI (Necesidades Básicas Insatisfechas), para determinar la vulnerabilidad socio-económica de distintas partes del país, ya que el mapa permite caracterizar la situación de los cantones en función de parámetros que determinan la presencia de carencias en determinadas dimensiones. Lo cual, según el INEC ayudará para la implementación de nuevas políticas focalizadas que apunten a solventar determinadas carencias, y así disminuir la pobreza de los cantones.

Además, como se mencionó anteriormente en una comparación del censo 2000 y 2011 en ¨Costa Ricas mapas de pobreza 2011¨ del INEC, la dimensión de acceso al conocimiento proporcionó el mayor aporte de todas las dimensiones en la disminución de la pobreza, pero, a pesar de dicha mejora ciertos cantones aún se encuentran rezagados, con una fuerte vulnerabilidad, con regiones donde aún no se han aplicado estrategias para solventar las carencias dentro de la dimensión del conocimiento que logren disminuir la pobreza. Por lo que para efectos de la investigación se utilizarán aquellas zonas con muy altos(+40/+50) y altos(+30/40) porcentajes, los cuales se pueden observar en la imagen 4.12.

Escuelas en riesgo según regiones con altos porcentajes de pobreza

Este traslape permitirá dar nivel de prioridad por tratar a las escuelas en riesgo, ya que al utilizar los cantones con los mayores porcentajes de carencias críticas muy altas/ altas (imagen 4.13) y relacionarlos con las zonas de escuelas ¨en riesgo¨ (ver imagen 4.14), se determinará las zonas de escuelas en riesgo con mayor vulnerabilidad socioeconómica.

Por lo que las manchas contenidas dentro de los cantones con muy alto y altos porcentajes, serán las posibles zonas de estudio como se puede observar en la imagen 4.15, las cuales requieren con mayor urgencia medidas o propuestas orientadas a mejorar el nivel de infraestructura educativa que solventen las necesidades de acceso al conocimiento, y consecuentemente en la disminuión de la pobreza.
Por delimitación y enfoque de la investigación, se determinarán solo tres zonas de estudio, para futuras propuestas, pero la investigación logra resaltar y visibilizar que existen gran cantidad de escuelas con fuertes problemáticas tanto de estado físico, de vulnerabilidad ambiental y socio económica, que deben ser tratadas para futuras investigaciones y proyectos que busquen la mejora de la infraestructura educativa. Además, logra evidenciar una inadecuada gestión y acción por parte de las entidades en la planificación y mantenimiento de las escuelas

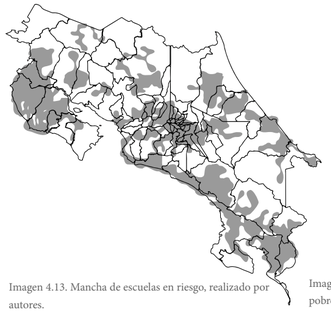


Imagen 4.13. Mancha de escuelas en riesgo, realizado por autores.

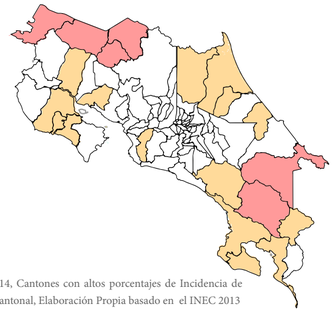


Imagen 4.14, Cantones con altos porcentajes de Incidencia de pobreza Cantonal, Elaboración Propia basado en el INEC 2013

TRASLAPE 1° Escuelas en Riesgo + Altos porcentajes de Incidencia de pobreza por cantón

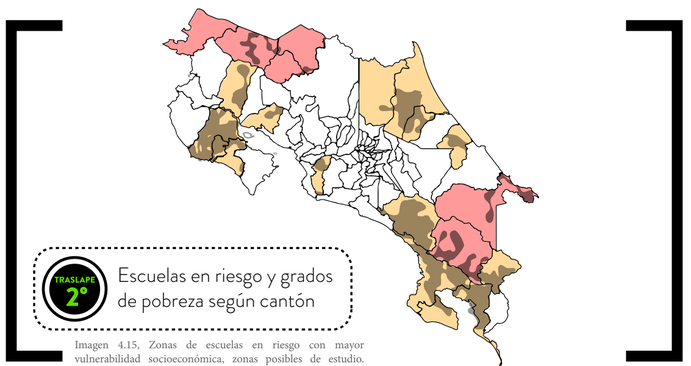
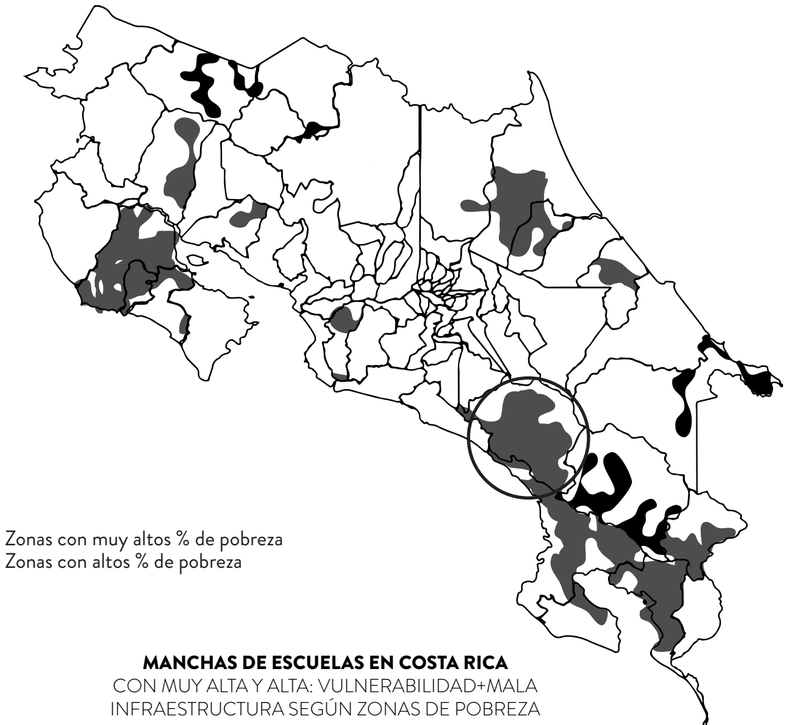


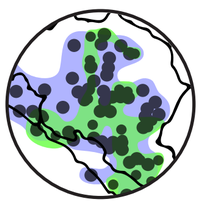
Imagen 4.15, Zonas de escuelas en riesgo con mayor vulnerabilidad socioeconómica, zonas posibles de estudio. Elaboración Propia



MANCHAS DE ESCUELAS EN COSTA RICA
CON MUY ALTA Y ALTA: VULNERABILIDAD+MALA INFRAESTRUCTURA SEGÚN ZONAS DE POBREZA

Imagen 4.16. Zonas de escuelas en riesgo con mayor vulnerabilidad socio-económica o Zona de escuelas con mayor problemática y posibles zonas de estudio. Elaboración Propia

TRASLAPE 2°



ZONAS DE ESTUDIO

Algunas de las zonas con porcentajes ¨altas¨ pueden ser escogidas por encima de las catalogadas como ¨muy altas¨, ya que en mapas anteriores pueden poseer zonas mixtas, es decir con las dos problemáticas de mala infraestructura y susceptible a inundaciones como se menciono anteriormente.

Zonas posibles de estudio respecto tipologías educativas (clasificación)

Antes de poder definir cual de las distintas zonas de estudio se debe escoger para su futura implemetación de propuesta, primero se debe contraponer o relacionar con dos variables más, la variable climática y la variable de tipologías educativas.

El traslape con la variable de tipología educativa permitirá definir las distintas clasificaciones de escuelas ya sean escuelas grandes, pequeñas, indígenas o unidocentes según el mapeo del Atlas de la Educación (traslape 1 anteriormente mencionado, ver imagen 4.17), contenidas dentro de las manchas o zonas de escuelas en riesgo con mayor vulnerabilidad socio-económica, como se puede observar en la imagen 4.18

Cabe resaltar que la zona de estudio escogida con su respectiva clasificación, permitirá definir y valorar el prototipo actual utilizado o el posible prototipo instaurado por la DIEE (los cuales fueron previamente analizados en el capítulo 2), para implementar las futuras propuesta por parte de la investigación para el mejoramiento de la infraestructura educativa, ya sean medidas necesarias respecto a sus necesidades de usuario o contextuales, y por lo tanto implicando desde un replanteamiento del prototipo o una adaptación de sus posibles deficiencias

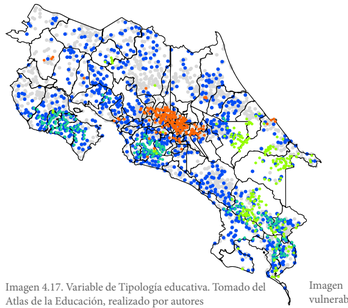


Imagen 4.17. Variable de Tipología educativa. Tomado del Atlas de la Educación, realizado por autores

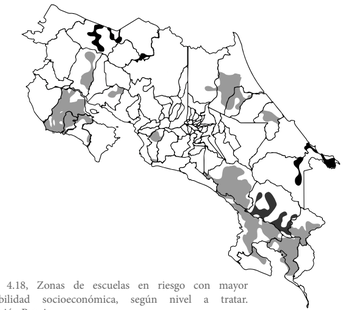
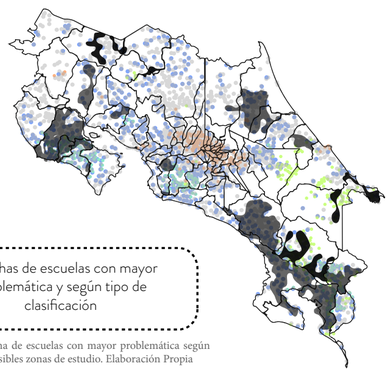


Imagen 4.18, Zonas de escuelas en riesgo con mayor vulnerabilidad socioeconómica, según nivel a tratar. Elaboración Propia

TRASLAPE 1° Totalidad de escuelas clasificadas por el mep y según cronología

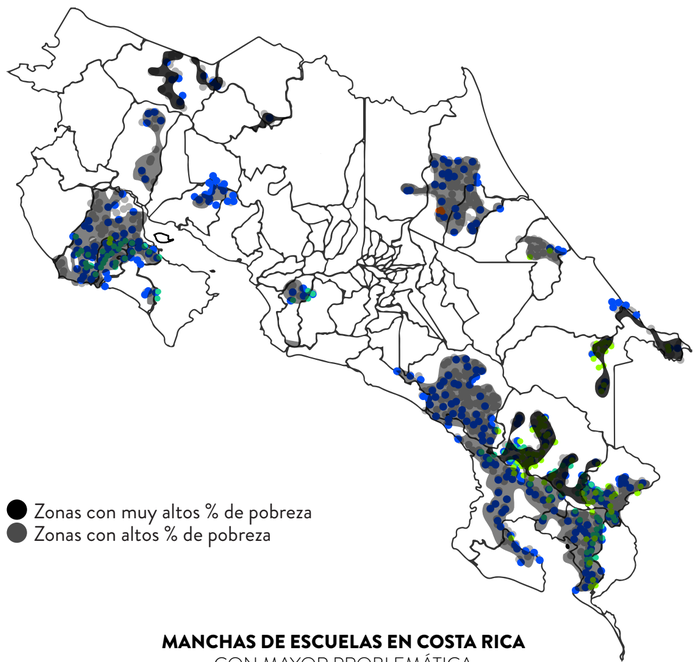
+

TRASLAPE 2° Vulnerabilidad + Mala infraestructura segun zonas de pobreza ¨Mayor problemática¨



TRASLAPE 3° Manchas de escuelas con mayor problemática y según tipo de clasificación

Imagen 4.19, Zona de escuelas con mayor problemática según clasificación y posibles zonas de estudio. Elaboración Propia



MANCHAS DE ESCUELAS EN COSTA RICA
CON MAYOR PROBLEMÁTICA
Y SEGÚN TIPO DE CLASIFICACIÓN

Imagen 4.20, Zona de escuelas con mayor problemática según clasificación y posibles zonas de estudio. Elaboración Propia

TRASLAPE 3°

Selección de zonas de estudio respecto Zonas de vida y Regiones geográfico/climáticas

La relación de la variable climática, busca establecer un contexto determinado para las escuelas problemáticas y tipología educativa. Ya que la arquitectura depende de un contexto con condiciones específicas al cuales adaptarse. Condiciones climáticas que para preferencias de la investigación presente máximos y mínimos muy marcados, es decir climas con características extremas para demostrar por parte de las propuestas de la investigación, una apta interpretación del entorno climático el cual es factor influyente de manera directa en la expresión arquitectónica y por lo tanto adaptable a dichas características.

Para poder comprender dicha relación, los siguientes traslapes utilizarán los mapas que explicaron el entorno climático de Costa Rica en el capítulo tres, el mapa de Zonas de vida de Holdridge (ver imagen 4.22) y el mapa de Regiones geográfico/climáticas (ver imagen 4.23)

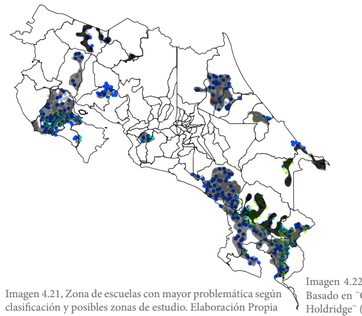


Imagen 4.21, Zona de escuelas con mayor problemática según clasificación y posibles zonas de estudio. Elaboración Propia

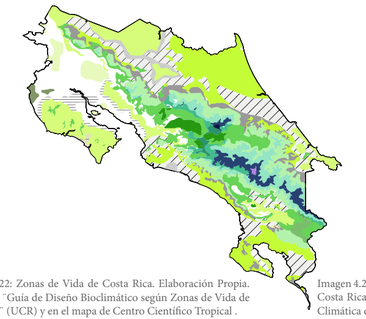
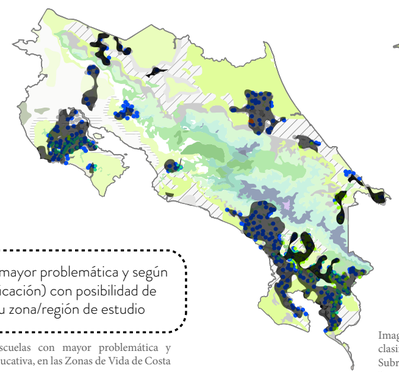


Imagen 4.22: Zonas de Vida de Costa Rica. Elaboración Propia. Basado en "Guía de Diseño Bioclimático según Zonas de Vida de Holdridge" (UCR) y en el mapa de Centro Científico Tropical .

Imagen 4.23, Las Regiones y sus Subregiones geográfico/climáticas de Costa Rica. Elaboración Propia basado en "Regiones y Subregiones Climática de Costa Rica". (Solano & Villalobos, 2001).

TRASLAPE 3° Totalidad de escuelas clasificadas por el mep y según cronología + Zonas de Vida de Holdridge y Regiones Geográfico/Climáticas



TRASLAPE 4° Escuelas (con mayor problemática y según tipo de clasificación) con posibilidad de estudio y su zona/región de estudio

Imagen 4.24: Zona de escuelas con mayor problemática y clasificación de tipología educativa, en las Zonas de Vida de Costa Rica. Elaboración Propia.

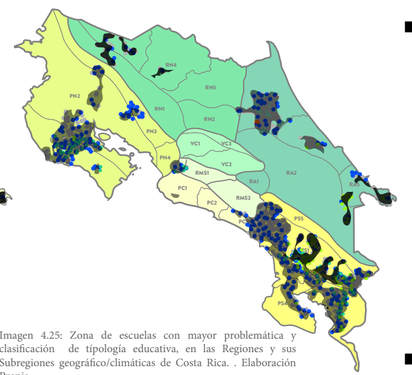
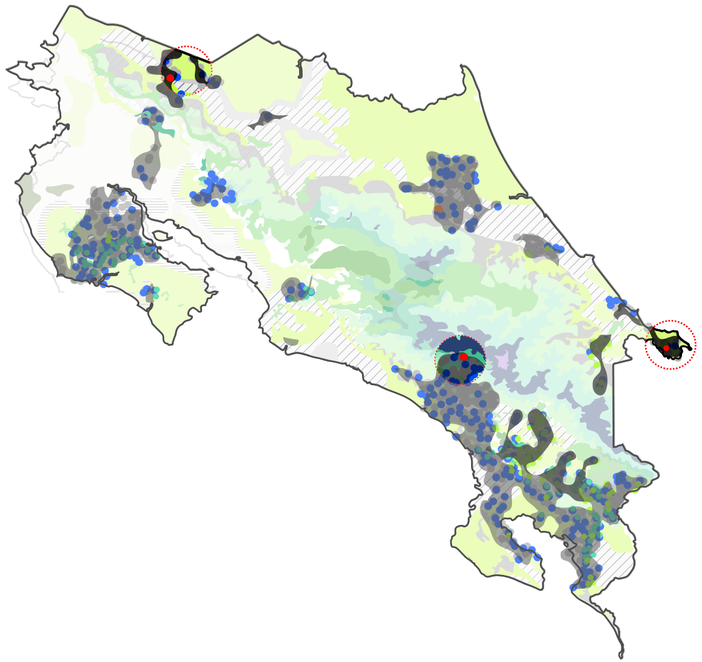


Imagen 4.25: Zona de escuelas con mayor problemática y clasificación de tipología educativa, en las Regiones y sus Subregiones geográfico/climáticas de Costa Rica. . Elaboración Propia.



TRASLAPE 4°

Variables de Regiones geográfico-climáticos + selección escolar

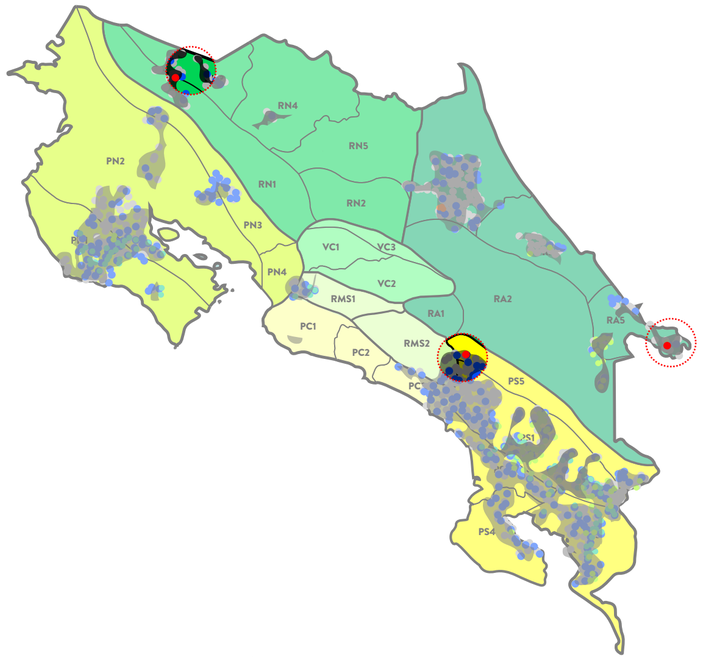
La superposición del nivel cuatro, en el se ubican las escuelas con mayor vulnerabilidad dentro del mapa de zonas de vida, con el fin de encontrar cuáles son las zonas de vida con mayor déficit de diseño en infraestructura escolar.

El estudio de las zonas de vida seleccionadas utiliza los datos del Instituto Meteorológico Nacional y los datos obtenidos del Seminario de Graduación: Guía de diseño Bioclimático según clasificación de zonas de vida. Asimismo, se analiza la zona específica de estudio, donde se ubica cada escuela seleccionada por medio del programa Meteonorm, el cual junto con otros dos programas más nos brinda datos de temperatura, humedad relativa, velocidad de vientos, zonas de confort, así como pautas y estrategias respecto al punto estudiado.

Por lo tanto, dentro del mapa de cada Zona de Vida, se encontrarán las Estaciones Meteorológicas con sus respectivos datos y las escuelas seleccionadas con los datos obtenidos bajo elaboración propia.

SELECCIÓN DE CASOS DE ESTUDIO
SEGÚN ZONA DE VIDA DE HOLDRIDGE

Imagen 4.26, Escuelas seleccionadas con mayor problemática según clasificación y Zona de vida Holdridge. Elaboración Propia



TRASLAPE 4°

Variables de Regiones geográfico-climáticos + selección escolar

Al igual que el mapa anterior se ubican las escuelas con mayor vulnerabilidad dentro del mapa de regiones geográfico climáticas, con el fin de encontrar cuáles son las regiones con mayor déficit de diseño en infraestructura escolar.

El estudio de las regiones seleccionadas utiliza los datos climáticos del Instituto Meteorológico Nacional del Atlas Climatológico de Costa Rica y los datos en el documento de ¨Regiones y subregiones climáticas de Costa Rica¨, (Solano & Villalobos 2001). Además, para la compresión geográfica y como este influye en su comportamiento climático se toman los datos del documento ¨El clima, su variabilidad y su cambio climático¨ (CRRH, 2008).

Por lo tanto, dentro del mapa de cada región, se encontrarán las Estaciones Meteorológicas obtenidas por el Atlas con sus respectivos climogramas y las escuelas seleccionadas con los datos obtenidos bajo elaboración propia que serán ampliamente desarrollados en cada una de las zonas de vida.

SELECCIÓN DE CASOS DE ESTUDIO
SEGÚN REGIONES GEOGRÁFICO CLIMÁTICAS

Imagen 4.27, Escuelas seleccionadas con mayor problemática según clasificación y Región geográfico - climática. Elaboración Propia

ESCUELAS ACTUALES GEOREFERENCIADAS
SEGÚN SIGMEP / DIEE

Imagen 4.28, Ficha informativa de cada zona y centro educativo seleccionados.
Elaboración Propia, Mapa del SIGMEP

RESUMEN CARACTERÍSTICAS CASO 1

ESCUELA CASO 1 DAYTONIA

Lat. 9,5213
Lon. -82,6586

Reparada
Actualmente

Limón Talamanca

Clasificación Atlas mapa x y sigmep

Rural Indígena

385 estudiantes

CANTÓN

zonas de riesgo (ver mapa x)

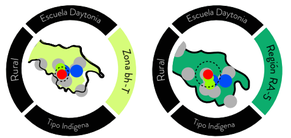
% Incidencia de pobreza Muy alto (ver mapa x)
46,5% pobreza

Reportada como Infraestructura en Mal Estado

Reportada actualmente como vulnerable a inundaciones por lo que se hace cambio de prototipo de ¨pabellones AyB previamente analaizados¨

Zonas de Vida Holdridge
Basal Húmedo Tropical

Región GeográficoClimáticas
RA5 Región Atlántico



RESUMEN CARACTERÍSTICAS CASO 2

ESCUELA CASO 2 BETANIA

Lat. 10,8756
Lon. -85,0947

Sin Reparada
Deteriorada

Alajuela Upala

Clasificación Atlas mapa x y sigmep

Rural Unidocente

CANTÓN

zonas de riesgo (ver mapa x)

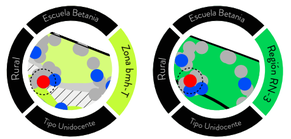
% Incidencia de pobreza Alto (ver mapa x)
45,4% pobreza

Reportada como Infraestructura en Mal Estado

Reportada actualmente como vulnerable a inundaciones y utilizado como albergue por Huracán Otto, pero sin cambio de prototipo

Zona de Vida Holdridge
Basal Muy Húmedo Tropical

Región GeográficoClimáticas
RN3 Región Norte



RESUMEN CARACTERÍSTICAS CASO 3

ESCUELA CASO 3 BUENA VISTA

Lat. 9,5011
Lon. -83,6636

Sin Reparada
Deteriorada

San José Peréz Zeledón

Clasificación Atlas mapa x y sigmep

Rural Unidocente

31 estudiantes

CANTÓN

zonas de riesgo (ver mapa x)

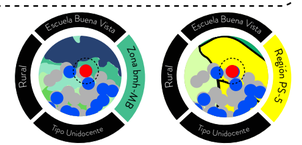
% Incidencia de pobreza Alto (ver mapa x)
33,6% pobreza

Reportada como Infraestructura en Mal Estado

Reportada como vulnerable a inundaciones

Zonas de Vida Holdridge
Montano Bajo Muy Húmedo

Región GeográficoClimáticas
PS5 Región Pacífico Sur



INDÍCE

Región Atlántica 5 (RA-5)

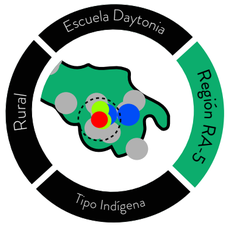
-Características Geográficas.
-Características Generales.
-Climogramas especificas del sitio respecto a las obtenidas por estaciones.

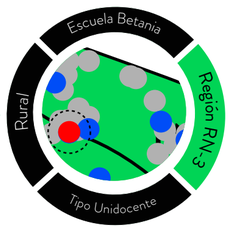
Región Norte 3 (RN-3)

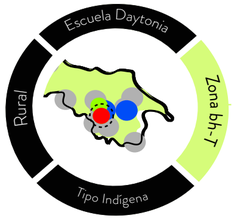
-Características Geográficas.
-Características Generales.
-Climogramas especificas del sitio respecto a las obtenidas por estaciones.

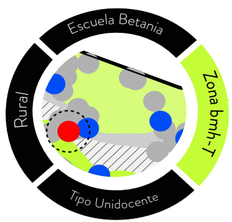
Región Pacífico Sur 5 (PS-5)

-Características Geográficas.
-Características Generales.
-Climogramas especificas del sitio respecto a las obtenidas por estaciones.









INDÍCE

Bosque Húmedo Tropical (bh-T)

-Características Generales
-Perfil Vegetal
- Rangos de confort según escuela seleccionada
-Estrategias de diseño

Bosque muy Húmedo Tropical (bmh-T)

-Características Generales
-Perfil Vegetal
- Rangos de confort según escuela seleccionada
-Estrategias de diseño

Bosque muy Húmedo Montano Bajo (bmh-MB)

-Características Generales
-Perfil Vegetal
- Rangos de confort según escuela seleccionada
-Estrategias de diseño

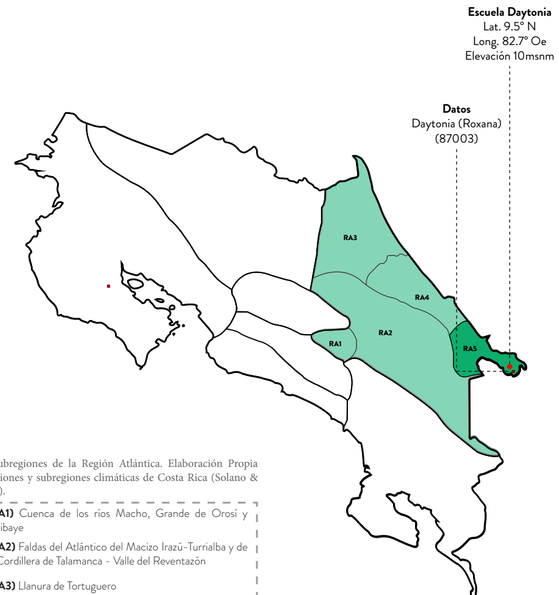
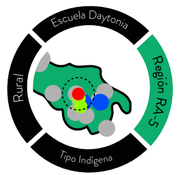


Imagen 4.29: Subregiones de la Región Atlántica. Elaboración Propia basado en . Regiones y subregiones climáticas de Costa Rica (Solano & Villalobos, 2001).



Región Atlántica RA5

Al Sur de la Cuenca de Río Banano (RA5) Cuenca de los ríos Estrella y Sixaola. Lugares representativos: Pandora, Cahuita, Amubri, Sixaola.

La región RA5 es parte de las regiones que pertenecen a la Fosa de Nicaragüa, que es la gran zona de llanuras que se extiende desde el lago de Nicaragüa, hasta el sur de la costa caribeña como se observa en la imagen 4.30. Con llanuras menos lluviosas que las del Caribe Sur.

Los elementos meteorológicos (lluvia, temperatura, humedad, radiación, etc.) le confieren a esta región un clima totalmente ecuatorial, caracterizado por una gran cantidad de lluvia todo el año, baja radiación solar y temperaturas frescas.

Para poder caracterizar el clima de esta región se utiliza el climograma de la estación meteorológica del IMN presentada en el documento ¨Atlas Climatológico de Costa Rica¨ Datos del 1991 al 2005, Daytonia

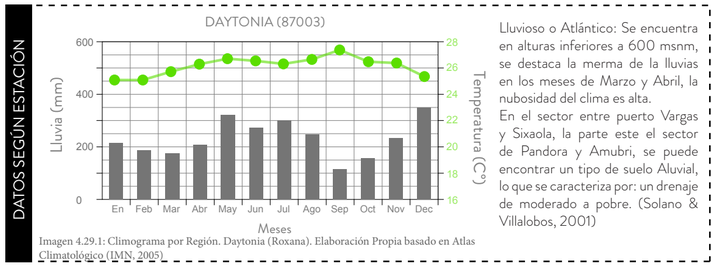


Imagen 4.29.1: Climograma por Región. Daytonia (Roxana). Elaboración Propia basado en Atlas Climatológico (IMN, 2005)

REGIÓN	LLUVIA MEDIA ANUAL (mm)	TEMP. MAX. MEDIA ANUAL (C°)	TEMP. MÍN. MEDIA ANUAL (C°)	TEMP. MEDIA ANUAL (C°)	PROMEDIO DÍAS DE LLUVIA	DURACIÓN DE PERÍODO SECO	TIPO DE CLIMA
RA5	2470	31	21	26	166	sin período	Lluvioso o Atlántico

Imagen 4.29.2: Resumen Sinóptico-Climático de la Región RA5. Elaboración Propia basado en Instituto Meteorológico Nacional ; Solano, 1992.

Climograma IMN

Esta región está compuesta de costas, llanuras y montañas; las costas se localizan hacia el este, las llanuras en la parte norte y las montañas al sur y al oeste.

Se presenta constante arrastre de humedad y nubosidad debido a los vientos alisios por su proximidad del mar Caribe, además debido a que posee una gran cobertura vegetal.

En la variación mensual de la temperatura se observa que los meses más calientes son marzo y septiembre, siendo septiembre el mes más caliente. En el período caliente, las temperaturas medias ascienden hasta los 27,5°C. Los meses fríos se ubican entre diciembre y febrero, en estos meses la temperatura media puede descender a los 24.5°C.

Como ya se mencionó al poseer un clima ecuatorial, las lluvias se presentan durante todo el año, no obstante se observa un mínimo relativo en el primer semestre, en el mes de marzo (200 mm en Limón). En el segundo semestre se produce otro mínimo solamente en las estaciones de tierras bajas, dicho mínimo se registra siempre en septiembre (150 mm en Limón).

Se presentan dos máximos, uno en diciembre que es mayor que el segundo máximo, que se da en mayo, en otras subregiones no costeras sucede lo contrario, además de que en vez de mayo, el máximo es julio.

Según el resumen sinóptico del IMN, anualmente se llega a 2470mm aproximadamente de precipitación como se observa en la imagen 4.31.

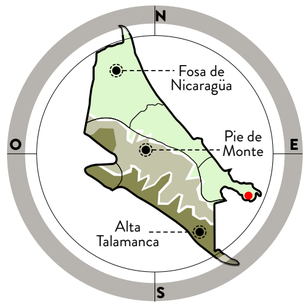


Imagen 4.29.3: Condiciones Geográficas de la región Atlántica. Elaboración Propia basado en El clima, su variabilidad y su cambio climático , (CRRH, 2008)

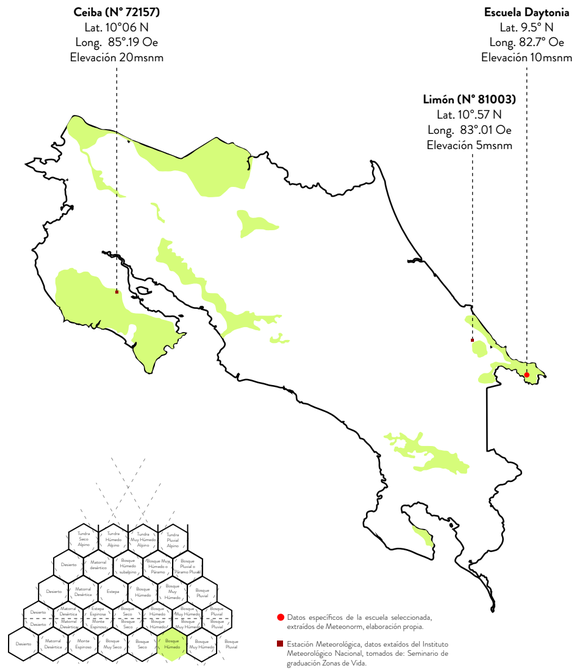
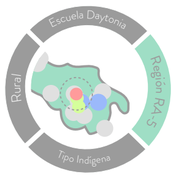


Imagen 4.30: Mapa de zona de vida- Bosque Húmedo Tropical, tomado de Guía de Diseño Bioclimático, zonas de vida UCR, modificado por autores.



Bosque Húmedo Tropical

Se realiza una evaluación de dos puntos distintos de la zona de vida por medio de las estaciones meteorológicas del IMN, la de Limón (N° 81003) y la Ceiba (N° 72157). A pesar de que esta zona es amplia y que los puntos se ubican en la misma Zona de Vida cabe aclarar que, aunque se compartan rangos de precipitación, brillo solar, temperatura, humedad, entre otros por condiciones estacionales a nivel climático se comportan distinto como se explica en la Guía de Diseño Bioclimático.

Esta zona se localiza en regiones del Pacífico y Atlántica (Llanuras costeras), por lo que se puede encontrar en la región de Upala, San Carlos, y las partes altas de la Península de Nicoya. La temperatura promedio oscila entre 29,6°C y la precipitación entre 1800 y más de 4000mm media anual. La estación seca posee una duración de 0 a 5 meses (Quesada, 2007). El bosque Húmedo tropical es el ecosistema más grande de Costa Rica. (Holdridge, 1978)

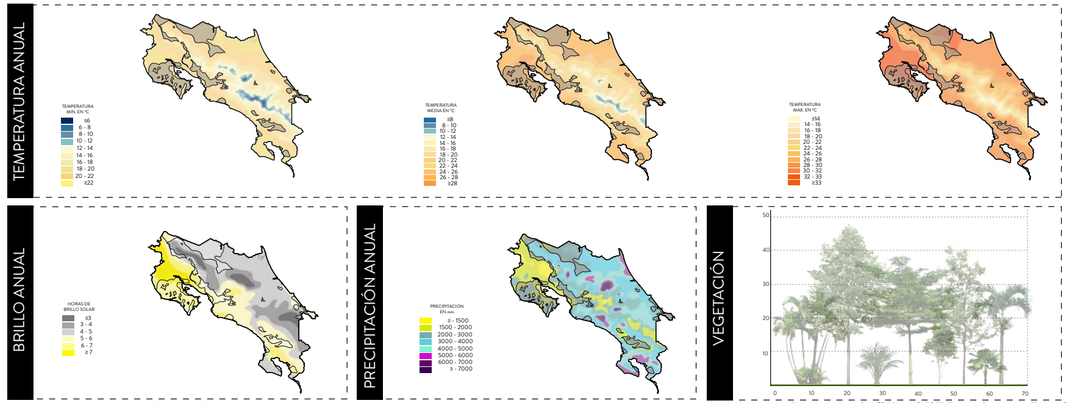


Imagen 4.30.1: Mapeos climáticos-BhT. Fuente IMN. Diagramación Elaboración Propia

Imagen 4.30.2: Perfil Vegetal-BhT. Fuente Seminario Zonas de vida UCR. Diagramación Elaboración Propia

Temperatura Anual

La temperatura anual se divide en mínima, media y máxima como se logra observar en la imagen 4.29.

En lo que respecta al caribe presenta temperaturas mínimas entre los 20.7° y temperaturas máximas de hasta 30,5°. Por otro lado, el sector de Guanacaste es un poco más caliente que Limón, se presentan temperaturas mínimas de 23° pero la temperatura máxima si se eleva mucho en comparación del Caribe con 36.1°. Con una diferencia de 13° en Guanacaste y de 9.5° en Limón.

Brillo Solar

El brillo solar varía según la ubicación, en este caso los puntos de las estaciones indican que en Guanacaste hay una mayor exposición debido a que se reciben de 6-7h de brillo solar. Por el contrario la zona de Limón se reduce y su brillo solar ronda entre 5-6h.

Precipitación Anual

La precipitación también varía de una estación a otra. En el caso de La Ceiba la precipitación ronda entre los 3000-4000mm en época lluviosa sino entre los 1500-2000mm. Limón y la Zona Norte del país posee rangos de entre los 200-3000mm anuales.

Perfil Vegetal

Se caracteriza por poseer de 3-4 estratos definidos. El dosel posee una altura de 40-50m. El subdosel presenta árboles de 35m, el sotobosque muestra palmeras enanas, arbustos, entre otros. “En bosques no perturbados se pueden en encontrar más de 150 especies de porte arbóreo, por lo cual son considerados como bosques diversos (Quesada 1997, citado en Quesada 2007).”

Algunas son: Cordia alliodora (laurel), Carapa guianensis (caobilla), Terminalia amazonia (roble coral), Brosimum alicastrum (ojoche), Calophyllum brasiliensis (cedro maría), entre otras. (Quesada, 2007)

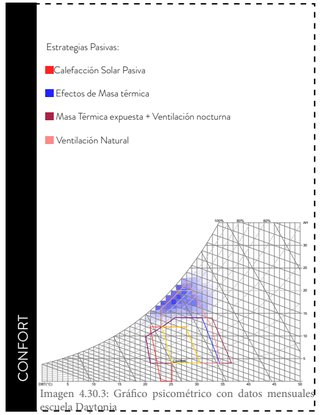


Imagen 4.30.3: Gráfico psicométrico con datos mensuales escuela Daytonia

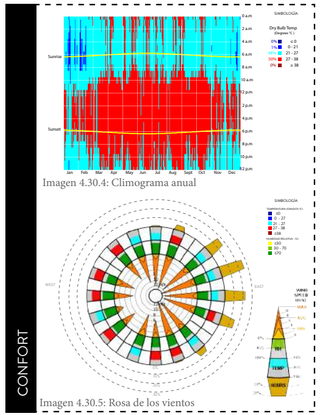


Imagen 4.30.4: Climograma anual

Imagen 4.30.5: Rosa de los vientos

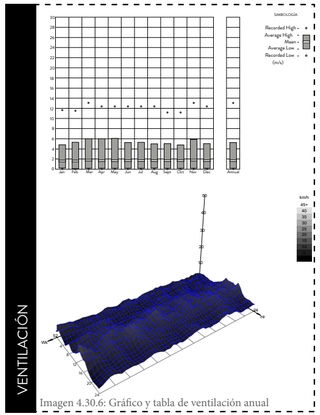


Imagen 4.30.6: Gráfico y tabla de ventilación anual

Rangos de confort

Los rangos de confort se realizan con los datos obtenidos de la Escuela Daytonia, ubicada en la provincia de Limón a 9.5° latitud Norte, 82.7° Longitud Oeste. La zona de confort se encuentra limitada en la parte superior entre los 23°C y los 29°C de temperatura de Bulbo Seco y en la parte inferior entre 25°C y los 30.5°C. La humedad se localiza en un rango de 68% a 50% aproximadamente. Ver recuadro amarillo del diagrama de confort 4.30.3.

Estrategias de confort

El gráfico de comportamiento mensual demuestra que esta zona se encuentra fuera de confort, debido a que aún ampliando el rango del espacio de confort por medio de estrategias pasivas, las cuales podrían aportar una mejor convivencia con el entorno como lo son el sombreamiento, utilización de la masa térmica, para refrescar el espacio y evitar su calentamiento.

Como se observa en la imagen 4.30.4, a partir de las 9am hasta horas pasadas de la noche entre las 10-11pm se encuentran fuera de la zona de confort debido a las altas temperaturas, principalmente durante los meses de marzo a octubre. En lo que respecta a la ventilación se ve en la imagen 4.30.5 que proviene del este con mayor influencia del noreste.

Ventilación

En lo que respecta a la ventilación de la zona, se obtiene de la imagen 4.30.6, que la media se mantiene constante en 2m/s, sin embargo ronda velocidades de 5m/s, exceptuando marzo, abril, mayo y noviembre que son los meses mas ventosos con 6m/s. Asimismo, se obtiene que a pesar de mantenerse en los rangos mencionados anteriormente, se han registrado velocidades máximas de hasta 12-13m/s.

En el gráfico 3D se obtiene como de manera anual a partir de las 8am hasta las 4pm la

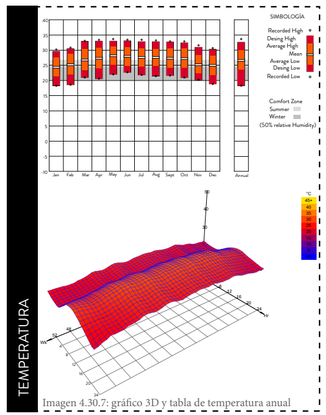


Imagen 4.30.7: gráfico 3D y tabla de temperatura anual

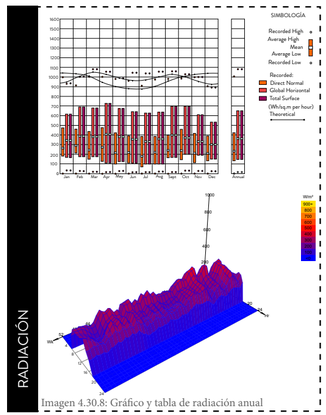


Imagen 4.30.8: Gráfico y tabla de radiación anual

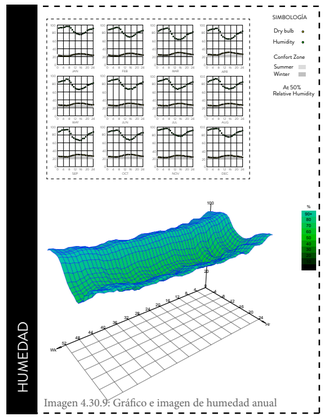


Imagen 4.30.9: Gráfico e imagen de humedad anual

Temperatura

La temperatura es una de las variables que mayor afecta en lo que respecta al confort, como se observa en la imagen 4.30.7, la mayor parte de los meses presenta una temperatura superior a los 21°C, excepto de diciembre a febrero. Presenta temperaturas altas a partir de los 30°C hasta los 33°C. Entre los meses de marzo a octubre la media de temperatura se encuentra siempre fuera de los rangos de confort establecidos.

En el gráfico 3D se ve un aumento de la temperatura a partir de las 8am hasta las 8pm, entre los 30°C luego disminuye entre los 20-25°C.

Radiación

La radiación solar cuando incide de manera directa se requiere de protección solar por medio de parasoles para evitar calentar el espacio interno y aprovechar la sombra que podría generar. Como se ha visto en los gráficos anteriores, la mayor parte del año esta zona cuenta con altas temperaturas, y como se observa en la imagen 4.30.8, durante todos los meses hay radiación directa, que bien podría ser aprovechada para la obtención de energía por medio de paneles solares.

En el gráfico 3D se observa que entre las 6am-5pm se incrementa la radiación entre los 300-400 W/h.

Humedad

La humedad junto con la temperatura son las variables que afectan esta zona. Si se realiza una comparación entre la temperatura de bulbo seco y la humedad relativa por meses como en la imagen 4.30.9, se logra observar que la humedad siempre se encuentra dentro de los rangos de 80-90% realmente alta.

Se puede ver en el gráfico 3D que la humedad funciona a la inversa de los demás gráficos ya que esta aumenta en horas nocturnas y de madrugada, cuando la temperatura y la radiación han disminuido. El porcentaje aumenta a partir de las 8pm hasta las 4am alcanzando sus puntos mas altos.

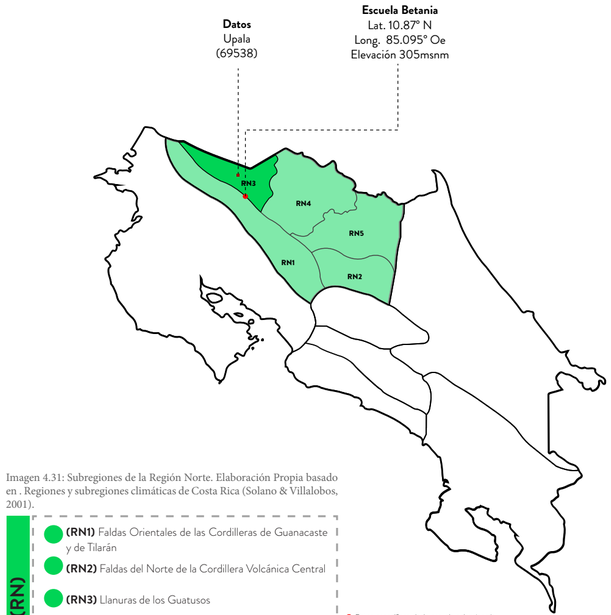
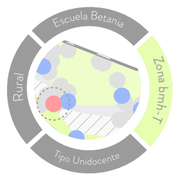
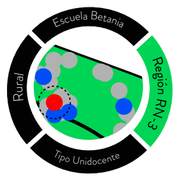


Imagen 4.31: Subregiones de la Región Norte. Elaboración Propia basado en . Regiones y subregiones climáticas de Costa Rica (Solano & Villalobos, 2001).





Región Norte RN3

Llanuras de los Guatusos (RN3)
Comprende las cuencas de los ríos Pizote, Frío, Pocosol, Upala, Caño Negro, Los Chiles, San Rafael y San Jorge.
La región RN3 como se mencionó anteriormente es otra de las regiones que pertenecen a la unidad estructural Fosa de Nicaragüa ver imagen 4.31, con una fuerte cercanía a la unidad estructural de las cordilleras Volcánicas y la Sierra de Tilarán, esta región posee la influencia directa del Lago Nicaragüa, el cual modera las temperaturas, además de modificar el flujo de los vientos. Con una mayor influencia del régimen del Pacífico sobre todo durante eventos secos, y totalmente expuesta a los vientos alisios así como a los sistemas atmosféricos provenientes del mar Caribe (ondas tropicales, frentes fríos). El clima de la región se caracteriza con el climograma de la estacion meteorológicadel IMN presentada en el documento ¨Atlas Climatológico de Costa Rica¨ Datos del 1991 al 2005, Upala (69538).

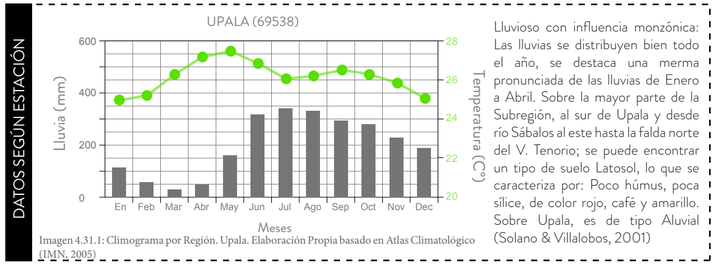


Imagen 4.31.1: Climograma por Región. Upala. Elaboración Propia basado en Atlas Climatológico (IMN, 2005)

REGIÓN	LLUVIA MEDIA ANUAL (mm)	TEMP. MAX. MEDIA ANUAL (C°)	TEMP. MÍN. MEDIA ANUAL (C°)	TEMP. MEDIA ANUAL (C°)	PROMEDIO DÍAS DE LLUVIA	DURACIÓN DE PERÍODO SECO	TIPO DE CLIMA
RN3	2722	31	22	26	204	3	Lluvioso con influe. monzónico

Imagen 4.31.2: Resumen Sinóptico-Climático de la Región RN3. Elaboración Propia basado en Instituto Meteorológico Nacional ; Solano, 1992.

Climograma IMN

La región posee una orografía caracterizada por extensas llanuras y una zona montañosa formada por las Sierras Volcánicas Central y Guanacaste. Dicha subregión al ser una extensa llanura se encuentra influenciada por el mar Caribe a pesar de su proximidad por lo que se expone a los vientos alisios como se mencionó anteriormente.

La época que presenta los meses más cálidos se da entre abril y junio, siendo mayo el más caliente del año. Mientras que la época más fría se presenta entre diciembre y febrero. En Upala al encontrarse en la zona con la elevación más baja, las temperaturas medias son más altas, oscilando entre 25°C y 27.5°C. Con respecto a las precipitaciones las variaciones de un mes al otro (o entre el mes más lluvioso y el más seco) son muy altas, de hasta 460 mm.
En promedio en el mes más seco se pueden registrar 80 mm en marzo y en los más húmedos y lluviosos se presentan a mediados de año, entre junio y agosto. Registrándose un régimen mensual tipo monzónico (Upala, Los Chiles, Peñas Blancas), régimen que disminuye sus cantidades entre febrero y abril. Según el resumen sinóptico del IMN, anualmente se llega a 2722mm aproximadamente de precipitación como se observa en la imagen 4.31.1.

Cabe mencionar que la lluvia anual y mensual, de la zona montañosa y la parte más oriental son más lluviosas que la zona fronteriza y la parte más occidental (Upala).

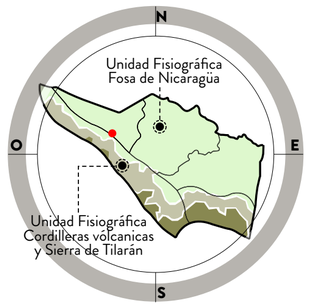


Imagen 4.31.3: Condiciones Geográficas de la región Norte. Elaboración Propia basado en El clima, su variabilidad y su cambio climático , (CRRH, 2008)

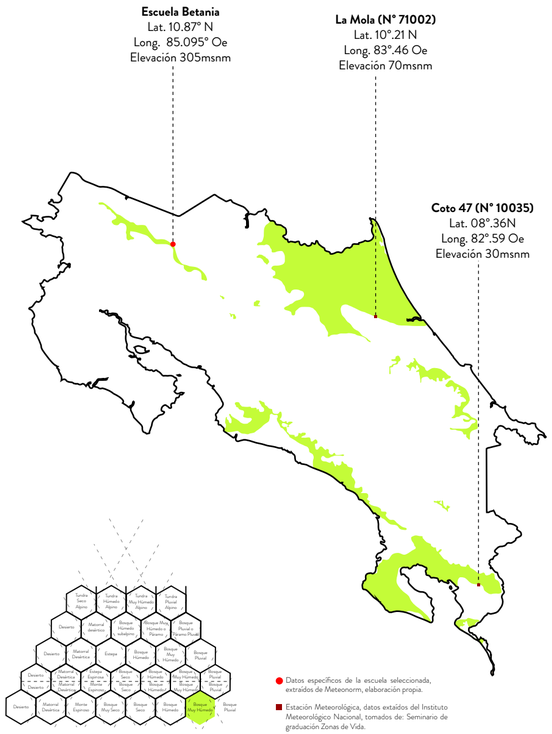
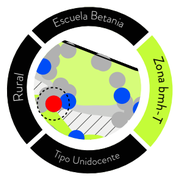
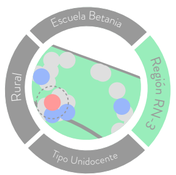


Imagen 4.32: Mapa de zona de vida- Bosque muy Húmedo Tropical, Tomado de Guía de Diseño Bioclimático, zonas de vida UCR, modificado por autores.





Bosque muy Húmedo Tropical

Para poder caracterizar este tipo de bosque se evalúan los puntos de las estaciones meteorológicas del IMN, La Mola (N° 71002) y Coto 47 (N° 10035). Esta Zona de Vida es la más extensa del país con 5 390 391ha, esta a diferencia de la zona anterior a pesar de poseer distintas alturas se destaca por poseer dentro de toda la zona de vida las mismas características de vegetación y promedios climáticos.

El bosque muy húmedo se caracteriza por presentar precipitaciones la mayor parte del año con un rango entre los 4000 y los 6000mm de precipitación media anual, por esta razón no se determina una zona seca definida (Quesada, 2007). Al ser esta zona una de las más grandes se encuentra ubicada en tres regiones: la Pacífico Central, la Región Brunca y la región Huetar norte y Atlántica. Por lo tanto, esta zona de vida se ubica en las llanuras noroeste del país (San Carlos, Sarapiquí y Tortuguero) además de la región Atlántica sur y la región Pacífico Sur. (Seminario de Graduación, UCR, 2013)

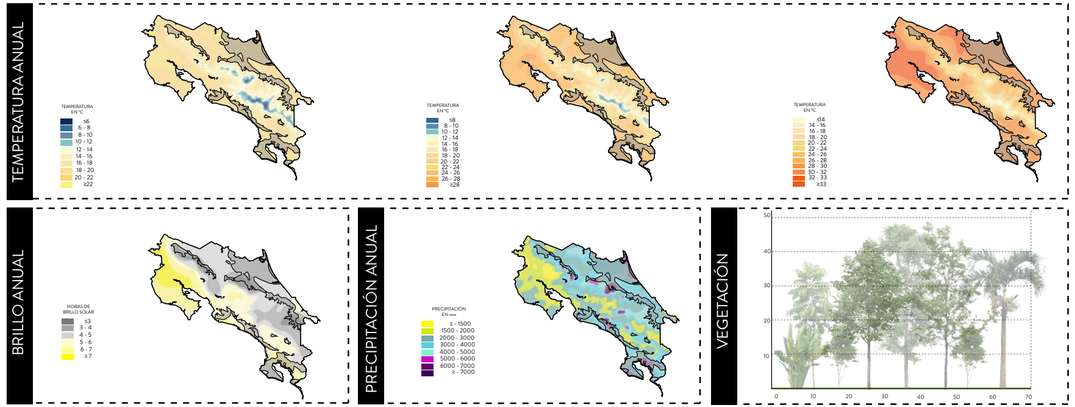


Imagen 4.32.1: Mapeos climáticos-BmhT. Fuente IMN. Diagramación Elaboración Propia

Imagen 4.32.2: Perfil Vegetal-BmhT. Fuente Seminario Zonas de vida UCR. Diagramación Elaboración Propia

Temperatura Anual

Este tipo de Bosque se caracteriza por tener las mayores temperaturas del nivel basal y de todas las zonas de vida como se observa en la imagen 4.32.1.

Los rangos de temperatura en la estación La Mola el máximo es de 32°C y un mínimo de 22,3°C. La estación de Coto 47 presenta una pequeña disminución de rangos de temperatura en la que varía un grado una de otra, por lo que se ubica una temperatura máxima de 34°C y una mínima de 21,4°C.

Brillo Solar

Al estar las estaciones meteorológicas en polos opuestos del territorio nacional se logra observar en la imagen que todo el sector norte del Bmh-T presenta una exposición solar de 4-5h, mientras que en la zona del pacífico central y sur la exposición es mayor aumentando de 5-6h anuales.

Precipitación Anual

En lo que respecta a la precipitación, el bosque muy Húmedo se caracteriza por poseer los mayores niveles de precipitación en los cuales para la estación la Mola se presenta un promedio anual de 3000-4000mm y para la estación de Coto 47 el promedio anual es de 4000-5000mm.

Perfil Vegetal

Se caracteriza por poseer de 4-5 estratos perennifolios. El sotobosque es abundante, se diferencia por la presencia de palmeras. Los árboles emergentes de esta zona sobrepasan los 50m de altura. Si no se encuentran perturbados, son bosques diversos con más de 150 especies de porte arbóreo.

Algunas especies de esta zona de vida son: Ceiba pentandra (Ceiba), Vochysya guatemalensis (chancho, cebo), Dipteryx panamensis (almendro), Hieronyma alchorneoides (pilón), Hura crepitans (jabillo), Pentaclethra macroloba (javilán). (Quesada, 2007)

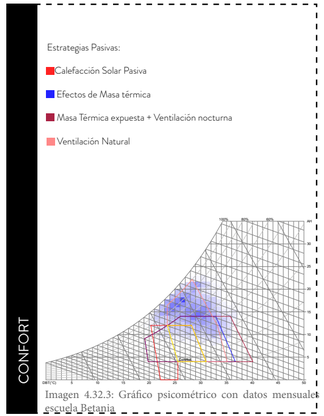


Imagen 4.32.3: Gráfico psicométrico con datos mensuales de escuela Betania

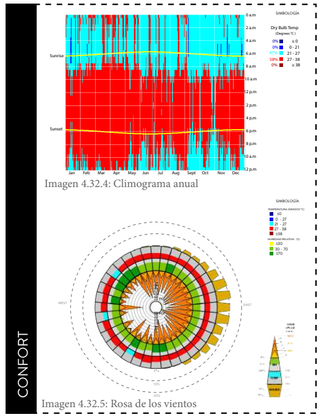


Imagen 4.32.4: Climograma anual

Imagen 4.32.5: Rosa de los vientos

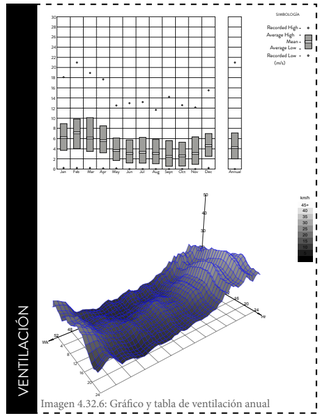


Imagen 4.32.6: Gráfico y tabla de ventilación anual

Rangos de confort

Los rangos de confort se realizan con los datos obtenidos de la Escuela Betania, ubicada en Upala a 10.87° latitud Norte, 85.095° Longitud Oeste. La zona de confort se encuentra en el límite superior entre los 23,5°C y los 28°C de temperatura de Bulbo Seco y en el límite inferior entre los 25,5°C y los 31°C. La humedad se localiza en un rango de 75% a 50% aproximadamente. Ver recuadro amarillo en imagen 4.32.3

Estrategias de confort

Con el fin de ampliar el rango de confort debido a que no se cubría en su totalidad, se utilizan estrategias pasivas para abarcarlo de distintas formas, entre las que mas funcionan para el diseño arquitectónico se encuentran la ventilación natural, la masa térmica junto con la ventilación nocturna, la calefacción solar y el efecto de la masa térmica.

Asimismo, se utiliza el climograma de la imagen 4.32.4, donde se puede observar que gran parte del año se encuentran fuera del rango de confort aceptable. Presenta altas temperaturas desde las 8am hasta las 11pm aproximadamente. Los meses de enero a mayo son abruptos en altas temperaturas.

En la rosa de los vientos de la imagen 4.32.5 se observa que provienen del este, con grandes velocidades alcanzando hasta los 16-18m/s.

Ventilación

A pesar de sus altas temperaturas tiene el beneficio de poseer entre enero y abril mayor ventilación con rangos mínimos entre 3.5-4 m/s y rangos máximos entre 8-10m/s. De mayo a noviembre la velocidad del viento reduce de 1.5m/s mínimo y rangos máximos de 5-6m/s. El rango anual promedia la velocidad de 2-7m/s

En la imagen 4.32.6 se ve de manera anual la velocidad del viento aumentando principalmente desde las diez de la mañana a cinco de la tarde. De igual forma, de diciembre a abril la velocidad del viento aumenta.

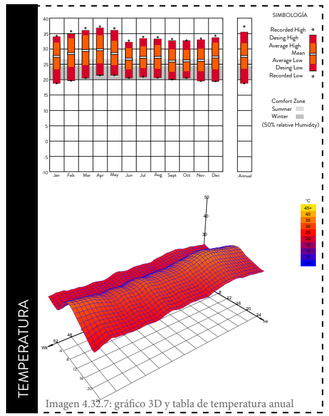


Imagen 4.32.7: gráfico 3D y tabla de temperatura anual

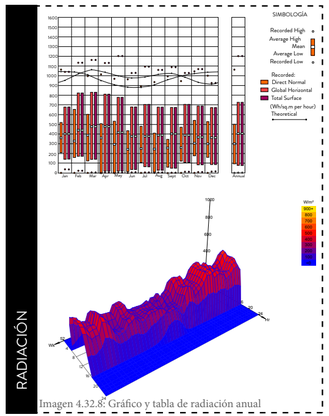


Imagen 4.32.8: Gráfico y tabla de radiación anual

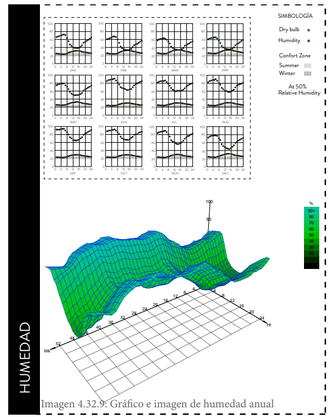


Imagen 4.32.9: Gráfico e imagen de humedad anual

Temperatura

En el caso de la zona de Upala, se enmarcan las altas temperaturas como se observa en la imagen 4.32.7 la media de la temperatura mensual supera en 9 meses la zona de confort, gran parte del tiempo esta zona pasa con temperaturas altas rondando entre los 25°C y los 33°C, los meses entre febrero y mayo superan la temperatura máxima alcanzando sobrepasar los 35°C . Si se observa el resumen anual la temperatura mínima es de 18°C y la máxima de 35°C.

En el gráfico 3D se observa mejor el comportamiento de la temperatura durante todo el año.

Radiación

Abril y mayo se observan como los meses con mayor radiación, sin embargo se destaca que durante todos los meses hay influencia de radiación directa, con la cual debemos de cuidar que esta incidencia no afecte el espacio interno diseñado. (ver imagen 4.32.8)

En el gráfico 3D se ejemplifica cuáles meses se ven mas afectados por la radiación, la cual ronda entre los 600 W/h. Los meses con menor incidencia rondan los 300 W/h. Cabe destacar que la zona horaria más afectada es de las 7am hasta las 5pm.

Humedad

En el gráfico de la imagen 4.32.9, se aprecia la diferencia que presenta esta zona en humedad. Entre enero y abril sucede que el rango de humedad mínimo alcanza un 35% mientras que el máximo no sobrepasa el 75%. Sin embargo, de mayo a noviembre la humedad se separa de la temperatura de bulbo seco y su porcentaje se eleva sobrepasando el 80% máximo y con un mínimo de 58%. En diciembre vuelve a caer la humedad pero menor en un rango de 80% máximo y 40% mínimo.

Se aprecia que la humedad en esta zona es variante, sin embargo, aumenta por las noches.

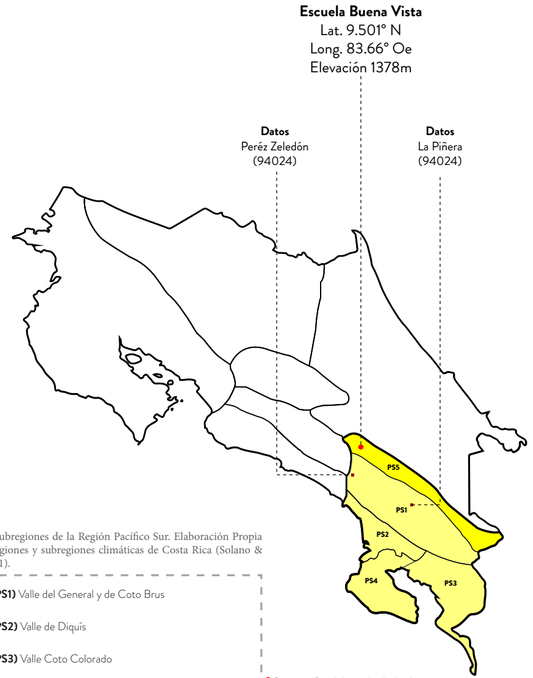


Imagen 4.33: Subregiones de la Región Pacífico Sur. Elaboración Propia basado en . Regiones y subregiones climáticas de Costa Rica (Solano & Villalobos, 2001).

Región Pacífico Sur PS5

Faldas del Pacífico de la Cordillera de Talamanca (PS5). Comprende la cuenca más alta de los ríos General, Ceibo, Cabagra, Mosca, Cotón y Coto Brus, con lugares como Buena Vista, Alto San Juan, San Jerónimo, Canaán, Esperanza, Fila Tigre, Río Barú, Mellizas, Río Sutu.

La región PS5 se encuentra en lo que se conoce como las estribaciones de la Cordillera de Talamanca como se puede observar en la imagen 4.32.3, con una cercanía de la Fila Brunqueña. La Cordillera de Talamanca impide el paso de los vientos alisios y su efecto desecante, por esta razón las lluvias son aportadas por el monzón y las brisas marinas. Presenta un tipo de clima: ecuatorial.
Para poder caracterizar el clima de esta región se utiliza los climogramas de las estaciones meteorológicas del IMN presentadas en el documento ¨Atlas Climatológico de Costa Rica¨ Datos del 1991 al 2005, Peréz Zeledón (94024) y La Piñera.

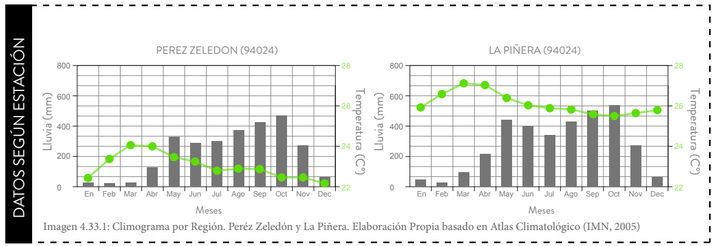


Imagen 4.33.1: Climograma por Región. Peréz Zeledón y La Piñera. Elaboración Propia basado en Atlas Climatológico (IMN, 2005)

REGIÓN	LLUVIA MEDIA ANUAL (mm)	TEMP. MAX. MEDIA ANUAL (C°)	TEMP. MÍN. MEDIA ANUAL (C°)	TEMP. MEDIA ANUAL (C°)	PROMEDIO DÍAS DE LLUVIA	DURACIÓN DE PERÍODO SECO	TIPO DE CLIMA
PS5	3320	24	17	20	211	sin período	Faldas de la Cordillera del lado Pacífico

Imagen 4.33.2: Resumen Sinóptico-Climático de la Región PS5. Elaboración Propia basado en Instituto Meteorológico Nacional ; Solano, 1992.

Climograma IMN

Esta región presenta una orografía es muy compleja y variada, en la que se encuentran costas, valles, llanuras y la Cordillera de Talamanca (la más alta del país). La subregión se encuentras en las estribaciones de dicha cordillera. Presenta un tipo de clima: ecuatorial, la temperatura media anual es de 20°C y la lluvia de 3320 mm, según el resumen sinóptico del IMN, como se observa en la imagen 4.32.2. Dicha subregión presenta la amplitud de las temperaturas medias mensuales más bajas del país, la variación de las temperaturas mensuales oscila entre 12°C-17°C. Los meses más calientes son marzo y abril, siendo marzo el mes más caliente y el más fresco es octubre o diciembre(en la Cordillera de Talamanca).

En el caso más extremo, las lluvias de los 3 o 4 meses menos húmedos y lluviosos (diciembre a marzo), son superiores a los 30 mm, siendo febrero el mes menos húmedo y octubre el más lluvioso con precipitaciones superiores a 500mm. Las intensas lluvias de setiembre y octubre son atribuidas al monzón además de los frecuentes temporales, que son ocasionados por ciclones tropicales que pasan por el mar Caribe.
Tipo de Clima sobre toda la subregión es de ¨Faldas de la Cordillera del lado Pacífico¨ según Régimen de lluvia anual Coen (1967). Sobre toda la Subregión, ocupa la parte norte del Pacífico Sur, sobre las estribaciones de la Cordillera de Talamanca del lado Pacífico.; se puede encontrar un tipo de suelo Litosol, lo que se caracteriza por: ser de montaña, pedregosidad, poco desarrollados. (Solano & Villalobos, 2001)

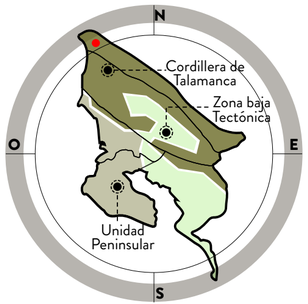


Imagen 4.32.3: Condiciones Geográficas de la región Pacífico Sur. Elaboración Propia basado en El clima, su variabilidad y su cambio climático , (CRRH, 2008)

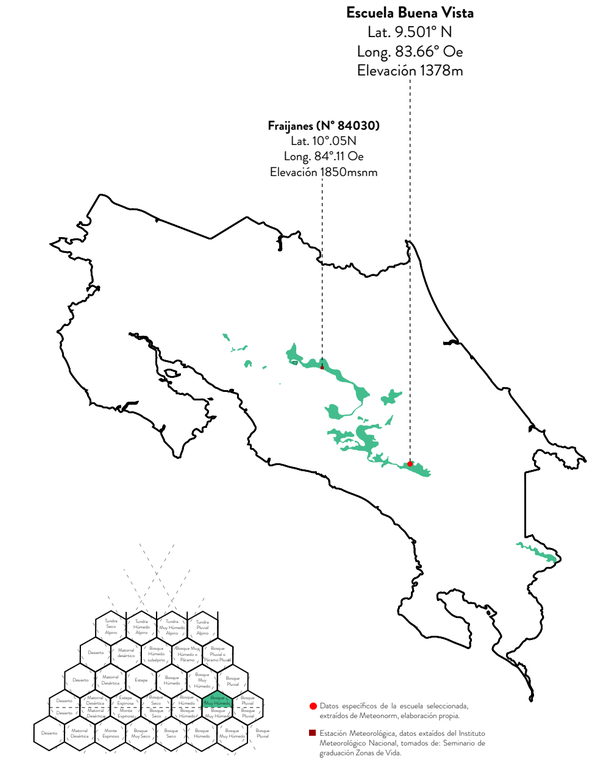
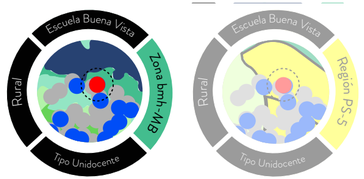


Imagen 4.33: Mapa de zona de vida- Bosque muy Húmedo Montano Bajo, tomado de Guía de Diseño Bioclimático, zonas de vida UCR, modificado por autores.



Bosque muy Húmedo Montano Bajo

Esta zona de vida en extensión es menor que las vistas anteriormente, por lo tanto, se utiliza una estación meteorológica del IMN, la estación Fraijanes (N°84030) y los datos de la escuela Buena Vista. Para encontrar este bosque se debe buscar en las "lomas sur de la meseta central del país; alrededor del Valle Central. Se ubica sobre las lomas del Volcán Irazú, el Volcán Poás y el Volcán Arenal." (Seminario de Graduación, UCR, 2013)

Según los documentos, este tipo de bosque se caracteriza por poseer neblina durante periodos del día y del año. Esta característica hace que los lugares con este tipo de bosque no se desempeñen en la agricultura sino en la ganadería de leche. Asimismo, por ubicarse en terrenos quebrados y montañosos, por su cercanía con los volcanes y sus vistas hace de este bosque lugares aptos para el turismo.

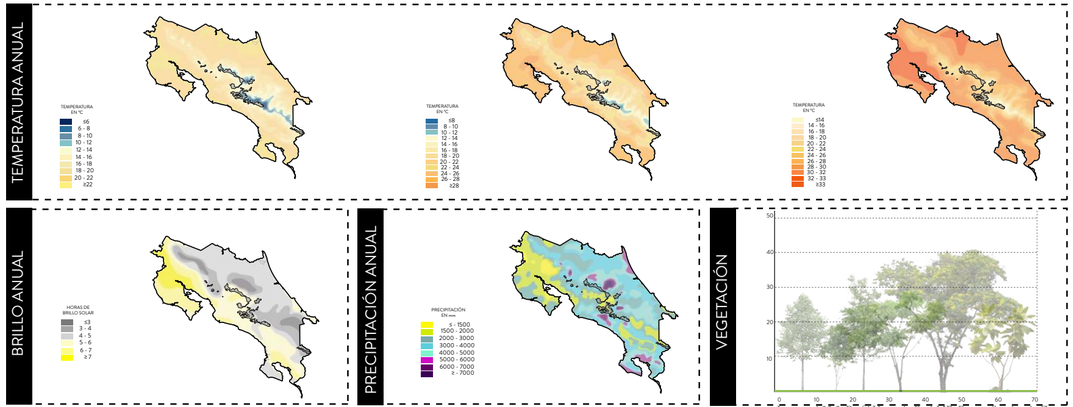


Imagen 4.33.1: Mapeos climáticos-BmhMB. Fuente IMN. Diagramación Elaboración Propia

Imagen 4.33.2: Perfil Vegetal - BmhMB. Fuente Seminario Zonas de vida UCR. Diagramación Elaboración Propia

Temperatura Anual

La temperatura anual se divide en mímina, media y máxima como se logra observar en la imagen 4.33.1.

En lo que respecta a la temperatura mínima anual de este bioclima, ronda entre los 10-14°C. La temperatura máxima se encuentra entre los rangos de 22-24°C. En la estación de Fraijanes la temperatura máxima se presencia en Abril y la temperatura mínima en Enero.

Brillo Solar

Debido a lo que se mencionaba anteriormente de que esta zona presenta nubosidad durante todo el año el brillo solar es menor. En la zona de la estación de Fraijanes se observa que el brillo solar recibido es de 5-6h, sin embargo, donde se ubica la escuela Buena Vista mas al sur de esta Zona de Vida se reduce la cantidad de brillo solar de 3-4h.

Precipitación Anual

La precipitación oscila según (Quesada 2007) entre los 1850mm-4000mm como promedio anual. En la imagen, se observa la zona de Fraijanes y de la escuela Buena Vista presentan una precipitación de 3000-4000mm.

Perfil Vegetal

Presenta un dosel medio de 25-30m. Las coronas de los árboles son extensas cubriendo el sotobosque, el cual es denso, oscuro y sombrío. Las especies que se pueden encontrar, Quercus (40m altura), Alnus acuminara (Jaúl), Cornus Disciflora (Lloró), Magnolia poasana (Magnolia). Se caracterizan por el tamaño de sus hojas, grandes y uniformes.

Los troncos de los árboles se caracterizan por las epífitas como lianas y enredaderas que los cubren. Esta zona se caracteriza por tener terrenos con topografía accidentada, donde la ladera queda expuesta y es húmedo.

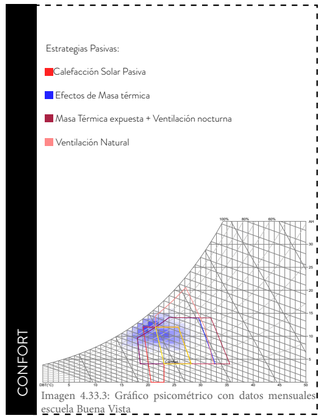


Imagen 4.33.3: Gráfico psicométrico con datos mensuales escuela Buena Vista

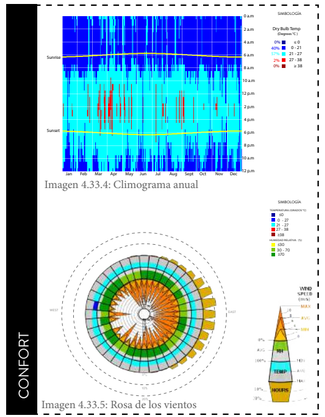


Imagen 4.33.4: Climograma anual

Imagen 4.33.5: Rosa de los vientos

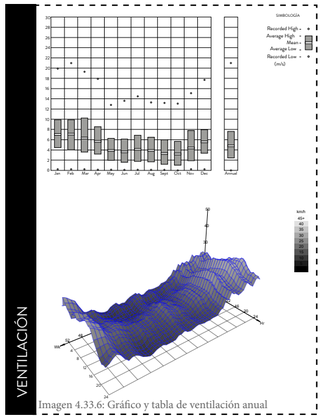


Imagen 4.33.6: Gráfico y tabla de ventilación anual

Rangos de confort

Los rangos de confort se realizan con los datos obtenidos de la Escuela Buena Vista, ubicada en Pérez Zeledón a 9.501° latitud Norte, 83.66° Longitud Oeste, a una altura de 1378m. La zona de confort se encuentra en el límite superior entre los 21°C y los 26°C de temperatura de Bulbo Seco y el límite inferior entre los 23°C y LOS 28°C. La humedad se localiza en un rango de 75% y 58% aproximadamente. Ver imagen 4.33.3.

Estrategias de confort

El gráfico de comportamiento mensual demuestra que esta zona se requiere de estrategias pasivas para poder ampliar el rango de confort debido a que no se cubre su totalidad con las características de la zona por sí solas. Por lo tanto, se utiliza la ventilación natural como una de las principales estrategias y la masa térmica. Al ser una zona mas fría que las anteriores, esta zona requiere efectos de masa térmica para mantener el espacio interno estable.

Como se observa en la imagen 4.33.4, esta zona se encuentra un 57% dentro de temperaturas confortables, sin embargo, debe considerarse que las madrugadas y las noches son muy frías y sale de la zona de confort con un 40% del tiempo. La ventilación se observa en la imagen 4.33.5 que proviene del este.

Ventilación

La ventilación se ve beneficiada de noviembre a abril debido al aumento de su velocidad con rangos de 4m/s a 10m/s como se representa en la imagen 4.33.6, de mayo a octubre reduce pero aún así mantiene rangos constantes durante esos meses ende los 3m/s y los 6m/s. Cabe destacar que según la rosa de los vientos y el récord máximo se han tenido velocidades altas entre los 16-20m/s.

En el gráfico 3D se obtiene como a partir de las 12pm hasta las 8pm la ventilación aumenta, en las horas siguientes disminuye su velocidad. Por lo tanto, se denota que de noche hay menos velocidad del viento.

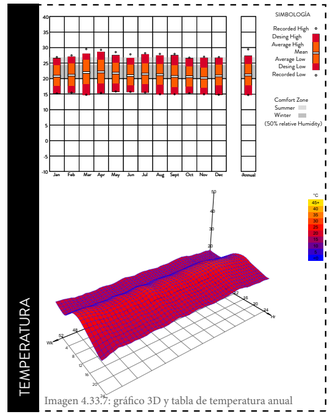


Imagen 4.33.7: gráfico 3D y tabla de temperatura anual

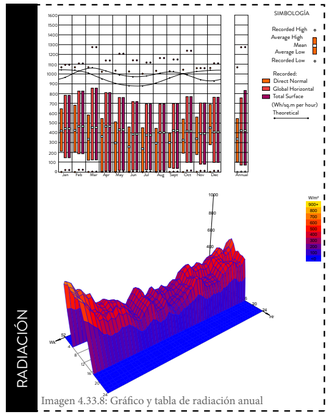


Imagen 4.33.8: Gráfico y tabla de radiación anual

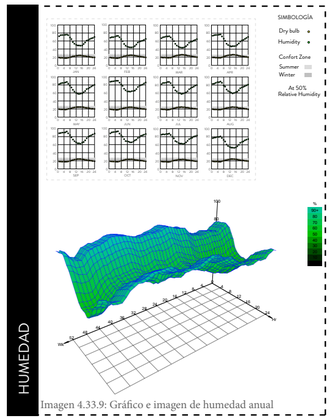


Imagen 4.33.9: Gráfico e imagen de humedad anual

Temperatura

En esta zona la temperatura la media se encuentra dentro de la zona de confort y no presenta picos altos de temperatura pero al contrario de las otras dos zonas estudiadas, esta presenta temperaturas bajas que se salen del rango de confort rondando entre los 15°C y los 20°C. Aún así no son temperaturas bajas extremas, pero si debe considerarse en el diseño arquitectónico. (Ver imagen 4.33.7)

En el gráfico 3D se observa un aumento de la temperatura a partir de las 8am hasta las 4pm, entre los 25°C luego se mantiene entre los 15°C.

Radiación

El hecho de que la temperatura disminuya no significa que la radiación también, se observa como existen picos de radiación principalmente de octubre a mayo. Se debe considerar la incidencia directa de la radiación con el fin de proteger el espacio interno y aprovechar las sombras que genera, pero en los meses fríos se debe aprovechar la radiación horizontal que permite mantener el espacio cálido en invierno.

En el gráfico 3D se pueden ver los picos de radiación mencionados que abarcan entre 500-600 W/h. Los meses con menor radiación rondan los 300-400W/h.

Humedad

La humedad en esta zona de Pérez Zeledón presenta dos etapas de diciembre a abril donde el porcentaje de humedad se mantiene entre el 40% en horas de la tarde y por las noches aumenta a 75%. La otra etapa abarca de marzo a noviembre los cuales mantienen una mínima entre el 60% aproximadamente y las máximas en 85% por las noches.

En el gráfico 3D se ejemplifica que anualmente las tardes son menos húmedas,los puntos mas altos se mantienen constantes por las noches y madrugadas, tomado en cuenta junto con la temperatura se convierten en zonas horarias frías que se salen del confort.

Estrategias de Diseño Bioclimáticas recomedadas para Zonas específicas

En esta sección del capítulo se determinarán consideraciones a nivel de diseño (volumetría, configuración del espacio, envolventes, topografía, vegetación), para una óptima adaptación al contexto inmediato específico, según sean las exigencias establecidas por lo datos climáticos determinantes en los rangos de confort para las tres escuelas en estudio y su respectiva zona de vida.

Para determinar las exigencias específicas se utilizaron simulaciones computarizadas para las escuelas en su ubicación actual, por medio de software como Weather Tool, Ecotect y Climate Consultant, además para ejemplicar las estrategias a desarrollar en las futuras propuestas según dichas exigencias se utilizó la ¨Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge¨ (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, Bolaños Álvarez, & otros, 2013)

Inicialmente se establece la orientación ideal según su posible incidencia solar y exposición a los vientos predominantes (ambas variables establecidas por simulaciones y presentadas anteriormente), de manera que la configuración aproveche dichas variables climáticas. Luego se propician los parámetros de emplazamiento al terreno que mejor se adaptan a las diversas zonas de vida y su piso respectivo (cerramientos horizontales inferior e intermedio). Posteriormente se caracteriza y configura el espacio habitable (entre ellas se caracteriza los cerramientos verticales y estrategias para las mismas). Además de pautas para la configuración de cubierta del mismo (cerramiento superior). Para concluir, se propone la vegetación ideal en el diseño y que permita servir de estrategia para una mejor adaptación.

Las pautas y recomendaciones específicas de diseño bioclimático se desarrollarán y categorizarán según su función (cerramiento horizontal, inferior e intermedio, el cerramiento vertical y el cerramiento superior), como se puede observar en la imagen 4.34. De manera que dichas pautas permitan lograr diversos principios según su zona:

Evitar la captación de calor
Disipar calor
Control Solar

Captar Calor
Acumulación de Calor
Conservar Calor

Los tres primeros principios, se deberán utilizar en edificaciones educativas que se encuentren en los pisos altitudinales de menor altura sobre el nivel del mar:
- Piso Basal
- Piso Premontano.

Zonas cuyo objetivo arquitectónico bioclimático es lograr un espacio fresco para las diversas actividades, con una adecuada ventilación y humedad controlada.

Los segundos tres principios se deberán utilizar en edificaciones educativas que se encuentren en los pisos altitudinales de mayor altura sobre el nivel del mar:
-Montano Bajo
-Montano
-Sub Alpino.

Zonas cuyo objetivo arquitectónico bioclimático es fundamental conservar el calor dentro de la envolvente, garantizando un espacio confortable para el usuario. En el caso del piso Montano Bajo puede presentar zonas de vida que utilicen estrategias del primer bloque para equilibrar el rango de confort, ya que puede presentar rasgos climáticos similares determinados por la influencia marítima.

Las tres escuelas en estudio se encuentran en dos pisos altitudinales distintos: piso Basal (zona de vida Bosque Húmedo Tropical/ B-hT y zona de vida Bosque Muy Húmedo Tropical/ B-mhT) y piso Montano Bajo (zona de vida Bosque Muy Húmedo)/ MB-mh; como se aprecia en la imagen 4.35.

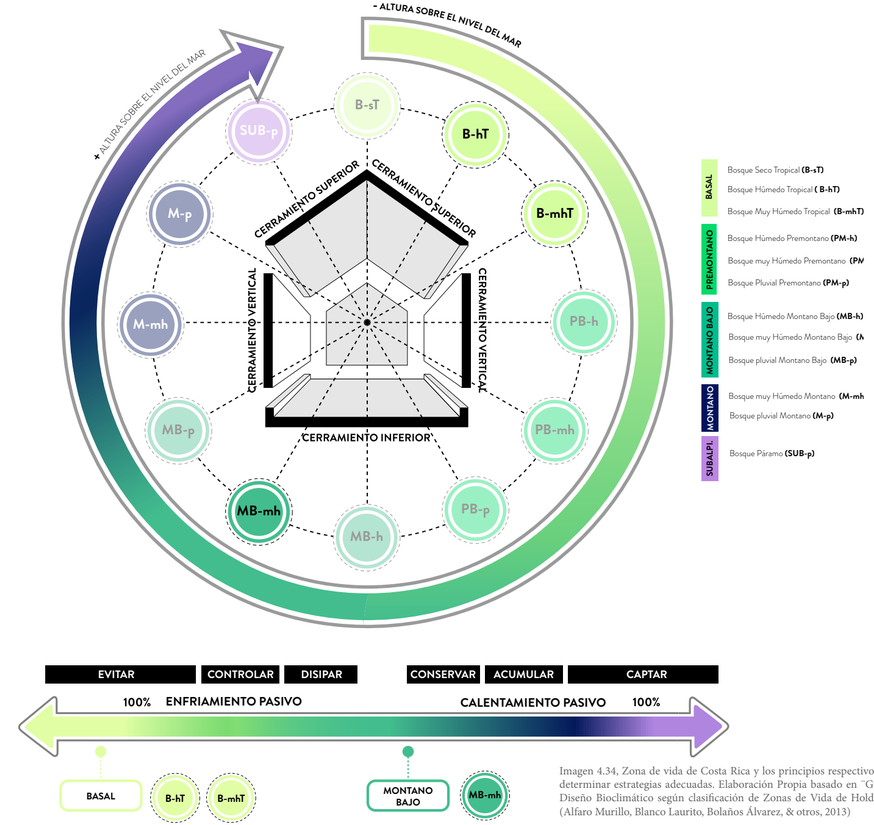


Imagen 4.34, Zona de vida de Costa Rica y los principios respectivos para determinar estrategias adecuadas. Elaboración Propia basado en ¨Guia de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge¨ (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, Bolaños Álvarez, & otros, 2013)

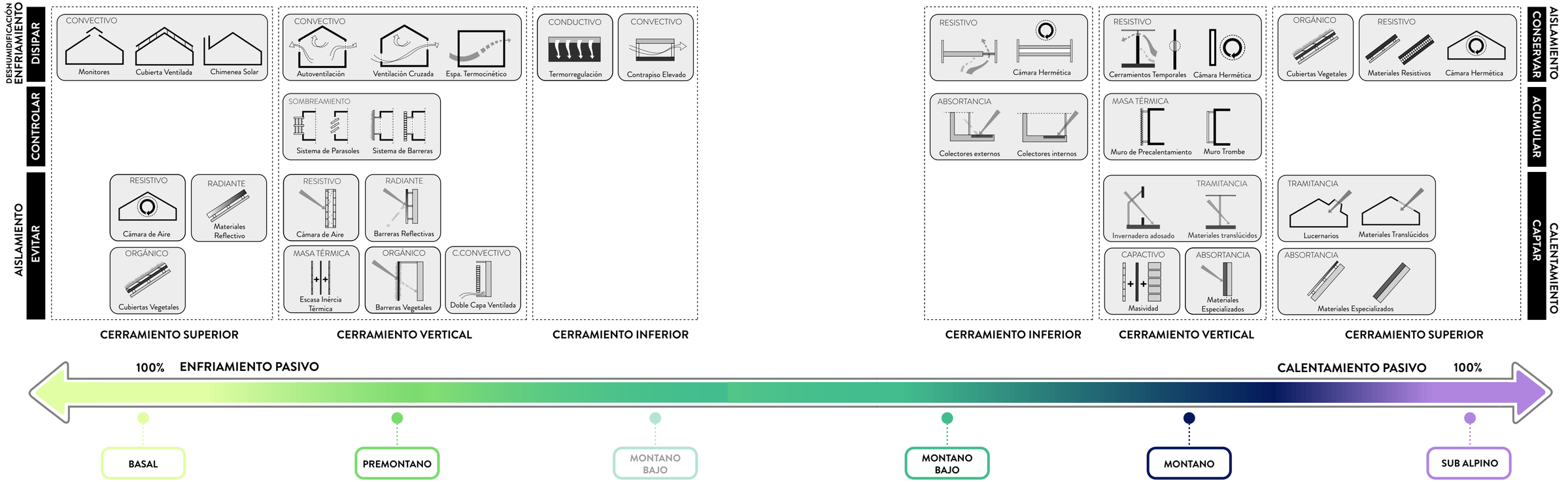


Imagen 4.35, Estrategias y principios según las Zona de vida de Costa Elaboración Propia basado en "Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge" (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, Bolaños Álvarez, & otros, 2013)

PORCENTAJES DE CONFORT
ESCUELA: **Daytonia - -**
UBICACIÓN: **WMO#=999**
DÍAS DE SEMANA: **07:00 - 05:00 Hrs**
FINES DE SEMANA: **07:00 - 12:00 Hrs**
POSICIÓN: **9.5°, -82.7°**
© Weather Tool

B-hT

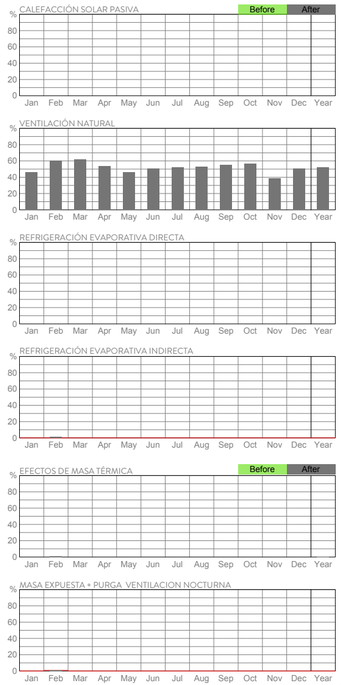


Imagen 4.36, Estrategias pasivas necesarias para el confort de la Zona de vida Bosque Húmedo Tropical (basal). simulación por Weather tool. Elaboración Propia

Bosque Húmedo Tropical
(Piso Altitudinal Basal)

Estrategias de Confort.

En el caso de la estación en la Región Caribe hay un comportamiento muy similar entre el día tipo lluvioso y el cálido, aunque este último es más estable.

La estrategia que proporciona mayor efectividad y mejor dicho la única que logra el confort en el caso de la Región Caribe, la escuela Daytonia, es la ventilación natural; la cual permite solucionar la sensación de calor, generado en gran parte por las temperaturas mínimas y medias a lo largo del año.

A pesar de que la estrategia de ventilación natural es la única que extiende de manera efectiva el área de confort y cubre la mayoría de rangos de horas medias; existen rangos de temperaturas muy altos que pueden no ser cubiertos por ninguna de las estrategias presentadas en el diagrama psicométrico, por lo que también son necesarias estrategias preventivas de control solar y sombreamiento (generalmente durante las horas más cercanas al mediodía); y sistemas de deshumidificación (para las horas de la madrugada).

Como es el caso estrategias de auto sombreamiento del centro educativo, dispositivos de sombreamiento y protección solar como parasoles y/o elementos externos como vegetación para la protección solar, mejorando de esta manera la efectividad de la ventilación con el fin de evitar el sobrecalentamiento del espacio habitable.

Evitar la captación de calor
Disipar calor
Control Solar

Ventilación Natural

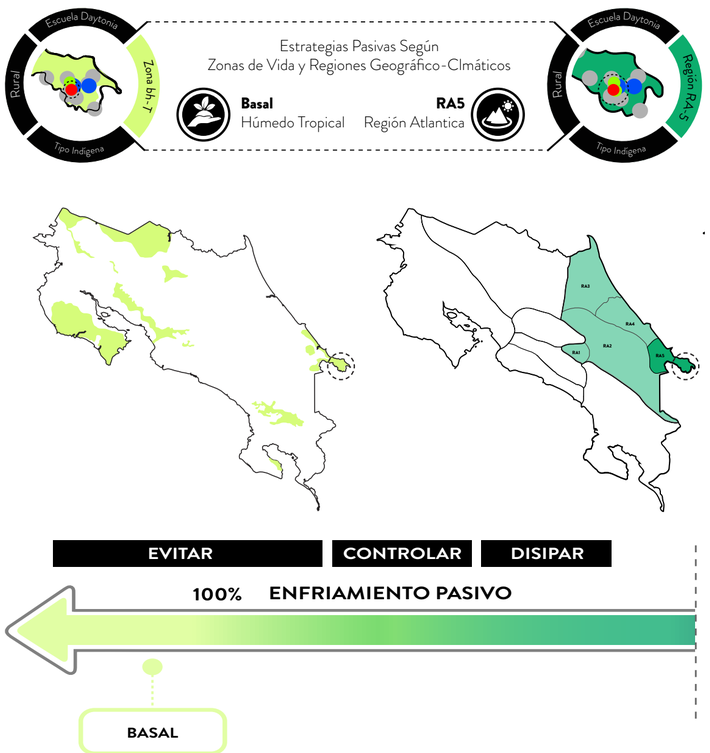


Imagen 4.37, Estrategias pasivas y principios bioclimáticos para la zona de vida Bosque Húmedo Tropical (basal). Elaboración Propia.

PORCENTAJES DE CONFORT
ESCUELA: **Betania - -**
UBICACIÓN: **WMO#=999**
DÍAS DE SEMANA: **07:00 - 05:00 Hrs**
FINES DE SEMANA: **07:00 - 12:00 Hrs**
POSICIÓN: **10.9°, -85.1°**
© Weather Tool

B-mhT

Imagen 4.38, Estrategias pasivas necesarias para el confort de la Zona de vida Bosque Muy Húmedo Tropical (basal). simulación por Weather tool. Elaboración Propia

Bosque Muy Húmedo Tropical
(Piso Altitudinal Basal)

Estrategias de Confort.

Según los datos obtenido en la imagen 4.38 los porcentajes de humedad son altos a los establecidos por la zona de confort, así como las temperaturas medias / mayores registradas. El día modelo lluvioso y seco tiene un comportamiento fluctuante, el cual varía la amplitud de temperatura, además de las diferencias de humedad entre las épocas.

Por lo que la estrategia que proporciona mayor efectividad para lograr el confort en el caso de la Región Norte, la escuela Betania, es la ventilación natural, la cual soluciona la sensación de calor en gran parte de las temperaturas mínimas y medias a lo largo de todos los meses. A pesar de que dicha estrategia extiende eficazmente el área de confort para esta zona de vida, no la cubre en su totalidad.

Al no lograr cubrir el área de confort, se necesita de otras estrategias como es el caso de control solar, por ejemplo el auto sombreamiento del centro educativo, dispositivos de sombreamiento así como protección solar como parasoles y/o elementos externos como vegetación de para protección solar / enfriamiento evaporatorio indirecto; estrategias complementarias y de prevención que al combinarse puede contrarrestar la sensación de calor excesivo; así como estrategias contra los elevados porcentajes de humedad.

Las cuales son recomendables en las primeras horas de la mañana, donde las temperaturas son menores que las recomendables y la humedad muy elevada, por lo que se recomienda estrategias como sistemas de deshumidificación alternativos (como es el caso de materiales resistentes a la humedad, para evitar su deterioro prematuro, sobre todo si esto cumple una función aislante en la edifcio educativo).

Evitar la captación de calor
Disipar calor
Control Solar

Refrigeración Evaporativa Indirecta
Ventilación Natural
Masa Expuesta + Purga por ventilación nocturna

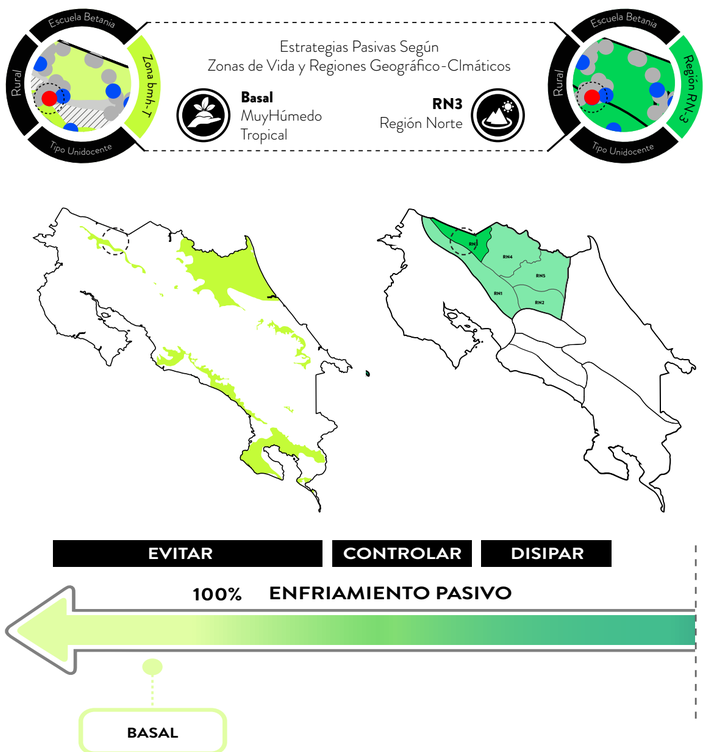


Imagen 4.39, Estrategias pasivas y principios bioclimáticos para la zona de vida Bosque Muy Húmedo Tropical (basal). Elaboración Propia.

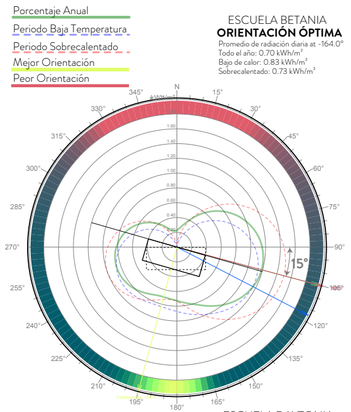


Imagen 4.40, Orientación óptima simulación computarizadas A-Escuela Betania, B- Escuela Daytonia . Elaboración Propia

Piso Altitudinal Basal

Emplazamiento y orientación

La adecuada orientación es fundamental en un emplazamiento para el aprovechamiento o protección de los diferentes elementos climáticos. Tomando en cuenta la trayectoria solar y la dirección de los vientos dominantes como punto inicial para determinar un rango de orientación óptima. En el tercer capítulo se determinaron rangos generales para espacios educativos, en este capítulo se busca determinar las orientaciones adecuadas para las escuelas en estudio y sus respectivas zonas de vida; para ello se utilizan simulaciones computarizadas con las condiciones climáticas específicas.

Para el Piso Basal se estudiarán las zonas de vida y la escuela en estudio:

-Bosque Húmedo Tropical: Escuela Daytonia en Limón/ Talamanca Lat. 9,5213 Lon. -82,6586

B-hT

-Bosque Muy Húmedo Tropical: Escuela Betania en Alajuela / Upala Lat. 10,8756 Lon. -85,0947

B-mhT

Orientación y recorrido solar

Las zonas b-hT y el b-mhT son caracterizadas por un calor “pegajoso” a partir de los altos niveles de humedad relativa. Por lo que en condiciones donde el calor y humedad son excesivos, la orientación debe dirigirse a cumplir tres pautas: evitar la captación solar, mantener el control solar y disipar el calor por medio de la ventilación cruzada.

Tomando las pautas anteriores y datos climáticos, se establecen las siguientes orientaciones óptimas para este piso altitudinal y sus respectivas escuelas, bajos los rangos necesarios para espacios educativos. (Ver imagen 4.40)

Por lo general, sus fachadas largas hacia el norte-sur, son las fachadas más eficientes para la disminución de los impactos solares desfavorables en los espacios internos, y aprovechamiento de la luz indirecta dentro de los espacios. En dichas fachadas se pueden ubicar los buques de mayor tamaño siempre y cuando posean dispositivos de control solar para evitar la captación de calor o ganancia térmica en espacios internos.

Las aberturas que se ubiquen al este, admitirán el sol, pero a una hora en que la temperatura del aire todavía es muy baja, además es obligatorio que posean dispositivos para reducir o eliminar la incidencia solar ya sea por parasoles, pérgolas o pantallas.

Deben evitarse aberturas en el oeste, siempre que sea posible, ya que la captación solar por medio de radiación y conducción, siempre conllevará a temperaturas de aire muy altas.

Orientación y dirección del viento.

Para el b-hT y b-mhT en la Región Atlántica, la influencia directa de los Alisios es predominante durante prácticamente todo el año y sobretodo en las horas del día, por lo que debe ser aprovechado para la disipación del calor provocado por las altas temperaturas y su alta humedad. Durante la noche, la dirección de la brisa cambia, de la tierra hacia el mar con dirección oeste. En el norte predomina el bosque muy húmedo en extensas llanuras, hacia el sur donde se encuentra el bosque húmedo, las pendientes del terreno de carácter más montañoso provocan vientos del oeste. (Ver imágenes 4.41-4.42)

Para el b-mhT en la región norte por la interacción de elementos climáticos y factores geográficos propios de la región, debido a su relieve montañoso, llanuras extensas y la influencia al noroeste, del lago de Nicaragua, posee vientos predominantes. Estos provienen del este mayormente, noreste, con una mayor intensidad en los meses de diciembre a febrero, además las zonas altas de la Cordillera Volcánica Central suelen ser afectadas por los vientos provenientes del suroeste ya que la brisa marina procedente del Golfo de Nicoya interactúa con los vientos Alisios a través del denominado frente de brisas, lo cual implica que se requiere protección contra lluvia al ventilar los espacios. (Ver imagen 4.43) (CRRH, 2008)

La ubicación de las aberturas mayores en las fachadas deben estar perpendiculares a la dirección de los vientos dominantes y a la altura del cuerpo, es decir la zona de presión de aire positivo (+) denominada barlovento, atravesando el espacio hacia la zona de menor presión (-) sotavento; en otras palabras permitiendo una ventilación cruzada, con el fin de disipar el calor interno. Por lo general, la mejor orientación posee las fachadas cortas en dirección con el viento de manera que se debe permeabilizar sin descuidar el control solar, por lo que se sugiere la utilización de diferentes tipos de aberturas, rejillas, jordomex, ventanas, dispositivos que se mencionaron en el capítulo anterior.

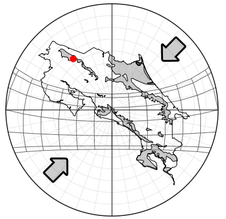
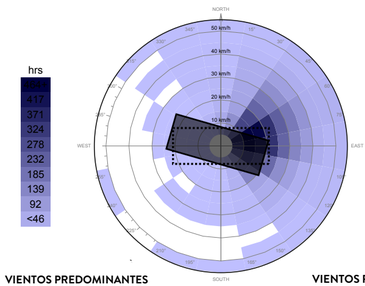


Imagen 4.41, Vientos predominantes para la Zona de vida “Bosque Muy húmedo Tropical” Elaboración Propia

Imagen 4.42, Vientos predominantes para la Zona de vida “Bosque húmedo Tropical” Elaboración Propia



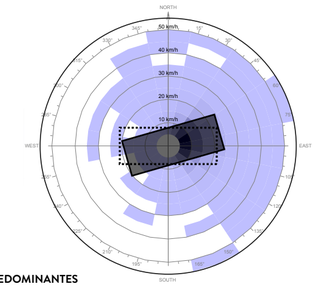


Imagen 4.43, Vientos predominantes simulación computarizadas. Elaboración Propia

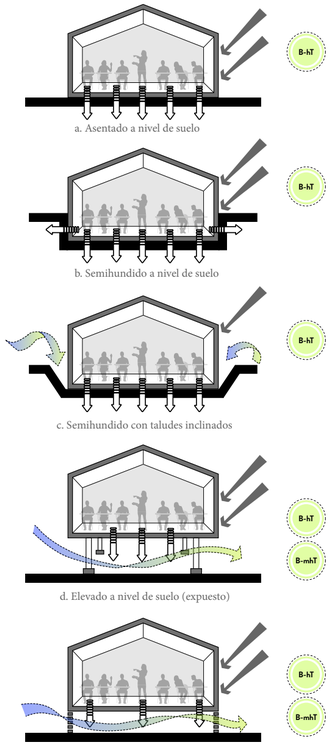


Imagen 4.44, Estrategias de Adaptaciones al terreno según Zona de vida Elaboración Propia basado en "Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge" (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, Bolaños Álvarez, & otros, 2013)

Configuración Espacial

Adaptación al terreno

Se puede configurar el espacio inferior según sean las exigencias del entorno y su clima, considerando el espacio inferior como la parte de la edificación que se asienta en el terreno o cerramiento horizontal. Las Zonas de Vida comprendidas en este piso altitudinal deben cumplir la función de disipador de calor estableciéndose las siguientes configuraciones ideales (imagen 4.44):

- Asentar el nivel del cerramiento horizontal directamente sobre el suelo (ver punto a), y se puede posicionar por debajo del nivel de suelo generando un espacio con el menor contacto con el ambiente posible (ver imagen punto b). Buscando el enfriamiento por conducción, por medio del equilibrio térmico entre dos superficies en contacto, ya que el elemento constructivo tiende a ceder su calor al elemento con menor temperatura (tierra). Dicha estrategia es la óptima para la mitigación del calor en el nivel de piso altitudinal basal específicamente para la zona de vida bosque seco, ya que es la más seca, de terrenos más rocosos y que no están expuestos a tantas inundaciones como las zonas del Atlántico como en la siguiente estrategia

- Elevar del nivel del suelo el espacio habitable lo suficiente para generar un el espacio libre. Buscando el enfriamiento por convección, el aire que circula por el espacio inferior comprendido entre la superficie y el cerramiento horizontal, para disipar su trasmisión de calor . Ya sea por medio de elementos verticales (cerramientos semipermeables) o por medio de pilotes que expongan el espacio intermedio (ver imagen punto e)

Es importante tener en cuenta que las características naturales del terreno que se encuentra debajo de las edificaciones ya que las superficies vegetales y de agua pueden moderar las temperaturas extremas del ambiente inmediato.

Superficie vegetal y Agua

Si se posee de espacios libres, destinados al paisajismo en el proyecto, pueden utilizarse para proporcionar mayor confort al ambiente a su alrededor; ya que al cubrir los suelos por capa de vegetación desde plantas pequeñas como zacate hasta los árboles contribuyen a mejorar el confort térmico del espacio construido, absorbiendo la radiación solar sin calentarse, por lo tanto, invirtiendo dicha energía en procesos naturales como la fotosíntesis; conservando de esta manera su temperatura y disipando el calor restante al ambiente mediante la evapo-transpiración que se produce en sus hojas.

Además, a mayor densidad en el follaje de la vegetación cerca de la edificación, mayor nivel de sombreamiento, es necesario utilizar especies siempre verdes para que en la época seca, siga existiendo protección de radiación en los máximos de temperatura. Evitando tener pavimentos negros pues absorben el calor, irradiándolo y transmitiéndolo al interior.

En el Bosque Húmedo Tropical, se recomienda la utilización de un diseño mixto, con el uso de superficies de agua y vegetales, aprovechando el efecto termorregulador del agua, donde esta utiliza el calor del aire para pasar del estado líquido a vapor y así la temperatura del aire se ve reducida, además la humedad relativa del aire aumenta. Se recomienda ubicarlas en las fachadas que poseen menor incidencia solar crítica, además se deben proteger con mecanismos de control solar como pérgolas o vegetación que generen sombra sobre ellos, de esta forma la radiación solar no producirá aumento en la temperatura del agua, el aire, ni la humedad.

Por otro lado , se deben de ubicar en las fachadas que reciben los vientos predominantes, de tal forma que el viento se enfríe antes de entrar a las edificaciones. En dicha zona se debe facilitar un uso alterno del área destinada a espejos de agua durante la época lluviosa. En zonas de alta humedad y época lluviosa en casi todo el año como el Bosque Muy Húmedo Tropical no se recomienda aplicar esta estrategia. (Ver imagen 4.45).

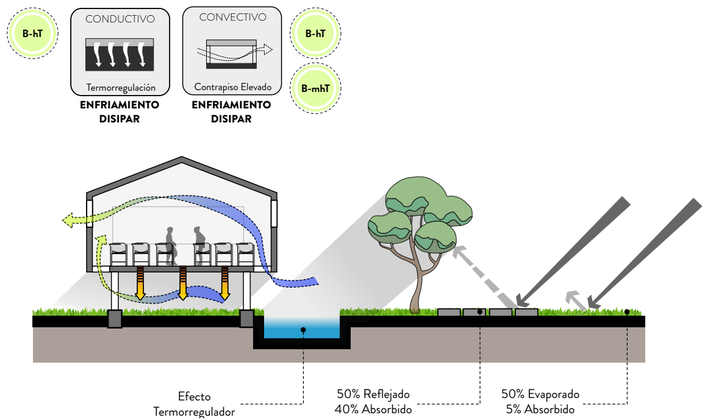
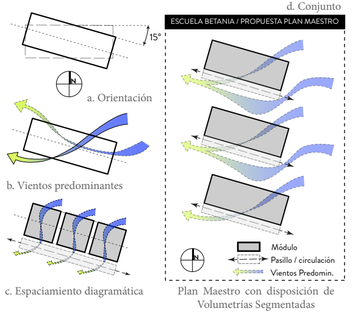


Imagen 4.45, Propiedades de la superficie del suelo y sus implicaciones en el edificio. En las zonas del piso Basal se recomienda rodear el edificio de vegetación, como estrategia de control solar como de enfriamiento del aire y absorción de radiación Elaboración Propia basado en "Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge" (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, Bolaños Álvarez, & otros, 2013)



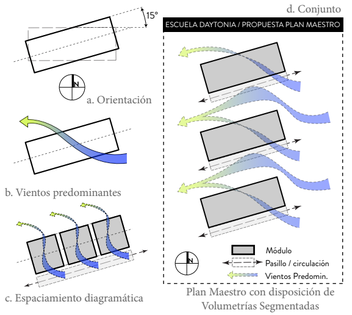


Imagen 4.46, Configuración óptima en planta para "Bosque Muy húmedo Tropical" región Norte Y "Bosque húmedo Tropical" región Atlántica respectivamente. Orientación, Ventilación, espaciamiento diagramática y conjunto. Elaboración Propia basado en "Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge" (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, Bolaños Álvarez, & otros, 2013)

Espacio Habitable

Región Atlántico: bh-T y bmh-T

La configuración para estas regiones cuyos elementos climáticos de precipitación y humedad relativa son muy altos, se recomienda un espacio habitable con una altura de piso a cielo de alrededor de 3 metros, concentrando el aire caliente en la parte superior, alejándolo del usuario. La variación de la temperatura interna de un espacio según su altura puede estar relaciona también con la disposición de los techos, que más adelante se detallará como estrategia pasiva.

Planta alargada sin vacíos internos, dispuesta según el rango de orientación descrito anteriormente. La disposición de los espacios libres deben ser de manera transversal de modo que las aulas se ubiquen a un lado de la circulación, es decir, una circulación perimetralmente cubierta, generando sombra al edificio y protegiéndolo de las fuertes lluvias. Ya sea por el uso de balcones y terrazas cubiertas en caso de segundos niveles o los aleros generados por los techos, permitiendo espacios libres para la disposición de mayor cantidad de aberturas en paredes opuestas, fomentando así la ventilación cruzada y la eliminación de reducción de incidencia solar al espacio interno. (Ver imagen 4.46)

Las aberturas son grandes para el bhm-T y el bh-T, con las proporciones anteriormente mencionadas (1/3 para zonas Calientes, es decir un 33,33% del área del piso), las cuales deben de estar a barlovento para el confort higrotérmico, sin afectar la incidencia del aire en el espacio interno por lo tanto se deben establecer dispositivos de control de velocidad del aire entrante para evitar altas velocidades del aire, velocidades de 0.5 m/s a 0.75 m/s son las más recomendadas para espacios educativos (espacios cuyas actividades realizadas son livianas es decir casi sedentarias, siendo dichas velocidades las óptimas en entornos educativos calurosos); en caso de que la velocidad no sea lo suficiente los dispositivos de control pueden ayudar a aumentar la velocidad hasta llegar a la deseada, además para garantizar un efecto venturi la distancia máxima recomendada entre la abertura de entrada y la de salida de 5 veces la altura del espacio habitable. (Ver imagen 4.47)

En el diseño de las aulas dentro de la configuración, sus cerramientos paralelos (norte-sur) no deben de obstruir la ruta del aire; de manera que los cerramientos propuestos, perpendiculares a la dirección del viento, se recomienda dispositivos móviles, con aberturas o rejillas; en su parte superior para permitir la salida del aire, e inferior para la entrada del mismo (permitiendo el paso durante el día y la eliminación del aire caliente por la noche), además provistas para el control solar.

El sombreamiento, se alcanza tanto a nivel de volumetría (espacios salientes superiores generan sombra sobre los espacio inferiores), configuración de aleros, pasillos a segundos niveles o dispositivos de parasoles. Para ello, se establece las relaciones según su orientación solar óptima y el rango de protección por medio de las cartas solares

Para ambas zonas se recomiendan barreras vegetales en el este y el oeste, principalmente, como medida para evitar la captación de calor del espacio, por medio del aislamiento orgánico ya que como se mencionó contribuyen a mejorar el confort térmico del espacio construido, absorbiendo la radiación solar sin calentarse, por lo tanto, invirtiendo dicha energía en procesos naturales como la fotosíntesis, conservando su temperatura y disipando el calor. Refrescando los espacios, más si estos se ubican de acuerdo a la dirección de los vientos dominantes.

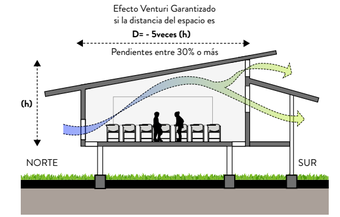


Imagen 4.47, Condiciones para espacios habitables confortables en espacios educativos, Elevación. Elaboración Propia.

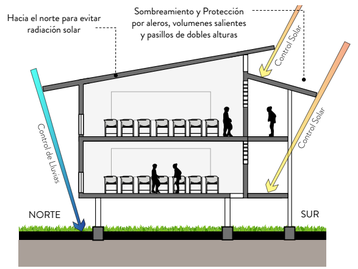


Imagen 4.48, Condiciones para espacios habitables confortables en espacios educativos, Elevación. Elaboración Propia.

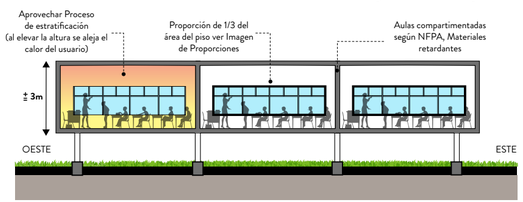
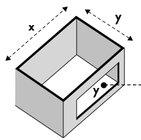


Imagen 4.49, Condiciones de espacios habitables recomendables en elevaciones para "Bosque húmedo Tropical" y "Bosque Muy húmedo Tropical" Basa, l región Atlántico y Región norte. Elaboración Propia basado en "Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge" (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, Bolaños Álvarez, & otros, 2013)

ÁREA MÍNIMAS Y MÁXIMAS PARA AULAS

35estudiantes x 1,5m² = 52,5m²
35estudiantes x 2,5m² = 87,5m²
Área de Aula entre 52,5m² /87,5m²



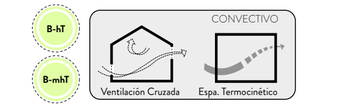
Proporción de aberturas **(m²)** es 1/5 del Área de piso (20%)

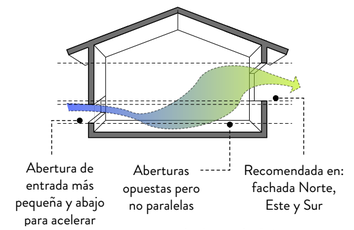
PROPORCIONES DE ABERTURAS IDEALES

X xY = (área de piso)
(área de piso) x 0,20 = Y

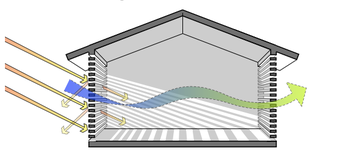
9x6=54m2	10,80m²
7x8=56m2	11,20m²
9x7=63m2	12,60m²
8x8=64m2	12,80m²
9x8=72m2	14,40m²
9x9=81m2	16,2m²
Posibles áreas de aulas	**Proporción (m²) aberturas**

Imagen 4.50 Proporciones recomendables para aberturas para zonas calurosas "Bosque húmedo Tropical" y "Bosque Muy húmedo Tropical" región Elaboración Propia.

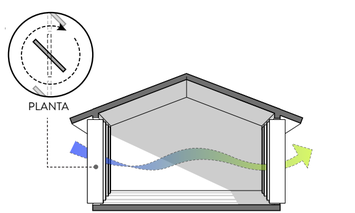




a. Condiciones para una ventilación cruzada efectiva



b. Espacios termocinéticos con dispositivos fijos horizontales.



c. Espacios termocinéticos con dispositivos móviles verticales.

Imagen 4.51, Circulación Cruzada y Espacios termocinéticos (fijos/móviles verticales/horizontales). Elaboración Propia basado en "Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge" (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, & otros, 2013)

Estrategias Recomendadas

Ventilación Cruzada Efectiva

La ventilación cruzada va más allá que disponer aberturas de manera paralela. Esta estrategia disipa el calor al diseñarse respecto a la dirección del viento predominante, recomendándose como se mencionó anteriormente un máximo de cinco veces la altura para el espacio habitable y en caso de existir paredes internas (como es el caso es espacios administrativos), deben permitir la circulación del aire entre espacios, por medio de aberturas, rejillas o sino paredes con cierta altura (ver imagen 4.51, punto a).

Para que sea efectiva:

- La entrada del viento debe ser menor que la salida para asegurar la aceleración de la velocidad del viento. Neila (2004), ya que la velocidad del aire se eleva 0,2 m/s, la sensación de calor se reduce aproximadamente 1°C.
- Las aberturas se dispondrán de manera opuestas y no paralelas, por lo que cubrirá una mayor área del interior, pero disminuirán la velocidad.
- Las entradas del viento se dispondrán en la parte inferior y las salidas en las parte superior o a la altura del cuerpo, obligando al aire a moverse por autoventilación.
- Al incidir el viento sobre una esquina se logrará obtener ventilación más eficiente.
- Las divisiones internas deben ubicarse de modo que faciliten los recorridos del flujo de aire para no disminuir su velocidad y no se conviertan en barreras .
- Se recomienda su disposición en la fachada Norte, fachada Este, fachada Sur.

Espacios termocinéticos

(Disipar calor / enfriamiento convectivo)

Son aquellos espacios que permiten la entrada / salida de calor de manera constante y efectiva, donde la propia configuración de los materiales del cerramiento buscan un constante flujo del calor, disipándolo a la mayor velocidad posible por medio de la ventilación cruzada, por lo tanto la acumulación de calor es prácticamente nula. (Imagen 4.51, punto b-c).

Los cerramientos externos de los espacios termocinéticos poseen dos funciones, el de parasol para protección contra la incidencia solar, generando sombra hacia el interior, y la otra es de regulación térmica, ya que la temperatura media radiante varía la temperatura del espacio interno, pero a estar frías las paredes internas gracias al sombreamiento, el aire que entra al espacio busca el equilibrio al intercambiar calor con las paredes.

Además, dicho flujo constante en el espacio reduce el porcentaje de humedad dentro del mismo, pero para climas muy húmedos, es conveniente controlar el flujo constante por lo que se recomienda que el cerramiento externo tenga la posibilidad de restringirlo.

Dispositivos de sombreamiento fijos

(Control solar /dispositivos de sombreamiento de la envolvente)

Los puntos más frágiles a la radiación solar directa de un edificio educativo son sus aberturas , en este caso sus acristalamientos. Siendo importante controlar el factor que más influye en el confort higortérmico (radiación solar directa), por medio de estrategias de sombreamiento o protección, se pueden utilizar dispositivos opacos o semiopacos; tanto verticales como horizontales para evitar ganancias caloricas. Como por ejemplo parasoles, pérgolas, aleros, pantallas, voladizos o marquesinas; que deberán de evitar ángulo la radiación directa a partir de las 9am y hasta horas de la tarde (ver imagen 4.52).

Los dispositivos fijos verticales miden su eficiencia con el ángulo de sombra horizontal proporcionando mejores resultados ubicados en la fachadas este y oeste, por lo general cuentan con elementos como persianas y aletas salientes en posición vertical.
Los dispositivos fijos horizontales se miden por el ángulo de sombra vertical, proporcionando mejores resultados cuando el sol está opuesto a la fachada y a un ángulo elevado, como las paredes norte y sur. Además, se pueden disponer ambos dispositivos fijos combinados, horizontal y vertical, para obtener mejores resultados para cualquiera de las orientaciones recomendadas.

Dispositivos de sombreamiento móviles

(Control solar /dispositivos de sombreamiento de la envolvente)

Los dispositivos o apantallamientos móviles permiten una mejor obstaculización de los rayos solares para cualquiera de las distintas orientaciones, aprovechando su movilidad para adaptar su posición y geometría a cualquier incidencia directa crítica.
De igual forma, poseen la ventaja de que al ser elementos de menor tamaño y en algunos casos distribuidos de manera seriada, permiten controlar la radiación de manera más eficiente y captándola flexiblemente cuando sea requerida para acondicionar en función de las características variables de cada espacio (época del año, temporalidad de ocupación y actividad desarrollada). (Ver imagen 4.53)

No se recomienda en caso de apertura en las fachadas este y oeste (en algunos casos en la fachada sur), dispositivos horizontales y verticales fijos ya que pueden resultar poco eficientes, por el gran tamaño que deberían de tener para cubrir los ángulos donde el sol se encuentra con menor altitud en horas críticas, por ende, es sumamente efectivo utilizar apantallamientos móviles, además los apantallamientos verticales permiten acondicionarse respecto al ángulo de azimut. Entre ellos se encuentran persianas horizontales y verticales, celosías, contraventanas y plegables (con sus variantes,horizontal, vertical o proyectado).

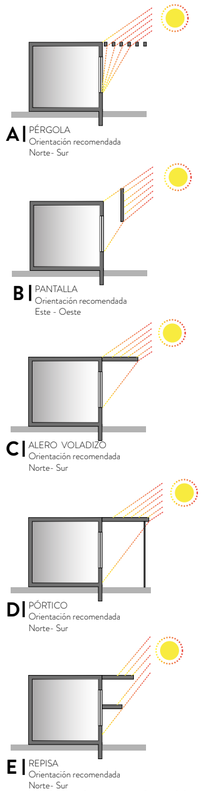


Imagen 4.52, Dispositivos de Sombreamiento fijos. Elaboración Propia basado en "Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge" (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, & otros, 2013)

Aberturas permanentes

(Disipar calor / enfriamiento convectivo)

Los anteriormente llamados dispositivos o apantallamientos móviles permitirán la utilización de aberturas totales, es decir sin el uso de acristalamientos, por lo tanto, admitiendo la circulación fluida del viento a través del espacio, disipando el calor en el interior; sin descuidar la radiación solar, controlando el paso de la luz o el calor, y protegiéndo el espacio en las horas deseadas.
Al no existir barreras de acristalamiento se deberán considerar elementos semipermeables como cedazos, rejillas u otros, facilitando la entrada del aire, pero restringiendo/filtrando la entrada de impurezas en el aire, la entrada de insectos, aves, brindando a la vez privacidad al espacio. (Ver imagen 4.53-A).

Barreras Sólidas

(Control solar /dispositivos de sombreamiento de la envolvente)

Son dispositivos independientes a la envolvente principal, barreras que pueden estar conformadas por paneles sólidos, los cuales bloquearán la mayor parte de la radiación directa a la estructura principal de manera más eficiente, manteniendo temperaturas menores, en comparación con una fachada simple, además de proporcionarle sombra. Puede hacerse uso de paneles transparentes o translúcidos admitiendo cierto grado de iluminación en el espacio pero restringiendo el ingreso de radiación, para ello se pueden escoger vidrios de capacidades aislantes.
Asimismo, en caso de trabajar materiales translúcidos, se recomienda que la pantalla externa tenga un material tintado. Dichos dispositivos deben de poseer aberturas en la parte inferior y superior permitiendo la continua ventilación entre la barrera y el cerramiento vertical. Son recomendadas en las fachadas sur, este y oeste por sus ángulos de incidencia solar (imagen 4.53-C).

Barreras microperforadas

(control solar /dispositivos de sombreamiento de la envolvente)

La Barrera microperforada corresponde a una variante de la barrera sólida,un panel externo independiente de la estructura principal el cual permite sombreamiento y protección a la incidencia solar. Su diferencia recae en el panel, el cual posee microperforaciones reteniendo gran parte de la incidencia solar pero a su vez proporcionando espacios internos iluminados con luz tamizada.
La configuración de esta estrategia y su permisividad de luz dependerá del material utilizado (metal, concreto, madera, lonas). Dichas Barreras se recomiendan en fachadas norte al poseer una exposición solar menor y mayor flujo de viento; en las fachadas sur-este-oeste se recomienda siempre que se combinen con estrategias de control térmico, además la dimensión de las perforaciones son de suma importancia ya que brindarán protección ante la lluvia y humedad al espacio interno, por lo que su dimensión debe obedecer a la protección y no únicamente a la estética (ver imagen 4.53-B).

Pantallas Verdes

(Control solar /dispositivos de sombreamiento de la envolvente)

Estructuras que permitan el crecimiento de plantas de rápido desarrollo, independientemente del cerramiento vertical. Controla la luminosidad interna filtrando el exceso de claridad natural, reduce radicalmente la radiación solar directa. Además por procesos de convección ayudan a refrescar la envolvente y por ende reducen la transmisión de calor al interior del espacio.
La distribución energética de la radiación incidente producida por los paneles es: un 5% es transmitido, un 20% es reflejado, un 50% se evapora y finalmente, un 25% de la energía se utiliza en otros procesos (Neila, 2004).
Es de suma importancia que las plantas seleccionadas sean locales de manera que se adapten plenamente al entorno, por lo tanto funcionando integralmente con el contexto; y sin la necesidad de requerir más agua de la que se debería, por lo que además se recomienda el uso de sistemas de riego eficiente de agua reciclada (aguas grises o pluviales), proporcionando una imagen de buenas prácticas ambientales al proyecto (imagen 4.53-B).

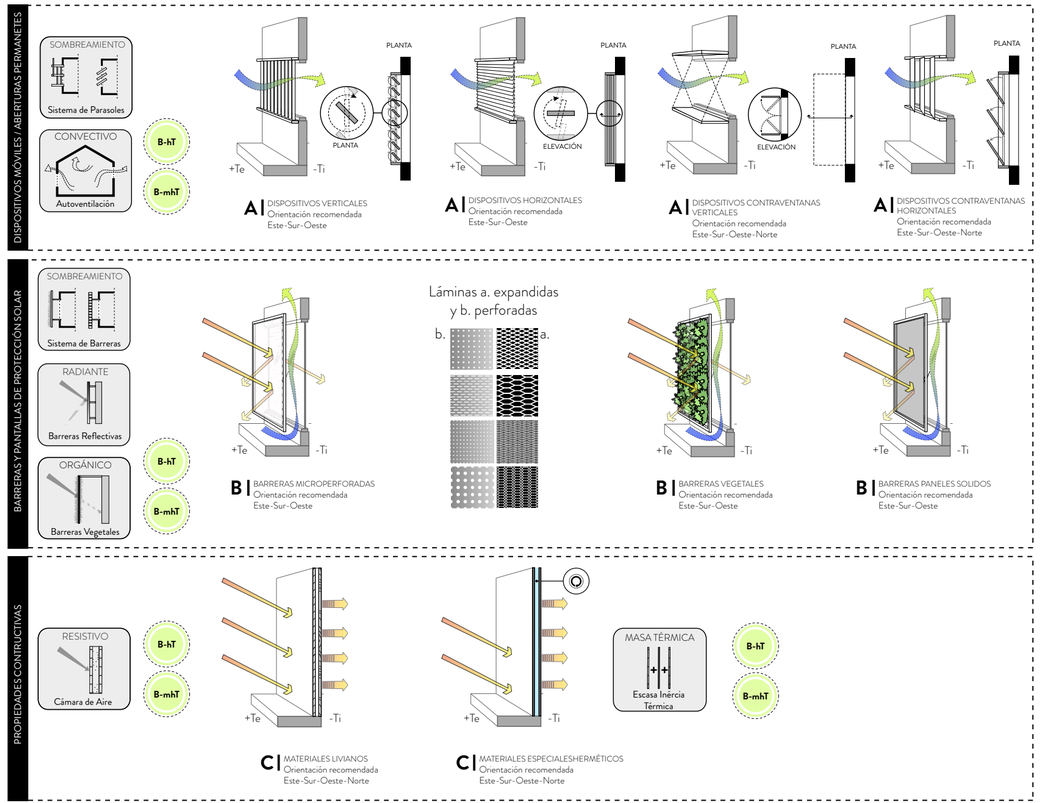


Imagen 4.53, Estrategias pasivas para cerramientos verticales respectivamente: a) Dispositivos de Sombreamiento móviles y aberturas permanentes. b) Barreras (sólidas, microperforadas, verdes). c) Constructivas. Elaboración Propia basado en "Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge" (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, & otros, 2013)

Superior

La envolvente superior o lo que comúnmente se conoce como techos, son la parte de la edificación que recibe la mayor cantidad de radiación con respecto a las otras envolventes debido a su ubicación directa respecto al sol, en el caso del piso basal, debe ser configurada como un elemento que responda efectivamente a los altos niveles de radiación, humedad y precipitación (ver imagen4.54).
Como primera medida, se recomienda que siga la misma configuración y orientación, disponiendo sus caídas de agua o pendiente hacia el sur o el norte, dependiendo de la escorrentía del terreno (siempre desaguando hacia las fachadas más largas). Además, se debe considerar la dirección de las pendientes o el porcentaje de pendiente, para generar mayor cantidad de sombra sobre el edificio, controlando en totalidad o parcial la incidencia solar, de manera que el espacio interno experimente una menor ganancia de calor.

Basado en la observación de arquitectura vernácula en la investigación Guía de Diseño Bioclimático (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, Bolaños Álvarez, & otros, 2013), la configuración más utilizada en la arquitectura de estas zonas, es la superficie plana inclinada de dos o cuatro aguas simétricas entre sí, haciendo que los rayos solares incidan no de manera directa en la totalidad de la partes de la superficie. Procurando que la configuración fomente la disipación de calor mediante el movimiento interno del aire. Además, de otras tipologías de estrategias aptas para el clima, como por ejemplo, las chimeneas solares y torres de enfriamiento. O para mitigar el calor interno sin aportar ganancia como es el caso de cubiertas ventiladas o con cámaras de aire.

Entre más perpendicular se disponga la superficie con respecto a los rayos del sol más calor puede absorber, de manera que cada 10° de inclinación del plano de la techumbre representan entre un 10 a 15% de menor ganancia de calor (Salomón,1982 citado por Gozáles, 2009). Por lo que se recomienda el uso de cubiertas planas inclinadas con pendientes pronunciadas de 30% o más, lo cual además de permitir una menor incidencia solar, permite lograr una apta escorrentía para las grandes precipitaciones de las zonas, así como ampliar el volumen de aire interno, lo que evita el rápido calentamiento, además de alejar el calor interno del usuario, producto del proceso de estratificación.

Así mismo, el uso de aleros, pérgolas, pasillos en altura o corredores perimetrales techados minimizan las ganancias solares y protegen contra las lluvias, siempre que se tomen en cuenta las dimensiones necesarias , así como los ángulos solares que se quieren evitar. El diseño de corredores y terrazas implican una proyección aproximada de 2 a 3 metros de la envolvente superior. La envolvente superior se debe establecer con materiales livianos y aislados tanto a nivel resistivo como radiante, a su vez dicha configuración puede fusionarse con estrategias de disipación de calor para mejorar la función del elemento.

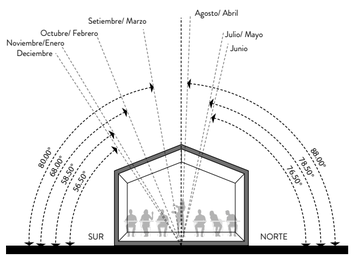


Imagen 4.54, Corte transversal contrayectoria solar de todo un año. Ángulos de altitud solar del 1º de cada mes a las 12:00 mediodía. Elaboración Propia basado en "Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge" (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, & otros, 2013)

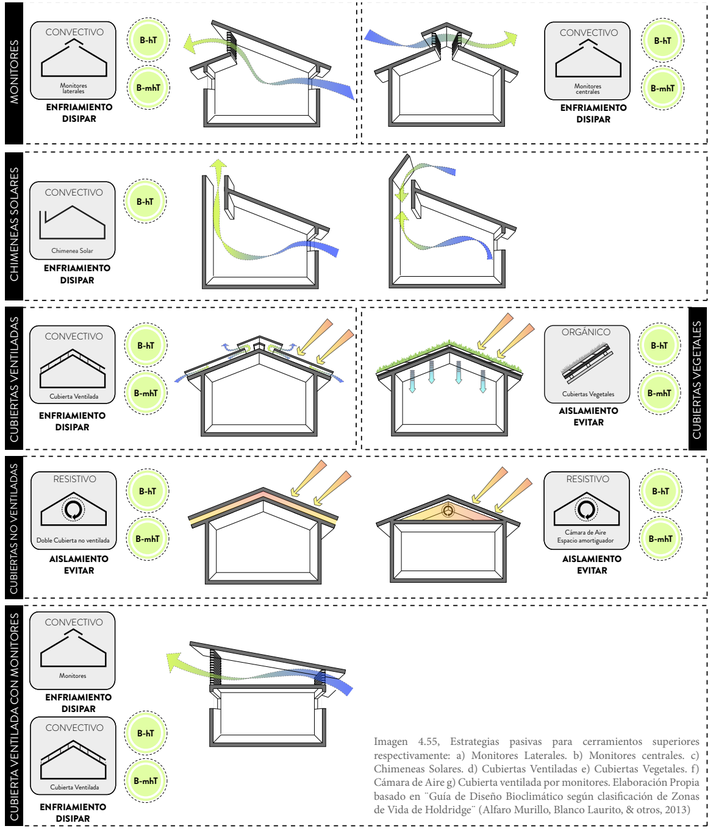


Imagen 4.55, Estrategias pasivas para cerramientos superiores respectivamente: a) Monitores Laterales. b) Monitores centrales. c) Chimeneas Solares. d) Cubiertas Ventiladas e) Cubiertas Vegetales. f) Cámara de Aire g) Cubierta ventilada por monitores. Elaboración Propia basado en "Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge" (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, & otros, 2013)

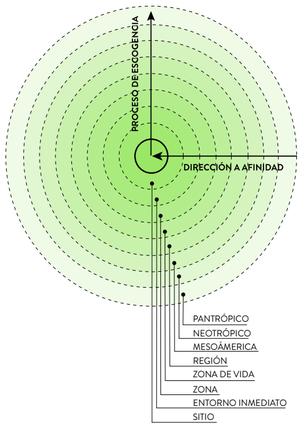


Imagen 4.56, "Círculo de Escogencia por Afinidad Ecológica" elaborado por el arquitecto costarricense Alberto Negrini Vargas. Elaboración Propia.

Vegetación como estrategia

La vegetación nos provee de distintas propiedades como dar sombra, filtrar el polvo suspendido, hace de pantalla a los vientos fuertes, al mismo tiempo que favorece la ventilación y limpia la atmósfera oxigenando y refrescando el aire por evapotranspiración. Por ello, la misma vegetación puede jugar un papel muy importante como estrategia en la arquitectura bioclimática.

La escogencia de cada especie vegetal debe responder primordialmente a una necesidad climática/arquitectónica, por esta razón para poder determinar cada especie es necesario conocer sus características y requerimientos para que llevar a cabo una función como estrategia bioclimática en cada proyecto, de manera que se toma el protocolo desarrollado por (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, Bolaños Álvarez, & otros, 2013) basado en el "Círculo de Escogencia por Afinidad Ecológica" elaborado por el arquitecto costarricense Alberto Negrini Vargas, para dicha escogencia. (Ver imagen 4.56).

Se recomienda utilizar especies encontradas en cada sitio, autóctona o nativas; de manera que al buscar en el entorno inmediato, el protocolo de escogencia garantice que cada especie utilizada se adaptará de manera plena al entorno donde se introduzca y funcionando integralmente con el contexto
Para el piso altitudinal Basal se determinaron tres pautas principales para el uso de la vegetación dentro de las propuestas, como barreras y pantallas para:

- Evitar la captación de calor
- Control solar
- Control de vientos.

Evitar la Captación de Calor

Ya que como se ha mencionado, captan el calor sin calentarse, por el contrario, absorbe la radiación solar e invierte esta energía en procesos naturales. El aislamiento orgánico tomando en cuentas las apropiadas medidas de riego y aislamiento para evitar la humedad de los espacios, se pueden utilizar en las envolventes verticales y/o en envolventes horizontales; por ejemplo, trepadoras en paredes y cubiertas verdes. (Ver imagen 4.58.1).

Para el piso basal se recomienda que sean de bajo mantenimiento y altamente resistentes a la radiación solar. Tanto en las paredes como las cubiertas verdes, varían los niveles térmicos reduciendo la diferencia entre la temperatura interior y la exterior; al cumplir la función de retrasar o amortiguar. Las paredes verdes pueden ser utilizadas en el interior y exterior de los espacios, siempre que cuenten con sistema de riego eficiente; principalmente en verano (ver imagen 4.57-B). Las cubiertas verdes, son un poco más complicadas y por este motivo su costo tiende a elevarse por la estructura que deberá soportarla. Sin embargo, logran crear ambientes frescos al conservar la temperatura.(Ver imagen 4.57-A)

Control Solar

Para el control solar, el uso de vegetación como una segunda piel permitirá aportar sombra y reducir el soleamiento directo sobre las aperturas y/o envolventes, el cual puede ser dispuesto por medio de dispositivos horizontales y verticales para pantallas verdes, así como también árboles cercanos a las construcciones. (ver imagen 4.58.2).

La pantalla verde se podría definir como una estructura independiente de la estructura vertical del edificio, la cual está cubierta por plantas; las cuales por lo general son de rápido crecimiento, que permiten controlar el ingreso de luz al espacio, filtrando el exceso de claridad natural y evitando el encandilamiento. Además, colaborando a refrescar la envolvente, al reducir la radiación solar directa. Hay dos tipos de pantallas; las verticales y las horizontales verdes que se pueden observar en la imagen 4.57-B.

En este piso altitudinal son más aptas las pantallas con especies de hoja perenne y de poca porosidad, ya que resisten la radiación incidente hasta en fuertes épocas del verano. La tierra en estas estrategias no es requerida para el crecimiento de algunas especies; por otro lado la necesidad de luz, el agua y el dióxido de carbono son indispensables para se mantenga siempre verdes. Las pantallas verticales dan mejor resultado orientándolas en el este y oeste, ya que el ángulo de sombra horizontal mide su eficacia. Por otro lado, las pantallas horizontales como las pérgolas verdes, funcionan preferiblemente en las orientaciones norte y sur, debido a que medirán por el ángulo de sombra vertical; ambas propuestas de pantallas pueden utilizarse de manera combinada.

Otra manera de control solar es el sombreamiento por medio de árboles, como barrerra natural que permita el control térmico, al proporcionar sombra y minimizando los efectos del calor, reducen hasta 3°C respecto al exterior expuesto (Guimaraes, 2008). Preferiblemente orientándolos al sur y el norte, de igual manera se recomienda que las especies sean de hoja perenne funcionando en la protección solar en verano justo cuando el sol tiene su inclinación máxima hacia el sur. (Ver imagen 4.57-C).

Control de Vientos

Como se mencionó anteriormente para el piso altitudinal basal se requiere ventilación cruzada ya que en las regiones Norte y Atlántica, la humedad y la temperatura son muy altas. Por lo que para lograr esta ventilación cruzada adecuada el diseño de elementos vegetales como árboles, arbustos o pantallas debe ir orientado a canalizar e inducir el flujo del aire dentro de los espacios cuando así convenga, sin reducir o eliminar las brisas frías deseables durante el periodo de sobrecalentamiento, de manera que permitan crear movimientos de aire directos y acelerados sobre la zona habitable.(Ver imagen 4.58.3).

Al conocer los efectos de la vegetación sobre el 2viento se pueden establecer estrategias dirigidas a aprovechar dichas propiedades, como es el caso del follaje masivo y denso de un árbol el cual funciona como una masa que al paso del aire constante, aumenta la velocidad del aire debajo de él. Así como la influencia en el redireccionamiento del flujo de aire, de los arbustos según sea su altura y su cercanía a las aberturas, de manera que este circule efectivamente por los determinados espacios, eliminando el aire caliente acumulado.

Las pantallas vegetales pueden también ser utilizadas para redirecionar el flujo de aire, funcionan como estrategia que permiten disipar el calor por medio del enfriamiento convectivo, al crear zonas de baja o de alta presión por medio de la configuración de barrera.

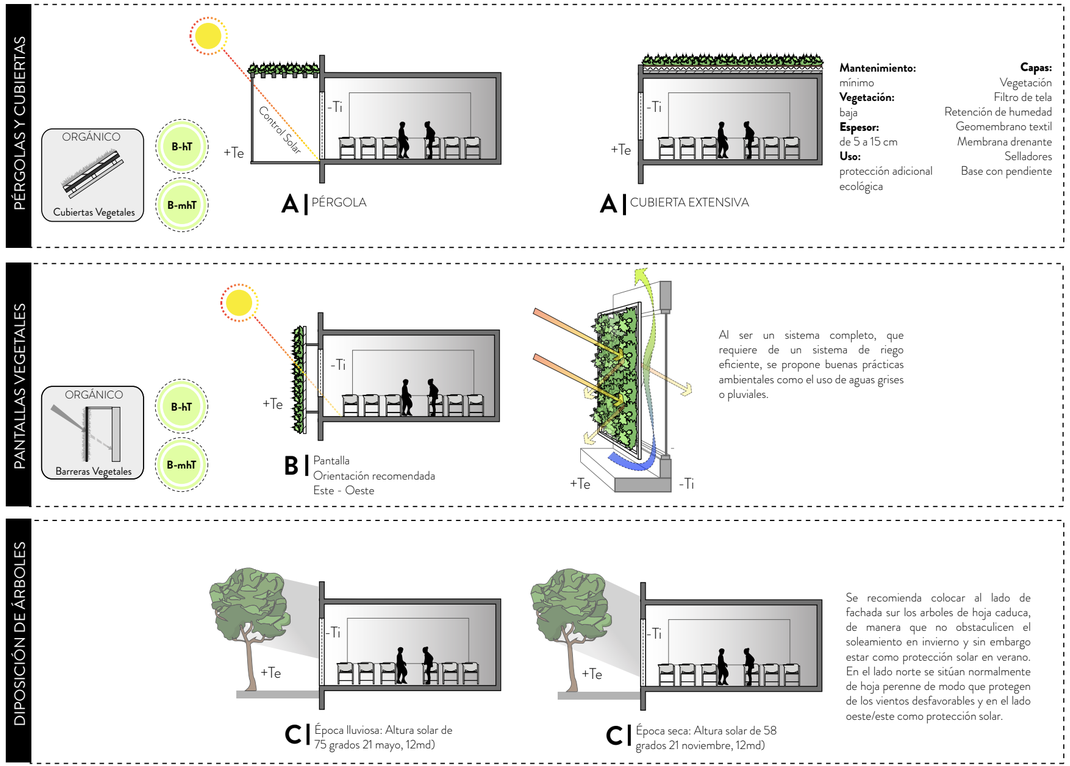


Imagen 4.57, A. Pérgolas (pantallasverdes horizontales) y Cubiertas vegetales B. Pantallasverde verticales. C. Sombreamiento por arboles. Elaboración Propia basado en ¨Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge¨ (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, & otros, 2013)

EVITAR LA CAPTACIÓN DE CALOR

ESPECIES SUGERIDAS
PISO ALTITUDINAL BASAL

Usos:	Paredes Verdes Cubiertas Verdes
Condicionantes:	Sistema de riego y drenaje eficiente Buena impermeabilización y aislantes Instalación debe ser realizada por un profesional
Características:	Raices pequeñas y fuertes Resistentes a la radiación directa Resistentes al viento Denso

Especies Sugeridas:

Nombre Común	Nombre Científico
Alacrán (cubierta)	Cyathula prostata
Bellísima (pared)	Antigonon leptopus
Bellísima (pared)	Antigonon guatemalensis
Dissotis (cubierta/pared)	Dissotis rotundifolia
Hiedra (pared)	Hedera hélix
Ipomoea (pared)	Ipomoeae Violacea
Jalapa (pared)	Allamanda cathartica
Morning Glory (pared)	(pared) Ipomoea indica
Portulaca(pared/cubierta)	Portulaca grandiflora
Roble Sabana (pared)	Clystosoma callistegiodes
Selaginela (cubierta/pared)	Selaginella spp
Widilia (cubierta)	Wedelia trilobata

Imagen 4.58.1, Protocolo de escogencia para Evitar la Captación de Calor. Elaboración Propia basado en ¨Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge¨ (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, & otros, 2013)

CONTROL SOLAR

ESPECIES SUGERIDAS
PISO ALTITUDINAL BASAL

Usos:	Vegetación como doble piel Vertical (pantallas) y Horizontal (pérgolas) Árboles en el entorno inmediato
Condicionantes:	Sistema de riego y drenaje eficiente Distancia entre árbol y construcción Árboles con raices no invasivas
Características:	Siempre verde Multi capa Denso Sombra directa

Especies Sugeridas:

Nombre Común	Nombre Científico
Almendro de playa (árbol)	Andira inermis
Bellísima (enredadera)	Antigonon leptopus
Bellísima (enredadera)	Antigonon guatemalensis
Cacao (árbol)	Theobroma cacao
Caimito (árbol)	Chrysophyllum cainito
Caoba (árbol)	Swietenia macrophyll
Cedro (árbol)	Cedrela odorata
Cenízaro (árbol)	Samanea saman
Garrobo (enredadera)	Syngonium podophyllum
Helecho blanco (enredadera)	Pteris ensiformis
Ipomoea (enredadera)	Ipomoeae violacea
Jalapa (enredadera)	Allamanda cathartica
Limoncillo (árbol)	Zanthoxylum limoncello
Paste (enredadera)	Luffa cylindrica
Raspaguacal (enredadera)	Petrea volubilis
Roble Sabana (enredadera)	Clystosoma callistegiodes
Tamariando (árbol)	Tamarindus indica
Thumbergia (enredadera)	Thumbergia grandiflora
Ventana (enredadera)	Monstera adansonii
	Monstera friedrichst halii
	Monstera obliqua expilata

Imagen 4.58.2, Protocolo de escogencia para Control Solar. Elaboración Propia basado en ¨Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge¨ (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, & otros, 2013)

CONTROL VIENTOS

ESPECIES SUGERIDAS
PISO ALTITUDINAL BASAL

Usos:	Pantallas a 1,3m, un nivel y 2 niveles Barreras redireccionadoras de viento Árboles
Condicionantes:	Sistema de riego
Características:	Siempre Verde Resistentes al viento Denso

Especies Sugeridas:

Nombre Común	Nombre Científico
Achiote (árbol)	Bixa orellana
Amapolita (barrera)s	Malvaviscus arboreus
Bellísima (enredadera)	Antigonon leptopus
Bellísima (enredadera)	Antigonon guatemalensis
Café (barrera)	Coffea arabica
Caña india (barrera)	Dracaena deremensis
Capulín (barrera)	Muntingia calabura
Cenízaro (árbol)	Samanea saman
Clavelón (barrera)	Hibiscus rosa-sinensis
Garrobo (enredadera)	Syngonium podophyllum
Ipomoea (enredadera)	Ipomoeae violacea
Jalapa (enredadera)	Allamanda cathartica
Macadamia (barrera)	Macadamia integrifolia
Morning Glory (enredadera)	Ipomoea indica
Roble Sabana (enredadera)	Clystosoma callistegiodes
Ventana (enredadera)	Monstera adansonii
	Monstera friedrichst halii
	Monstera obliqua expilata

Imagen 4.58.3, Protocolo de escogencia para Control de Vientos. Elaboración Propia basado en ¨Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge¨ (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, & otros, 2013)

Imagen 4.59, Estrategias pasivas necesarias para el confort de la Zona de vida Bosque Muy Húmedo Tropical (basal). simulación por Weather tool. Elaboración Propia

Bosque Muy Húmedo Tropical

(Piso Altitudinal Montano Bajo)

Estrategias de Confort.

Según los datos presentados anteriormente se puede observar que en su mayoría los rangos de temperatura suelen ser inferiores a los determinados por la zona de confort, lo cual puede ser solucionado al ampliar la zona de confort utilizando diversos tipos de estrategias pasivas como por ejemplo la masa térmica y calentamiento pasivo.

Para dichas estrategias los principios principales son: captar la radiación solar en el edificio y conservar el calor interno obtenido por dicha radiación. Además acumular y almacenar el calor en los materiales propuestos, para ser aprovechado al trasladarlo por convección al entorno, para ello se debe considerar las capacidades de conservación de calor del material, así como la velocidad con la que absorbe o cede al ambiente.

A pesar de que el comportamiento es diferente entre la época seca y la época lluviosa, generalmente a nivel de porcentajes de humedad; las estrategias son las mismas por lo que pueden aplicarse para ambas épocas, funcionando de manera eficaz la masa térmica y calentamiento pasivo para casi todo el día, a excepción de las horas de la madrugada-mañana, donde se presentan temperaturas más bajas de lo que se puede controlar, por lo tanto, se pueden necesitar sistemas adicionales de calefacción artificial, pero con un buen uso del calentamiento pasivo y conservación de dicho calor, así como con el uso de un arropamiento apropiado por parte del usuario.

En la época lluviosa suele presentarse un ascenso de la humedad, por lo que la zona de vida Bosque Muy Húmedo Tropical Montano Bajo suele usar principios del primer bloque (de manera secundaria) para solucionar la excesiva humedad, en este caso es el principio de disipar por medio de la ventilación durante las temperaturas máximas del día.

Lo ideal es conservar las ganancias térmicas en el interior del espacio, se aísla la envolvente para evitar pérdidas; por esta razón los se recomiendan materiales impermeabilizados, para evitar que la humedad del entorno logre deteriorar su función aislante.

Captar Calor
Acumulación de Calor
Conservar Calor
(Secundarios Disipar calor
Control Solar)

Regrigeración Evaporativa Indirecta
Ventilación Natural
Masa Expuesta + Purga por
ventilación nocturna

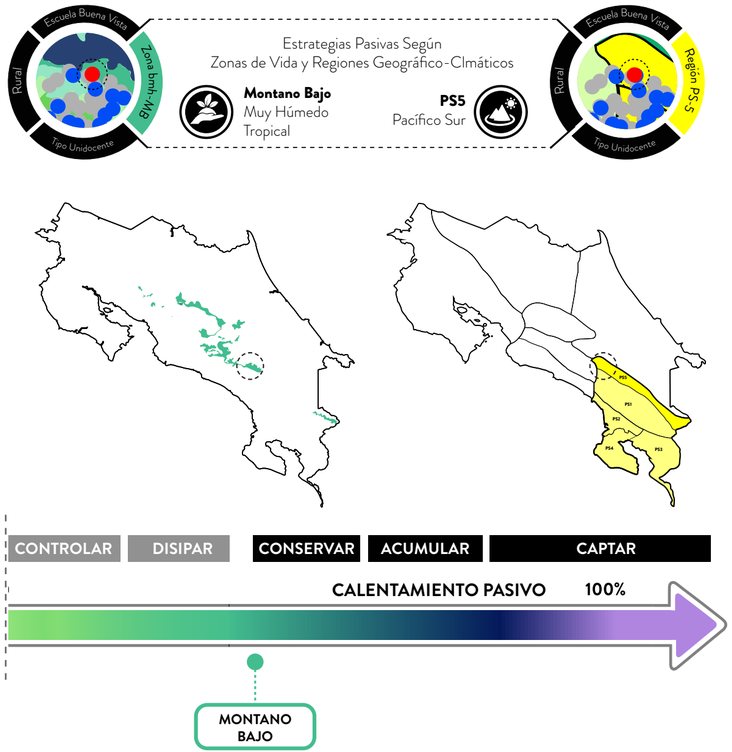


Imagen 4.60, Estrategias pasivas y principios bioclimáticos para la zona de vida Bosque Muy Húmedo Tropical (Montano Bajo). Elaboración Propia.

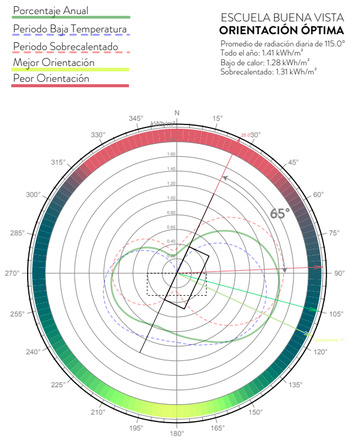


Imagen 4.61, Orientación óptima simulación computarizada. Escuela Buena Vista . Elaboración Propia

Piso altitudinal Montano Bajo

Emplazamiento y orientación

La adecuada orientación es fundamental en el en un emplazamiento para el aprovechamiento o protección de los diferentes elementos climáticos. Tomando en cuenta la trayectoria solar y la dirección de los vientos dominantes como punto inicial para determinar un rango de orientación óptima. En el tercer capítulo se determinaron rangos generales para espacios educativos, en este capítulo se busca determinar las orientaciones adecuadas para las escuelas en estudio y sus respectivas zonas de vida; para ello se utilizan simulaciones computarizadas con las condiciones climáticas específicas.

Para el Piso Basal se estudiarán las zonas de vida y la escuela en estudio:

-Bosque Muy Húmedo Tropical: Escuela Buena Vista en San José /Peréz Zeledón Lat. 9,5011 Lon. -83,6636

MB-mh

Orientación y recorrido solar

El piso altitudinal Montano Bajo cuenta con tres Zonas de Vida, las cuales según los datos climáticos las temperaturas tienen a bajar durante las noches de manera que lo que se busca es conservar la ganancia térmica adquirida en el día, de modo que la orientación intente la captación solar para obtener dicha ganancia, sin descuidar la incidencia solar directa. Proporcionando además de ventilación controlada en el día para las épocas más secas.

Tomando las pautas anteriores y datos climáticos de cada una de las zonas, procesados por medio de diversos métodos de simulación, se establecen las siguientes orientaciones óptimas para este piso altitudinal y su respectiva escuela; dicha la orientación establecida puede exceder el rango establecido en el capítulo tres, para espacios educativos. (Ver imagen 4.61).

Por lo general las configuraciones se orientan con sus fachadas largas hacia el norte-sur, ya que son las fachadas más eficientes para la disminución de los impactos solares desfavorables en los espacios internos, pero en este caso la búsqueda de captación solar para mantener las ganancias hasta las frías noches, así como buscar calentar en las frías horas de la madrugada, razón por la que la orientación se hace de esta manera siendo la fachada larga la que tiendan a buscar el este para captar y conservar la ganancia térmica, valorando el riesgo de un sobrecalentamiento por radiación.

Las aberturas que se ubiquen al este en este caso la fachada larga, admitirán el sol, pero en horas en las que temperatura del aire todavía es muy baja (general en horas de la mañana), por lo que es obligatorio que posean dispositivos para reducir o eliminar la incidencia solar indeseada o molesta y evitar dicho sobrecalentamiento.

En la fachada norte, las aberturas deben tener protección contra fuertes lluvias y dispositivos de control solar para satisfacer las ganancias de calor durante las horas de la tarde. Deben evitarse aberturas en el oeste, siempre que sea posible, ya que la captación solar por medio de radiación y conducción, puede conllevar al aumento en la temperatura de aire. Por lo que aberturas con dispositivos de control de ventilación son necesarios para evitar el ya mencionado sobrecalentamiento del aire.

Orientación y dirección del viento

Por su ubicación en la región Pacífico Sur y su cercanía a la cordillera, durante el día se ve influenciado por el viento que corresponden a brisas del mar y los vientos ecuatoriales, lo cuales se caracterizan por ser más secos y poseer vientos dominantes del suroeste y oeste. Durante las noches las cumbres se enfrían más que los valles, donde el aire frío desciende por las laderas hacia el valle, generando brisas de montaña originadas en la cordillera de Talamanca con influencia de los Alisios, con direcciones noreste y norte (Mena, 2008). (ver imagen 4.62-63).

En el día, las cumbres están más calientes que los valles, de manera que se plantea la orientación de las aberturas a barlovento de los vientos predominantes, sobretodo en la época de verano cuando se necesita la ventilación como mecanismo de disipación, pero por la altitud dicha ventilación debe de ser mínima ya que se acerca a los límites de las zonas más frías del país.

Se debe tomar en cuenta que por cada 100 metros de altitud la temperatura disminuye 0,65 °C. Por lo tanto, al estar ubicado a lomas de la cordillera, los vientos de altura alcanzan velocidades mucho mayores que las que tienen en las áreas costeras; desafortunadamente, con una relación inversa respecto a las necesidades de ventilación.

Imagen 4.62, Vientos predominantes para la Zona de vida ¨Bosque Muy húmedo Tropical¨ Elaboración Propia

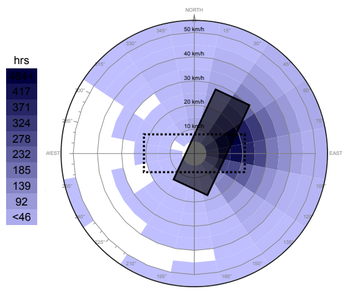


Imagen 4.63, Vientos predominantes simulación computarizadas. Elaboración Propia

a. Asentado a nivel de suelo

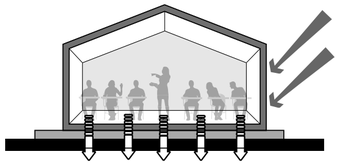


Imagen 4.65, Estrategias de Adaptaciones al terreno según Zona de vida Elaboración Propia basado en "Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge" (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, Bolaños Álvarez, & otros, 2013)

AISLAMIENTO
CONSERVAR

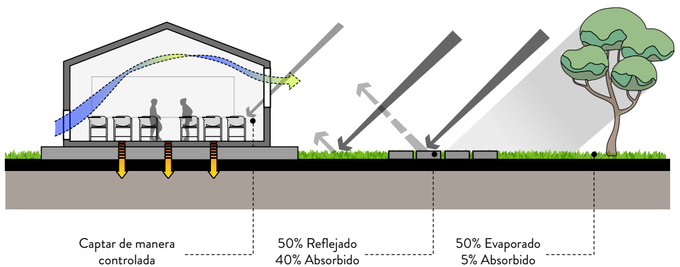


Imagen 4.64, Propiedades de la superficie del suelo y sus implicaciones en el edificio. En las zonas del piso Montano Bajo se recomienda rodear el edificio de vegetación, como estrategia de control solar como de enfriamiento del aire y absorción de radiación Elaboración Propia basado en "Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge" (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, Bolaños Álvarez, & otros, 2013)

Configuración Espacial

Adaptación al terreno

Para la zona de vida mb-mh, debido a las necesidades y exigencias del entorno, la forma en la que se adapta al terreno jugará un papel de regulador de temperatura interna de manera que la configuración ideal, basado en la estrategia de captación interna y conservación controlada de la energía calórica, es nulo, es decir, el espacio inferior o el cerramiento horizontal se posa directamente sobre el suelo. De esta manera se establece una relación de balance térmico por conducción, al tener las dos superficies en contacto, siendo el elemento con mayor y constante temperatura (en este caso el terreno) el que tiende a dar mayor estabilidad térmica al elemento constructivo, es importante la impermeabilización del cerramiento ya que tendrá contacto directo con el terreno. Además, al restringir el flujo de aire por debajo del espacio habitable se permite la conservación del calor interno del edificio.

La posible impermeabilización del suelo puede llevar a utilizar cierto tipos de pavimentos que por lo general tienden a aumentar la temperatura externa; el uso mixto de elementos naturales desde plantas pequeñas como zacate hasta los árboles contribuyen a mejorar la calidad y el confort del espacio construido, en especial en la época seca, y a la temperatura irradiada, debido a que como se ha mencionado, esta no se calienta sino que conserva su temperatura al invertir la energía en procesos naturales propios (ver imagen 4.65).

Espacio Habitable

El espacio habitable se encuentra en un punto medio de comportamiento climático con respecto a las otras zonas de vida, ya que por ejemplo en el bosque húmedo y muy húmedo se experimentan tardes cálidas, por ende las alturas del espacio habitable se determinan entre 2,6 a 2,5 metros de altura, de manera que capte pero que a su vez mitigue el exceso de calor durante la tarde sin que dificulte la conservación del calor durante la noche (ver imagen 4.64). Al establecer niveles de altura mucho mayores el espacio tenderá a ser más frío.

La configuración volumétrica rectangular según las simulaciones es recomendada siempre que se ubique longitudinalmente entre el rango establecido de este a oeste, con un espaciamiento interno múltiple y en alguno casos compartimentada, permitiendo de esta manera controlar individualmente la ventilación de los espacios, conservando así una temperatura más cálida y constante en el interior. (ver imagen 4.65).

Generalmente se busca beneficiarse de las horas del día para captar/conservar el calor, por lo que estos en estos espacios se intenta minimizar la ventilación de manera controlada y solo disipando el calor cuando sea necesario. Colocando las aberturas a barlovento con control de ingreso del aire, o a sotavento con dispositivos de redirección de aire se puede lograr una apta respiración del edificio. (Ver imagen 4.66).

La proporciones adecuadas de las aberturas, son entre 1/5 y 1/3 para zonas frías, es decir, de un 20% a 33,33% del área del piso, que proporcionen velocidades no mayores de 0.50 m/seg, las más recomendadas, principalmente para época seca en espacios educativos (cuya actividad es muy baja casi sedentaria, en entornos fríos), además provistas de estrategias de control solar principalmente para verano en las horas de la tarde principalmente.

El sombreamiento, se alcanza tanto a nivel de volumetría (espacios salientes superiores generan sombra sobre los espacio inferiores), disposición de aleros, pasillos a segundos niveles o parasoles. Para ello se establece las relaciones según su orientación solar óptima y el rango de protección por medio de las cartas solares según la zona muy húmedo de este piso altitudinal.

En lo que respecta al cerramiento vertical, se proponen los materiales de una alta inercia térmica como material primario, como almacenadores de calor, para ello deben de

d. Conjunto

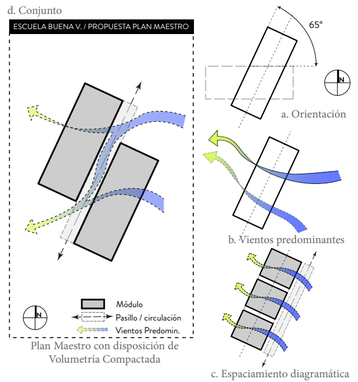


Imagen 4.66, Configuración óptima en planta para "Bosque Muy húmedo Tropical" región Pacífico Sur. Orientación, Ventilación, espaciamiento diagramática y conjunto. Elaboración Propia basado en "Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge" (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, Bolaños Álvarez, & otros, 2013)

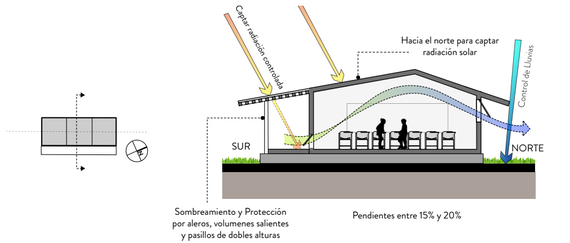


Imagen 4.67, Condiciones para espacios habitables confortables en espacios educativos, Elevación. Elaboración Propia.

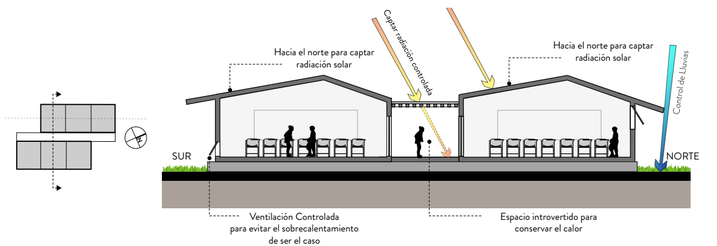


Imagen 4.68, Condiciones para espacios habitables confortables en espacios educativos, Elevación. Elaboración Propia.

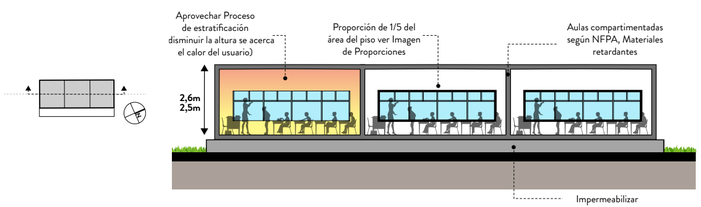


Imagen 4.69, Condiciones de espacios habitables recomendables en elevaciones para "Bosque Muy húmedo Tropical Montano Bajo" región Pacífico Sur Elaboración Propia basado en "Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge" (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, Bolaños Álvarez, & otros, 2013)

estar expuestos a la radiación directa. Los cerramientos livianos se recomiendan pero no como material primario único, debido a que se calientan rápidamente por la radiación, así como enfriándose de la misma manera, por lo que para esta zona funcionan siempre y cuando estén en conjunto con estrategias de absortancia y captación.

Estrategias Recomendadas

Invernadero Adosado

(Captar calor / captación por transmitancia)

La estrategia de invernadero adosado se explicará tanto para el espacio habitable como para el cerramiento superior, dicha estrategia aprovecha el efecto invernadero, de manera que la radiación solar de onda corta atraviesa los acristalamiento del edificio, entrando al espacio habitable e incidiendo sobre los suelos/muros, absorbiendo parte de la energía radiada, calentándose y remitiendo al espacio la energía radiante de onda larga. La energía no posee la capacidad de traspasar de nuevo el vidrio, quedando atrapada y con esto calentando el espacio por convección.

Por lo que se recomienda invernaderos adosados, los cuales debe estar compuestos en gran parte de acristalamiento, en algunos casos el ceramiento alcanza hasta el 100%, contiguos y conectando a los espacios habitables del centro educativo. En la imagen 4.67 se ejemplifica el comportamiento de la radiación que incide en el invernadero, y en la imagen 4.68 se ejemplifica el invernadero como una estrategia central para volumenes compactados. La estrategia potencializa las ganancias de calor por radiación solar, evitando además el sobrecalentamiento, deslumbramiento así como la exposición directa al sol de los espacios internos. Además se recomienda el uso dispositivos de control como puertas, paneles o cortinas en lo vanos externos para control el mencionado sobrecalemtamiento o impedir la pérdida de calor en la tarde-noche. La orientación recomendada es hacia el sur, utilizando superficies vidriadas en colores claros, con un uso equilibrado en las divisiones para maximizar la eficiencia del efecto invernadero.

Barreras Reflectivas

(Captar calor / captación por absortancia)

Para la ganancia térmica existen diversos tipos de barreras reflectivas, sin embargo la más eficaz consiste en una lámina metálica liviana de bajo poder de emisión y alto poder de absorción (al menos 0.90); por ejemplo se puede implementar una lámina corrugada con acabado negro mate en la cara exterior, o antes del acabado final. De manera que la radiación solar incide de forma directa sobre dicho material, elevando considerablemente su temperatura, lo que conlleva a que la barrera conduzca dicha energía calórica hacia el espacio interior, por lo que usualmente la estrategia de barrera reflectiva se acompaña de otras estrategias como la cámara de aire y muros acumuladores, para evitar un sobrecalentamiento y controlar la velocidad de transmisión del calor, en el transcurso del día.

Se debe contemplar ventilación hacia el interior que permitan el aprovechamiento del calor absorbido por la barrera, evitando que se pierda por convección al exterior. A su vez se debe considerarse la combinación con otra estrategia como son los cerramientos temporales, aislando el calor captado en el interior del espacio en horas requeridas (tarde-noche); y disipando cuando sean necesario. Recomendándose por lo tanto, superficies de color oscuro con acabado mate y rugoso, debido a que ofrecen una mayor absorción superficial (ver imagen 4.69).

Escasa masa térmica condicionada

(Captar calor / captación por masa térmica)

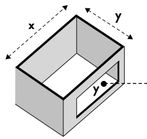
La estrategia de escasa masa térmica, aprovecha el efecto de los elementos externos del cerramiento vertical, los cuales transmiten muy fácil la energía al interior del espacio, aprovechando la mayor cantidad de calor con un muy poco desfase en el tiempo, y la otra pequeña parte se disipa en su transición por el material. Una estrategia apropiada para las horas críticas las cuales requieren de mayor energía calórica en el interior del espacio, además de la utilización de la escasa masa térmica en combinación con estrategias

ÁREA MÍNIMAS Y MÁXIMAS PARA AULAS

35estudiantes x 1,5m² = 52,5m²

35estudiantes x 2,5m² = 87,5m²

Área de Aula entre 52,5m² /87,5m²



Proporción de aberturas **(m²)** es 1/5 del Área de piso (20%)

PROPORCIONES DE ABERTURAS IDEALES

X xY = (área de piso)
(área de piso) x 0,20 = Y

9x6=54m2	10,80m²
7x8=56m2	11,20m²
9x7=63m2	12,60m²
8x8=64m2	12,80m²
9x8=72m2	14,40m²
9x9=81m2	16,2m²
Posibles áreas de aulas	**Proporción (m²) aberturas**

Imagen 4.70, Proporciones recomendables para aberturas para zonas frías "Bosque Muy húmedo Tropical". Elaboración Propia.

se recomienda la combinación con otras estrategias que cubran las horas de la tarde-noche (acumuladoras o generadoras de calor), ya que la ¨escasa masa térmica¨ busca la salida a una velocidad más rápida por convección.

Cámara de aire

(Conservar calor / aislamiento resistivo) (aumentar resistencia)

Consiste en el espacio de aire aislado dentro de la estructura del cerramiento vertical, cuyas dimensiones máximas se aproximan entre 10-15 cm y por lo general son complementarias a paredes de espesor amplio. Funcionando como barrera que aumenta la resistencia térmica del cerramiento vertical externo, y por lo tanto mitigando las pérdidas de calor, debido al efecto aislante del aire como material, el cual posee un coeficiente de conductividad térmico K= 0,025.

De forma que la propia estructura aprisiona la temperatura interior, al ser construido herméticamente en cada parte y en sus juntas para evitar toda pérdida o ganancia calórica dentro de ellas. Para maximizar el efecto de la cámara de aire se puede utilizar un aislante térmico, el cual debe de poseer baja capacidad calórica y alta resistencia térmica, por ejemplo polietileno, aislante de burbuja doble, aluminio reflectivo o yeso laminado.

Asimismo, esta estrategia se recomienda combinarse con otra estrategia de captación como es el caso de invernadero adosado u otros, puesto que la cámara busca la conservación de calor. (Ver imagen 4.71-C).

Cerramientos temporales

(Conservar calor /aislamiento resistivo) (aumentar resistencia) disipar

En zonas de vida de altitudes altas y climas con bajas temperaturas en la mayoría del año, es necesario conservar la mayor cantidad de calor para mantener el equilibrio térmico en el interior del espacio para las tarde-noche, por lo que se debe evitar las pérdidas de calor por los acristalamientos en procesos directos o indirectos. El aire en el interior de los espacios se calienta por convección al estar en contacto con los objetos previamente calentados por radiación. Se recomienda el uso de cerramientos temporales para evitar dichas pérdidas de manera que se logre conservar la ganancia calórica. (ver imagen 4.71-D).

Además, se recomienda el uso de dispositivos de sombreamiento móviles pero a diferencia de las zonas de vida pasada, se recomienda sin apertura permanentes, ya que se busca evitar pérdidas de calor; dichos dispositivos a su vez permiten controlar el sobrecalentamiento y control solar cuando sea necesario en época críticas. (ver imagen 4.71-E).

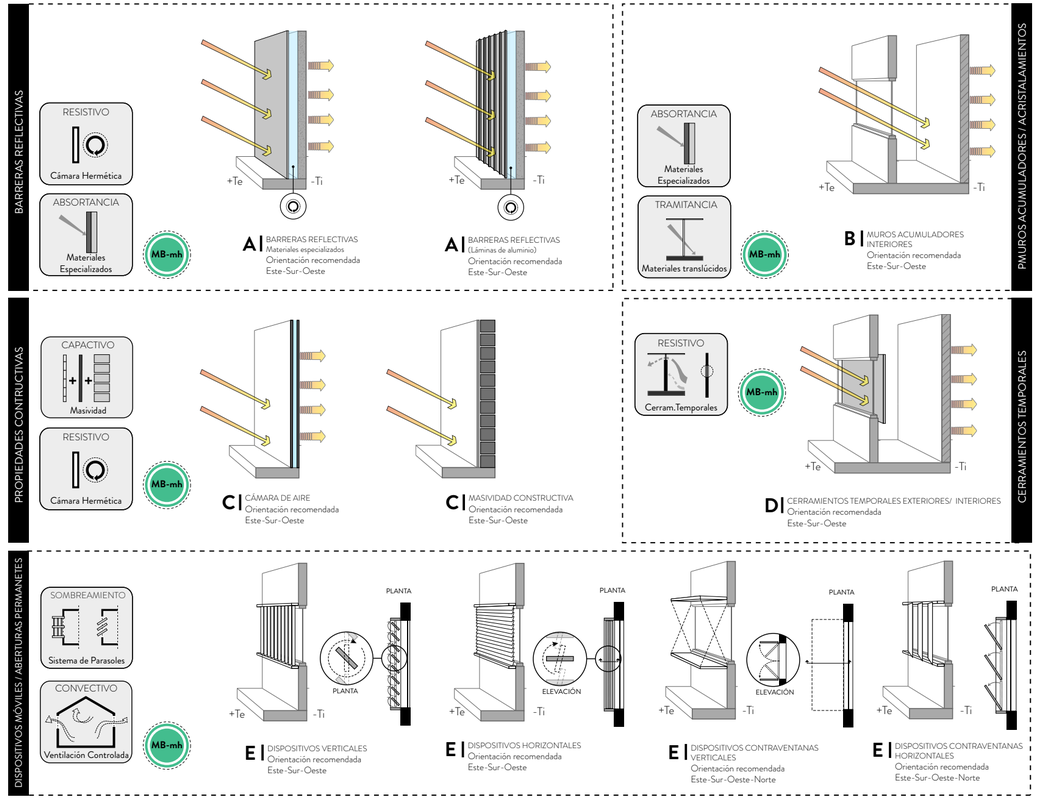


Imagen 4.71, Estrategias pasivas para cerramientos verticales respectivamente: a)barreras Solidas. b) muros acumuladores. c) Constructivas. d) Cerramientos verticales. e) Dispositivos de Sombreamientos Móviles.Elaboración Propia basado en "Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge" (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, & otros, 2013)

Superior

La envolvente superior o cubiertas, son la parte de la edificación que recibe la mayor cantidad de radiación con respecto a las otras envolventes, además de las condiciones propias del piso Montano como las bajas temperaturas, alta precipitación y humedad exigen configurarla de manera adecuada para que responda efectivamente a la zona.

Se recomienda una envolvente que siga la misma configuración y orientación de su eje longitudinal comentada anteriormente, disponiendo principalmente la mayor área hacia el sur, para que reciba mayor radiación a lo largo del año. (ver imagen 4.72). Basado en la observación de arquitectura vernácula en la investigación Guía de Diseño Bioclimático (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, Bolaños Álvarez, & otros, 2013), la configuración más utilizada en la arquitectura de estas zonas es la envolvente plana inclinada, con dos o cuatro aguas para protegerse de la fuerte lluvias de la zona de vida. Además, se recomiendan materiales translúcidos, pero herméticas para que se permita la captación de radiación y evitar las pérdidas de calor ganado.

Las aperturas deben ser establecidas al sur / este ya que así recibirán la mayor radiación a lo largo del año. Abriéndose en horas de mayor captación solar y cerrándose cuando dichos lapsos terminen conservado el calor en el interior.

Aproximadamente cada 10° de inclinación del plano de techo, constituye un 10% a 15% de menor ganancia de calor, ya que entre más perpendicular éste la superficie con respecto a los rayos solares, es más el calor absorbido. Se recomienda un equilibrio en la inclinación de la cubiertas plana, entre 15% a 20%, para lograr un efecto captador o de 25% en adelante si es solamente un elemento aislante, siempre y cuando no se exceda la altura recomendada, ya que al aumentar la altura de piso a cielo, se experimentará un descenso de la temperatura interna.

En la fachada norte, la dimensión de los aleros deben de considerar las fuertes lluvias, las cuales se puede ver favorecidas por los vientos provenientes del norte y noreste, para su protección; el material del cerramiento horizontal superior se debe establecer liviano y aislado a nivel resistivo. (ver imagen 4.73).

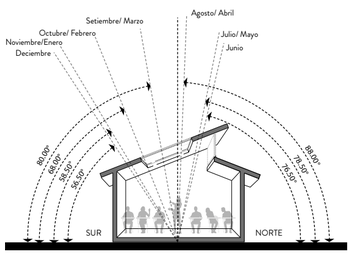


Imagen 4.72, Corte transversal contrayectoria solar de todo un año. Ángulos de altitud solar del 1º de cada mes a las 12:00 mediodía. Elaboración Propia basado en ¨Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge¨ (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, & otros, 2013)

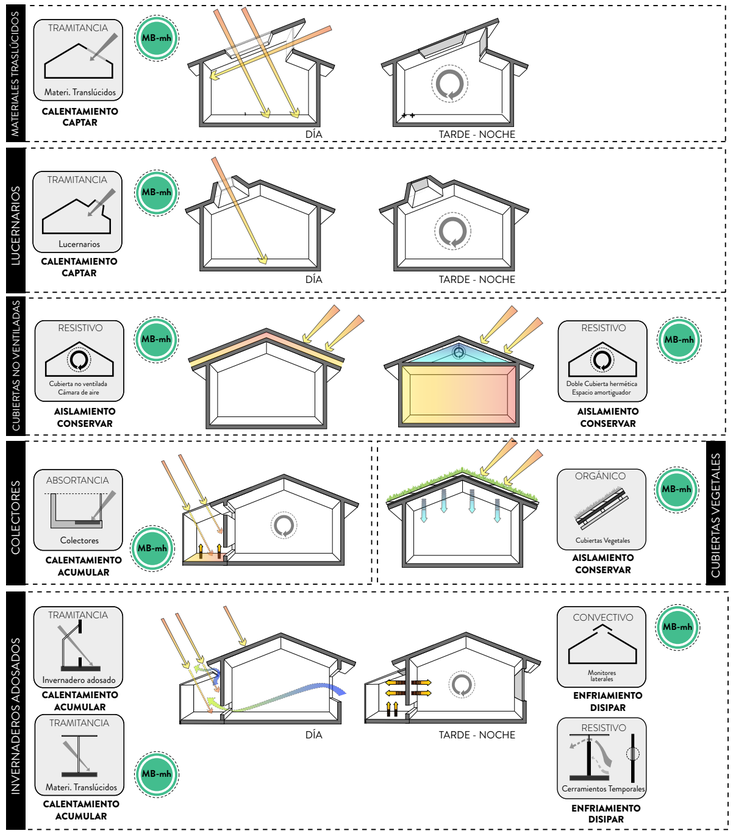


Imagen 4.73, Estrategias pasivas para cerramientos superiores respectivamente: a) Monitores Laterales. b) Monitores centrales. c) Chimeneas Solares. d) Cubiertas Ventiladas e) Cubiertas Vegetales. f) Cámara de Aire g) Cubierta ventilada por monitores. Elaboración Propia basado en ¨Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge¨ (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, & otros, 2013)

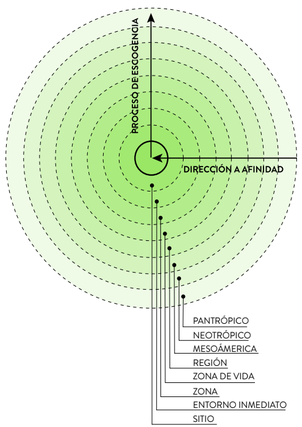


Imagen 4.74, "Círculo de Escogencia por Afinidad Ecológica" elaborado por el arquitecto costarricense Alberto Negrini Vargas. Elaboración Propia.

Vegetación Como estrategia

La vegetación nos provee de distintas propiedades como dar sombra, filtrar el polvo suspendido, hace de pantalla a los vientos fuertes, al mismo tiempo que favorece la ventilación y limpia la atmósfera oxigenando y refrescando el aire por evapotranspiración. De manera que la misma vegetación puede jugar un papel muy importante como estrategia en la arquitectura bioclimática.

La escogencia de cada especie vegetal debe responder primordialmente a una necesidad climática/arquitectónica, razón por la que para poder determinar cada especie es necesario conocer sus características y requerimientos para llevar a cabo una función como estrategia bioclimática en cada proyecto, de manera que se toma el protocolo desarrollado por (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, Bolaños Álvarez, & otros, 2013) basado en el "Círculo de Escogencia por Afinidad Ecológica" elaborado por el arquitecto costarricense Alberto Negrini Vargas, para dicha escogencia.(Ver imagen 4.74).

Se recomienda utilizar especies encontradas en cada sitio, autóctona o nativas; de manera que al buscar en el entorno inmediato, el protocolo de escogencia garantice que cada especie utilizada se adaptará de manera plena al entorno donde se introduzca y funcionando integralmente con el contexto.
Para el piso altitudinal Montano Bajo se determinaron tres pautas principales para el uso de la vegetación dentro de las cuales su encuentran propuestas, como barreras y pantallas (aislamiento orgánico):

[-Conservar calor
- Control solar
- Control de vientos.]

Conservar Calor

Las cubiertas verdes permiten almacenar el calor en los espacios internos, al ser un elemento aislante resistivo que busca conservar el aire en el interior evitando la pérdida de calor ganado. Una capa vegetal entre 20 y 40 cm de altura retiene el aire caliente evitando hasta 50% de pérdida de temperatura por convección. Dependiendo del tipo de cubierta vegetal que se plantee extensiva o intensiva, es una estrategia cuyo costo suele ser un tanto elevado debido a la variación en la estructura que deberá soportarla y el sistema de impermeabilización adecuado.

-Cubiertas Extensivas: Con una capa mínima de sustrato entre 5 y 15 cm (capa orgánica necesaria para el crecimiento vegetal), permiten ser instalados en cualquier techo con cambios mínimos en refuerzos estructurales para soportar el peso adicional. Por lo general se recomienda el uso de semillas o esquejes las cuales pueden ser cultivadas fuera y posteriormente instaladas. (ver imagen 4.75-C).

-Cubiertas Intensivas: Una estrategia pesada, cuyo costo es muy elevado y que demandan un mayor mantenimiento debido a que dichos techos verdes requieren intervenciones periódicas en el estrato vegetal; además con un posible sistema de irrigación, lo cual dependerá del cultivo seleccionado. Con una capa entre 15 y 30 cm por lo que tienden a ser jardines más reales. Con una estructura adaptada para una alta capacidad de carga, que permitan soportar el peso de cultivo más amplios y plantas mayores (arbustos e incluso árboles). (ver imagen 4.75-C).

Control Solar

Para el control solar, el uso de vegetación como una segunda piel permitirá aportar sombra y reducir el soleamiento directo sobre las aperturas y/o envolventes, el cual puede ser dispuesto por medio de dispositivos horizontales y verticales para pantallas verdes, así como también árboles cercanos a las construcciones, los cuales ayudarán a mejorar la temperatura del aire en los ambientes urbanos, mediante el control de la radiación solar, el cual será efectivo dependiendo de la densidad del follaje, de la forma en sus hojas y su de ramificación.

La pantalla verde se podría definir como una estructura independiente de la estructura vertical del edificio, la cual está cubierta por plantas; las que por lo general son de rápido crecimiento, que permiten controlar el ingreso de luz al espacio, filtrando el exceso de claridad natural y evitando el encandilamiento. Además, colaboran a refrescar la envolvente, al reducir la radiación solar directa. Hay dos tipos de pantallas; las verticales y las horizontales verdes que se pueden observar en la imagen. (Ver imagen 4.76.1).

Para el piso altitudinal Montano Bajo, en zonas confortables se recomiendan los árboles de hoja caduca, debido a que en verano impiden la radiación solar, disminuyendo la temperatura, gracias al dosel protector que forman (capa de ramas / hojas formada por las copas de árboles vecinos), en el invierno pierden sus hojas dando paso a radiación solar, permitiendo calentar el ambiente expuesto.

Control de Vientos

El viento puede influir en el incremento del enfriamiento evaporativo durante el día. Las barreras vegetales reducen la velocidad del viento y pueden crear áreas protegidas, consecuentemente interfiriendo en los procesos de enfriamiento evaporativo, haciendo que las temperaturas permanezcan altas en las áreas protegidas. Los árboles y arbustos controlan el viento por obstrucción, por conducción, por desviación y por filtración; variando el grado de efectividad según el tamaño de especies, la forma, la densidad y la Por medio de la obstrucción, la barrera propuesta reducirá la velocidad del viento al incrementar resistencia al viento. Se podría eliminar corrientes de aire alrededor de las esquinas o la entrada de edificios con una apta ubicación de la barrera; tomando en cuenta que el ancho de la misma tiene poco efecto en la reducción de la velocidad del viento, pero si en el favorecer el microclima dentro del espacio.

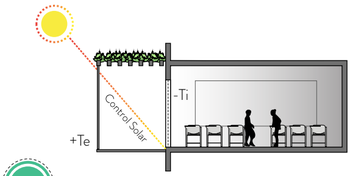
En caso de una inadecuada orientación, la vegetación puede ser la aliada para redireccionar o inducir el flujo del aire en el interior por medio de pantallas, redireccionadores con la finalidad de que el flujo circule de manera efectiva por determinados espacios; eliminando el aire caliente acumulado producto del sobrecalentamiento. Las pantallas vegetales además de funcionar como redireccionadores del flujo de viento; funcionan como estrategia para disipar el calor por medio del enfriamiento conectivo. (Ver imagen 4.76.3).

PÉRGOLAS Y ÁRBOLES

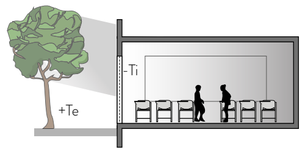
ORGÁNICO

Cubiertas Vegetales

MB-mh



A | PÉRGOLA



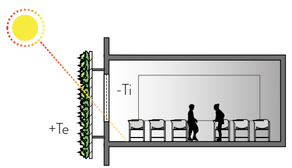
A | ÁRBOLES

PANTALLAS VEGETALES

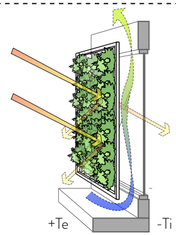
ORGÁNICO

Barreras Vegetales

MB-mh



B | Pantalla
Orientación recomendada
Sur



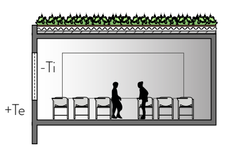
Al ser un sistema completo, que requiere de un sistema de riego eficiente, se propone buenas prácticas ambientales como el uso de aguas grises o pluviales.

CUBIERTAS VEGETALES

ORGÁNICO

Cubiertas Vegetales

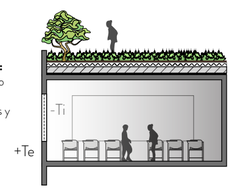
MB-mh



C | CUBIERTA EXTENSIVA

Mantenimiento:
mínimo
Vegetación:
baja
Espesor:
de 5 a 15 cm
Uso:
protección adicional ecológica

Mantenimiento:
normal, intensivo
Vegetación:
comestible, altas y variadas
Espesor:
15 cm mínimo
Uso:
jardín, zona de recreo



C | CUBIERTA INTENSIVA

Capas:
Vegetación
Filtro de tela
Retención de humedad
Geomembrano textil
Membrana drenante
Selladores
Base con pendiente

Imagen 4.75, A. Pérgolas (pantallasverdes horizontales) y Sombreamiento por arboles. B. Pantallasverde verticales. C . Cubiertas vegetales Elaboración Propia basado en "Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge" (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, & otros, 2013)

CONSERVAR EL CALOR

ESPECIES SUGERIDAS
PISO ALTITUDINAL MONTANO BAJO

Usos:	Cubiertas Verdes (aislamiento orgánico)
Condicionantes:	Sistema de riego y drenaje eficiente Buena impermeabilización y aislantes
Características:	Siempre Verde Resistente a la radiación directa

Especies Sugeridas:

Nombre Común	Nombre Científico
Hiedra (pared)	Hedera hélix
Ipomoea (pared)	Ipomoeae violacea
Filodendro (pared)	Philodendrum microstictum
Agua Marina (cubierta)	Evolvulus glomeratus
Ala de Ángel (cubierta)	Begonia coccinea
Aliento (cubierta/pared)	Adiantum raddianum, Adiantum peruvianum
Amaranto (cubierta)	Gomphrena globosa
Anturio(cubierta/pared)	Anthurium andreanum
Bailarina (pared)	Schlumbergera x bucleyii Schlumbergera truncata
Bromelia(cubierta/pared)	Bromelia spp
China (cubierta)	mpatiens walleriana
Dormilona (cubierta)	Mimosa pudica
Zacate Japonés(cubierta)	Ophiopogon japonicus
Santa Lucía (cubierta)	Ageratum conyzoides
Widilia (cubierta)	Wedelia trilobata

Imagen 4.76.1, Protocolo de escogencia para Conservar el Calor. Elaboración Propia basado en "Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge" (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, & otros, 2013)

CONTROL SOLAR

ESPECIES SUGERIDAS
PISO ALTITUDINAL MONTANO BAJO

Usos:	Vegetación como doble piel Vertical (pantallas) y Horizontal (pérgolas) Arboles en el entorno inmediato
Condicionantes:	Sistema de riego y drenaje eficiente Distancia entre árbol y construcción Arboles con raices no invasivas
Características:	Siempre verde Multi capa Denso Sombra directa

Especies Sugeridas:

Nombre Común	Nombre Científico
Aguacate (árbol)	Persea americana
Cas (árbol)	Psidium friedrichsthalianum
Filodendro (enredadera)	Philodendrum microstictum
Ipomoea (enredadera)	Ipomoeae violacea
Jalapa (enredadera)	Allamanda cathartica
Maracuyá (enredadera)	Passiflora edulis
Volcán (enrredadera)	Solanum wendlandii
Thumbergia (enredadera)	Thumbergia grandiflora
Ventana (enredadera)	Monstera adansonii
	Monstera friedrichst halii
	Monstera obliqua expilata

Imagen 4.76.2, Protocolo de escogencia para Control Solar. Elaboración Propia basado en "Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge" (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, & otros, 2013)

CONTROL VIENTOS

ESPECIES SUGERIDAS
PISO ALTITUDINAL MONTANO BAJO

Usos:	Pantallas a 1,3m, un nivel y 2 niveles Barreras redireccionadoras de viento
Condicionantes:	Sistema de riego
Características:	Siempre Verde Resistentes al viento Denso

Especies Sugeridas:

Nombre Común	Nombre Científico
Aralia (barrera)	Aralia fruticosa
Bambú Verde (barrera)	Dendrocalamus strictus
Camelia (barrera)	Camelia japonica
Guaba (árbol)	Inga edulis
Manzana Rosa (árbol)	Syzgium jambos
Pavón Amarillo (árbol)	Justicia aurea
Pavón Rojo (árbol)	Megaskeperma erythrochlamys
Pacaya (barrera)	Chamaedorea costaricana
Trueno (árbol)	Ligustrum lucidum

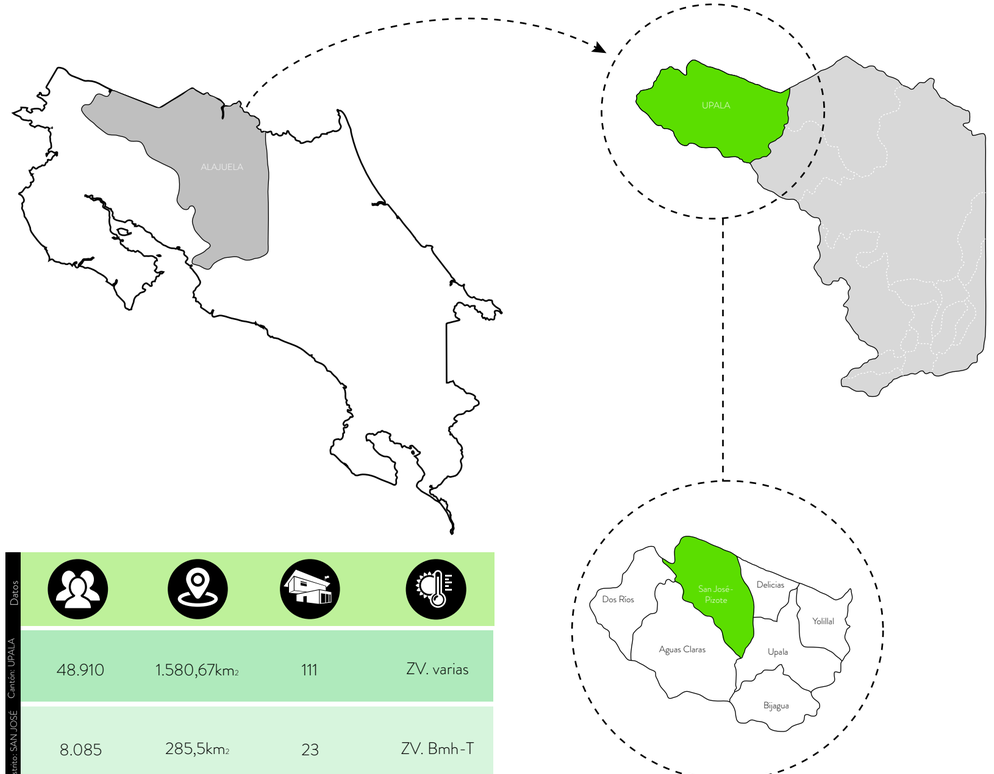
Imagen 4.76.3, Protocolo de escogencia para Control de Vientos. Elaboración Propia basado en "Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge" (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, & otros, 2013)

Análisis socio-económico de las zonas de estudio

A continuación se presenta un análisis con características generales de cada sitio, con el fin de comprender cada zona, cantidad de estudiantes, zona de vida donde se localiza, además de sus variables respecto a desarrollo social, laboral, educativo y de infraestructura, como se ejemplifica en la imagen 4.77. Además, se considera relevante el estudio de vulnerabilidad ambiental que posee el sitio ya que esto marcará una pauta de diseño tomando en cuenta las posibles catástrofes a las que se presentan. De igual forma, no se puede dejar de lado el aspecto cultural que caracteriza a cada zona donde se encuentra la escuela en estudio ya que esto podría ofrecer pautas de materiales, actividades que realizan, aspectos que los caracterizan así como valores que podrían potenciarse.

En la segunda sección del análisis realizado, se toma en cuenta la viabilidad ambiental que presenta cada sitio, debido a que se considera relevante la inserción de modelos educativos que vayan de la mano con la responsabilidad medioambiental. Asimismo, se pretende crear conciencia para futuras propuestas educativas en otras zonas del país con el fin de que se cumpla con normativas y buenas prácticas ambientales.

Imagen 4.77, Variables analizadas para comprender las zonas de estudio. Elevación. Elaboración Propia.



Datos				
Cantón: UPALA	48.910	1.580,67km2	111	ZV. varias
Distrito: SAN JOSÉ	8.085	285,5km2	23	ZV. Bmh-T

Imagen 4.78, Localización de la escuela Betania respecto a provincia, cantón y distrito. Elaboración Propia.

Datos generales- San José de Upala

El cantón de Upala es el número 13 de la provincia de Alajuela, es una zona apta y fértil para la agricultura, así como para el desempeño de la ganadería. Dentro de las características generales del cantón cabe destacar que, al ser vecino de Nicaragua, Upala cuenta con el 10% de su población transfronteriza, lo que equivale a 5000 personas, los cuales a su vez utilizan los servicios del cantón.

1. Población

La población del cantón se encuentra dentro del rango de persona joven que abarca entre los 12 y los 35 años de edad. Asimismo, como lo destaca el informe de comunidades fronterizas, "*el 25% de la población residente del cantón es "flotante", que habita por un tiempo limitado en un lugar externo y luego regresa principalmente por el trabajo de jornaleo estacional de la zona.*" (Delgado & Córdoba, 2012)

El distrito de Upala es el que cuenta con mayor población, sin embargo, San José (Pizote) cuenta con el 17% de la población del cantón de Upala, según datos obtenidos del informe de comunidades fronterizas, San José ha perdido densidad poblacional ya que para el año 2000 poseía 24hab/km2 y para el 2009 pasó a tener 18hab/km2. Si se compara la relación de cantidad de género es similar en

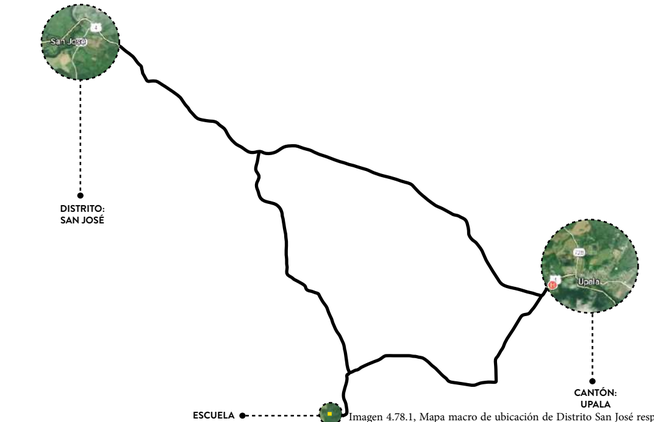


Imagen 4.78.1, Mapa macro de ubicación de Distrito San José respecto a su Cantón Upala, Imagen tomada de Google Maps. Diagramación Propia.

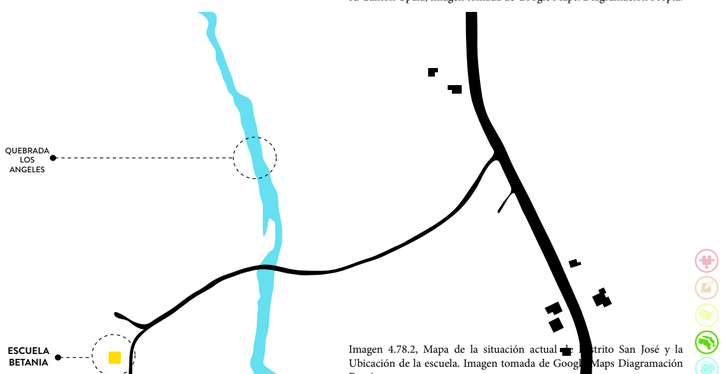


Imagen 4.78.2, Mapa de la situación actual del Distrito San José y la Ubicación de la escuela. Imagen tomada de Google Maps Diagramación Propia.

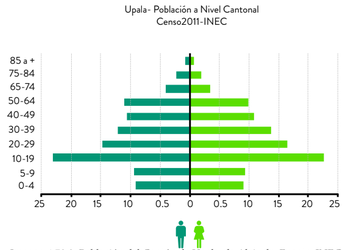


Imagen 4.78.3, Población del Cantón de Upala, de Alajuela. Fuente: INEC. Elaboración Propia.

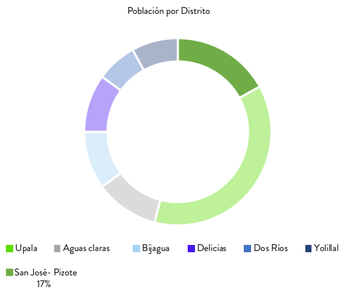


Imagen 4.78.4, Población por Distrito. Fuente: INEC y MIVAH. Elaboración Propia.

números. No obstante, como se destacó anteriormente, la mayor parte de la población es joven, hay un descenso en la población adulta, a partir de los 40 años de edad como se observa en la siguiente imagen 4.78.3.

Los datos del Área de salud de Upala referencia que al 2010 el 89% de la población era costarricense, el 11% nicaragüense y un 3% de otras nacionalidades. El distrito con mayor cantidad de nicaragüenses es San José-Pizote con 1171 personas.

2.Educación

En educación, Upala cuenta con 111 escuelas, 23 de ellas en el distrito de San José- Pizote. A pesar de la existencia de centros educativos, los datos registrados del MEP, presentes en el informe del MIVAH se demuestra que gran parte de los adultos, hombres y mujeres o no concluyeron la primaria o por el contrario nunca han asistido a la escuela. Estos datos demuestran la vulnerabilidad que presenta este cantón en la formación académico-técnica para superar la pobreza.

Termina de recalcar nuestro interés en esta zona el siguiente texto obtenido del informe, "*el bajo nivel educativo de la población se suma a las graves carencias en las plantas físicas e infraestructuras educativas y en la falta de material didáctico, como señalan líderes comunitarios, maestros y representantes de grupos e instituciones, lo cual confirma que los problemas de la escuela están entre los prioritarios de las comunidades*." (Delgado & Córdoba, 2012, pág. 9)

Parte también de la deserción estudiantil en estas zonas se debe a las épocas de cosecha, a la presión que muchos jóvenes y niños sufren al tener que ayudar en sus casas por lo que abandonan la escuela para trabajar. A la vez, muchos de estos niños no cuentan con el apoyo de sus padres con la educación como factor prioritario, por este motivo, muchos de ellos llegan hasta sexto grado.

3.Socioeconómico

-Laboral
En la zona norte es común encontrarse con terrenos y empresas que se dedican al cultivo de piña y naranja de exportación, para el 2012 se encontraban sembradas más de 1500 hectáreas. Sin embargo, no solamente se cuenta con estos productos sino con la siembra de palma y cacao. En lo que respecta a otro sector laboral, hay pequeños comercios e instituciones públicas como: supermercados, tiendas, bancos, cooperativas, CCSS, entre otras.

Según datos del informe de comunidades, en el cantón de Upala trabajan aproximadamente el 10.5% de los niños, niñas y adolescentes de 6 a 15 años. Y entre los jóvenes de 15 a 17 años el porcentaje aumenta a 32%.

-Vivienda
La situación de la vivienda en el cantón de Upala presenta carencias, según datos del INEC del 2011 de las 13 295 viviendas con las que cuenta, el 31% de las viviendas ocupadas requiere algún tipo de reparación o construcción de nuevo

Dentro de los habitantes del cantón y los asentamientos, se destaca que varios de ellos viven en condición de precario, para el caso de esta investigación según datos del MIVAH del 2012 en el distrito de San José-Pizote, existe el asentamiento El Progeso, este cuenta con 70 familias y 60 viviendas.

-Salud
En el campo de la salud, el cantón cuenta con un Hospital y 12 EBAIS. El distrito de San José cuenta con un EBAIS que cubre 11 barrios del mismo.

4. Arte y cultura

Según el informe analizado, esta zona cuenta únicamente como espacios recreativos canchas de futbol y algunos parques. No cuenta con espacios aptos para el desarrollo del deporte, arte y cultura para personas jóvenes y niños.

5. Naturaleza - Turismo

Esta zona se caracteriza por sus ríos, ya que estos presentan bastante caudal, lo que los hace navegables por botes o lanchas. El río zapote cruza por Upala, el río Niño pasa por San José- Pizote (imagen 4.78.5). Otra de las actividades que se puede realizar es a pesca de guapotes y Gaspar.

Dentro de las novedades turísticas de esta zona se cuenta con la posibilidad de realizar escalada al volcán Rincón de la Vieja por parte del distrito de Dos Ríos, asimismo, por el distrito de Bijagua se puede ascender al Volcán Miravalles. En esta zona se pueden encontrar cascadas de hasta 60m de altura. Otra de las maravillas de la zona es una laguna llamada Camelias, funciona como una especie de pantano, este recoge las aguas de los ríos Guacalito y Pavas

6. Vulnerabilidad Ambiental

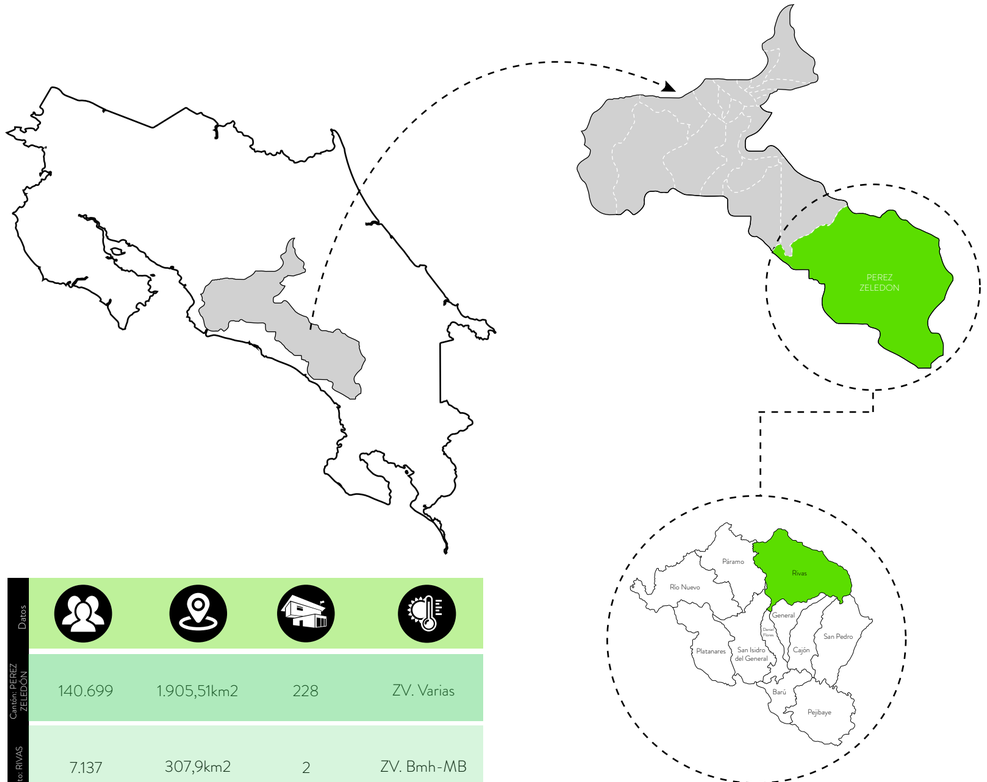
Debido a la presencia de los ríos Zapote y Niño se presentan riesgo de inundaciones por desbordamientos de los mismos. De igual forma, al haber contaminación acuífera por el uso de químicos en la agricultura y desechos sólidos de las viviendas, los pobladores, así como el entorno natural se ven afectados.

En el sector de Dos Ríos el Volcán Rincón de la Vieja se encuentra activo, y se debe tener en cuenta ante posibles erupciones las zonas de riesgo en este caso el sector de Buenos Aires.

Imagen 4.78.5, Río Niño, navegable de Upala. Fuente Fotográfica: Mapio.net

Imagen 4.78.6, Volcán Rincón de la Vieja. Fuente fotográfica: La prensa Libre

Imagen 4.78.7, Vulnerabilidad ambiental del Huracán Otto 2016. Fuente fotográfica: La Prensa Libre.



Datos				
Cantón: PÉREZ ZELEDÓN	140.699	1.905,51km2	228	ZV. Varias
Distrito: RIVAS	7.137	307,9km2	2	ZV. Bmh-MB

Imagen 4.79, Localización de la escuela Buena Vista respecto a provincia, cantón y distrito. Elaboración Propia.

Datos generales-Rivas de Pérez Zeledón

Debido a un despertar educacional que recibió la población se dio la separación de Pérez Zeledón como el cantón número 19 de la provincia de San José, este cantón posee 11 distritos, en el caso de esta investigación, el distrito principal de estudio es Rivas. Según la planificación territorial, el cantón se encuentra dentro la Región Brunca.

1.Población

El cantón de Pérez Zeledón se caracteriza por poseer cantidades similares entre hombres y mujeres, según datos del INEC 2011, recabados del plan de Desarrollo Rural de Perez Zeledón, donde 69.137 (51.4%) equivale a los hombres del territorio y 65.389 (48.6%) a las mujeres.

Si se analiza detalladamente la población se enfatiza que el mayor porcentaje de la población es adulta joven dentro del rango de los 10 a los 29 años de edad. Como se observa en la imagen 4.79.2, se aprecia un análisis comparativo de la población existente en el territorio y la diferencia de edades según la cantidad de habitantes.

Para el caso de la investigación se recalca que la población de Rivas, la cual cuenta con un 4.9% del 51.9% habita en zona rural del

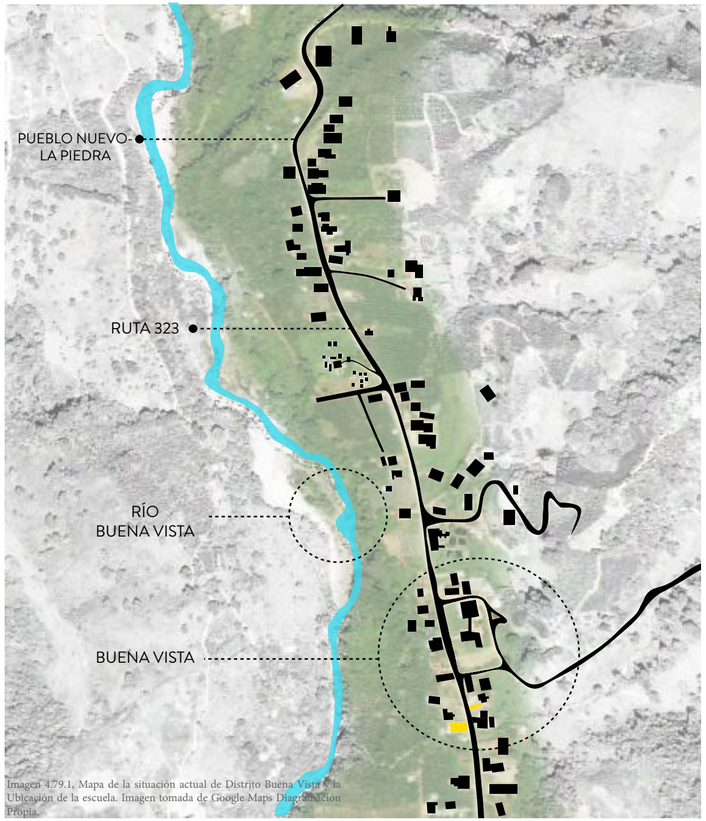


Imagen 4.79.1, Mapa de la situación actual de Distrito Buena Vista y la Ubicación de la escuela. Imagen tomada de Google Maps Diagramación Propia.

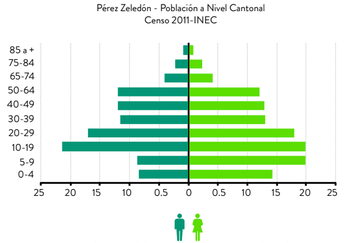


Imagen 4.79.2, Población del Cantón de Pérez Zeledón, de San José. Fuente: INEC, MIVAH y Municipalidad de Pérez Zeledón Elaboración Propia.

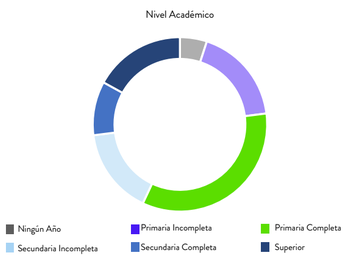


Imagen 4.79.3, Nivel académico de la población. Fuente: INEC, Municipalidad de Pérez Zeledón y MIVAH. Elaboración Propia.

territorio.

2. Educación

La educación en el cantón se ha visto impulsada desde 1902, sin embargo, si se define el nivel de analfabetismo, el cual el Plan de Desarrollo Rural de Pérez Zeledón define como el porcentaje de población de 10 años o más que sabe leer y escribir. En este caso según los datos presentes en este documento y del INEC se presencia un 97.2% de analfabetismo.

Como se logra apreciar en la imagen 4.79.3, el 34% de la población posee la primaria completa, donde inicia la deserción de la educación es en la secundaria donde el porcentaje reduce al 10%. Ya para educación superior se logra alcanzar un 17%, que probablemente podrán retribuirle al cantón de manera profesional.

3. Socioeconómico

-Laboral
En el aspecto económico las actividades en las cuales se concentre mayor población son "la ganadería, agricultura y pesca con 26%, en comercio un 18.7%, enseñanza un 8.5%, industria un 7.2%, en la construcción 5.9 % y por último un 5.6% en servicio a hogares." (Plan de Desarrollo Rural del Territorio Pérez Zeledón), pág. 12)

Las actividades agrícolas principales de la zona se encuentra la producción de café, caña de azúcar y granos básicos.

-Vivienda
Dentro del territorio del cantón se ubican 38.508 viviendas según datos del INEC 2011, la mayor parte de la población tiene acceso a luz eléctrico. En lo que respecta al estado de las viviendas, el 63.1% se encuentra en buen estado, el 27.9% regulares y un 8.9% en mal estado.

En el caso de Rivas, este distrito se divide en tres, el sector Chirripó, el sector de Buena Vista donde se encuentra la escuela seleccionada y el sector Central donde se ubica el centro de Rivas.

-Salud
En el campo de la salud, se encuentra el hospital Escalante Pradilla. De igual forma cuenta con 16 EBAIS en total que cubren todo el cantón.

4. Arte y cultura

Dentro del cantón de Pérez Zeledón se pueden encontrar edificaciones culturales, entre las más destacadas se localiza el edificio del Complejo Cultural, donde alberga la biblioteca Pública Humberto Gamboa, el teatro de la ciudad y una oficina de escritores. En la parte artística una escuela de música, otra de arte, un taller de artes plásticas y una escuela Sinfónica.

Es una ciudad con mucho enfoque al avance, en el aspecto deportivo han presentado equipos de fútbol femenino y masculino en primera, baloncesto, a nivel cantonal de voleibol y futbol sala.

5. Naturaleza- Turismo

En el ámbito ambiental, el cantón presenta 429km2 de zonas protegidas , entre las realzan

1. Reserva Forestal Los Santos con 249km2
2. Parque Nacional Chirripó con 171km2. (Imagen 4.79.4-.5)
3. Parque Nacional Tapantí
4. Reserva Forestal Río Macho
5. Reserva Biológica Cerro Vueltas

6. Vulnerabilidad Ambiental

Dentro de las características de desastres naturales con los que cuenta este cantón se presencian los sismos debido a que Pérez Zeledón se ubica dentro de la región denominada valles y Serranías del Interior del país, generando choques sísmicos entre la placa coco y caribe. Asimismo, debido a las fuertes lluvias, a la red fluvial del cantón existen amenazas hidrometeorológicas como se menciona en el informe de la Comisión Nacional de Emergencias (CNE).

Sin embargo, a pesar de la existencia de estas características naturales, los daños antropogénicos han colaborado a la recurrencia de inundaciones debido al desarrollo urbano desordenado y al lanzamiento de desechos sólidos lo que genera la reducción del cauce del río. Permitiendo estas dos variables la inundación de viviendas, centros educativos, e infraestructura en general.

Esta zona también se ubica dentro de las cuatro zonas del país con mayor vulnerabilidad a deslizamientos de acuerdo a una investigación realizada por el Colegio de Ingenieros Civiles, estos han sido causados por sismos, lluvias intensas, deforestación y mala planificación de carreteras, así como de desarrollo urbano.

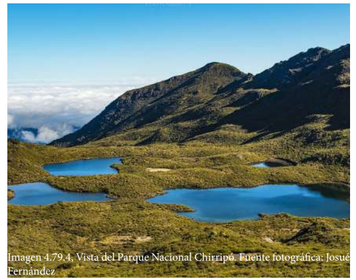
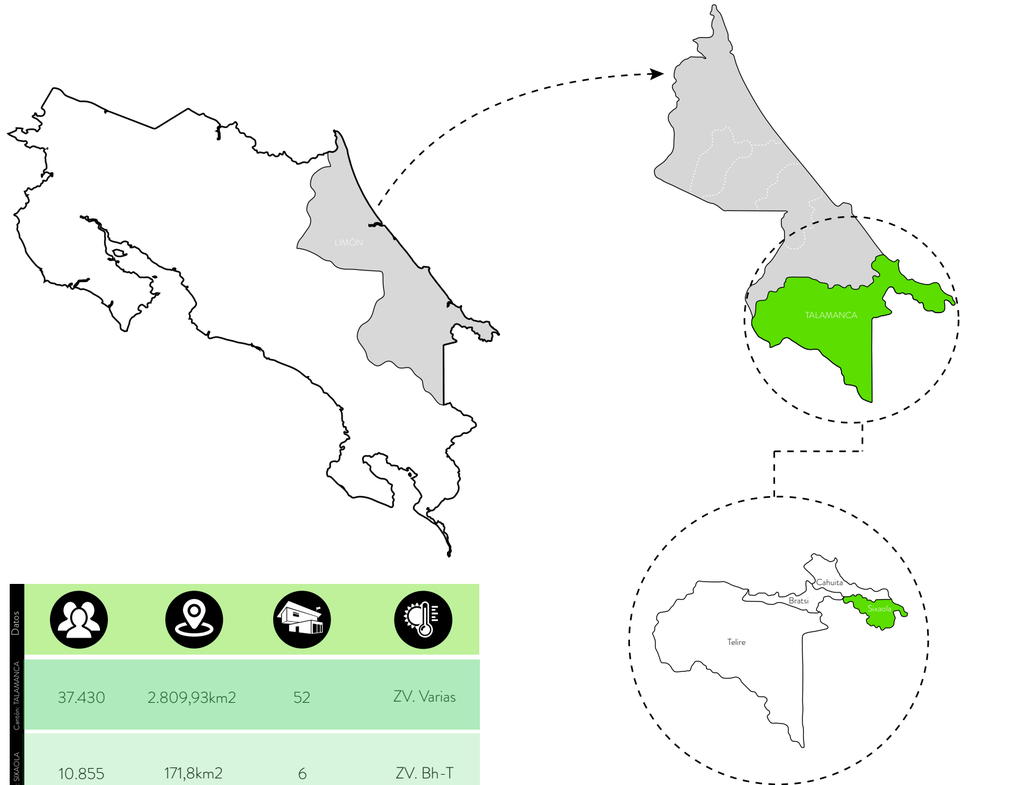


Imagen 4.79.4, Vista del Parque Nacional Chirripó. Fuente fotográfica: Josué Fernández

Imagen 4.79.5, Paisaje desde el Parque Nacional Chirripó, Fuente Fotográfica: Josué Fernández

Imagen 4.79.6, Deslizamientos en la ruta Interamericana. Fuente fotográfica: La Extra



Datos	Cantón TALAMANCA	Distrito SIXAOLA
37.430	2.809,93km2	52	ZV. Varias
10.855	171,8km2	6	ZV. Bh-T

Imagen 4.80, Localización de Daytonia respecto a provincia, cantón y distrito. Elaboración Propia.

Datos generales- Sixaola de Talamanca

El cantón de Talamanca se ubica en la provincia de Limón, se caracteriza por ser el cantón más extenso del territorio nacional. Cuenta con cuatro distritos: Cahuita, Bratsi, Telire y Sixaola. Para esta investigación se analizarán datos principalmente de Sixaola debido a que la escuela se ubica en este distrito.

Talamanca se caracteriza por su población indígena, por la cantidad de áreas de conservación para la preservación de su flora y fauna, su historia e influencia en el cultivo de banano y plátano, así como la belleza de sus playas.

1.Población

La población estimada según datos del INEC, el cantón de Talamanca cuenta con 30.712 habitantes, el distrito de Sixaola con 8.861, el 29% de la población del cantón.

En lo que respecta al género, se cuenta con una distribución mayor de hombres que de mujeres, pero con una diferencia muy pequeña del 3.85%. En el caso de Sixaola en el 2011 había 4556 hombres y 4305 mujeres. En distribución etárea la mayor parte de la población se encuentra de los 0-14 años y de los 55 en adelante. Ver imagen 4.80.3

Del mismo modo, como parte de la población del territorio y la ubicación fronteriza del cantón

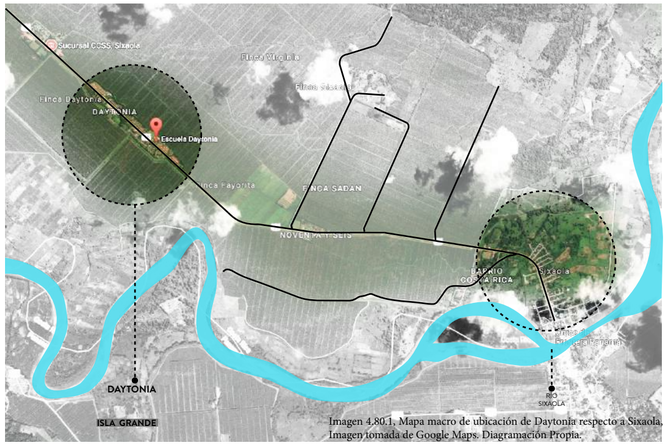


Imagen 4.80.1. Mapa macro de ubicación de Daytonia respecto a Sixaola. Imagen tomada de Google Maps. Diagramación Propia.

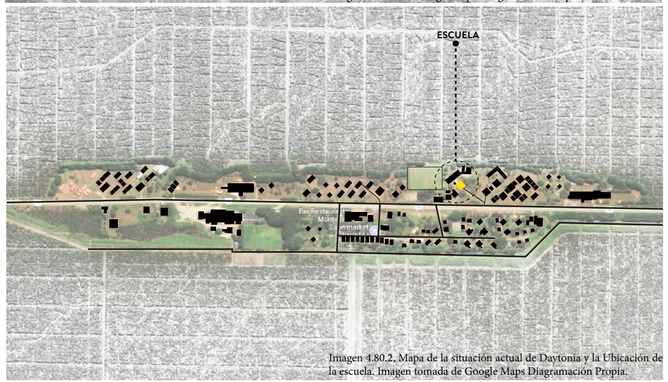


Imagen 4.80.2. Mapa de la situación actual de Daytonia y la Ubicación de la escuela. Imagen tomada de Google Maps Diagramación Propia.

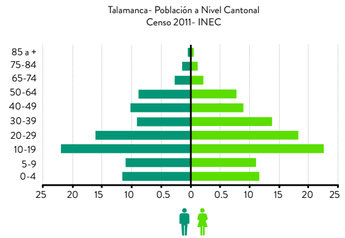


Imagen 4.80.3, Población del Cantón de Talamanca, de Limón. Fuente: INEC. Elaboración Propia.

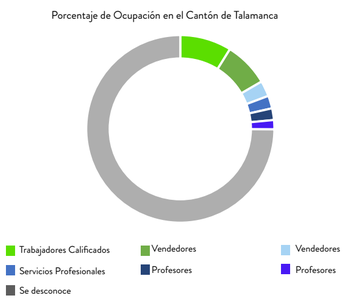


Imagen 4.80.4, Porcentaje de ocupación laboral en Talamanca. Fuente: MIVAH. Elaboración Propia.

cantón de Talamanca, se recalca según (Olivera Rojas & Ramírez Sánchez, 2013) que, dentro del total de la población del cantón, un 16.30% pertenece a otro país, entre ellos, Nicaragua, Panamá, Italia, España, Estados Unidos, entre otros.

Población Indígena
Debido a su población indígena varios pueblos se destacan por hablar Bribrí y Cabécar. De igual forma debido a la población migrante transfronteriza se habla el Gnöbe

2. Educación

"*Existe un faltante de aulas académicas además de carencia de servicios eléctricos en varios centros educativos, alrededor de un 50% de ellos*" (Olivera Rojas & Ramírez Sánchez, 2013).

Esta situación se presencia en todo el cantón, un informe realizado por JAPDEVA recalca la insuficiencia o mal estado de la infraestructura escolar de la zona. Dentro de las carencias que presenta Talamanca en el campo educativo son:

1.Casa del Maestro
2.Aulas Académicas
3.Aulas de educación Especial
4.Comedores Escolares
5.Baterías Sanitarias
6.Aulas de computo
7.Bibliotecas escolares
8.Acceso ley 7600
9.Oficinas administrativas
10. Pasos techados
11.Falta de mobiliario

3.Socioeconómico

-Laboral
Dentro de las actividades principales se encuentran las comerciales en el cultivo de banano, plátano, cacao, y agricultura orgánica. El turismo es una fuente de ingreso, principalmente en el sector costero y en ocasiones hacia los poblados indígenas.

Con la determinación de las ocupaciones, se realiza el siguiente gráfico de la imagen 4.80.4 con el fin de determinar las actividades laborales principales de la zona.

-Vivienda
Las viviendas de esta zona se caracterizan por encontrarse en condiciones de vulnerabilidad. Esta situación se debe a que muchas comunidades principalmente indígenas se encuentran muy alejadas, y las construcciones no reciben el cuido necesario ya que son hechas en madera, bambú, paja, y piso de tierra. Por lo que presentan dificultades en los servicios básicos de agua y electricidad.

-Salud
El área de salud cuenta con 13 EBAIS para cubrir a la población, 3 de estos cubren Sixaola, Daytonia y Margarita.

-Arte y cultura
Ante la presencia de paisajes atractivos, se han creado senderos ecológicos como atractivos de recreación, inclinándolos también al rescate y puesta en valor de los territorios indígenas como en el caso de Cocles- Kekoldi, el cual posee un mirador. Además, se puede encontrar exposiciones culturales y religiosos en ranchos cónicos, venta de artesanía Bribrí, entre otros.

En lo que respecta al deporte, se cuenta con canchas deportivas en estado regular o en mal estado. Existe una carencia de zonas de juego infantiles, parques o plazas que permitan la socialización de los habitantes. Hay limitaciones en espacios saludables y amigables, más aún cuando los poblados se encuentran alejados del centro urbano.

4. Naturaleza - Turismo

Dentro de este cantón se puede ubicar gran cantidad de biodiversidad ya que presenta distintas zonas de vida desde el nivel basal hasta el páramo ubicado en el punto más alto del país el cerro Chirripó a 3.819 msnm.
A parte de este atractivo natural, cuenta con otras áreas de conservación natural y de atractivo turístico entre ellas:

1.Área de conservación La Amistad-Caribe (ACLAC)
2.Parque Internacional La Amistad
3.Parque Nacional Cahuita
4.Reserva Nacional de Vida Silvestre Gandoca Manzanillo
5.Refugio Nacional mixto de Vida Silvestre Gandoca- Manzanillo
6.Territorios Indígenas; Bribrís y Cabécares (etnoturismo)
7.Playas: Cahuita, puerto viejo, Cocles, Manzanillo, entre otras.

6. Vulnerabilidad Ambiental

Daytonia y Sixaola presentan con la amenaza de inundaciones debido a su cercanía con el río Sixaola, muchas de estas inundaciones se deben a la mala planificación del territorio y al desarrollo agropecuario. Asimismo, se le adjudica el lanzamiento de desechos sólidos a los ríos, construcción de viviendas cerca de los ríos y la poca regulación de desarrollo urbano-forestal.

En el campo sísmico, se presentan sismos en la zona debido a que el cantón se encuentra ubicado en una región con bastantes fallas sísmicas. También debe considerarse la inestabilidad de los suelos, principalmente donde se han realizado cortes en caminos o rellenos mal realizados ya que podrían dañar cultivos y ganadería, sepultamiento de viviendas y avalanchas de lodo.

Imagen 4.80.5, Reserva Nacional de vida Silvestre, Gandoca Manzanillo. Fuente: www.puertoviejosatellite.com/manzanillo-playa-negra.es

Imagen 4.80.6, Vivienda y situación indígena. Fuente Propia.

Imagen 4.80.7, Inundaciones en Sixaola. Fuente: La Prensa Libre

Viabilidad Ambiental

Llevar a cabo un proyecto arquitectónico o Urbano requiere de responsabilidad ambiental, sin comprobar que el proyecto propuesto no dañará el ambiente. Costa Rica cuenta con instituciones en el sector ambiental que se encargan de dar pautas y permisos para la gestión ambiental de los proyectos, entre ellas se encuentran:

1. Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones - MINAET: se encarga de supervisar la conservación de los recursos naturales. Dentro de sus cargos esta corta de arboles y movimientos de tierra.

2. Secretaría Técnica Nacional Ambiental - SETENA: es una dependencia del MINAET, se encarga de evaluar el impacto ambiental en el país. Este es el ente que se encarga de la viabilidad ambiental en obras y proyectos.

3. Tribunal Administrativo - TAA: es el que se encarga del cumplimiento de la legislación del ambiente y de los recursos naturales del país.

4. Municipalidades: Es donde se conceden permisos finales de construcción para toda obra respecto a la comunidad donde se encuentra. Los permisos que ceden son: uso de suelo, ubicación, patentes comerciales.

Como se mencionó en el punto 2, el ente de permitir la viabilidad ambiental de las escuelas propuestas es SETENA, por este motivo se toma el mapa de la imagen 4.81, realizado por SETENA sobre planes reguladores que si presentan viabilidad ambiental. Por este medio se denota que las escuelas se encuentran sin trámite registrado.

SETENA tiene dos tipos de viabilidades ambientales la D1 (cuando no tiene planes reguladores aprobados) y la D2 (cuando en la zona existe plan regulador aprobado). En este caso, la zona D1 determina de alto a moderado impacto potencial.

Para obtener los permisos de viabilidad ambiental, y según la clasificación que tenga la zona donde se ubiquen los proyectos regidos bajo la tabla de categorización: del Decreto Ejecutivo Número 31849-MINAE-SALUD -MOPT-MAG-MEIC, se requieren los siguientes estudios:

1. Estudio de Ingienería
2. Estudio de Geología
3. Estudio Arqueológico
4. Estudio Biológico

A partir de los estudios realizados existen instrumentos de evaluación ambiental según la intensidad e importancia del proyecto.

1. Declaración Jurada de Compromisos Ambientales
2. Plan de Gestión Ambiental
3. Estudio de Impacto Ambiental

setena

MINAET
Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones

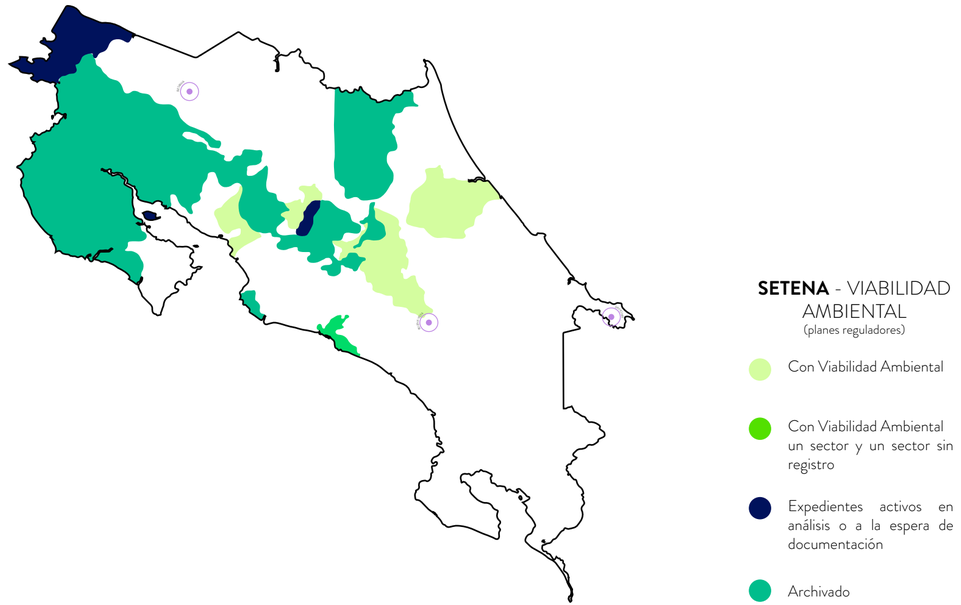


Imagen 4.81: Obtenido de SETENA, fuente; Atlas digital Costa Rica, ITCR 2008. Actualización 24 mayo,2017. Elaboración propia

CONCLUSIONES

1. Por medio de los traslapes, se ubican aquellas zonas dónde la infraestructura educativa se ve mayormente afectada, permitiendo esto localizar las zonas de vida por estudiar así como, la selección de las escuelas con necesidad de nueva infraestructura.

2. Parte de las simulaciones computarizadas, indicaron las características del sitio, variables como humedad, temperatura, confort, velocidad del viento, entre otras, a las que el diseño va a tener que contemplar para brindar sensación de bienestar a los usuarios y a la vez para cumplir con el compromiso del diseñar espacios educativos sostenibles.

3. Además, el análisis de las estrategias pasivas de cada sitio determinó pautas y estrategias específicas de zonas de vida, ya que no es lo mismo diseñar en el Valle Central que en el Caribe debido a las variables nombradas en el punto dos. Por lo tanto, es de suma importancia para el diseño de los prototipos considerar estas estrategias brindadas por la Guía de Diseño Bioclimático según la clasificación de Zonas de Vida de Holdridge.

4. El análisis de cada sitio según su cantón/ distrito, población, situación laboral y educativa así como de las vulnerabilidades ambientales, permitió la interpretación de la situación actual a la que se enfrentan los prototipos, ya que no se puede diseñar de manera aislada sin tener en cuenta las características socio-culturales y socio-económicas de las zonas de estudio.

5. Por último y no menos importante, el análisis de viabilidad ambiental arrojó que las tres escuelas se encuentran fuera del plan regulador aprobado por SETENA, por este motivo se debe prever los pasos normativos requeridos la gestión del proyecto más adelante.

CASOS DE ESTUDIO.....296

PROGRAMA ARQUITECTÓNICO GENERAL.....302

INTENCIÓN CONCEPTUAL.....308

ALCANCE METODOLÓGICO.....310

SIMULACIÓN COMPUTARIZADA / BPA.....312

CASO 1: ESCUELA BUENA VISTA.....318

CASO 2: ESCUELA BETANIA.....366

CASO 3: ESCUELA DAYTONIA.....438

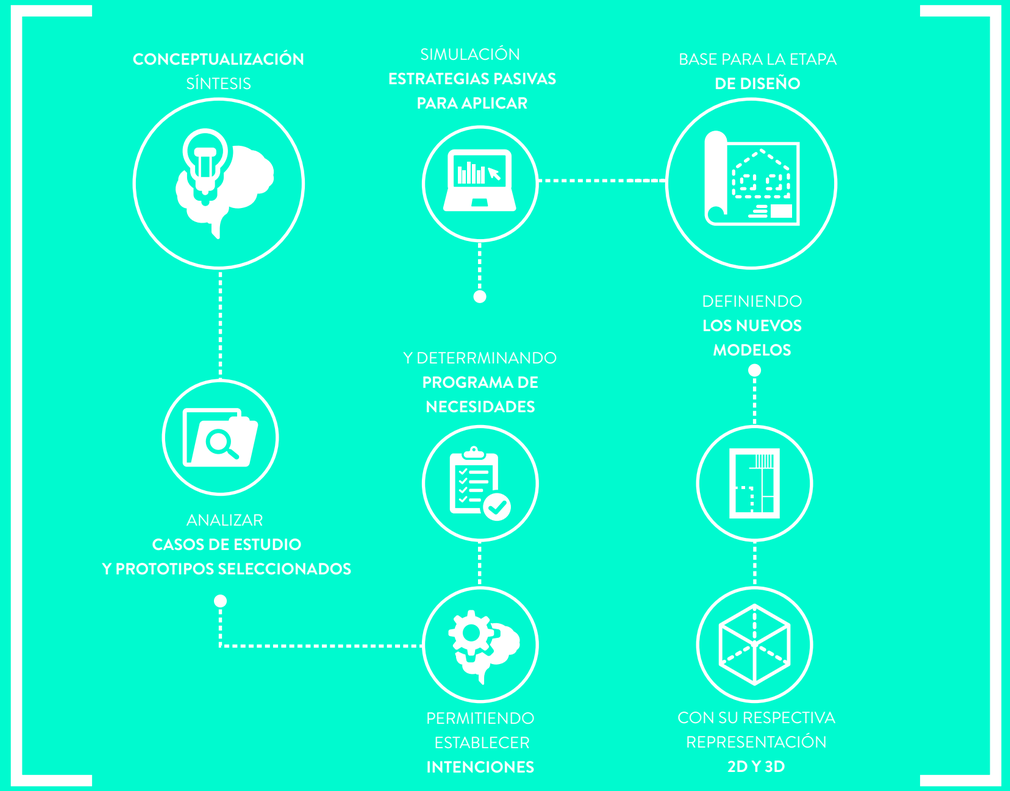
CASO 3.1: PLAN MAESTRO-SAN CARLOS.....536

CONCLUSIONES.....547

C5

CAPITULO 5

SIMULACIÓN Y DISEÑO



SIPNOPSIS CAPITULAR

El capítulo presenta los nuevos modelos educativos, para ello se define un proceso de diseño que implica tres etapas, entre ellas está:

1.El análisis de estudios de casos de espacios educativos o escuelas que marcan un referente en la implementación de modelos sostenibles y adaptables a su entorno/usuario.

2.El análisis de los prototipos actuales establecidos por la DIEE (2016-2017), para determinar las características en tema de necesidades o programa arquitectónico. Se logra delimitar tanto pautas o intenciones tanto utilitarias como simbólicas que influirán en la propuesta arquitectónica.

3. Se comprueba por medio de simulación computarizada todas aquellas estrategias expuestas en el capítulo anterior, permitiendo comprobar la factibilidad de aclimatización de cada estrategia por Zona de vida de Holdridge, permitiendo proponer modificaciones a los prototipos de la etapa dos. Modificaciones que en conjunto con las pautas e intenciones previamente delimitadas, formarán parte del proceso de diseño de los nuevos modelos educativos.

Dicho proceso se propone como una metodología para los espacios educativos venideros, los cuales garanticen la adaptabilidad a su contexto climático, modelos que permitan un confort apropiado para su respectivo usuario y zona.

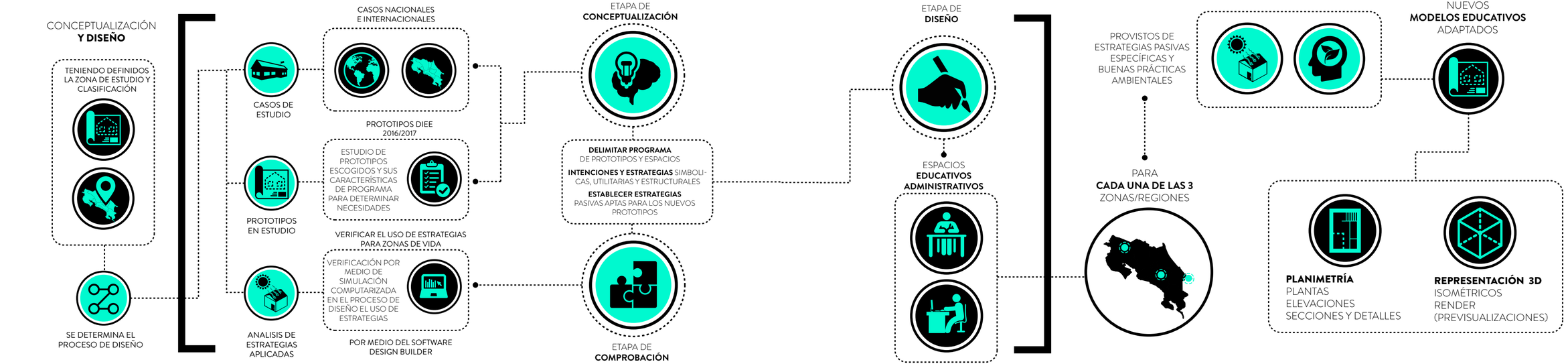


Imagen 5.1, Diagrama metodológico para comprender las etapas de análisis y diseño de anteproyecto, elaboración Propia.

Estudio de Casos

La relevancia de estos estudios, se debe a la intención de conocer y entender cómo se llevan a cabo diseños de escuelas sostenibles en otros países o hasta dentro de nuestro mismo territorio nacional por alianzas público-privadas. Se busca dentro de los mismos entender el uso de distintos materiales, de métodos de diseño y de los siguientes parámetros:

Parámetros:

1. Reutilización de materiales
2. Materiales Locales
3. Estrategias Pasivas
4. Implementación de tecnologías
5. Buenas prácticas ambientales
6. Diseño Participativo

+

Internacional

La elección de los dos casos se debe a que dos de ellos se ubican dentro de la misma franja Tropical que Costa Rica. Además de su concepción como centros escolares sostenibles.

+

Nacional

Los aspectos de selección se debe al diseño de un centro escolar diseñado con estrategias pasivas, que siguen el lineamiento de la DIEE, y por las alianzas público-privadas para lograrlo.

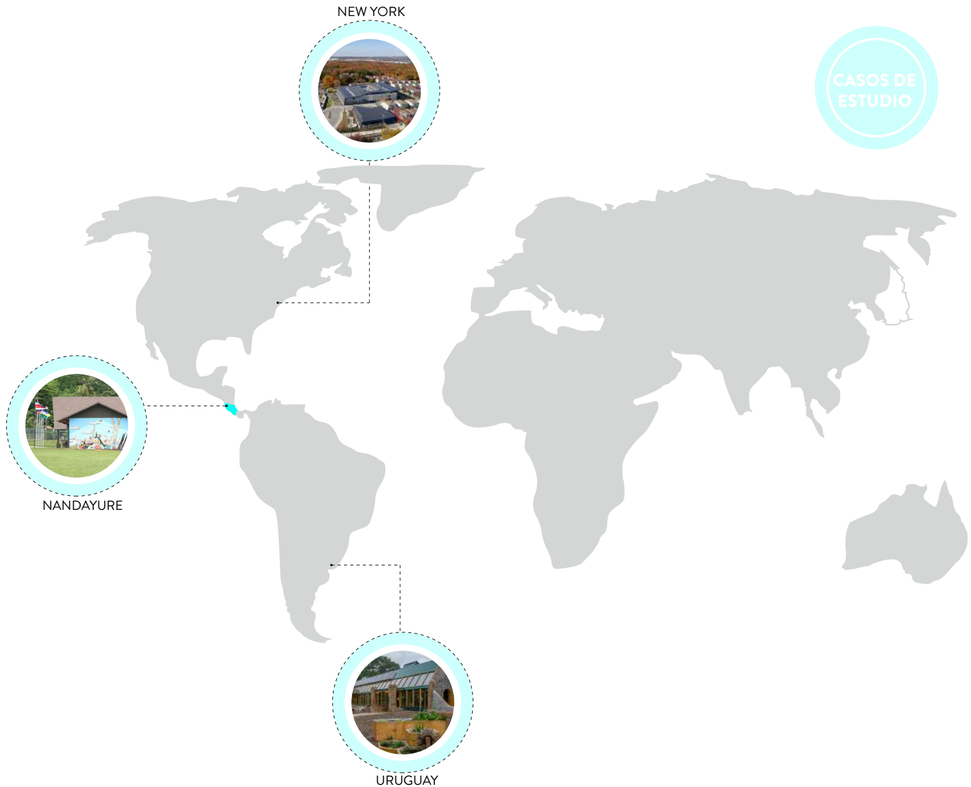


Imagen 5.2, Ubicación de los casos de estudios, elaboración Propia.

Imagen 5.3.1, Fachada escuela Kathleen Grimm, fuente: Plataforma arquitectura.

Imagen 5.3.2, Zona de juegos, paneles solares, Fuente: Plataforma Arquitectura.

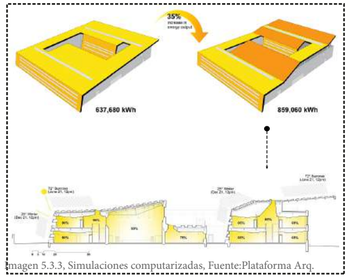
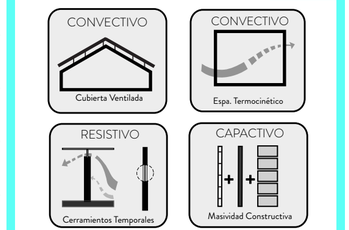


Imagen 5.3.3, Simulaciones computarizadas, Fuente:Plataforma Arq.

Ubicación	Staten Island New York
Arquitecto	SOM
Tipología	Urbana
Metros Cuadrados	6,317m2
Costo	NA



1.1 Escuela Kathleen Grimm

En el 2015 en New York deciden construir una escuela pública sostenible, con la meta de tener energía neta cero, generando igual cantidad que la que consume el edificio.

Parte de su diseño cuenta con cientos de paneles solares, además se planifico para consumir menos energía que otras escuelas norteamericanas. Dentro de su concepto se encontraba reducir las emisiones de gas al planeta, cooperar ambientalmente por medio de la arquitectura.

El diseño se llevo a cabo por la oficina SOM, que se focaliza en el diseño escolar. La firma realizó estudios como los que se aprecian en la imagen 5.3.3, para determinar las ganancias energéticas que tenían, la mejor disposición de la cubierta, los aleros, los espacios de juego, entre otros. Asimismo, dentro de los grandes avances de este edificio se destaca el manual de uso del edificio, charlas a educadores del uso del equipo y de los espacios de trabajo.

Dentro de sus variables se destacan:

1. El interés de reducir la emisión de carbono
2.La utilización de paneles solares para abastecer al 100% del edificio.
3. El diseño de un manual de uso y de enseñanza a los usuarios de la importancia de reducir el consumo de energía.
4. El análisis bioclimático del anteproyecto.

1.2. Escuela Jaureguiberry

Se busca un enlace entre la educación tradicional y la enseñanza así como respeto hacia el medio ambiente. Está categorizada como la primer escuela sustentable de América Latina,realizada en 2016 utilizando el método constructivo del Arq. Michael Reynolds.

Dentro de las características más importantes de este diseño es que el 60% de la construcción es de materiales reciclados y un 40% de materiales tradicionales. La utilización de estrategias pasivas en este diseño es relevante como se puede observar en la imagen 5.4.3. Donde se busca aprovechar el agua, el sol, el viento y la tierra.

El programa arquitectónico está compuesto por 3 aulas y dos baterías de servicios sanitarios. Contiene una huerta interna para la producción de alimentos. Utiliza muros al sur para aumentar la inercia térmica que cubre la recolección de agua. Cabe destacar que fue financiada por Nevex.

Sus características relevantes son:
1. Utilización de materiales reciclados.
2. La gran cantidad de estrategias pasivas que utiliza en su diseño para abastecerse.
3. Enseñanza del respeto al medio ambiente por medio de la arquitectura.
4.Utilización de Buenas prácticas ambientales.

Imagen 5.4.1, Fachada escuela Jaureguiberry, Fuente: Plataforma Arquitectura.

Imagen 5.4.2, Invernadero, Fuente: Plataforma Arquitectura.

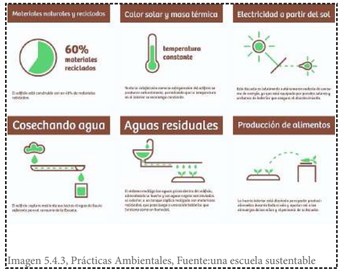


Imagen 5.4.3, Prácticas Ambientales, Fuente:una escuela sustentable

Ubicación	Uruguay
Arquitecto	Earthship Biotecture + Tagma + volunatarios
Tipología	Rural
Metros Cuadrados	270m2
Costo	$285.000

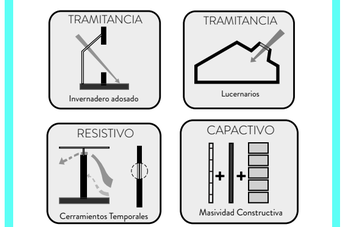
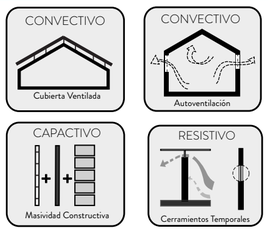


Imagen 5.5.1, Escuela en punta Islita, Costa Rica. Fuente: Presidencia de Costa Rica

Imagen 5.5.2, Fachada Principal. Fuente: Tía Zelmira.

Imagen 5.5.3, Fachada Principal con juegos infantiles. Fuente: Tía Zelmira

Ubicación	Punta Islita
Arquitecto	Zurcher Arquitectos
Tipología	Rural
Duración construcción	10 meses
Costo	$235.000



1.3. Escuela de Punta Islita

Debido al terremoto de Sámara esta escuela se vio dañada, por lo que empresas y personas de la zona colaboraron con el financiamiento y diseño de la misma, manteniendo siempre comunicación con la DIEE para el cumplimiento de normativas.

El centro educativo es rural de tipo unidocente por lo que atiende 22 niños de I y II ciclo y de preescolar. Cuenta con un programa arquitectónico de 3 aulas, área de enfermería, administración, servicios sanitarios, bodega y un área central amplia.

El diseño que fue donado por Zurcher Arquitectosdestacólaimportanciadeadaptarlo bioclimáticamente por medio de techos altos y ventanales que permitieran flujo de aire así como de entrada de luz natural. Además de la relevancia de la identidad local en el diseño.

Dentro de las características relevantes:

1. Alianzas público - privadas.
2. Se toma en cuenta estrategias pasivas en ventilación e iluminación natural.
3.Promover una identidad local en el diseño.
4. Interés de la población en el diseño participativo.

ESTUDIO CASO	1.1	1.2	1.3
Reutilización Materiales	✗	✓	✓
Materiales Locales	✗	✓	✓
Estrategias Pasivas	✓	✓	✓
Simulación computarizada	✓	✗	✗
Diseño Participativo	✗	✓	✓
Buenas Practicas Ambientales	✓	✓	✓

PARÁMETROS

PAUTAS CLAVE

1. Huerta
2. Adentro y afuera
3. Carbono Neutral
4. Reciclaje
5. Valores Ambientales
6. Diseñar el espacio en el que nos hubiese gustado estudiar.
7. Innovación con materiales reciclados.

Imagen 5.6:tabla resumen de análisis sobre escuelas estudiadas

Conclusiones

Todos los casos de estudios presentes, son de relevancia en la parte de estrategias pasivas que utilizaron, su innovación respecto a materiales, buenas prácticas ambientales aplicadas y a la caracterización que tiene cada uno de ellos según el país y cultura que corresponden. Sin embargo, se debe rescatar que solo uno de los estudios realizó cierto tipo de simulaciones con el fin de determinar el funcionamiento de los paneles solares y de la temperatura interna del recinto.

En el caso de esta investigación se debe rescatar como una innovación el análisis de los modelos educativos por medio de la simulación computarizada, con la intención de demostrar que por medio de estas simulaciones se puede asegurar el funcionamiento adecuado de un espacio además de las estrategias pasivas que normalmente se utilizan en diseños sostenibles como se observa en los casos de estudio. Además se obtienen pautas claves a partir de los estudios realizados que podrían formar parte de las respuestas de diseño. Asimismo, cabe aclarar el hecho de que se busca diseñar un espacio estético y sostenible que esté comprobado por medio de análisis.

Programa Arquitectónico General Prototipos de Referencia

Cabe resaltar que los distintos prototipos fueron estudiados en el capítulo dos, desde una perspectiva del proceso de estandarización, por lo que esta sección de la investigación selecciona varios de los planos estudiados en dicho capítulo como referencia para el estudio de necesidades.

Ya que previo a la etapa de diseño, es necesario establecer un punto de partida, como referencia para determinar las condiciones, características y propiedades para los futuros modelos educativos resultantes de la investigación.

Los prototipos son seleccionados según sea el usos actual de la escuela (como es el caso de la escuela Daytonia el cual utiliza unos de los prototipos 2017, Pabellones Elevados), según sea además su adaptabilidad a la clasificación (Urbana, Rural, indígena, Unidocente) asignada por el ¨Atlas de la Educación ¨ y el Sigmep (geomapeo); además según sean las necesidades espaciales y programáticas establecidas por los usuarios.

Los prototipos utilizados para determinar las necesidades programáticas, los cuales a su vez se les aplicará simulación computarizada (explicada más adelante) para la posterior etapa de diseño; son:

-Prototipo Unidocente
-Prototipo Administrativo (84m²)
-Prototipo Aula Rural
-Prototipo Pabellones Elevados A yB
-Prototipo Indígena

Como se puede observa en la imagen 5.7 y 5.8, se detalla cada unos de los planos y las características de sus componentes.

A partir del estudio de dichos planos se pretende establecer los distintos espacios utilizados y propuestos, distribución y dimensionamiento espacial acorde para los futuros modelos, basado en la capacidad estudiantil (densidad), circulación así como necesidades especial (regulación de accesibilidad total). Además se pretende recalcar o rescatar todo aquel aspecto que se considere apto para la mejor de los diseños consecuentes.

Como se explicará más adelante los modelos selccionados, a parte de permitir ser el punto de referencia para las intenciones programáticas, permitirán además ser el punto de partida de una serie simulaciones computarizadas para evaluar su confort, así como de la aplicación de estrategias pasivas para la mejora del mismo.

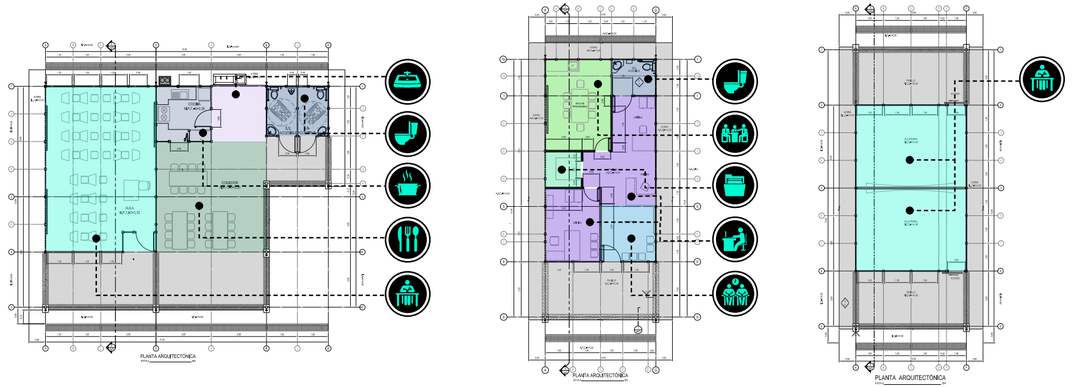
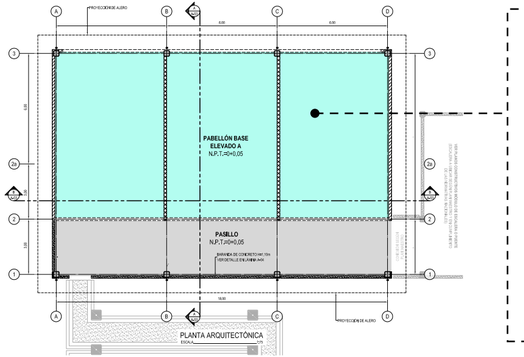
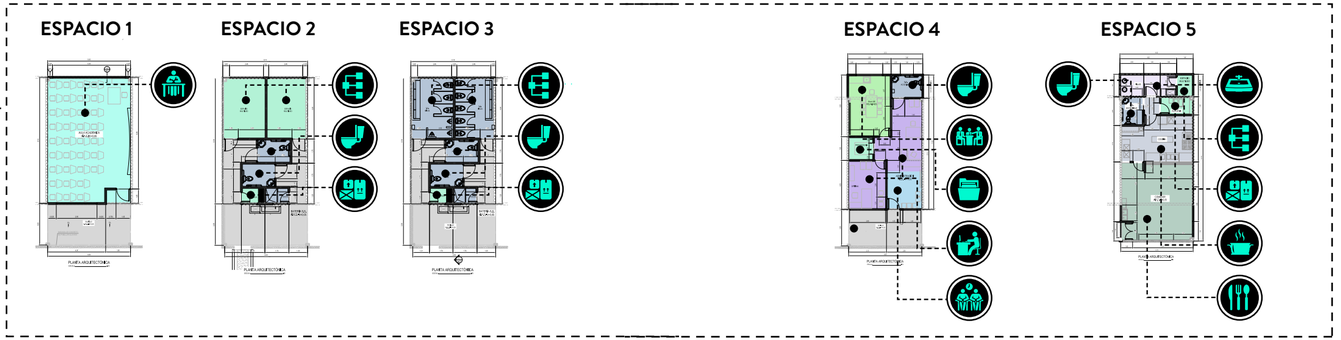
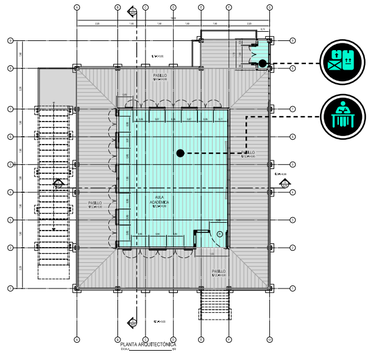


Imagen 5.7, Prototipos de la DIEE 2016/2017 seleccionados. Elaboración Propia.

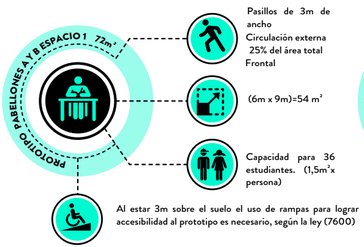


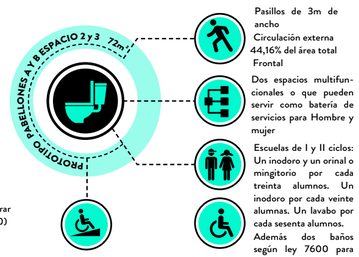


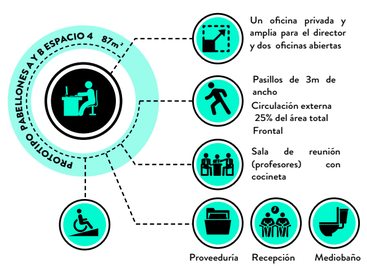
PROTOTIPO PABELLÓN ELEVADO

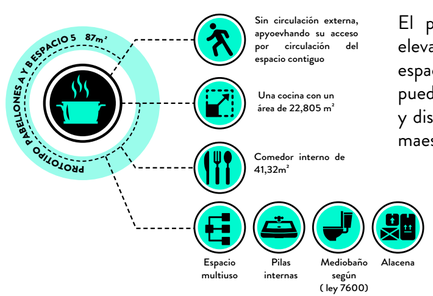


PROTOTIPO INDÍGENA









El prototipo ¨Pabellones elevados a y b¨ posee 5 espacios, los cuales pueden ser seleccionados y dispuestos según el plan maestro.

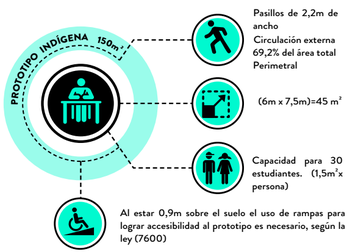


Imagen 5.8, Prototipos de la DIEE 2016/2017 seleccionados. Elaboración Propia.

Programa general de posibles necesidades

A partir de los prototipos utilizados se obtiene información que servirán de pauta de diseño para los nuevos modelos, logrando determinar diversas necesidades generales y características espaciales para determinar las necesidades específicas por modelo.

Como se puede observa en la imagen 5.9, se establece una tabla de resumen con los distintos componentes propios por cada uno de los espacio, entre ellos:

- Espacios Internos
- Cantidad de espacios
- Usuarios por espacio y Densidad
- Mobiliario
- Área por espacio
- Área total por prototipo

Aspectos como por ejemplo, el área de aulas, administración, comedor, así como su respectiva densidad y cantidad de espacios, se respecta en el momento de establecer las necesidades específicas para la futura etapa de diseño.

Imagen 5.9, tabla resumen del programa de los prototipos. Elaboración Propia.

PROGRAMA ARQUITECTÓNICO

	ESPACIOS		CANT.	USUARIOS	MOBILIARIO	m2	TOTALESm2
Unidocente	Aula		1	24pers. (2,25m²x pers.)	-	54m²	54m²
	Cocina		1	-	Cocina amueblada reg.	9m²	9m²
	Comedor		1	24 pers.	Mesas y sillas	37m²	37m²
	MedioBaño (según 7600)		2	2 pers.	1 inod. 1 lavabo. 1 migit.	4,5m²	9m²
	Pila		1	-	pila	9m²	9m²
	Circulación			-		44m²	44m²
Indígena	Aula		1	30pers. (1,5m²x pers.)	-	45m²	45m²
	Bodega		1	1 pers.	pila	1,2m²	1,2m²
	Circulación					103,8m²	103,8m²
Administrativo	Sala de reuniones		1	8 pers.	cocinetas/mesas/sillas	18m²	18m²
	Oficina Principal		1	4 pers.	escritorio/muebles/sillas	12m²	12m²
	Oficinas Abiertas		2	2 pers.	escritorio/muebles/sillas	18m²	18m²
	MedioBaño (según 7600)		1	1 pers.	1 inod. 1 lavabo.	5m²	5m²
	Proveeduría		1	1 pers.	archiveros	4m²	4m²
	Recepción		1	5 pers.	sillas	9m²	9m²
	Circulación					18m²	18m²
Rural	Aula		2	18pers. (1,5m²x pers.)	-	27m²	54m²
	Circulación					36m²	36m²
Pabellones A y B	Espacio 1	Aula	1	36pers. (1,5m²x pers.)	pupitres, sillas, escrito.	54m²	54m²
		Circulación				18m²	18m²
	Espacio 2	MedioBaño	2	1 pers.	1 inod. 1 lavabo.	4,28m²	8,56m²
		Ducha	1	1 pers.	Ducha, 1 Mueble	2,08m²	2,08m²
		Espacio multiuso	2		-	13,76m²	27,52m²
		Bodega	1	1 pers.	pila	2,04m²	2,04m²
		Circulación				31,8m²	31,8m²
	Espacio 3	MedioBaño	2	2 pers.	1 inod. 1 lavabo.	4,28m²	8,56m²
		Ducha	1	1 pers.	Ducha, 1 Mueble	2,08m²	2,08m²
		Bateria de baños (H)	1	1 inod. y 1 mig. x 30pers.	3 inod. 3 migi. 4lavabo.	13,76m²	13,76m²
		Bateria de baños (M)	1	1 inod. x 20pers.	5 inod. 4lavabo.	13,76m²	13,76m²
		Bodega	1	1 pers.	pila	2,04m²	2,04m²
		Circulación				31,8m²	31,8m²
	Espacio 4	Sala de reuniones	1	7 pers.	cocinetas/mesas/sillas	8,63m²	8,63m²
		Oficina Principal	1	4 pers.	escritorio/muebles/sillas	12,49m²	12,49m²
		Oficinas Abiertas	2	2 pers.	escritorio/muebles/sillas	15,21m²	15,21m²
		MedioBaño	1	1 pers.	1 inod. 1 lavabo.	4,96m²	4,96m²
		Proveeduría	1	1 pers.	archiveros	3,99m²	3,99m²
		Recepción	1	5 pers.	sillas	8,72m²	8,72m²
		Circulación				18m²	18m²
	Espacio 5	Alacena	1	1 pers.	Estantería	4,2m²	4,2m²
		Cocina	1	-	Cocina grande pro.	24,8m²	24,8m²
		Comedor	1	27 pers.	Mesas / sillas / micro./lavabo	41,3m²	41,3m²
		MedioBaño	1	1 pers.	1 inod. 1 lavabo.	4,8m²	4,8m²
		Pila	1	-	pila, tanque de gas	9,2m²	9,2m²
		Espacio Multiuso	1	-		2,7m²	2,7m²

Imagen 5.10, Escuela Unidocente Río Ciruela, construida en el 2014. Combinación del modelo Unidocente y Rural. Fuente Propia

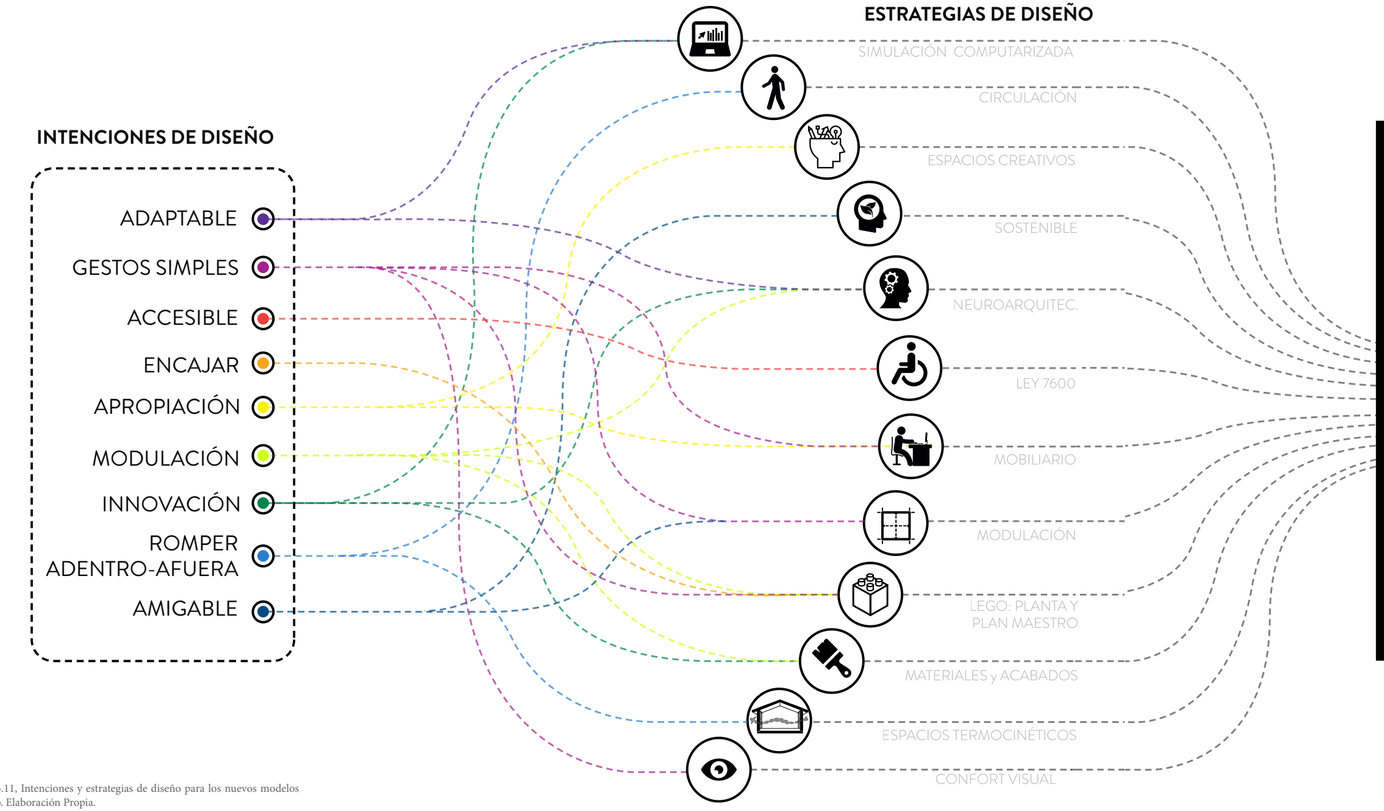


Imagen 5.11, Intenciones y estrategias de diseño para los nuevos modelos prototipo. Elaboración Propia.

Intención Conceptual de Diseño

Además de que las simulaciones juegan un papel importante en la expresión arquitectónica de los modelos diseñados debido a la selección analizada de estrategias pasivas; el factor de intenciones de diseño propias de los investigadores, no queda de lado dentro del proceso de diseño.

Enfatizando en la búsqueda del confort humano y la mejora de los espacios educativos con el fin de cooperar en el estímulo y rendimiento educativo de los usuarios.

¨*El espacio escolar es un factor determinante para la motivación, el interés, la participación y la permanencia de los y las miembros de la comunidad educativa. Es el punto de partida para la igualdad de oportunidades y el mejoramiento de las condiciones de aprendizaje de los niños, niñas y jóvenes.*¨ (Consejo Superior de Educación, 2012)

VARIABLES A CONSIDERAR

VARIABLES DEL ALCANCE

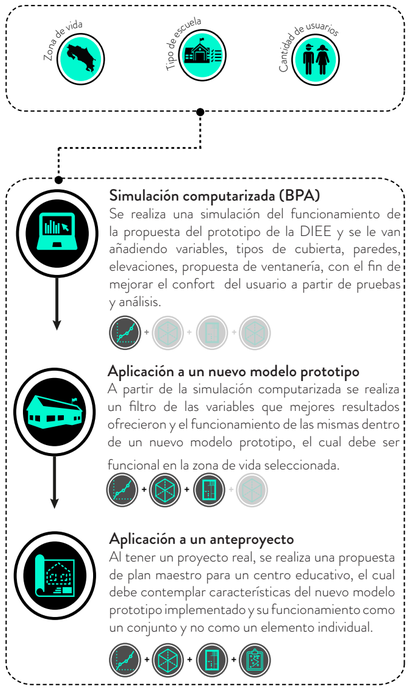
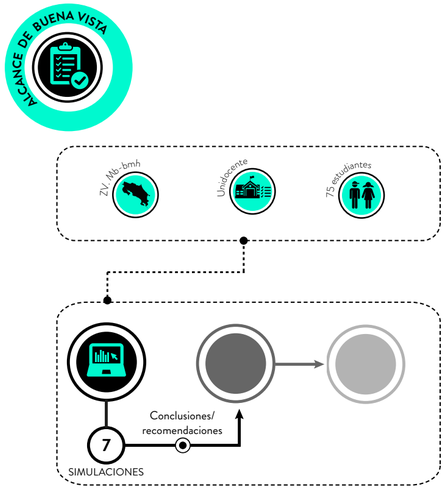
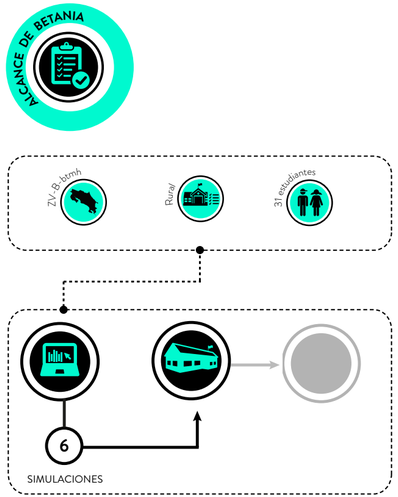


Imagen 5.12, Alcance de cada zona de vida seleccionada. Elaboración Propia.



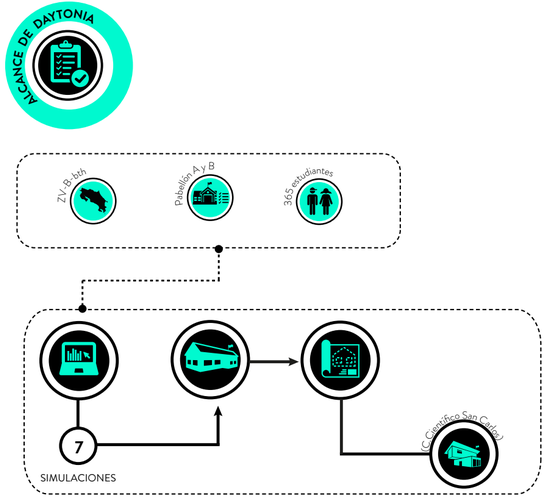
Análisis 1. Buena Vista

Se toma el modelo prototipo utilizado en la escuela Buena Vista de Rivas-Pérez Zeledón y se analiza por medio de simulaciones computarizadas con distintas estrategias pasivas tomando en cuenta densidad estudiantil, ubicación, y materiales constructivos empleados por la DIEE. Es un modelo Unidocente y se estudia únicamente el aula



Análisis 2. Betania

Se toma el modelo prototipo utilizado en Betania, escuela unidocente, se analiza por simulaciones computarizadas para lograr una optimización (BPA) del aula dentro de las características de la zona y se genera un modelo Prototipo basado en el confort del usuario.



Análisis 3. Daytonia

Se utiliza la propuesta de diseño para el 2017 de pabellones A y B de la DIEE y se realizan simulaciones computarizadas analizando varias estrategias pasivas con el mismo. Además, se presenta un caso real dentro de la misma Zona de Vida, en San Carlos- el Colegio Científico de San Carlos,al cual se le propone un anteproyecto bajo los parámetros de confort y de estrategias pasivas del nuevo modelo prototipo.

Simulación Computarizada Comprobación

Como se menciona en la ¨Política de Infraestructura Educativa¨ del Consejo Superior de Educación de la República de Costa Rica, 2012:

¨ En aras de que las edificaciones no respondan al contexto, la administración dotará de diversos diseños acordes para cada lugar donde se encuentren los centros educativos, o coordinará con los órganos pertinentes a efectos de diseñarlos. ¨

Siendo de suma importancia por parte de la investigación establecer una metodología que permita garantizar el acorde diseño de prototipos a las distintas regiones del país, partiendo de los prototipos actuales propuestos por la DIEE.

Metodología que a su vez permitirá la comprobación de la teoría presentada en el capítulo anterior (estrategias pasivas acordes a las distintas Zonas de Vida de Holdridge, basadas en la Guía de diseño Bioclimático), donde la búsqueda de la adaptabilidad de los nuevos prototipos resultantes de la investigación, a las distintas Zonas de Vida de Holdridge y Regiones Geográfico-Climáticos, permita satisfacer el confort específico de la zona; por lo que dicha comprobación busca romper el esquema de selección descriptiva de las estrategias pasivas, es decir su selección incorrecta a modo de receta de estrategias predeterminadas que se ha inculcado en la práctica profesional, debido a pensamiento de la arquitectura bioclimático mal infundado.

Por lo que para asegurar el acertado uso de estrategias pasivas, que permitan lograr un adecuado confort por parte de los nuevos prototipos, se someten a simulaciones computarizadas por medio del software ¨DesignBuilder¨, ver imagen 5.13. Permitiendo establecer dicha metodología de diseño y comprobación para los futuros prototipos educativos.

Design Builder

DesignBuilder es un programa especializado en la simulación energética y medioambiental de edificios; permitiendo evaluar aspectos como los niveles de confort, los consumos de energía y las emisiones de carbono. Utilizado en diversos países como España, Inglaterra, Chile, entre otros países; de manera necesaria para la aprobación de los diseños, cumpliendo así con la normativa propia.

DesignBuilder posee una estructura modular, disponiendo de nueve módulos, como se puede observar en la imagen 5.14, permitiendo un tipo de análisis específico por cada uno de los módulos, los cuales a su vez se complementan entre sí, facilitando el análisis integral del desempeño energético, medioambiental y económico de los edificios; presentados a continuación:

- Módulo Visualización: ofrece la visualización de los modelos virtuales en forma de perspectivas renderizadas, además incluye diagramas de recorridos solares 3D de acuerdo a la ubicación geográfica de cada proyecto.

- Módulo Optimización: emplea algoritmos evolutivos para identificar con mayor facilidad y eficiencia las alternativas de proyecto que ofrecen el mejor desempeño en términos de coste, energía y/o confort, considerando un amplio rango de variables, objetivos y restricciones de diseño.

- Módulo Iluminación es una excelente herramienta para evaluar y optimizar el uso de la luz natural en los edificios, estrategia que permite mejorar las condiciones de confort lumínico, así como de consumos energéticos asociados a la iluminación artificial.

- Módulo Coste: permite evaluar las implicaciones económicas del desempeño energético y medioambiental de los edificios, considerando los costes de construcción y de la energía, así como de ciclo de vida.

- Módulo CFD (Dinámica Computacional de Fluidos): permite evaluar de manera efectiva y detallada las condiciones ambientales en los edificios, incluyendo aspectos como el movimiento del aire y la distribución de temperaturas.

- Módulo HVAC es posible simular un amplio rango de sistemas de calefacción, refrigeración y ventilación, así como modelar con gran detalle cada uno de sus componentes.

- Módulo LEED ofrece una serie de funciones para evaluar el cumplimiento de los créditos de Energía (EAp2) del sistema de certificación LEED

- Módulo EMS (Energy Management System) permite incluir secuencias de comandos, o scripts, en las simulaciones, con el objeto de personalizar el comportamiento del edificio y sus sistemas; permitiendo modelar controles avanzados de los sistemas de climatización, la ventilación natural, la iluminación y el acristalamiento.

- Módulo Simulación integra el motor de cálculo de EnergyPlus, que ha sido desarrollado por el Departamento de Energía de los Estados Unidos (DOE); es posible desarrollar simulaciones dinámicas avanzadas en tiempo real, empleando archivos de datos climáticos horarios, así como cálculos de dimensionamiento de los sistemas HVAC. Puede ser usado para análisis tanto en modo mecánico (con sistemas HVAC) como en modo pasivo.

Este último módulo, es el utilizado por la investigación, ya que permitirá la simulaciones para la comprobación de la ya mencionadas estrategias e implantación de la metodología.

Imagen 5.13, Logo del software de simulación utilizado, Design Builder.

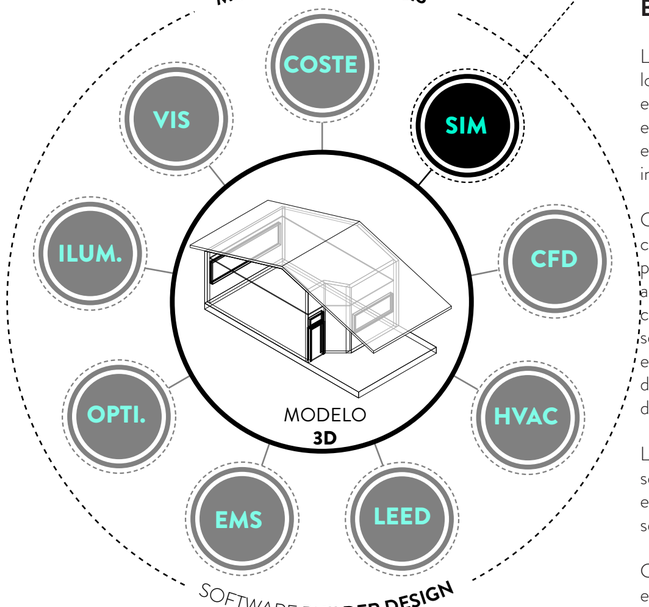


Imagen 5.14, Módulos de análisis del software Design Builder. Elaboración Propia.

Simulaciones computarizadas BPA (Building Performance Analysis)

Las simulaciones buscan lo que se llama BPA, lo que significa ¨Análisis de rendimiento del edificio¨, análisis que determinan la factibilidad en términos de confort de un espacio, para ello el módulo permite asignar determinada información al espacio.

Como datos climáticos específicos del contexto, actividad que se efectúa, propiedades constructivas (cerramientos), aperturas, iluminación, ventilación natural, calefacción, entre otros tipos de datos como se puede ver en la imagen 5.15, que permiten emular las condiciones y propiedades exactas del espacio, con las cuales se logra evaluar dicha factibilidad.

Los modelos inicialmente analizados son los prototipos actuales de la DIEE, específicamente las aulas actuales, los cuales se detallarán más adelante.

Cada aula se analiza como un espacio aislado, es decir un módulo individual, a los cuales se les introducirán estrategias aisladas (ampliadas en el capítulo anterior) permitiendo comparar el resultados de los análisis de la modificación

SIMULACIÓN GENERADA POR COMPUTADORA
Building Performance Analysis **(BPA)**

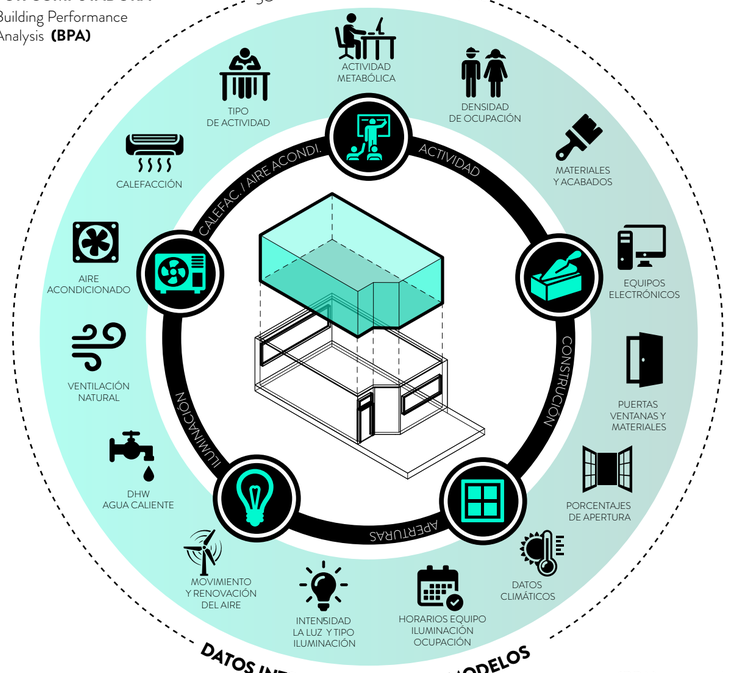


Imagen 5.15, Datos Introducidos a los modelos de análisis del software Design Builder, del Módulo de Simulación. Elaboración Propia.

(BPA) expresa el rendimiento del edificio por medio de gráficos cuantitativos, los cuales permiten determinar si un espacio es apropiado

aislada, con el resultado de los análisis del aula actual, permitiendo valorar si dicha modificación favorece o no al confort del espacio.

Todas aquellas estrategias que favorezcan serán combinadas en un modelo final, el cual será la pauta para el diseño del nuevo prototipo. Dichas condiciones y variables del nuevo prototipo del aula, al determinar que son aptas para la zona, se replicarán en los distintos modelos (administrativo y comedor) según sea la necesidad del programa de la escuela en estudio, seleccionada en el capítulo anterior.

Resultados de los Análisis

Cabe resaltar que los análisis se hicieron considerando solo la variable de ventilación natural, eliminando las variables de ventilación artificial (calefacción y aire acondicionado), para no distorsionar el resultado de las estrategias pasivas, así como para lograr buscar la mayor optimización de la ventilación natural en el modelo.

El resultado del BPA o ¨Análisis de rendimiento del edificio¨, son datos cuantitativos específicos que determinan el confort del espacio, entre ellos (como se puede observar en la imagen 5.16):

-Temperatura Operativa o Temperatura de confort (C°)
- Temperatura de Bulbo Seco (C°)
- Humedad Relativa (%)
- Ventilación Natural (AcH cambios de aire por hora)
- Horas de Disconfort
- Ganancia y Pérdidas Térmicas

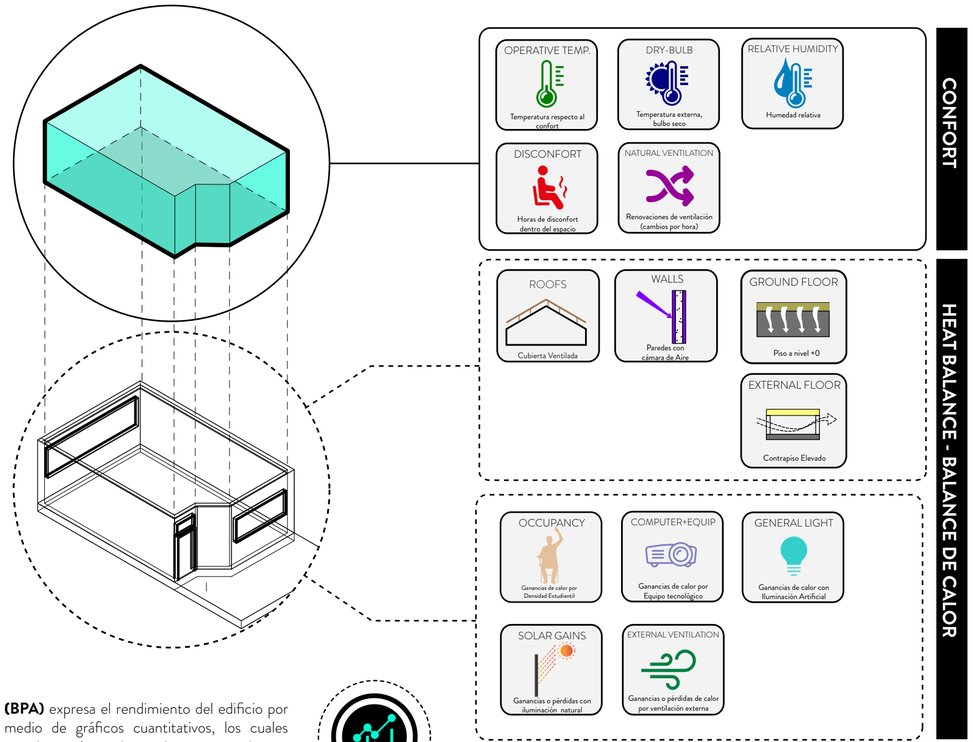
Las ganancia y pérdidas térmicas serán reflejados en los distintos cerramientos del modelo:

-Techos
-Paredes
-Suelo emplazado
-Pisos

Además de ganancias variables externas e internas que influyen en el confort de manera directa:

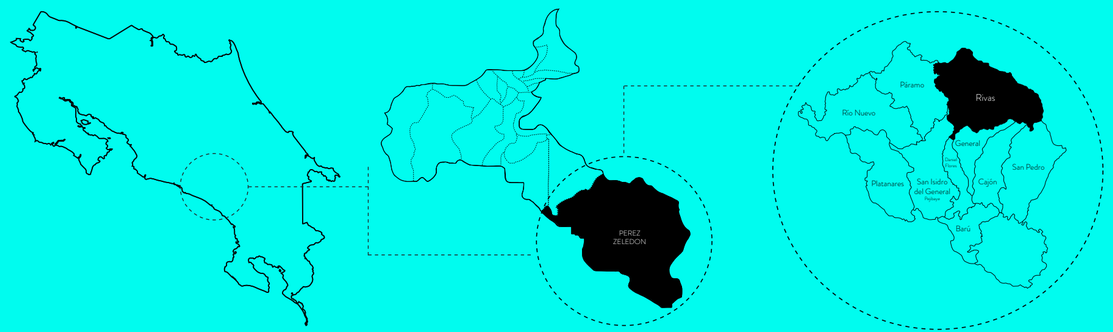
-Iluminación
-Ocupación
-Equipo Tecnológico
-Radiación Solar
- Ventilación Externa

Los resultados al ser datos numéricos en lapsos de tiempo (días, mensuales y anual) se representarán en gráficos lineales para un mejor entendimiento de los datos respecto a las mejoras obtenidas, además los gráficos permiten ser traslapados, en caso de comparación de modelos diferentes.



(BPA) expresa el rendimiento del edificio por medio de gráficos cuantitativos, los cuales permiten determinar si un espacio es apropiado

Imagen 5.16, Tipo de datos obtenidos, del Módulo de Simulación para valorar la factibilidad de confort. Elaboración Propia.



01
BUENA VISTA

1. Análisis mensual de modelos originales DIEE-MEP y variaciones propuestas.....320

San José
Peréz Zeledón

CLASIFICACIÓN / PROTOTIPOS UTILIZADOS
ESCUELA CASO 1
BUENA VISTA

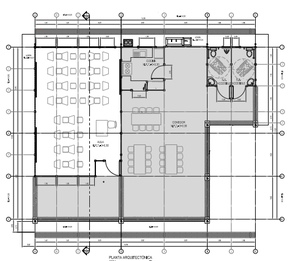
Localizada en un cantón con % Incidencia de pobreza Alto (**33,6%** pobreza)

Reportada como Infraestructura en Mal Estado

Reportada como vulnerable a inundaciones (observar vulnerabilidad en el capítulo anterior)

Sin Reparar
Deteriorada Actualmente

Según Clasificación del Atlas y sigmep se cataloga como **Rural / Unidocente.** Por lo que se le asigna los siguientes prototipos de la DIEE como base para Análisis / Programa / Diseño:



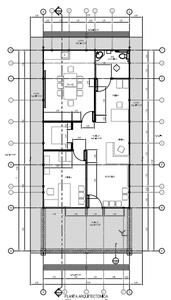


Imagen 5.17, Condiciones de la escuela/contexto actual, y selección de modelos para etapa de Programa de necesidades /Simulación/Diseños . Elaboración Propia.

Escuela Buena Vista Condiciones y Programa Arquitectónico

La escuela Buena Vista se encuentra en el cantón de Peréz Zeledón, ubicado en el piso Altitudinal Montano Bajo, con condiciones climáticas considerables como son las fuertes lluvias, Actualmente la escuela se encuentra en mal estado (deteriorada), la cual a su vez es reportada por su susceptibilidad a desastres como inundaciones, debido a que existen amenazas en red fluvial del cantón como se menciona en el informe de la Comisión Nacional de Emergencias (CNE).

Según el atlas de la Educación se define como una escuela Unidocente/ Rural, por lo que los modelos seleccionados para establecer pautas programáticas y de lenguaje son (como se puede observar en la imagen 5.17):

-Prototipo Unidocente
-Prototipo Administrativo (84m²)
(respectivamente)

Para la escuela Buena Vista solo se especificará los modelos seleccionados, para establecer las necesidades y para las simulaciones posteriores, ya que la etapa de diseño no está contemplada, pero queda detallada para una posible continuidad de la investigación a futuro.

PROTOTIPO 1
PROGRAMA DE BUENA VISTA

Programa Arquitectónico

Según las necesidades de la escuela Buena Vista se proponen tres modelos o edificios nuevos, como se puede observar en la imagen 5.18.
Edificio 1: Es el modelo de aula, basado en el dimensionamiento de los modelos anteriormente estudiados con un área de 54m², condicionados para 35 o 34 estudiantes, se proponen dos aulas debido a la cantidad de la población estudiantil.

Edificio 2: Es el modelo Administrativo pequeño con tres espacios indispensables, al ser una escuela unidocente pequeña la cantidad de funcionarios administrativos es poca, además el edificio concibe un batería de baños unificada con el modelo tanto para funcionarios y estudiantes, debido a la poca cantidad de usuarios.

Edificio 3: El modelo de comedor, un espacio indispensable, ya al ser zona rural, los estudiantes suelen desplazarse distancias largas como para regresar a sus respectivas casas, además al ser una zona de alto porcentaje de pobreza .

EDIFICIO 1

2 Aula
(salón de54m²)
(35 estudiantes por salón)

60-75
Estudiantes

EDIFICIO 2

Oficina
1 (Director)

Proveeduría

Batería de Baños

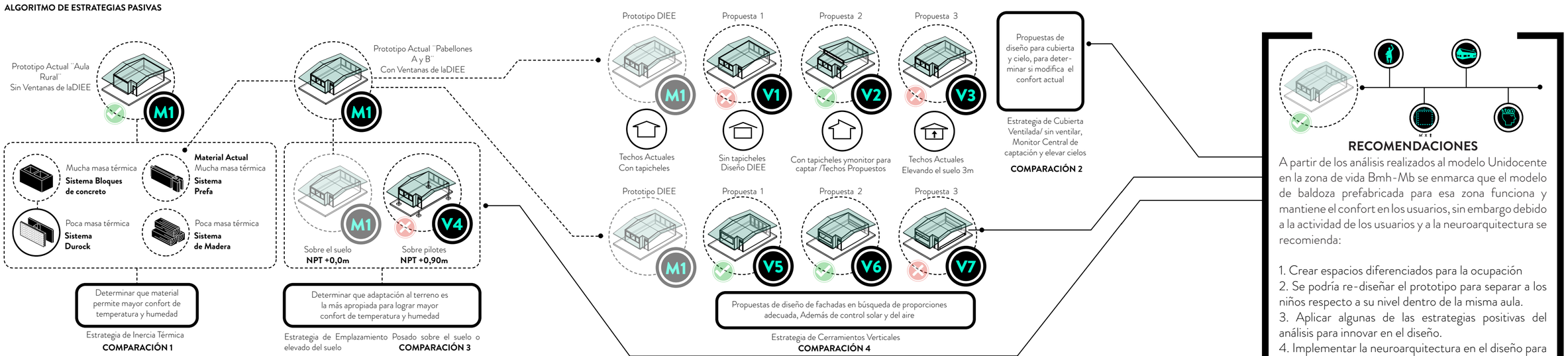
EDIFICIO 3

Comedor

Cocina

Pilas / Despensa/ Lockers

Imagen 5.18, Programa de necesidades específicos para la Escuela Buena Vista . Elaboración Propia.



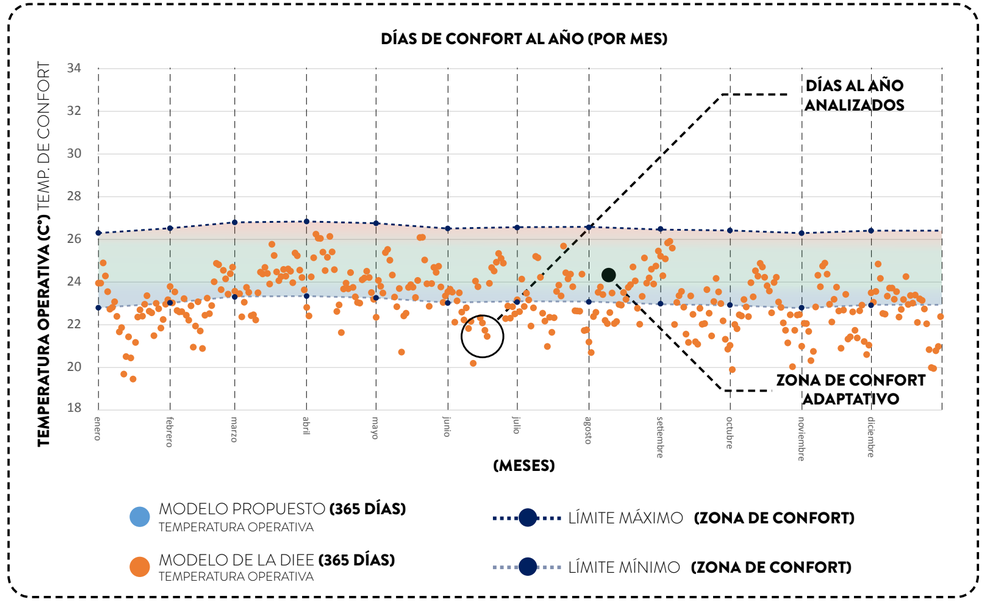
RECOMENDACIONES

A partir de los análisis realizados al modelo Unidocente en la zona de vida Bmh-Mb se enmarca que el modelo de baldoza prefabricada para esa zona funciona y mantiene el confort en los usuarios, sin embargo debido a la actividad de los usuarios y a la neuroarquitectura se recomienda:

1. Crear espacios diferenciados para la ocupación
2. Se podría re-diseñar el prototipo para separar a los niños respecto a su nivel dentro de la misma aula.
3. Aplicar algunas de las estrategias positivas del análisis para innovar en el diseño.
4. Implementar la neuroarquitectura en el diseño para la creación de espacios creativos.

Imagen 5.19, Algoritmo de los análisis realizados al modelo prototipo utilizado en la escuela Buena Vista. Elaboración Propia. (Todos los gráficos de la pág 326-363 son realizados con el programaDesign Builder)

ESCUELA BUENA VISTA PROTOTIPO DIEE



208
DÍAS LECTIVOS

124
DÍAS DE CONFORT
DE UN AÑO LECTIVO

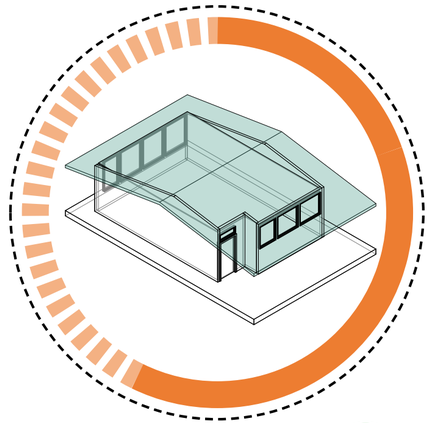
Imagen 5.20, Análisis de confort del prototipo de la DIEE, con la normativa ASHRAE 55.

FACTIBILIDAD DE LA PROTOTIPO

208
(DÍAS LECTIVOS)

EQUIVALE A
100% DE CONFORT
SATISFECHO

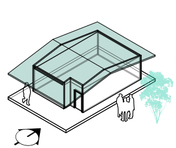
124 = **59,62%**
DE CONFORT
SATISFECHO

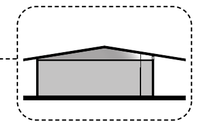


Prototipo Actual
¨Aula Unidocente¨
Propuesto por la DIEE

Imagen 5.21, Factibilidad del prototipo de la DIEE, según normativa ASHRAE 55.

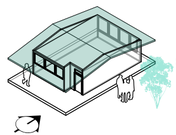
INDICE DE ANÁLISIS REALIZADOS Y ESTRATEGIAS APLICADAS

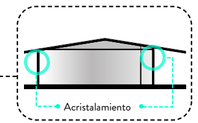




Modelo 1 **(M1)**

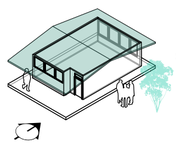
- Prototipo de la DIEE "Aula Unidocente"
- Sin Ventanas y Emplazado a nivel de suelo
- Analizados con Mucha Masa (Sistema prefa y sistema de block) y Poca Masa (sistema durock y en madera)

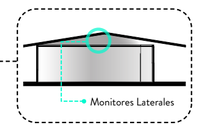




Modelo 2 **(M2)**

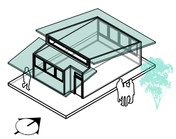
- Prototipo de la DIEE "Aula Unidocente"
- Con Ventanas (Proporciones actuales) y Emplazado a nivel de suelo.
- Analizado con Mucha Masa (Sistema Prefa utilizado actualmente)

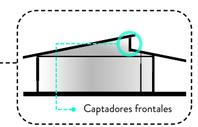




Variación 1 **(V1)**

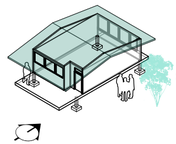
- Prototipo de la DIEE "Aula Unidocente"
(Condiciones del M2)
- Techo Actual sin Tapicheles

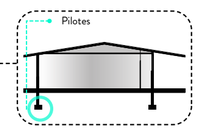




Variación 2 **(V2)**

- Prototipo de la DIEE "Aula Unidocente"
(Condiciones del M2)
- Techo Propuesto (Captador de luz frontal) con Tapicheles

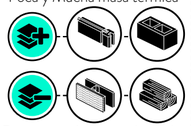




Variación 3 **(V3)**

- Prototipo de la DIEE "Aula Unidocente"
(Condiciones del M2)
- Emplazado sobre el nivel del suelo. (una altura)

PRIMER ANÁLISIS
Poca y Mucha masa térmica



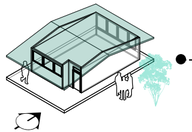
Determinar la masa adecuada

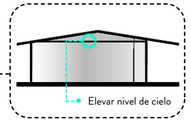
SEGUNDO ANÁLISIS
Proporciones de ventanas del prototipo.
Determinar carencias

TERCER ANÁLISIS
Ventilar el espacio entre el cielo raso y el techo, estrategia de monitores laterales

CUARTO ANÁLISIS
Captar y ventilar al añadir además la estrategia de monitores centrales

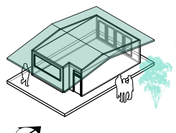
QUINTO ANÁLISIS
Estrategia de elevar el espacio del suelo con el uso de pilotes
+0,9m

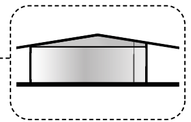




Variación 4 **(V4)**

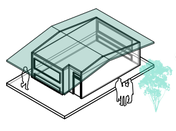
- Prototipo de la DIEE "Aula Unidocente"
(Condiciones del M2)
- Techo Actual, con cielo raso elevado

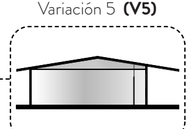




Variación 5 **(V5)**

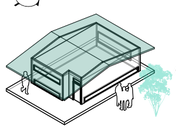
- Prototipo de la DIEE "Aula Unidocente"
(Condiciones del M2)
- Con Nuevos cerramientos propuestos:
Acristalamiento amplio al sur
Cuatro aperturas acristaladas al norte





Variación 6 **(V6)**

- Prototipo de la DIEE "Aula Unidocente"
(Condiciones del M2)
- Con Nuevos cerramientos propuestos:
Acristalamiento amplio (parte superior al sur y norte)
Aperturas semipermeables (parte inferior al sur y al norte)



Variación 7 **(V7)**

- Prototipo de la DIEE "Aula Unidocente"
(Condiciones del M2)
- Con Nuevos cerramientos propuestos:
Acristalamiento amplio (norte) y Acristalamiento (parte superior al sur)
Aperturas semipermeables (parte inferior al sur

SEXTO ANÁLISIS
Elevar el cielo raso como estrategia de estratificación

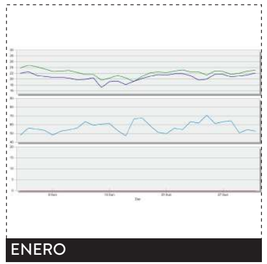
SÉPTIMO ANÁLISIS
Primer Propuesta de fachada (Proporciones de aperturas)
Propuestas de estrategias de ventilación

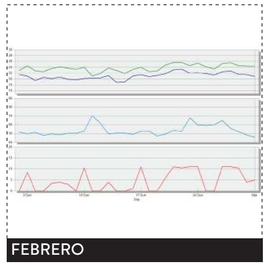
OCTAVO ANÁLISIS
Segunda Propuesta de fachada
Propuestas de estrategias de ventilación

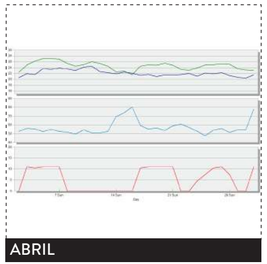
NOVENO ANÁLISIS
Tercera Propuesta de fachada
Propuestas de estrategias de ventilación

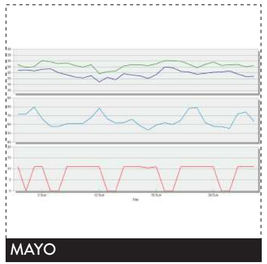
DÉCIMO ANÁLISIS
Propuesta FINAL
Conformado con todas las estrategias que mejoran el confort del espacio

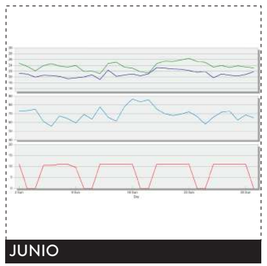
Imagen 5.22, Indice de las variaciones que se realizaron al modelo Prototipo de la DIEE. Elaboración Propia.

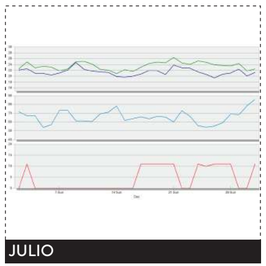

ENERO

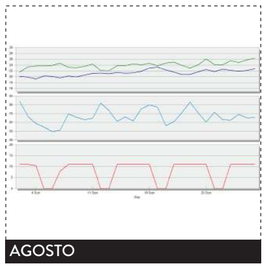

FEBRERO

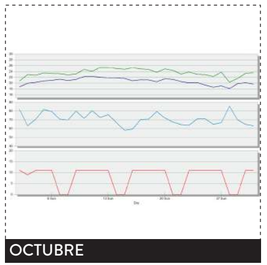

ABRIL

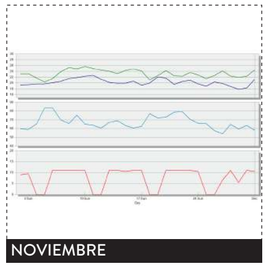

MAYO

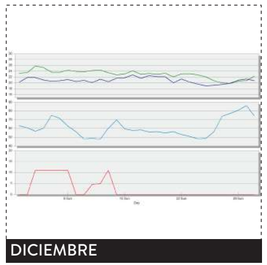

JUNIO


JULIO


AGOSTO


OCTUBRE


NOVIEMBRE


DICIEMBRE

MÓDULO 1.1

Para la escuela de Buena Vista en Pérez Zeledón se utiliza un modelo de escuela unidocente, el cual es comprobado en este módulo sin ventanas con el material original baldosa de concreto prefabricado y es comparado con paredes de block de concreto, madera y durock.

Análisis Mensual

- Temperatura Operativa vs Temperatura de Bulbo Seco

La temperatura de la zona ya es favorable, la de bulbo seco mantiene rangos entre los 20-22°C, la temperatura operativa se mantiene entre los 22 y 24°C mensualmente.

- Humedad Relativa

La humedad se mantiene en rangos manejables, puede rondar entre 50-70% en ocasiones puede reducir a 45% o aumentar a un máximo de 80%.

- Disconfort

Se encuentra fuera de confort debido a que el modelo fue analizado sin ventilación. Maneja rangos entre 150-240h mensuales de disconfort.

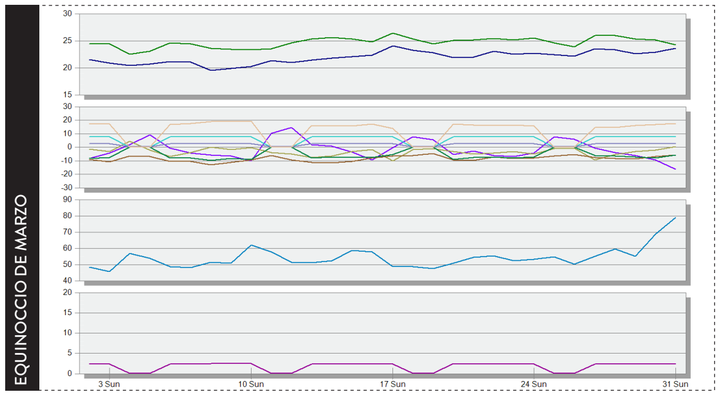
Equinoccios de Marzo y Septiembre

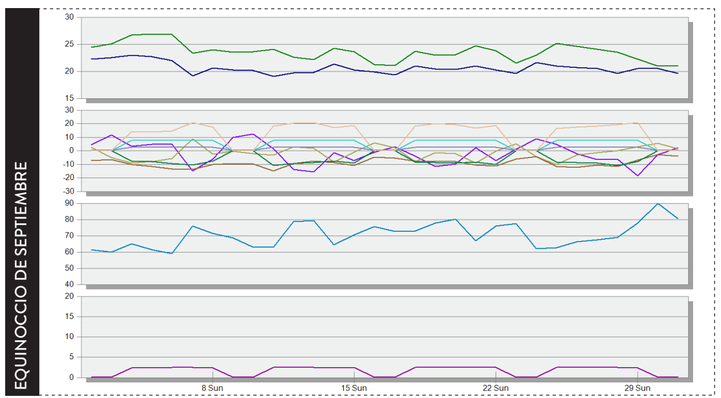
- Ganancias/pérdidas de calor

El material prefabricado en este caso reduce ganancias de calor, al igual que el piso y las cubiertas. Las ganancias principales de calor se deben a la ocupación más que son muchos niños de distintos niveles en una misma aula.

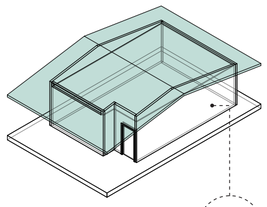
- Ventilación Natural

Nula ventilación debido a que el modelo se analiza sin ventilación para comprobar el funcionamiento el material de las paredes.

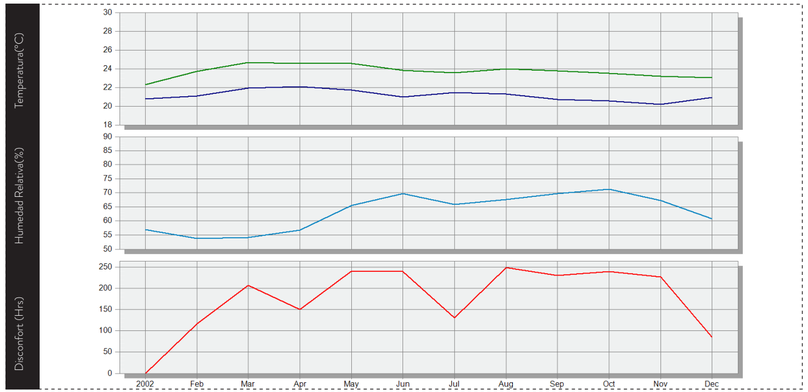




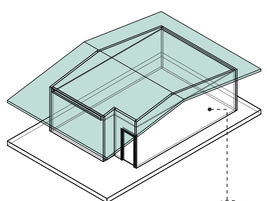
ANUAL MÓDULO 1.1



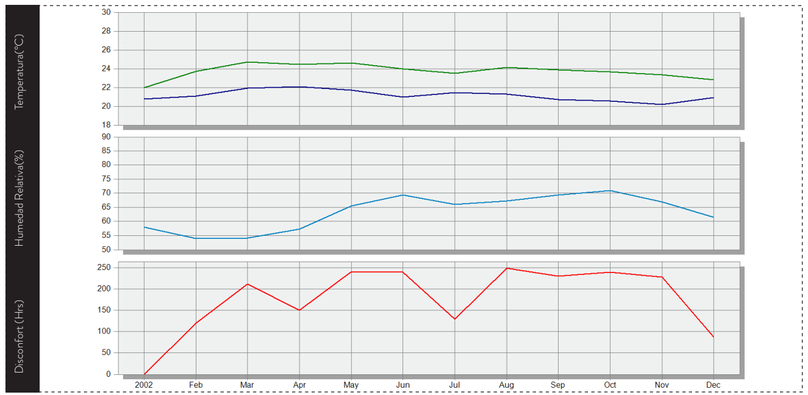
Baldosa prefabricada



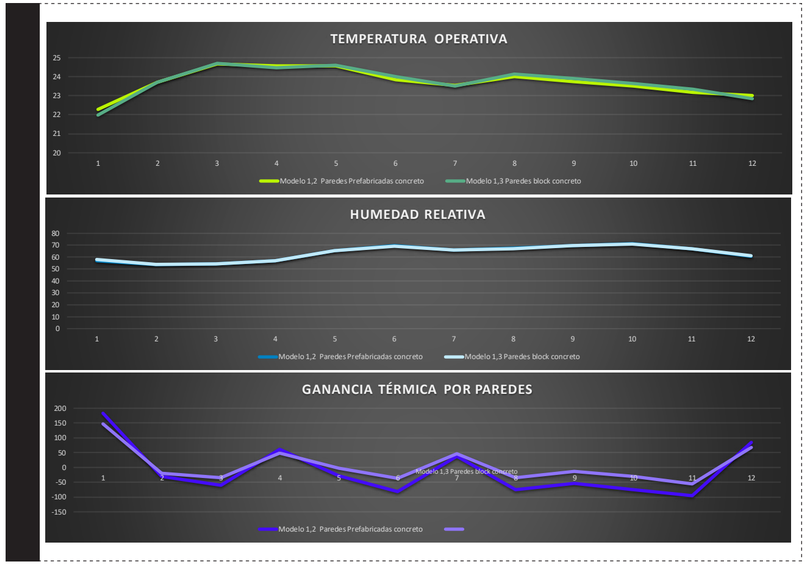
ANUAL MÓDULO 1.2

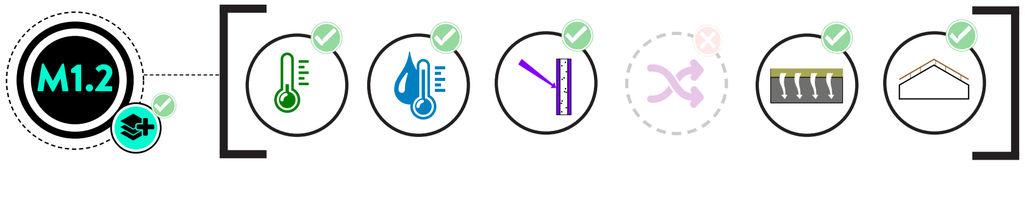


Block Concreto

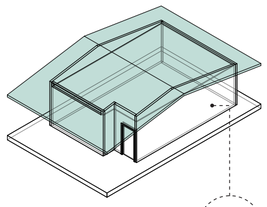


COMPARACIÓN M1.1 VS M1.2

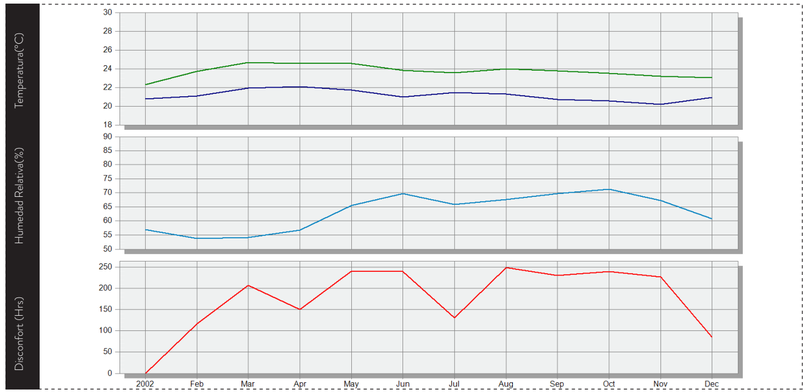




ANUAL MÓDULO 1.1



Baldosa prefabricada



ANUAL MÓDULO 1.3

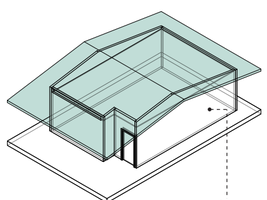
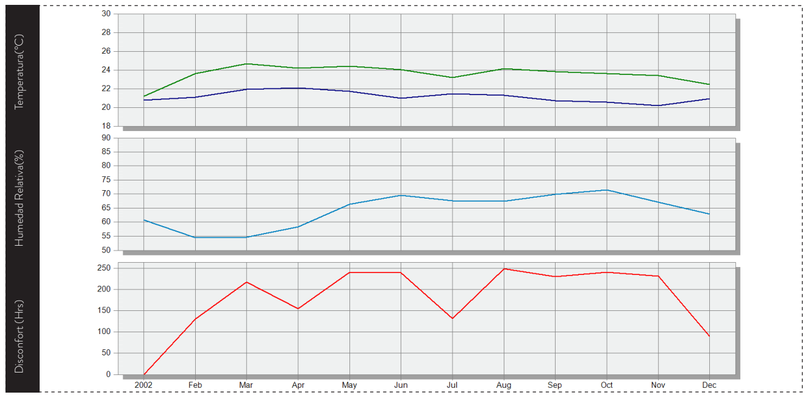
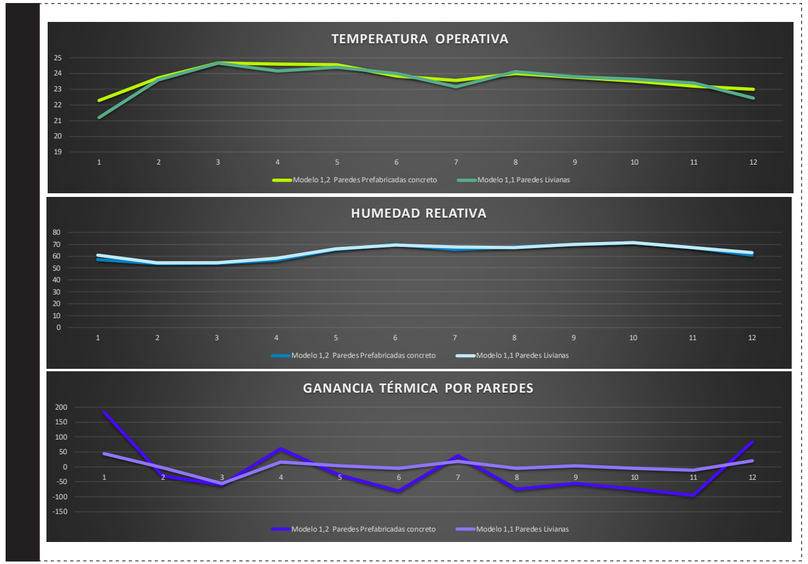
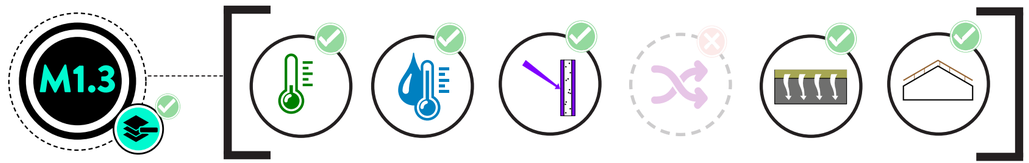


Lámina Durock

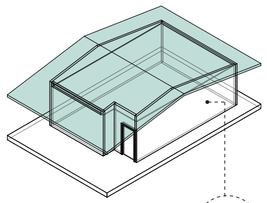


COMPARACIÓN M1.1 VS M1.3

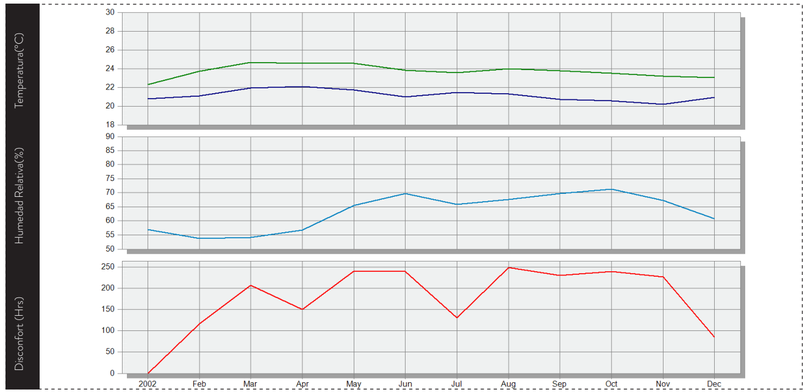




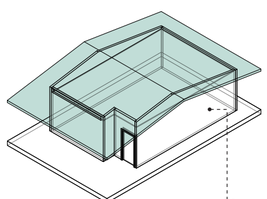
ANUAL MÓDULO 1.1



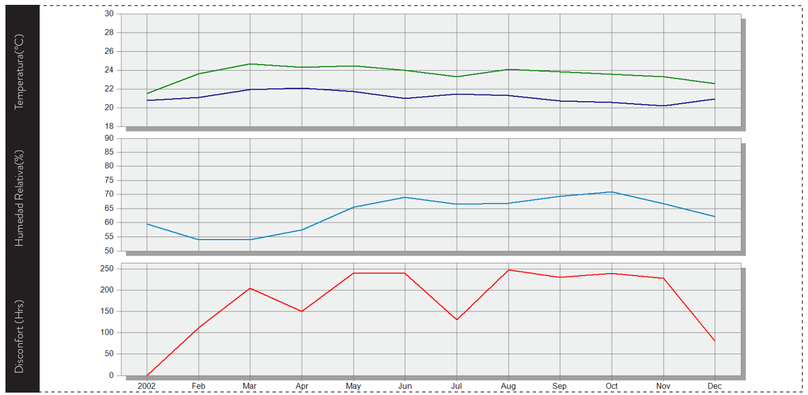
Baldosa prefabricada



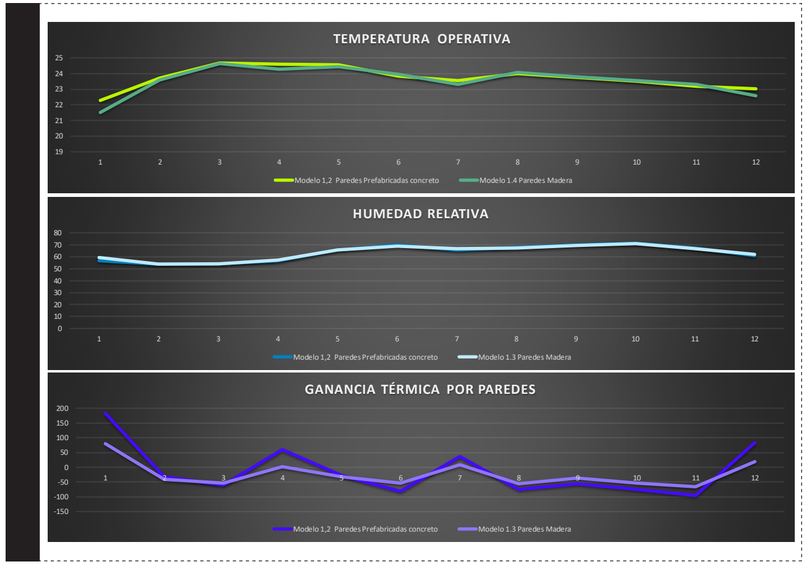
ANUAL MÓDULO 1.4

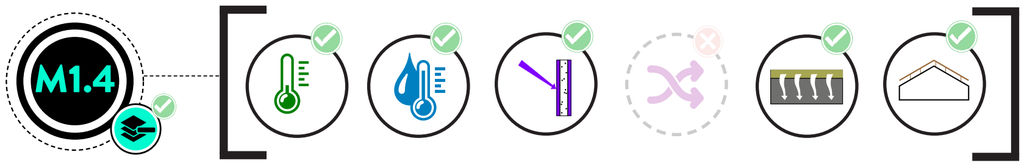


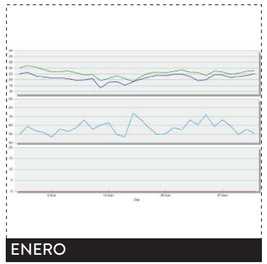
Madera

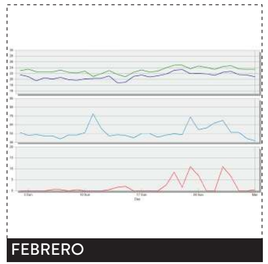


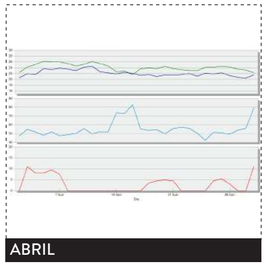
COMPARACIÓN M1.1 VS M1.4

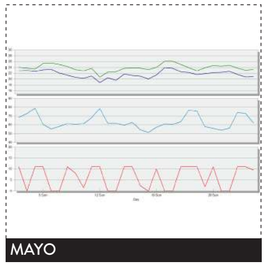


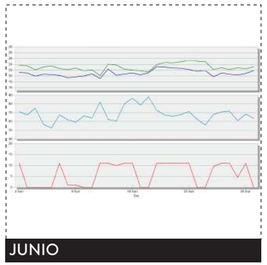


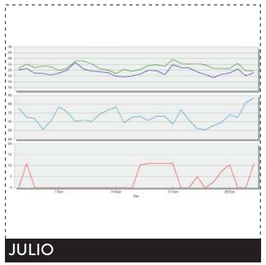

ENERO

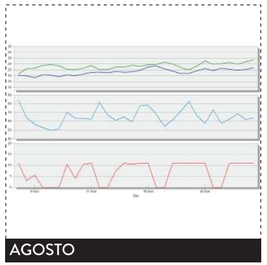

FEBRERO

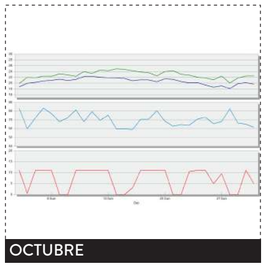

ABRIL

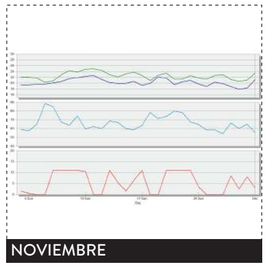

MAYO

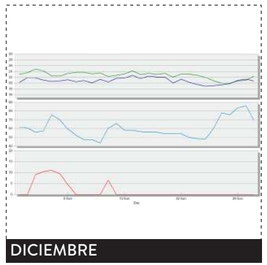

JUNIO


JULIO


AGOSTO


OCTUBRE


NOVIEMBRE


DICIEMBRE

MÓDULO 2

Se analiza el modelo original de la DIEE, un aula que alberga niños de distintas edades a la vez, con paredes en baldosa prefabricada, cubierta a dos aguas, y ventanearía.

Análisis Mensual

- Temperatura Operativa vs Temperatura de Bulbo Seco

Se mantiene una temperatura de confort interna entre los 22-24°C y una temperatura mensual de bulbo seco entre los 20-22°C.

- Humedad Relativa

La humedad relativa a pesar de tener ventilación y ubicarse a nivel de suelo el proyecto se mantiene en rangos desde 55-70% la mayor parte del tiempo.

- Disconfort

El disconfort reduce en comparación al modelo uno gracias a la ventilación cruzada norte-sur del espacio. Presentando rangos de disconfort entre 50-150h.

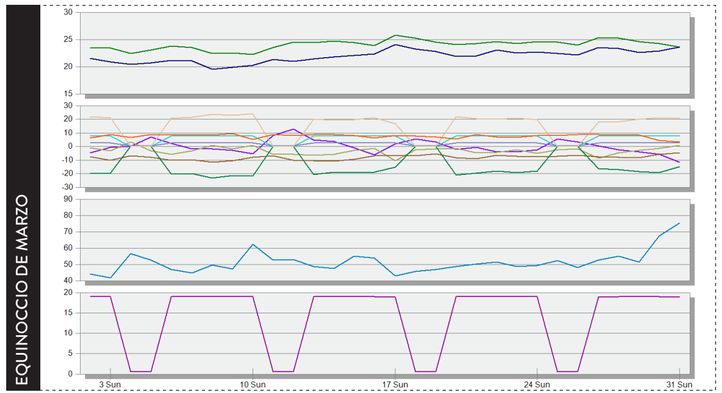
Equinoccios de Marzo y Septiembre

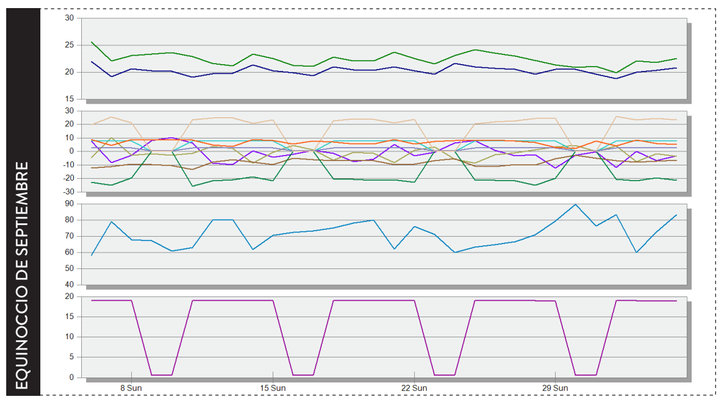
- Ganancias/pérdidas de calor

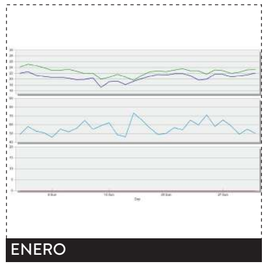
Existe una pérdida de calor a través de cubiertas -10kW/h, -20kW/h por ventilación externa y -5kW/h en paredes y pisos. Las mayores ganancias de calor se deben a la ocupación y a la exposición solar.

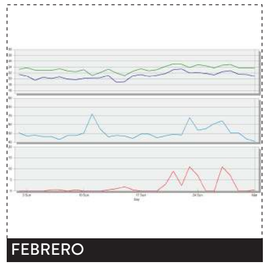
- Ventilación Natural

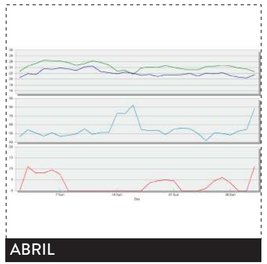
Al poseer ventilación cruzada pero en porcentaje de apertura “constante” se mantiene una ventilación entre los 15-20ac/h.

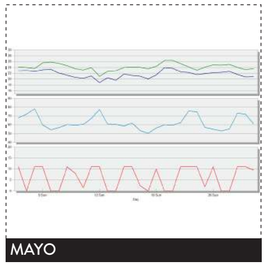


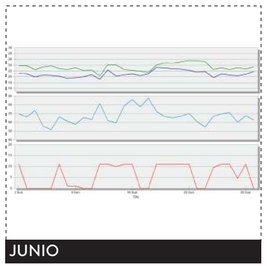


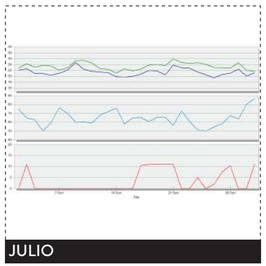

ENERO

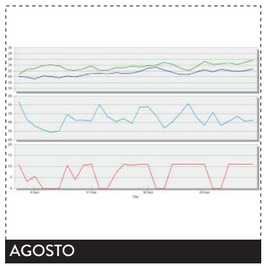

FEBRERO

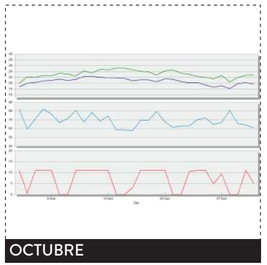

ABRIL

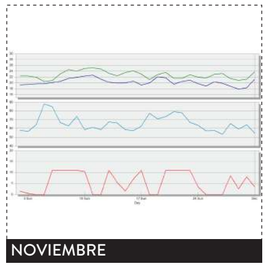

MAYO

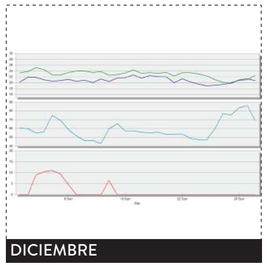

JUNIO


JULIO


AGOSTO


OCTUBRE


NOVIEMBRE


DICIEMBRE

VARIACIÓN 1

Se analiza el módulo original de la DIEE, pero a este se le modifica el quitarle los tapicheles, para verificar si mejora ventilación, si varía la temperatura o si aumenta las horas de disconfort.

Análisis Mensual

- Temperatura Operativa vs Temperatura de Bulbo Seco

La temperatura se mantiene en rangos similares al modelo anterior 22-24, con variaciones mínimas de 0,1 o 0,2°C. La temperatura externa entre 20-22°C la mayor parte de los meses.

- Humedad Relativa

Se reduce la humedad relativa que se venía presentando, pasa a estar entre 51-69%. No es una gran reducción pero se modifica.

- Disconfort

El disconfort aumenta 2h los primeros meses de enero a marzo, luego se mantiene igual que el módulo 2.

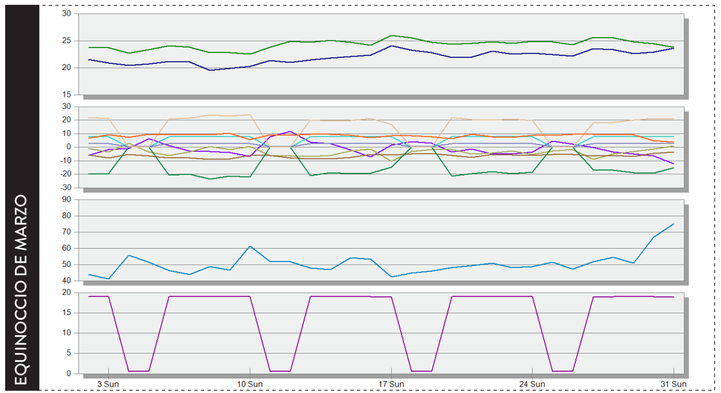
Equinoccios de Marzo y Septiembre

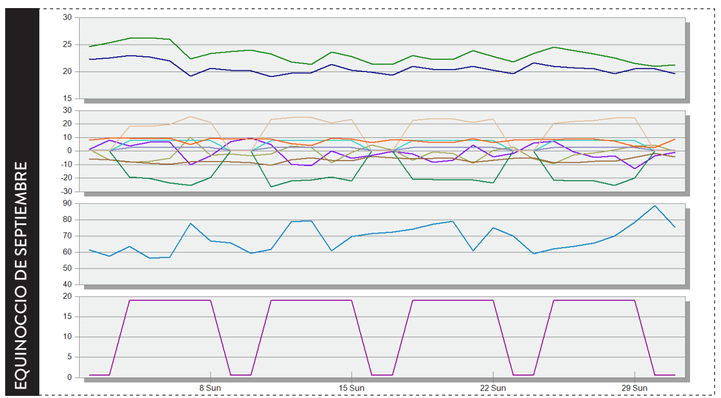
- Ganancias/pérdidas de calor

Se da una mayor pérdida a nivel de pisos y cubierta de -10kW/h y -20kW/h por ventilación externa. Se mantienen las ganancias de calor por iluminación externa y de ocupación que será permanente.

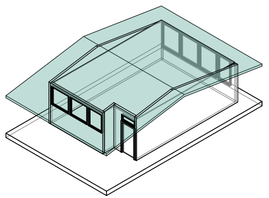
- Ventilación Natural

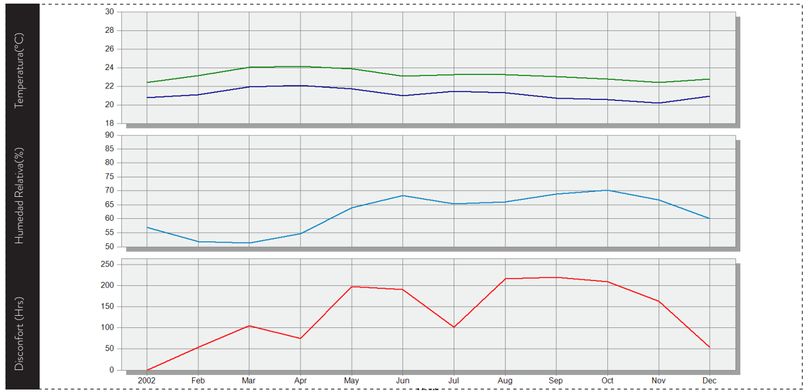
Al poseer ventilación cruzada pero en porcentaje de apertura “constante” se mantiene una ventilación entre los 15-20ac/h.



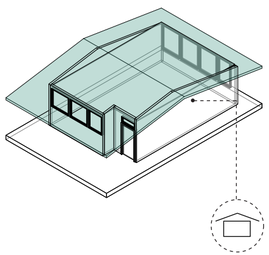


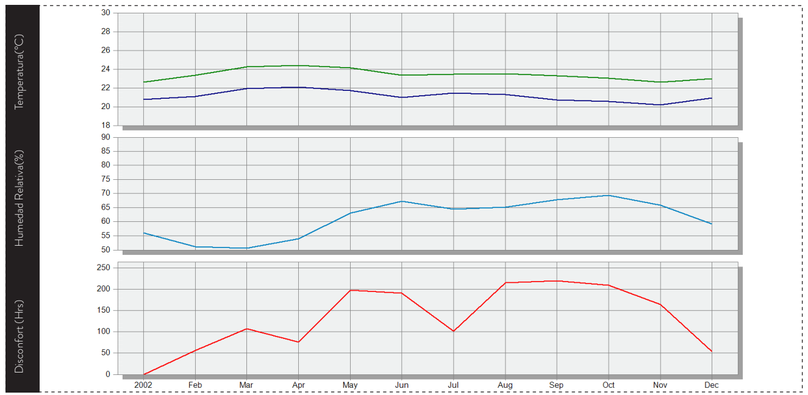
ANUAL MÓDULO 2



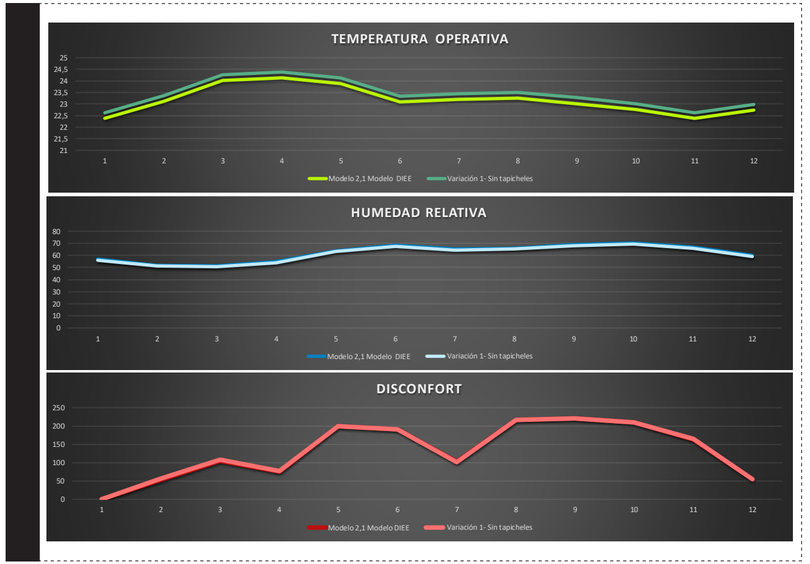


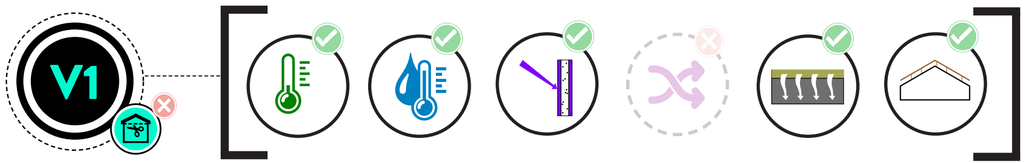
ANUAL VARIACIÓN 1

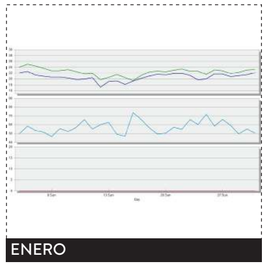


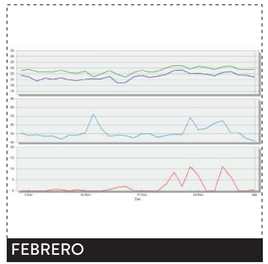


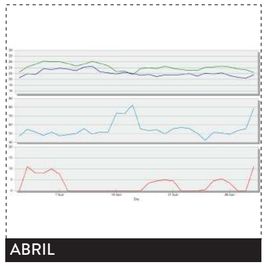
COMPARACIÓN M2 VS V1

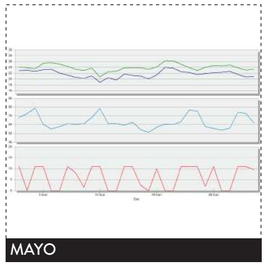


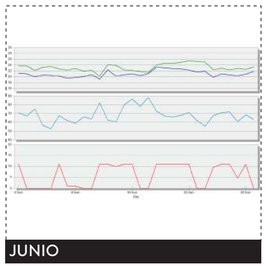


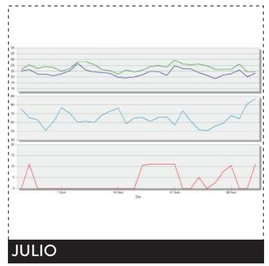

ENERO

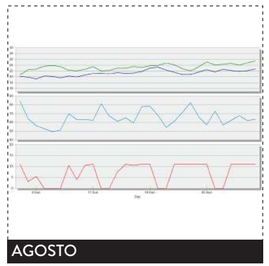

FEBRERO

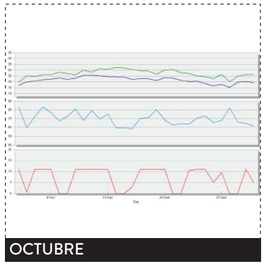

ABRIL

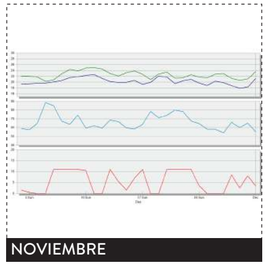

MAYO

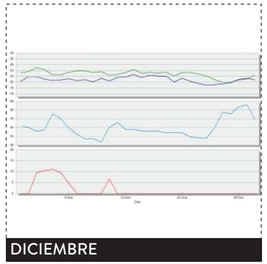

JUNIO


JULIO


AGOSTO


OCTUBRE


NOVIEMBRE


DICIEMBRE

VARIACIÓN 2

Se plantea la transformación de la cubierta la cual tenga un monitor en la parte superior donde pueda ventilarse e iluminarse hacia el sur para captar calor. Se analiza y compara con el fin de comprobar si la estrategia funciona o si no es necesaria.

Análisis Mensual

- Temperatura Operativa vs Temperatura de Bulbo Seco

La temperatura reduce un grado, en algunos meses manejándose rangos entre los 22-23°C de temperatura operativa con algunos picos de 24°C. La temperatura exterior se mantiene de 20-22°C.

- Humedad Relativa

La humedad disminuye un porcentaje al igual en algunos meses presentándose de 51-68% y en otros meses rondando 70% de humedad.

- Disconfort

El disconfort aumenta 0,5h entre mayo y diciembre, y disminuye 0,5h entre enero y abril.

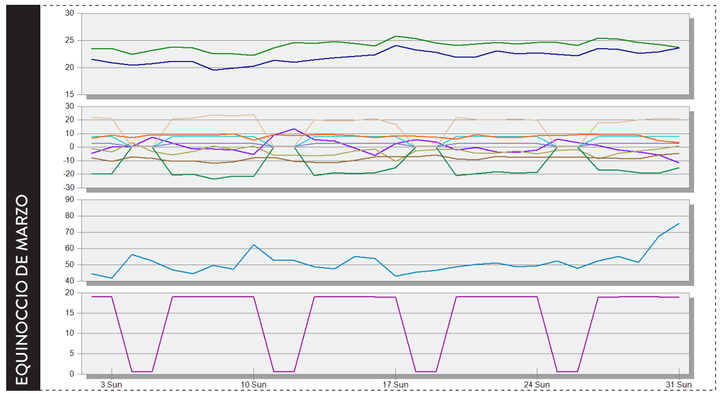
Equinoccios de Marzo y Septiembre

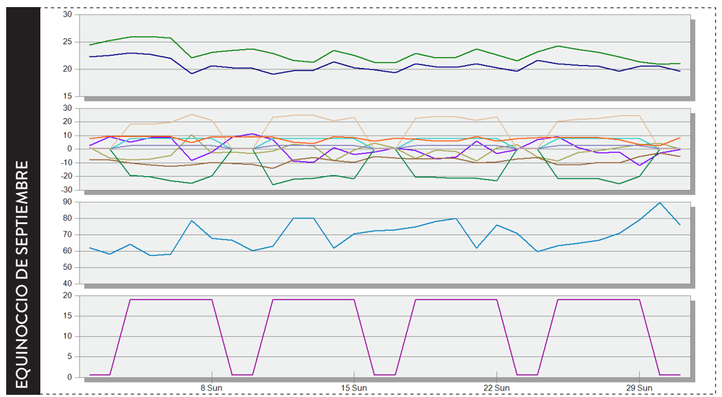
- Ganancias/pérdidas de calor

Las mayores pérdidas de calor se dan en ventilación externa, pisos, y cubiertas. A nivel de paredes pierde calor pero lo recupera cuando es desocupada el aula los fines de semana.

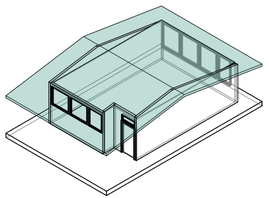
- Ventilación Natural

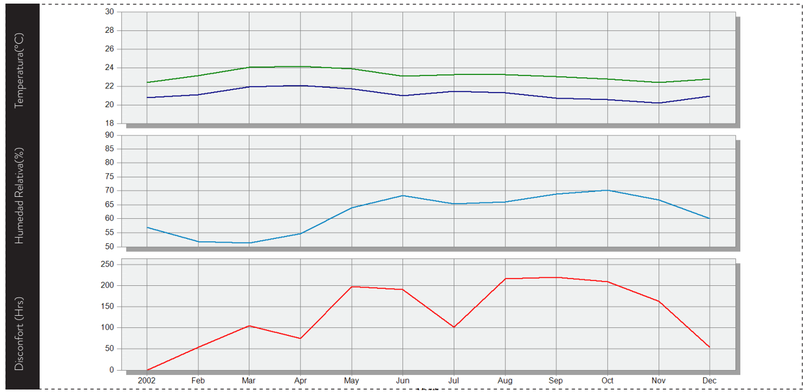
Al poseer ventilación cruzada pero en porcentaje de apertura “constante” se mantiene una ventilación entre los 15-20ac/h.



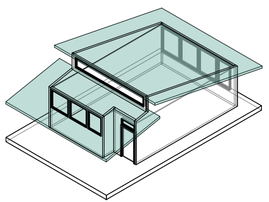


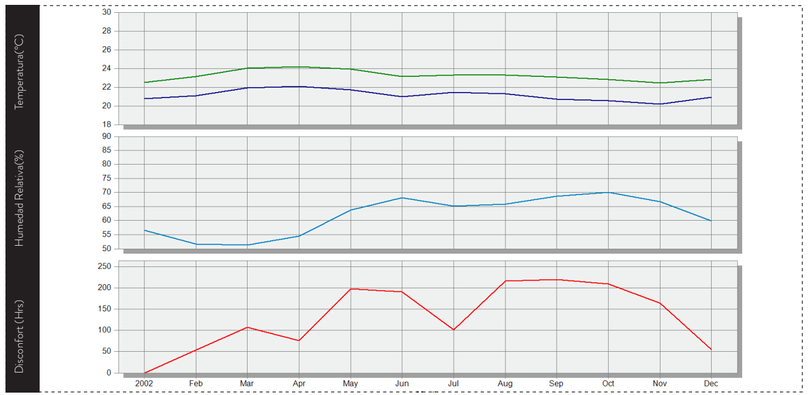
ANUAL MÓDULO 2



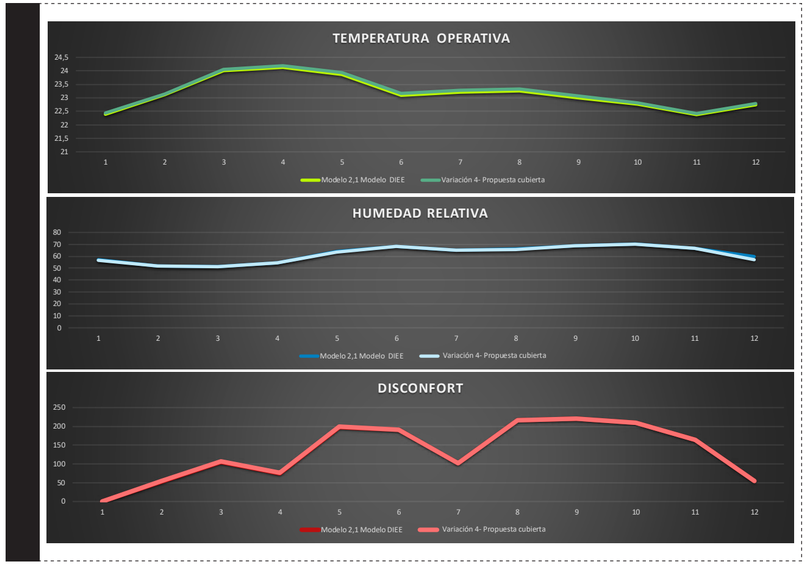


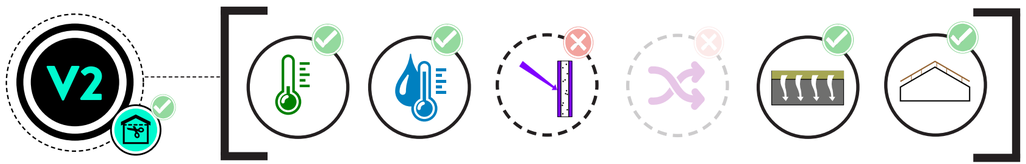
ANUAL VARIACIÓN 2

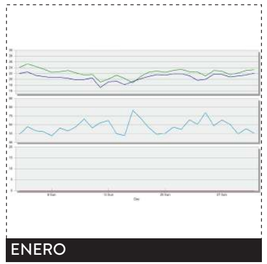


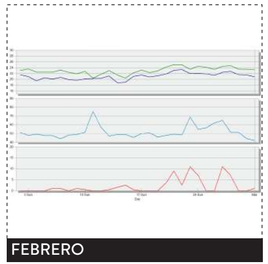


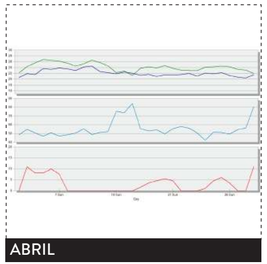
COMPARACIÓN M2 VS V2

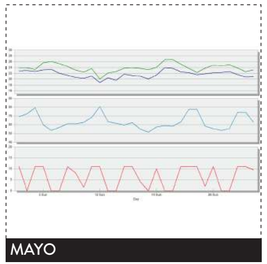


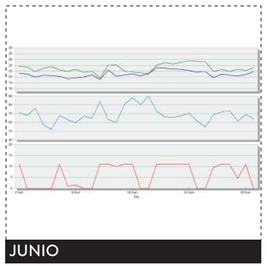


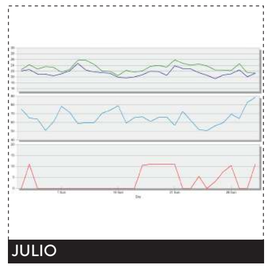

ENERO

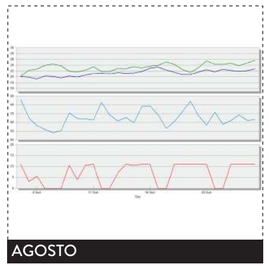

FEBRERO

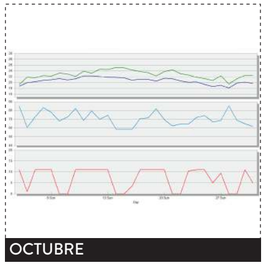

ABRIL

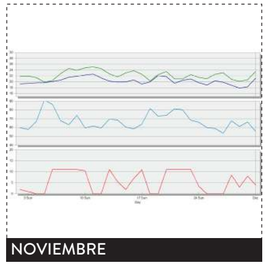

MAYO

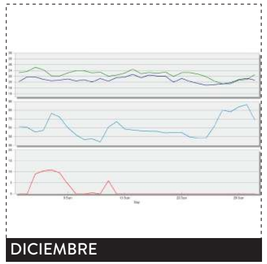

JUNIO


JULIO


AGOSTO


OCTUBRE


NOVIEMBRE


DICIEMBRE

VARIACIÓN 3

Se toma el módulo original de la DIEE el módulo 2 para este caso del análisis y se eleva a 0.90m para evaluar su comportamiento ante la humedad y que beneficios o perjuicios brinda al confort del espacio.

Análisis Mensual

- Temperatura Operativa vs Temperatura de Bulbo Seco

La temperatura no se ve afectada si el modelo se eleva esta se mantiene mensualmente en rangos entre los 22-24°C. Al igual que la externa dentro de los 20-22°C. Manteniéndose siempre dentro de la zona de confort.

- Humedad Relativa

La humedad aumenta 0,10-0,20% en comparación al módulo original de la DIEE, manejando rangos de 50-60% de enero a mayo, y de 60-70% de junio a diciembre.

- Disconfort

El disconfort si se ve afectado aumenta 10-20h en los primeros meses del año y de mayo en adelante 0,5h mensuales.

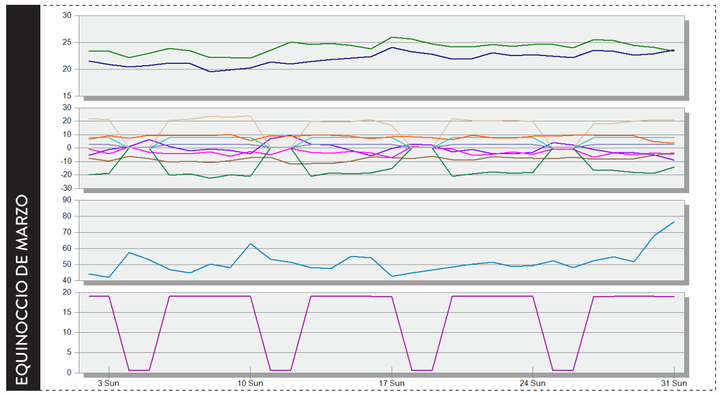
Equinoccios de Marzo y Septiembre

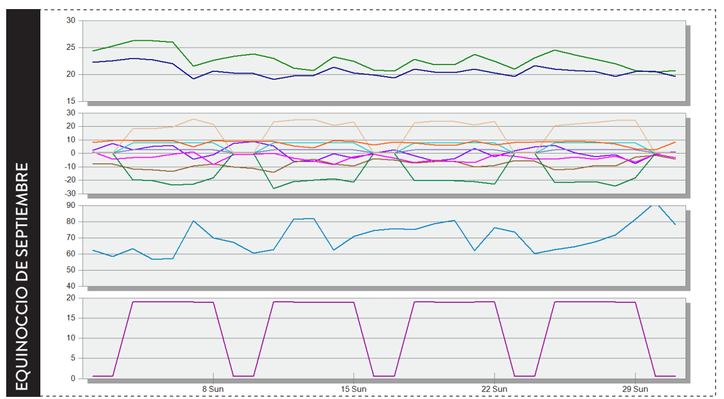
- Ganancias/pérdidas de calor

Se dan mayores pérdidas térmicas a nivel de piso, y a nivel de pared. Se mantienen las ganancias solares y de ocupación.

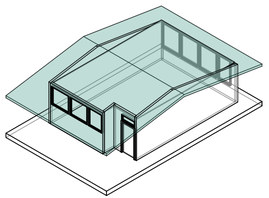
- Ventilación Natural

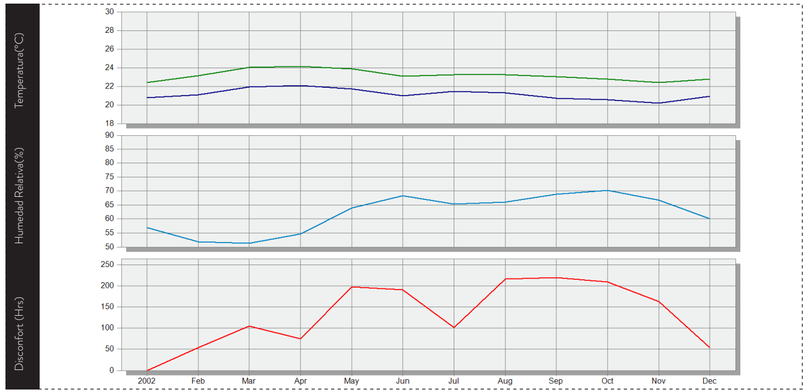
Al poseer ventilación cruzada pero en porcentaje de apertura “constante” se mantiene una ventilación entre los 15-20ac/h.



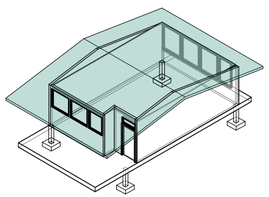


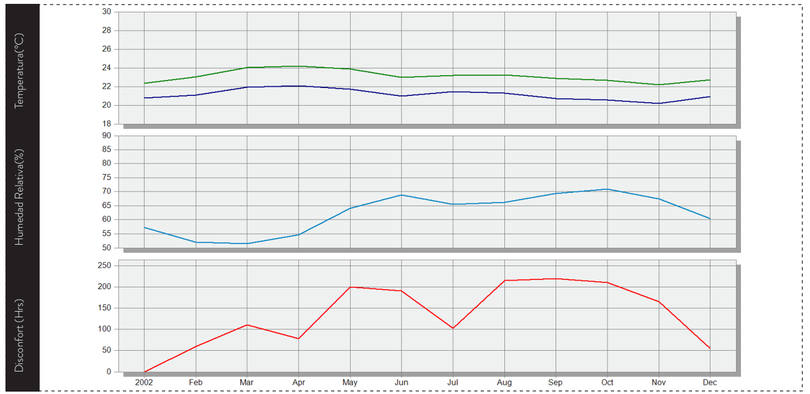
ANUAL MÓDULO 2



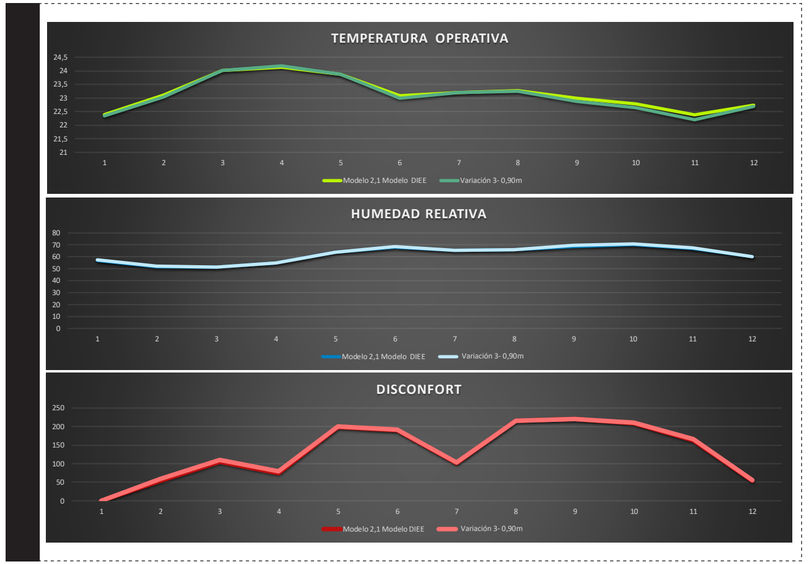


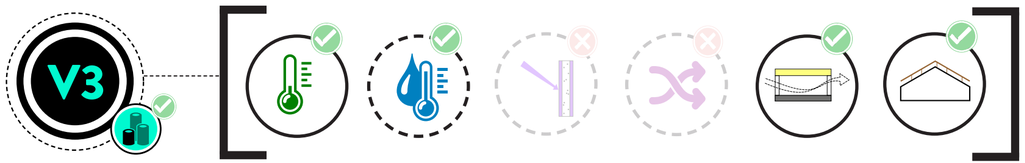
ANUAL VARIACIÓN 3

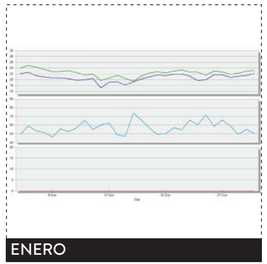


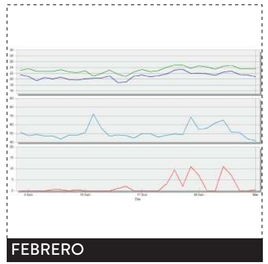


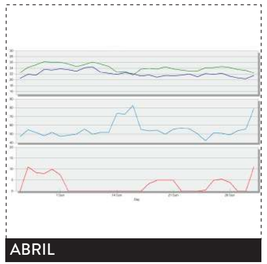
COMPARACIÓN M2 VS V3

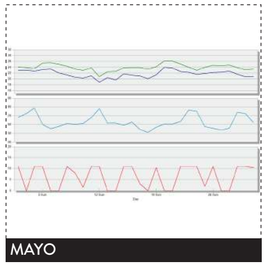


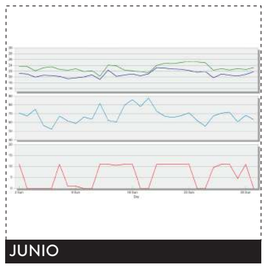


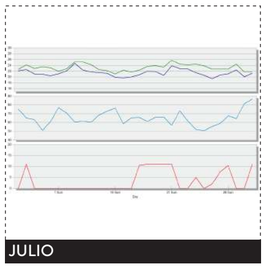

ENERO

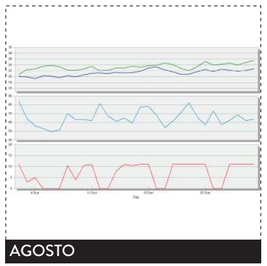

FEBRERO

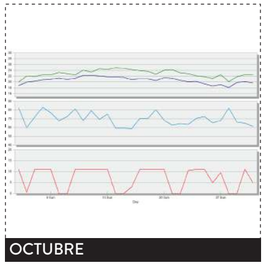

ABRIL

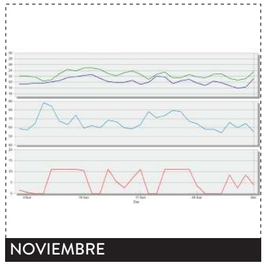

MAYO

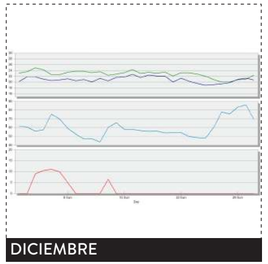

JUNIO


JULIO


AGOSTO


OCTUBRE


NOVIEMBRE


DICIEMBRE

VARIACIÓN 4

El nivel de cielo terminado propuesto en los prototipos educativos públicos es de 2.70m de altura, se evalúa para comprobar si aumentando la altura del cielo a 3m mejora o afecta el nivel de confort de los usuarios.

Análisis Mensual

- Temperatura Operativa vs Temperatura de Bulbo Seco

Se presentan temperaturas bajas entre los 18-22°C en algunos meses, la mayor parte del tiempo la temperatura operativa se ubica entre los 22-24°C. La temperatura de bulbo seco se mantiene constante entre 20-22°C.

- Humedad Relativa

La humedad relativa no se ve afectada en gran parte, mantiene sus porcentajes igual dentro de 50-70%.

- Disconfort

El disconfort aumenta los primeros meses del año en comparación al modelo original. Se mantiene estable de junio a diciembre.

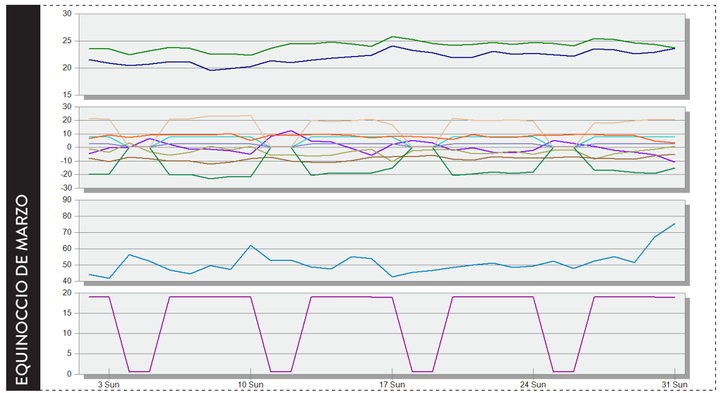
Equinoccios de Marzo y Septiembre

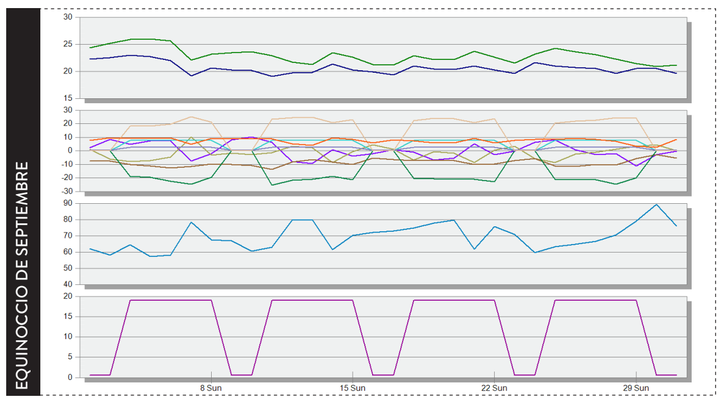
- Ganancias/pérdidas de calor

Se mantienen las pérdidas de calor a nivel de piso, cubiertas, ventilación externa. Las paredes tienen pérdidas por las noches y lo recuperan durante el día. Se mantienen las ganancias de calor a nivel de iluminación natural.

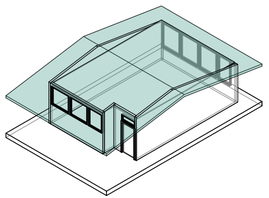
- Ventilación Natural

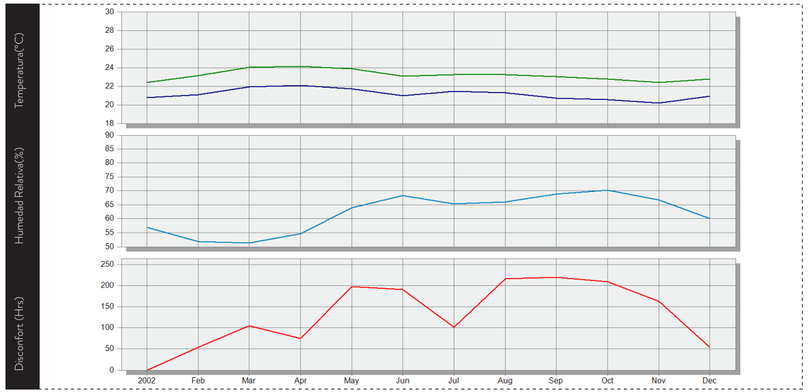
Al poseer ventilación cruzada pero en porcentaje de apertura “constante” se mantiene una ventilación entre los 15-20ac/h.



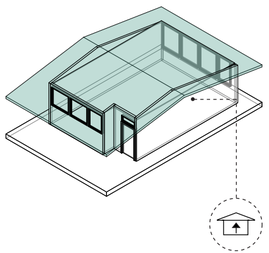


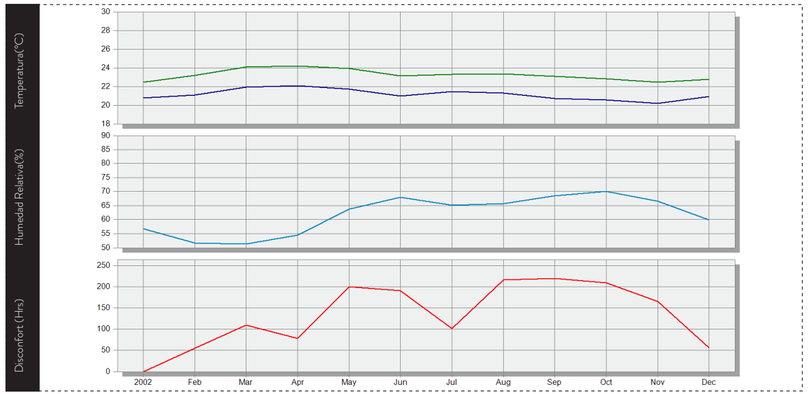
ANUAL MÓDULO 2



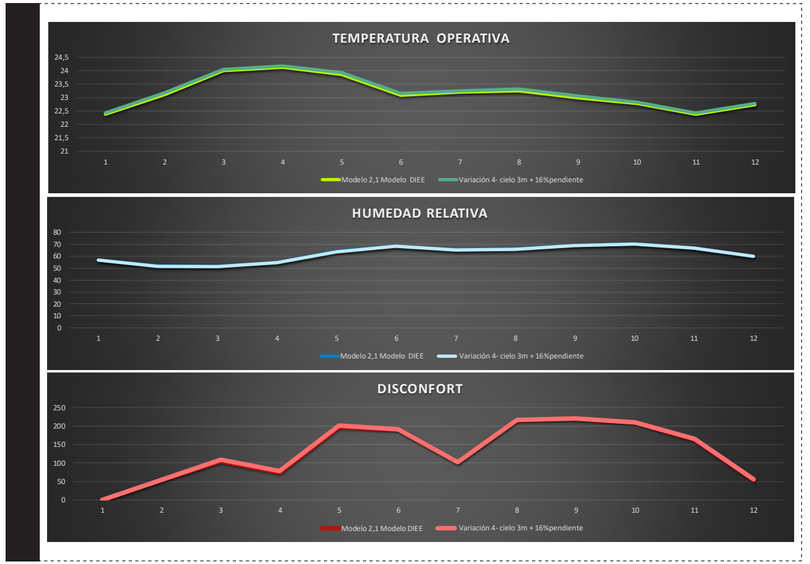


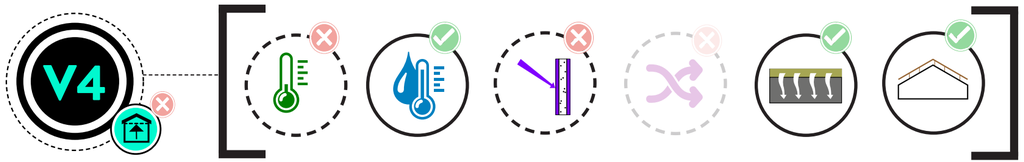
ANUAL VARIACIÓN 4

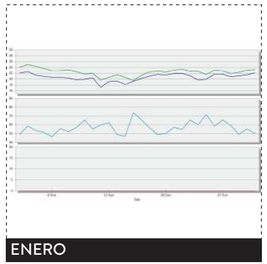


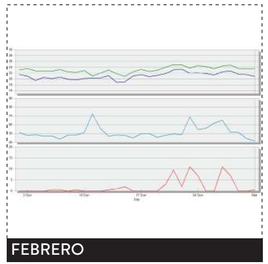


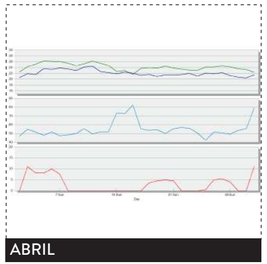
COMPARACIÓN M2 VS V4

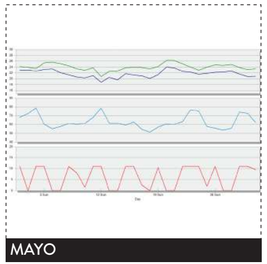


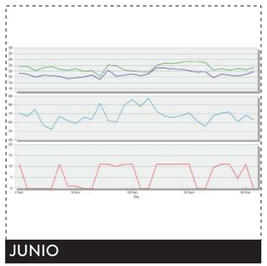


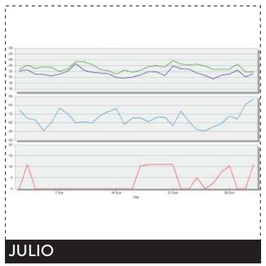

ENERO

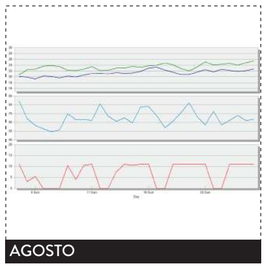

FEBRERO

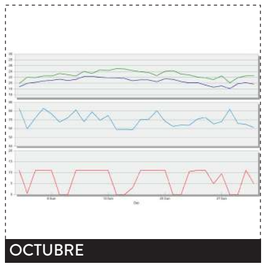

ABRIL

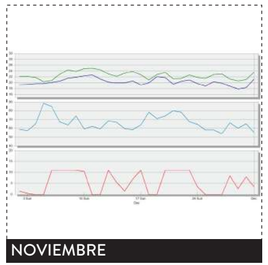

MAYO

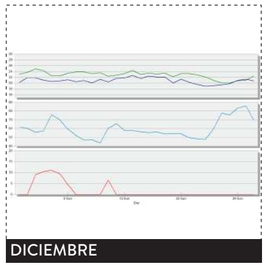

JUNIO


JULIO


AGOSTO


OCTUBRE


NOVIEMBRE


DICIEMBRE

VARIACIÓN 5

Son propuestas de tipo de ventanerías así como de envolventes que puedan reducir las ganancias solares y permitir un mejor control de la ventilación natural. En este modelo 5 se abre la fachada norte un mayor porcentaje y con ventanas verticales.

Análisis Mensual

- Temperatura Operativa vs Temperatura de Bulbo Seco

La temperatura operativa se mantiene en los mismos rangos +/- 22-24°C. La temperatura externa entre los 20-22°C. Ya que se mantiene un control de la ventilación para no enfriar demasiado el espacio.

- Humedad Relativa

La humedad reduce 0.5% respecto al modelo original. Sin embargo de manera general ronda los 50-70%.

- Disconfort

El disconfort se mantiene estable. Igual al modulo 2 (original).

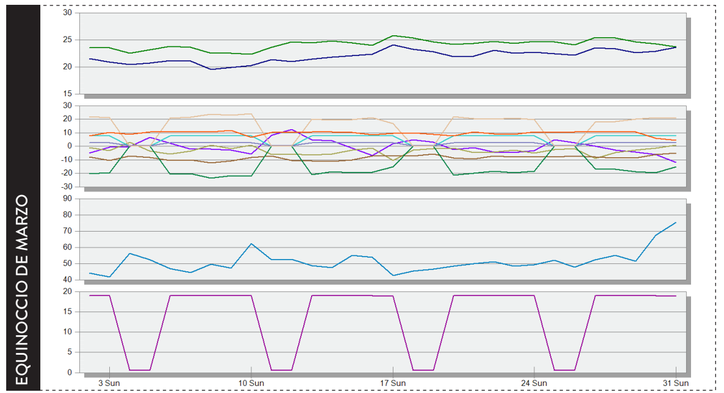
Equinoccios de Marzo y Septiembre

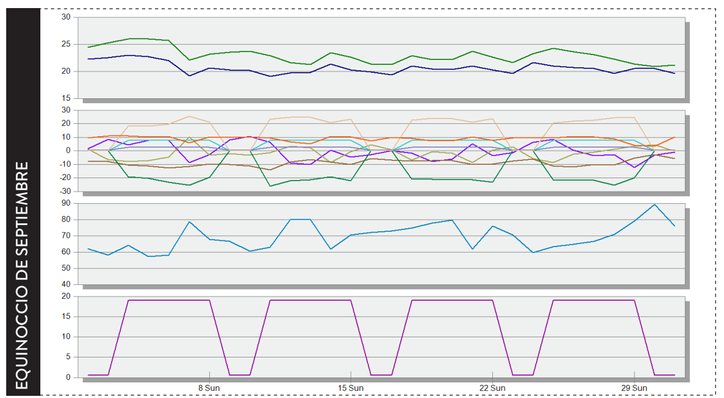
- Ganancias/pérdidas de calor

Se da una pérdida de -10kW/h por paredes y de -8kW/h a nivel de piso. No se reducen las ganancias solares.

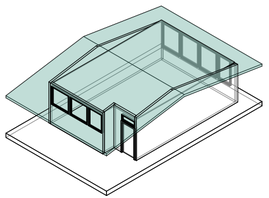
- Ventilación Natural

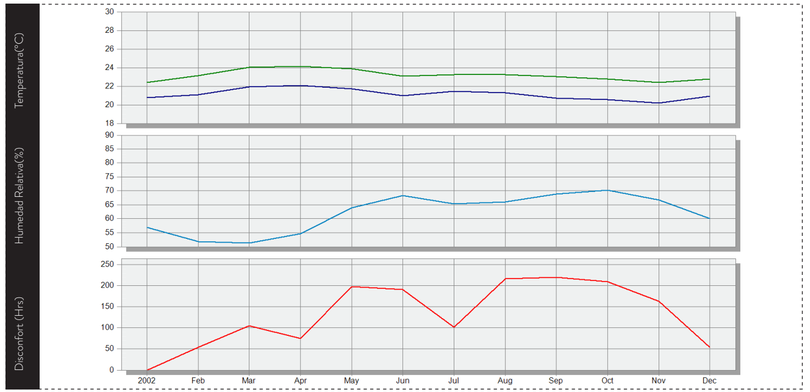
Al poseer ventilación cruzada pero en porcentaje de apertura “constante” se mantiene una ventilación entre los 15-20ac/h.



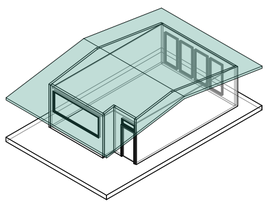


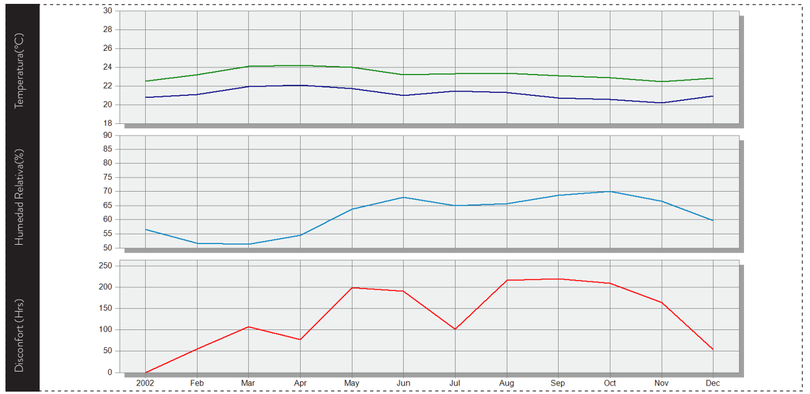
ANUAL MÓDULO 2



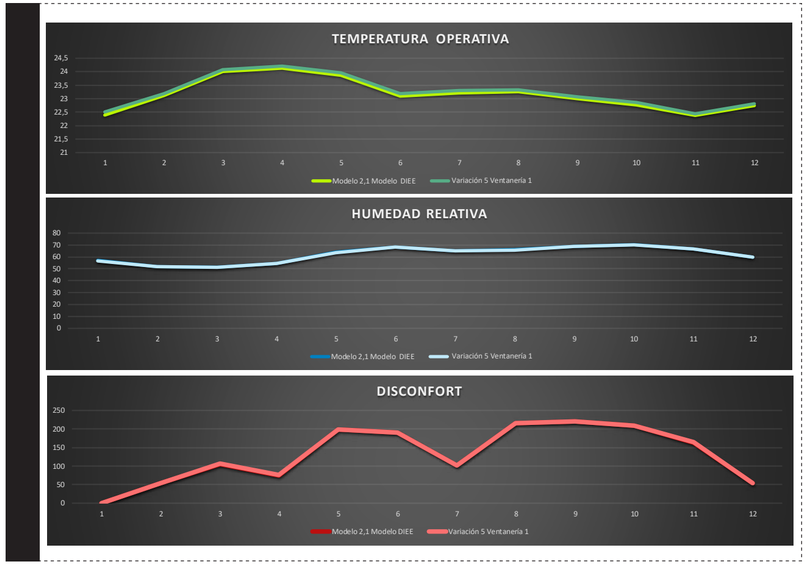


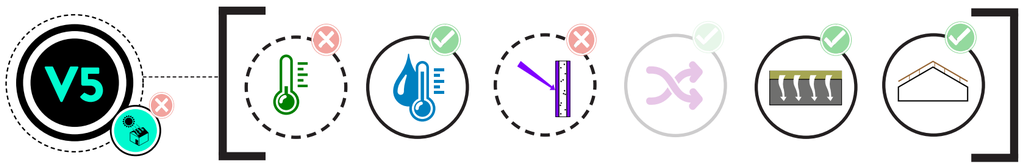
ANUAL VARIACIÓN 5

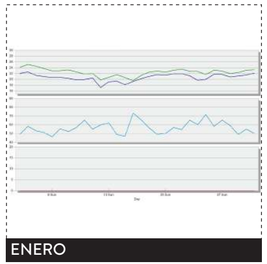


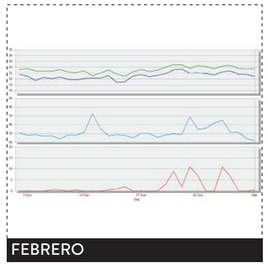


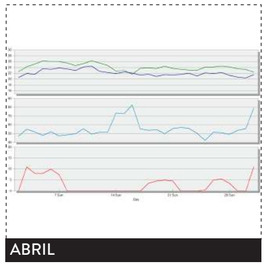
COMPARACIÓN M2 VS V5

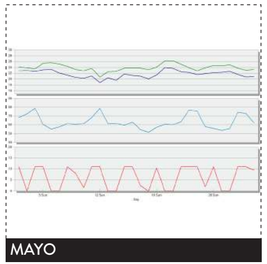


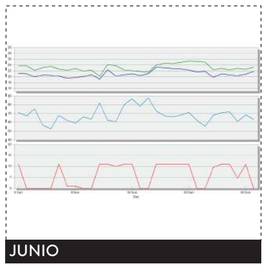


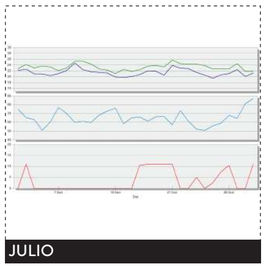

ENERO

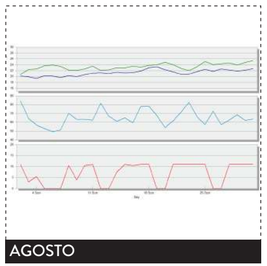

FEBRERO

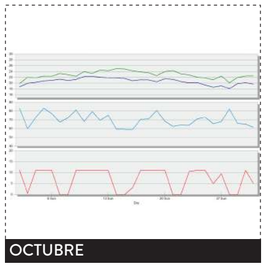

ABRIL

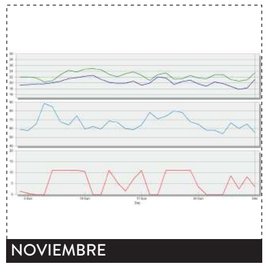

MAYO

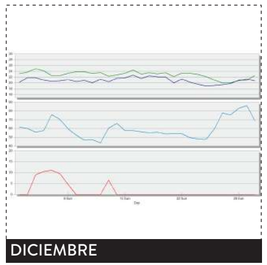

JUNIO


JULIO


AGOSTO


OCTUBRE


NOVIEMBRE


DICIEMBRE

VARIACIÓN 6

Propuesta 2 de ventanearía en la cual se crean aberturas permanentes a nivel de piso y un tipo de ventanearía superior que pueda controlar la apertura.

Análisis Mensual

- Temperatura Operativa vs Temperatura de Bulbo Seco

La temperatura operativa se mantiene en los mismos rangos +/- 22-24°C. La temperatura externa entre los 20-22°C.

- Humedad Relativa

Se mantiene constante la humedad dentro del porcentaje amplio de 50-70%, dependiendo de los meses.

- Disconfort

El disconfort se mantiene estable. Igual al modulo 2 (original).

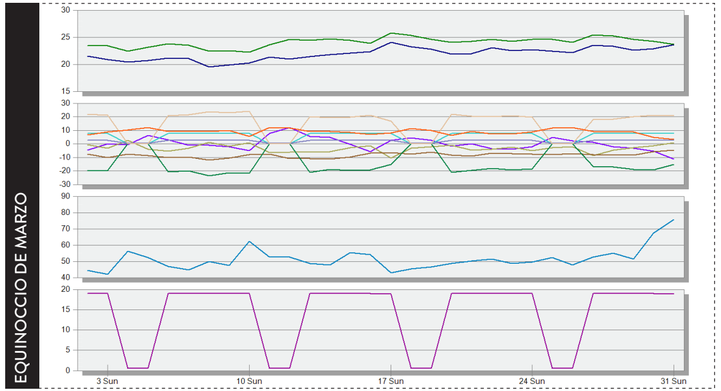
Equinoccios de Marzo y Septiembre

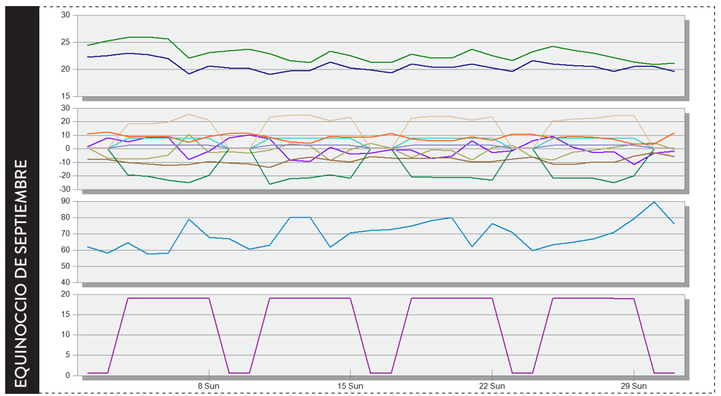
- Ganancias/pérdidas de calor

Las paredes tiene una pérdida de -6kW/h y -5kW/h en pisos. La ventilación externa se mantiene estable y las ganancias solares en +10kW/h.

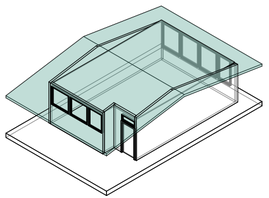
- Ventilación Natural

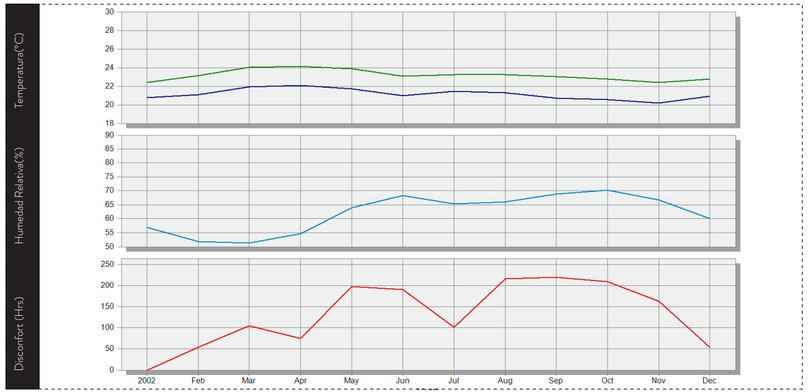
Al poseer ventilación cruzada pero en porcentaje de apertura “constante” se mantiene una ventilación entre los 15-20ac/h.



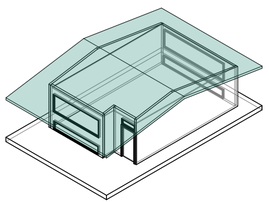


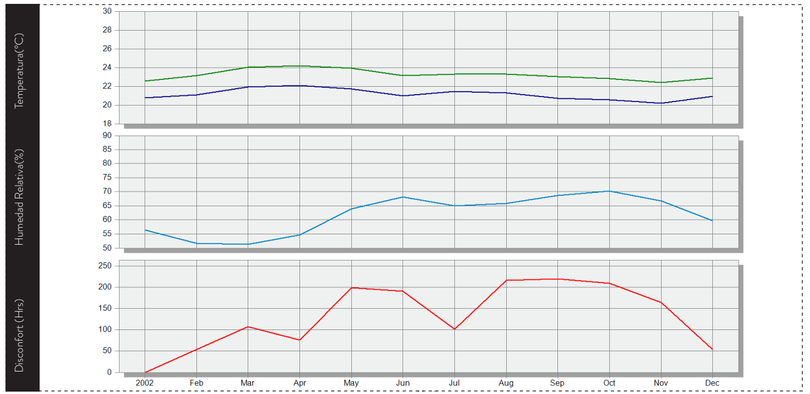
ANUAL MÓDULO 2



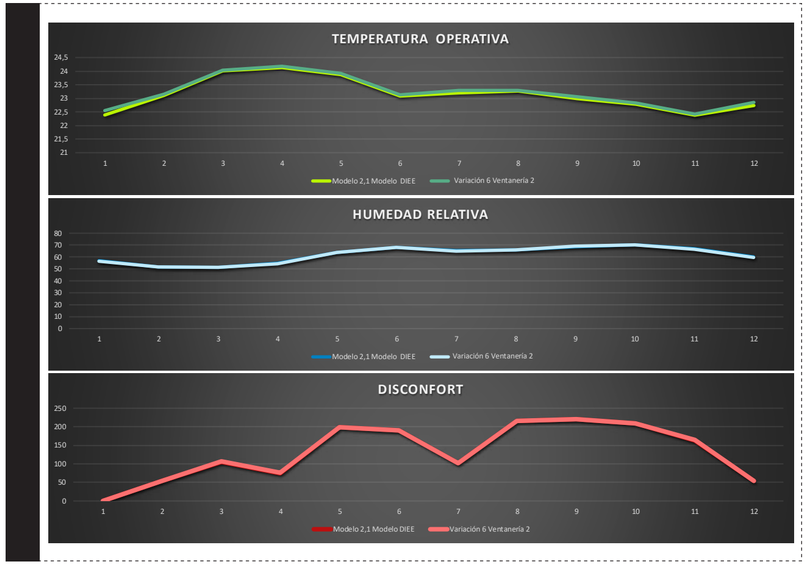


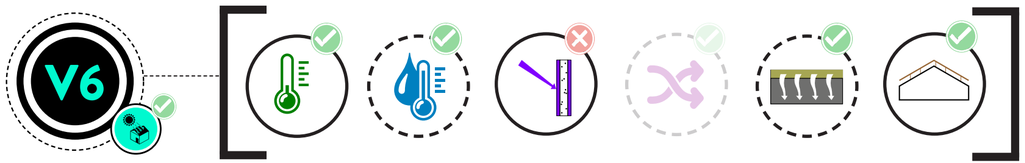
ANUAL VARIACIÓN 6

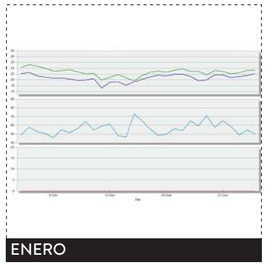


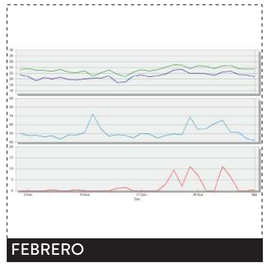


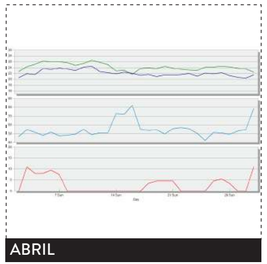
COMPARACIÓN M2 VS V6

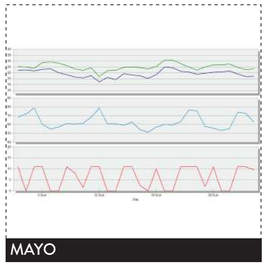


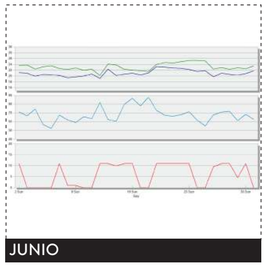


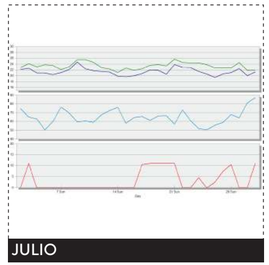

ENERO

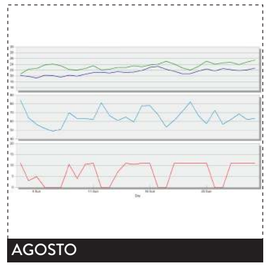

FEBRERO

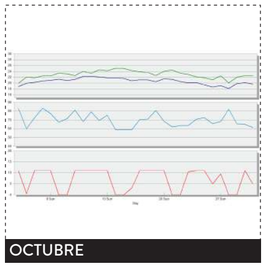

ABRIL

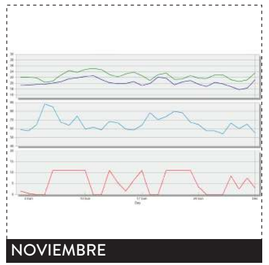

MAYO

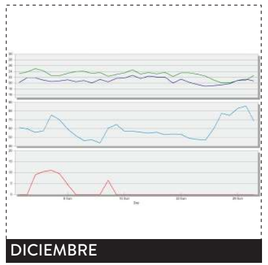

JUNIO


JULIO


AGOSTO


OCTUBRE


NOVIEMBRE


DICIEMBRE

VARIACIÓN 7

Última propuesta en variación a la ventanearía, se utiliza la recomendación de las zonas de Vida y se crea una apertura al este para permitir calentar el espacio por las mañanas, más las aperturas al sur y norte.

Análisis Mensual

- Temperatura Operativa vs Temperatura de Bulbo Seco

La temperatura operativa se mantiene en los mismos rangos +/- 22-24°C. Aumenta 0.10°C en comparación al modelo original. La temperatura exterior se mantiene en 20-22°C.

- Humedad Relativa

La humedad reduce 0.2-0.4% en comparación al modelo original. Sin embargo se logra observar que los primeros meses del año presenta 50-60% de humedad y de junio en adelante 60-70% en promedio.

- Disconfort

El disconfort se mantiene estable. Igual al modulo 2 (original).

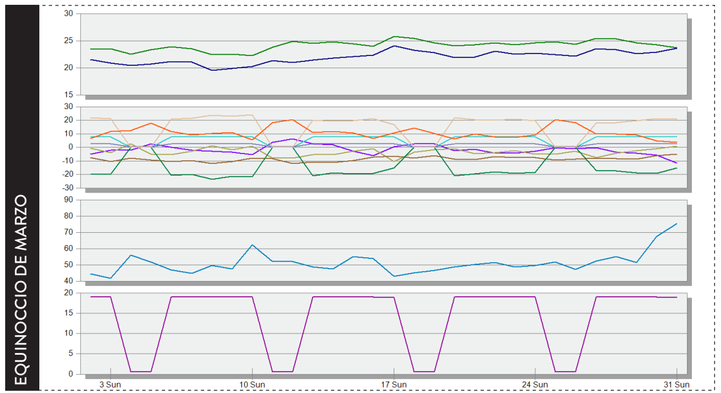
Equinoccios de Marzo y Septiembre

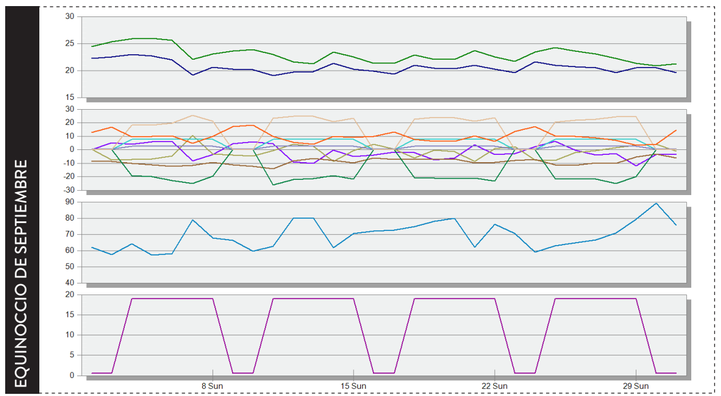
- Ganancias/pérdidas de calor

Este módulo presenta las mayores pérdidas en calor respecto a todos los demás análisis en paredes, pisos y cubiertas.

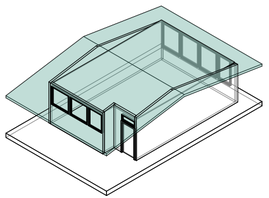
- Ventilación Natural

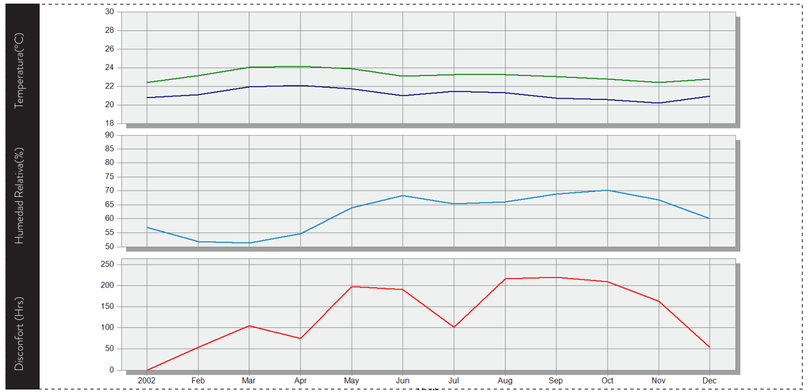
Al poseer ventilación cruzada pero en porcentaje de apertura “constante” se mantiene una ventilación entre los 15-20ac/h.



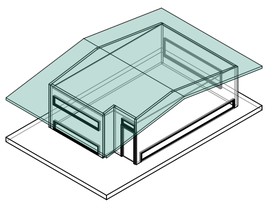


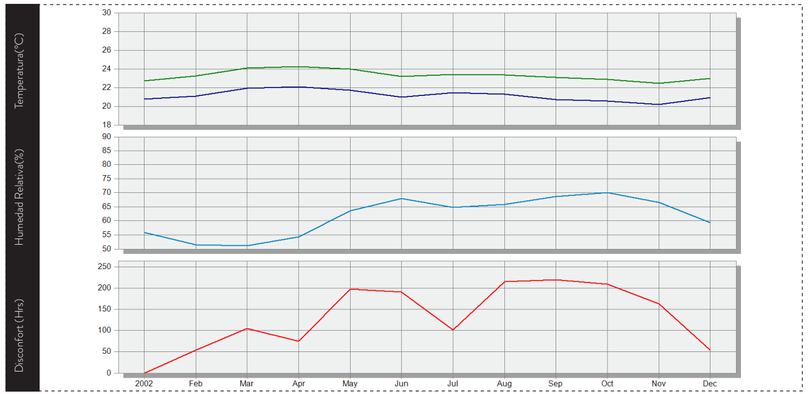
ANUAL MÓDULO 2



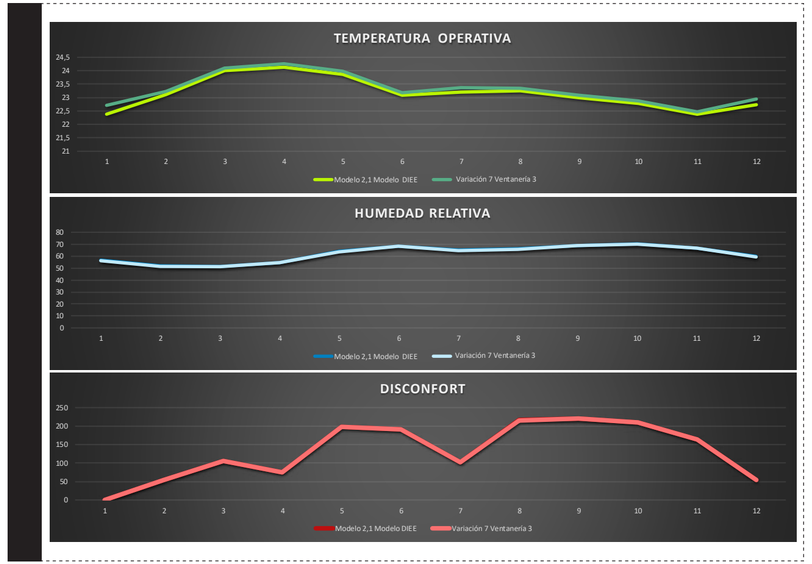


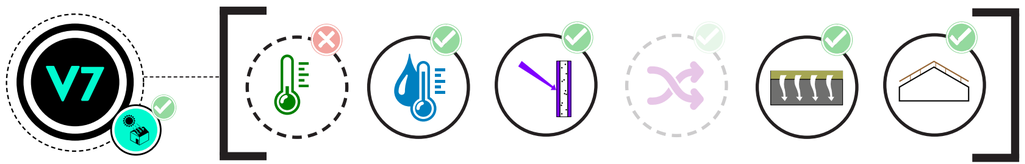
ANUAL VARIACIÓN 7

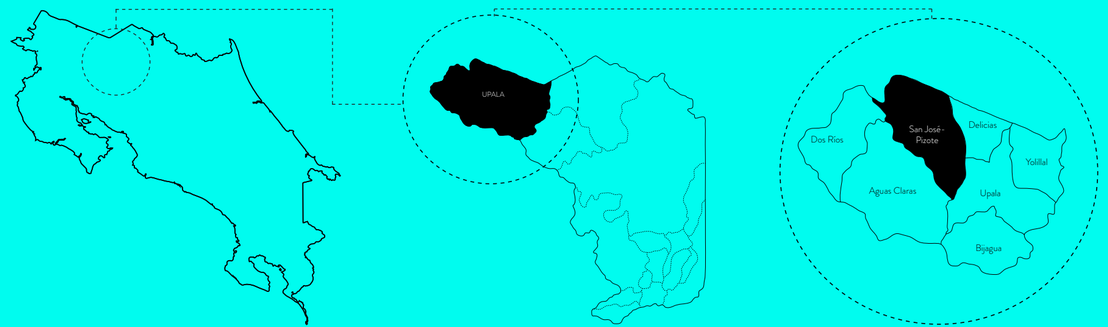




COMPARACIÓN M2 VS V7





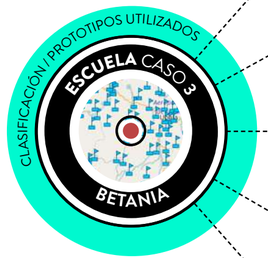


02
BETANIA

1. Análisis mensual de modelos originales DIEE-MEP y variaciones propuestas.....369

2. Diseño de un nuevo modelo prototipo a partir del (BPA), respectivamente para la zona de vida.....418

Alajuela
Upala



Localizada en un cantón con % Incidencia de pobreza Muy alto (**45,4%** pobreza)

Reportada como Infraestructura en Mal Estado

Reportada actualmente como vulnerable a inundaciones y utilizado como albergue por Huracán Otto, No ha recibido adaptación de prototipo

Sin Reparar
Deteriorada Actualmente

Según Clasificación del Atlas y sigmep se cataloga como **Rural / Unidocentes.** Por lo que se le asigna los siguientes prototipos de la DIEE como base para Análisis / Programa / Diseño:

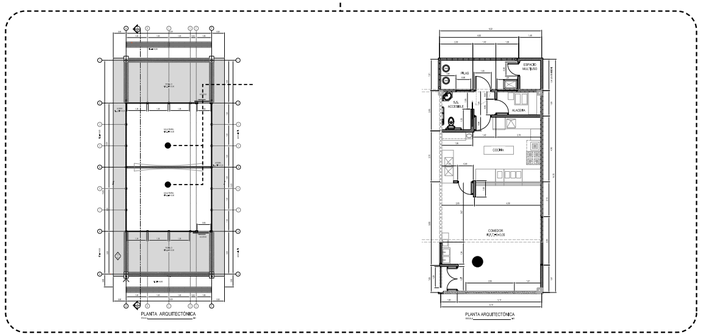


Imagen 5.23, Condiciones de la escuela Betania/contexto actual, y selección de modelos para etapa de Programa de necesidades /Simulación/Diseños. Elaboración Propia.

Escuela Betania Condiciones y Programa Arquitectónico

La escuela Betania se encuentra en el cantón de Upala, ubicado en el piso Altitudinal Basal, pero distinta Zona de vida al anterior, con presenta alta humedad y temperatura, además, debido a la presencia de los ríos Zapote y Niño se presentan riesgo de inundaciones por desbordamientos de los mismos.
La zona posee un bajo nivel educativo de la población, a lo cual se suma graves carencias en las plantas físicas e infraestructuras educativas y en el caso de Escuela Betania la infraestructura se encuentra en muy mal estado

Según el atlas de la Educación se define como una escuela Rural/ Unidocentes, por lo que los modelos seleccionados para establecer pautas programáticas y de lenguaje son (como se puede observar en la imagen 5.23):

-Prototipo Rural
-Prototipo Comedor, Pabellones Elevados A y B (respectivamente)

Se selecciona el prototipo Rural debido a que es unos de los prototipos más usados como respuesta a dicha zonas, por lo que se busca evaluar sus fortalezas y carencias.

PROTOTIPO 3

Programa Arquitectónico

Según las necesidad de la escuela Betania se proponen tres modelos o edificios nuevos, como se puede observar en la imagen 5.24.

Edificio 1: Es el modelo de aula, basado en el dimensionamiento del modelo seleccionado con un área de 54m², con dos aulas de 27m² cada salón, condicionados para 18 estudiantes, se proponen un aula debido a la poca cantidad en la población estudiantil.

Edificio 2: Es el modelo de comedor el cual es un espacio de gran importancia, ya que al ser zona rural, los estudiantes suelen desplazarse distancias largas como para regresar a sus respectivas casas, además al ser una zona de alto porcentaje de pobreza el comedor suele ser un impulso para estudiantes de escasos recursos.

Además dicho modelo funciona a su vez como batería de baños ya que la cantidad de población estudiantil lo permite.

EDIFICIO 1 (122 m² considerando circulación)

1 Aula
(con 2 salones de27m²)
(18 estudiantes por salón)

31 Estudiantes

EDIFICIO 2 (122 m² considerando circulación)

Comedor

Pilas / Despensa/ Lockers

Cocina

2 Mediobaños

Imagen 5.24, Programa de necesidades específicos para la Escuela Betania. Elaboración Propia.

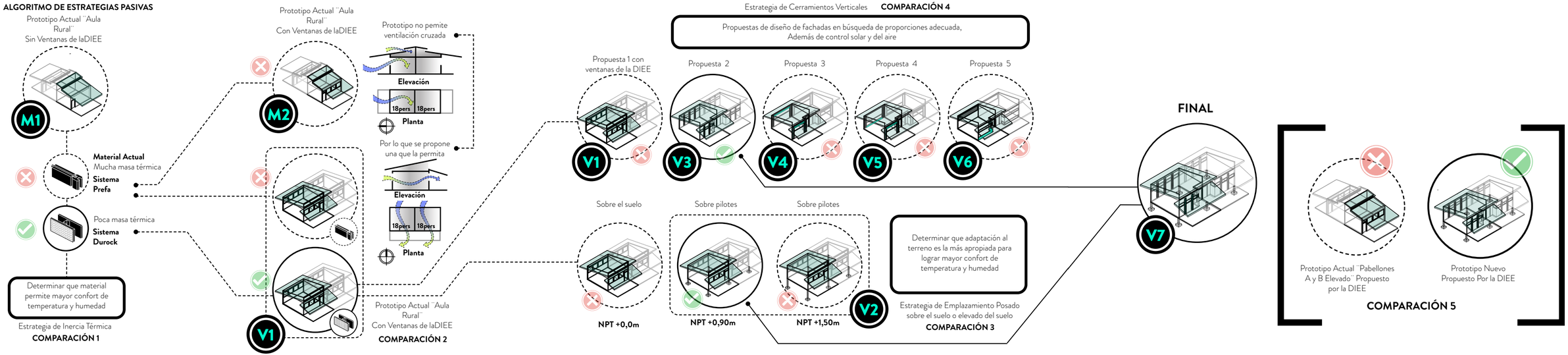
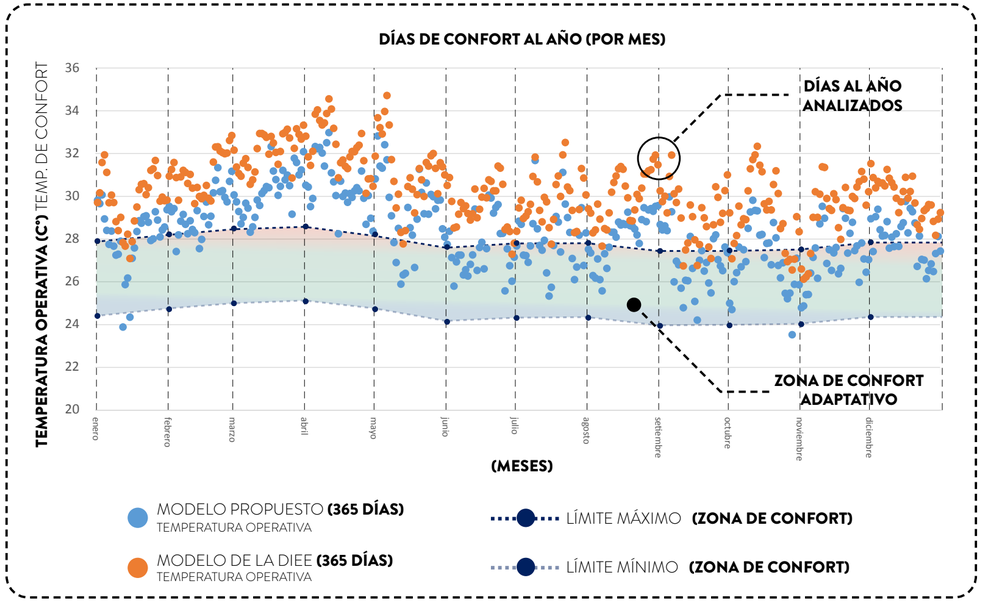


Imagen 5.25, Algoritmo de los análisis realizados al modelo prototipo utilizado en la escuela Betania. Elaboración Propia. (Todos los gráficos de la pág 374-415 son realizados con el programa Design Builder)

ESCUELA BETANIA PROTOTIPO DIEE VS PROPUESTA NUEVA (NIVEL 0,00m)



208 DÍAS LECTIVOS

10 DÍAS DE CONFORT DE UN AÑO LECTIVO

78 DÍAS DE CONFORT DE UN AÑO LECTIVO

FACTIBILIDAD DE LA PROPUESTA

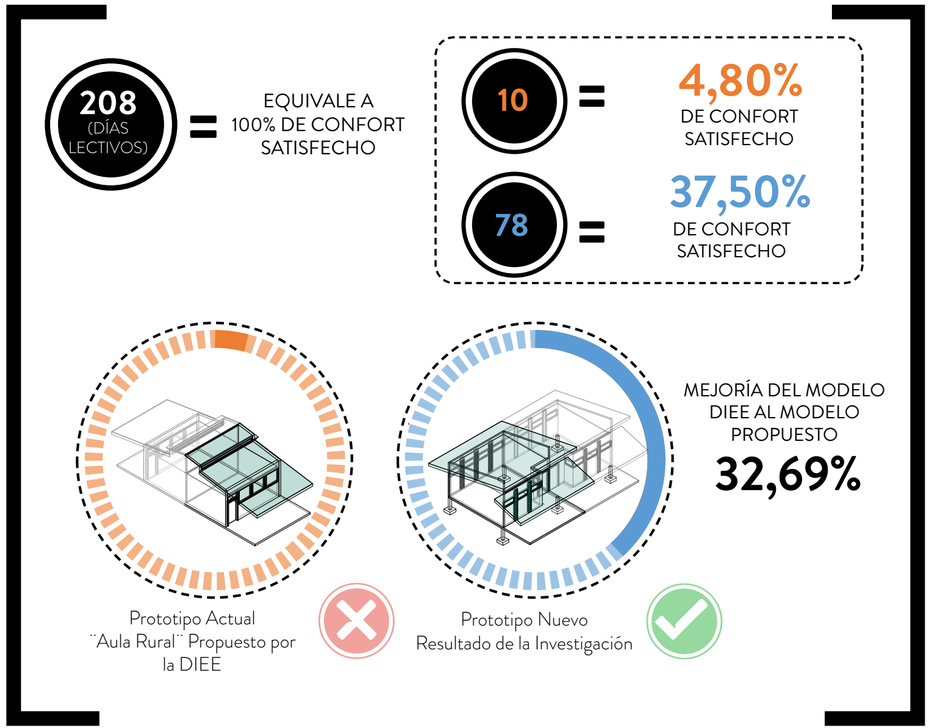
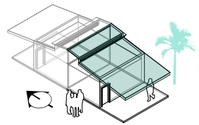
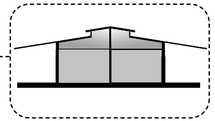


Imagen 5.26, Análisis comparativo de la optimización de los nuevos modelos, según el confort adaptativo de la normativa ASHRAE 55. Modelo actual DIEE versus Modelo propuesto. Elaboración propia.

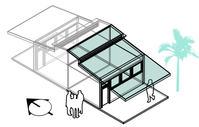
INDICE DE ANÁLISIS REALIZADOS Y ESTRATEGIAS APLICADAS

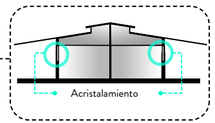




Modelo 1 **(M1)**

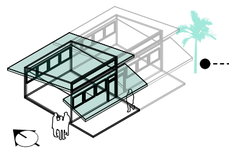
- Prototipo de la DIEE ¨Aula Rural¨
- Sin Ventanas y Emplazado a nivel de suelo
- Analizados con Mucha y Poca Masa (Sistema prefa y sistema durock respectivamente)

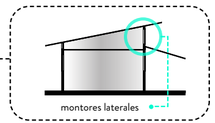




Modelo 2 **(M2)**

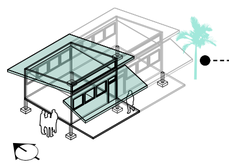
- Prototipo de la DIEE ¨Aula Rural¨
-Con Ventanas (Proporciones actuales) y Emplazado a nivel de suelo.
-Analizado con Mucha Masa (Sistema prefa utilizado actualmente)

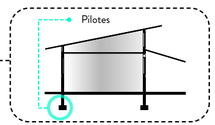




Variación 1 **(V1)**

- Prototipo Propuesto
-Con Ventanas (con las mismas Proporciones del modelo M2) y Emplazado a nivel de suelo.
-Analizado con menos Masa (Sistema Durock)
-Techo Propuesto (sin tapicheles)

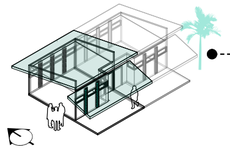


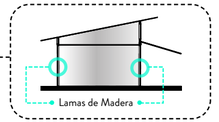


Variación 2 **(V2)**

- Prototipo Propuesto (Condiciones del V1)
Emplazado sobre el nivel del suelo. (dos alturas)

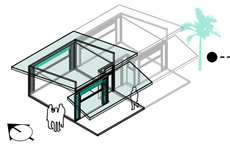
Debido a que el prototipo de la DIEE de Aula rural posee dos aulas contiguas ubicadas de manera opuesta, restringiendo la ventilación natural para una de las dos aulas ya que una esta ubicada al norte y la otra al sur, se propone un módulo nuevo, de dos aulas contiguas pero ambas accesadas por el sur para permitir una ventilación cruzada óptima. Variación 1 (V1)

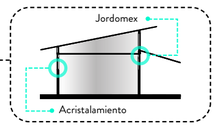




Variación 3 **(V3)**

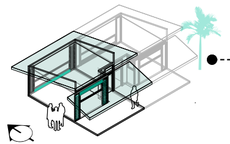
- Prototipo Propuesto (Condiciones del V1)
-Con Nuevos cerramientos propuestos:
Acristalamiento (parte superior norte y sur)
Lamas horizontales móviles (norte y sur)

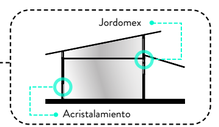




Variación 4 **(V4)**

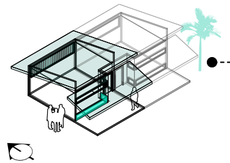
- Prototipo Propuesto (Condiciones del V1)
-Con Nuevos cerramientos propuestos:
Acristalamiento y jordomex (parte superior norte y sur)
Lamas horizontales móviles (norte y sur)

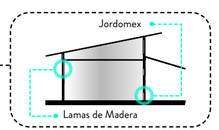




Variación 5 **(V5)**

- Prototipo Propuesto (Condiciones del V1)
-Con Nuevos cerramientos propuestos:
Acristalamiento y jordomex (parte superior sur y parte inferior norte)
Lamas horizontales móviles (norte y sur)

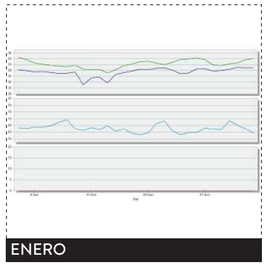


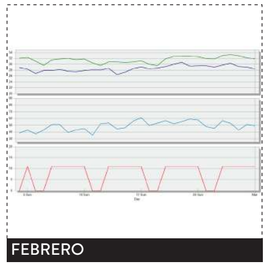


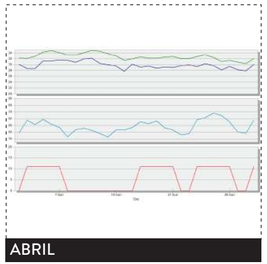
Variación 6 **(V6)**

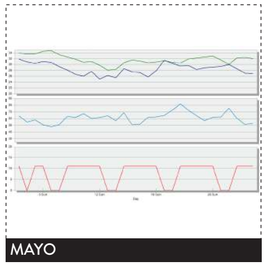
- Prototipo Propuesto (Condiciones del V1)
-Con Nuevos cerramientos propuestos:
Petatillos (parte inferior sur)
Acristalamiento (parte superior sur)
Lamas verticales móviles (parte superior norte)

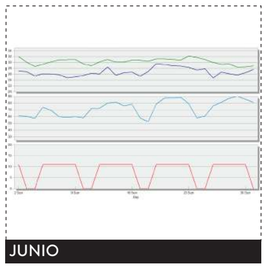
Imagen 5.27. Indice de las variaciones que se realizaron al modelo Prototipo de la DIEE y modelo propuesto. Elaboración Propia.

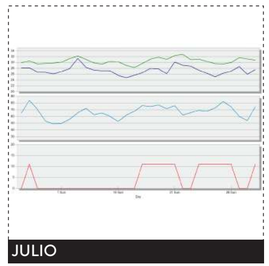

ENERO

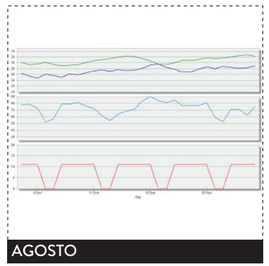

FEBRERO

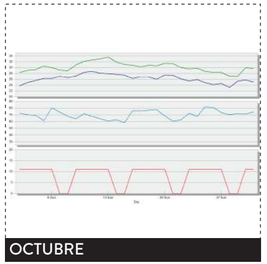

ABRIL

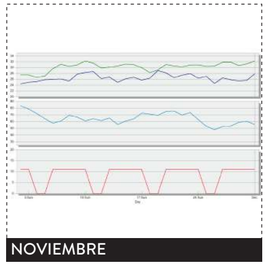

MAYO

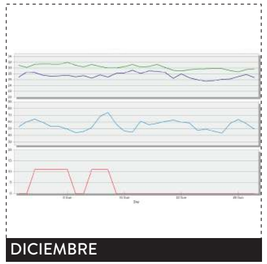

JUNIO


JULIO


AGOSTO


OCTUBRE


NOVIEMBRE


DICIEMBRE

MÓDULO 1.1

Betania utiliza un prototipo de la DIEE de tipo rural, se analiza su modelo en baldosa prefabricada de concreto, sin ventanas para verificar el funcionamiento de la masa térmica, cubierta, y densidad.

Análisis Mensual

- Temperatura Operativa vs Temperatura de Bulbo Seco

Posee una temperatura operativa de 30-32°C, realmente alta fuera de zona de confort. Su temperatura externa se localiza entre 26-28°C, sin embargo presenta picos de 30°C.

- Humedad Relativa

La humedad se presenta en un rango bastante amplio desde 45% hasta un 70%, presentando los menores porcentajes de enero a junio.

- Disconfort

Se encuentra fuera de confort durante 11h al día, durante todo el año, debido a la nula ventilación y a las altas temperaturas.

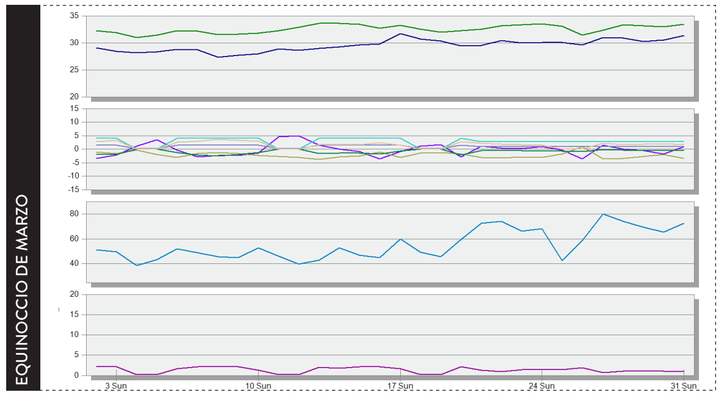
Equinoccios de Marzo y Septiembre

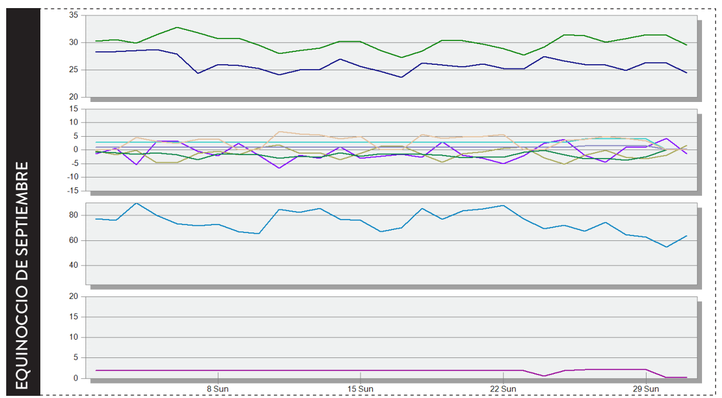
- Ganancias/pérdidas de calor

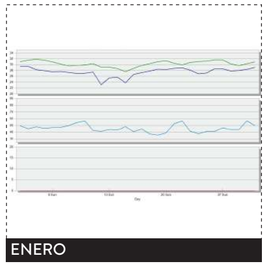
Los elementos que están generando pérdida de calor son los pisos con -3kW/h, y las paredes, sin embargo estas ganan mas calor de lo que pierden. No hay ventilación externa excepto por filtraciones.

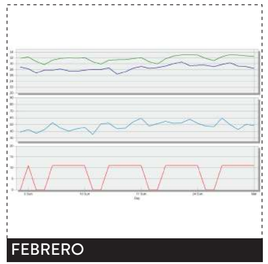
- Ventilación Natural

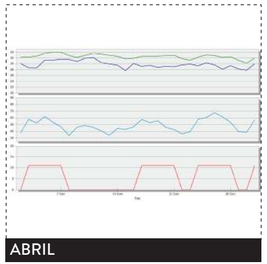
Existe nula ventilación natural debido a que al no existir ventanearía o aperturas no hay ventilación cruzada.

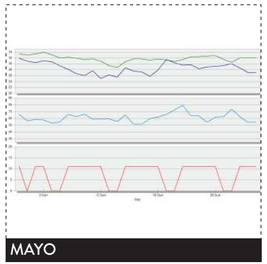


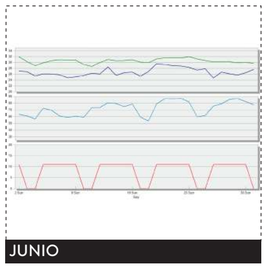


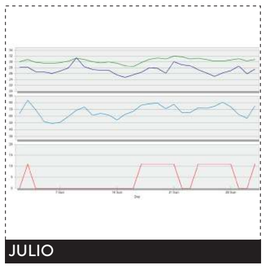

ENERO

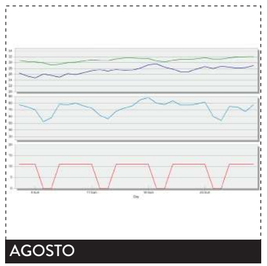

FEBRERO

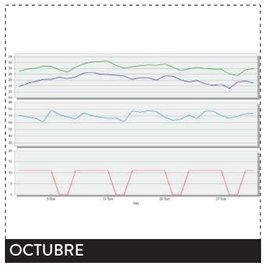

ABRIL

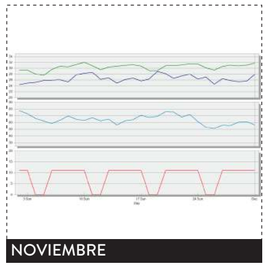

MAYO

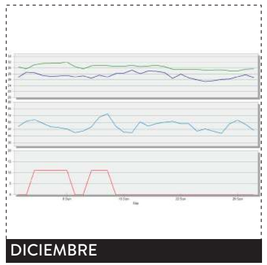

JUNIO


JULIO


AGOSTO


OCTUBRE


NOVIEMBRE


DICIEMBRE

MÓDULO 1.2

Se prueba el modelo 1.1 pero se le modifica el material de las paredes a Durock con el fin de analizar cual de los dos funciona mejor y podría ayudar a mejorar el confort dentro del espacio a los usuarios.

Análisis Mensual

- Temperatura Operativa vs Temperatura de Bulbo Seco.

Presenta temperaturas entre los 28-30°C, con algunos picos entre meses de 32°C, saliéndose de igual forma de la zona de confort. La temperatura externa se mantiene de 26-28°C, entre meses puede alcanzar temperaturas de 24°C.

- Humedad Relativa

Maneja un rango amplio entre 45% hasta un 70%, presentando los menores porcentajes de enero a junio.

- Disconfort

Se encuentra fuera de confort durante 11h al día, durante todo el año, debido a la nula ventilación y a las altas temperaturas.

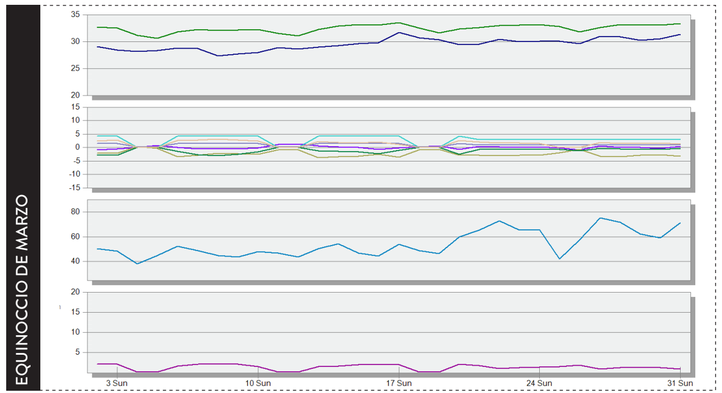
Equinoccios de Marzo y Septiembre

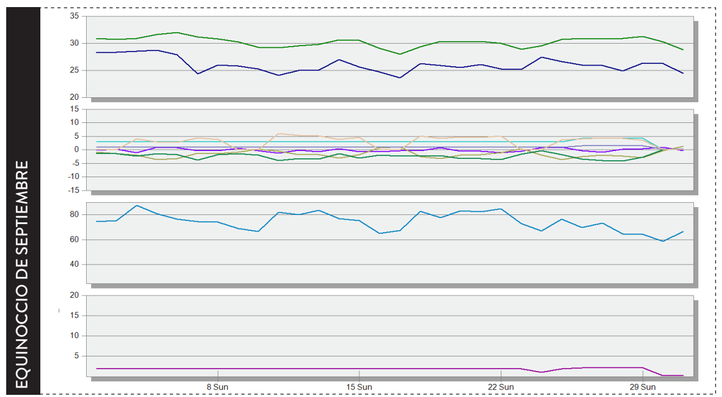
- Ganancias/pérdidas de calor

La pérdida de calor a través de las paredes se reduce acercándose a cero o menor a cero. Los pisos presentan pérdida de calor -3kW/h, no es una pérdida enorme pero es significativa. La ocupación se mantiene en permanente ganancia de calor.

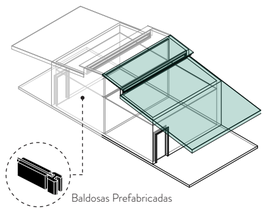
- Ventilación Natural

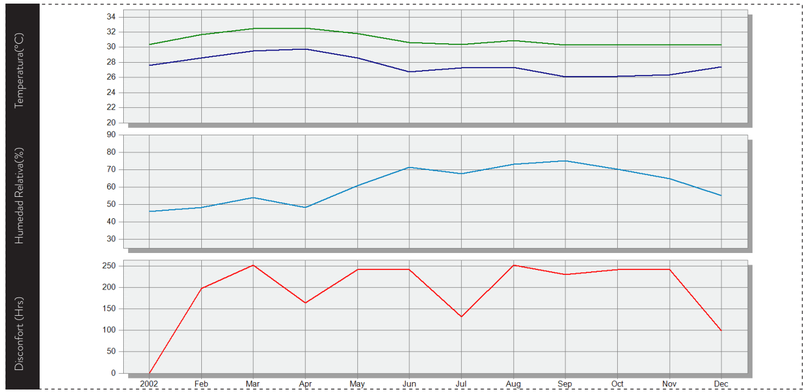
Existe nula ventilación natural debido a que al no existir ventanearía o aperturas no hay ventilación cruzada.



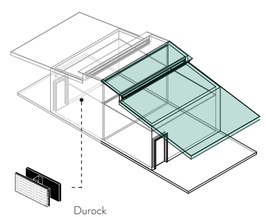


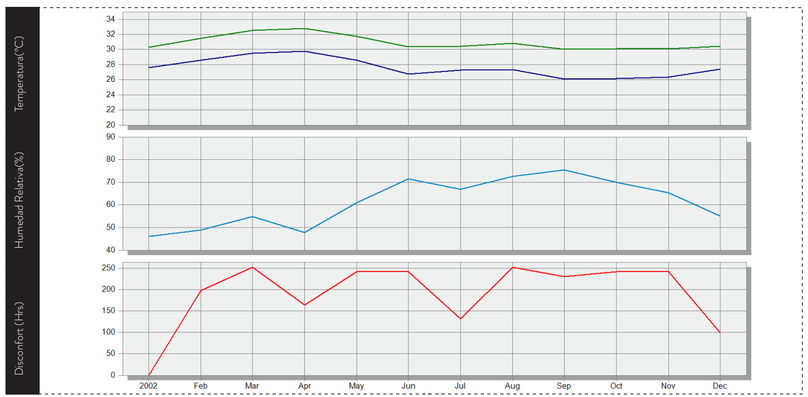
ANUAL MÓDULO 1.1



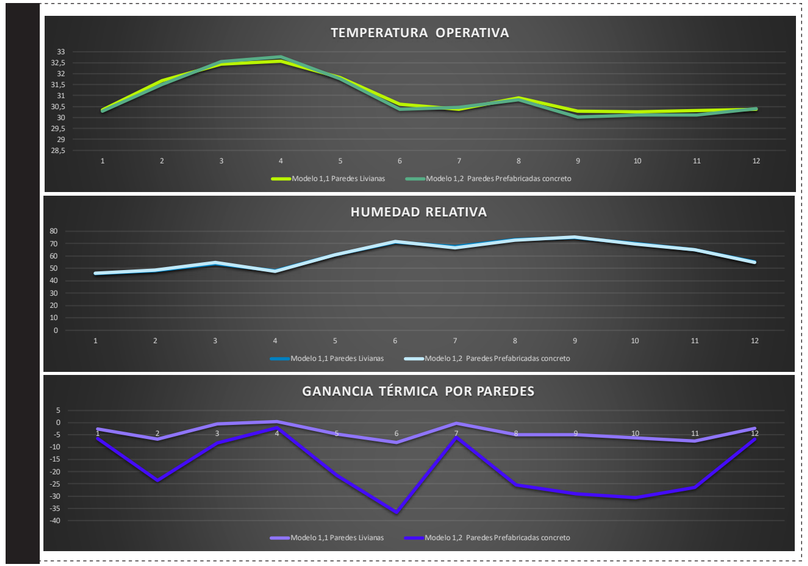


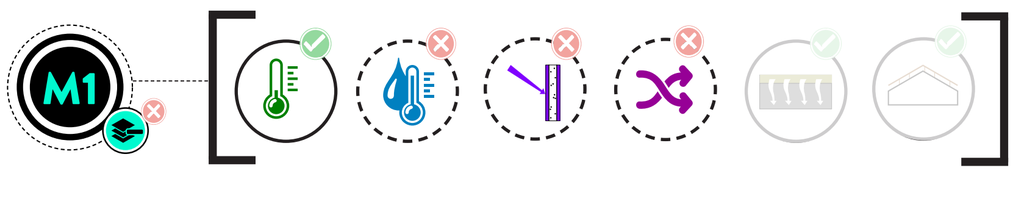
ANUAL MÓDULO 1.2

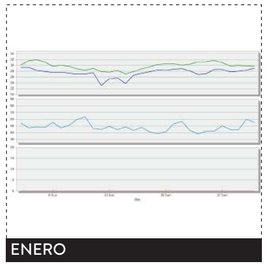


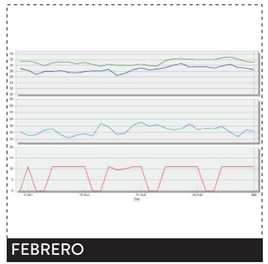


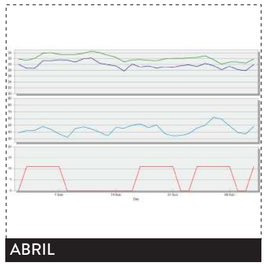
COMPARACIÓN M1.1 VS M1.2

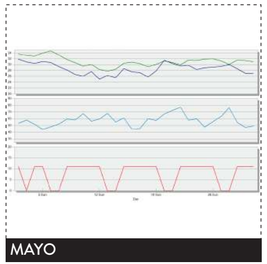


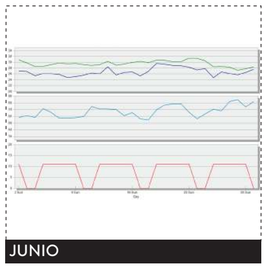


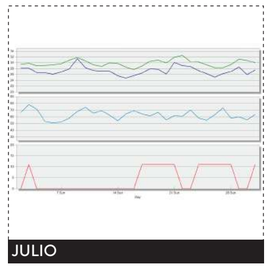

ENERO

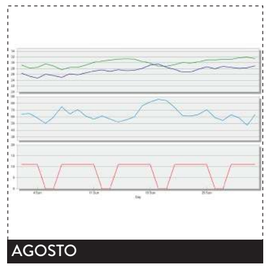

FEBRERO

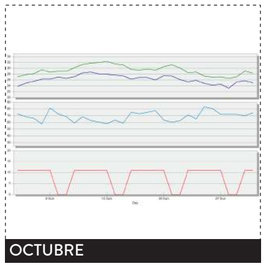

ABRIL

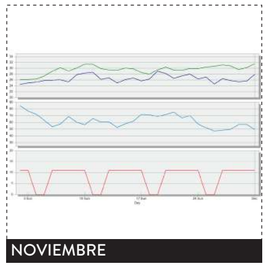

MAYO

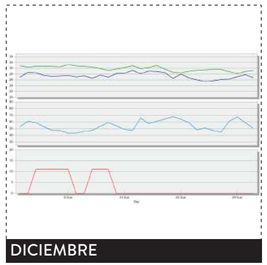

JUNIO


JULIO


AGOSTO


OCTUBRE


NOVIEMBRE


DICIEMBRE

MÓDULO 2

El módulo dos es el prototipo actual del 2016 de la DIEE, para zonas rurales, el cual es analizado para conocer su funcionamiento en esta zona de vida y cuales son sus deficiencias.

Análisis Mensual

- Temperatura Operativa vs Temperatura de Bulbo Seco

La temperatura operativa reduce dos grados en comparación al módulo 1.1 debido a la influencia de la ventilación natural, presenta rangos de 28-30°C, con algunos días en 32°C. La temperatura exterior se mantiene de 26-30°C.

- Humedad Relativa

Se mantiene el amplio rango de humedad, presentando porcentajes desde 45% hasta 70%.

- Disconfort

Se encuentra fuera de confort durante 11h al día, durante todo el año.

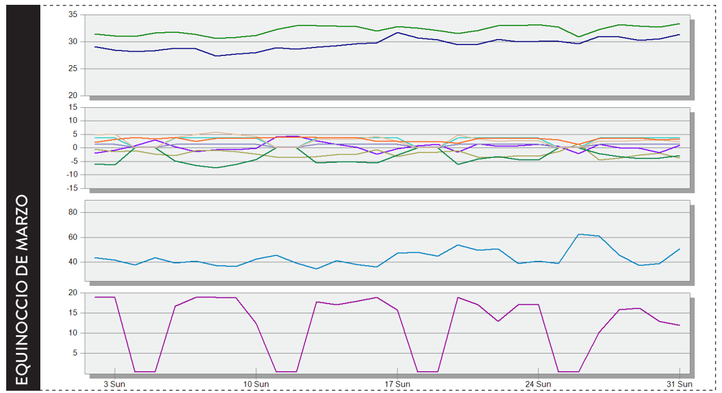
Equinoccios de Marzo y Septiembre

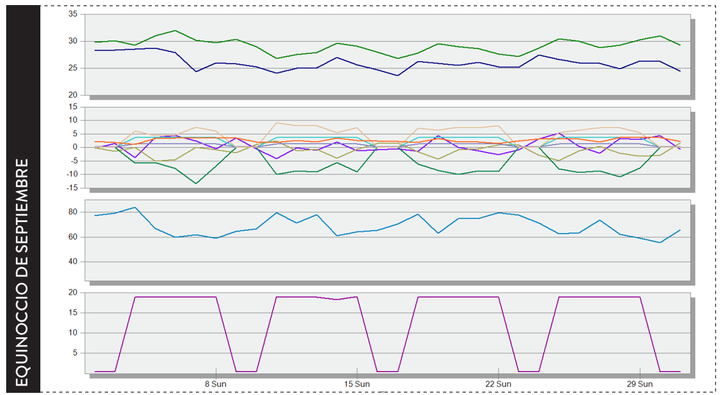
- Ganancias/pérdidas de calor

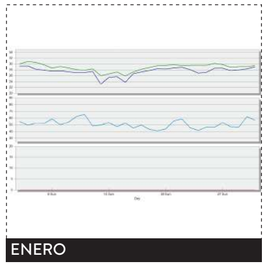
Al existir aperturas se crean ganancias solares, calentando el espacio. Se dan pérdidas de 6-10kW/h en ventilación externa, se dan ganancias de calor en paredes durante el día, y la pérdida en pisos es mínima.

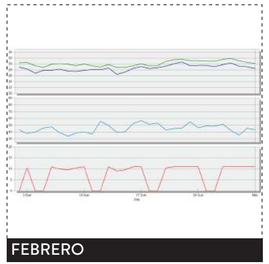
- Ventilación Natural

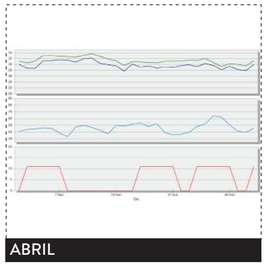
La ventilación programada es cruzada debido a la ubicación y porcentaje de apertura de las ventanas, manejándose de 15-20 ac/h.

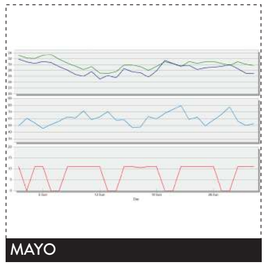


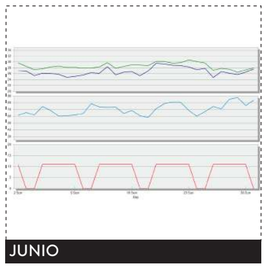


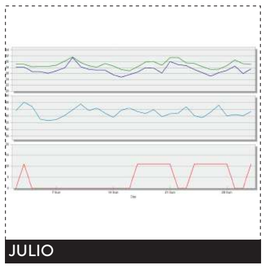


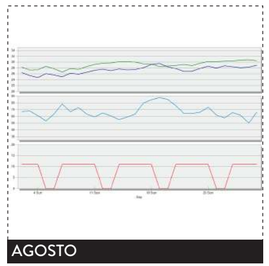


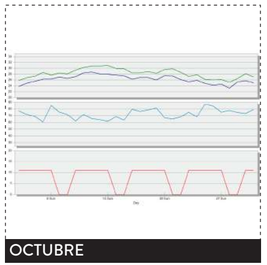


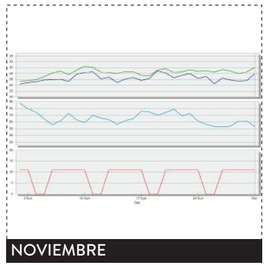












VARIACIÓN 1.1

Se realiza una propuesta de cubierta, de área y de ubicación del prototipo para permitir la ventilación cruzada. En este caso la variación 1 se analiza con baldosa prefabricada como lo utiliza la infraestructura pública.

Análisis Mensual

- Temperatura Operativa vs Temperatura de Bulbo Seco

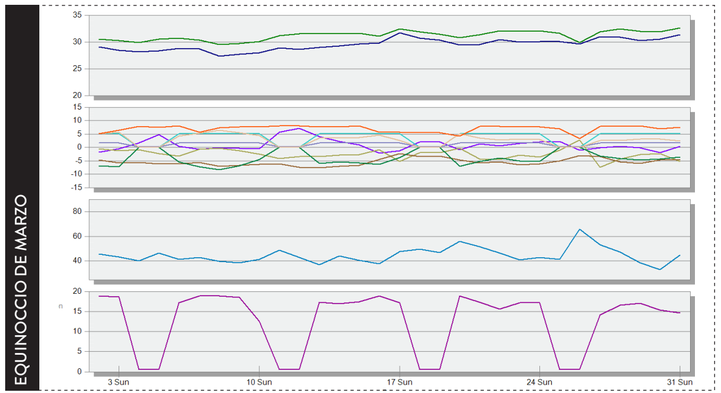
Presenta temperaturas mensuales entre los 28-30°C, algunos días aumentando a 32°C máximo. La de bulbo seco presenta temperaturas entre 26-28°C.

- Humedad Relativa

La humedad relativa es bastante irregular debido al gran rango en el que se presenta de 45-70%.

- Disconfort

Se encuentra fuera de confort durante 11h al día, durante todo el año.



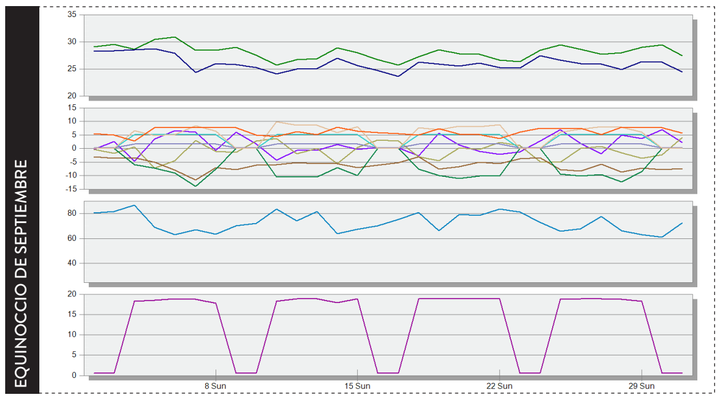
Equinoccios de Marzo y Septiembre

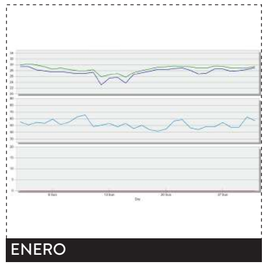
- Ganancias/pérdidas de calor

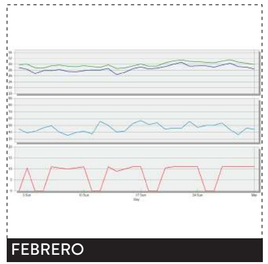
Existe ganancia de calor principalmente por la ocupación, por iluminación natural y equipo tecnológico. Las paredes tienen ganancias pero entre 2-3kW/h. Los pisos, cubiertas y la ventilación externa son los principales en reducir calor.

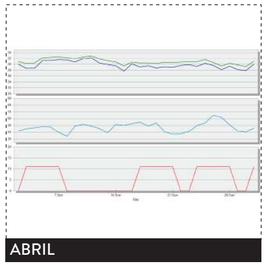
- Ventilación Natural

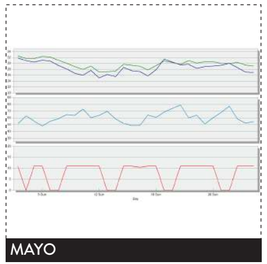
La ventilación programada es cruzada debido a la ubicación y porcentaje de apertura de las ventanas, manejándose de 15-20 ac/h.

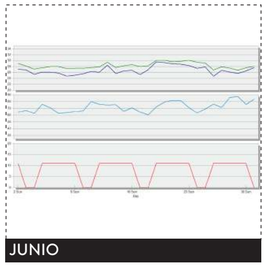


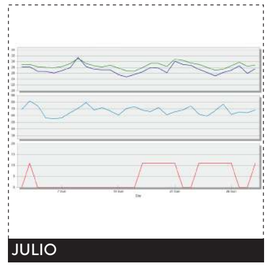

ENERO

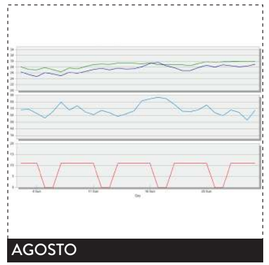

FEBRERO

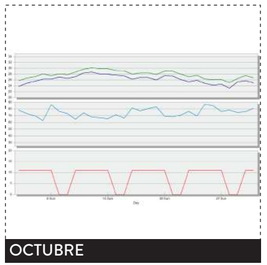

ABRIL

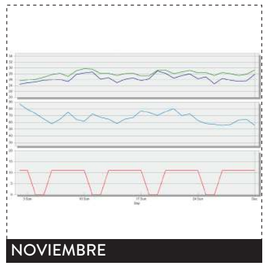

MAYO

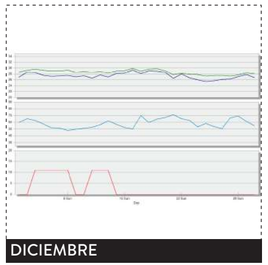

JUNIO


JULIO


AGOSTO


OCTUBRE


NOVIEMBRE


DICIEMBRE

VARIACIÓN 1.2

Se realiza una propuesta de cubierta, de área y de ubicación del prototipo para permitir la ventilación cruzada. Este módulo se analiza con paredes de durock como material propuesto.

Análisis Mensual

- Temperatura Operativa vs Temperatura de Bulbo Seco

La temperatura interna ronda los 28-30°C, mientras que la exterior se presenta desde los 26-28°C, con picos de 30°C.

- Humedad Relativa

La humedad relativa es bastante irregular debido al gran rango en el que se presenta de 45-70%.

- Disconfort

Se encuentra fuera de confort durante 11h al día, durante todo el año.

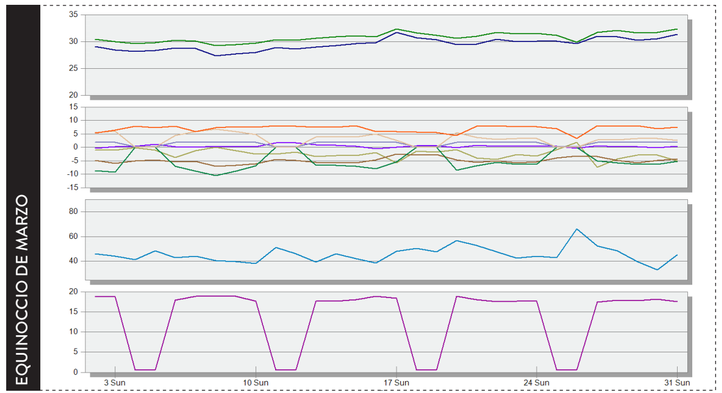
Equinoccios de Marzo y Septiembre

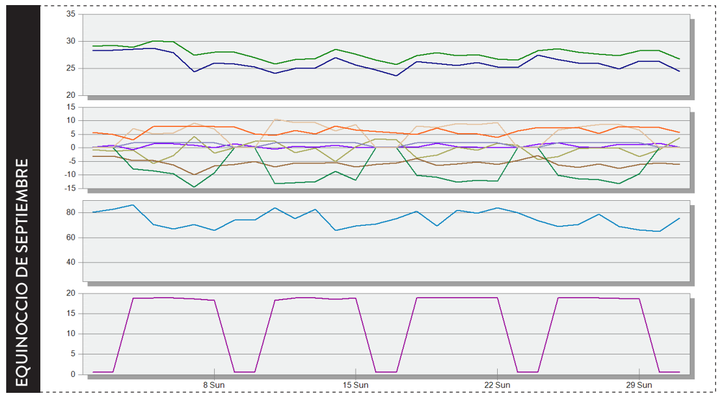
- Ganancias/pérdidas de calor

Al cambiar el material de paredes, mensualmente se denota una pérdida de calor de unos 20kW/h con respecto a la baldosa prefabricada. Se mantienen las ganancias solares y de ocupación. Pero, las cubiertas se mantienen constantes en pérdida de calor al igual que los pisos.

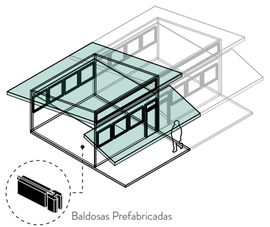
- Ventilación Natural

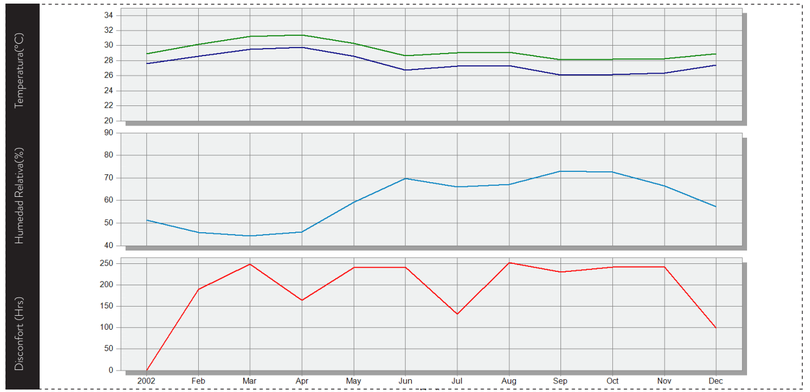
La ventilación programada se mantiene constante debido a que cumple con un horario específico de clases y mantiene ventilación cruzada durante la simulación, esta se da de 15-20ac/h.



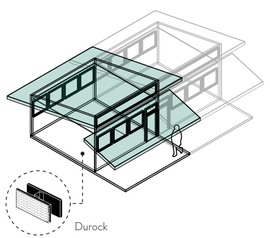


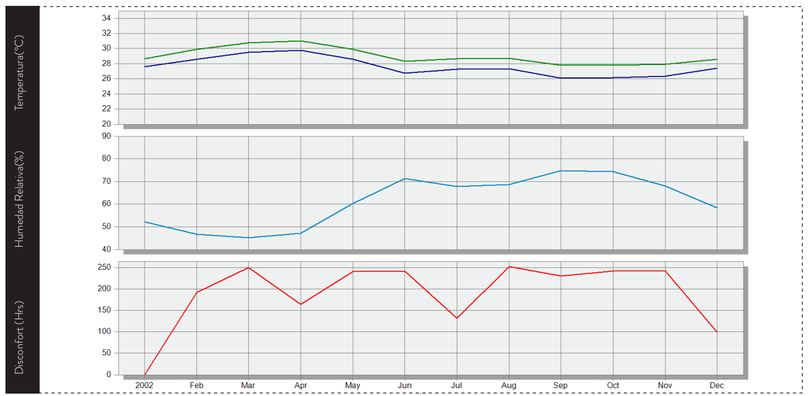
ANUAL VARIACIÓN 1.1



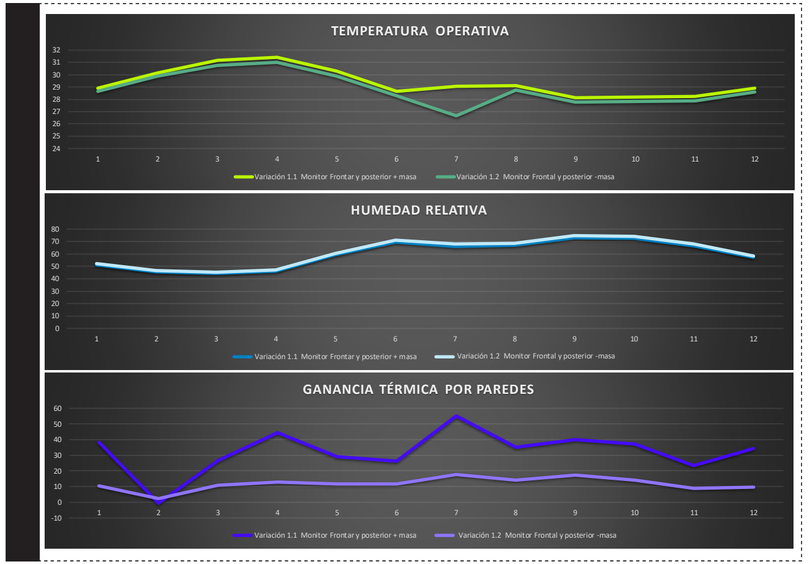


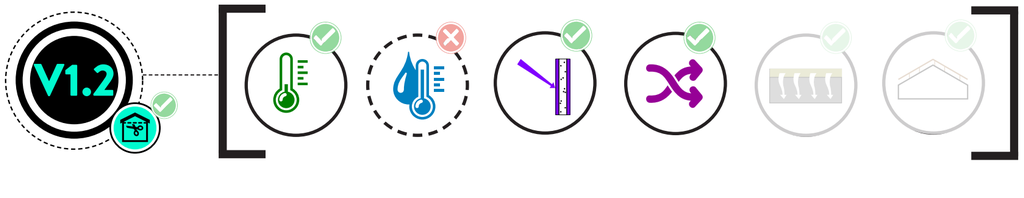
ANUAL VARIACIÓN 1.2

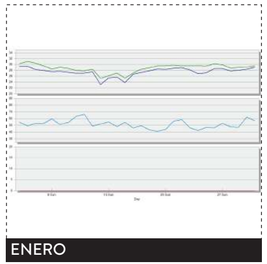


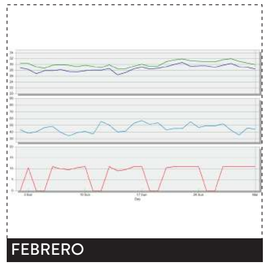


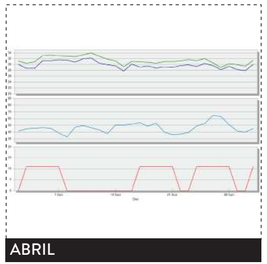
COMPARACIÓN V1.1 VS V1.2

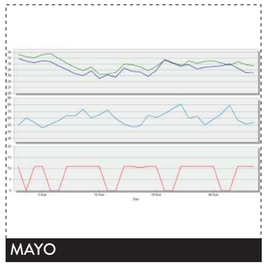


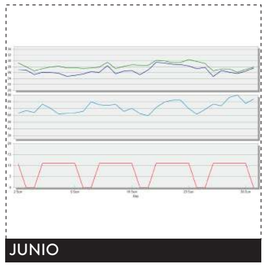


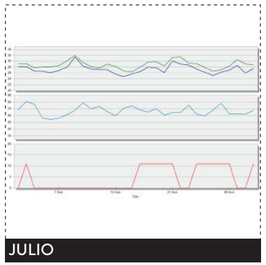


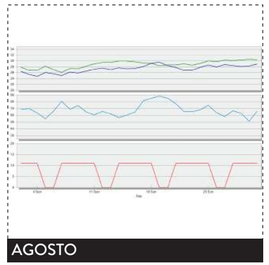


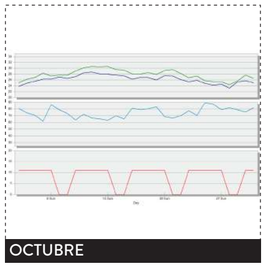


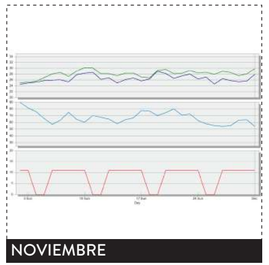


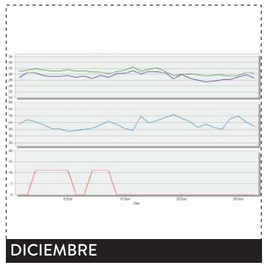












VARIACIÓN 2.1

La variación 2.1, utiliza el prototipo original y lo eleva en este caso a 0.90m para verificar si su funcionamiento es mejor a nivel de piso o elevado debido a la humedad tan alta del sitio.

Análisis Mensual

- Temperatura Operativa vs Temperatura de Bulbo Seco

Las temperaturas se mantienen estables la operativa entre 28-31°C y la de bulbo seco entre 26-28°C.

- Humedad Relativa

La humedad relativa aumenta 5% más de lo que ya manejaba. Se presenta en un rango de 45% hasta 75%, dependiendo de los meses.

- Disconfort

Se encuentra fuera de confort durante 11h al día, durante todo el año.

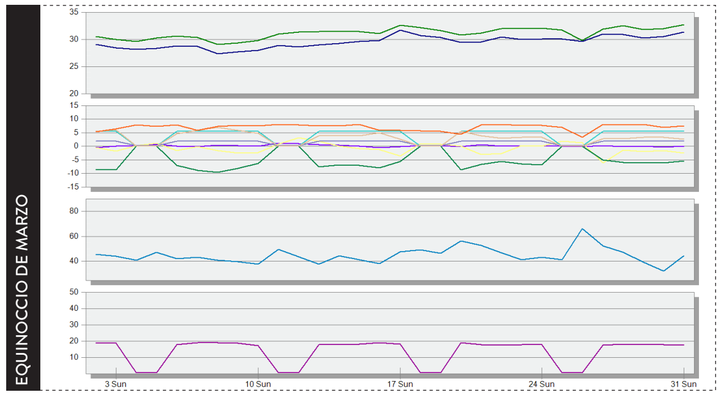
Equinoccios de Marzo y Septiembre

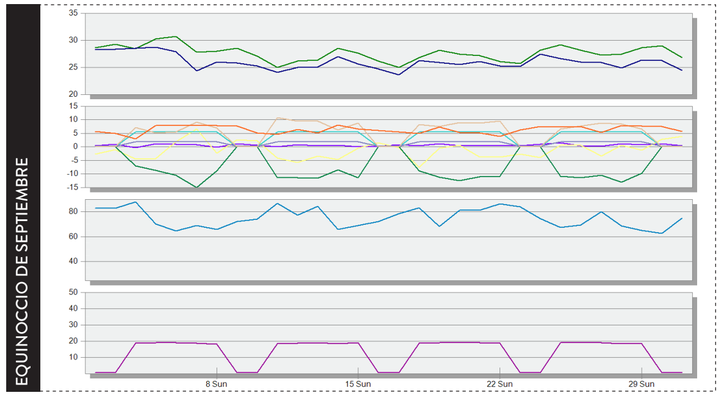
- Ganancias/pérdidas de calor

Se continúa reduciendo las pérdidas de calor por medio de las paredes, pisos y cubiertas, además de la ventilación externa. Las ganancias se mantienen estables.

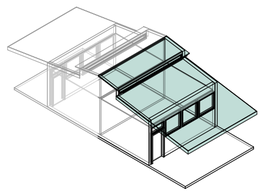
- Ventilación Natural

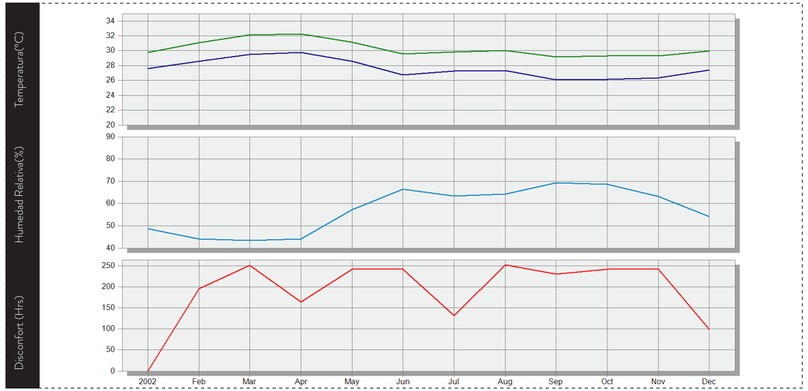
La ventilación ronda los 15-20ac/h.



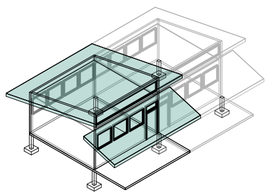


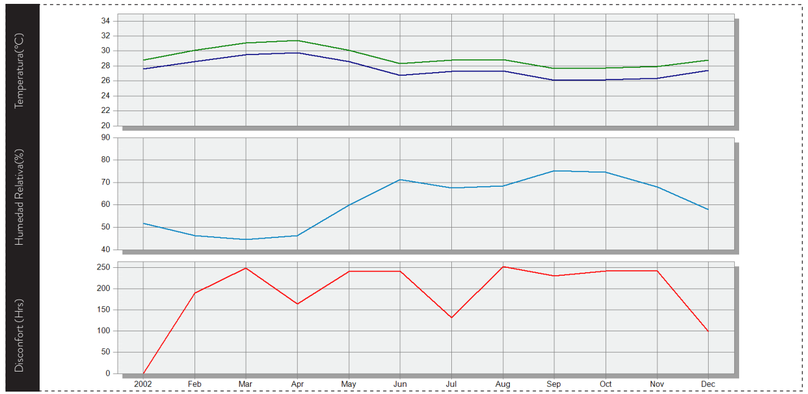
ANUAL MÓDULO 2



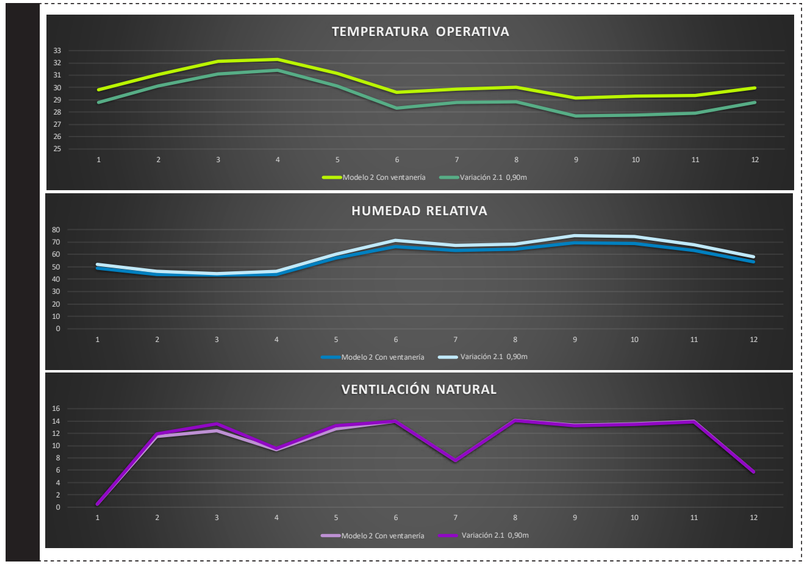


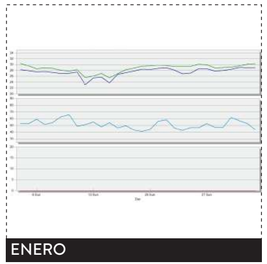
ANUAL VARIACIÓN 2.1

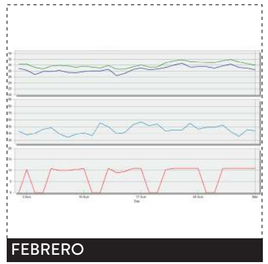


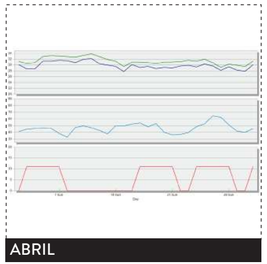


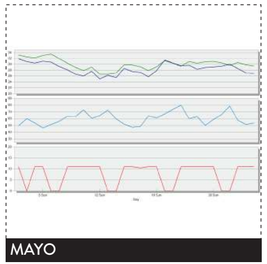
COMPARACIÓN M2 VS V2.1

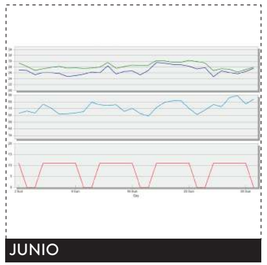


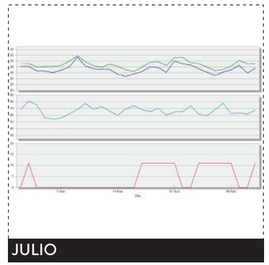

ENERO

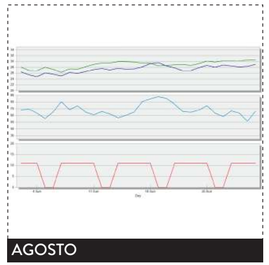

FEBRERO

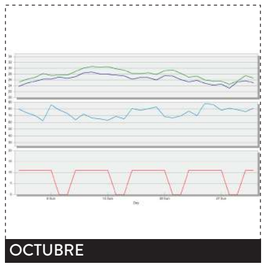

ABRIL

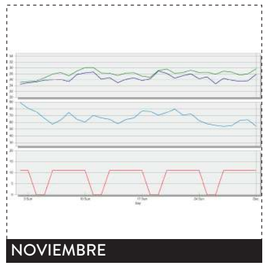

MAYO

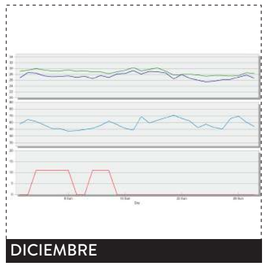

JUNIO


JULIO


AGOSTO


OCTUBRE


NOVIEMBRE


DICIEMBRE

VARIACIÓN 2.2

Se plantea de nuevo el mismo modelo 2, pero elevado a 1.5m de altura para analizar su funcionamiento respecto a humedad, temperatura y confort.

Análisis Mensual

- Temperatura Operativa vs Temperatura de Bulbo Seco

Se mantienen las temperaturas, no hay reducción respecto al modelo anterior, la operativa de 28-31°C mientras que la de bulbo seco de 26-28°C.

- Humedad Relativa

No se modifica la humedad relativa. En la época lluviosa se mantiene en rangos de 60-75% y en época seca de 45-55%.

- Disconfort

Se encuentra fuera de confort durante 11h al día, durante todo el año.

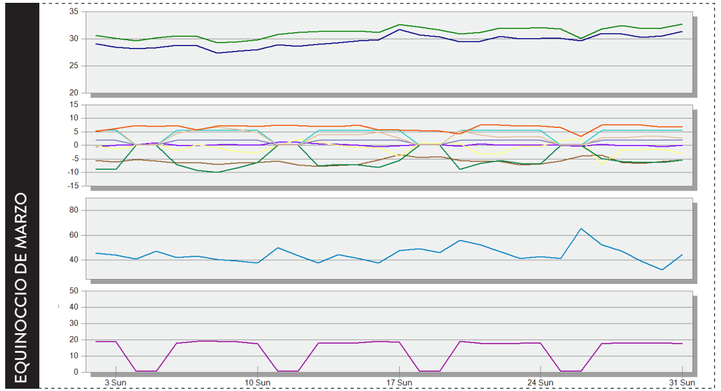
Equinoccios de Marzo y Septiembre

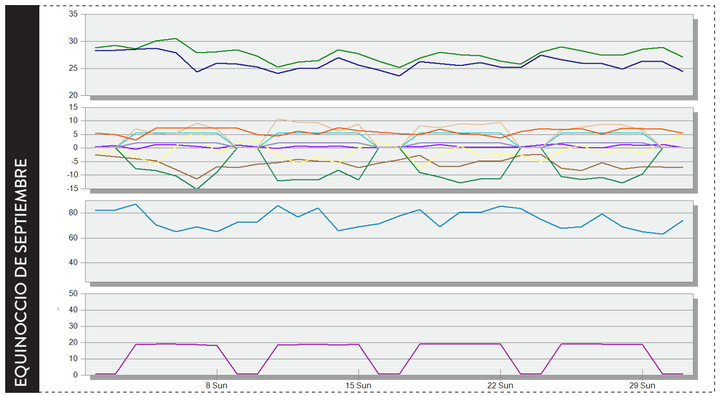
- Ganancias/pérdidas de calor

Se continúa reduciendo las pérdidas de calor por medio de las paredes, pisos y cubiertas, además de la ventilación externa. Las ganancias se mantienen estables.

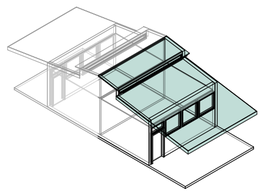
- Ventilación Natural

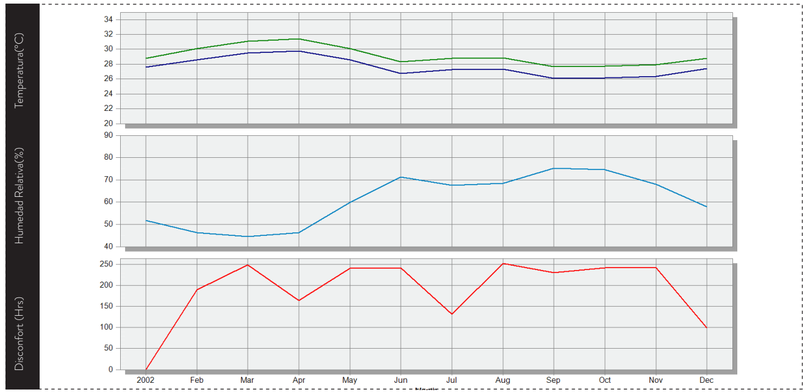
La ventilación programada es cruzada debido a la ubicación y porcentaje de apertura de las ventanas, manejándose de 15-20 ac/h.



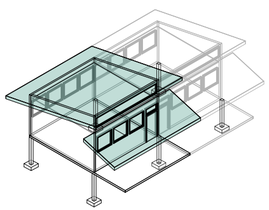


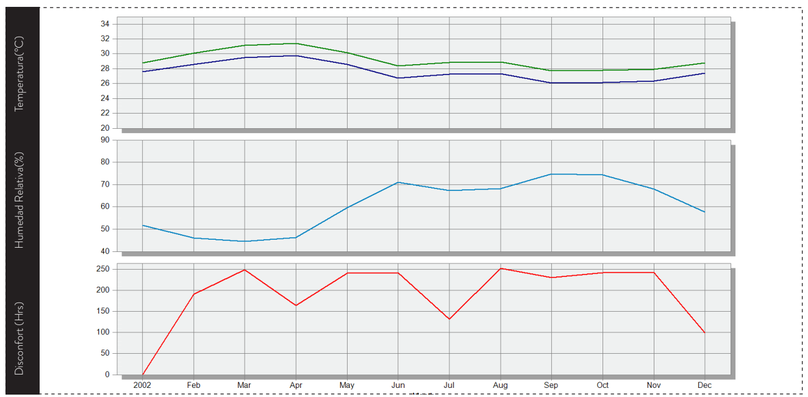
ANUAL MÓDULO 2



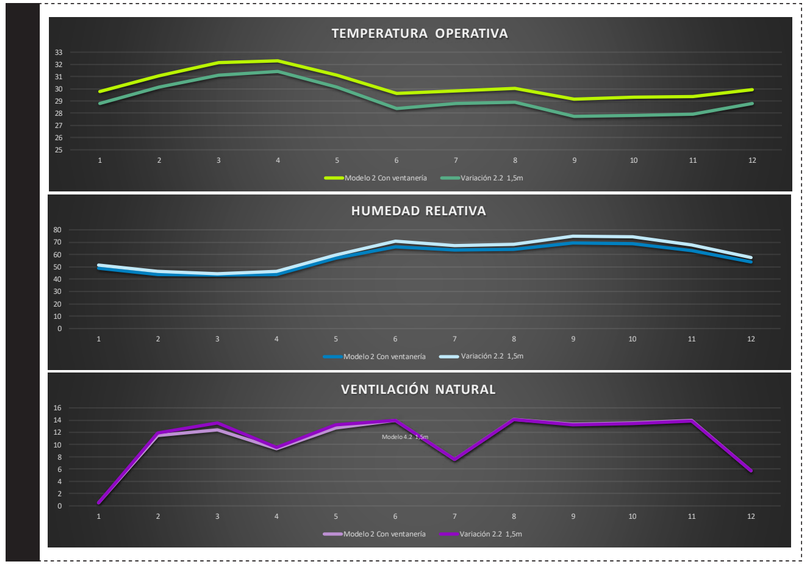


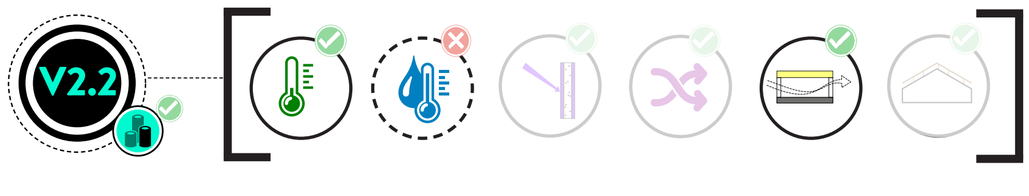
ANUAL VARIACIÓN 2.2

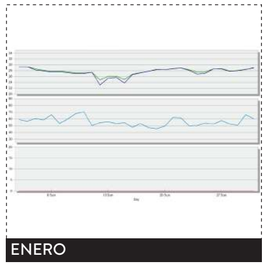


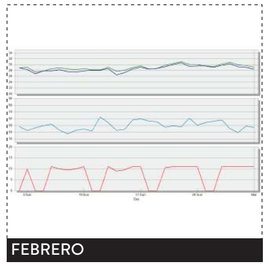


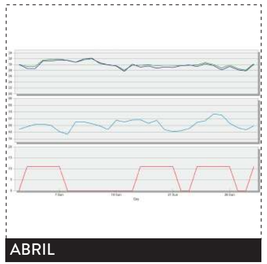
COMPARACIÓN M2 VS V2.2

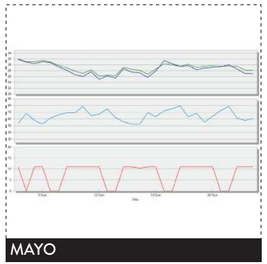


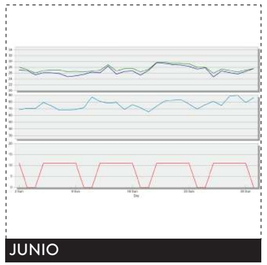


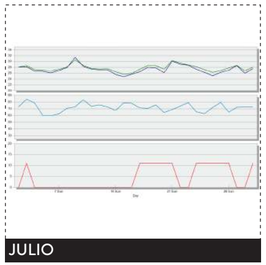

ENERO

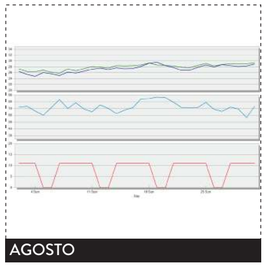

FEBRERO

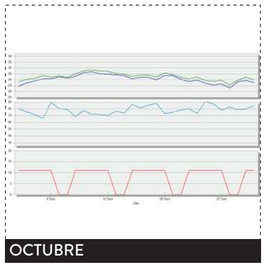

ABRIL

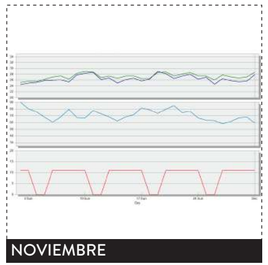

MAYO

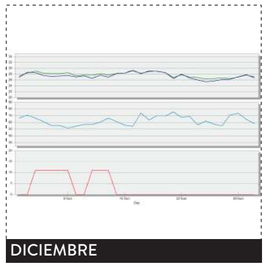

JUNIO


JULIO


AGOSTO


OCTUBRE


NOVIEMBRE


DICIEMBRE

VARIACIÓN 3

Para la variación 3 se utiliza el mismo prototipo rural pero creándole un tipo de propuesta de ventanearía vertical con lamas de madera que permitan la ventilación 24/7, además de ventilas horizontales.

Análisis Mensual

- Temperatura Operativa vs Temperatura de Bulbo Seco

La temperatura operativa se desarrolla en rangos similares a la de bulbo seco, permitiendo que la temperatura interna ya no sea tan elevada, presentando rangos entre los 27-29°C, y en el exterior de 26-28°C.

- Humedad Relativa

Los primeros meses del año hasta mayo se mantiene una humedad de 48-60%, a partir de junio el porcentaje de humedad se eleva de 60-78%.

- Disconfort

Se encuentra fuera de confort durante 11h al día, durante todo el año.

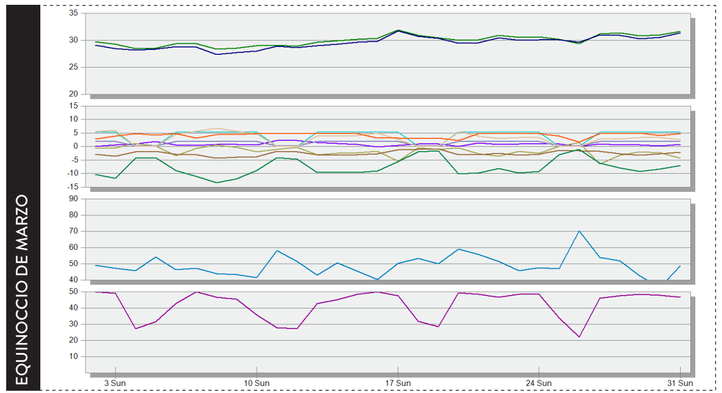
Equinoccios de Marzo y Septiembre

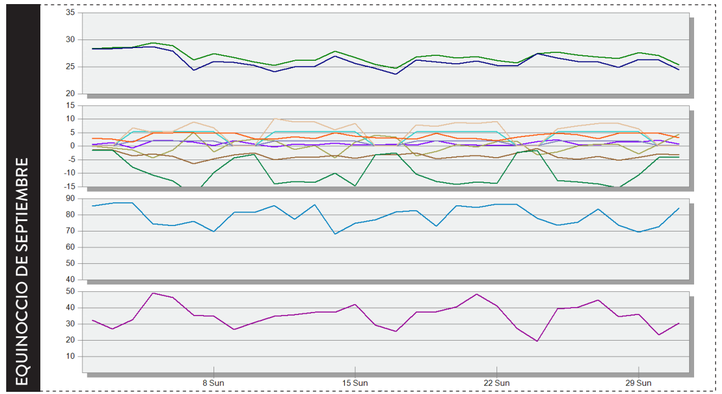
- Ganancias/pérdidas de calor

Debido al aumento de la ventilación, las paredes presentan ganancia de 3kW/h diarias, la ventilación externa se mantiene en constante pérdida de calor de 10kW/h y los pisos al estar emplazados a nivel de suelo tienen una pérdida de calor de 3kW/h.

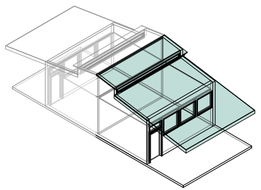
- Ventilación Natural

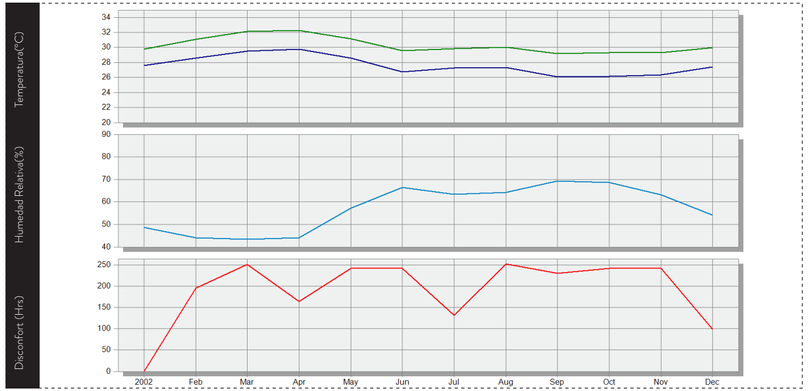
Se utiliza una ventilación programada, que permite una ventilación 24/7, lo que permite una renovación del aire constante de 40-50ac/h.



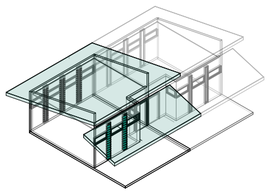


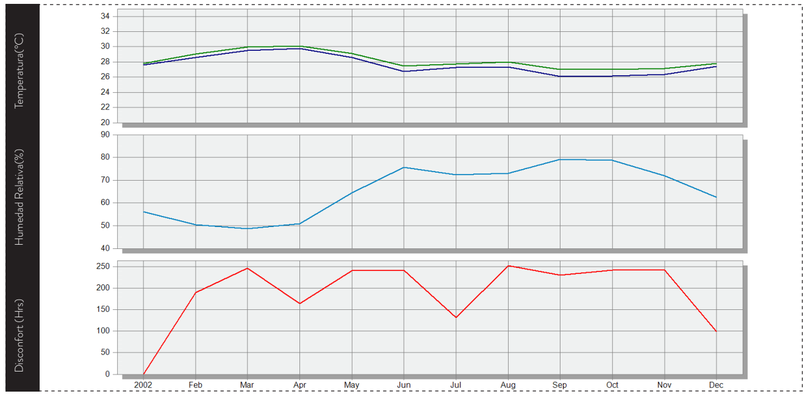
ANUAL MÓDULO 2



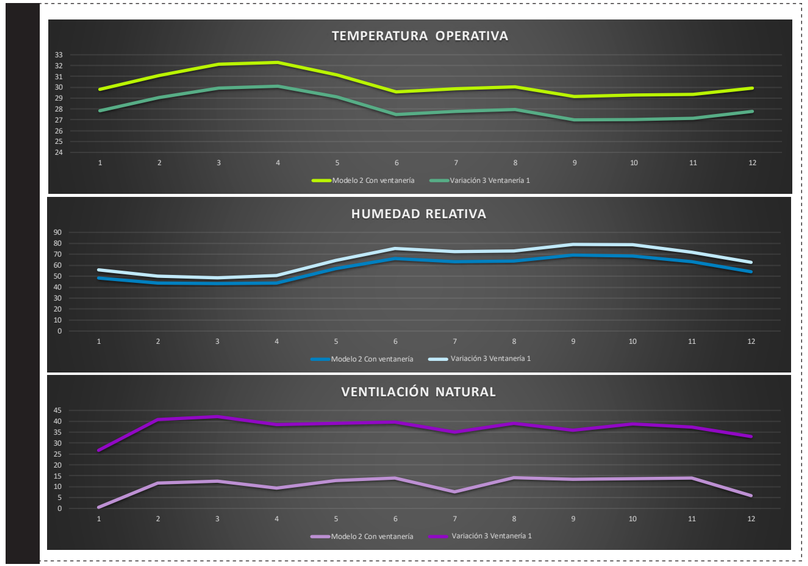


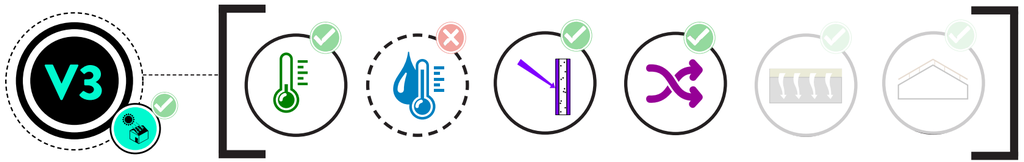
ANUAL VARIACIÓN 3

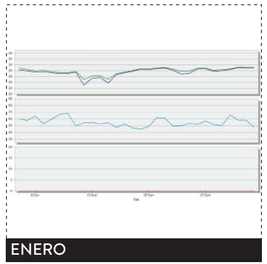


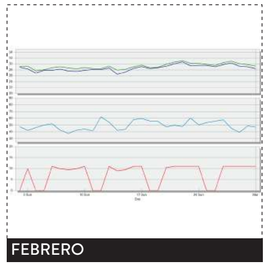


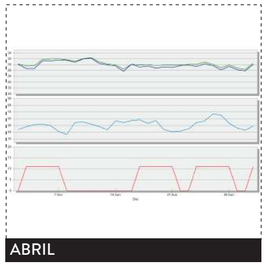
COMPARACIÓN M2 VS V3

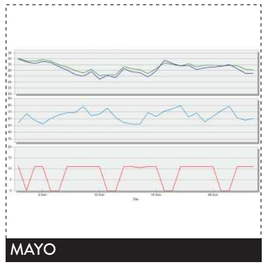


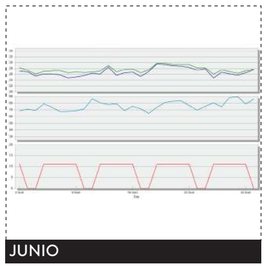


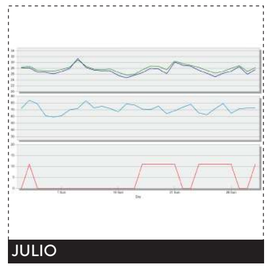

ENERO

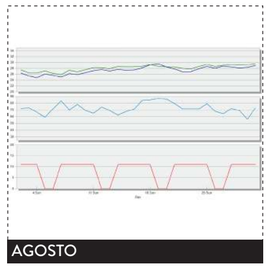

FEBRERO

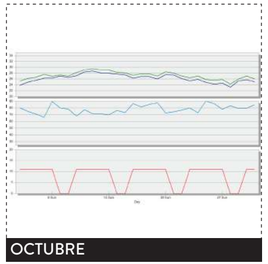

ABRIL

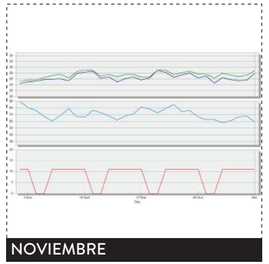

MAYO

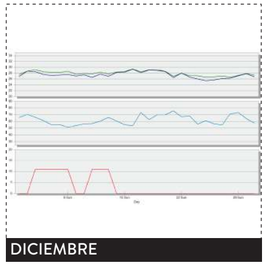

JUNIO


JULIO


AGOSTO


OCTUBRE


NOVIEMBRE


DICIEMBRE

VARIACIÓN 4

Para la variación 4 se utiliza el mismo prototipo rural pero se modifica la propuesta de ventanearía generando dos tipos de aperturas a nivel superior, una permanente 24/7, y una parte de ventilas.

Análisis Mensual

- Temperatura Operativa vs Temperatura de Bulbo Seco

Se mantiene la similitud de temperaturas entre la operativa y la de bulbo seco, de 27-30°C y de 26-28°C respectivamente.

- Humedad Relativa

Los primeros meses del año el porcentaje de humedad se mantiene de 48-60%, mientras que los demás meses del año el porcentaje de humedad se eleva de 60-78%.

- Disconfort

Se encuentra fuera de confort durante 11h al día, durante todo el año.

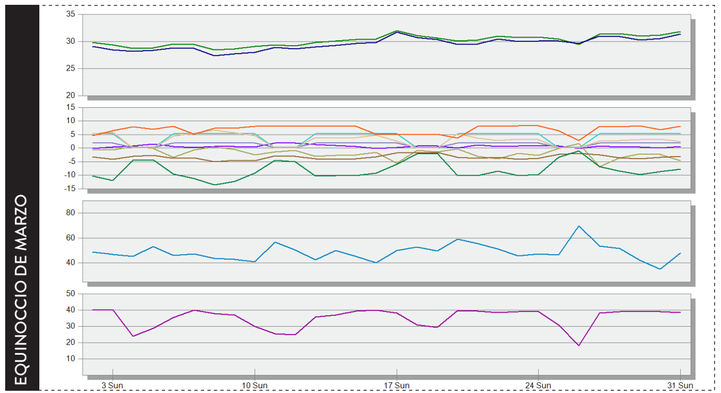
Equinoccios de Marzo y Septiembre

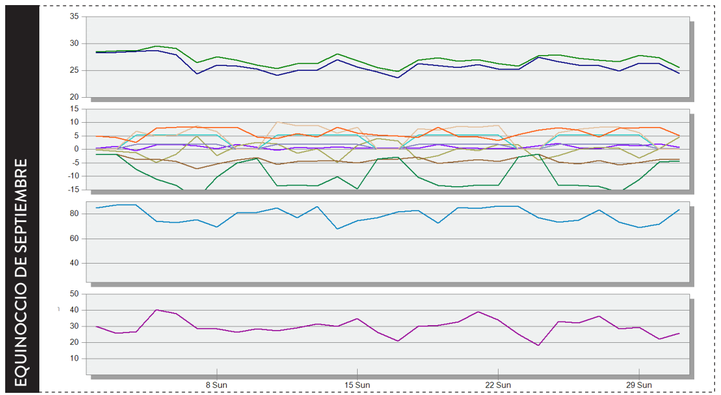
- Ganancias/pérdidas de calor

Se aumentan las ganancias solares, recibiendo más de 5kW/h diarios, además de las ganancias por ocupación. Se dan pérdidas a nivel de ventilación externa de 10kW/h, en pisos y cubiertas de 3-5kW/h.

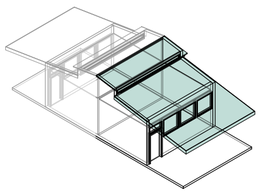
- Ventilación Natural

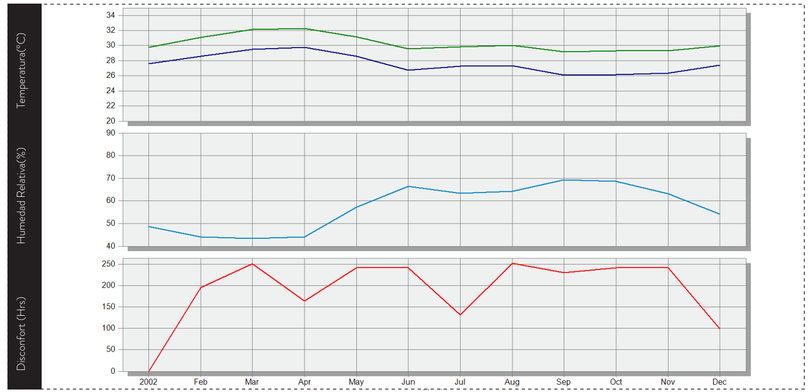
Se utiliza una ventilación programada, que permite una ventilación 24/7, lo que permite una renovación del aire constante de 40-50ac/h.



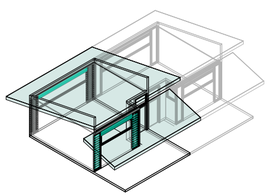


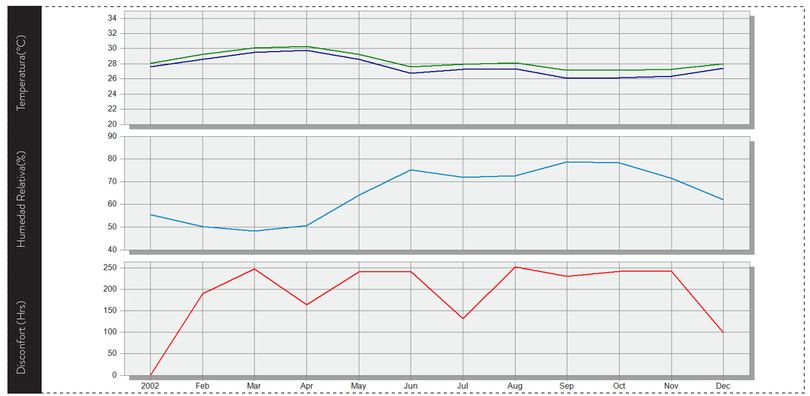
ANUAL MÓDULO 2



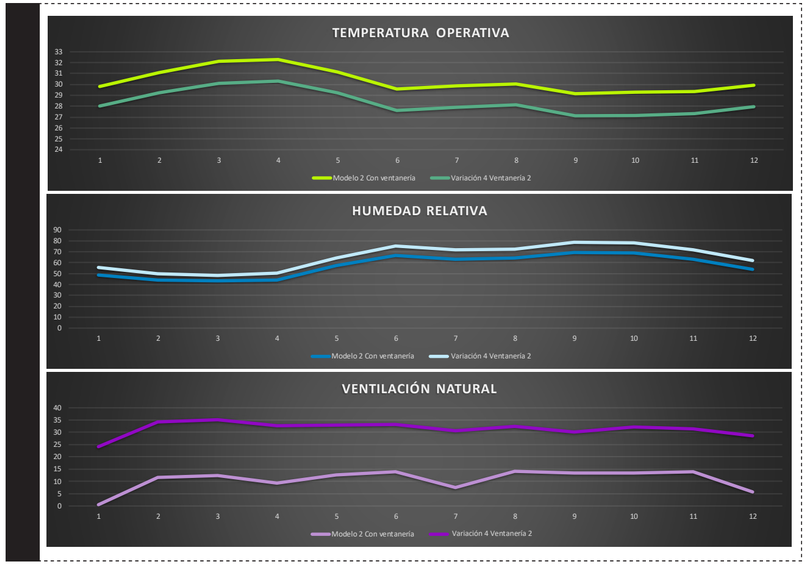


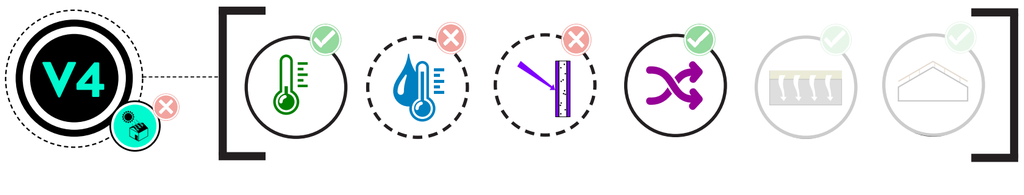
ANUAL VARIACIÓN 4

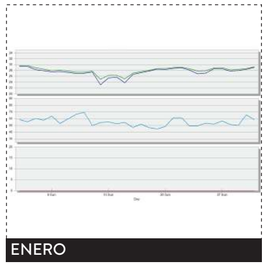


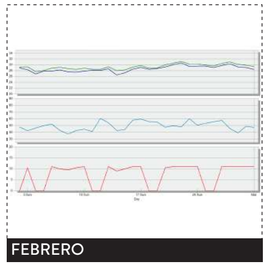


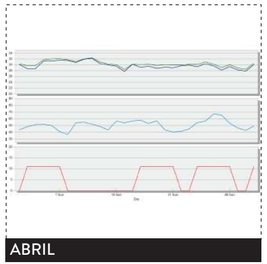
COMPARACIÓN M2 VS V4

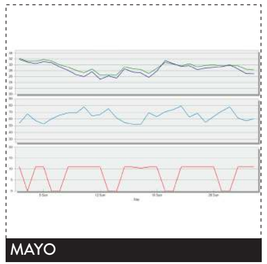


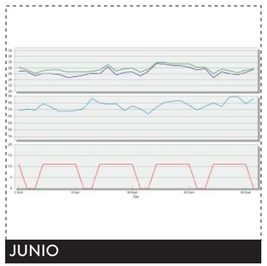


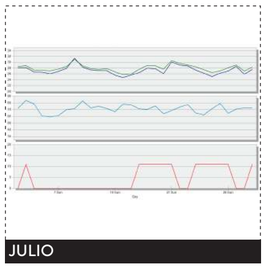

ENERO

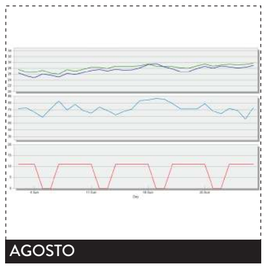

FEBRERO

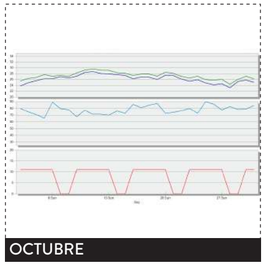

ABRIL

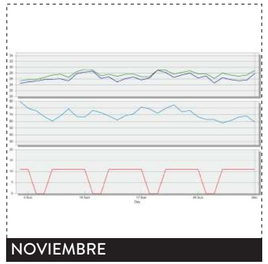

MAYO


JUNIO


JULIO


AGOSTO


OCTUBRE


NOVIEMBRE

DICIEMBRE

VARIACIÓN 5

Propuesta 5 de ventanearía, se propone una ventilación cruzada óptima, lo que implica que en la fachada norte las aperturas se encuentran en la parte inferior y al sur en la parte superior, permitiendo cubrir mayor área. Cuenta con un tipo 24/7 en jordomex y ventilas.

Análisis Mensual

- Temperatura Operativa vs Temperatura de Bulbo Seco

Se mantienen los rangos de temperatura con los modelos 3-4, presentando una operativa de 27-30°C y una temperatura externa de 26-28°C.

- Humedad Relativa

Los primeros meses del año hasta mayo se mantiene una humedad de 48-60%, a partir de junio el porcentaje de humedad se eleva de 60-78%.

- Disconfort

Se encuentra fuera de confort durante 11h al día, durante todo el año.

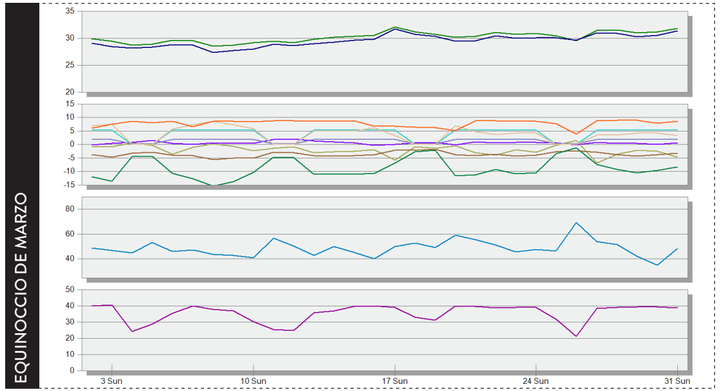
Equinoccios de Marzo y Septiembre

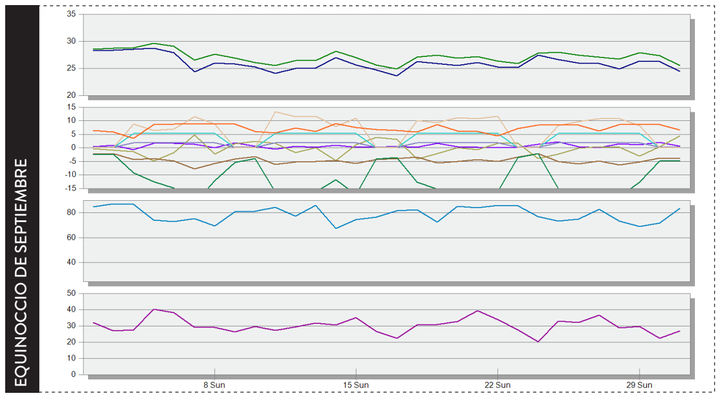
- Ganancias/pérdidas de calor

Se reducen las ganancias en paredes con respecto al modelo 3 y 4. Sin embargo, las ganancias solares siguen estando altas. Se mantiene constante la pérdida en pisos, cubiertas y ventilación externa.

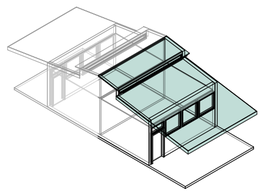
- Ventilación Natural

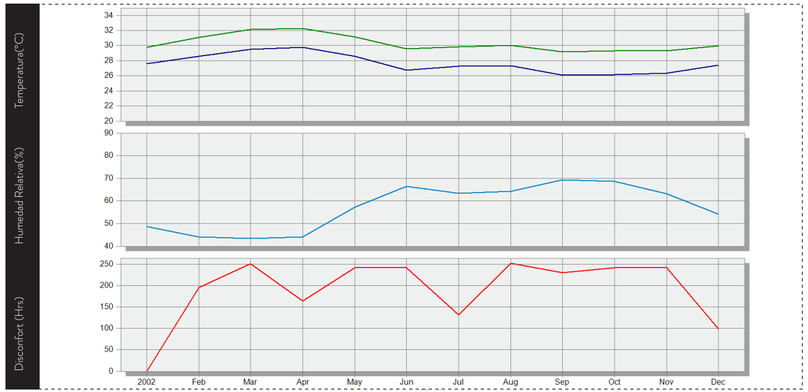
Se utiliza una ventilación programada, que permite una ventilación 24/7, lo que permite una renovación del aire constante de 40-50ac/h.



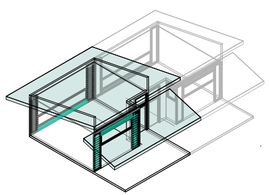


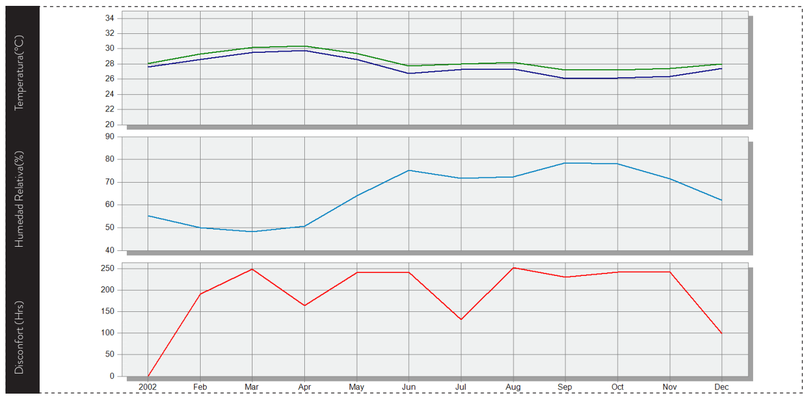
ANUAL MÓDULO 2



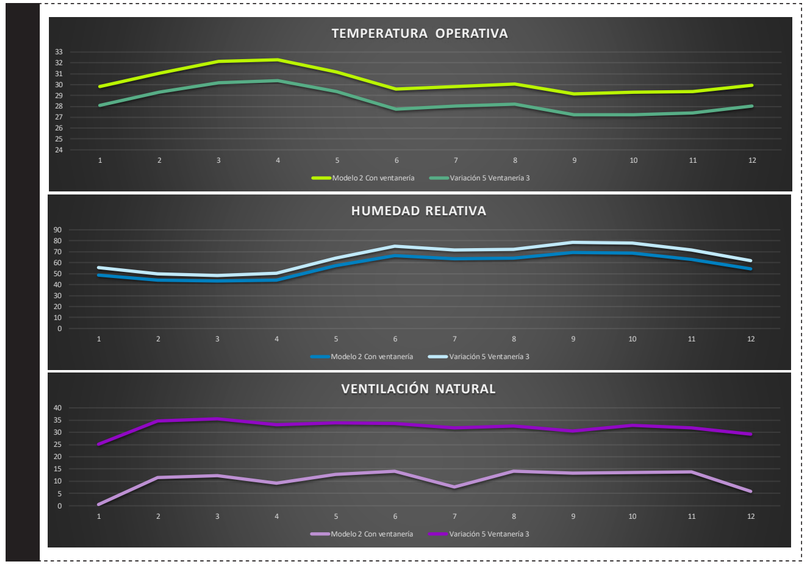


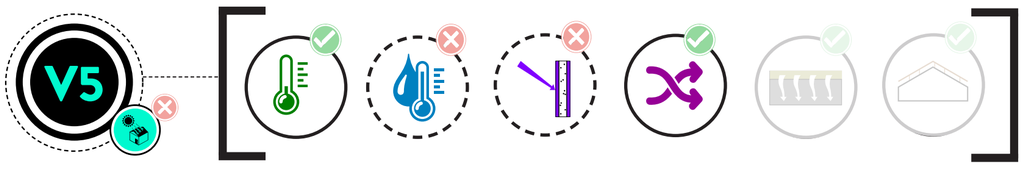
ANUAL VARIACIÓN 5

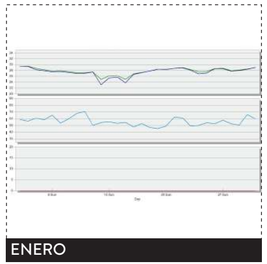


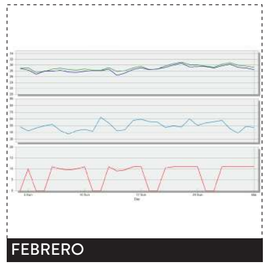


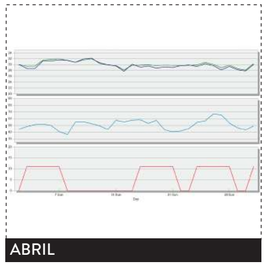
COMPARACIÓN M2 VS V5

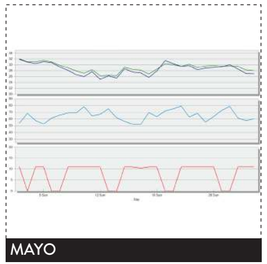


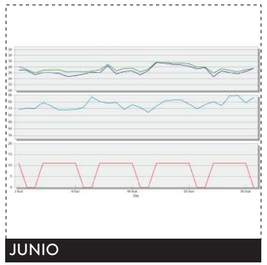


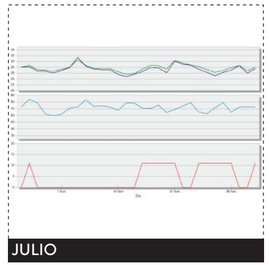

ENERO

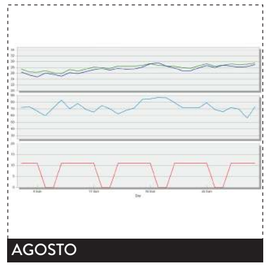

FEBRERO

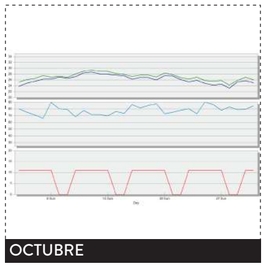

ABRIL

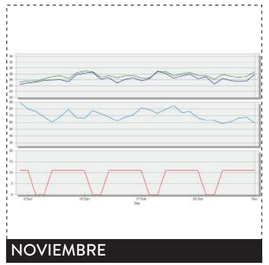

MAYO

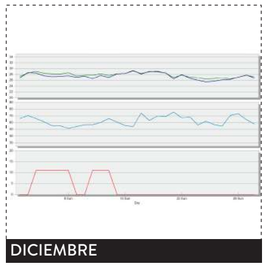

JUNIO


JULIO


AGOSTO


OCTUBRE


NOVIEMBRE


DICIEMBRE

VARIACIÓN 6

La última propuesta de ventanearía es similar a la utilizada en la escuela de Daytonia para comprobar si funciona o no para esta Zona de Vida. Se utilizan lamas de madera al norte y aperturas inferiores en el lado sur junto con unas ventilas en la parte superior.

Análisis Mensual

- Temperatura Operativa vs Temperatura de Bulbo Seco

No se modifica la temperatura operativa ni la externa, se mantienen de 27-30°C y de 26-28°C respectivamente.

- Humedad Relativa

La humedad relativa se presenta en un rango amplio dependiendo de los meses, sin embargo es tan variable que puede encontrarse desde 48% hasta 78%.

- Disconfort

Se encuentra fuera de confort durante 11h al día, durante todo el año.

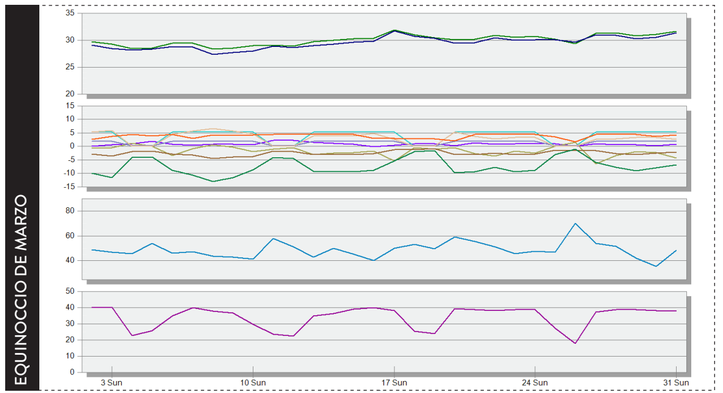
Equinoccios de Marzo y Septiembre

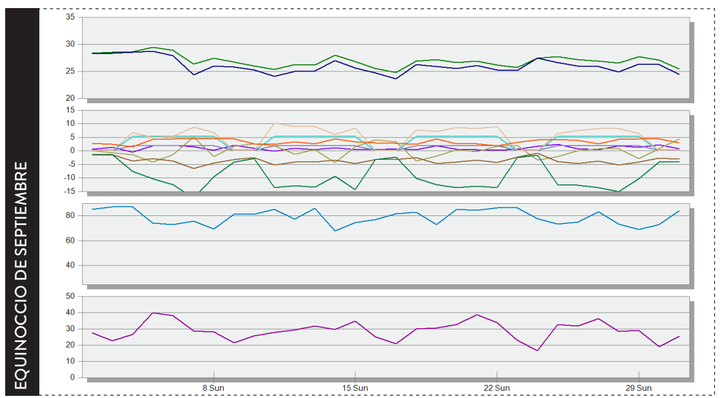
- Ganancias/pérdidas de calor

Se genera una reducción de ganancias de calor de -5kw/h, se mantienen constantes las pérdidas generadas con la ventilación externa, las cubiertas y los pisos. Las paredes se mantienen muy cerca de cero con ganancias mínimas.

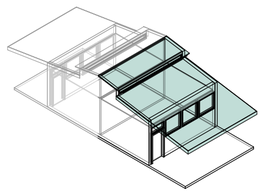
- Ventilación Natural

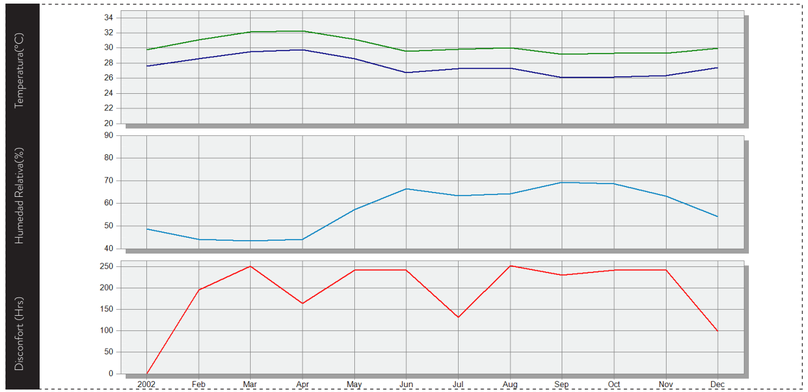
Se utiliza una ventilación programada, que permite una ventilación 24/7, lo que permite una renovación del aire constante de 40-50ac/h.



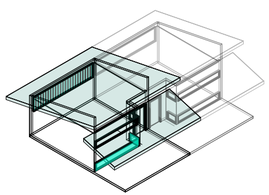


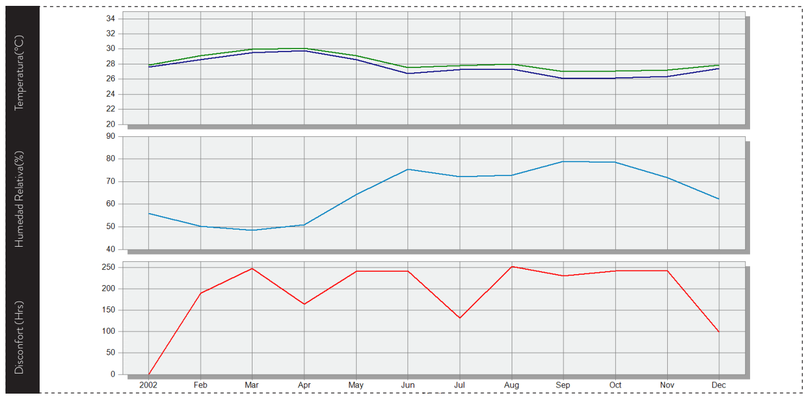
ANUAL MÓDULO 2



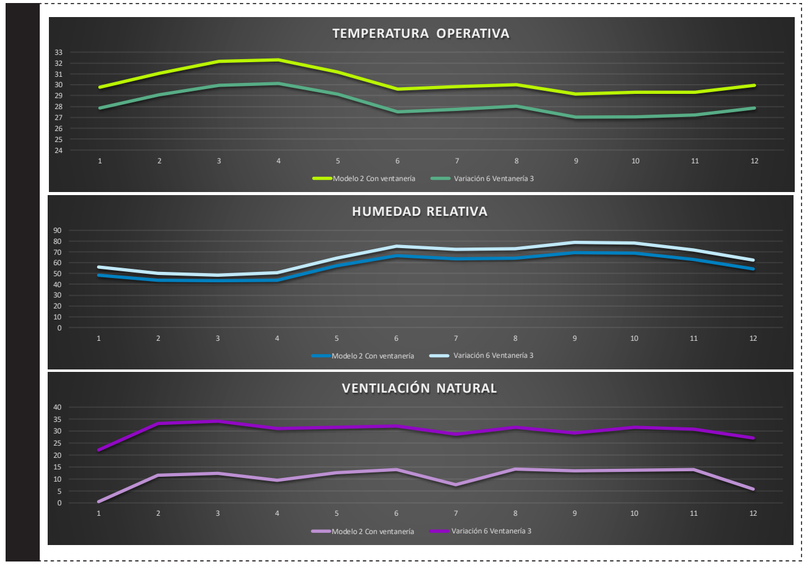


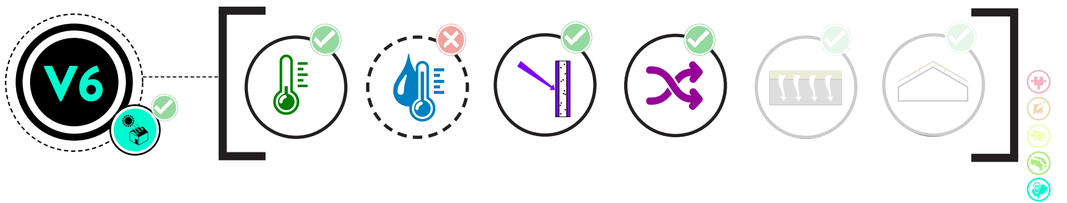
ANUAL VARIACIÓN 6

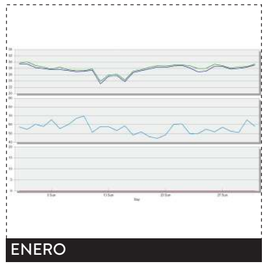


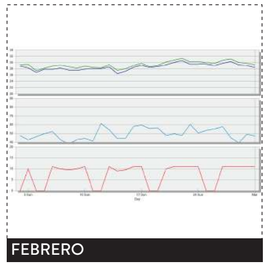


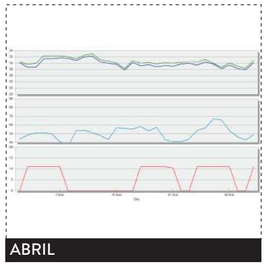
COMPARACIÓN M2 VS V6

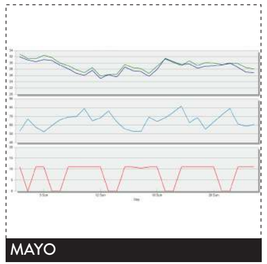


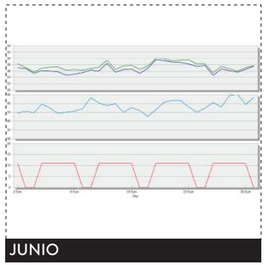


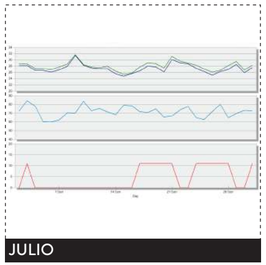

ENERO

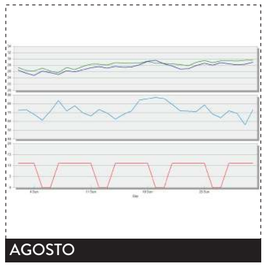

FEBRERO

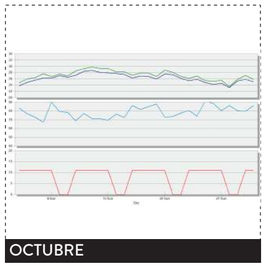

ABRIL

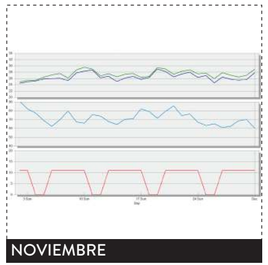

MAYO

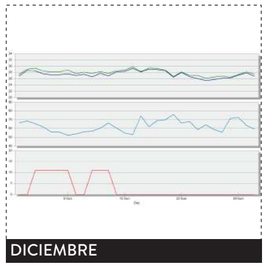

JUNIO


JULIO


AGOSTO


OCTUBRE


NOVIEMBRE


DICIEMBRE

VARIACIÓN 7

La propuesta final del aula de Betania reúne la suma de varias estrategias analizadas que mejoraron el funcionamiento y confort interno dentro del espacio educativo.

Análisis Mensual

- Temperatura Operativa vs Temperatura de Bulbo Seco

La temperatura operativa se aproxima a la de bulbo seco. Se logra reducir la temperatura operativa en comparación con el modelo original de la DIEE, presentando temperaturas mensuales ente los 27-30°C principalmente y de bulbo seco entre 26-28°C.

- Humedad Relativa

La humedad relativa se aumenta a partir de junio de 60-80%. Los primeros meses del año ronda los 45-55%.

- Disconfort

No se logra reducir más la temperatura por lo que no se logran

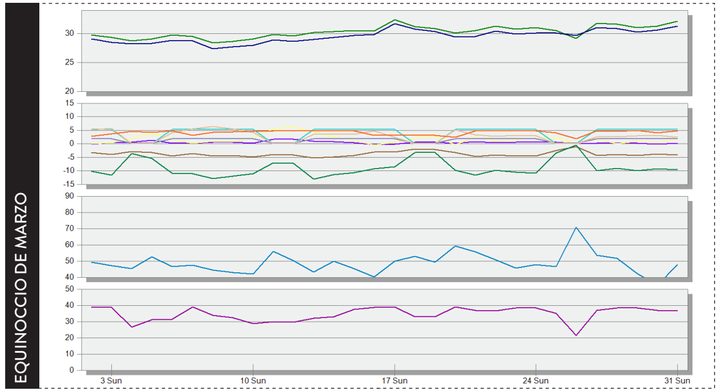
Equinoccios de Marzo y Septiembre

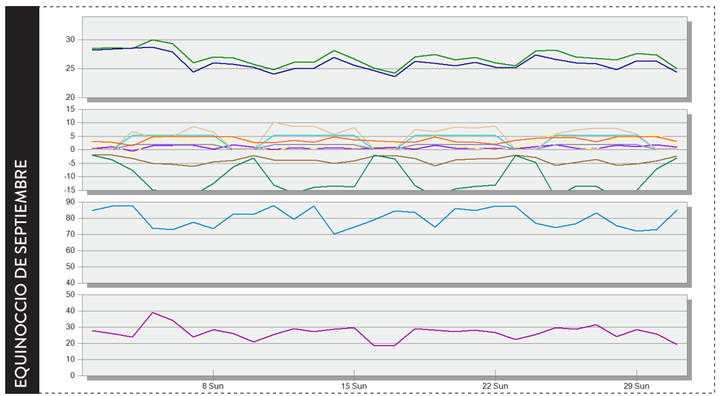
- Ganancias/pérdidas de calor

Se reducen las ganancias solares, se aumentan ganancias a nivel de piso pero se reducen las ganancias de paredes y de cubiertas. La ventilación externa se mantiene constante en pérdidas de calor.

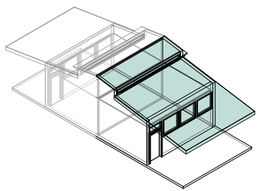
- Ventilación Natural

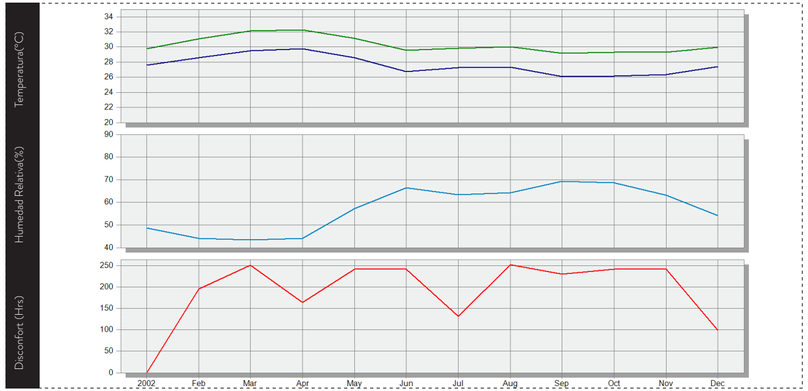
Se utiliza una ventilación programada, que permite una ventilación 24/7, lo que permite una renovación del aire constante de 40-50ac/h.



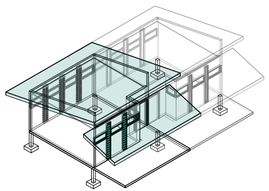


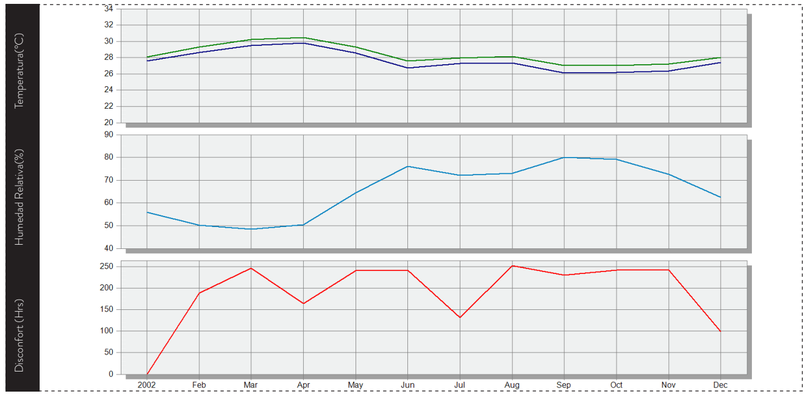
ANUAL MÓDULO 2



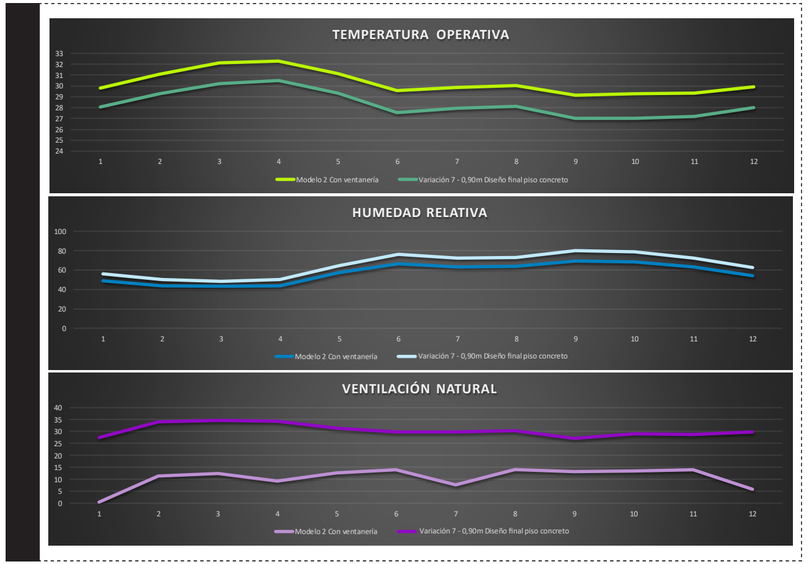


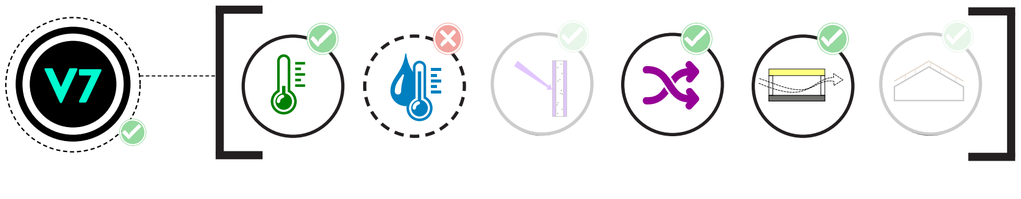
ANUAL VARIACIÓN 7





COMPARACIÓN M2 VS V7

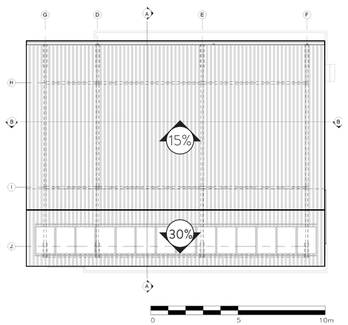




Planimetría y Visualización Escuela Betania (Aula)

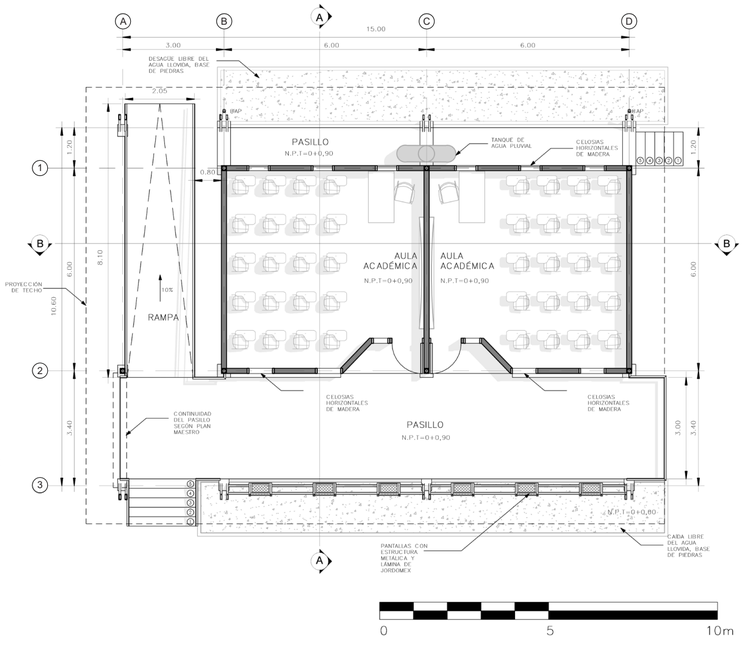
En esta sección se presentará todo aquello respectivo a la representación gráfica del diseño final del prototipo de aula resultante de la investigación para la Escuela Betania (Upala), ubicada en el piso Altitudinal Basal y Zona de Vida Bosque Muy Húmedo Tropical.

Por medio de plantas de distribución / techos, cortes arquitectónicos, fachadas y visualizaciones tridimensionales como renders internos y externos, así como isométricos del prototipo para un mayor entendimiento de la composición y sus características.



PLANTA ARQUITECTÓNICA DE TECHOS

Imagen 5.28 Planta de Arquitectónica techos del aula, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque Muy húmedo Tropical. Elaboración Propia.

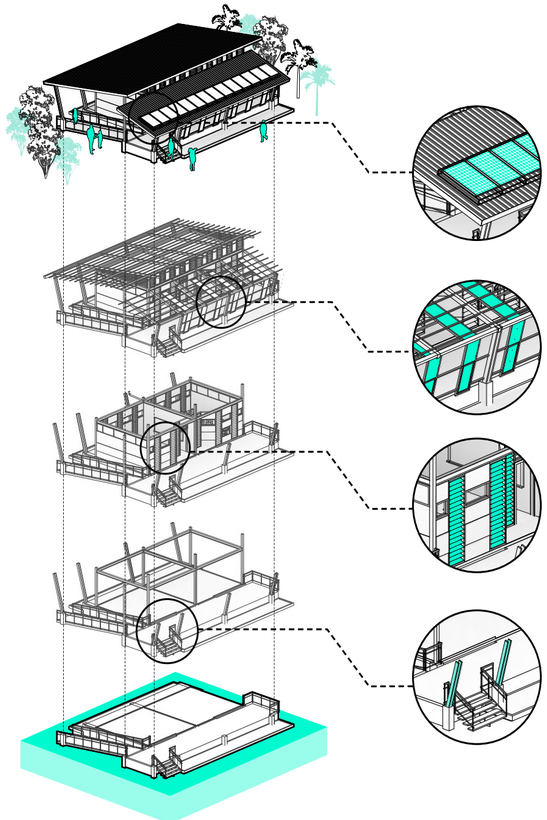


PLANTA DISTRIBUCIÓN ARQUITECTÓNICA AULA PROTOTIPO BETANIA

Imagen 5.28.1, Planta de distribución Arquitectónica del aula, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical Elaboración Propia.

RENDER EXTERNO AULA PROTOTIPO

Imagen 5.28.2, Visualización 3D externa, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque Muy húmedo Tropical, Escuela Betania. Elaboración Propia.



ISOMÉTRICO DE CAPAS COMPONENTES

Imagen 5.28.3, Isométrico aula Escuela Betania, componentes estructurales, características de climatización pasiva y buenas prácticas ambientales. Elaboración Propia.

EL uso de paneles solares, en las techos que dan al sur para mayor aprovechamiento de la radiación directa, permitiendo abastecer de energía electrica renovable, como parte de la implementación de buena prácticas ambientales.

El uso de pantallas perforadas (láminas expandidas) al sur para protección de la radiación solar, pantallas que en el caso del comedor permitan la flexibilidad de convertirse en mobiliario (mesas).

Parte de las estrategias analizadas y escogidas se encuentra las celosías de madera horizontales, que permitan tanto el control de vientos como de iluminación

La propuesta estructural vertical para aleros y pasillos, son doble columnas perfil C de hierro galvanizado con anticorrosivo.

Base del modelo elevado en columnas y vigas de concreto, permitiendo proteger a los estudiantes y la infraestructura en caso de inundaciones (altura de 0,9m y 1,5m)

ISOMÉTRICO ESTRUCTURA DE TECHOS

Uso de monitores laterales y centrales de hierro galvanizado y láminas perforadas (lámina expandida jordomex) que permitan la ventilación cruzada y por lo tanto la disipación de calor proveniente del espacio.

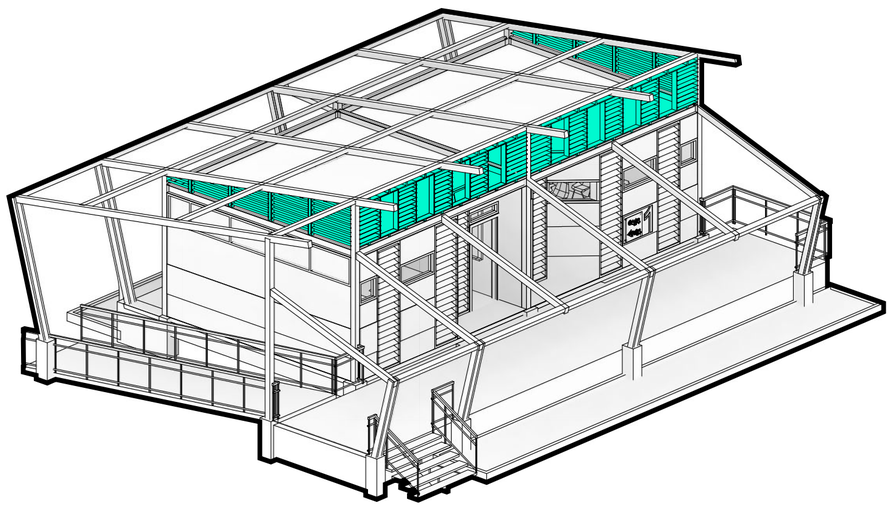


Imagen 5.28.4, Isométrico aula Escuela Betania, monitores laterales y centrales de Hierro galvanizado. Elaboración Propia.

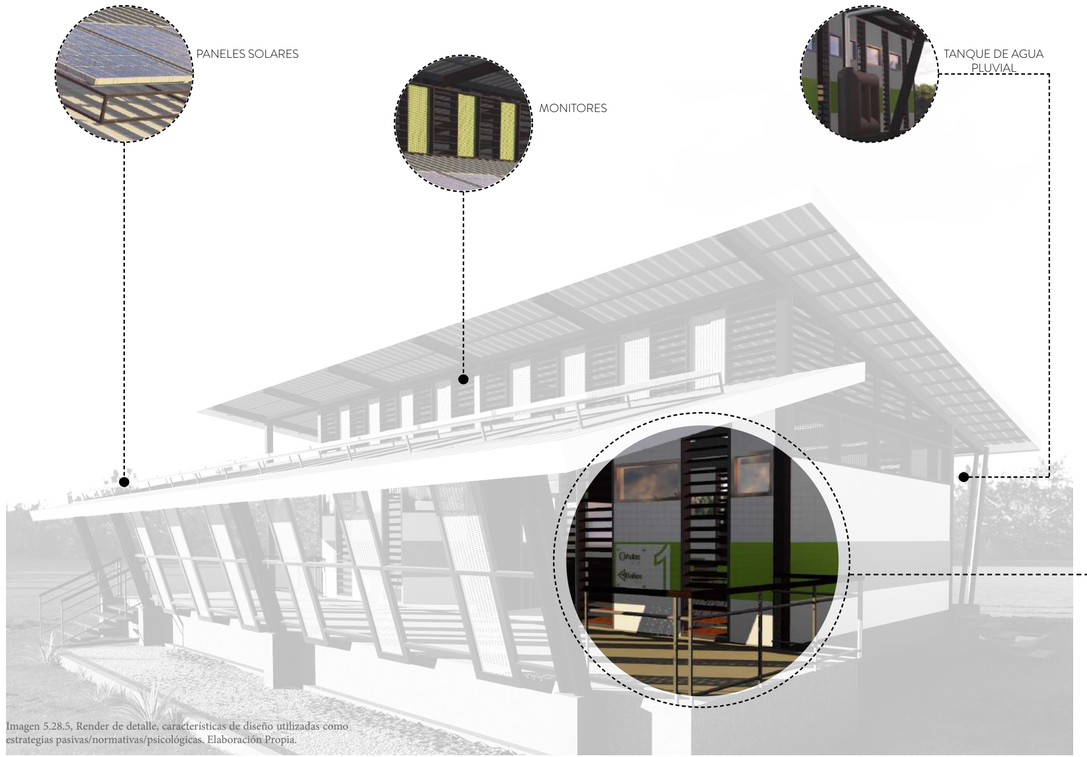


Imagen 5.28.5, Render de detalle, características de diseño utilizadas como estrategias pasivas/normativas/psicológicas, Elaboración Propia.

AULAS

Significado
Verdad, Serenidad, Armonía, Fidelidad, Sinceridad,Reposo, Paz, Responsabilidad.

Aporte
Tranquiliza la mente. Propicia el relajamiento por el efecto tranquilizante y sedante.

Exceso
Depresión, Aflicción, Pesadumbre.

COMEDOR

Significado
Energía, Vitalidad, Poder, Fuerza, Apasionamiento, Valor, Agresividad, Impulso, Movimiento.

Aporte
Ayuda a la depresión, activa la respiración, estimula la presión arterial. Ayuda a personas retraídas, da vida interior.

Exceso
Aumento de la ansiedad, agitación, Tensión (Muscular).

Imagen 5.28.6, Detalles de diseño, Elaboración Propia

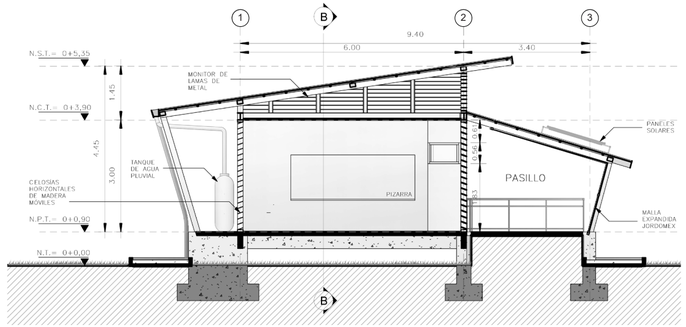
-Buenas Prácticas Ambientales
Se busca la optimización de recursos naturales, minimizando el consumo de agua potable y del consumo de energía por medio de la recolección del agua llovida, así como el análisis y simulación de la correcta ubicación de los paneles solares para el debido aprovechamiento de la radiación solar.

-Materiales - Texturas
Se propone el uso de materiales que se puedan modular para no generar desperdicio en la obra, que sean de bajo costo, reutilizables en algún momento si se requiere, y con buena entropía. (Ver imagen 5.28.6)

-Normativa- Ley 7600
Se diseñan las rotulaciones en braile, además del cumplimiento de las rampas en cada modelo.

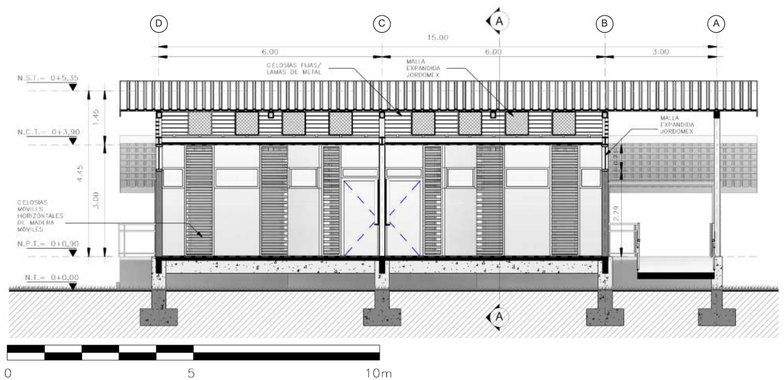
-Neuroarquitectura
Se proponen colores que estimulen y no que se vea afectado el confort por este motivo se caracteriza los pasillos con colores más llamativos y colores cálidos en el espacio interno.

-Mobiliario
Además de funcionar como envolvente se propone que puedan convertirse en mobiliario, la fachada sur tiene el beneficio de convertirse en mesas, asimismo de aprovechar el tamizaje que genera la textura al espacio.



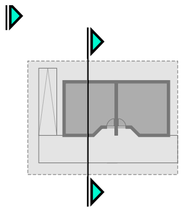
CORTE ARQUITECTÓNICO A-A AULA PROTOTIPO BETANIA

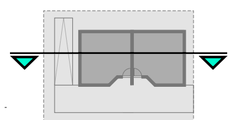
Imagen 5.28.7, Corte Arquitectónico del aula, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque Muy húmedo Tropical. Elaboración Propia.



CORTE ARQUITECTÓNICO B-B AULA PROTOTIPO BETANIA

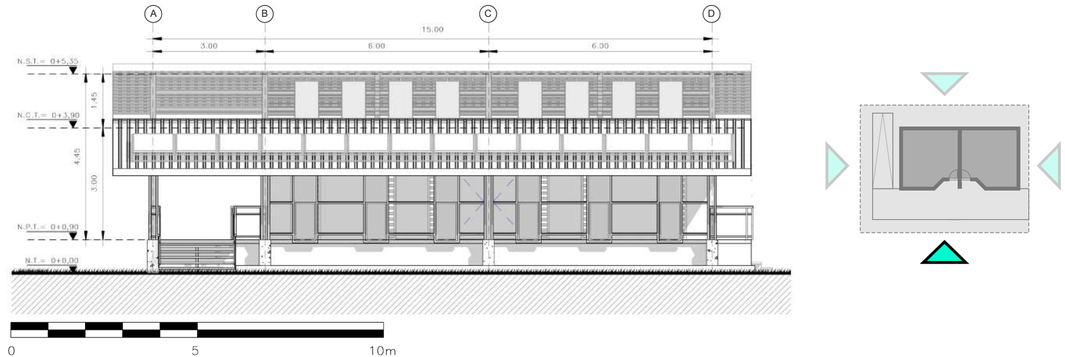
Imagen 5.28.8, Corte Arquitectónico del aula, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque Muy húmedo Tropical. Elaboración Propia.





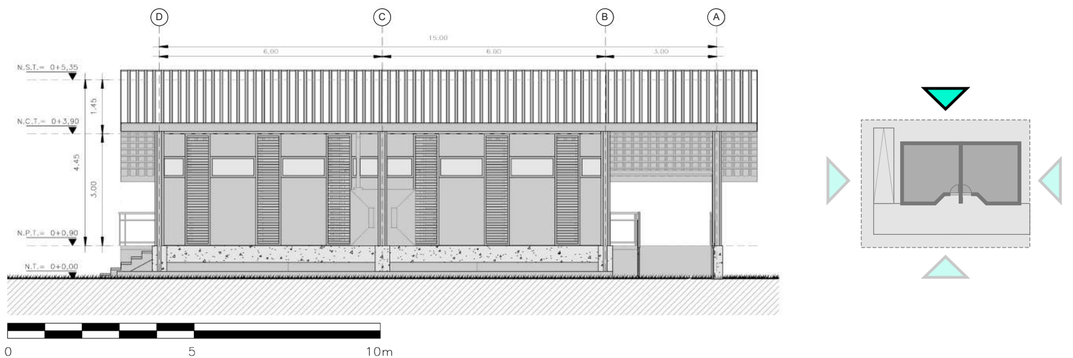
RENDER CORTE 3D AULA PROTOTIPO

Imagen 5.28.9, Visualización 3D corte, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque Muy húmedo Tropical , Escuela Betania Elaboración Propia.



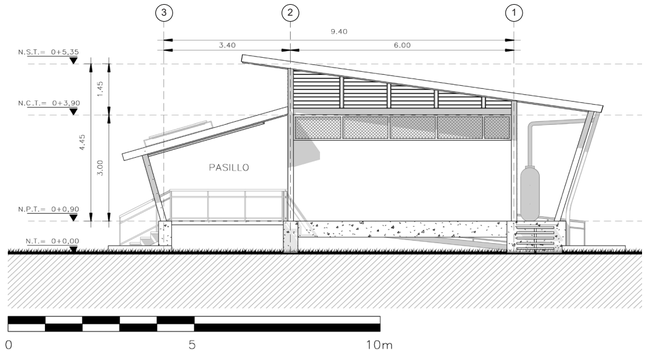
FACHADA ARQUITECTÓNICO SUR AULA PROTOTIPO BETANIA

Imagen 5.28.10, Fachada Arquitectónica sur del aula, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque Muy húmedo Tropical. Elaboración Propia.



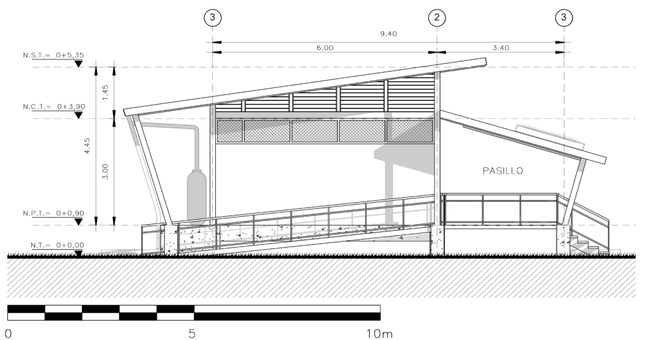
FACHADA ARQUITECTÓNICO NORTE AULA PROTOTIPO BETANIA

Imagen 5.28.11, Fachada Arquitectónica Norte del aula, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque Muy húmedo Tropical. Elaboración Propia.



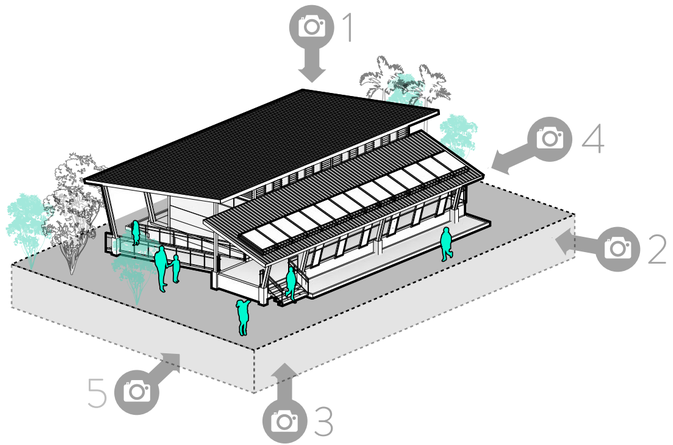
FACHADA ARQUITECTÓNICO ESTE AULA PROTOTIPO BETANIA

Imagen 5.28.12, Fachada Arquitectónica del aula, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque Muy húmedo Tropical. Elaboración Propia.



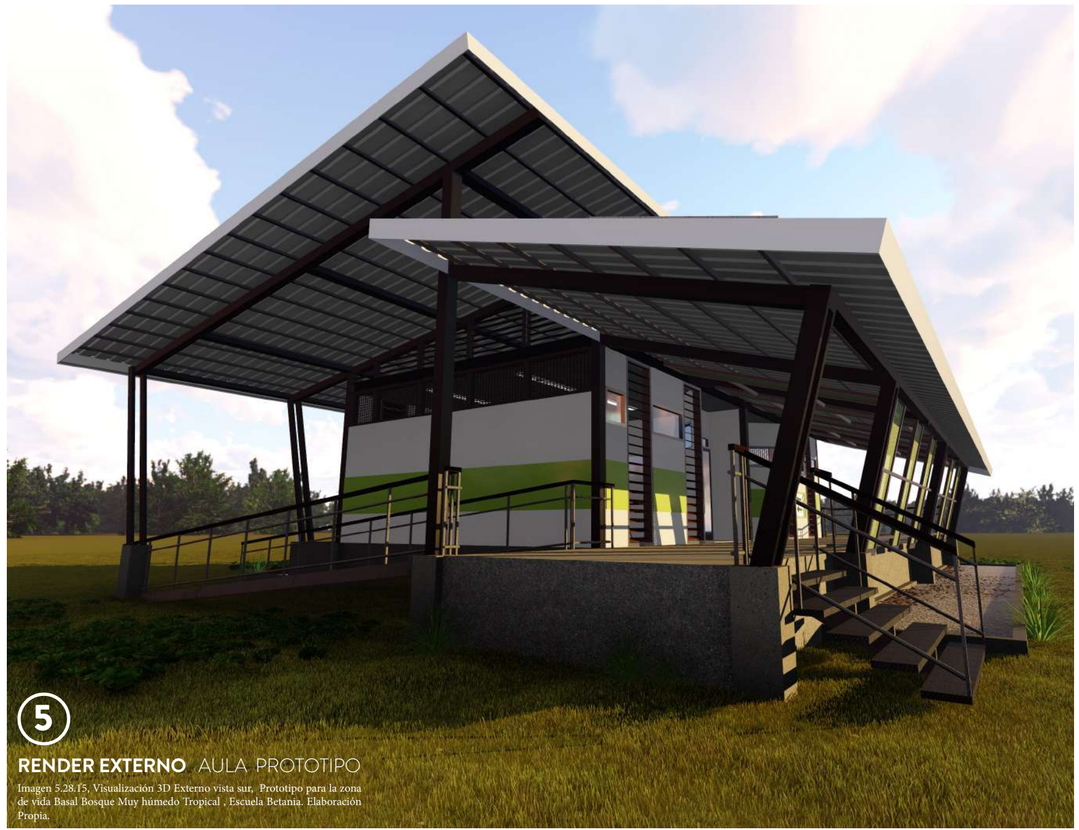
FACHADA ARQUITECTÓNICO OESTE AULA PROTOTIPO BETANIA

Imagen 5.28.13, Fachada Arquitectónica del aula, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque Muy húmedo Tropical. Elaboración Propia.



ISOMÉTRICO RECORRIDO VISUAL

Imagen 5.28.14, Recorrido de visualaizaciones externas del prototipo de la Escuela Betania Elaboración Propia.

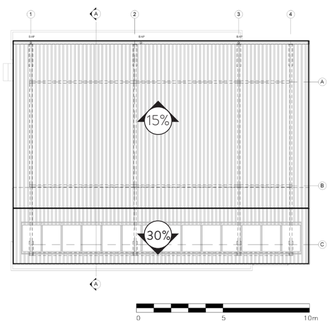


RENDER EXTERNO AULA PROTOTIPO

Imagen 5.28.15, Visualización 3D Externo vista sur, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque Muy húmedo Tropical , Escuela Betania. Elaboración Propia.

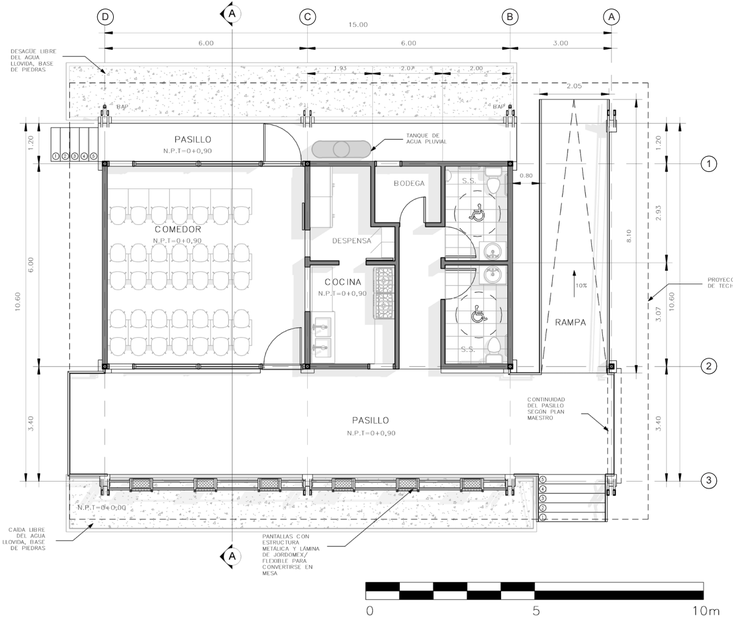
Planimetría y Visualización Escuela Betania (Comedor)

En esta sección se presentará todo aquello respectivo a la representación gráfica del diseño final del prototipo de Comedor resultante de la investigación (variación del prototipo de aula) para la Escuela Betania (Upala), ubicada en el piso Altitudinal Basal y Zona de Vida Bosque Muy Húmedo Tropical. Por medio de plantas de distribución / techos, cortes arquitectónicos, fachadas y visualizaciones tridimensionales como renders internos y externos, así como isométricos del prototipo para un mayor entendimiento de la composición y sus características.



PLANTA ARQUITECTÓNICA DE TECHOS

Imagen 5.29, Planta de Arquitectónica techos del comedor, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque Muy húmedo Tropical Elaboración Propia.

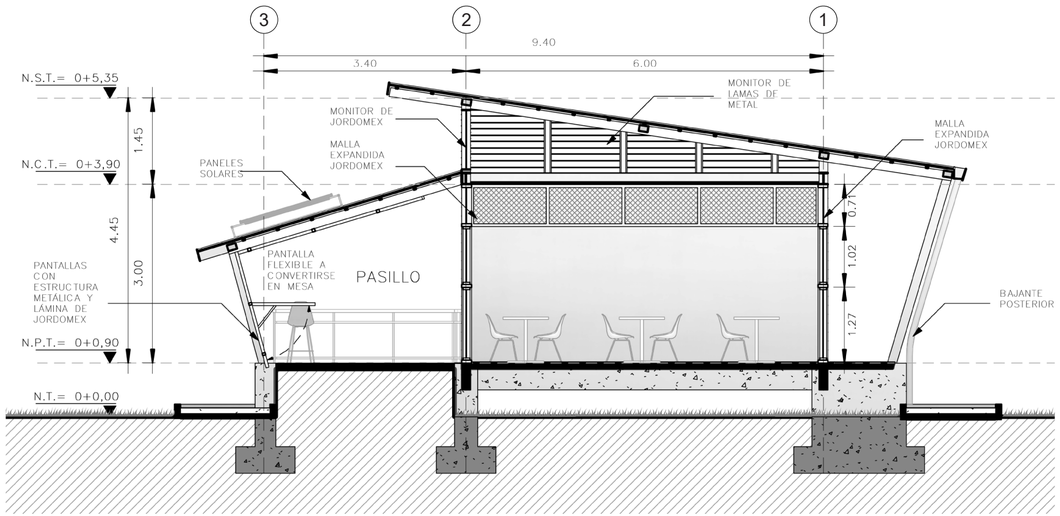


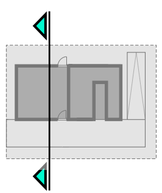
PLANTA DISTRIBUCIÓN ARQUITECTÓNICA COMEDOR PROTOTIPO BETANIA

Imagen 5.29.1, Planta de distribución Arquitectónica del Comedor, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque Muy húmedo Tropical Elaboración Propia.

RENDER EXTERNO COMEDOR PROTOTIPO

Imagen 5.29.2, Visualización 3D externa, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque Muy húmedo Tropical , Escuela Betania. Elaboración Propia.



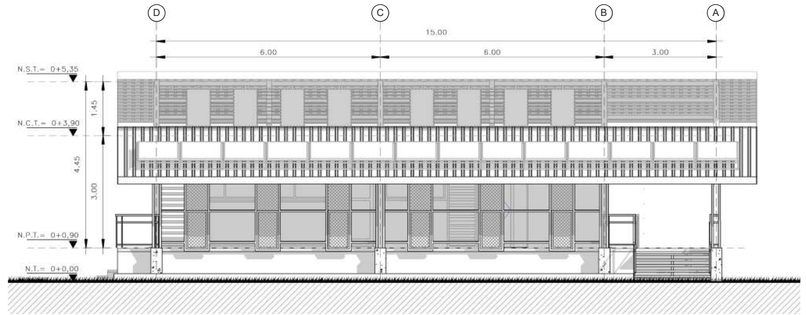


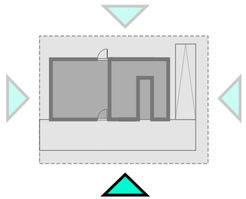
CORTE ARQUITECTÓNICO A-A COMEDOR PROTOTIPO BETANIA

Imagen 5.29.3 Corte Arquitectónico del comedor, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque Muy húmedo Tropical. Elaboración Propia.

RENDER CORTE 3D COMEDOR PROTOTIPO

Imagen 5.29.4, Visualización 3D corte, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque Muy húmedo Tropical , Escuela Betania Elaboración Propia.

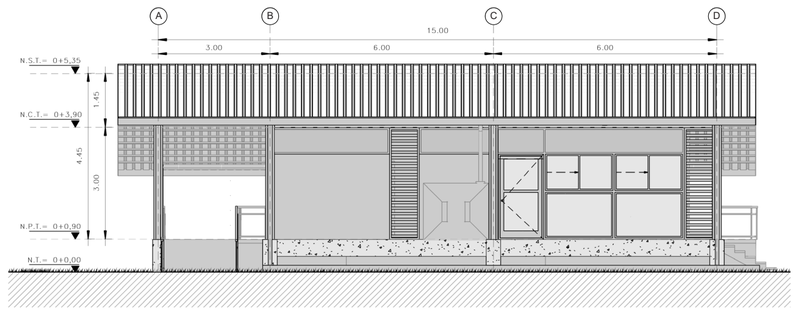


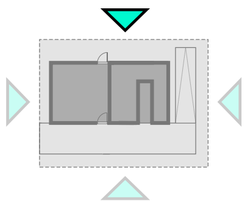


0 5 10m

FACHADA ARQUITECTÓNICO SUR - COMEDOR PROTOTIPO BETANIA

Imagen 5.29.5, Fachada Arquitectónica del comedor, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque Muy húmedo Tropical. Elaboración Propia.

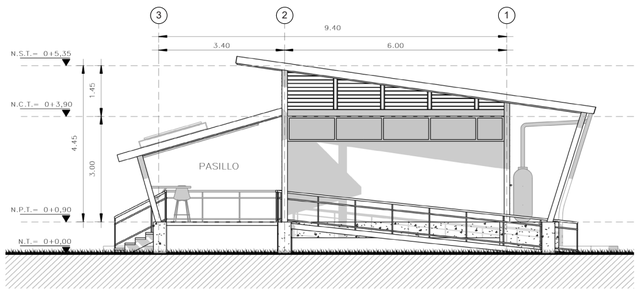


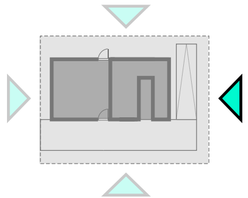


0 5 10m

FACHADA ARQUITECTÓNICO NORTE - COMEDOR PROTOTIPO DAYTONIA

Imagen 5.29.6 Fachada Arquitectónica del comedor, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque Muy húmedo Tropical. Elaboración Propia.

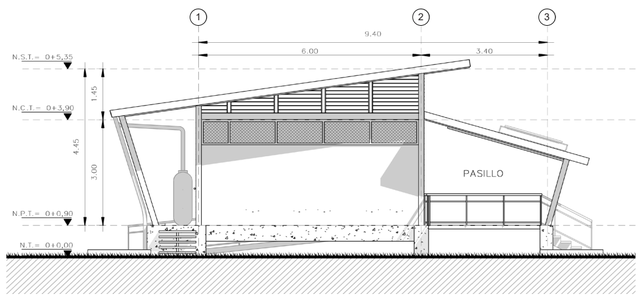


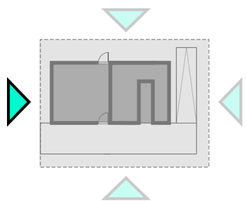


0 5 10m

FACHADA ARQUITECTÓNICO ESTE- COMEDOR PROTOTIPO BETANIA

Imagen 5.29.7, Fachada Arquitectónica del comedor, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque Muy húmedo Tropical. Elaboración Propia.

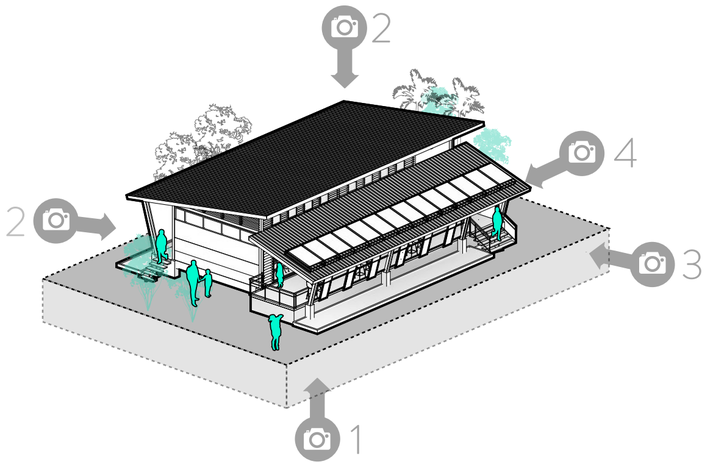




0 5 10m

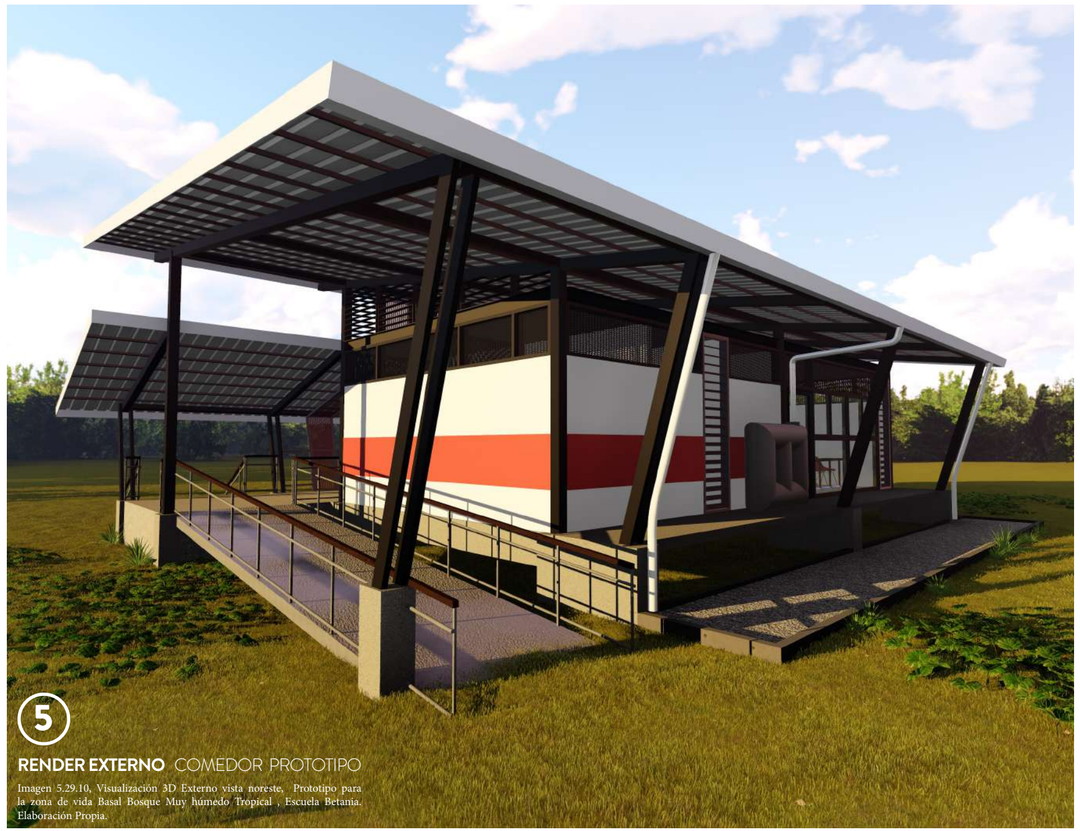
FACHADA ARQUITECTÓNICO OESTE- COMEDOR PROTOTIPO BETANIA

Imagen 5.29.8 Fachada Arquitectónica del comedor, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque Muy húmedo Tropical. Elaboración Propia.



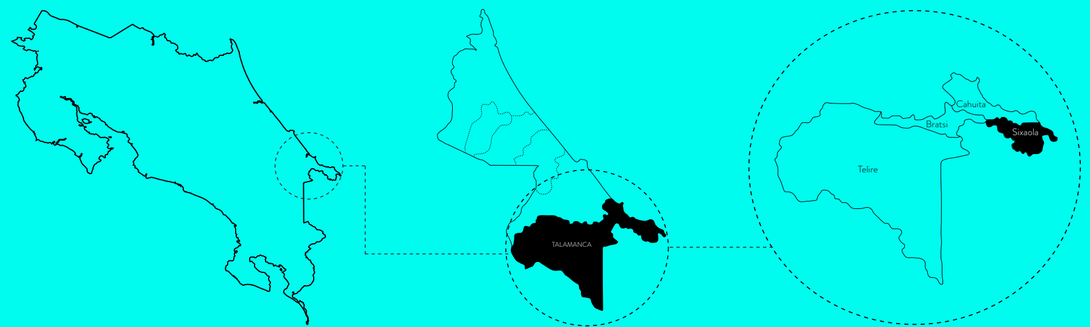
ISOMÉTRICO RECORRIDO VISUAL

Imagen 5.29.9, Recorrido de visualizaciones externas del prototipo comedor de la Escuela Betania Elaboración Propia.



RENDER EXTERNO COMEDOR PROTOTIPO

Imagen 5.29.10, Visualización 3D Externo vista noreste, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque Muy húmedo Tropical , Escuela Betania. Elaboración Propia.



03
DAYTONIA

1. Análisis mensual de modelos originales DIEE-MEP y variaciones propuestas.....440

2. Diseño de un nuevo modelo prototipo a partir del (BPA), respectivamente para la zona de vida.....508

3.Propuesta de un plan maestro-para un Colegio Científico San Carlos.....536

Limón
Talamanca

CLASIFICACIÓN / PROTOTIPOS UTILIZADOS
ESCUELA CASO 2
DAYTONIA

Localizada en un cantón con % Incidencia de pobreza Muy alto (**46,5%** pobreza)

Reportada como Infraestructura en Mal Estado

Reportada actualmente como vulnerable a inundaciones por lo que se hace cambio de prototipo de ¨pabellones AyB previamente analaizados¨

Reparada
Actualmente

Según Clasificación del Atlas y sigmep se cataloga como **Rural / Indígena.** Por lo que se le asigna los siguientes prototipos de la DIEE como base para Análisis / Programa / Diseño:

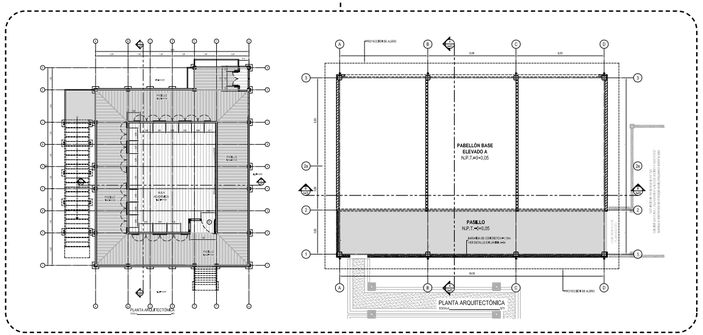


Imagen 5.30, Condiciones de la escuela Daytonia/contexto actual, y selección de modelos para etapa de Programa de necesidades /Simulación/ Diseños. Elaboración Propia.

Escuela Daytonia Condiciones y Programa Arquitectónico

La escuela Daytonia se encuentra en el cantón de Talamanca, ubicado en el piso Altitudinal Basal, con condiciones climáticas de alta humedad y temperatura, además la escuela se reporta como zona de inundación, que como ya se mencionó, muchas de estas inundaciones se deben a la mala planificación del territorio y al desarrollo agropecuario, asimismo, la construcción de viviendas cercanas a los ríos así como el lanzamiento de desechos sólidos a los mismos, aportando al problema.

Según el atlas de la Educación se define como una escuela Rural/ Indígena, por lo que los modelos seleccionados para establecer pautas programáticas y de lenguaje son (como se puede observar en la imagen 5.30):

-Prototipo Indígena
-Prototipo Pabellones Elevados A y B (respectivamente)

Se selecciona el prototipo de Pabellón elevado, pues el mismo fue la respuesta para solucionar la escuela reportada en mal estado, por lo que se busca evaluar sus fortalezas y carencias. Además se selecciona el Prototipo

PROTOTIPO 2

PROGRAMA DE DAYTONIA

Indígena puesto que el diseño se apropia de un material no utiliza en otros modelo (madera), cuya estética no abandona la identidad de las estructuras indígenas, así como la riqueza de estrategias pasivas que posee

Progarma Arquitectónico

Según las necesidad de la escuela Daytonia se proponen tres modelos o edificios nuevos, como se puede observar en la imagen 5.31.
Edificio 1: Es el modelo de aula, basado en el dimensionamiento de modelo actualmente utilizado con un área de 54m², condicionados para 35 o 34 estudiantes, se proponen tres aulas debido a la cantidad de la población estudiantil.

Edificio 2: Es el modelo Administrativo es un espacio grande apto para una cantidad grande de funcionarios administrativos, por lo que se concibe sala de profesores y varias oficinas.

Edificio 3: Un modelo de comedor apto para 365 estudiantes

Edificio 4: Una batería de baños, un módulo externo a los ya espacios propuesto.

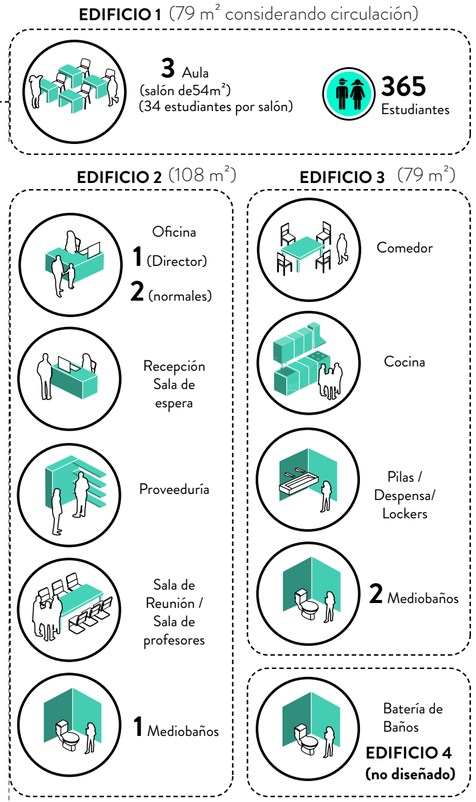


Imagen 5.31, Programa de necesidades específicos para la Escuela Daytonia. Elaboración Propia.

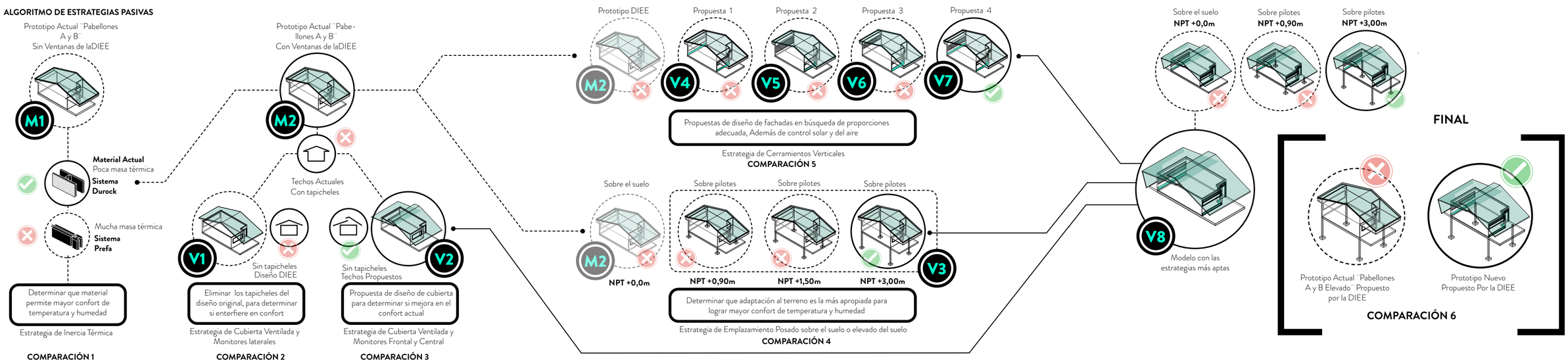
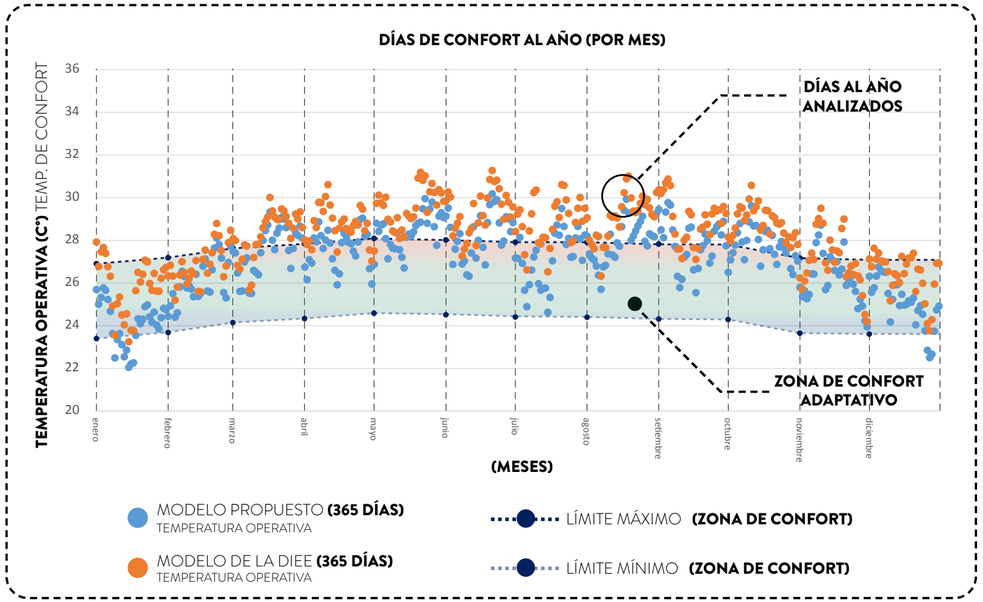


Imagen 5.32, Algoritmo de los análisis realizados al modelo prototipo utilizado en la escuela Daytonia. Elaboración Propia. (Todos los gráficos de la pág 448-505 son realizados con Design Builder)

ESCUELA DAYTONIA PROTOTIPO DIEE VS PROPUESTA NUEVA (NIVEL 0,00m)



208 DÍAS LECTIVOS

45 DÍAS DE CONFORT DE UN AÑO LECTIVO

91 DÍAS DE CONFORT DE UN AÑO LECTIVO

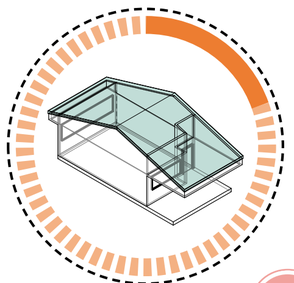
FACTIBILIDAD DE LA PROPUESTA

208 (DÍAS LECTIVOS)

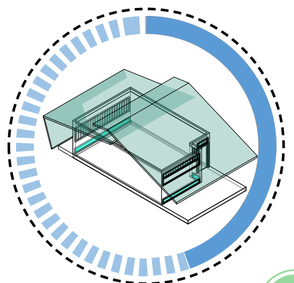
EQUIVALE A 100% DE CONFORT SATISFECHO

45 = **21,63%** DE CONFORT SATISFECHO

91 = **43,75%** DE CONFORT SATISFECHO



Prototipo Actual
¨Pabellones A y B Elevado¨
Propuesto por la DIEE



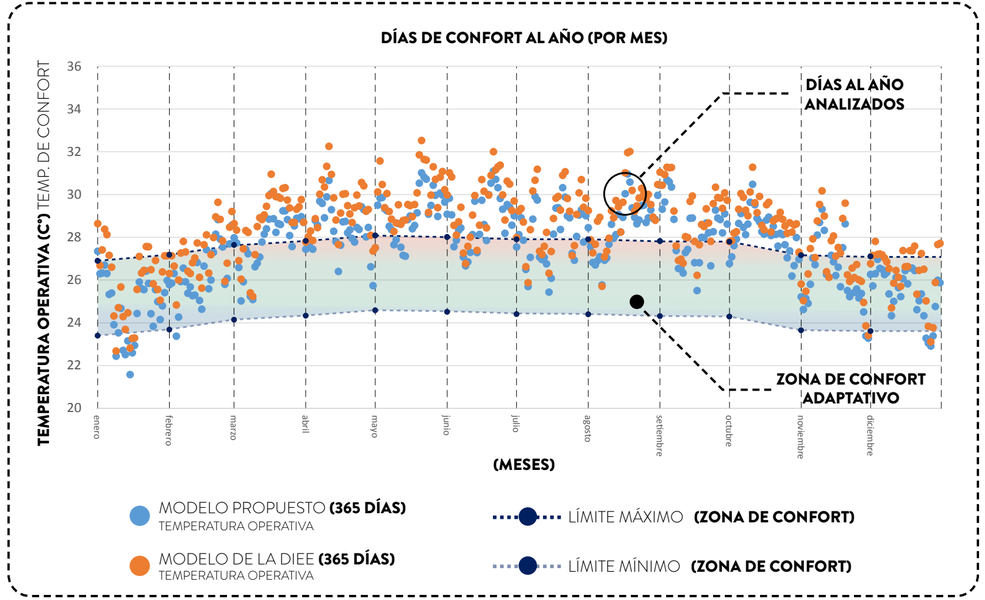
Prototipo Nuevo
Resultado de la Investigación

MEJORÍA DEL MODELO DIEE AL MODELO PROPUESTO

22,11%

Imagen 5.33.1, Análisis comparativo de la optimización de los nuevos modelos, según el confort adaptativo de la normativa ASHRAE 55. Modelo actual DIEE versus Modelo propuesto. Elaboración propia.

ESCUELA DAYTONIA PROTOTIPO DIEE VS PROPUESTA NUEVA (NIVEL 3,00m)



208
DÍAS LECTIVOS

43
DÍAS DE CONFORT
DE UN AÑO LECTIVO

69
DÍAS DE CONFORT
DE UN AÑO LECTIVO

FACTIBILIDAD DE LA PROPUESTA

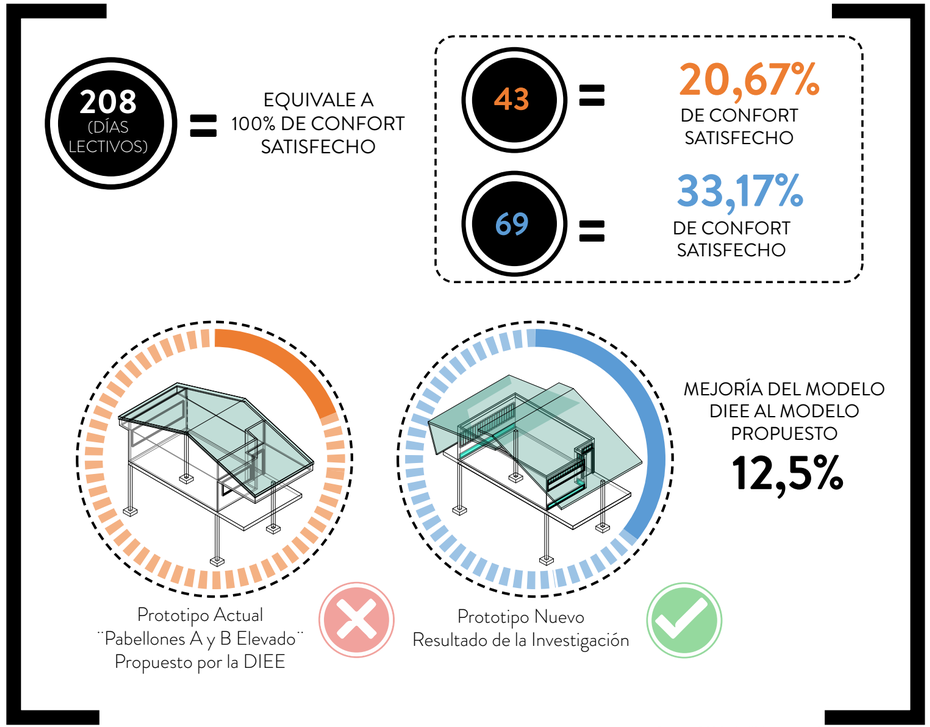
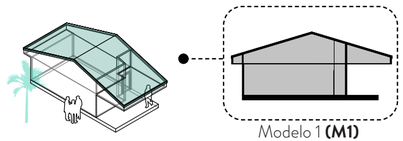


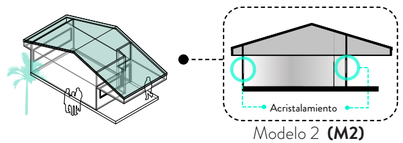
Imagen 5.33.2, Análisis comparativo de la optimización de los nuevos modelos, según el confort adaptativo de la normativa ASHRAE 55. Modelo actual DIEE versus Modelo propuesto. Elaboración propia.

INDICE DE ANÁLISIS REALIZADOS Y ESTRATEGIAS APLICADAS



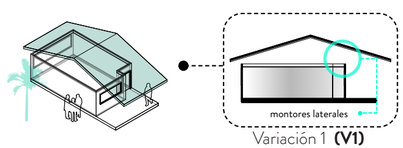
Modelo 1 **(M1)**

- Prototipo de la DIEE ¨Pabellones Elevados A y B¨
- Sin Ventanas y Emplazado a nivel de suelo
- Analizados con Mucha y Poca Masa (Sistema prefa y sistema durock respectivamente)



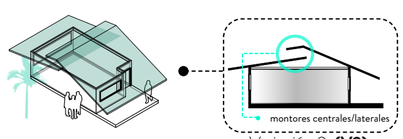
Modelo 2 **(M2)**

- Prototipo de la DIEE ¨Pabellones Elevados A y B¨
- Con Ventanas (Proporciones actuales) y Emplazado a nivel de suelo.
- Analizado con Poca Masa (Sistema durock utilizado actualmente)



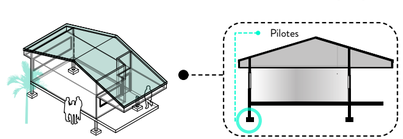
Variación 1 **(V1)**

- Prototipo de la DIEE ¨Pabellones Elevados A y B¨ (Condiciones del M2)
- Techo Actual sin Tapicheles



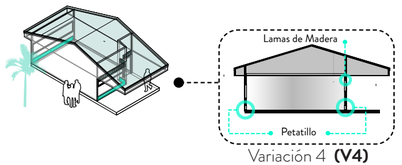
Variación 2 **(V2)**

- Prototipo de la DIEE ¨Pabellones Elevados A y B¨ (Condiciones del M2)
- Techo Propuesto (abertural central) sin Tapicheles



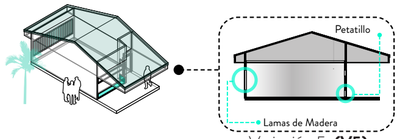
Variación 3 **(V3)**

- Prototipo de la DIEE ¨Pabellones Elevados A y B¨ (Condiciones del M2)
- Emplazado sobre el nivel del suelo. (tres alturas)



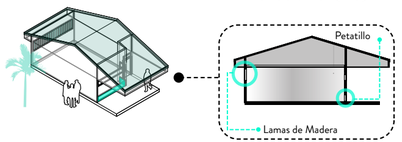
Variación 4 **(V4)**

- Prototipo de la DIEE ¨Pabellones Elevados A y B¨ (Condiciones del M2)
- Con Nuevos cerramientos propuestos:
Petatillos (parte inferior norte y sur)
Acristalamiento (norte y sur)
Lamas verticales móviles (parte superior sur)



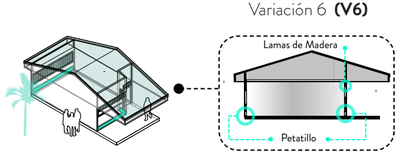
Variación 5 **(V5)**

- Prototipo de la DIEE ¨Pabellones Elevados A y B¨ (Condiciones del M2)
- Con Nuevos cerramientos propuestos:
Petatillos (parte inferior sur)
Acristalamiento (parte superior sur)
Lamas verticales móviles (norte)



Variación 6 **(V6)**

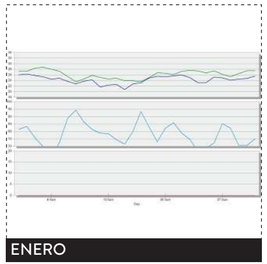
- Prototipo de la DIEE ¨Pabellones Elevados A y B¨ (Condiciones del M2)
- Con Nuevos cerramientos propuestos:
Petatillos (parte inferior sur)
Acristalamiento (parte superior sur)
Lamas verticales moviles (parte superior norte)

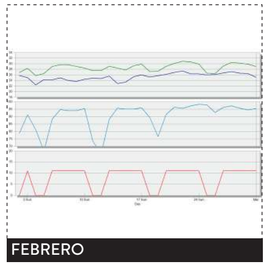


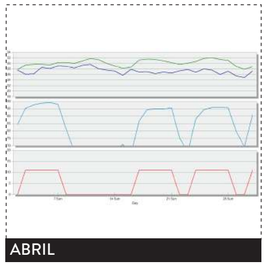
Variación 7 **(V7)**

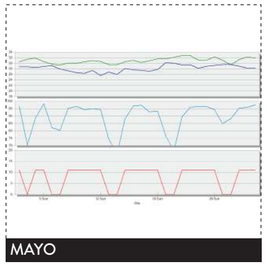
- Prototipo de la DIEE ¨Pabellones Elevados A y B¨ (Condiciones del M2)
- Con Nuevos cerramientos propuestos:
Petatillos (parte inferior norte y sur)
Acristalamiento (parte superior sur)
Lamas verticales móviles (parte superior norte y sur)

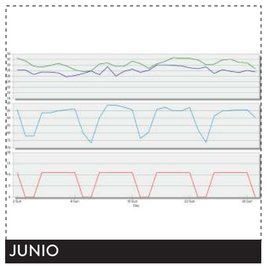
Imagen 5.34, Índice de las variaciones que se realizaron al modelo Prototipo de la DIEE y propuesta de un nuevo modelo. Elaboración Propia.

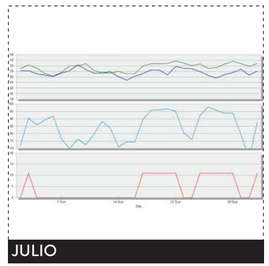

ENERO

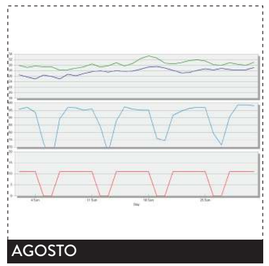

FEBRERO

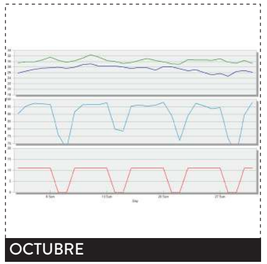

ABRIL

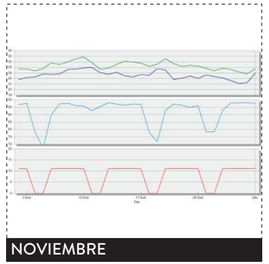

MAYO

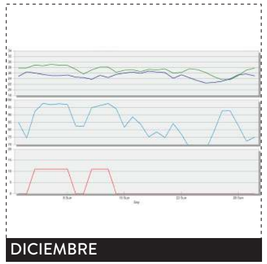

JUNIO


JULIO


AGOSTO


OCTUBRE


NOVIEMBRE


DICIEMBRE

MÓDULO 1.1

Análisis correspondiente al Aula educativa utilizada en el prototipo 2017 de Pabellón A y B de la DIEE. Se analiza el modelo sin ventanas para verificar el funcionamiento de su masa térmica con paredes de baldosas prefabricadas.

CONFORT
- Temperatura Operativa
- Temperatura Bulbo Seco
- Humedad Relativa
- Disconfort

HEAT BALANCE - BALANCE DE CALOR
- Ventilación Natural
- Paredes
- Equipo Tecnológico
- Iluminación Artificial
- Ventilación Exterior
- Pisos a nivel 0m
- Ocupación
- Techos
- Ganancias Solares Externas
- Pisos elevados

Análisis Mensual

- Temperatura Operativa vs Temperatura de Bulbo Seco

La temperatura de confort se mantiene 1-2 grados por encima durante todos los meses de la temperatura externa, de bulbo seco.

- Humedad Relativa

Presenta altos rangos de humedad debido a la inexistencia de ventanas en la prueba del modelo 1.1.

- Disconfort

Se encuentra fuera de confort durante todo el día, todos los meses.

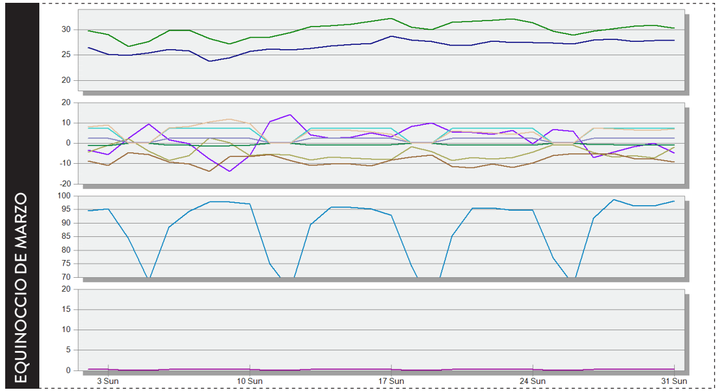
Equinoccios de Marzo y Septiembre

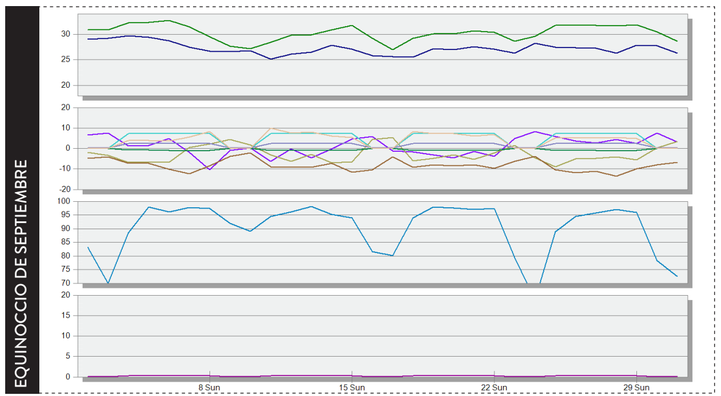
- Ganancias/pérdidas de calor

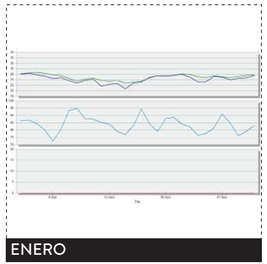
Se logra comparar que las mayores ganancias de calor se debe a la ocupación, a las paredes, y a la iluminación artificial.

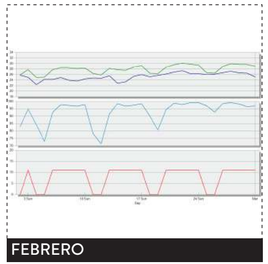
- Ventilación Natural

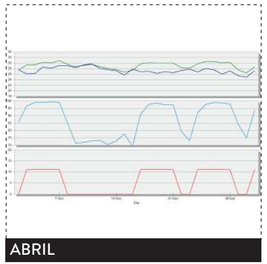
Cuenta con nula ventilación natural debido a que se analiza sin ventanearía con el fin de comprobar el funcionamiento de la masa térmica con respecto a las ganancias de calor.

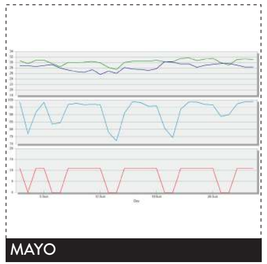


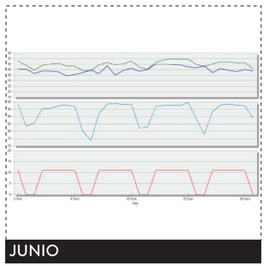


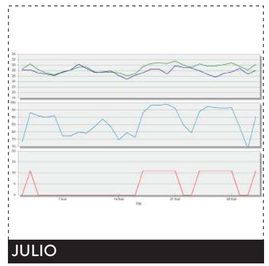

ENERO

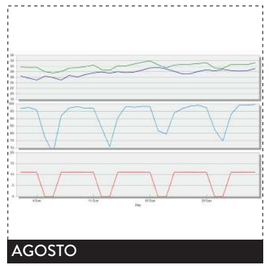

FEBRERO

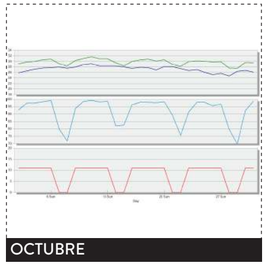

ABRIL

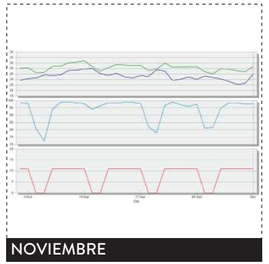

MAYO

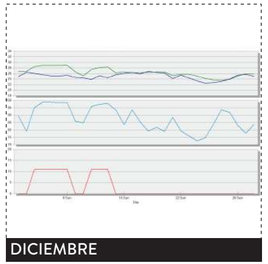

JUNIO


JULIO


AGOSTO


OCTUBRE


NOVIEMBRE


DICIEMBRE

MÓDULO 1.2

Análisis correspondiente al Aula educativa utilizada en el prototipo 2017 de Pabellón A y B de la DIEE, sin embargo se analiza el modelo sin ventanas para verificar el funcionamiento modificando su masa térmica con paredes de durock.

Análisis Mensual

- Temperatura Operativa vs Temperatura de Bulbo Seco

La temperatura de confort se mantiene en la mayor parte de los meses 1 grado por encima de la temperatura externa, de bulbo seco.

- Humedad Relativa

Presenta altos rangos de humedad debido a la inexistencia de ventanas en la prueba del modelo 1.2.

- Disconfort

Se encuentra fuera de confort durante todo el día, todos los meses.

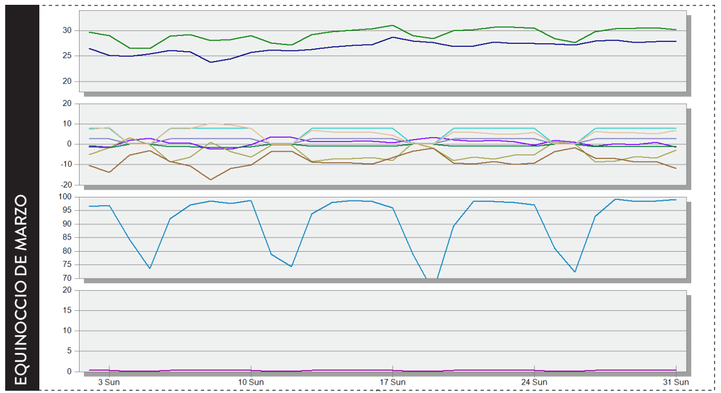
Equinoccios Marzo y Septiembre

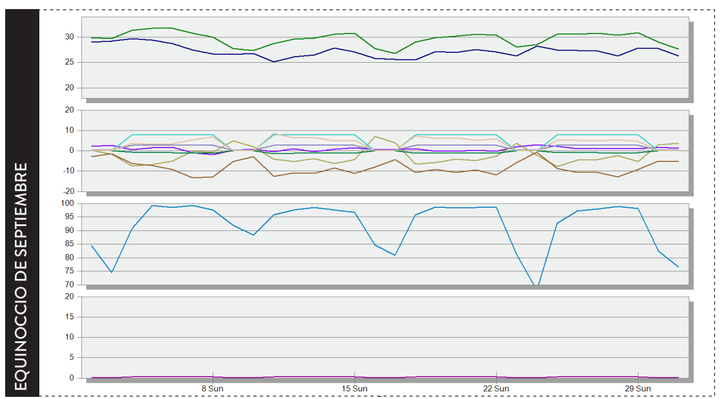
- Ganancias/pérdidas de calor

En las meses de marzo y septiembre donde se presentan los equinoccios se logra comparar que las mayores ganancias de calor se debe a la ocupación, al equipo tecnológico y a la iluminación artificial. En este modelo con las paredes de durock se logra reducir las ganancias de calor por medio de estas y de las cubiertas.

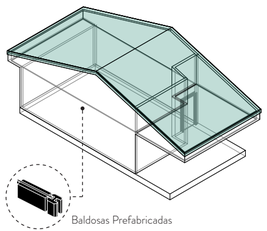
- Ventilación Natural

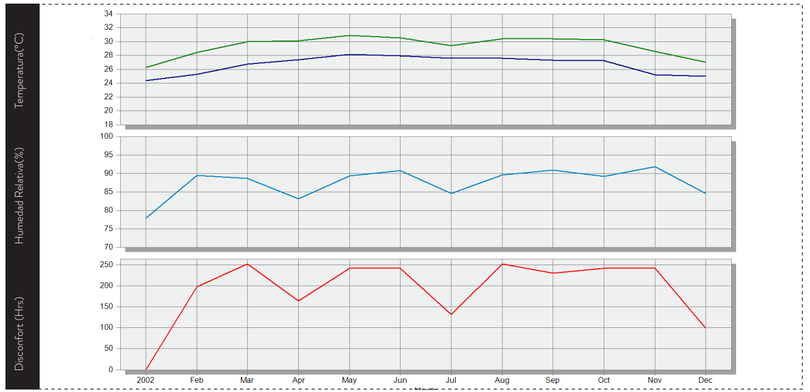
Cuenta con nula ventilación natural debido a que se analiza sin ventanearía con el fin de comprobar el funcionamiento de la masa térmica con respecto a las ganancias de calor.



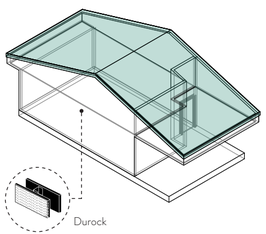


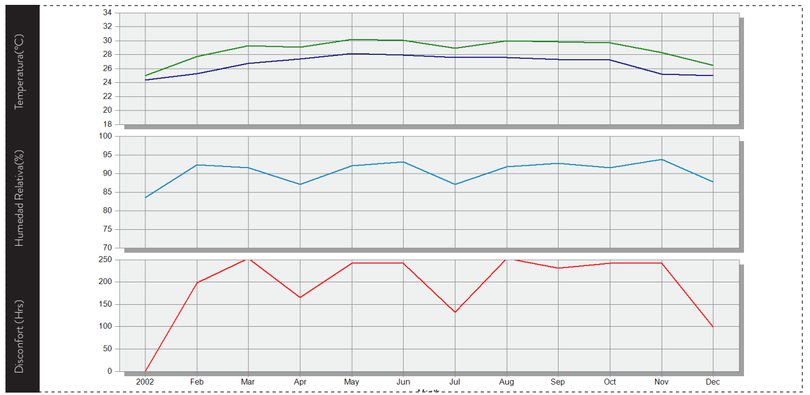
ANUAL MÓDULO 1.1



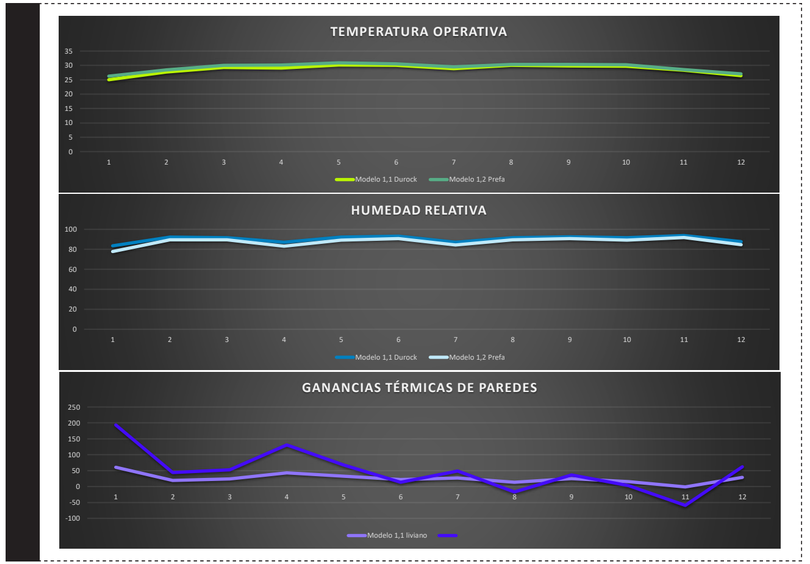


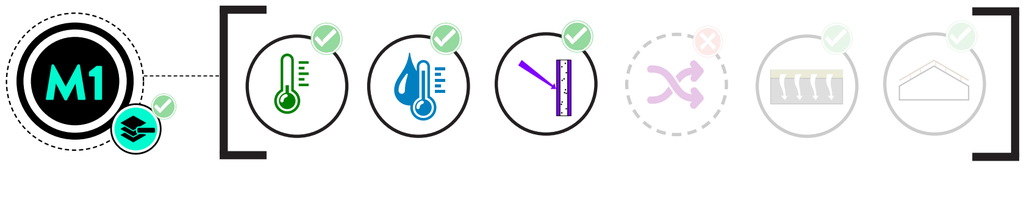
ANUAL MÓDULO 1.2

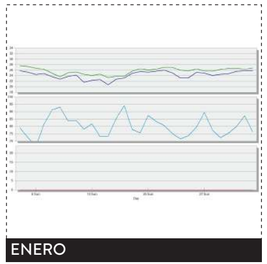


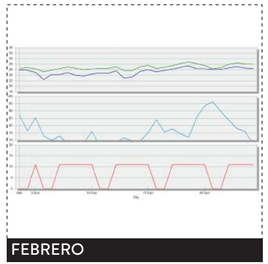


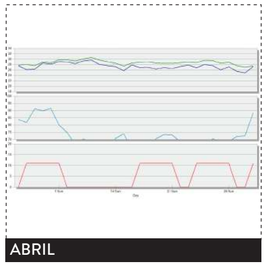
COMPARACIÓN 1.1 VS 1.2

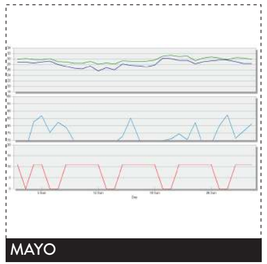


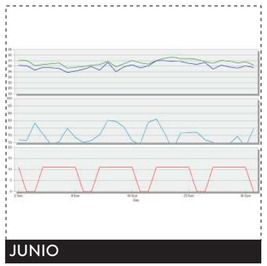


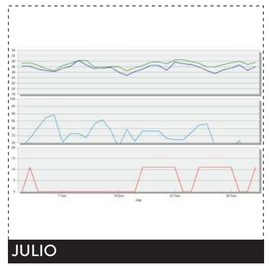

ENERO

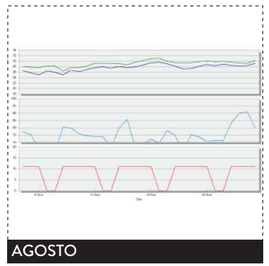

FEBRERO

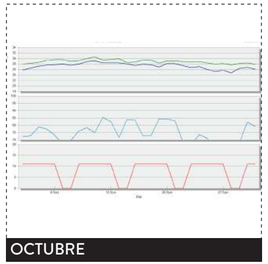

ABRIL

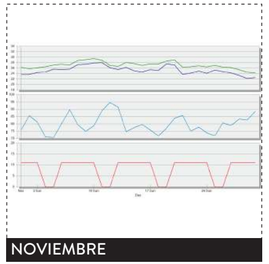

MAYO

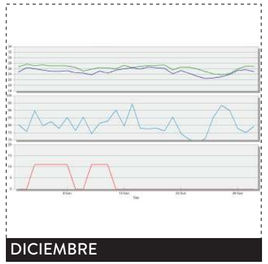

JUNIO


JULIO


AGOSTO


OCTUBRE


NOVIEMBRE


DICIEMBRE

MÓDULO 2

El siguiente análisis es el Aula educativa utilizada en el prototipo 2017 de Pabellón A y B de la DIEE a nivel del suelo. Se prueba el modelo exacto para verificar su funcionamiento.

Análisis Mensual

- Temperatura Operativa vs Temperatura de Bulbo Seco

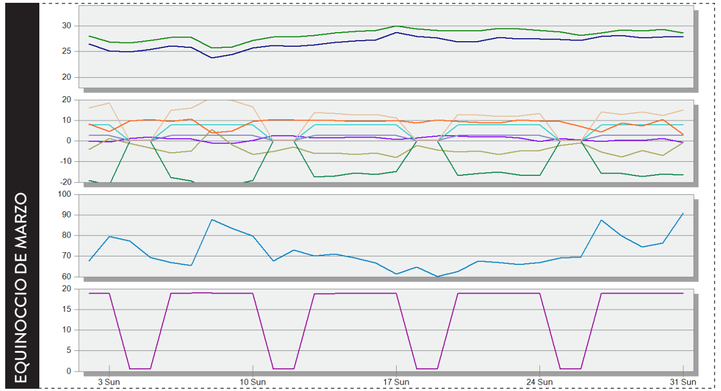
Por encima de 2°C se encuentra la temperatura operativa respecto a la de bulbo seco, manejando rangos entre los 26-29°C.

- Humedad Relativa

La humedad se reduce cuando existe ocupación, en el cual se presenta porcentajes entre 70-80% en los mejores escenarios, sin embargo existen picos de 90-95%.

- Disconfort

Se encuentra fuera de confort durante 11h al día, durante todo el año.



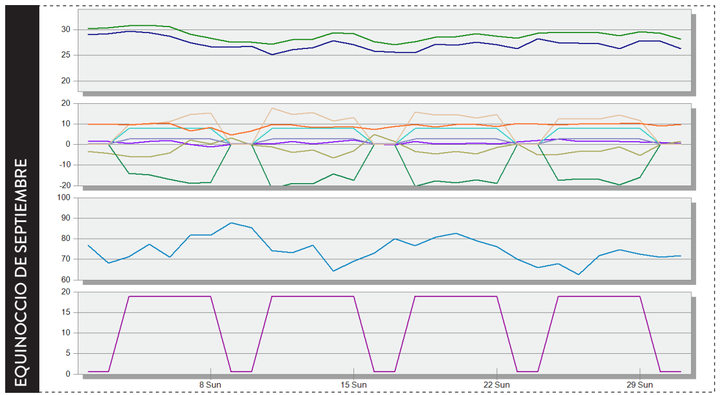
Equinoccios de Marzo y Septiembre

- Ganancias/pérdidas de calor

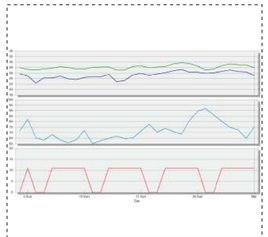
Al utilizarse ventanearía se generan ganancias solares dentro del espacio, además de las ganancias que ya sede la ocupación. Cabe destacarse que la ventilación externa reduce al menos 20KW/h el calor interno, además de las pérdidas de paredes y del piso.

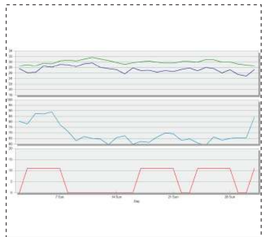
- Ventilación Natural

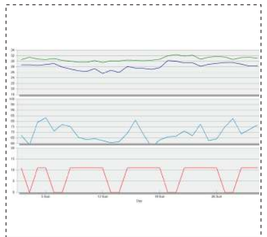
La ventilación programada es cruzada debido a la ubicación y porcentaje de apertura de las ventanas, manejándose de 15-20 ac/h.

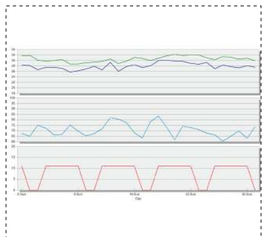


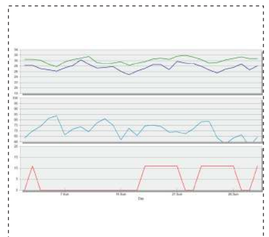
ENERO

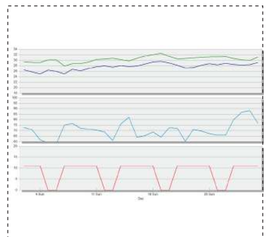

FEBRERO

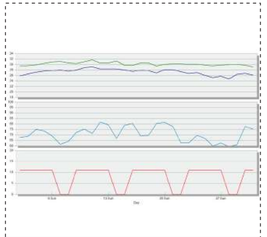

ABRIL

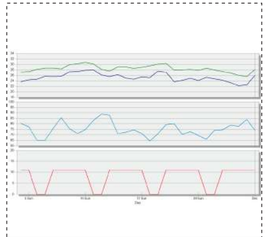

MAYO

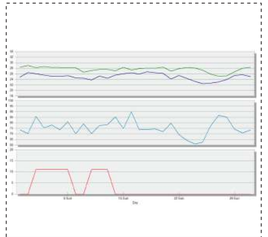

JUNIO


JULIO


AGOSTO


OCTUBRE


NOVIEMBRE


DICIEMBRE

VARIACIÓN 1

Es una variación a nivel de cubierta del modelo de la DIEE, en el cual se le retiran los tapicheles con el fin de verificar si permite ventilación a nivel de cubierta o si aumenta considerablemente la temperatura en el espacio interno.

Análisis Mensual

- Temperatura Operativa vs Temperatura de Bulbo Seco

En la variación 1, la temperatura operativa aumenta manejando rangos entre los 27-30°C, con ciertos picos de hasta 32°C. Mientras que la operativa se ubica entre los 26-28°C.

- Humedad Relativa

La humedad se reduce en comparación al modelo 2, ubicándose entre el 60-70%, con picos máximos de 80%.

- Disconfort

Se encuentra fuera de confort durante 11h al día, durante todo el año.

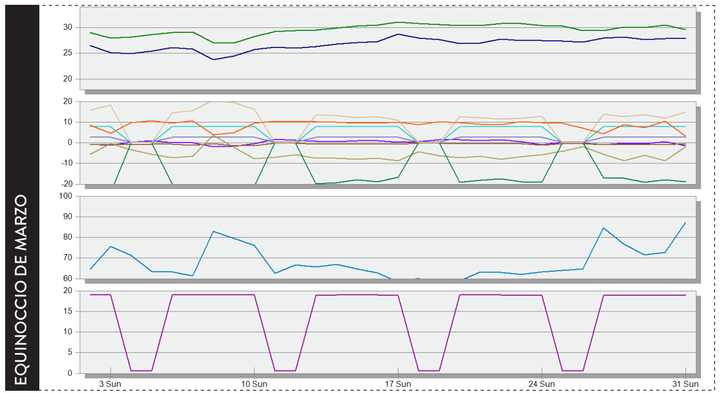
Equinoccios de Marzo y Septiembre

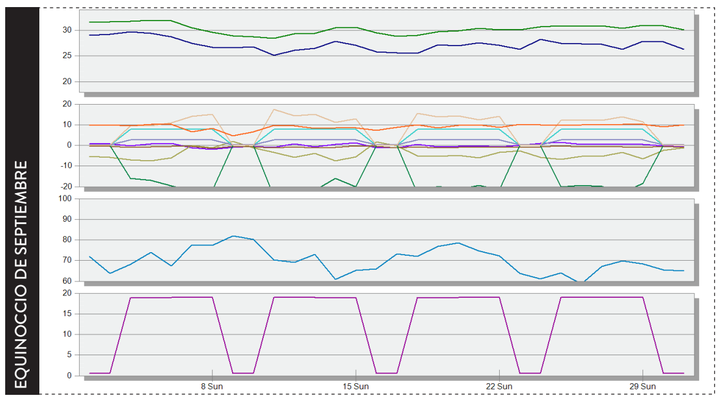
- Ganancias/pérdidas de calor

Las principales ganancias de calor se debe a iluminación natural, ocupación y equipo. Cabe destacarse que la ventilación externa reduce al menos 20KW/h el calor interno, además de las pérdidas de paredes y del piso.

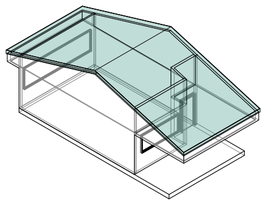
- Ventilación Natural

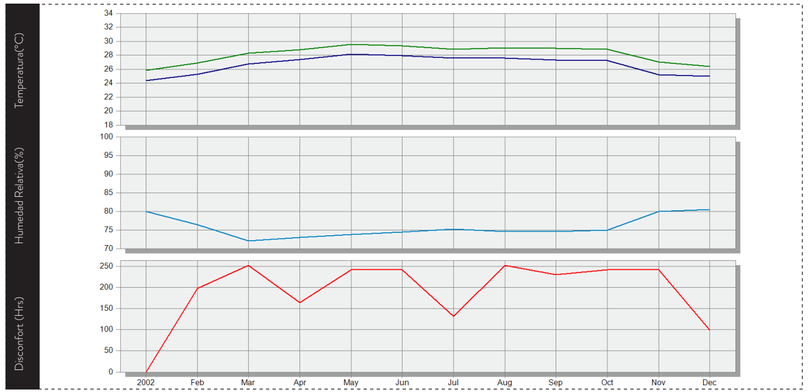
La ventilación programada es cruzada debido a la ubicación y porcentaje de apertura de las ventanas, manejándose de 15-20 ac/h.



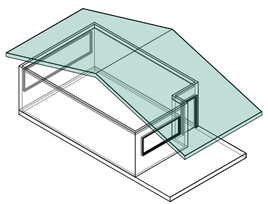


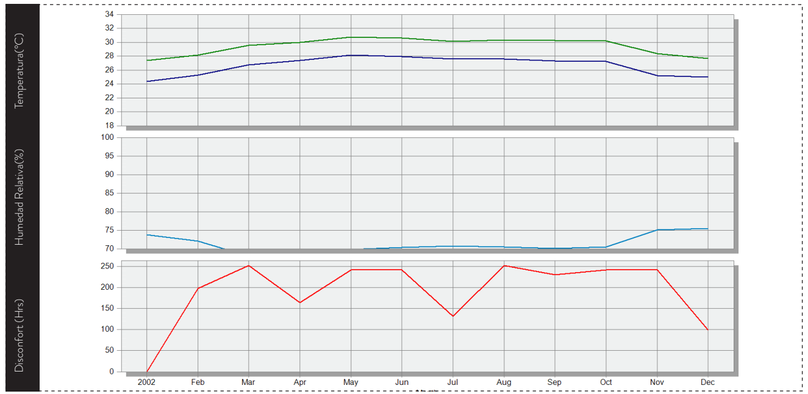
ANUAL MÓDULO 2



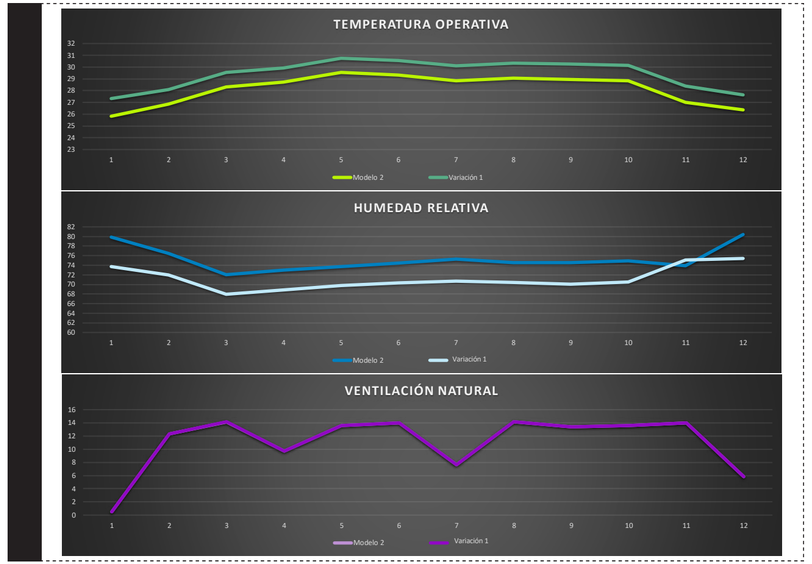


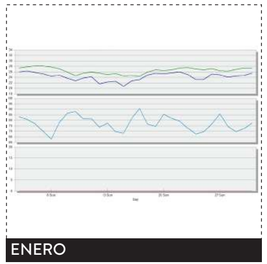
ANUAL VARIACIÓN 1

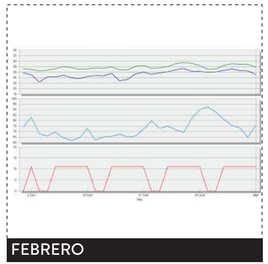


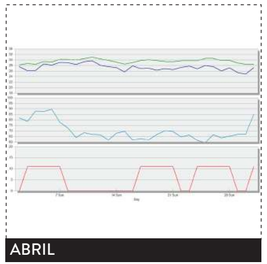


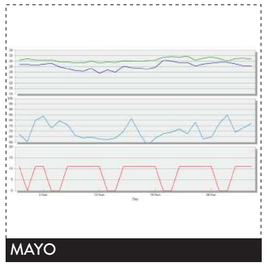
COMPARACIÓN M2 VS V1

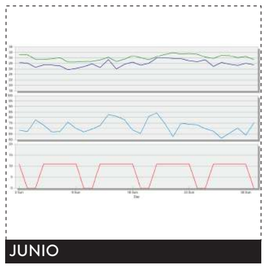


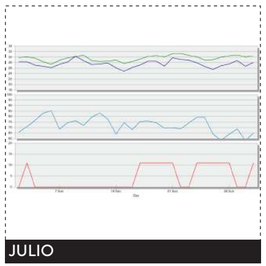

ENERO

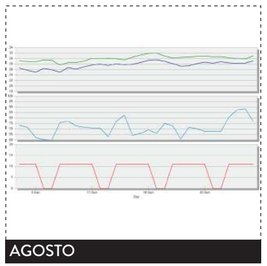

FEBRERO

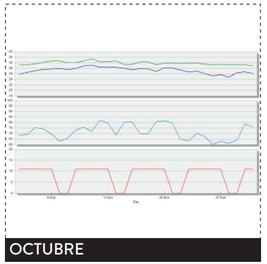

ABRIL

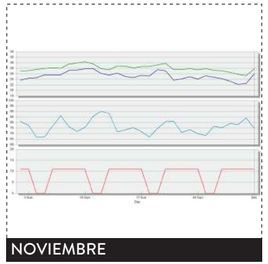

MAYO

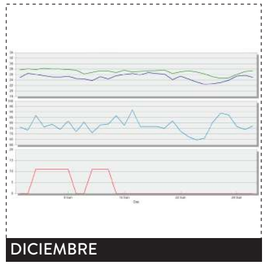

JUNIO


JULIO


AGOSTO


OCTUBRE


NOVIEMBRE


DICIEMBRE

VARIACIÓN 2

A partir del prototipo de la DIEE, se le hace una propuesta de cubierta para identificar si esta variable beneficia el confort. Esta modificación se realiza generando un monitor en la parte superior de la cubierta.

Análisis Mensual

- Temperatura Operativa vs Temperatura de Bulbo Seco

La temperatura de Bulbo Seco, se mantiene por debajo de la operativa por 2°C. Localizándose siempre distanciadas.

- Humedad Relativa

La humedad relativa al modificarse la cubierta esta presenta rangos entre 65-75% con picos algunos días de 85%.

- Disconfort

Se encuentra fuera de confort durante todo el día, todos los meses.

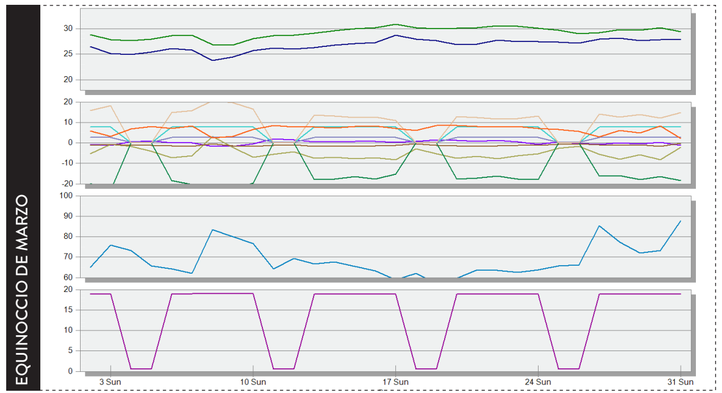
Equinoccios de Marzo y Septiembre

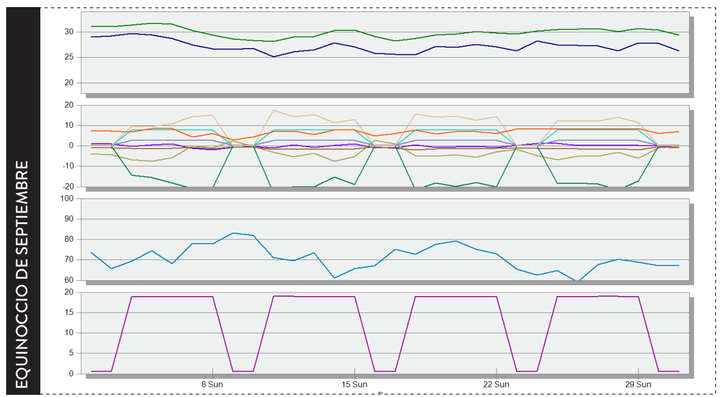
- Ganancias/pérdidas de calor

Existe una pérdida de calor por medio de la cubierta, sin embargo no es una pérdida excesiva de calor. Las mayores ganancias se obtienen de la iluminación natural y la ocupación. La ventilación externa reduce el impacto de ganancias de calor.

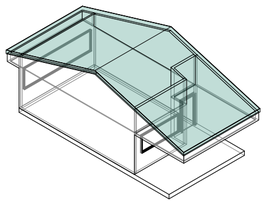
- Ventilación Natural

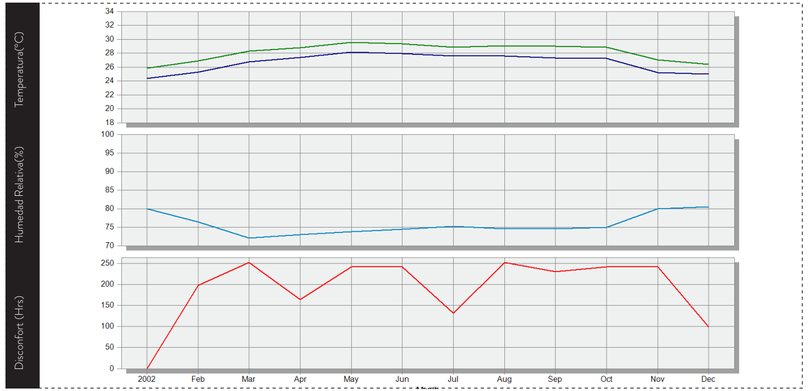
Al poseer ventilación cruzada pero en porcentaje de apertura “constante” se mantiene una ventilación entre los 15-20ac/h.



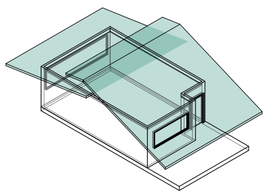


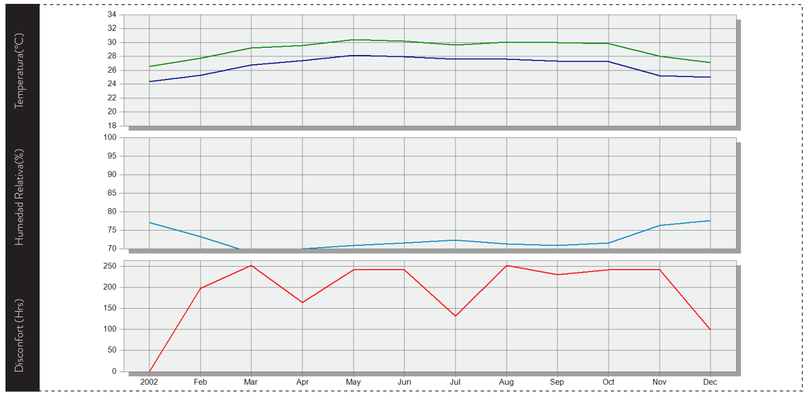
ANUAL MÓDULO 2



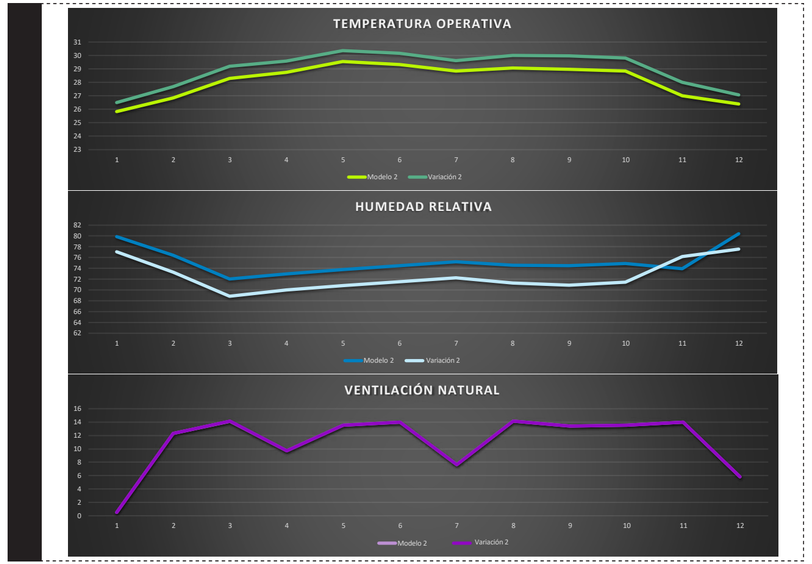


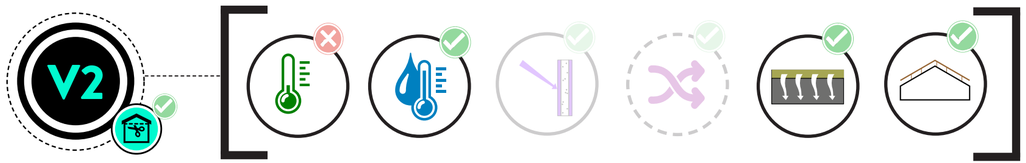
ANUAL VARIACIÓN 2

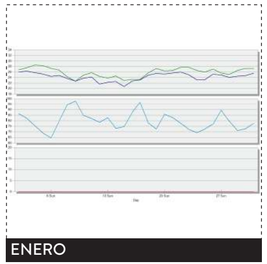


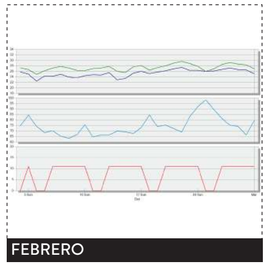


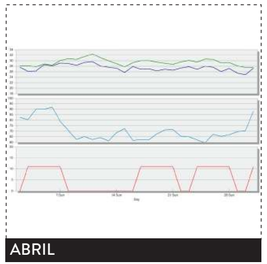
COMPARACIÓN M2 VS V2

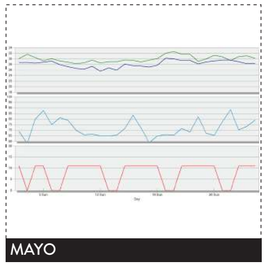


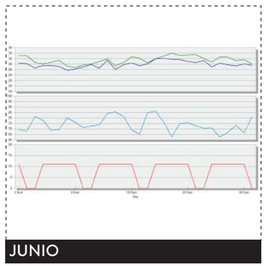


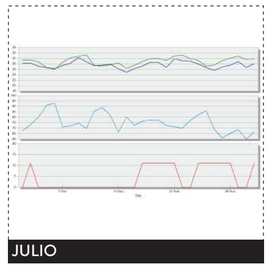

ENERO

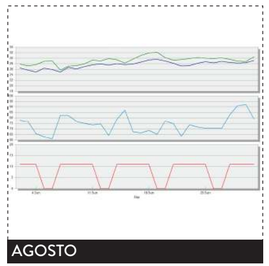

FEBRERO

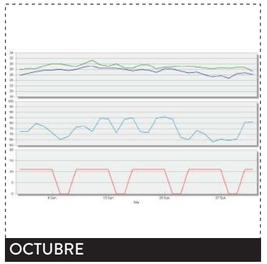

ABRIL

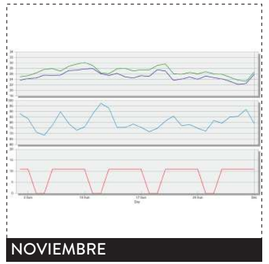

MAYO

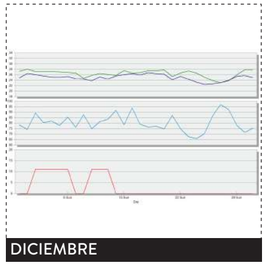

JUNIO


JULIO


AGOSTO


OCTUBRE


NOVIEMBRE


DICIEMBRE

VARIACIÓN 3.1

Tomando en cuenta el módulo 2, el cual se encuentra a nivel del suelo se le realizan 3 modificaciones, en este caso el 3.1 es elevado a 0.90m para evaluar los pro y contra con respecto al modelo 2.

Análisis Mensual

- Temperatura Operativa vs Temperatura de Bulbo Seco

La temperatura operativa con respecto al modelo dos reduce 2°C manejando rangos entre los 26-29°C, con ciertos picos de 30°C. Mientras que la operativa se ubica entre los 24-28°C.

- Humedad Relativa

La humedad se localiza en un rango entre 65-75%, con picos de 80% pero manejándose dentro de rangos considerables.

- Disconfort

Se encuentra fuera de confort durante 11h al día, durante todo el año.

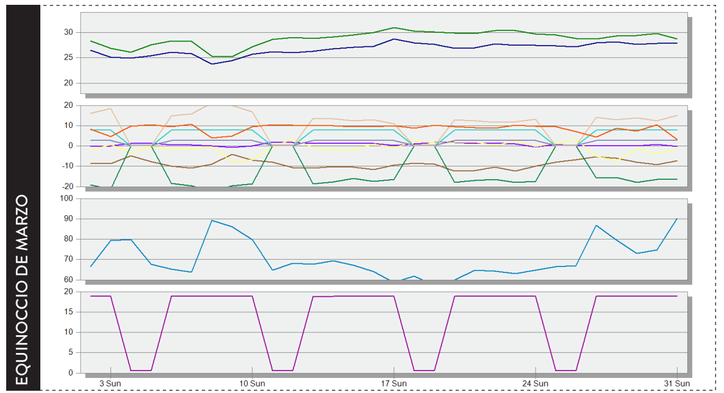
Equinoccios de Marzo y Septiembre

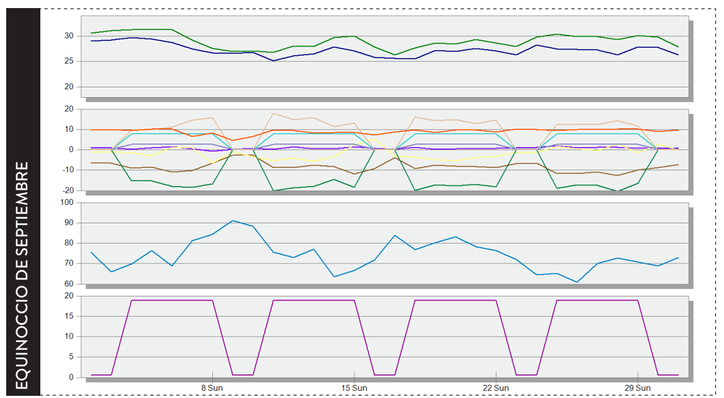
- Ganancias/pérdidas de calor

Al elevarse 0.90m empiezan a darse pérdidas de calor, lo que es positivo para reducir temperatura y humedad, las cubiertas y la ventilación externa ayudan, sin embargo las ganancias solares y la ocupación se mantienen constante en ganancias de calor.

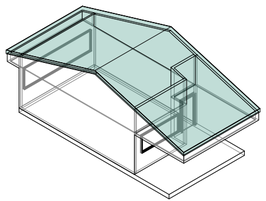
- Ventilación Natural

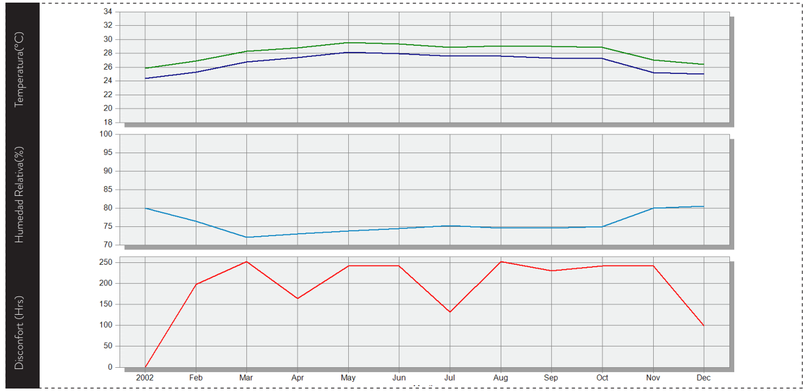
La ventilación programada es cruzada debido a la ubicación y porcentaje de apertura de las ventanas, manejándose de 15-20 ac/h.



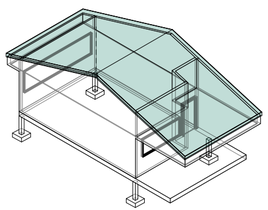


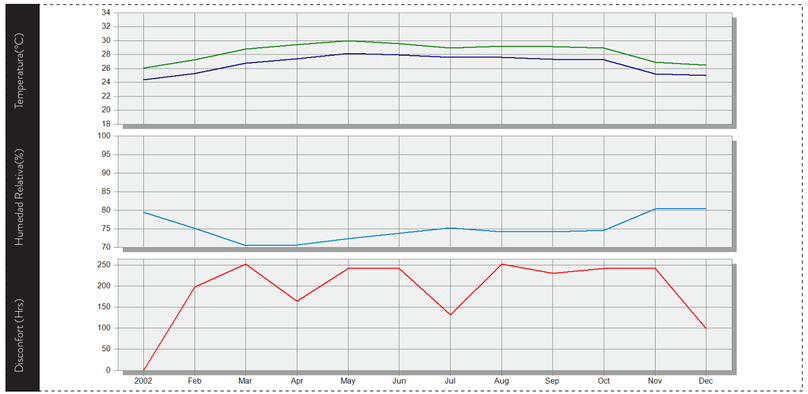
ANUAL MÓDULO 2



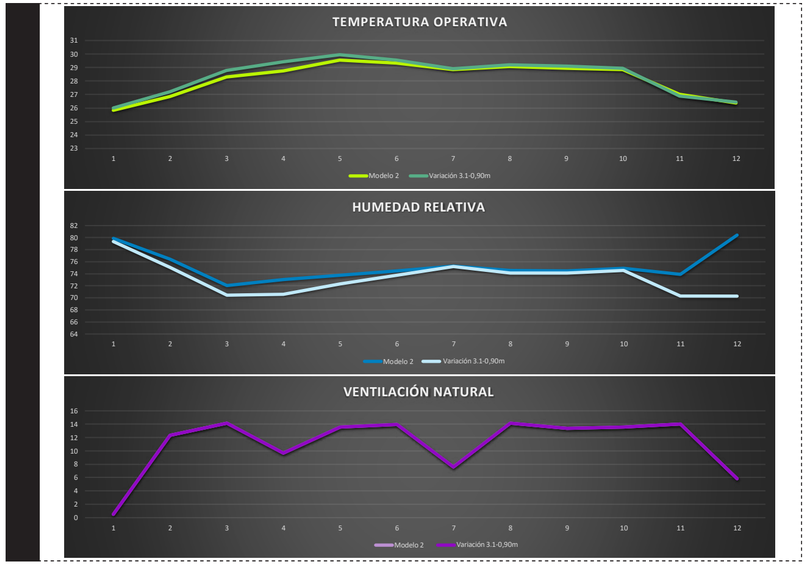


ANUAL VARIACIÓN 3.1

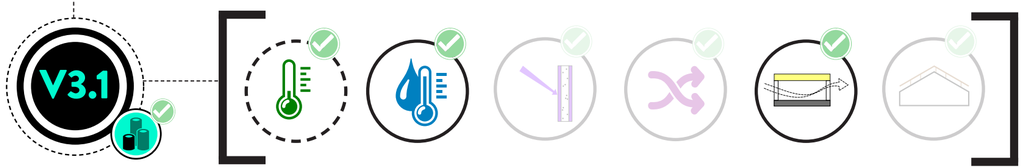


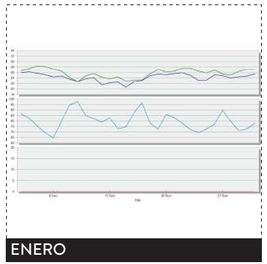


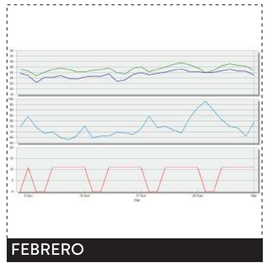
COMPARACIÓN M2 VS V3.1

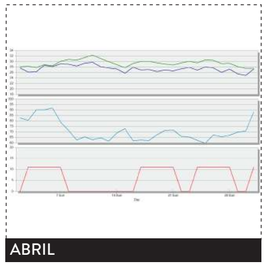


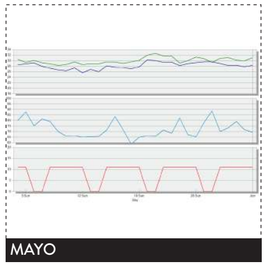
Independientemente del funcionamiento de la estrategia, esta se implementa por su ubicación en zona de vulnerabilidad a inundación.

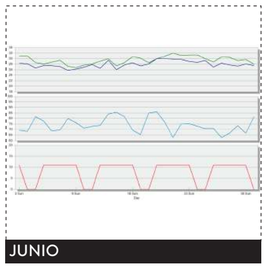


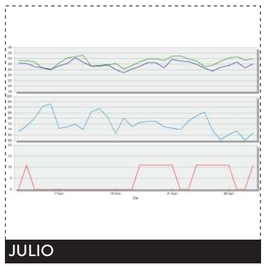

ENERO

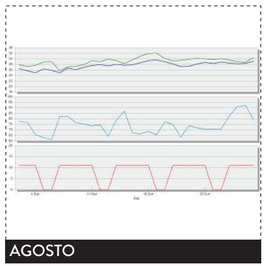

FEBRERO

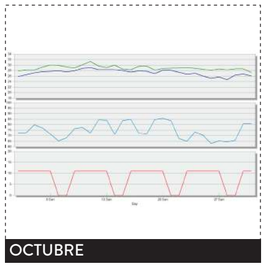

ABRIL

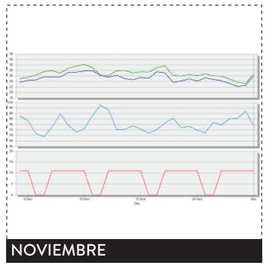

MAYO

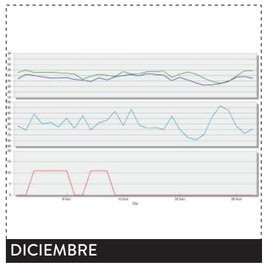

JUNIO


JULIO


AGOSTO


OCTUBRE


NOVIEMBRE


DICIEMBRE

VARIACIÓN 3.2

Se toma en cuenta el módulo 2, el cual se encuentra a nivel del suelo se le realizan 3 modificaciones, en este caso el 3.2 es elevado a 1.50m para evaluar los pro y contra con respecto al modelo 2.

Análisis Mensual

- Temperatura Operativa vs Temperatura de Bulbo Seco

Al aumentar la altura, la temperatura operativa empieza a descender varios días de los meses manejando rangos entre los 25-29°C, manteniendo leve cercanía con la de bulbo seco la cual posee 22-26°C

- Humedad Relativa

La humedad se mantiene constante, en porcentajes de 70-80% la mayor parte del tiempo.

- Disconfort

Se encuentra fuera de confort durante 11h al día, durante todo el año.

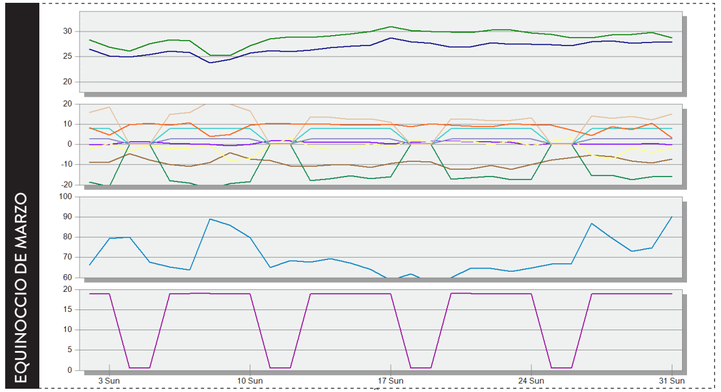
Equinoccios de Marzo y Septiembre

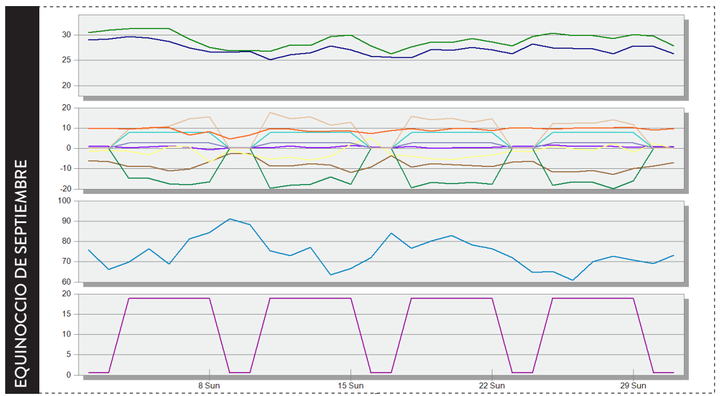
- Ganancias/pérdidas de calor

Al elevarse 1.50m empiezan a darse pérdidas de calor, lo que es positivo para reducir temperatura y humedad, las cubiertas y la ventilación externa ayudan, sin embargo, las ganancias solares y la ocupación se mantienen constante en ganancias de calor.

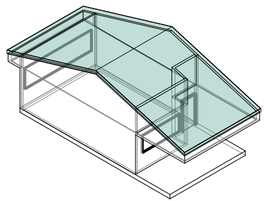
- Ventilación Natural

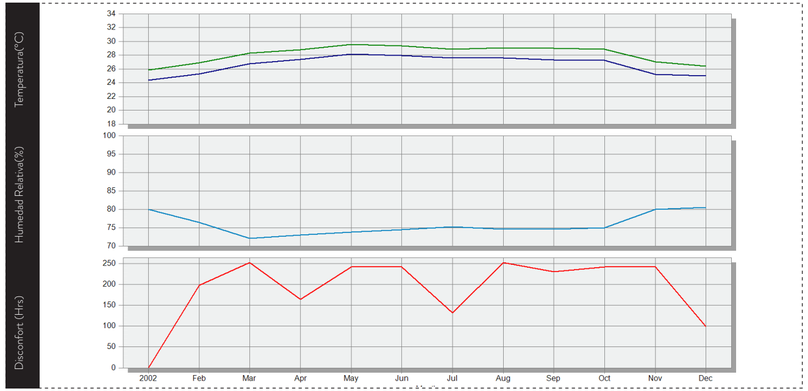
Se utiliza el mismo porcentaje de apertura en ventilación por lo que ronda entre los 15-20 ac/h.



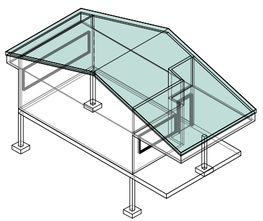


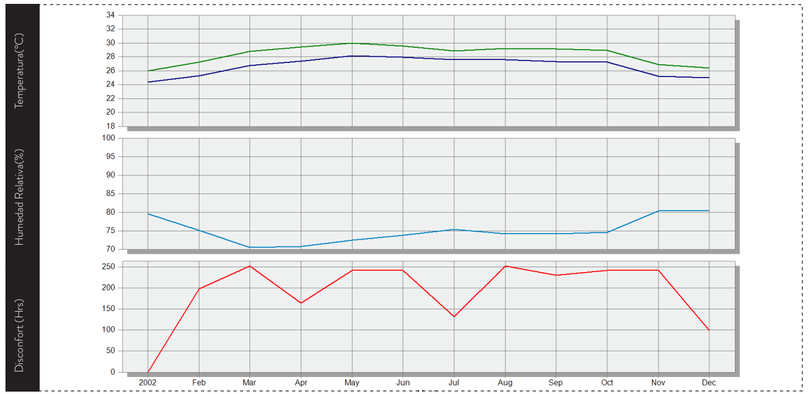
ANUAL MÓDULO 2



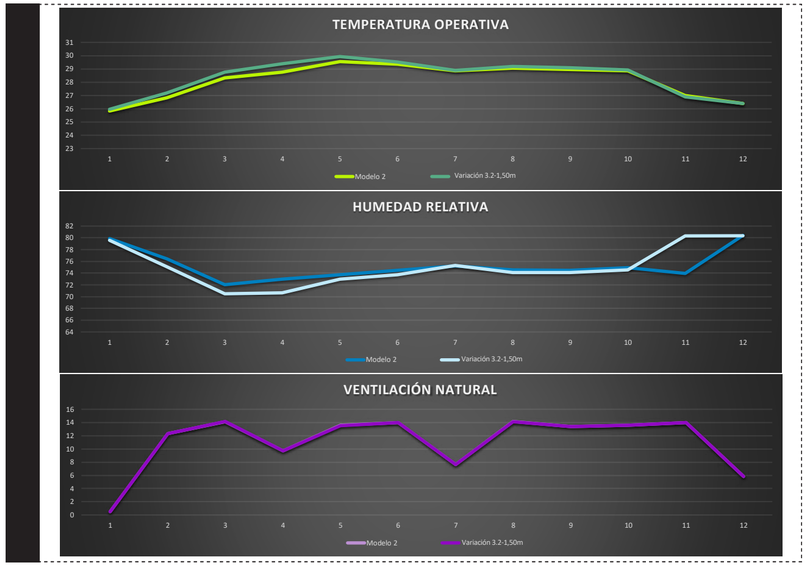


ANUAL VARIACIÓN 3.2

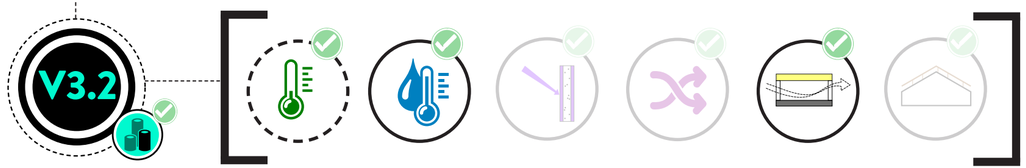


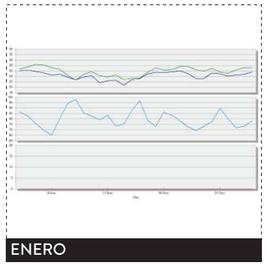


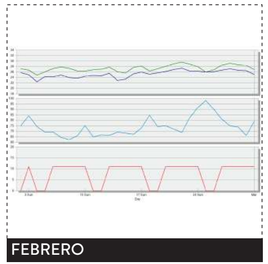
COMPARACIÓN M2 VS V3.2

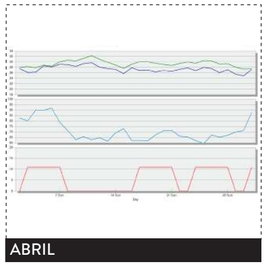


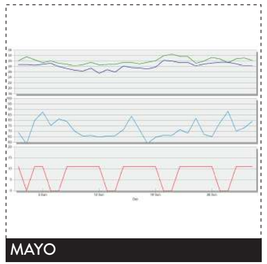
Independientemente del funcionamiento de la estrategia, esta se implementa por su ubicación en zona de vulnerabilidad a inundación.

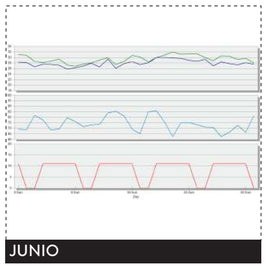


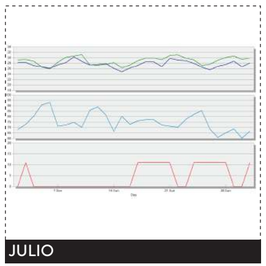

ENERO

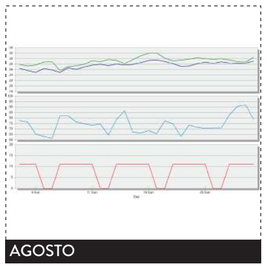

FEBRERO

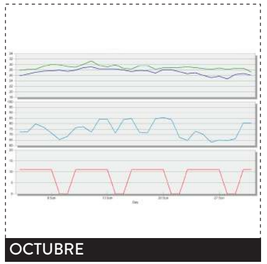

ABRIL

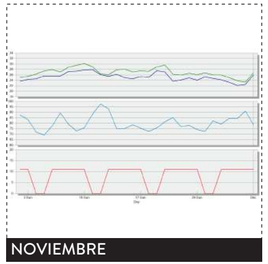

MAYO

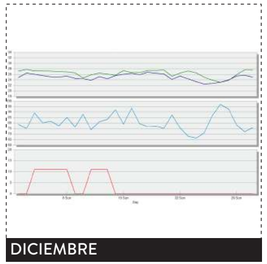

JUNIO


JULIO


AGOSTO


OCTUBRE


NOVIEMBRE


DICIEMBRE

VARIACIÓN 3.3

Se toma en cuenta el módulo 2, el cual se encuentra a nivel del suelo se le realizan 3 modificaciones, en este caso el 3.3 es elevado a 3m para evaluar los pro y contra con respecto al modelo 2. El modelo 3.3 es el utilizado actualmente en el prototipo de pabellones A y B de la DIEE.

Análisis Mensual

- Temperatura Operativa vs Temperatura de Bulbo Seco

La temperatura operativa presenta rangos de 25-30°C, mientras que la externa se mantiene siempre 2°C por debajo, entre 24-26°C.

- Humedad Relativa

La humedad se presenta entre 65-75% la mayor parte del año, con picos de 80%.

- Disconfort

Se encuentra fuera de confort durante 11h al día, durante todo el año.

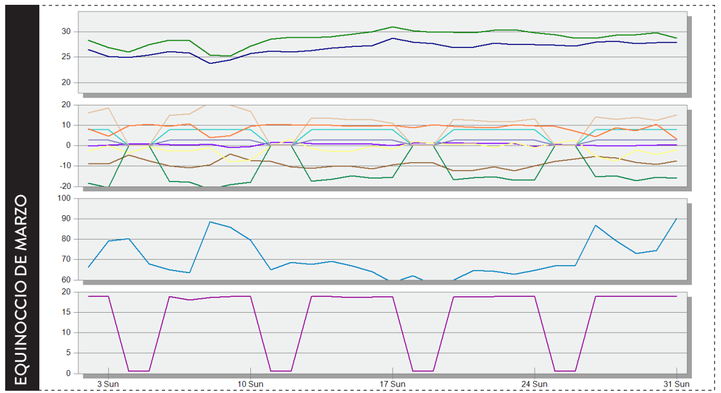
Equinoccios de Marzo y Septiembre

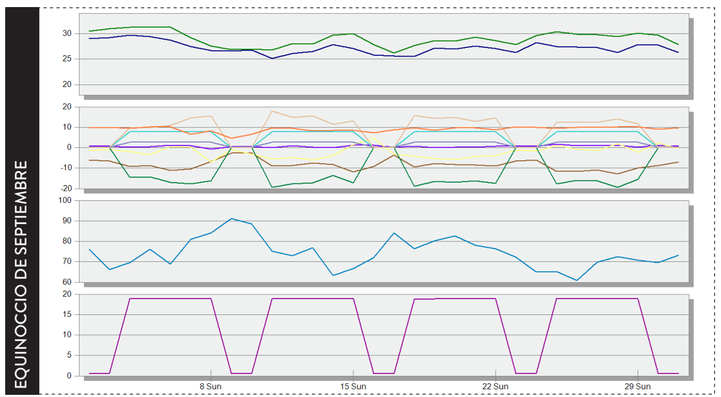
- Ganancias/pérdidas de calor

Se mantiene la pérdida de calor en pisos, cubiertas y ventilación externa. Y manteniéndose las ganancias solares y de ocupación.

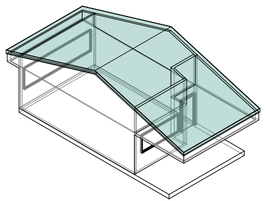
- Ventilación Natural

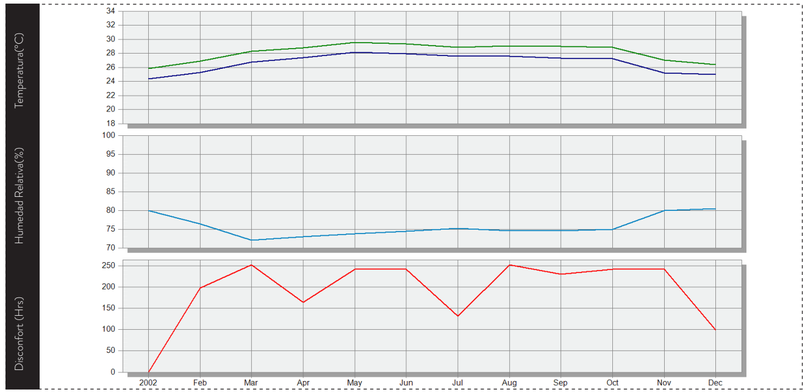
La ventilación es cruzada pero al manejarse el mismo porcentaje de apertura los cambios por hora son los mismos entre 15-20ac/h.



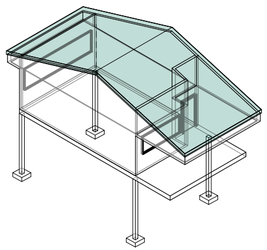


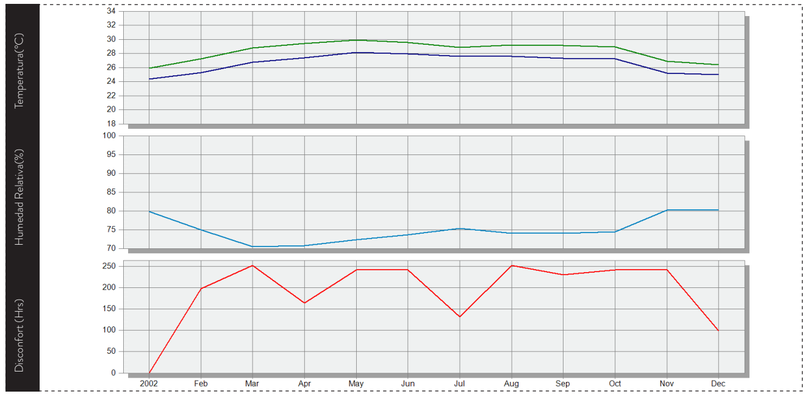
ANUAL MÓDULO 2



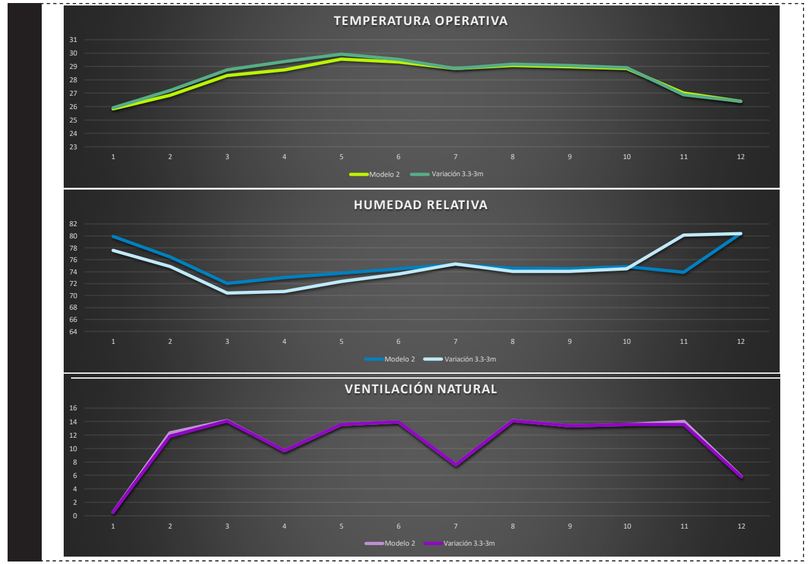


ANUAL VARIACIÓN 3.3

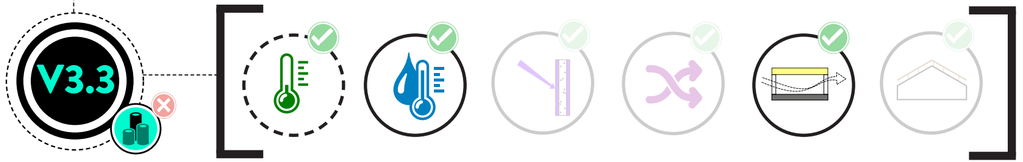


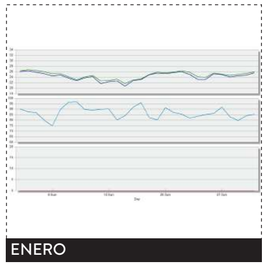


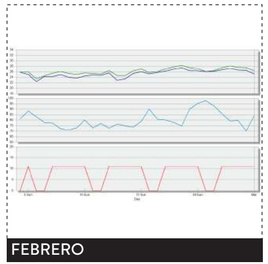
COMPARACIÓN M2 VS V3.3

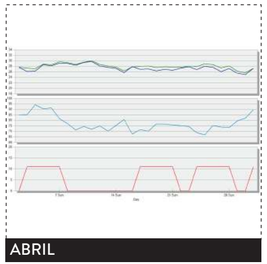


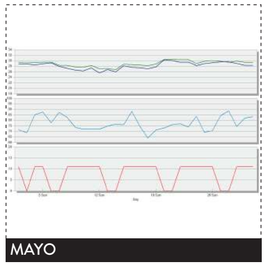
Independientemente del funcionamiento de la estrategia, esta se implementa por su ubicación en zona de vulnerabilidad a inundación.

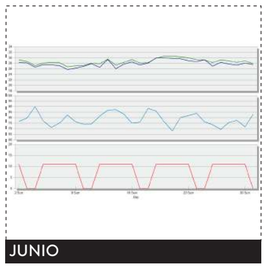


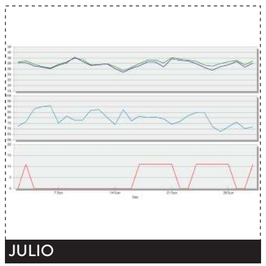


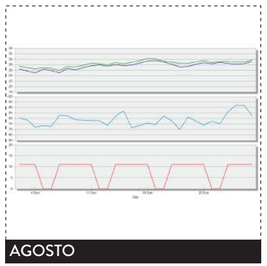


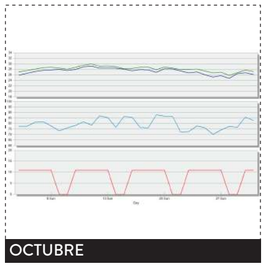


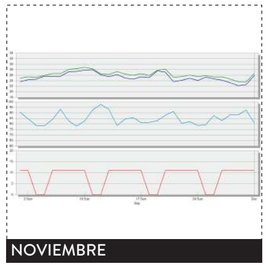


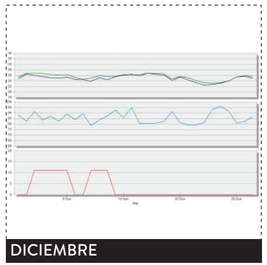












VARIACIÓN 4

La ventanería es otra estrategia que se analiza modificándole sus variables para verificar si mejora o perjudica el funcionamiento del espacio interno. En este módulo 4 se realizan aperturas a nivel de piso, en fachadas norte y sur, además se abre mayor porcentaje la fachada sur.

Análisis Mensual

- Temperatura Operativa vs Temperatura de Bulbo Seco

Al modificar las aberturas de ventilación se denota una aproximación entre la temperatura operativa y la de bulbo seco. Esto significa que la temperatura de confort mantiene rangos de 26-30°C y la exterior entre 24-28°C.

- Humedad Relativa

La humedad presenta picos elevados de 90%, sin embargo se mantiene en rangos constantes la mayor parte del tiempo entre 70-80%

- Disconfort

Se encuentra fuera de confort durante 11h al día, durante todo el año, debido a densidad estudiantil.

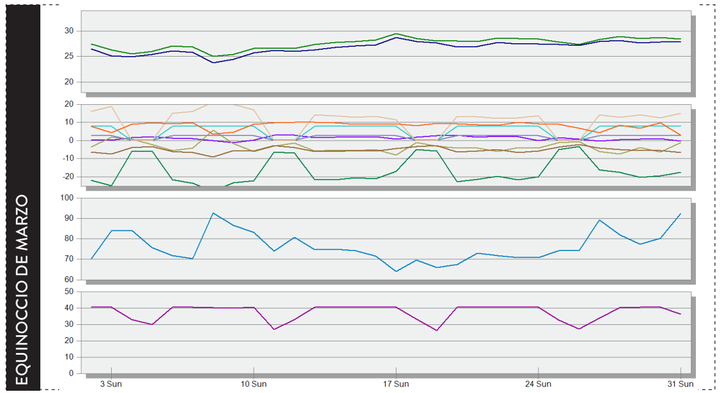
Equinoccios de Marzo y Septiembre

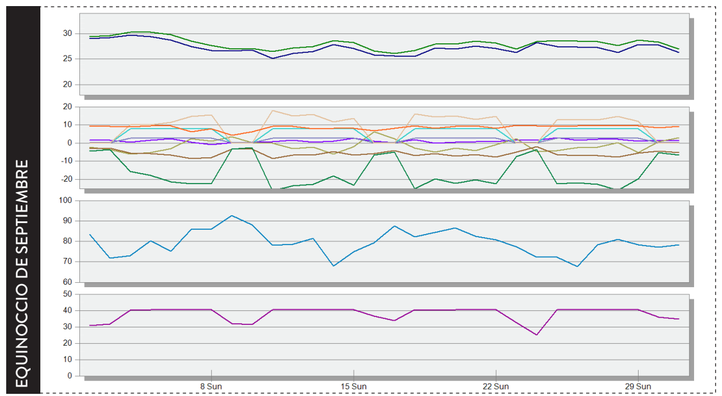
- Ganancias/pérdidas de calor

Se reduce la ganancia solar con 10kW/h que existía en todos los modelos anteriores debido a la ventilación y tipo de propuesta de apertura. Al igual se mantienen pérdidas de calor en cubiertas y ventilación externa.

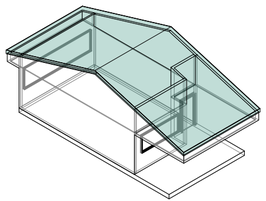
- Ventilación Natural

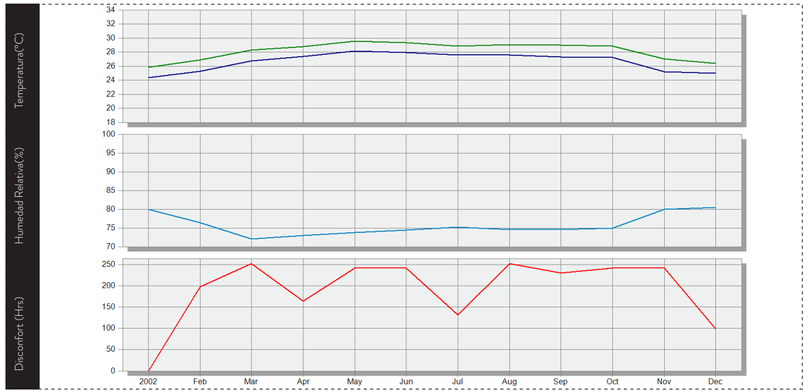
La ventilación programada se aumenta debido al porcentaje de apertura que se realiza y a que son aberturas abiertas 24/7. Presentando entre 30-40ac/h.



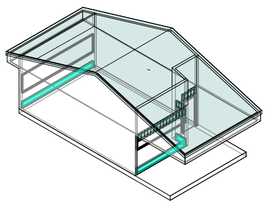


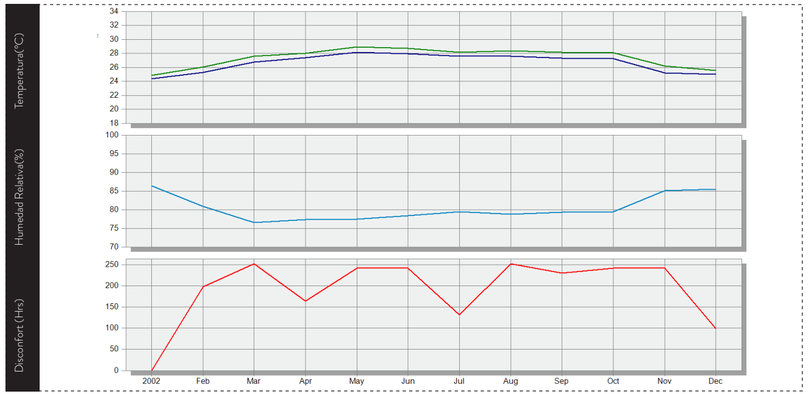
ANUAL MÓDULO 2



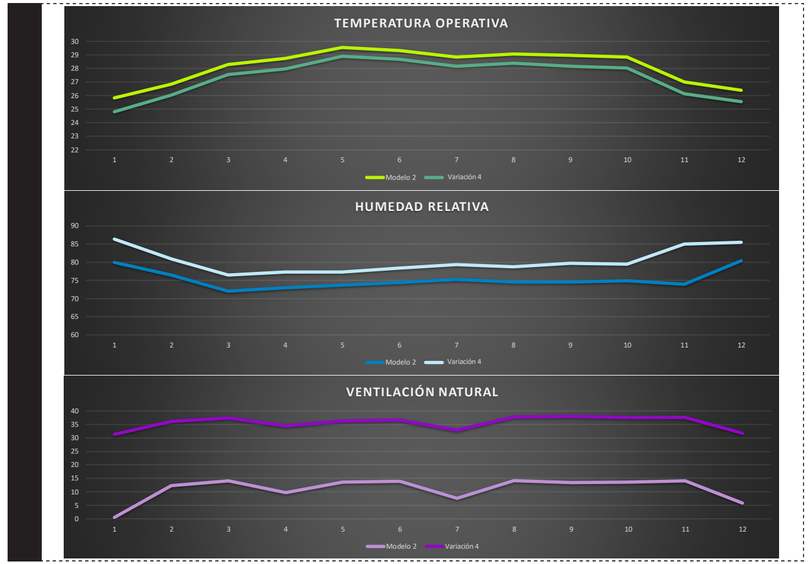


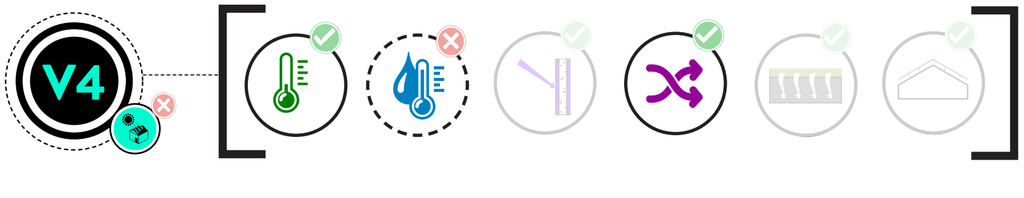
ANUAL VARIACIÓN 4

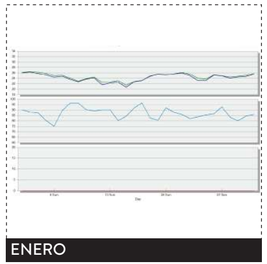


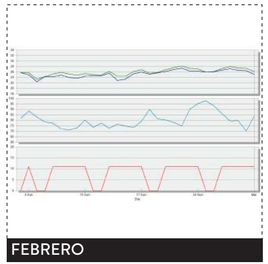


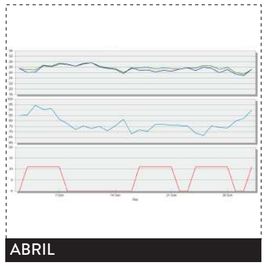
COMPARACIÓN M2 VS V4

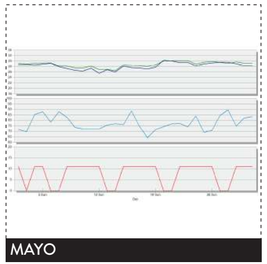


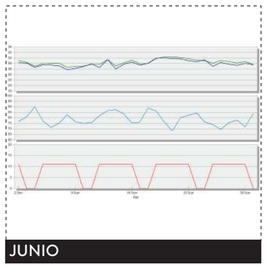


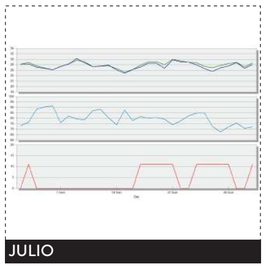

ENERO

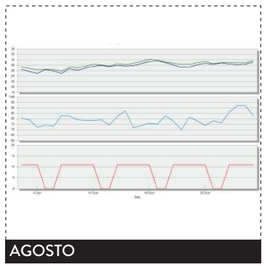

FEBRERO

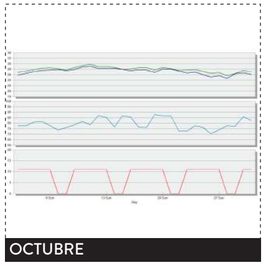

ABRIL

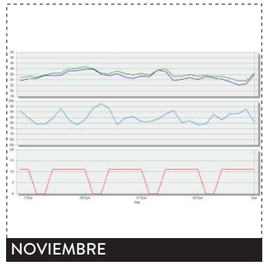

MAYO

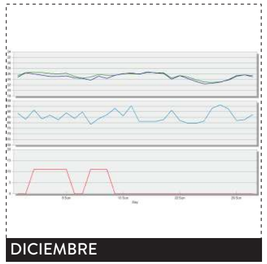

JUNIO


JULIO


AGOSTO


OCTUBRE


NOVIEMBRE


DICIEMBRE

VARIACIÓN 5

En este módulo 5 se realiza apertura a nivel de piso en la fachada sur, además se abre mayor porcentaje la fachada norte con lamas de madera. Obteniendo una ventilación 24/7.

Análisis Mensual

- Temperatura Operativa vs Temperatura de Bulbo Seco

La temperatura en este modelo reduce más en comparación al anterior, presentando temperaturas entre 26-28°C de la operativa y 24-26°C en la externa. Ubicando el modelo dentro de temperaturas confortables.

- Humedad Relativa

Se mantiene constante en rangos entre 75-85% durante la mayor parte del año.

- Disconfort

A pesar de reducir temperatura, se mantiene fuera de rangos de confort a nivel de vestimenta del usuario y densidad estudiantil.

.

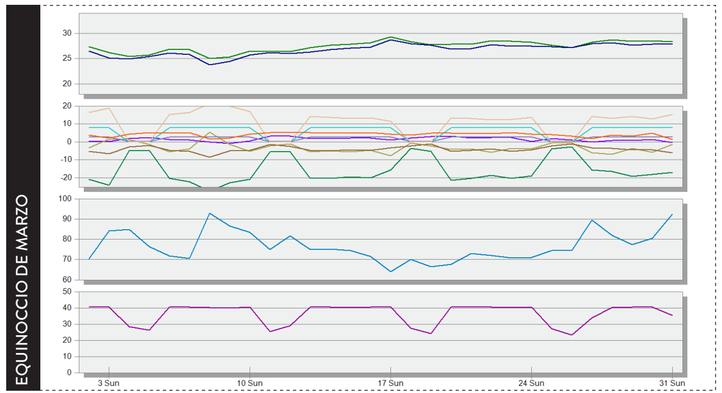
Equinoccios de Marzo y Septiembre

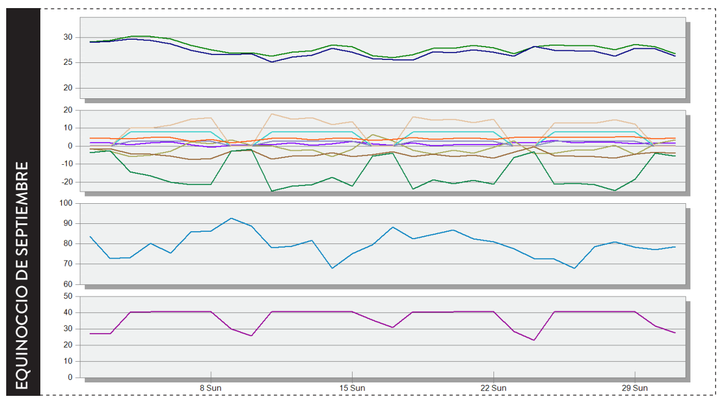
- Ganancias/pérdidas de calor

Con este otro tipo de apertura se reduce 8kw/h de ganancias solares, además se reduce 8kW/h en pisos y cubiertas.

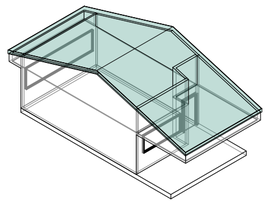
- Ventilación Natural

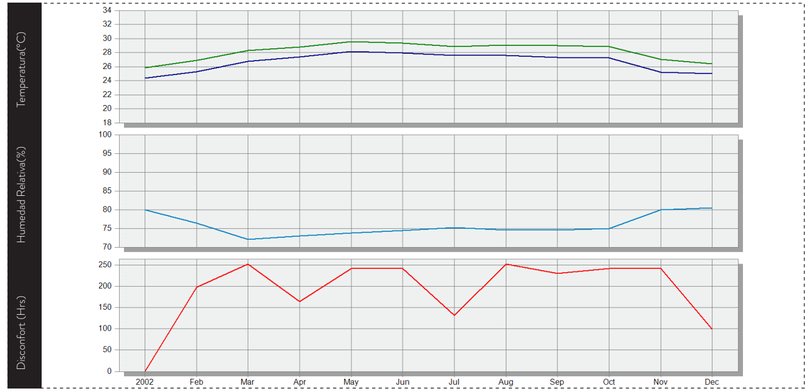
La ventilación programada se aumenta debido al porcentaje de apertura que se realiza y a que son aberturas abiertas 24/7. Presentando entre 30-40ac/h.



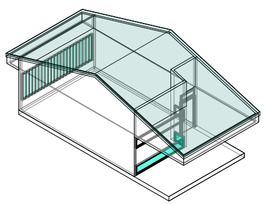


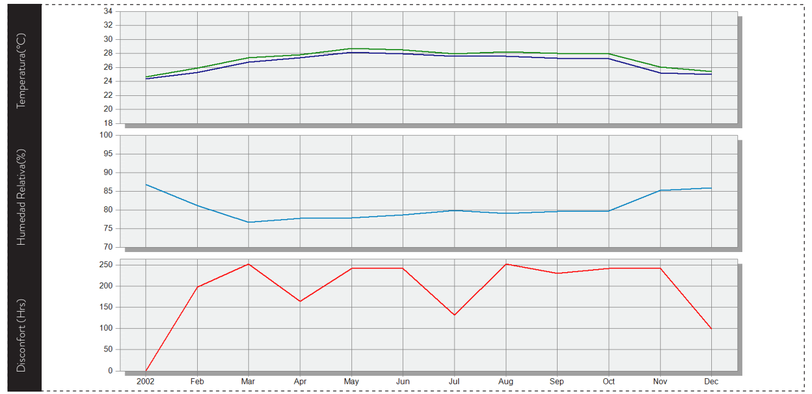
ANUAL MÓDULO 2



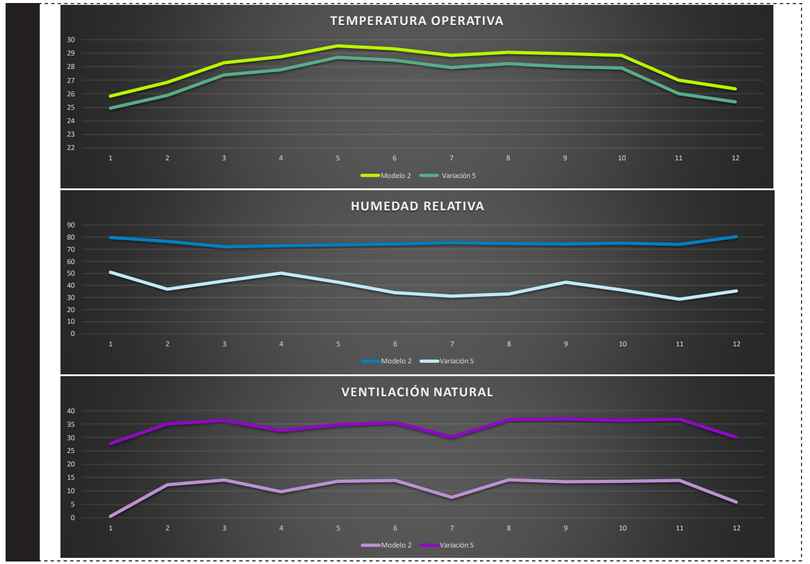


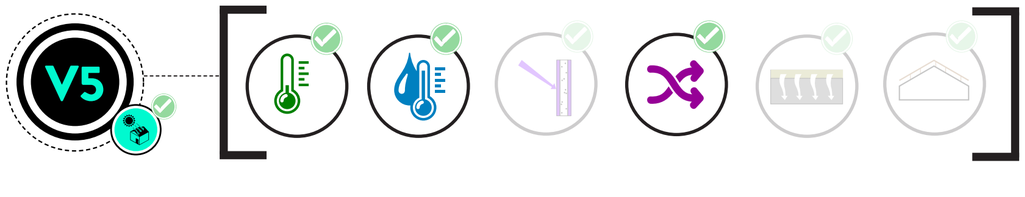
ANUAL VARIACIÓN 5

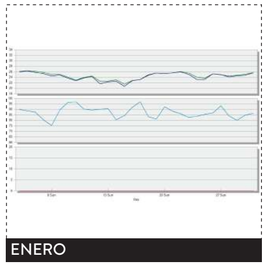


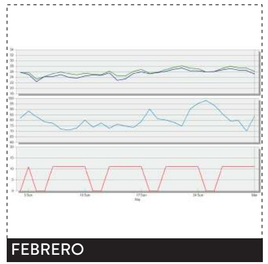


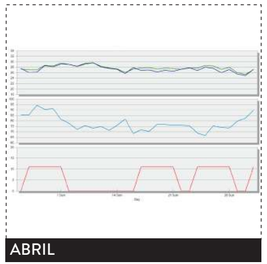
COMPARACIÓN M2 VS V5

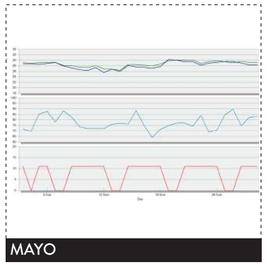


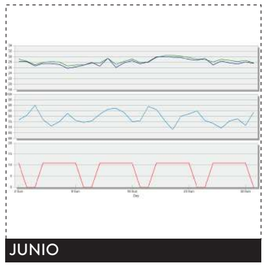


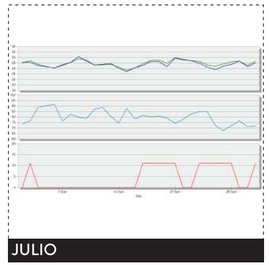

ENERO

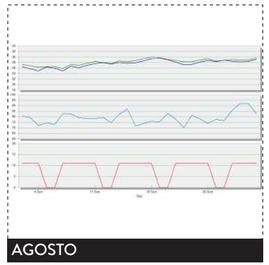

FEBRERO

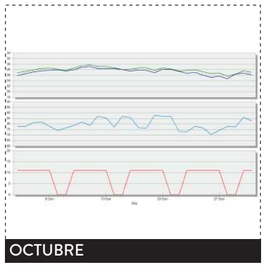

ABRIL

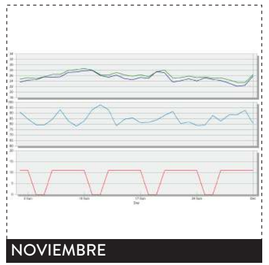

MAYO

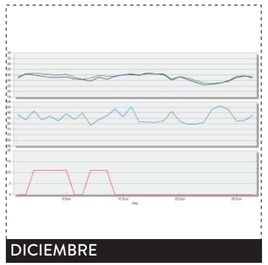

JUNIO


JULIO


AGOSTO


OCTUBRE


NOVIEMBRE


DICIEMBRE

VARIACIÓN 6

Al módulo 6 se le realiza apertura a nivel de piso en la fachada sur, además se abre la fachada norte con lamas de madera pero con una apertura menor. A la vez, posee una ventilación 24/7.

Análisis Mensual

- Temperatura Operativa vs Temperatura de Bulbo Seco

El modelo 6 presenta temperaturas operativas entre 25-28°C y de bulbo seco de 24-28°C, lo que indica que se logró reducir los 2-3°C que las diferenciaba.

- Humedad Relativa

Se mantiene constante en rangos entre 70-85% durante la mayor parte del año.

- Disconfort

A pesar de reducir temperatura, se mantiene fuera de rangos de confort a nivel de vestimenta del usuario y densidad estudiantil.

.

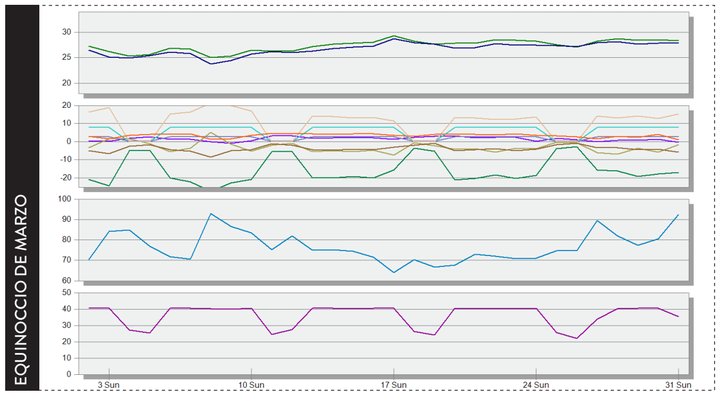
Equinoccios de Marzo y Septiembre

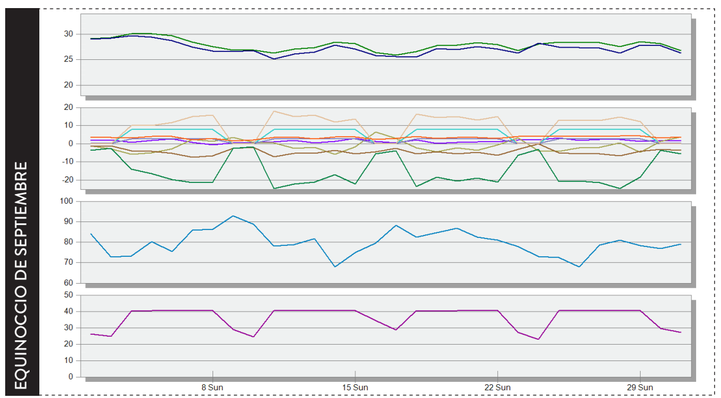
- Ganancias/pérdidas de calor

Con este otro tipo de apertura se reduce 5kw/h de ganancias solares y pisos, además se reduce 8kW/h en cubiertas. Se mantiene en constante pérdida de calor la ventilación externa.

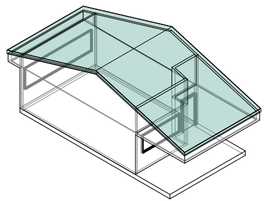
- Ventilación Natural

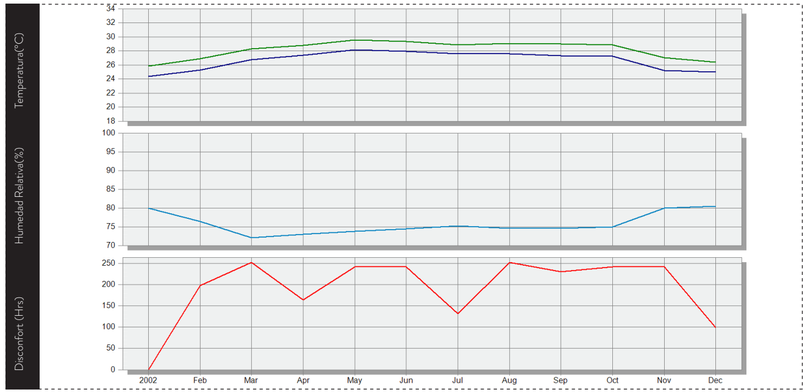
La ventilación programada se aumenta debido al porcentaje de apertura que se realiza y a que son aberturas abiertas 24/7. Presentando entre 30-40ac/h.



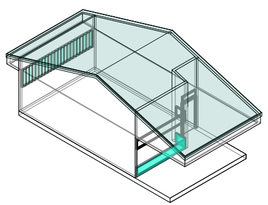


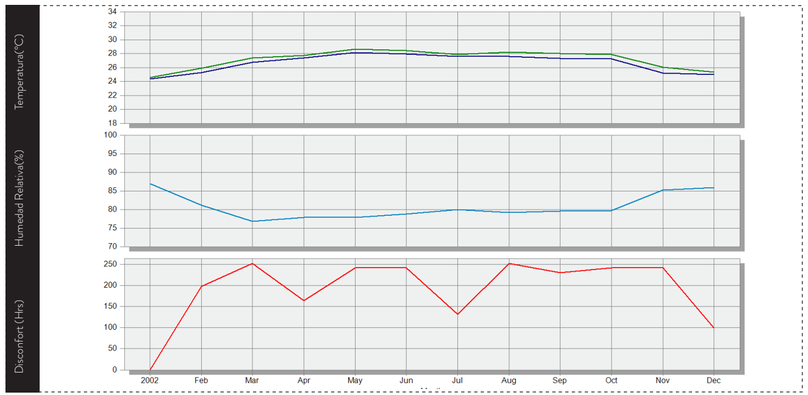
ANUAL MÓDULO 2



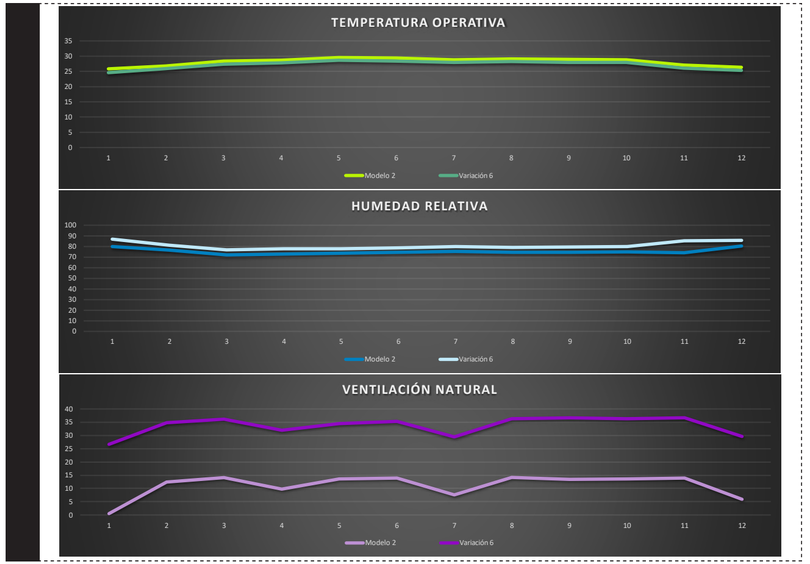


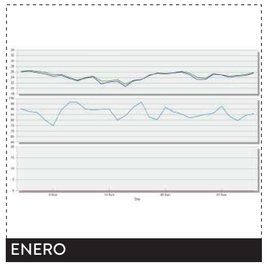
ANUAL VARIACIÓN 6

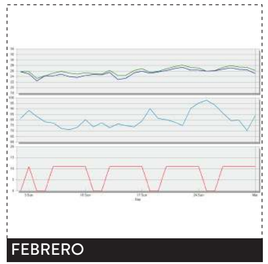


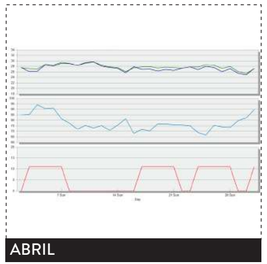


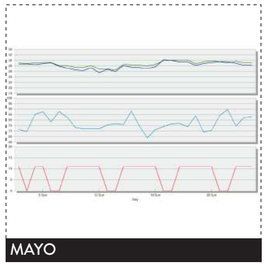
COMPARACIÓN M2 VS V6

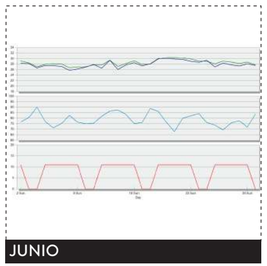


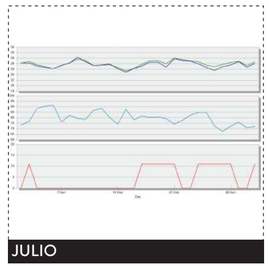

ENERO

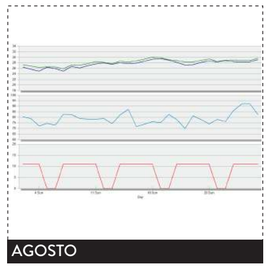

FEBRERO

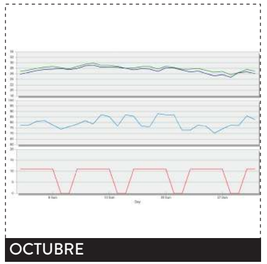

ABRIL

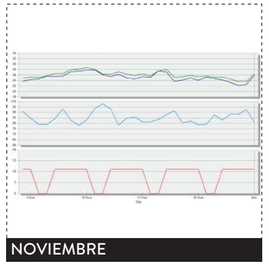

MAYO

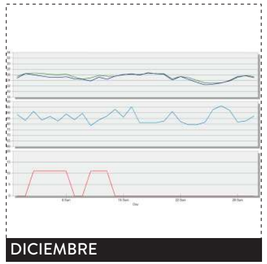

JUNIO


JULIO


AGOSTO


OCTUBRE


NOVIEMBRE


DICIEMBRE

VARIACIÓN 7

Para la variación 7 se crea una apertura a nivel de piso en la fachada sur y lamas de madera en la parte superior, además se abre mayor porcentaje la fachada norte con lamas de madera, de igual forma se añade una apertura a nivel de piso. Obteniendo una ventilación 24/7.

CONFORT
- Temperatura Operativa
- Temperatura Bulbo Seco
- Humedad Relativa
- Disconfort

HEAT BALANCE - BALANCE DE CALOR
- Ventilación Natural
- Paredes
- Equipo Tecnológico
- Iluminación Artificial
- Ventilación Exterior
- Pisos a nivel 0m
- Ocupación
- Techos
- Ganancias Solares Externas
- Pisos elevados

Análisis Mensual

- Temperatura Operativa vs Temperatura de Bulbo Seco

Este modelo al igual que los anteriores mantiene la temperatura operativa similar a la de bulbo seco, logrando rangos entre 26-28°C con algunos picos de 30°C. La temperatura externa entre los 24-26°C.

- Humedad Relativa

Se mantiene constante en rangos entre 70-85% durante la mayor parte del año, aunque presenta desviaciones de 90% en algunos días.

- Disconfort

A pesar de reducir temperatura, se mantiene fuera de rangos de confort a nivel de vestimenta del usuario y densidad estudiantil.

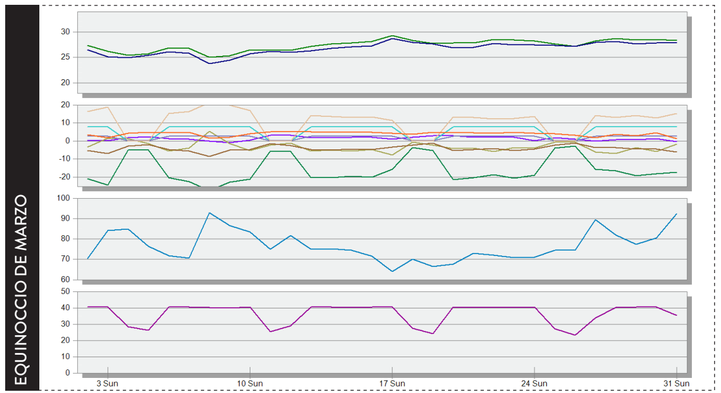
Equinoccios de Marzo y Septiembre

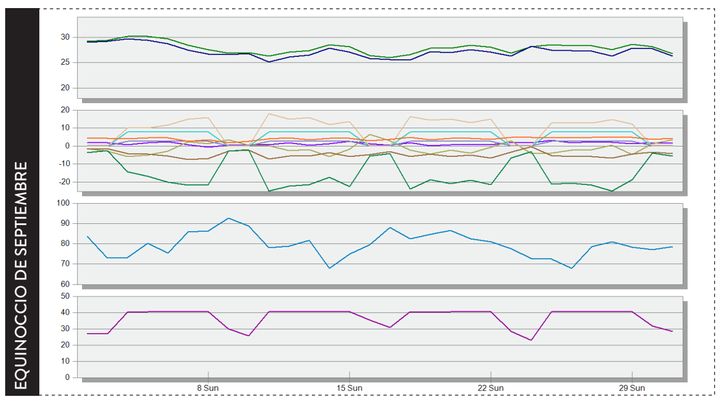
- Ganancias/pérdidas de calor

Con este otro tipo de apertura se reduce 5kw/h de ganancias solares, además, se reduce 8kW/h en cubiertas y pisos. Se mantiene en constante pérdida de calor la ventilación externa.

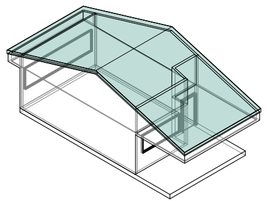
- Ventilación Natural

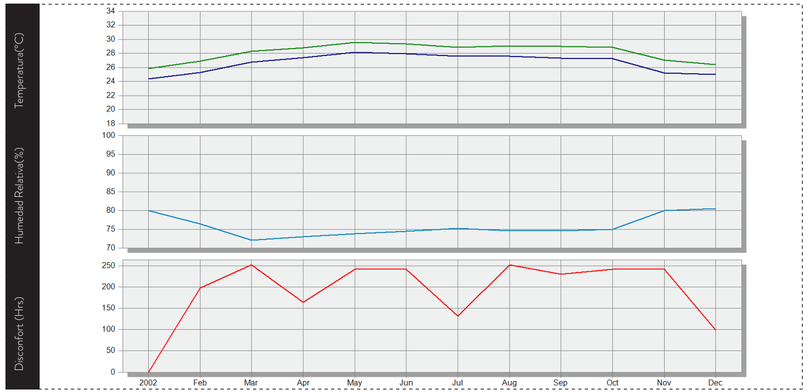
La ventilación programada se aumenta debido al porcentaje de apertura que se realiza y a que son aberturas abiertas 24/7. Presentando entre 30-40ac/h.



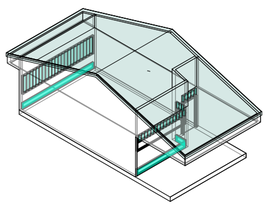


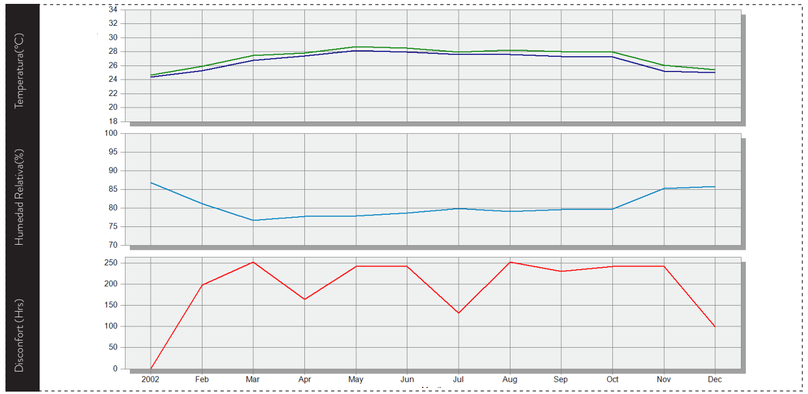
ANUAL MÓDULO 2



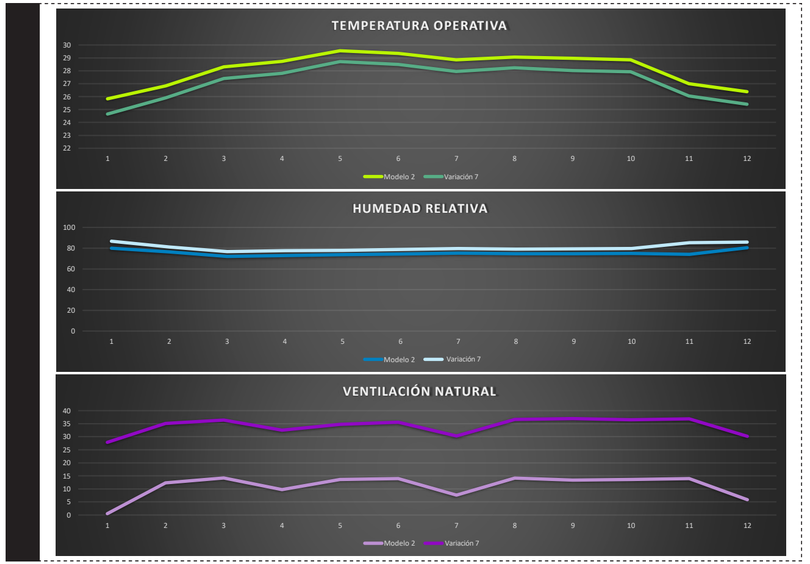


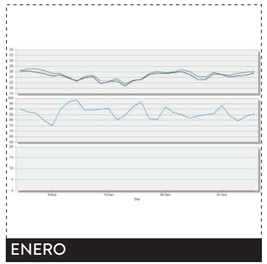
ANUAL VARIACIÓN 7

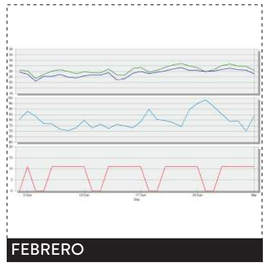


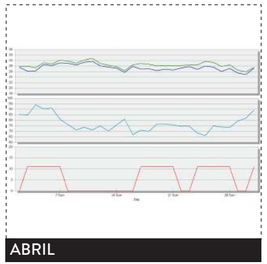


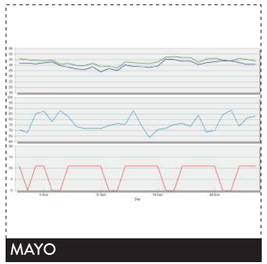
COMPARACIÓN M2 VS V7

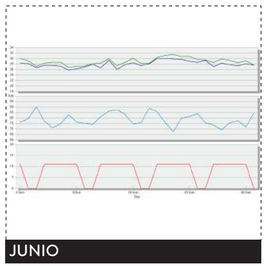


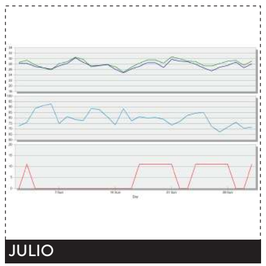

ENERO

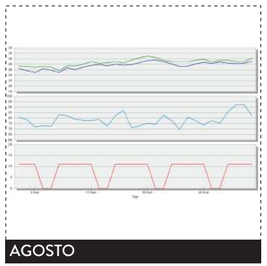

FEBRERO

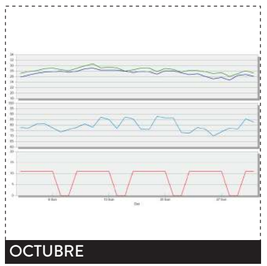

ABRIL

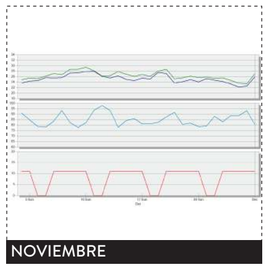

MAYO

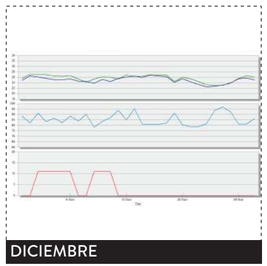

JUNIO


JULIO


AGOSTO


OCTUBRE


NOVIEMBRE


DICIEMBRE

VARIACIÓN 8.1

Modelo de propuesta final, realizado a nivel del suelo-0m. Se le aplica la variación de ventanearía V7 y el tipo de cubierta del modelo V2. Se mantienen los materiales a nivel de paredes y piso según la DIEE.

Análisis Mensual

- Temperatura Operativa vs Temperatura de Bulbo Seco

Este modelo final presenta temperaturas operativas entre 24-28°C durante la mayor parte del año, y una temperatura de bulbo seco +/-24-26°C.

- Humedad Relativa

Se mantiene constante respecto a los modelos (6) en rangos entre 70-85% durante la mayor parte del año.

- Disconfort

A pesar de reducir temperatura, se mantiene fuera de rangos de confort.

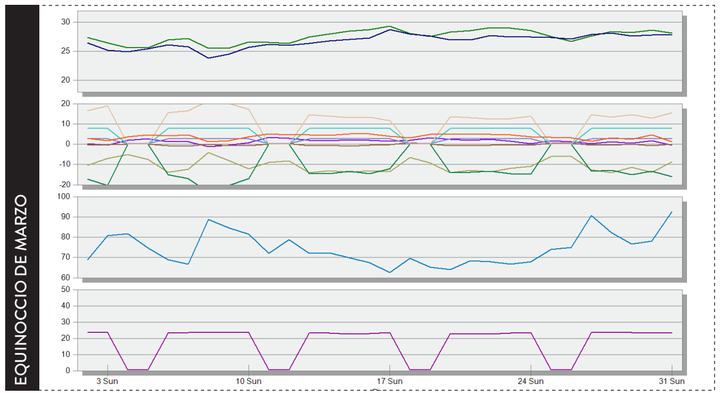
Equinoccios de Marzo y Septiembre

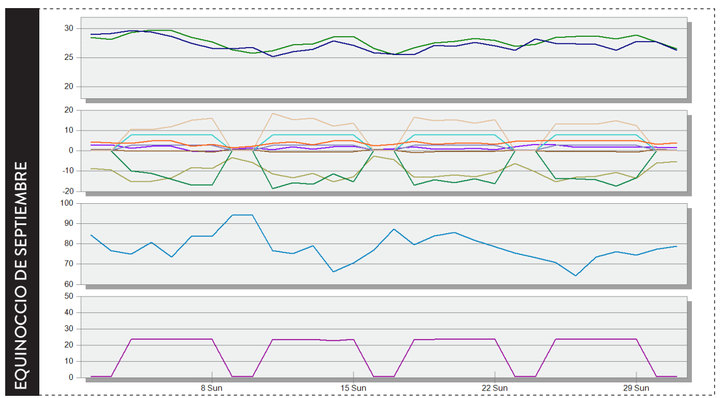
- Ganancias/pérdidas de calor

Se presencia la pérdida de calor en gran parte a nivel de piso y por la ventilación externa. Las cubiertas no se encuentran ganando ni perdiendo calor al ubicarse en 0kW/h. Se reducen las ganancias solares.

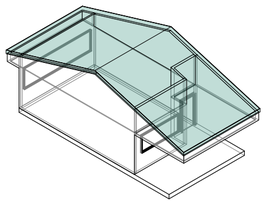
- Ventilación Natural

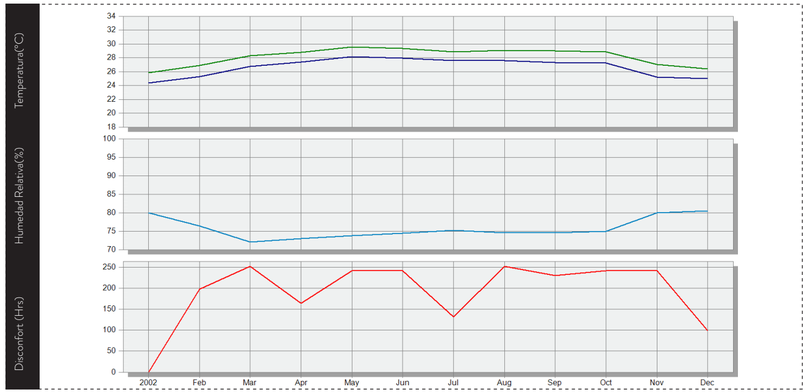
La ventilación programada se aumenta debido al porcentaje de apertura que se realiza y a que son aberturas abiertas 24/7. Presentando entre 30-40ac/h.



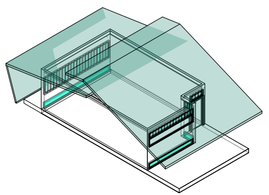


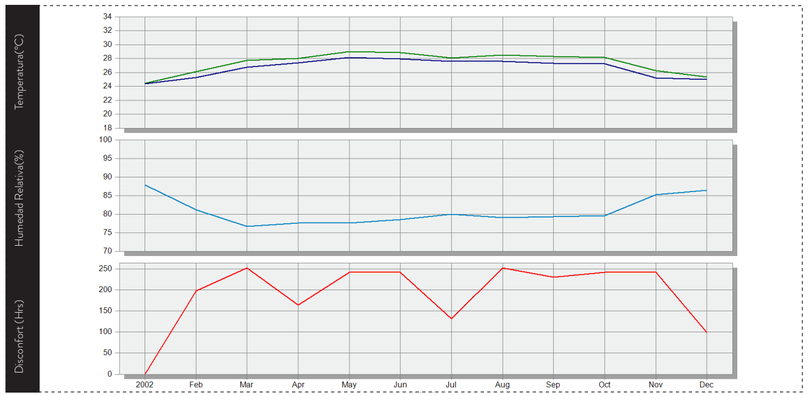
ANUAL MÓDULO 2



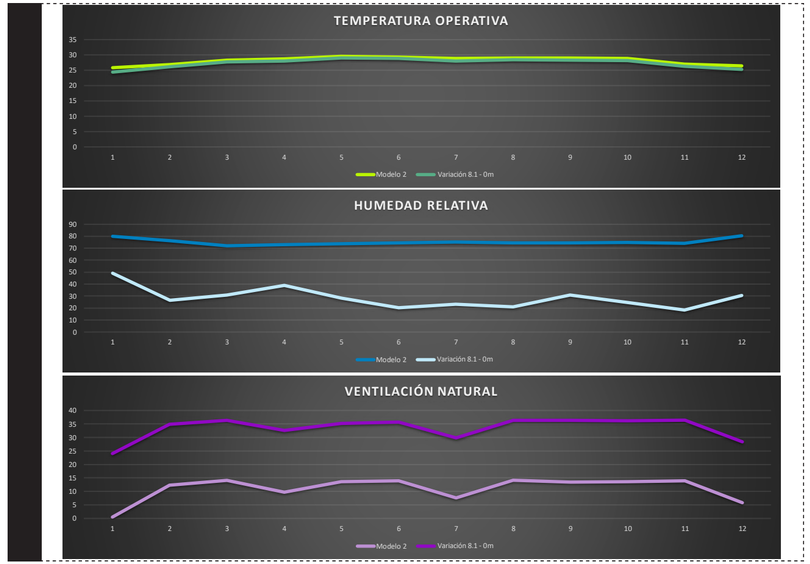


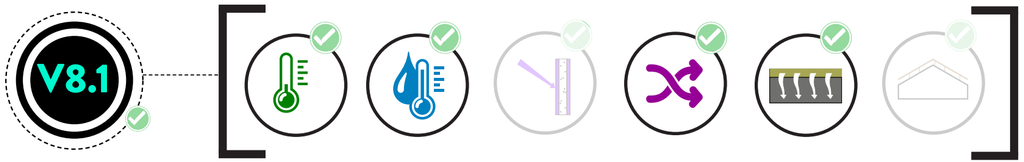
ANUAL VARIACIÓN 8.1

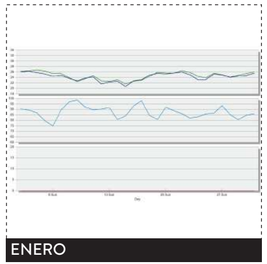


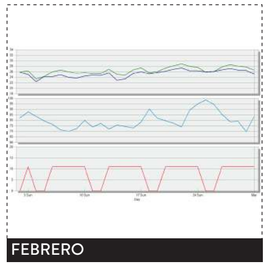


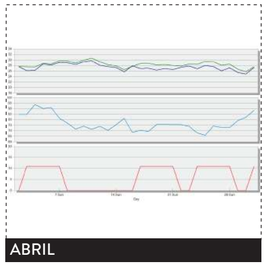
COMPARACIÓN M2 VS V8.1

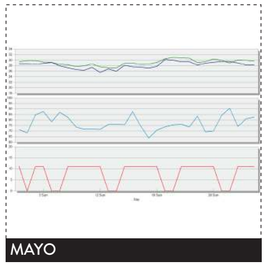


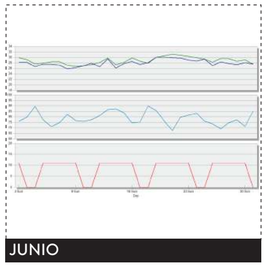


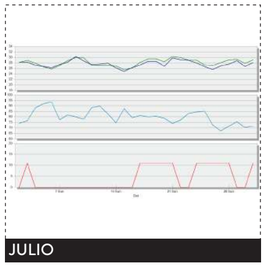

ENERO

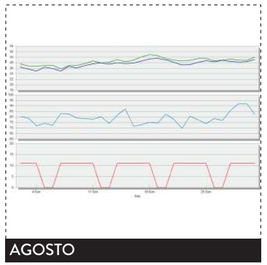

FEBRERO

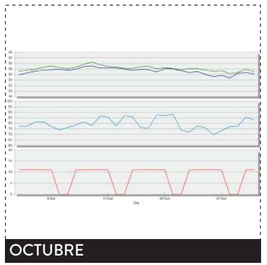

ABRIL

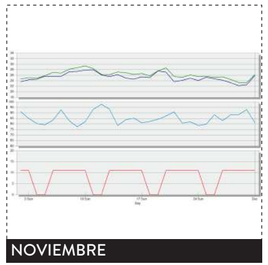

MAYO

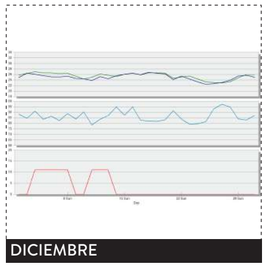

JUNIO


JULIO


AGOSTO


OCTUBRE


NOVIEMBRE


DICIEMBRE

VARIACIÓN 8.2

Modelo de propuesta final, elevado a 0.90m del suelo. Se le aplica el modelo de ventanearía del V7 y el tipo de cubierta del modelo V2. Se mantienen los materiales a nivel de paredes y piso según la DIEE.

Análisis Mensual

- Temperatura Operativa vs Temperatura de Bulbo Seco

Se logra una diferencia entre una y otra de 1°C presentando rangos entre los 25-28°C ambas.

- Humedad Relativa

Se mantiene constante en rangos entre 70-85% durante la mayor parte del año.

- Disconfort

A pesar de reducir temperatura, se mantiene fuera de rangos de confort a nivel de vestimenta del usuario y densidad estudiantil.

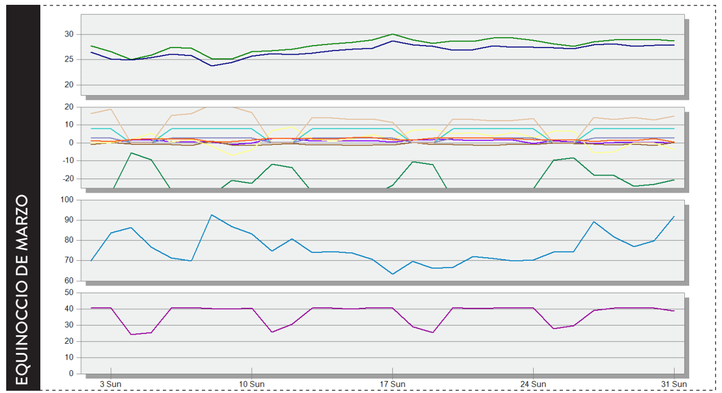
Equinoccios de Marzo y Septiembre

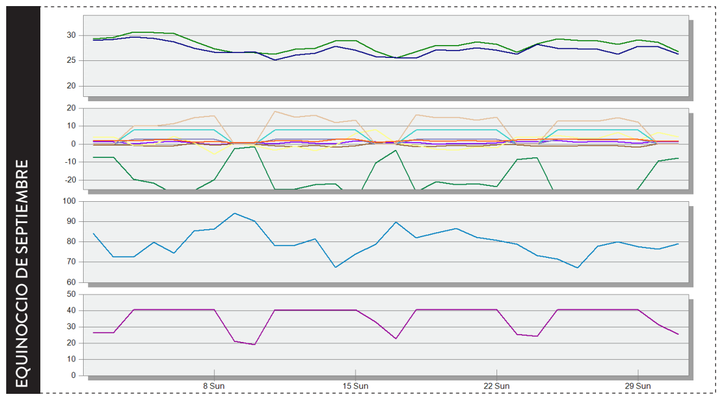
- Ganancias/pérdidas de calor

Al elevar el modelo a 1.50m del suelo se gana calor ya que lo se encuentra entre 0-2kW/h y la mayor parte de pérdidas de calor se dan por ventilación externa. Las ganancias solares se reducen llegando a rangos de 0-3kW/h.

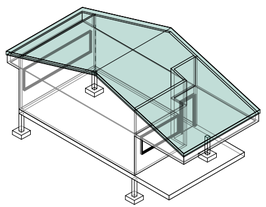
- Ventilación Natural

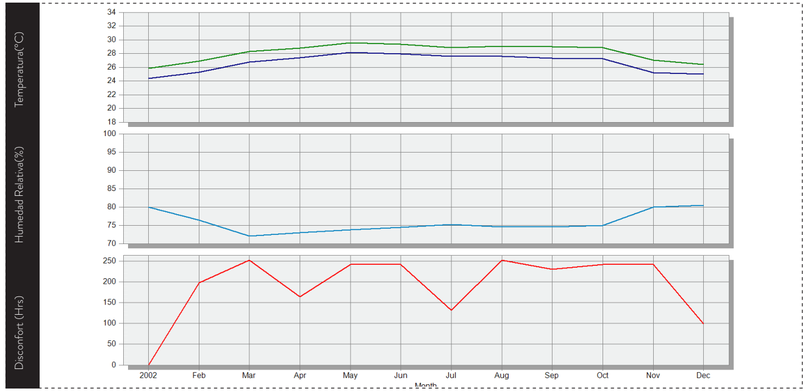
La ventilación programada se aumenta debido al porcentaje de apertura que se realiza y a que son aberturas abiertas 24/7. Presentando entre 30-40ac/h.



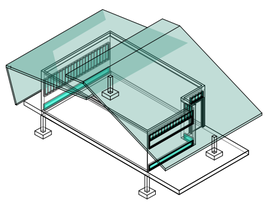


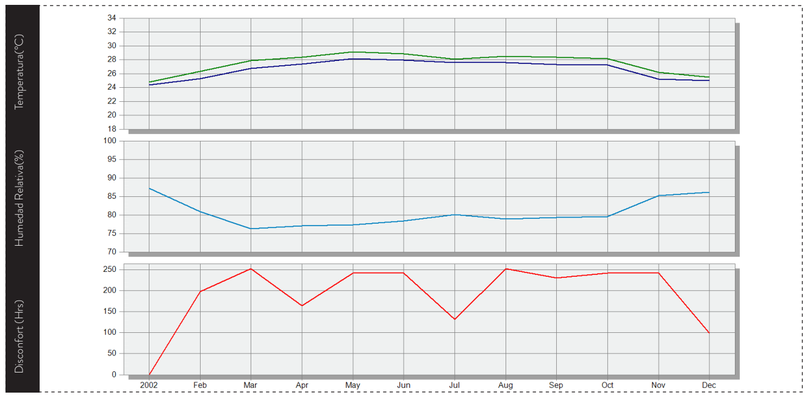
ANUAL VARIACIÓN 3.1



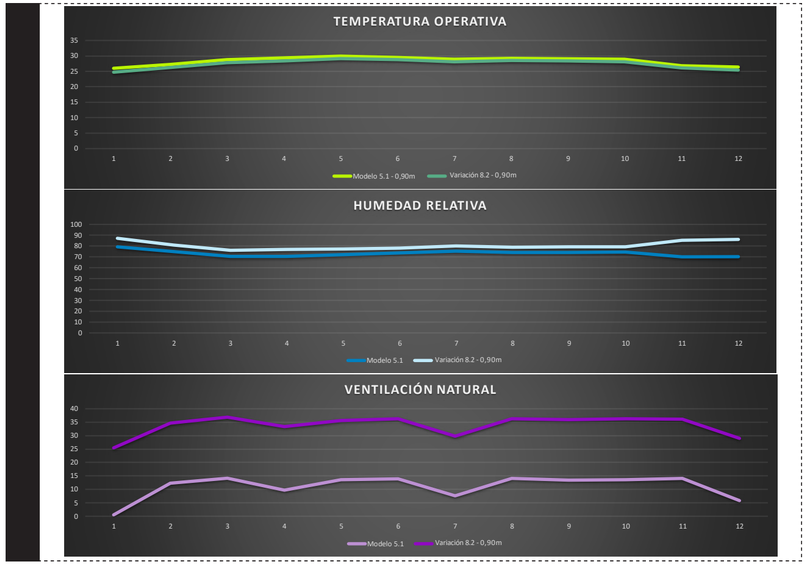


ANUAL VARIACIÓN 8.2

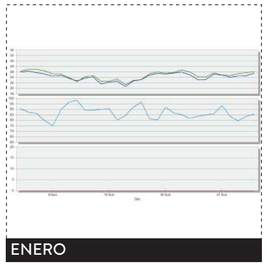


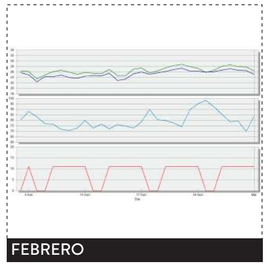


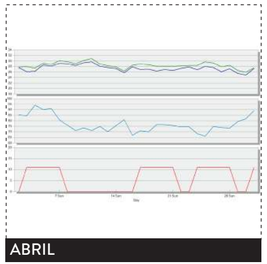
COMPARACIÓN V3.1 VS V8.2

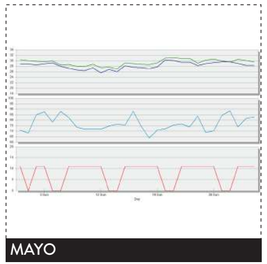


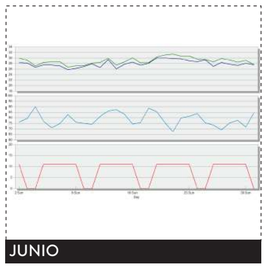
Independientemente del funcionamiento de la estrategia, esta se implementa por su ubicación en zona de vulnerabilidad a inundación.

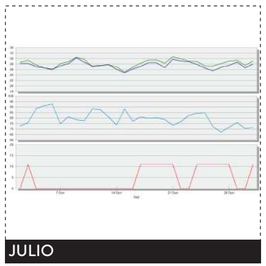

ENERO

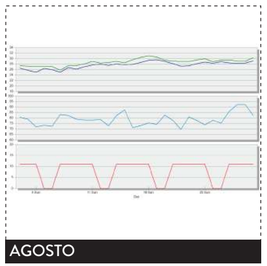

FEBRERO

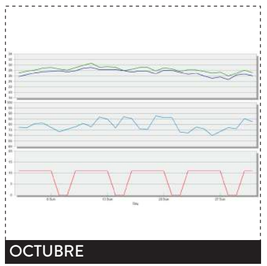

ABRIL

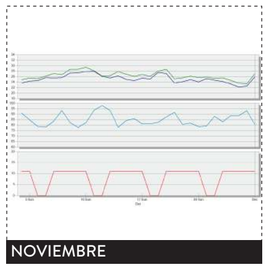

MAYO

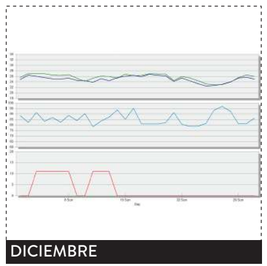

JUNIO


JULIO


AGOSTO


OCTUBRE


NOVIEMBRE


DICIEMBRE

VARIACIÓN 8.3.1

Modelo de propuesta final, elevado a 3m del suelo. Se le aplica el modelo de ventanearía del V7y el tipo de cubierta del modelo V2. Se mantienen los materiales a nivel de paredes según la DIEE. Se analiza el modelo con piso en lámina de Durock.

Análisis Mensual

- Temperatura Operativa vs Temperatura de Bulbo Seco

Presenta rangos promedios de temperatura operativa entre los 26-30°C, y una temperatura externa de 24-28|C.

- Humedad Relativa

La humedad durante algunos meses del año presenta picos de 90% de humedad relativamente altos pero se mantiene principalmente entre 70-80%.

- Disconfort

El disconfort se mantiene las 11h diarias debido a la temperatura del sitio y densidad de ocupación.

.

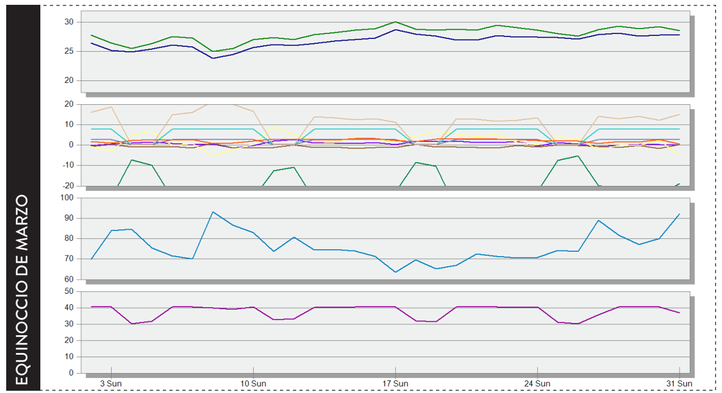
Equinoccios de Marzo y Septiembre

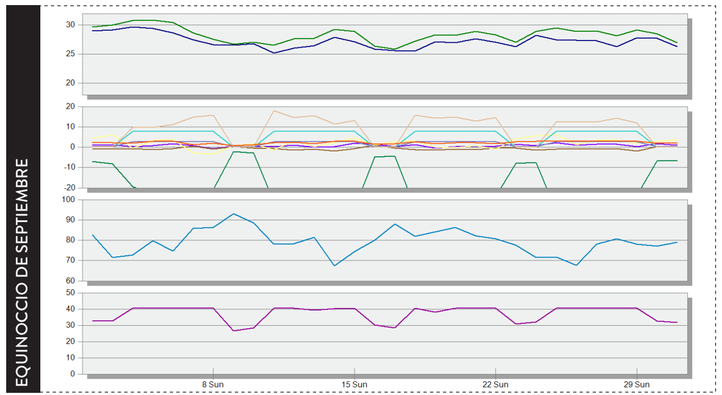
- Ganancias/pérdidas de calor

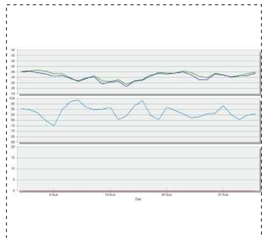
Los pisos no tienen mucha pérdida de calor, se encuentran cercanos a los 0kW/h. Existe una pérdida de ganancia solar acercándose más a nivel 0.

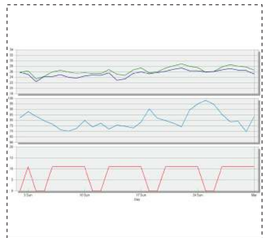
- Ventilación Natural

La ventilación programada se aumenta debido al porcentaje de apertura que se realiza y a que son aberturas abiertas 24/7. Presentando entre 30-40ac/h.

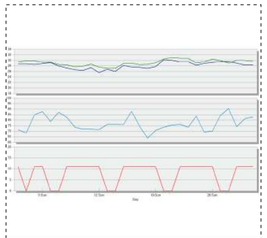


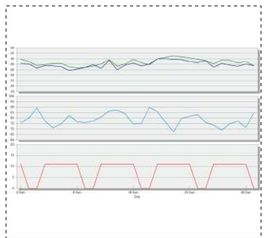


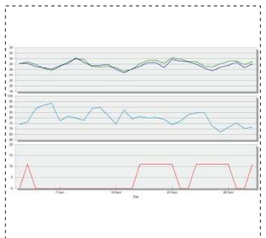

ENERO

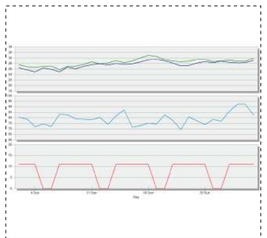

FEBRERO

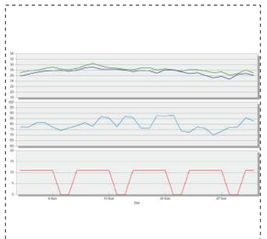
ABRIL

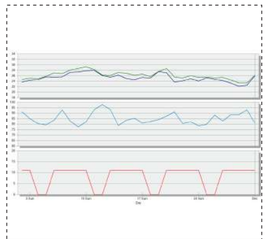

MAYO

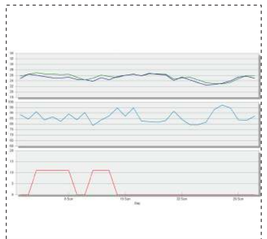

JUNIO


JULIO


AGOSTO


OCTUBRE


NOVIEMBRE


DICIEMBRE

VARIACIÓN 8.3.2

Modelo de propuesta final, elevado a 3m del suelo. Se le aplica el modelo de ventanearía del V7 y el tipo de cubierta del modelo V2. Se mantienen los materiales a nivel de paredes y piso según la DIEE.

Análisis Mensual

- Temperatura Operativa vs Temperatura de Bulbo Seco

Se reduce 1°C en el rango promedio presentando temperaturas de 26-29°C. y la externa de 24-26°C.

- Humedad Relativa

La humedad se mantiene estable la mayor parte del tiempo entre los 75-80%.

- Disconfort

Se encuentra fuera de confort durante 11h al día, durante todo el año.

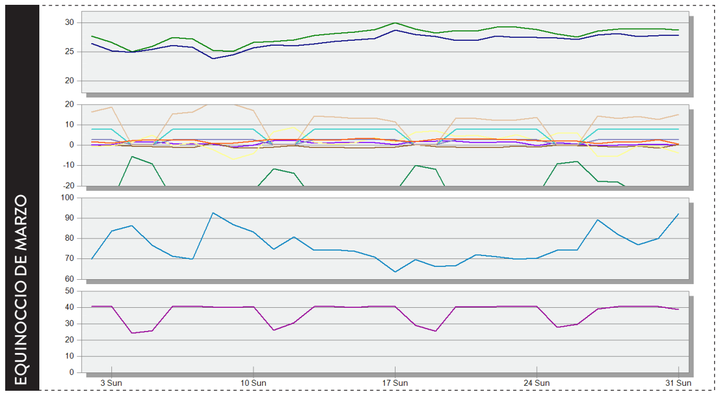
Equinoccios de Marzo y Septiembre

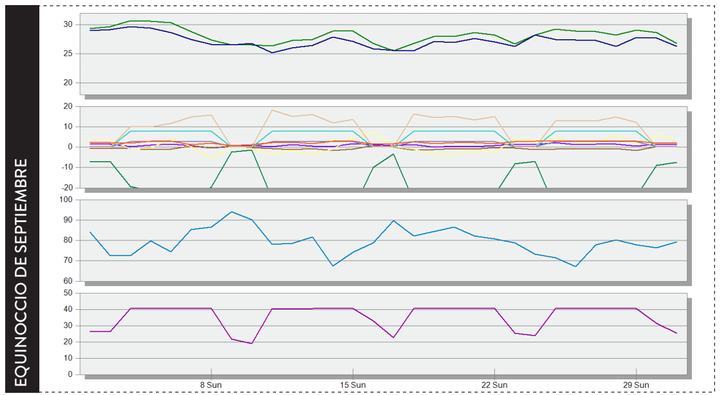
- Ganancias/pérdidas de calor

Al cambiarse el material de piso se denota que existen mayores pérdidas de calor por medio del piso de concreto, esto beneficia también la pérdida de calor en paredes y techos. Se reduce la ganancia de calor por iluminación natural.

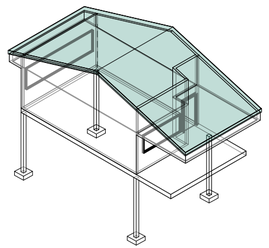
- Ventilación Natural

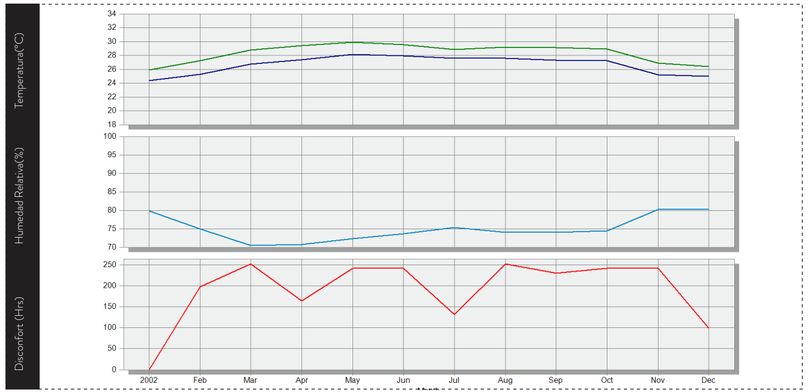
La ventilación programada es cruzada debido a la ubicación y porcentaje de apertura de las ventanas, manejándose de 15-20 ac/h.



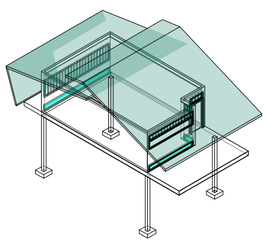


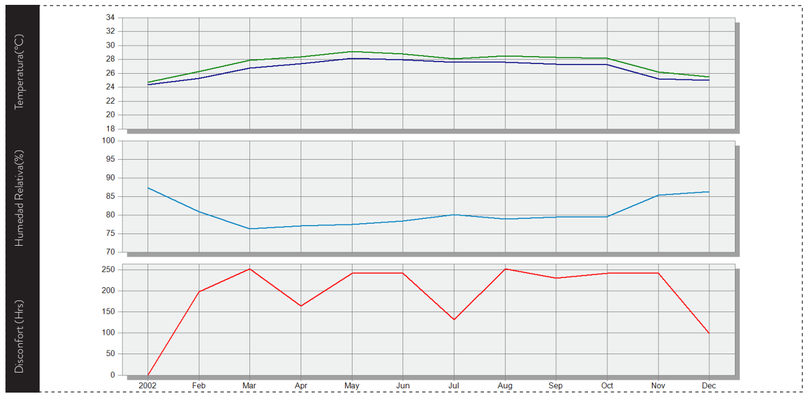
ANUAL VARIACIÓN 3.3



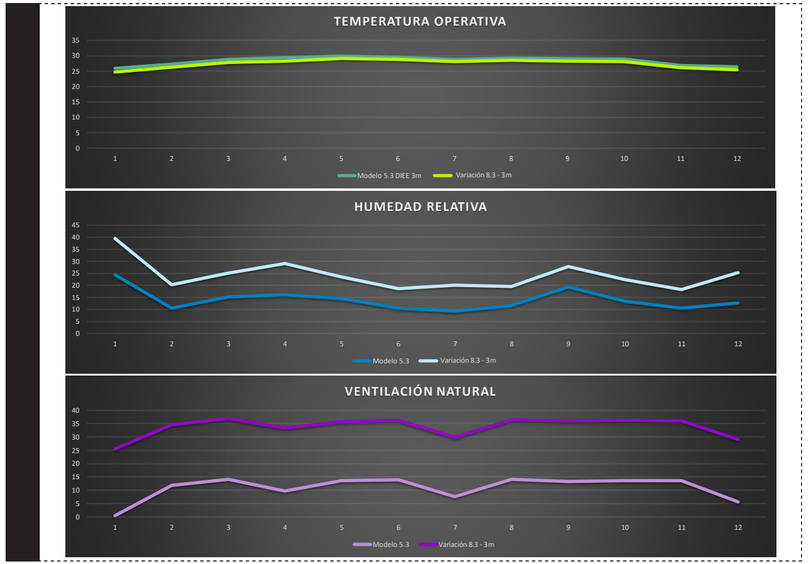


ANUAL VARIACIÓN 8.3.2

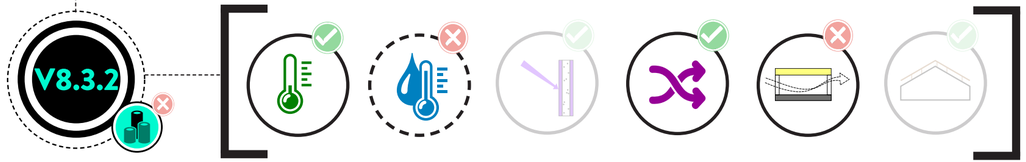




COMPARACIÓN V3.3 VS V8.3.2



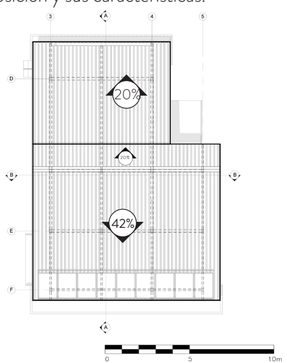
Independientemente del funcionamiento de la estrategia, esta se implementa por su ubicación en zona de vulnerabilidad a inundación.



Planimetría y Visualización Escuela Daytonia (Aula)

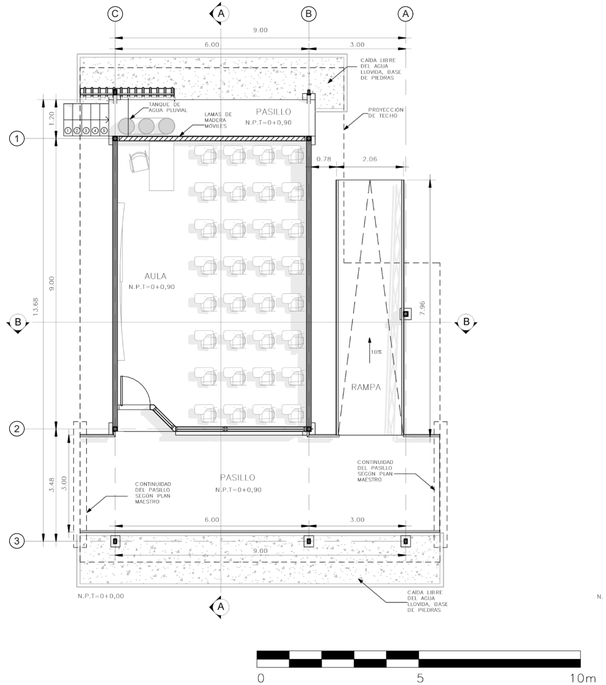
En esta sección se presentará todo aquello respectivo a la representación gráfica del diseño final del prototipo de aula resultante de la investigación para la Escuela Daytonia (Sixaola), ubicada en el piso Altitudinal Basal y Zona de Vida Bosque Húmedo Tropical.

Por medio de plantas de distribución / techos, cortes arquitectónicos, fachadas y visualizaciones tridimensionales como renders internos y externos, así como isométricos del prototipo para un mayor entendimiento de la composición y sus características.



PLANTA ARQUITECTÓNICA DE TECHOS

Imagen 5.35, Planta de Arquitectónica techos del aula, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical. Elaboración Propia.

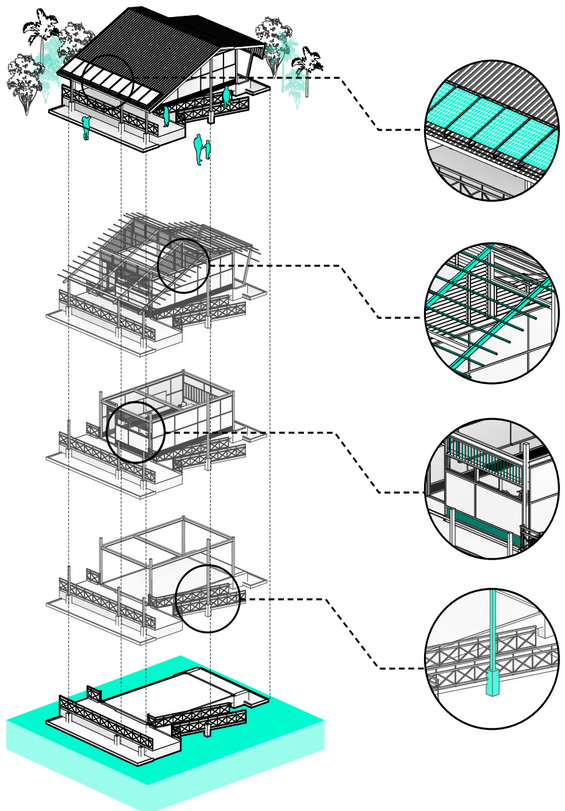


PLANTA DISTRIBUCIÓN ARQUITECTÓNICA AULA PROTOTIPO DAYTONIA

Imagen 5.35.1, Planta de distribución Arquitectónica del aula, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical Elaboración Propia.

RENDER EXTERNO AULA PROTOTIPO

Imagen 5.35.2, Visualización 3D externa, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical , Escuela Daytonia. Elaboración Propia.



ISOMÉTRICO DE CAPAS COMPONENTES

Imagen 5.35.3, Isométrico aula Escuela Daytonia, componentes estructurales, características de aclimatización pasiva y buenas prácticas ambientales. Elaboración Propia.

El uso de paneles solares, en las techos que dan al sur para mayor aprovechamiento de la radiación directa, permitiendo abastecer de energía electrica renovable, como parte de la implementación de buena prácticas ambientales.

Estructura metálica a nivel de techos, perfiles cuadrados como vigas y clavadores, con posibilidad de utilizar perfil C de hierro galvanizado con anticorrosivo.

Parte de las estrategias analizadas y escogidas se encuentra las celosías móviles de madera verticales, que permitan tanto el control de vientos como de iluminación, así como lámina perforada en la parte inferior (jordomex)

La propuesta estructural vertical para aleros, pasillos y estructura primaria, son columnas perfil cuadrado de hierro galvanizado con anticorrosivo.

Base del modelo elevado en columnas y vigas de concreto, permitiendo proteger a los estudiantes y la infraestructura en caso de inundaciones (altura de 0,9m, 1,5m y 3m)

ISOMÉTRICO ESTRUCTURA DE TECHOS

Uso de monitores laterales y centrales de madera que permitan la ventilación cruzada y por lo tanto la disipación de calor proveniente del espacio

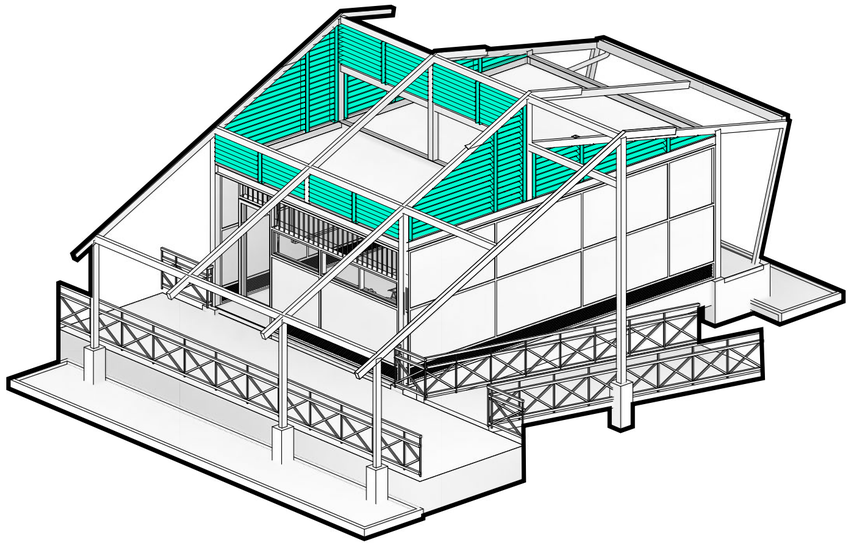
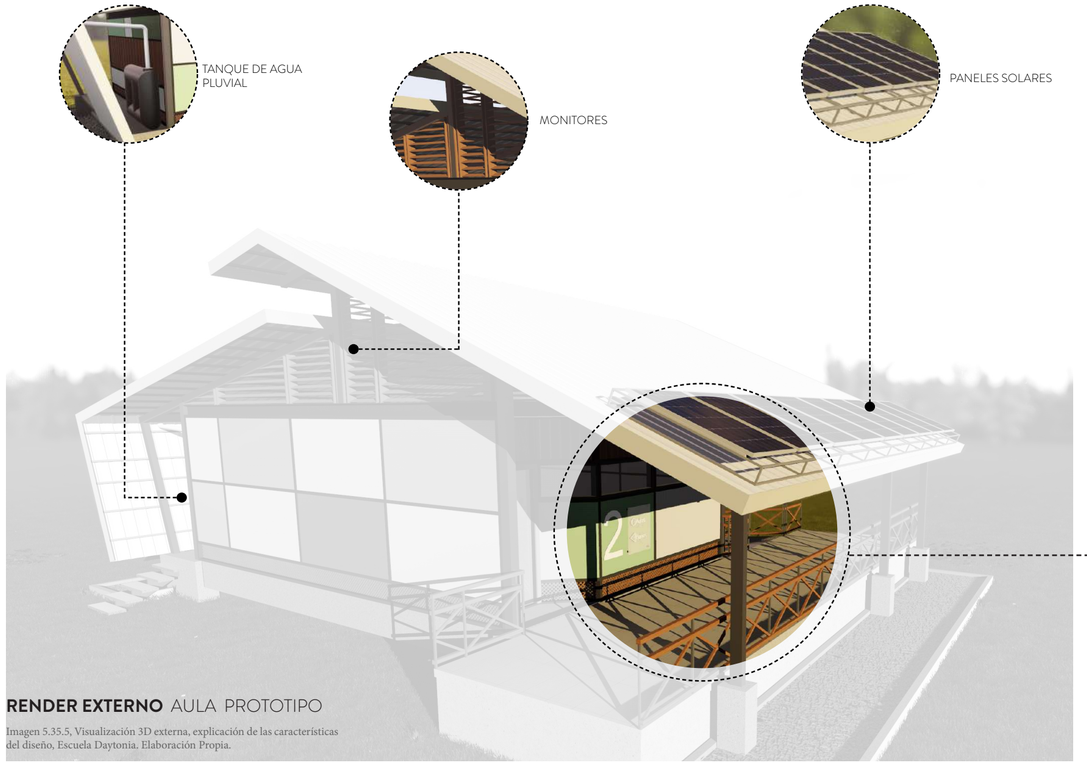


Imagen 5.35.4, Isométrico aula Escuela Daytonia, monitores laterales y centrales de madera. Elaboración Propia.



RENDER EXTERNO AULA PROTOTIPO

Imagen 5.35.5, Visualización 3D externa, explicación de las características del diseño, Escuela Daytonia. Elaboración Propia.

AULAS

Significado
Verdad, Serenidad, Armonia, Fidelidad, Sinceridad,Reposo, Paz, Responsabilidad.

Aporte
Tranquiliza la mente. Propicia el relajamiento por el efecto tranquilizante y sedante.

Exceso
Depresión, Aflicción, Pesadumbre.

COMEDOR

Significado
Energía, Vitalidad, Poder, Fuerza, Apasionamiento, Valor, Agresividad, Impulso, Movimiento.

Aporte
Ayuda a la depresión, activa la respiración, estimula la presión arterial. Ayuda a personas retraídas, da vida interior.

Exceso
Aumento de la ansiedad, agitación, Tensión (Muscular).

ADMINISTRACIÓN

Significado
Acaudalado, Moderado, Equilibrio, Tradicional, Perseverancia, Cambio, Resistencia, Vitalidad, Esperanza.

Aporte
Para el Agotamiento nervioso. Equilibra las emociones.Revitaliza el espíritu. Estimula a sentir compasión. Sugiere aire libre y frescor.

Exceso
Crea energía negativa.

Imagen 5.35.6, Detalles de estrategias de diseño, explicación de las características del diseño, Escuela Daytonia. Elaboración Propia.

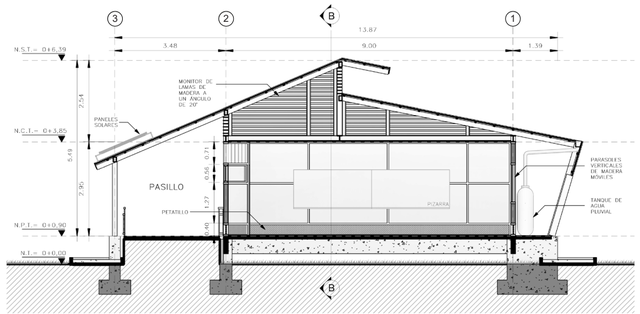
-Buenas Prácticas Ambientales
Se propone la optimización de los recursos por medio de la recolección del agua llovida, y el aprovechamiento de la energía solar en el inmueble por medio de energía solar fotovoltaica.

-Materiales - Texturas
Los materiales se proponen bajo la premisa de que tengan buena entropía, modulables, bajo costo, reutilizables en algún momento y amigables con el entorno. En el ámbito cultural para la zona de Daytonia, se utilizan detalles que realcen la tipología constructiva y características constructivas de valor indígena. Por esta razón, se implementa el uso de la madera, del petatillo, de las barandas en X y de pendientes pronunciadas.(Ver imagen 3.35.6)

-Normativa- Ley 7600
Se diseñan las rotulaciones en braile, además del cumplimiento de las rampas en cada modelo.

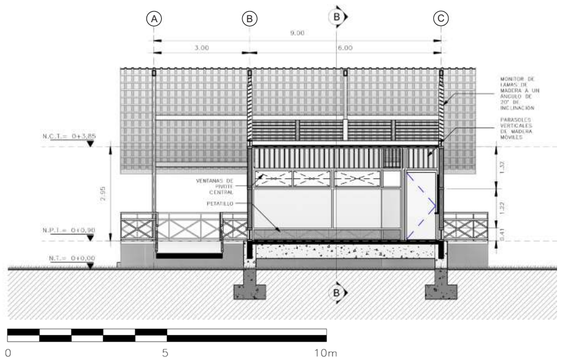
-Neuroarquitectura
Se utiliza la teoría del color para caracterizar pasillos con colores más llamativos y colores cálidos en el espacio interno.

-Mobiliario
Se diseñan envolventes a partir de la premisa la multiplicidad de usos, por este motivo las puertas giratorias al cerrarse en el comedor podrían utilizarse como mesas al exterior



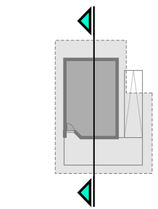
CORTE ARQUITECTÓNICO A-A AULA PROTOTIPO DAYTONIA

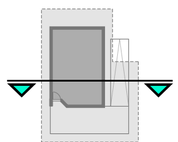
Imagen 5.35.7, Corte Arquitectónico del aula, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical. Elaboración Propia.



CORTE ARQUITECTÓNICO B-B AULA PROTOTIPO DAYTONIA

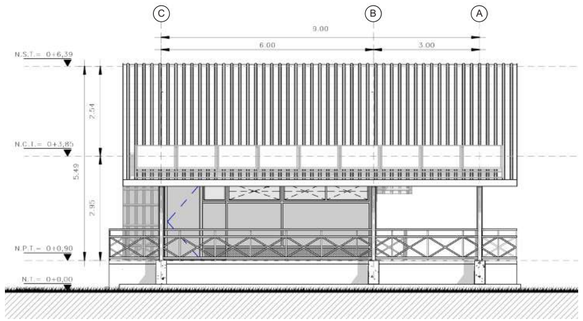
Imagen 5.35.8, Corte Arquitectónico del aula, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical. Elaboración Propia.

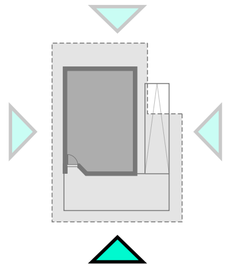




RENDER CORTE 3D AULA PROTOTIPO

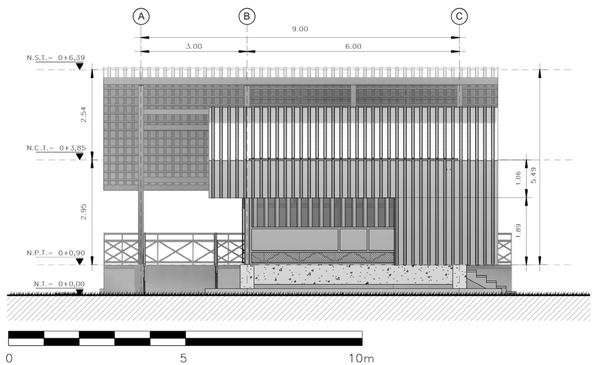
Imagen 5.35.9, Visualización 3D corte, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical, Escuela Daytonia. Elaboración Propia.

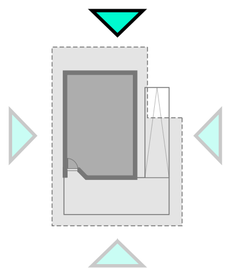




FACHADA ARQUITECTÓNICO SUR AULA PROTOTIPO DAYTONIA

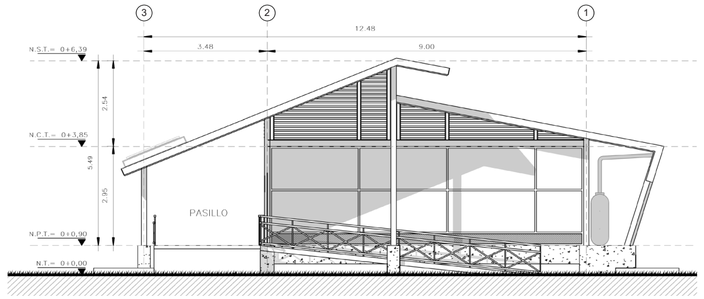
Imagen 5.35.10, Fachada Arquitectónica del aula, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical. Elaboración Propia.

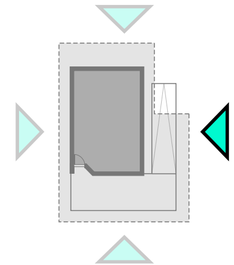




FACHADA ARQUITECTÓNICO NORTE AULA PROTOTIPO DAYTONIA

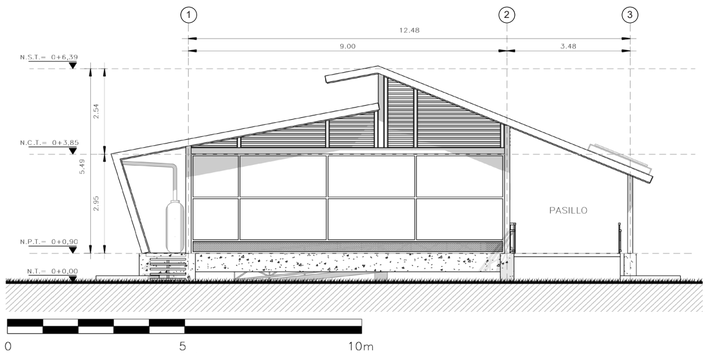
Imagen 5.35.11, Fachada Arquitectónica del aula, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical. Elaboración Propia.

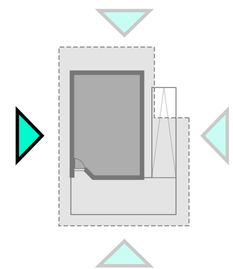




FACHADA ARQUITECTÓNICO ESTE AULA PROTOTIPO DAYTONIA

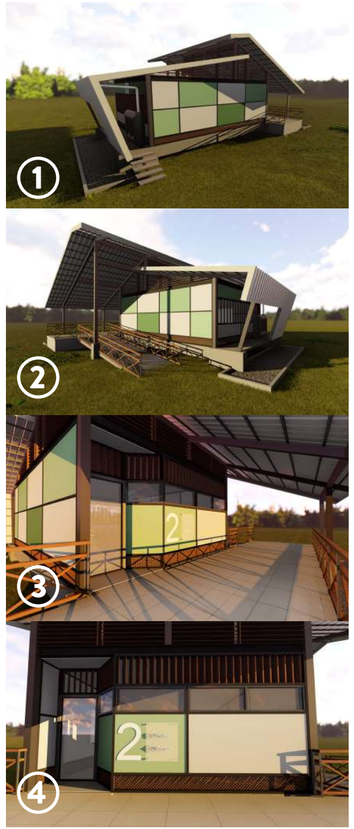
Imagen 5.35.12, Fachada Arquitectónica del aula, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical. Elaboración Propia.

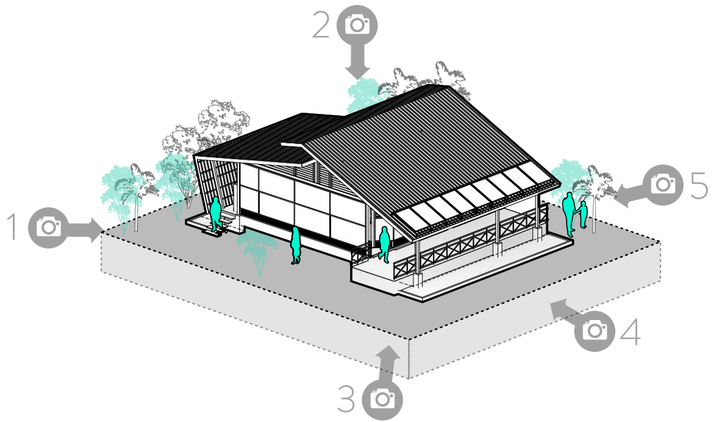




FACHADA ARQUITECTÓNICO OESTE AULA PROTOTIPO DAYTONIA

Imagen 5.35.13, Fachada Arquitectónica del aula, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical. Elaboración Propia.





ISOMÉTRICO RECORRIDO VISUAL

Imagen 5.35.14, Recorrido de visulaizaciones externas del prototipo de la Escuela Daytonia Elaboración Propia.

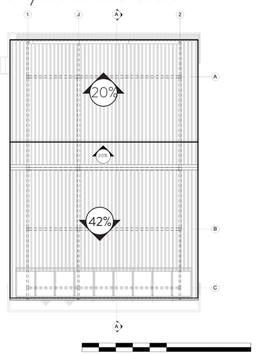
5

RENDER EXTERNO AULA PROTOTIPO

Imagen 5.35.15, Visualización 3D Externo vista sureste. Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical , Escuela Daytonia. Elaboración Propia.

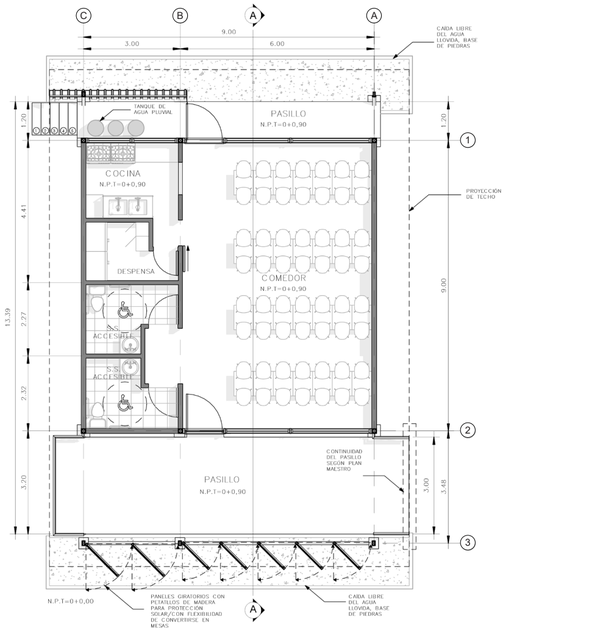
Planimetría y Visualización Escuela Daytonia (Comedor)

En esta sección se presentará todo aquello respectivo a la representación gráfica del diseño final del prototipo de aula resultante de la investigación (variación del prototipo de aula) para la Escuela Daytonia (Sixaola), ubicada en el piso Altitudinal Basal y Zona de Vida Bosque Húmedo Tropical.
Por medio de plantas de distribución / techos, cortes arquitectónicos, fachadas y visualizaciones tridimensionales como renders internos y externos, así como isométricos del prototipo para un mayor entendimiento de la composición y sus características.



PLANTA ARQUITECTÓNICA DE TECHOS

Imagen 5.36, Planta de Arquitectónica techos del comedor, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical Elaboración Propia.

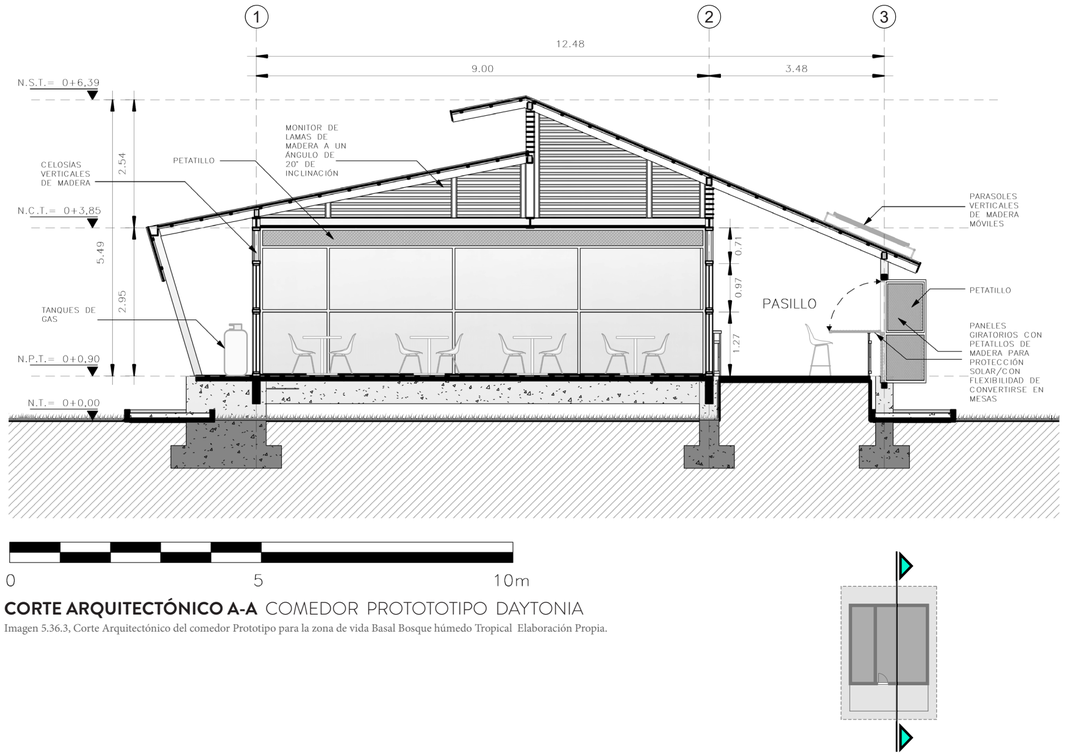


PLANTA DISTRIBUCIÓN ARQUITECTÓNICA COMEDOR PROTOTIPO DAYTONIA

Imagen 5.36.1, Planta de distribución Arquitectónica del comedor Prototipo para la zona de vida Basal Bosque Muy húmedo Tropical Elaboración Propia.

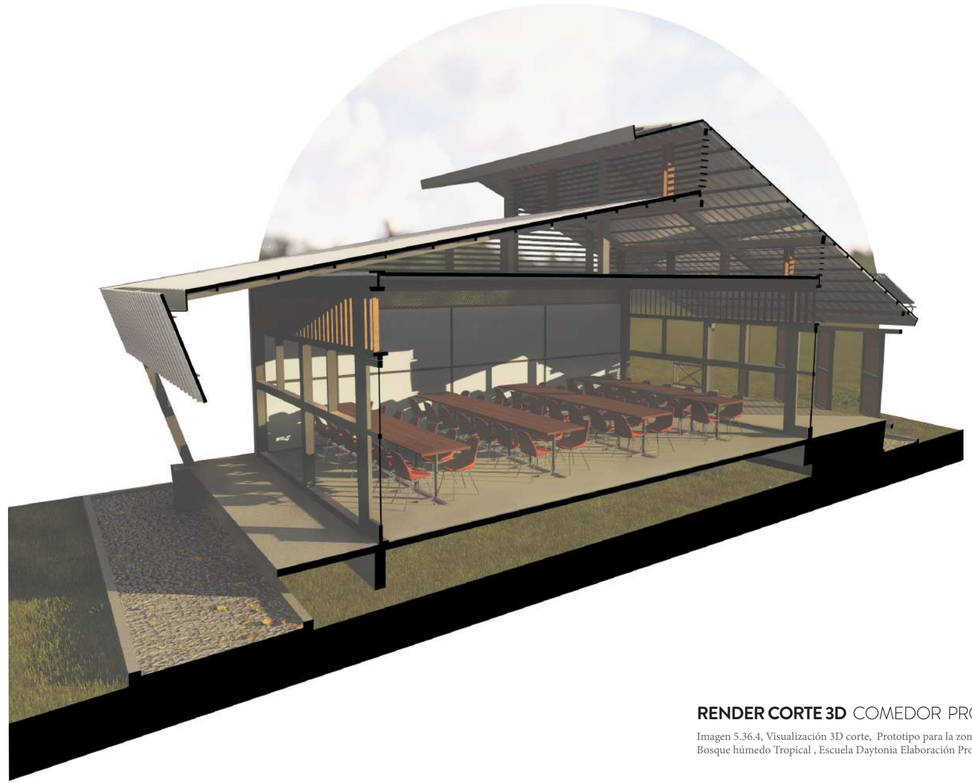
RENDER EXTERNO COMEDOR PROTOTIPO

Imagen 5.36.2 Visualización 3D externa, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical , Escuela Daytonia. Elaboración Propia.



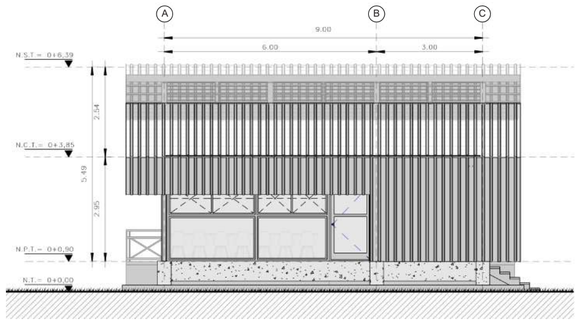
CORTE ARQUITECTÓNICO A-A COMEDOR PROTOTIPO DAYTONIA

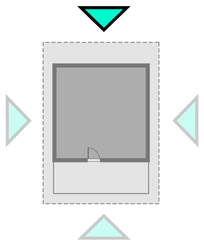
Imagen 5.36.3, Corte Arquitectónico del comedor Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical Elaboración Propia.



RENDER CORTE 3D COMEDOR PROTOTIPO

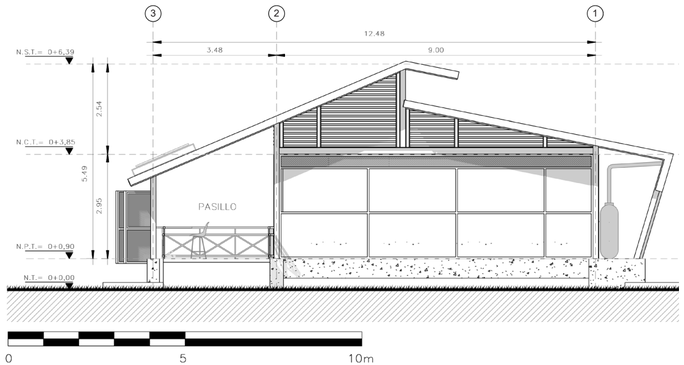
Imagen 5.36.4, Visualización 3D corte, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical , Escuela Daytonia Elaboración Propia.

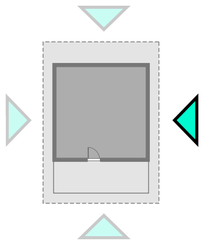




FACHADA ARQUITECTÓNICO NORTE - COMEDOR PROTOTIPO DAYTONIA

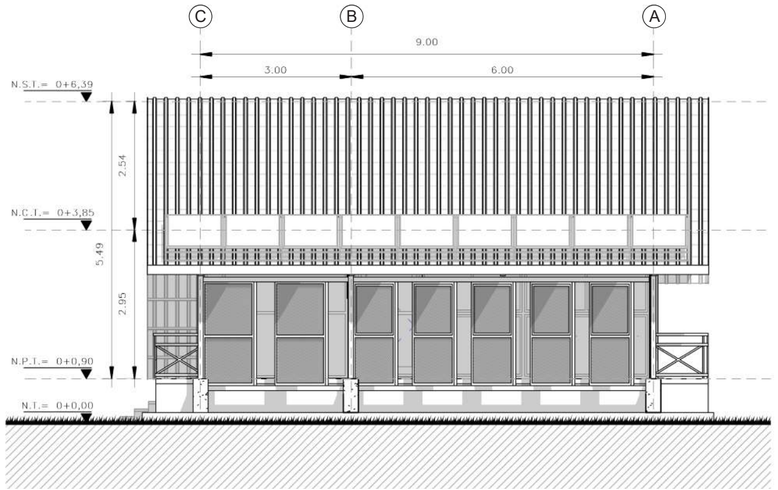
Imagen 5.36.5, Fachada Arquitectónica del comedor, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical Elaboración Propia.

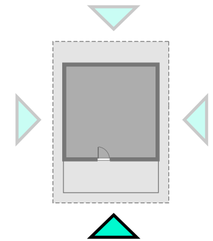




FACHADA ARQUITECTÓNICO ESTE- COMEDOR PROTOTIPO DAYTONIA

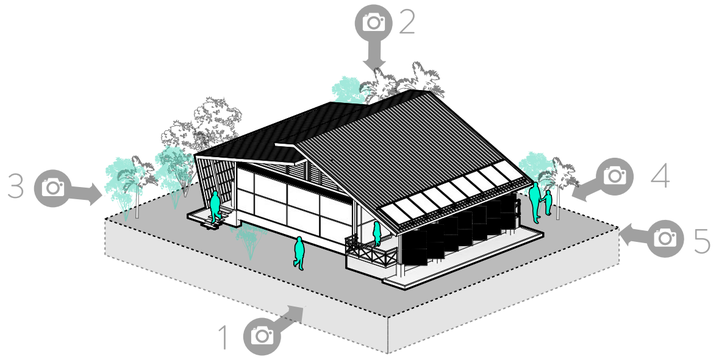
Imagen 5.36.6, Fachada Arquitectónica del comedor, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical Elaboración Propia.





FACHADA ARQUITECTÓNICO SUR- COMEDOR PROTOTIPO DAYTONIA

Imagen 5.36.7, Fachada Arquitectónica del comedor, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical. Elaboración Propia.



ISOMÉTRICO RECORRIDO VISUAL

Imagen 5.36.8, Recorrido de visulaizaciones externas del prototipo de la Escuela Daytonia Elaboración Propia.

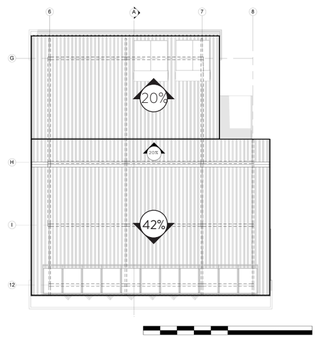
5

RENDER EXTERNO COMEDOR PROTOTIPO

Imagen 5.36.9, Visualización 3D Externo vista sureste, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical , Escuela Daytonia. Elaboración Propia.

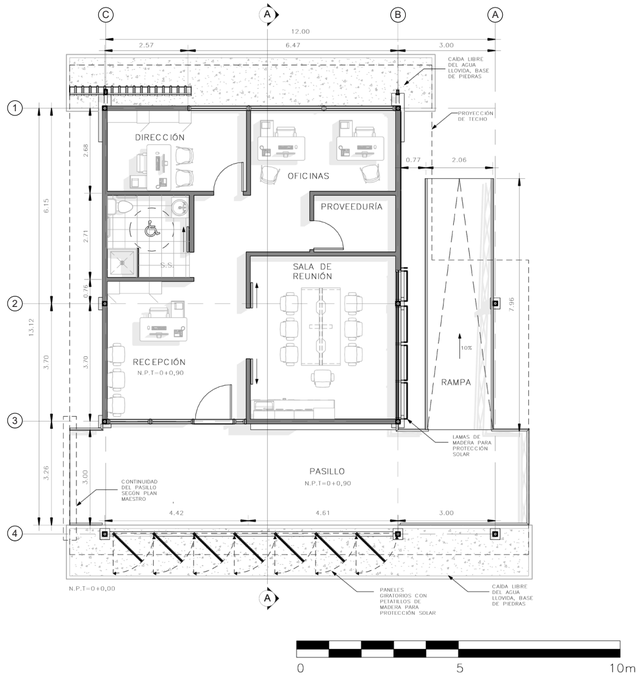
Planimetría y Visualización
Escuela Daytonia (Administración)

En esta sección se presentará todo aquello respectivo a la representación gráfica del diseño final del prototipo de aula resultante de la investigación (variación del prototipo de aula) para la Escuela Daytonia (Sixaola), ubicada en el piso Altitudinal Basal y Zona de Vida Bosque Húmedo Tropical.
Por medio de plantas de distribución / techos, cortes arquitectónicos, fachadas y visualizaciones tridimensionales como renders internos y externos, así como isométricos del prototipo para un mayor entendimiento de la composición y sus características.



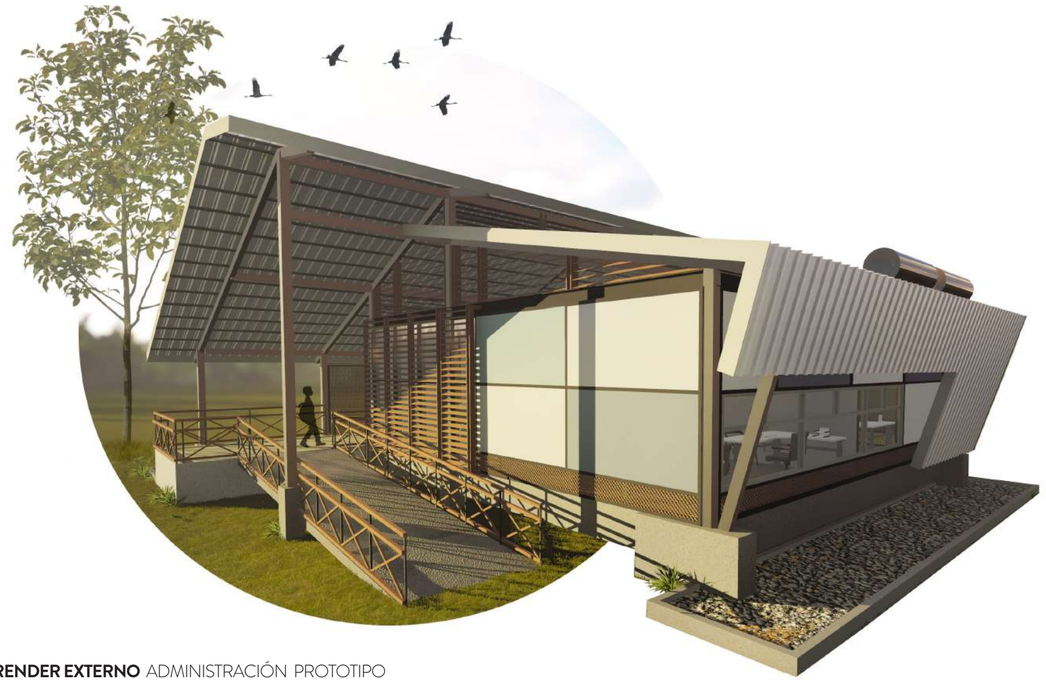
PLANTA ARQUITECTÓNICA DE TECHOS

Imagen 5.37, Planta de Arquitectónica techos de la admininstración, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical Elaboración Propia.



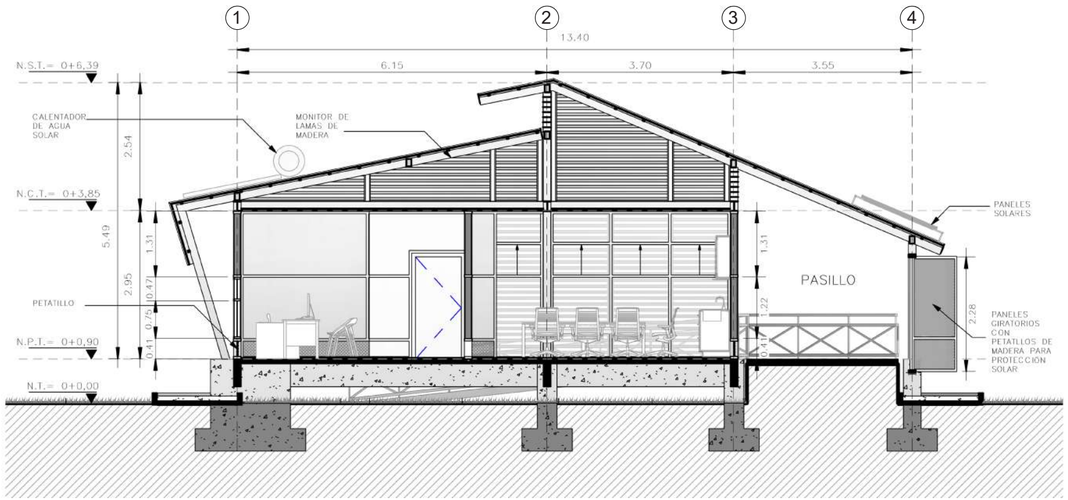
PLANTA DRISTRIBUCIÓN ARQUITECTÓNICA
ADMINISTRACIÓN PROTOTIPO DAYTONIA

Imagen 5.37.1, Planta de distribución Arquitectónica de la administración, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical Elaboración Propia.

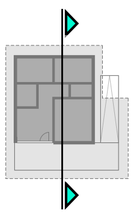


RENDER EXTERNO ADMINISTRACIÓN PROTOTIPO

Imagen 5.37.2, Visualización 3D externa, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical , Escuela Daytonia. Elaboración Propia.



0 5 10m

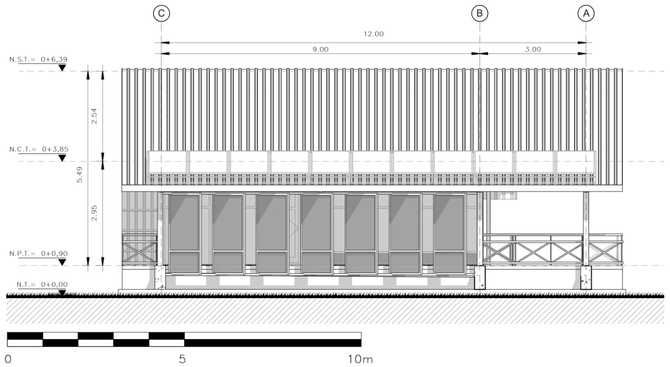


CORTE ARQUITECTÓNICO A-A ADMINISTRACIÓN PROTOTIPO DAYTONIA

Imagen 5.37.3, Corte Arquitectónico de la administración, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical Elaboración Propia.

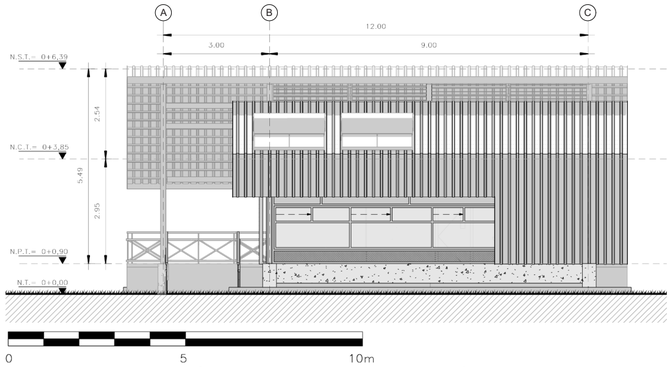
RENDER CORTE 3D ADMINISTRACIÓN PROTOTIPO

Imagen 5.37.4, Visualización 3D corte, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical , Escuela Daytonia Elaboración Propia.



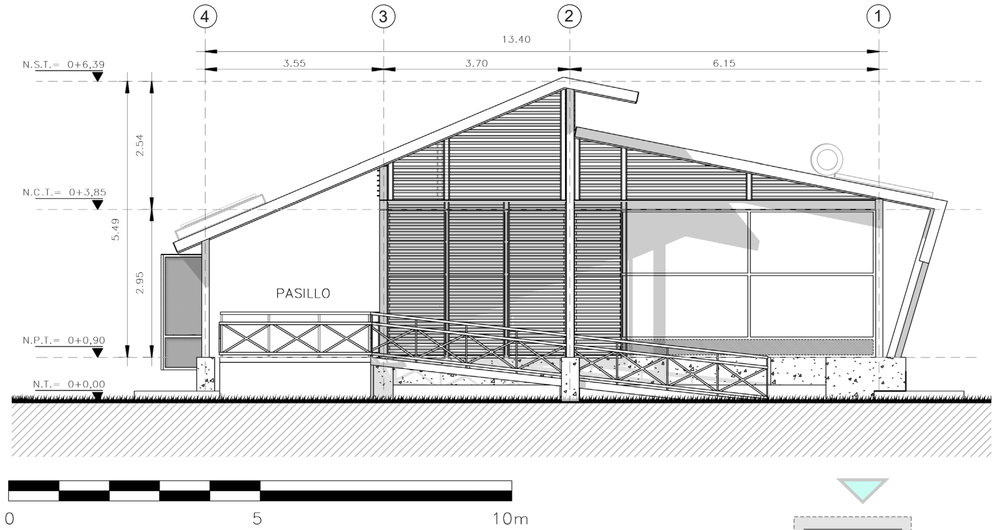
FACHADA ARQUITECTÓNICO SUR - ADMINISTRACIÓN PROTOTIPO DAYTONIA

Imagen 5.37.5 Fachada Arquitectónica de la administración, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical. Elaboración Propia.



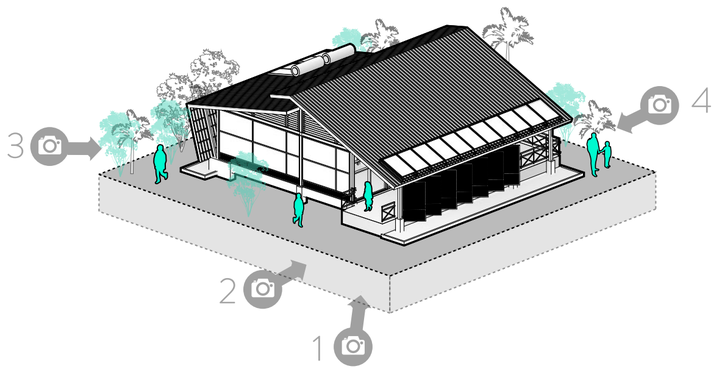
FACHADA ARQUITECTÓNICO NORTE - ADMINISTRACIÓN PROTOTIPO DAYTONIA

Imagen 5.37.6, Fachada Arquitectónica de la administración. Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical Elaboración Propia.



FACHADA ARQUITECTÓNICO SUR- ADMINISTRACIÓN PROTOTIPO DAYTONIA

Imagen 5.37.7, Fachada Arquitectónica de la administración, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical. Elaboración Propia.



ISOMÉTRICO RECORRIDO VISUAL

Imagen 5.37.8, Recorrido de visulaizaciones externas del prototipo de la Escuela Daytonia Elaboración Propia.

RENDER EXTERNO ADMINISTRACIÓN PROTOTIPO

Imagen 5.37.9, Visualización 3D Externo vista sureste, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical , Escuela Daytonia. Elaboración Propia.

PLAN MAESTRO- CASO DE ANTEPROYECTO APLICADO

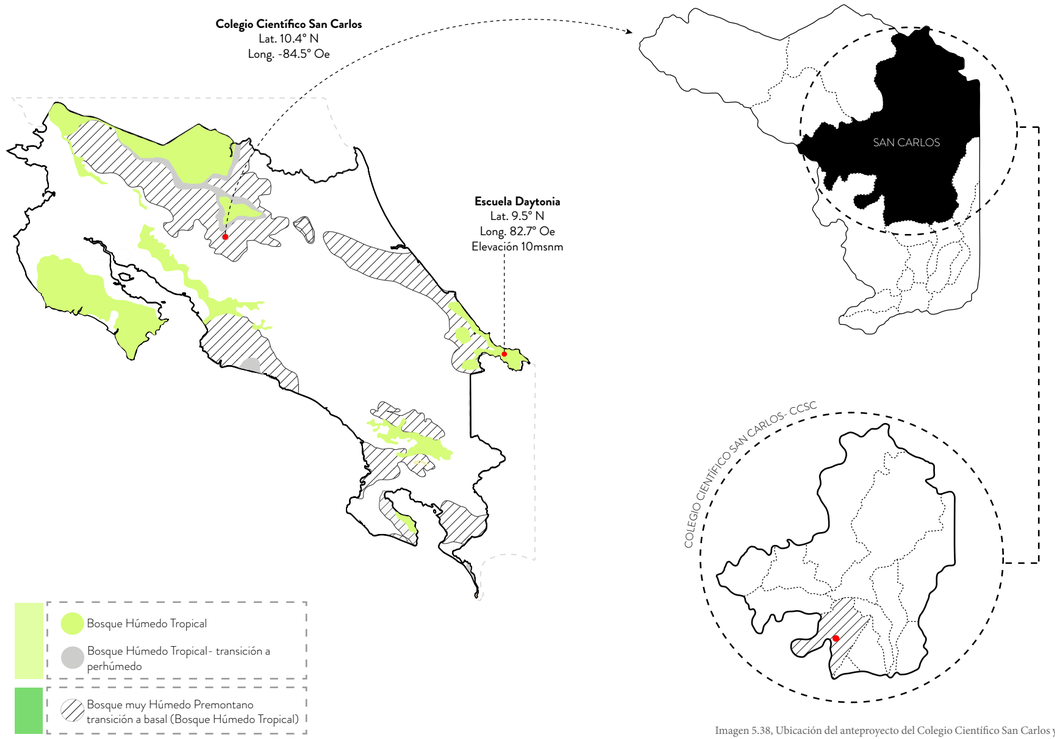
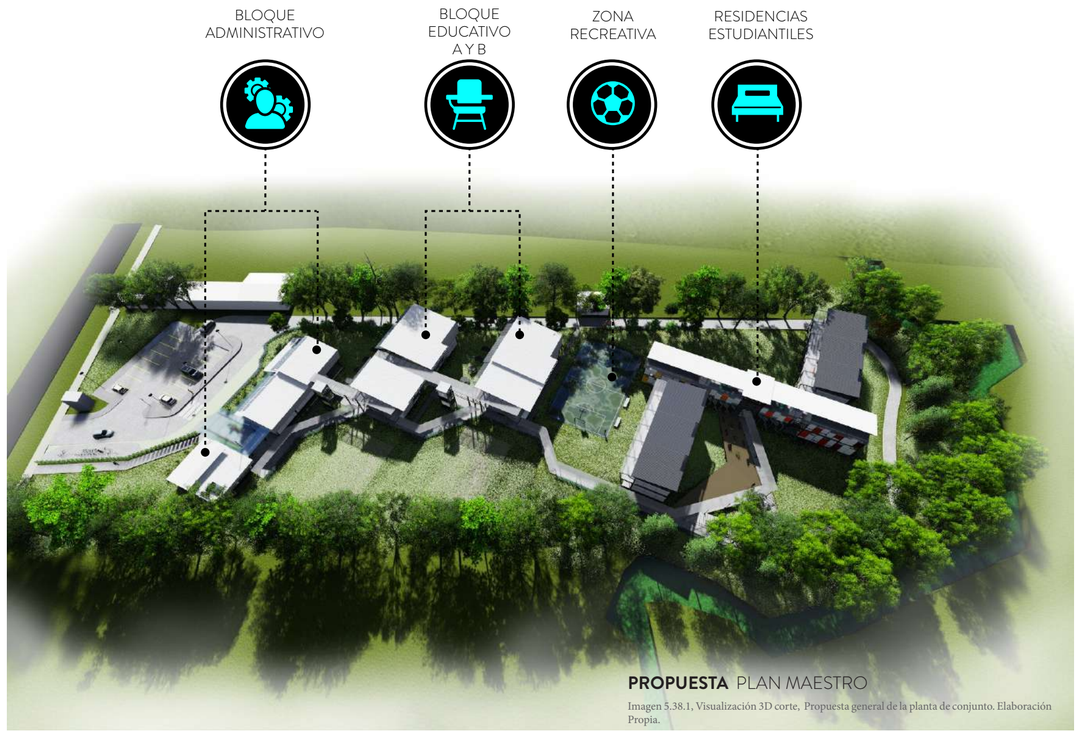
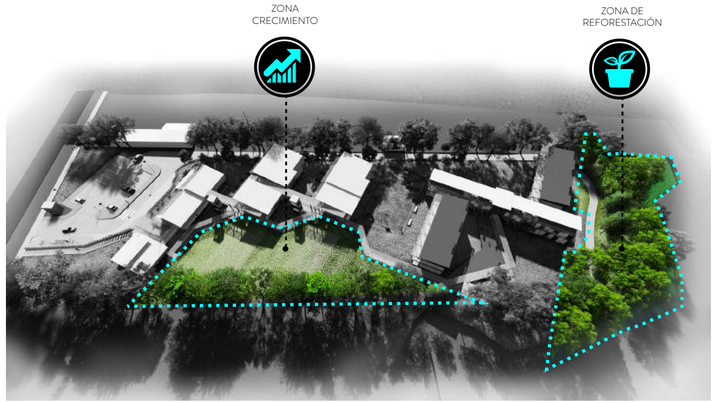


Imagen 5.38, Ubicación del anteproyecto del Colegio Científico San Carlos y su debida zona de vida- zona de transición Premontano- Basal Elaboración Propia.



PROPUESTA PLAN MAESTRO

Imagen 5.38.1, Visualización 3D corte, Propuesta general de la planta de conjunto. Elaboración Propia.



PLAN MAESTRO COLEGIO CIENTÍFICO SAN CARLOS

Imagen 5.38.2. Variables de diseño por etapas, Plan elaborado para zona de vida en transición. Elaboración Propia.

Plan Maestro San Carlos

La propuesta del plan maestro para el Colegio Científico San Carlos, está compuesto por cuatro módulos en total, como se observa en la imagen 5.32.2, cuyas necesidades son delimitadas y específicas por la Dirección propia del Colegio, así como por parte del Departamento de Ingeniería del Centro Académico San Carlos.

El primero es el módulo administrativo, un espacio recibidor del proyecto en conjunto, en el cual se encuentran como ya se menciona la administración (con dos oficinas y una oficina de dirección, sala de reuniones, recepción, baño y proveeduría), un salón de reuniones, comedor y biblioteca.

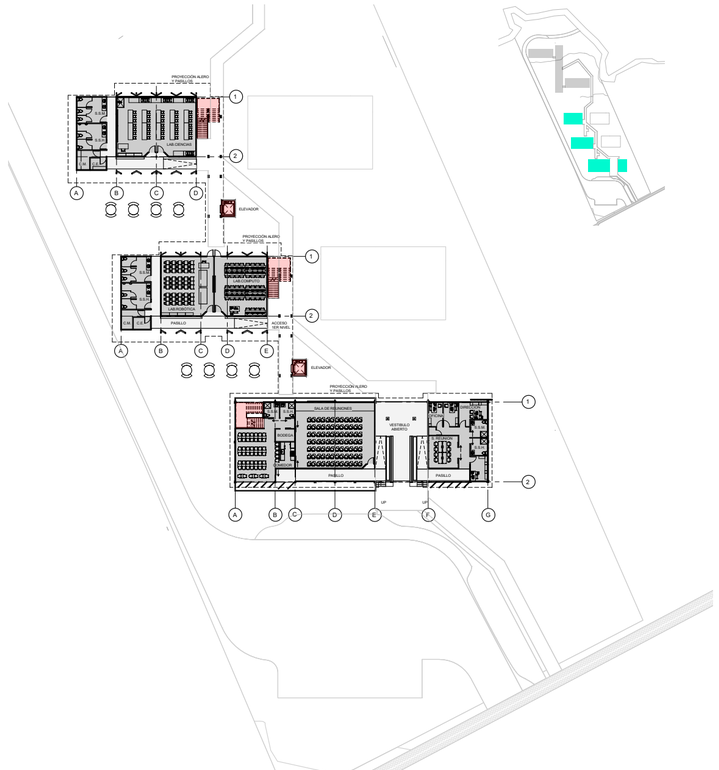
De manera consecutiva se encuentran dos módulos de aulas/laboratorios con su respectiva batería de baños; el primero cuenta con dos aulas en la parte superior y dos laboratorios en la parte inferior (laboratorio de robótica y cómputo), el segundo módulo posee dos aulas en la parte superior y en la parte inferior se encuentra el laboratorio de ciencias.

Posteriormente se localizan las residencias estudiantiles (la cual posee lavanderías, baños, dormitorios, zonas de estudio, y de esparcimiento), en la zona más alejada del acceso a la vía pública, permitiendo resguardar a los estudiantes, así como aprovechar las encuentra en la parte noreste del terreno, parte del terreno en la cual se propone una zona de reforestación para protección preventiva de la quebrada así como estrategias de control solar, debido a que dicha zona se encuentra totalmente expuesta, debido a su escasa vegetación.

Entre ambos módulos (aulas y residencias) se ubica la zona de esparcimiento al aire libre para el diseño del Colegio Científico San Carlos.
El plan maestro cuenta con un parqueo de ingreso con una capacidad para 15 vehículos.

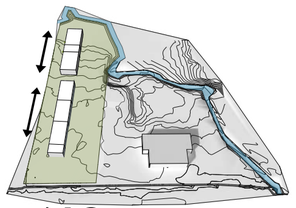
La configuración del plan maestro aparte de considerar estrategias pasivas de redireccionamiento del viento para su mejor aprovechamiento, así como una manera de no compactar las necesidades programáticas; se considera además el aprovechamiento del suelo, es decir en caso de un crecimiento de la capacidad estudiantil en el futuro, el proyecto y su configuración permitirán la posible construcción de infraestructura que no afecte en la ya menciona estrategia pasiva de redireccionamiento, como se puede observar en la imagen 5.32.3.

El conjunto busca ser un espacio recorrible, el cual aprovecha la extensión del terreno y la configuración de su programa, por lo que la circulación se propone como un conector pero a su vez como un gesto que incide de manera directa en la expresión arquitectónica del diseño.

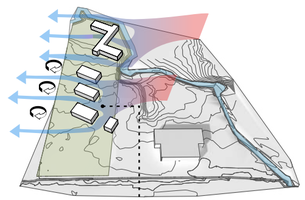


PLANTA DE CONJUNTO

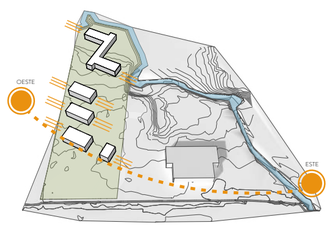
Imagen 5.38.3. Visualización del funcionamiento general del Colegio Científico San Carlos. Elaboración Propia.



NO COMPACTO = **FRAGMENTAR Y DISTRIBUIR**



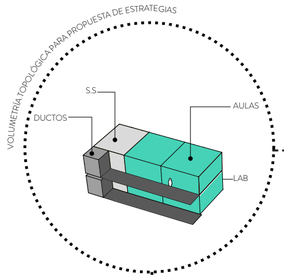
POR MEDIO DE LA DISPOSICIÓN DE LOS VOLUMENES SE REDIRECCIONA EL VIENTO EL CUAL SE ACELERA EL VIENTO POR EL EFECTO DE EMBUDO

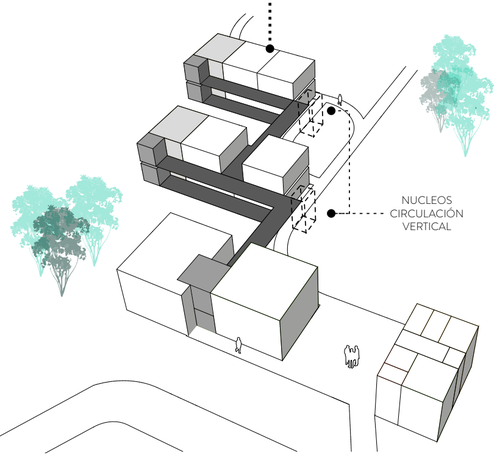


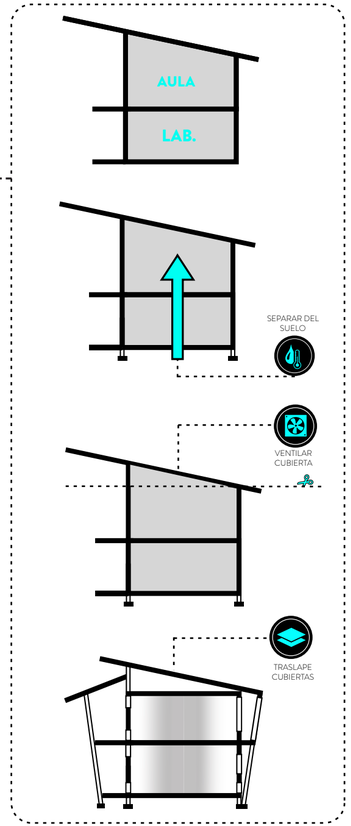
FACHADAS CORTAS EXPUESTAS

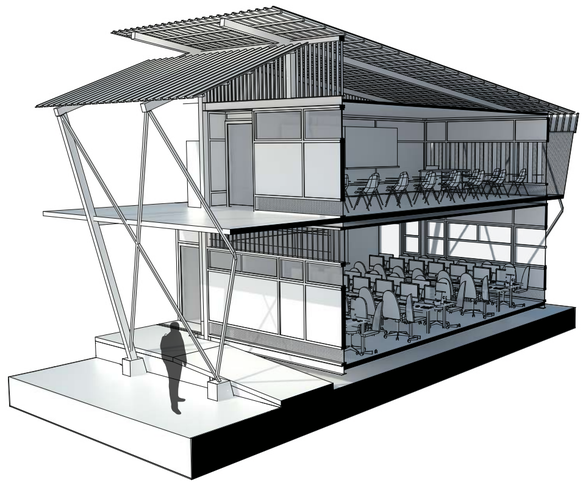
Imagen 5.38.4, Distribución del programa,Elaboración propia.

TOPOLOGÍA + ESTRATEGIAS DE DISEÑO



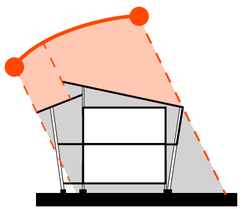






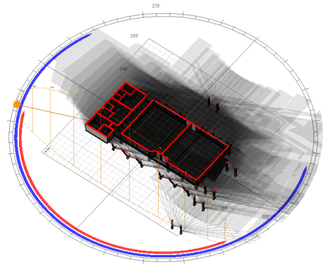
SECCIÓN DEL MODELO DE AULA

Imagen 5.38.5, Visualización de la aplicación de las estrategias de diseño en el modelo. Elaboración Propia.

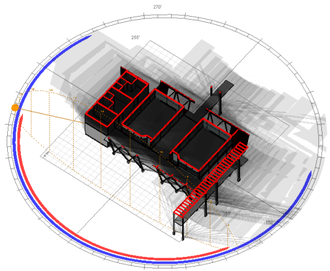


SOMBREAMIENTO QUE NOS PERMITIRÁ REDUCIR LA TEMPERATUA DE LOS ESPACIOS , MANTENIENDO MÁS FRESCO LOS ESPACIOS

Imagen 5.38.6, Análisis de sombreamiento en el módulo implementado para las aulas.Elaboración Propia.



RANGO DE SOMBRAS
8 AM A 5 PM **PRIMER NIVEL**



RANGO DE SOMBRAS
8 AM A 5 PM **SEGUNDO NIVEL**

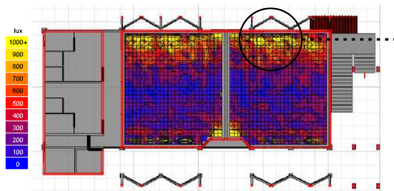
Simulaciones de iluminación y autosombreamiento

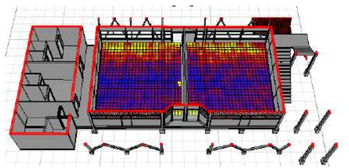
Además de las estrategias simuladas previamente e implementadas en la propuesta de San Carlos para garantizar el confort higrotérmico de los espacios y su adaptabilidad a su respectiva Zona de Vida, dichas estrategias son analizadas para comprobar su factibilidad respecto a su confort lumínico, en otras palabras, comprobar si posee una adecuada iluminación natural. Para ello el modelo es analiza por medio del software Ecotect de Autodesk, con el cual se comprueba una satisfactoria iluminación proporcionada por parte de las propuesta de fachada y aperturas.

En la cual se aprovecha la iluminación natural del norte, gracias a una adecuada protección de la incidencia solar directa, permitiendo distribuir la iluminación de manera uniforme sombre el espacio, así como un aprovechamiento de la ¨iluminación fría¨, la cual es la iluminación adecuada para actividades de estudio. (Ver imagen 5.32.7).

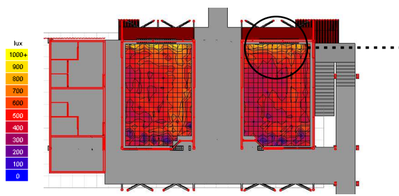
Dicha protección de la incidencia solar se da tanto por las proporciones de aperturas propuestas en las fachadas, así como por el propio autosombreamiento debido al diseño de sus cubiertas a ¨dos aguas¨ sobrepuestas, las cuales permiten un apto sobreamiento sobre el Prototipo San Carlos, como se puede observar en los análisis. (Ver imagen 5.32.6)

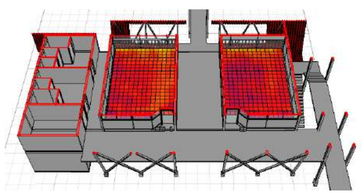
PRIMER NIVEL
LUXES EN LABOR.





SEGUNDO NIVEL
LUXES EN AULAS





Abrirse mayormente al norte, evitando incidencia directa del sol, buscando iluminación fría, mas apta para los espacios.

DAYLIGHT ANALYSIS
DAYLIGHTING LEVELS

Envolventes que permiten un rango adecuado de luxes para la educación.

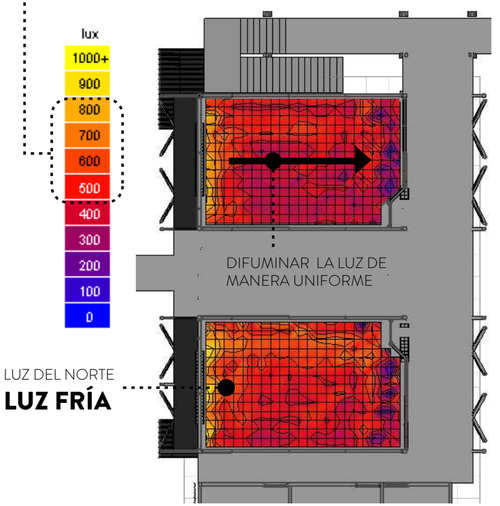
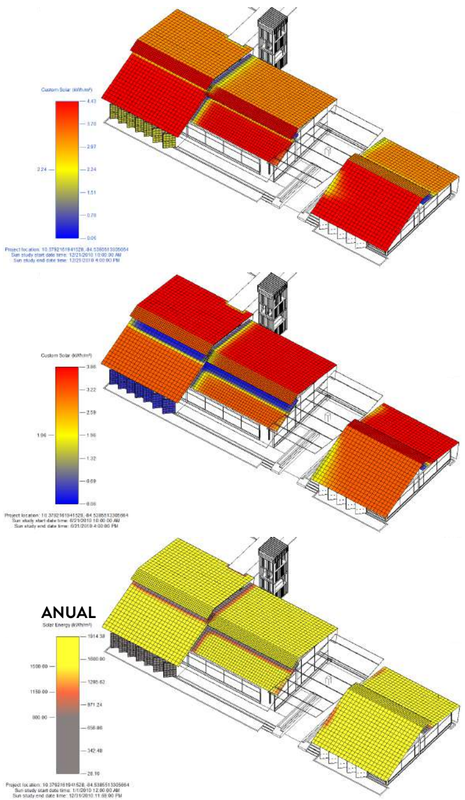


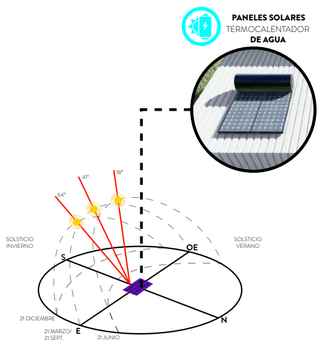
Imagen 5.38.7, Simulación computarizada de la iluminación natural dentro de las aulas. Elaboración Propia, análisis realizados en ECOTEC.



21 DICIEMBRE
Se obtiene 4.43kWh/m2, lo cual es muy conveniente y aprovechable la ubicación para paneles solares ya que recibe gran cantidad de radiación.

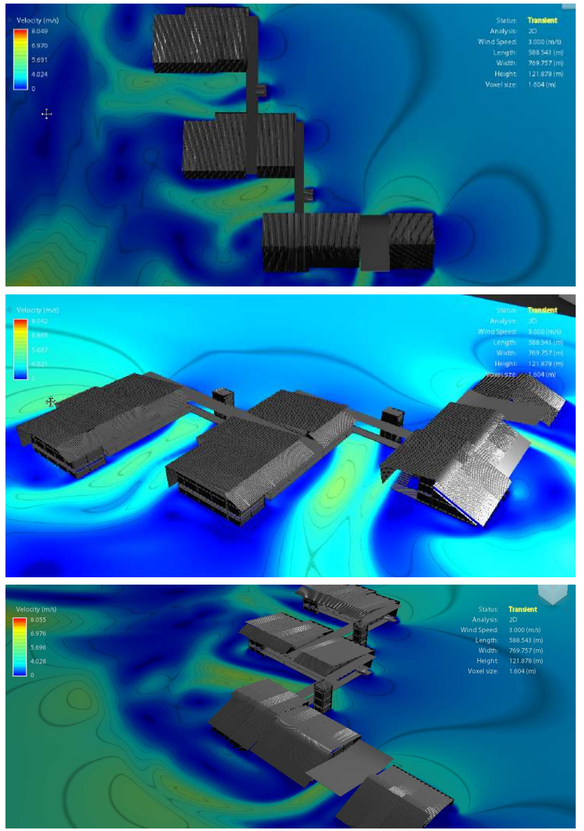
21 JUNIO
La radiación disminuye debido al grado de inclinación del sol, sin embargo aún el porcentaje es alto, posee 3.22kWh/m2.

ANUAL
En el análisis anual se denota como el rango de radiación se mantiene en promedio entre 1500-1914 kWh/m2. Por lo que el el tipo de inclinación de las cubiertas hacia el sur beneficia el aprovechamiento de radiación natural



ANÁLISIS RADIACIÓN SOLAR

Imagen 5.38.8, Análisis anual y en el solsticio de junio y diciembre para captación de radiación solar. Elaboración Propia, análisis realizados en revit.



ANÁLISIS VENTILACIÓN NATURAL

Se analiza por medio de Flow design el recorrido que va a desarrollar el viento a partir de la propuesta del plan maestro. Se puede observar en las imágenes como se crean túneles de ventilación aumentando la velocidad e induciéndola al interior del espacio.

5.69m/s
La velocidad del viento aumenta debido a los "túneles" que se genera entre los edificios.

4.02 m/s
La velocidad del viento disminuye a la velocidad normal del viento en la zona cuando atraviesa el edificio.

Imagen 5.38.9.Velocidad del viento al atravesar el conjunto.

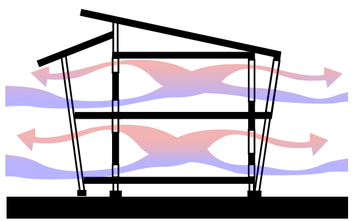
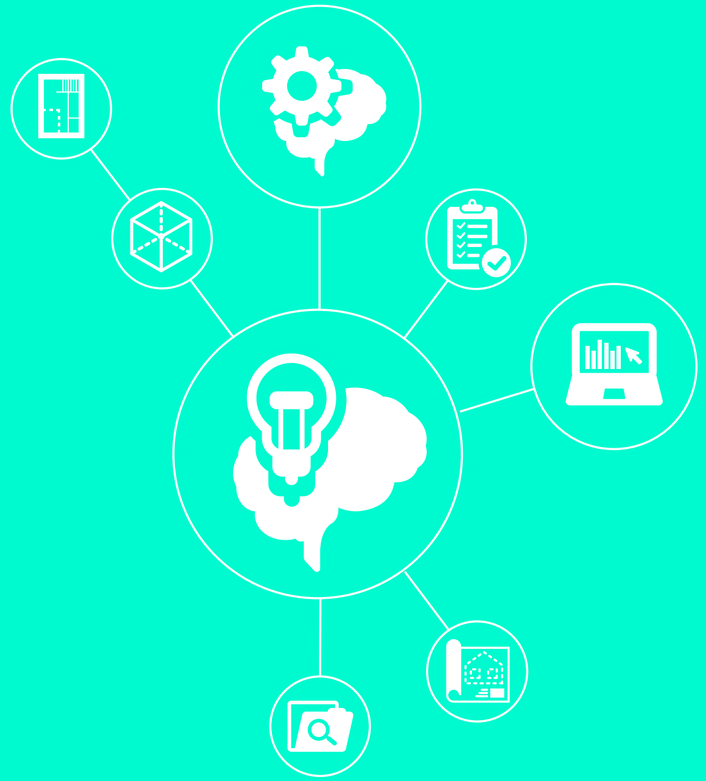


Imagen 5.38.10, Visualización 3D de la ventilación a través del proyecto. Elaboración Propia, análisis realizados en Flow Design.



CONCLUSIONES

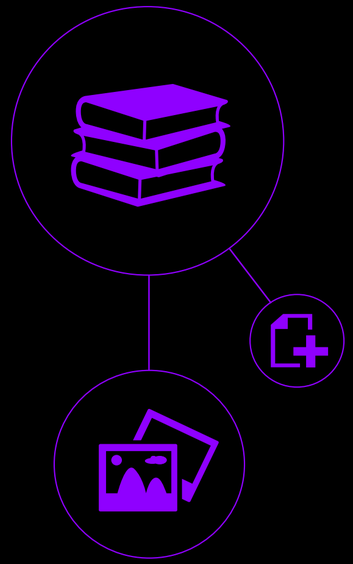
1. Los estudios de caso fueron una pauta importante para tomar consideraciones respecto a la incorporación del usuario como parte del diseño, la relevancia de instruir a los usuarios en el uso del prototipo, el uso de materiales locales y de estrategias pasivas para evitar o reducir el uso de elementos mecánicos (HVAC).

2. Crear conciencia por medio de los 3 modelos analizados de la importancia del diseño de espacios educativos respecto a las zonas de vida, ya que las características y el comportamiento físico del entorno es distinto en cada uno de ellos, o al menos por piso altitudinal.

3. La implementación de buenas prácticas ambientales no debe utilizarse solo como imagen de sostenibilidad, sino que deben ser estrategias que respondan a la necesidad del sitio, aportando al ambiente y a los usuarios.

4.Implementar una metodología de análisis que pueda estar en continuo avance para optimizar el diseño de espacios educativos, sin necesidad de que sean modelos extravagantes. Por el contrario, que lo que se busque sea la funcionalidad y el confort como pautas principales.

5. Más que la implementación de un modelo prototipo, es la ejecución de las estrategias correctas para cada zona. Tomando en cuenta las variables que brinda el entorno, y poder readaptarse a las mismas.



CONCLUSIONES ESPECÍFICAS.....550

ANEXO PLANOS DIEE.....552

ANEXO. RESULTADOS DE ANÁLISIS 600

ANEXO. RESULTADOS DE FACTIBILIDAD 612

GLOSARIO.....622

INDICE DE IMÁGENES.....625

BIBLIOGRAFÍA.....646

C6

CAPITULO 6

BIBLIOGRAFÍA + ANEXOS

Conclusiones

Conclusiones de los casos y sus propuestas

Debido a las características de las distintas zonas de vida de Costa Rica se pueden aplicar dos estándares distintos:

1.Para las zonas de vida ubicadas entre altitudes bajas y temperaturas altas (nivel Basal, Premontano, Montano bajo) como es el caso aplicado a las escuelas Betania y Daytonia se aplica el estándar de confort ASHRAE 55. Ya que en estas zonas el usuario no posee un control de las aperturas, ni del arropamiento (uniformes educativos), así como un control de las actividades (ya sea académicas, deportivas o de juego). Este estándar se utiliza principalmente en edificios de usos institucionales.

2.En el caso de las zonas de vida con características de temperaturas bajas y altas altitudes
(Nivel Montano, Páramo) se utiliza el estándar del confort Adaptativo ya que en este el usuario puede controlar su nivel de arropamiento (abrigos) así como el manejo de las aperturas de ventilación.

Caso 1 Escuela Buena Vista.

Según los resultados obtenidos por la metodología propuesta se determina que el prototipo unidocente con sus respectivas características tanto de proporción de aperturas, diseño de cielos, techos y tapicheles, así como su materialidad (sistema de baldosas prefabricadas); posee adecuadas condiciones de habitabilidad específicamente a la zona de vida ¨Bosque Muy Húmedo¨ del piso Altitudinal Montano bajo. Contando con más de la mitad de días del año lectivo, dentro de la zona de confort determinado por el Ashrae estándar 55, por lo que la optimización por medio de estrategias de aclimatización pasiva no suelen ser efectivas, ya que la totalidad de los días fuera de la zona de confort buscan el calentamiento interno del espacio, el cual no puede ser proporcionado de manera pasiva.

A pesar de poseer una aceptable confortabilidad higrotérmica, al diseño actual se le recomienda considerar orientadas otras variables que influyen en los espacios educativos, como por ejemplos consideración de diversas adaptaciones del confort visual, las cuales se encuentran en el capítulo tres, así como la considerar la neuroarquitectura, la cual puede generar un impacto positivo en la parte cognitiva de los estudiantes, aplicando espacios creativos que estimulen el aprendizaje.

Caso 2 Escuela Betania y Caso 3 Escuela Daytonia

La metodología logra determinar que para los casos anteriores, con zonas de vida con altas porcentajes de humedad así como altas temperaturas (Bosque Muy Húmedo Tropical y Bosque Húmedo Tropical del piso Basal), la factibilidad de la optimización por la metodología BPA logra garantizar la mejora de las condiciones de habitabilidad higrotérmicas, por medio de estrategias pasivas orientadas a la mejora de ventilación natural interna, deshumidificación, disipación térmica y control de radiación. Estrategias cuyo impacto es de mayor efectividad en las zonas de vida mencionadas.

Estrategias orientadas en la disminución de la densidad de ocupación, para lograr una adecuada pérdida térmica, son estrategias de una alta factibilidad para los nuevos espacios educativos, debido a la general saturación de los espacios educativos de Costa Rica. Aunque dicha estrategias no fue aplicada en los casos anteriores se propone como una mejora paulatina por parte de la investigación, a la normativa actual.

Conclusiones metodológicas

1.Producto de la investigación es cooperar en una mejora paulatina de la infraestructura educativa a través de la optimización según el análisis del rendimiento del edificio.

2.La metodología de optimización (BPA) propuesta no busca erradicar la estandarización, sino solucionar la inadecuada estandarización actual de los prototipos por parte de la DIEE, los cuales son replicados independientemente del contexto. Por este motivo, la investigación establece una estandarización contextualizada, la cual garantiza la adecuada adaptación bioclimática del espacio educativo propuesto.

3.Las condiciones de habitabilidad respecto a los tres casos analizados, se puede llegar a optimizar en un promedio de un 40% a un 25% de mejoría utilizando la metodología
(BPA), aplicando únicamente estrategias pasivas (sin el uso de ningún mecanismo mecánico). Lo que permite lograr el mayor potencial de confortabilidad del espacio, así como, el bajo consumo energético del diseño.

4.Se apuesta por la sostenibilidad por parte de los nuevos espacios educativos optimizados, aumentando los días de confort al año lectivo. Dentro de las metas, reducir la huella ecológica, crear conciencia en los usuarios y mejorar el confort sin elementos mecánicos.

5.La Humedad relativa y temperatura operativa son los principales factores con los que se puede trabajar a través de una metodología BPA en nuestro contexto nacional.

Conclusiones generales

1.Parte de la investigación es evidenciar la variedad del contexto climático de Costa Rica, el cual es una variable determinante en el diseño de espacios educativos.

2.En los pisos altitudinales bajos y muy bajos (nivel Basal, Premontano, Montano bajo) de las zonas de vida se permite sacar mayor provecho de las estrategias pasivas, ya que se debe atacar principalmente grandes rangos de disconfort como respuesta a las características del clima.

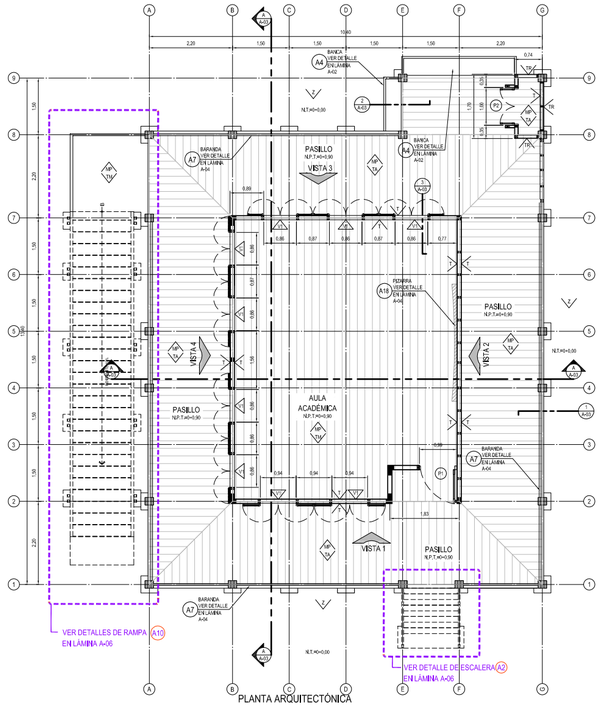
3.En las zonas de vida de pisos altitudinales altos (Nivel Montano, Páramo) no se trata principalmente de un disconfort generado por características climáticas sino, a un problema de habitabilidad, del confort del usuario; de posibles problemas programáticos, y de densidad.

4.El rendimiento educativo podría verse afectado según Mondelo de la siguiente manera: “La exposición prolongada a ambientes térmicamente inconfortables, pueden generar una disminución en la concentración, la atención, motivación por la actividad, generando un descenso del desempeño y el rendimiento, que puede según algunos autores, disminuir hasta un 40%”. (según Mondelo, Gregori Barrau, Ergonomía 1, Fundamentos 1999, pág. 90)

5.Las estrategias deben ser prestacionales y no prescriptivas, ya que debe buscarse siempre la optimización de las mismas debido a que el contexto nacional cuenta con distintas zonas de vida a las que pueden que las estrategias respondan bien a cómo pueden que no.

6.La Investigación apuesta por la innovación así como la mejora de la infraestructura educativa pública actual, en conjunto de alianzas público – privadas que incentiven y promuevan infraestructura educativa de calidad.

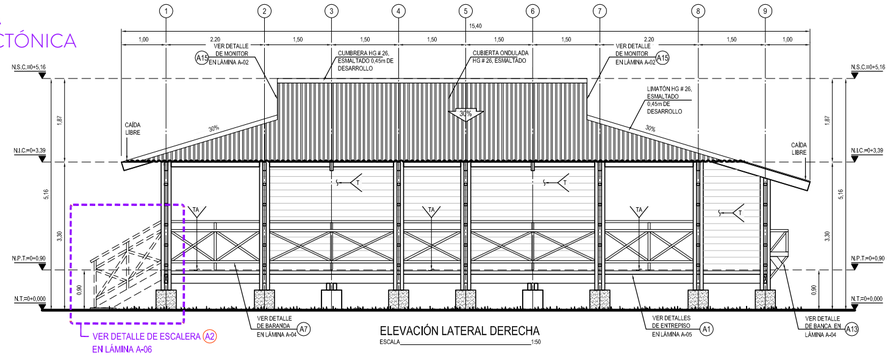
PLANTA
ARQUITECTÓNICA

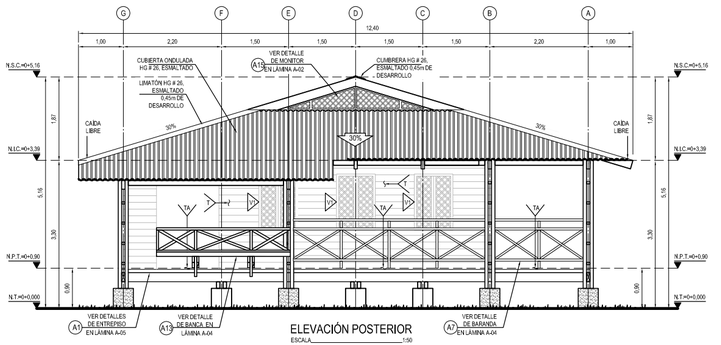


PLANTA ARQUITECTÓNICA
ESCALA 1:50

PROTOTIPOS TIPOLOGÍA **1**

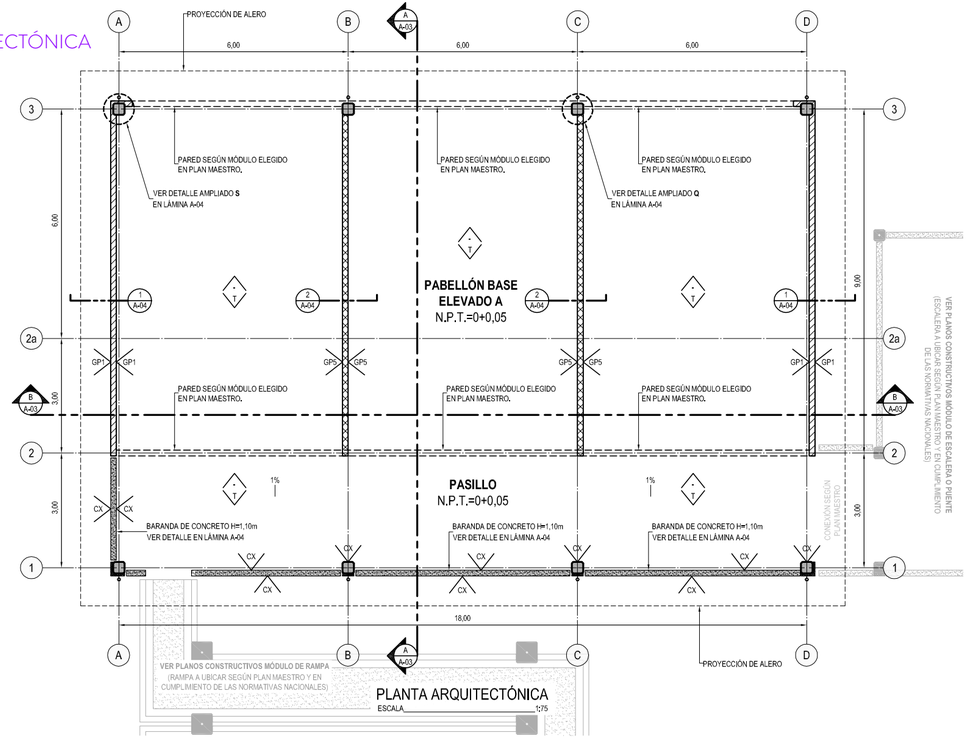
FACHADA
ARQUITECTÓNICA



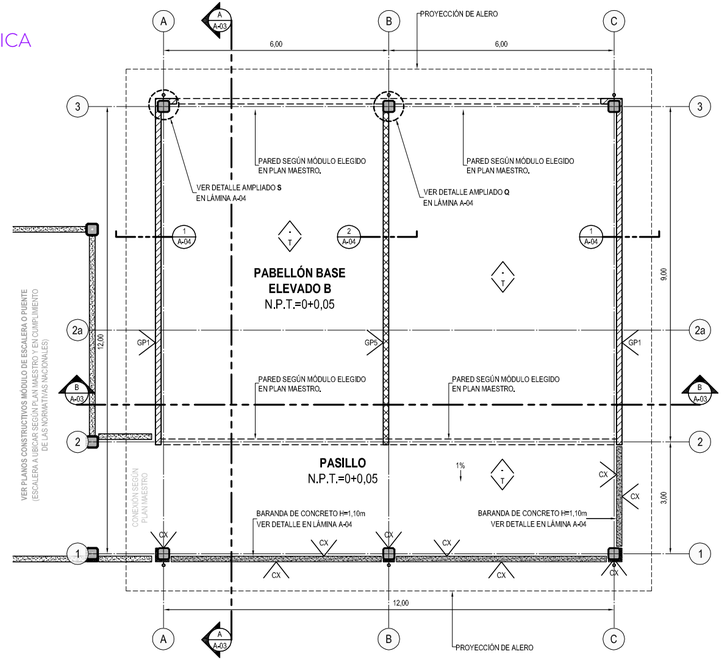


PROTOTIPO 2016 AULA INDÍGENA

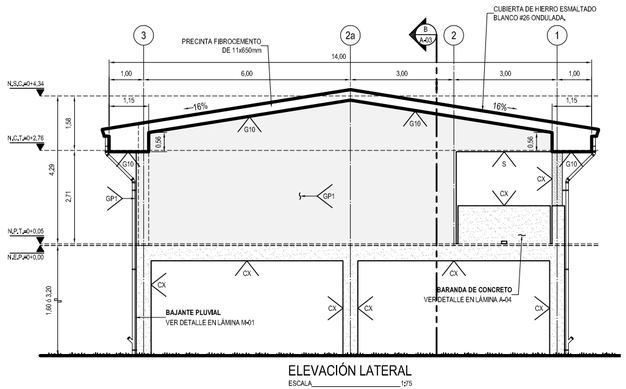
PLANTA ARQUITECTÓNICA



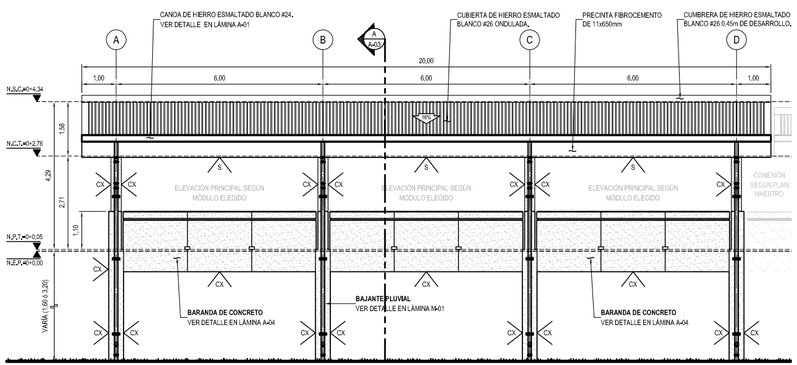
PLANTA ARQUITECTÓNICA



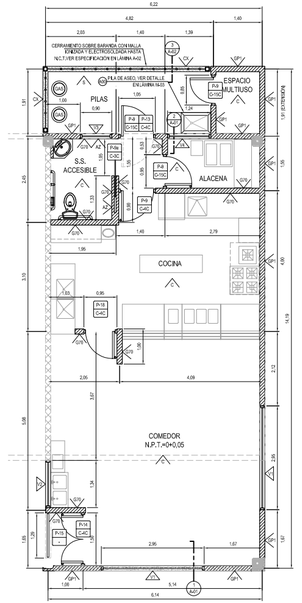
FACHADA
ARQUITECTÓNICA

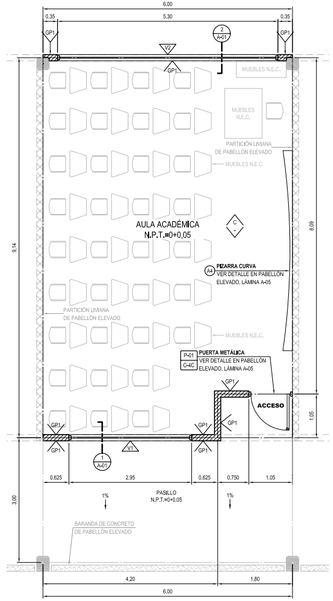


ELEVACIÓN LATERAL
ESCALA_____1:75



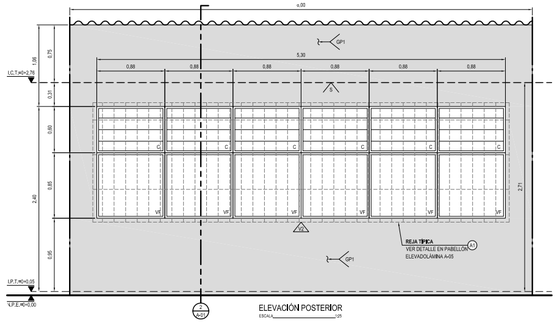
ELEVACIÓN PRINCIPAL
ESCALA_____1:75





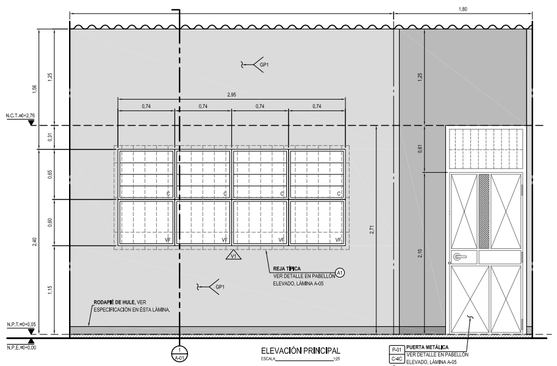
PLANTA ARQUITECTÓNICA

ESCALA _____ 1:50



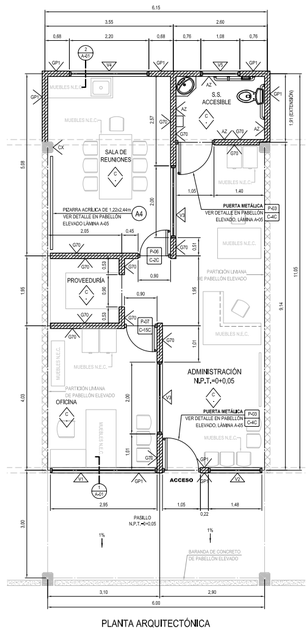
ELEVACIÓN POSTERIOR

ESCALA _____ 1/25



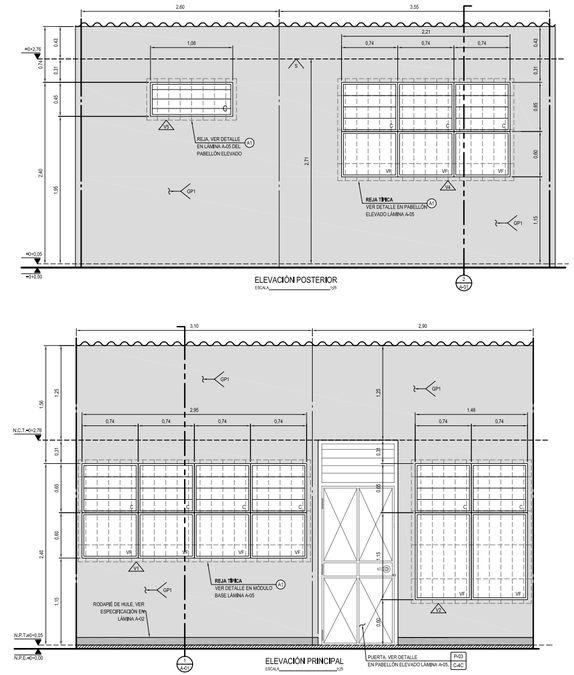
ELEVACIÓN PRINCIPAL

ESCALA _____ 1/25



PLANTA ARQUITECTÓNICA

ESCALA _____ 1:50



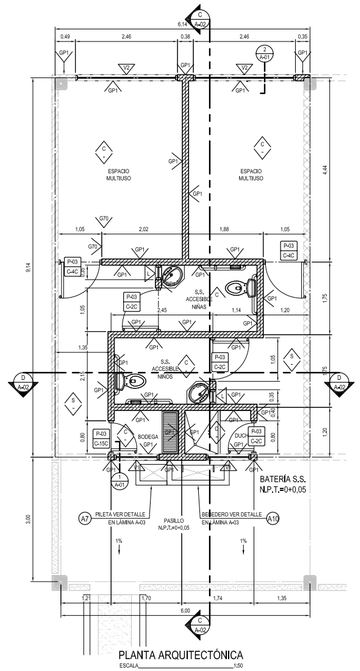
ELEVACIÓN POSTERIOR

ESCALA _____ 1/25

ELEVACIÓN PRINCIPAL

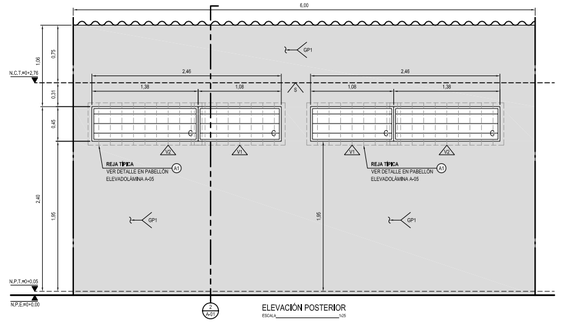
ESCALA _____ 1/25

PROTOTIPO 2017 PABELLONES ELEVADOS A Y B (ESPACIO INTERNOS POSIBLES)



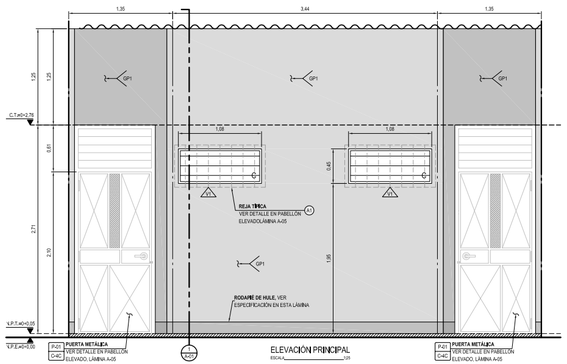
PLANTA ARQUITECTÓNICA

ESCALA 1:50



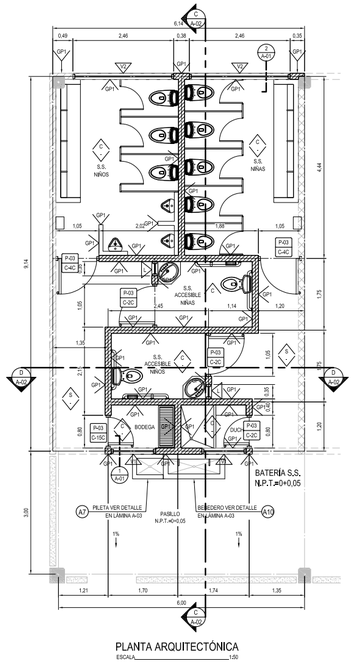
ELEVACIÓN POSTERIOR

ESCALA 1:25



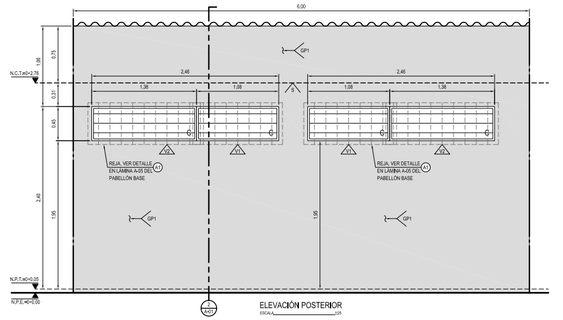
ELEVACIÓN PRINCIPAL

ESCALA 1:25



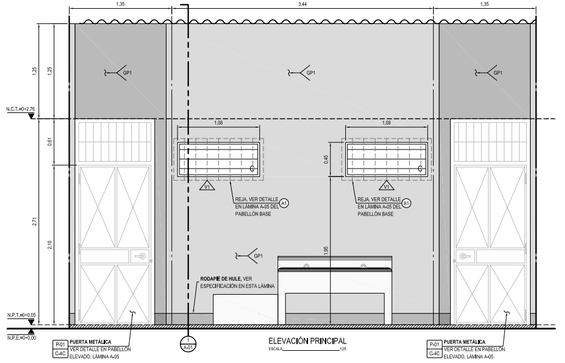
PLANTA ARQUITECTÓNICA

ESCALA 1:50



ELEVACIÓN POSTERIOR

ESCALA 1:25

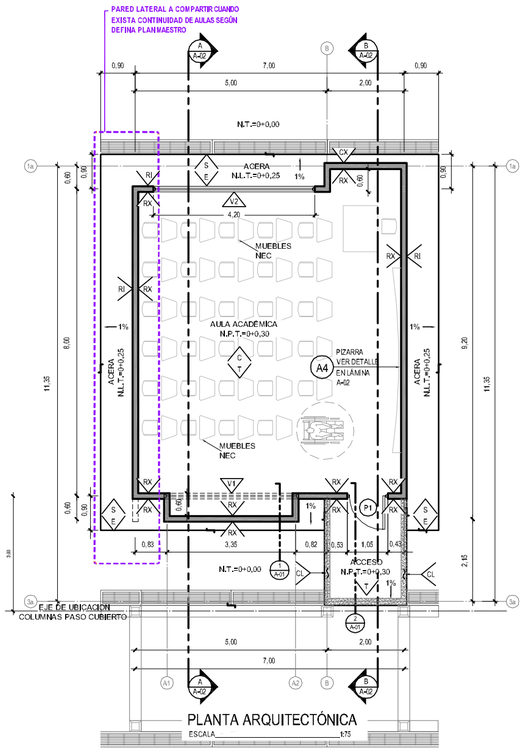


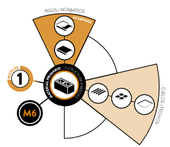
ELEVACIÓN PRINCIPAL

ESCALA 1:25

PROTOTIPO 2017 PABELLONES ELEVADOS A Y B (ESPACIO INTERNOS POSIBLES)

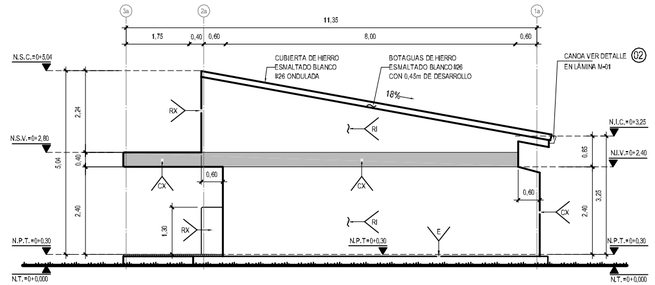
PLANTA
ARQUITECTÓNICA

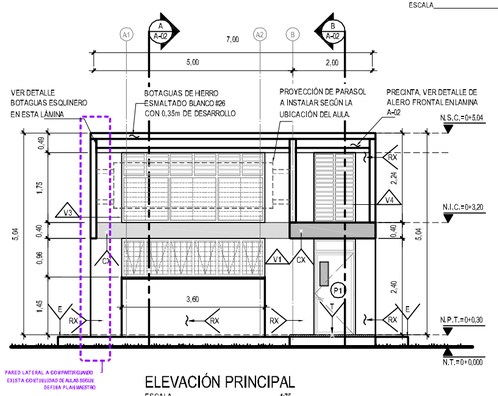


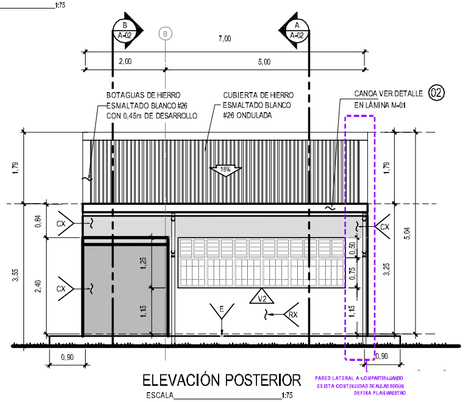


PROTOTIPOS TIPOLOGÍA **3.1**

FACHADA
ARQUITECTÓNICA

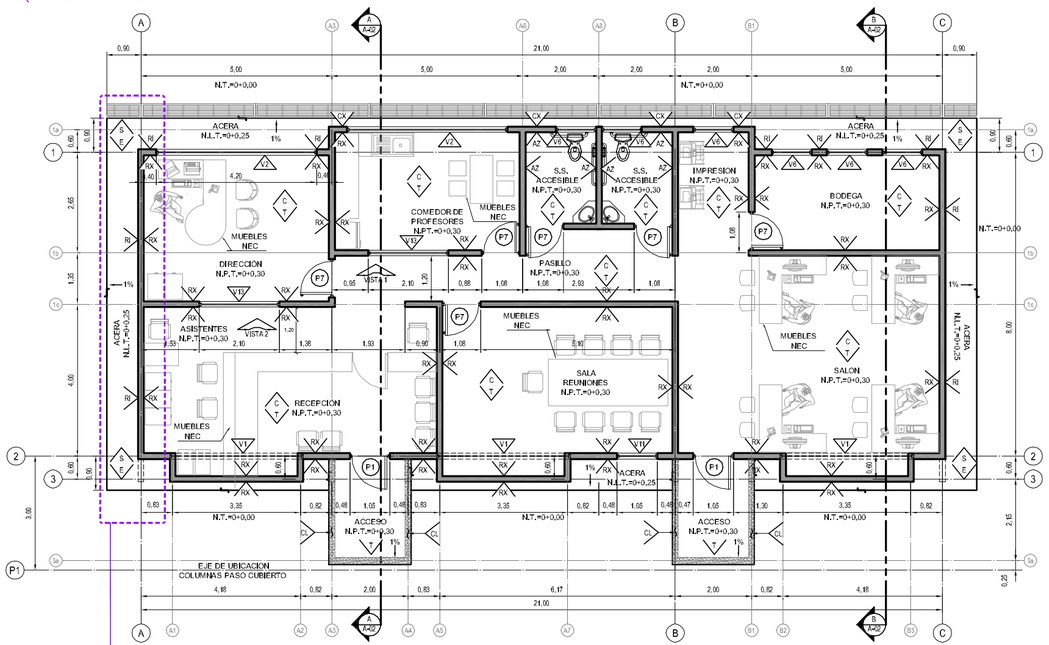






PROTOTIPO 2017 AULA ACADÉMICA

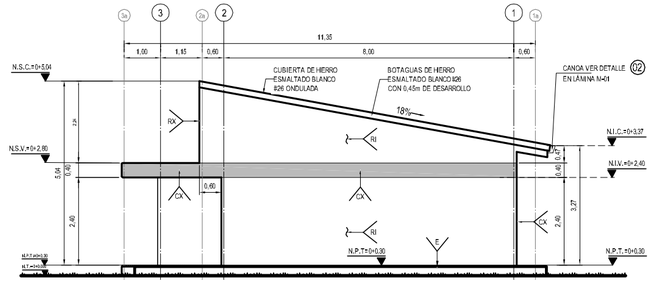
PLANTA
ARQUITECTÓNICA



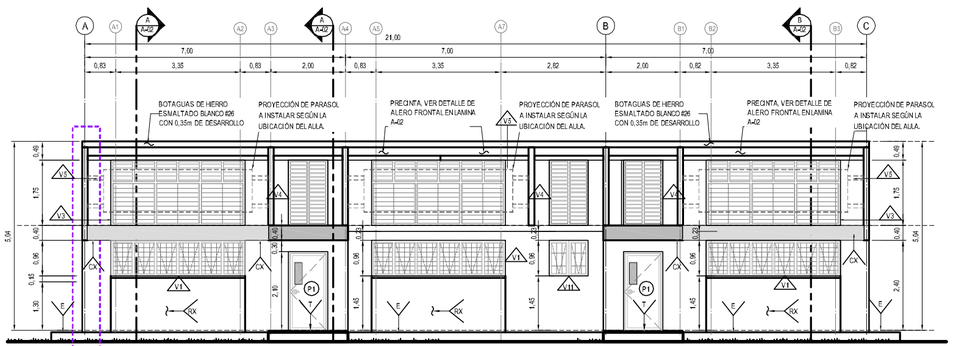
PARED LATERAL A COMPARTIR CUANDO EXISTA CONTINUIDAD DE AULAS SEGÚN DEFINA PLAN MAESTRO

PLANTA ARQUITECTÓNICA
ESCALA_____1:75

FACHADA
ARQUITECTÓNICA

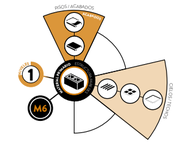


ELEVACIÓN LATERAL DERECHA
ESCALA_____1:75



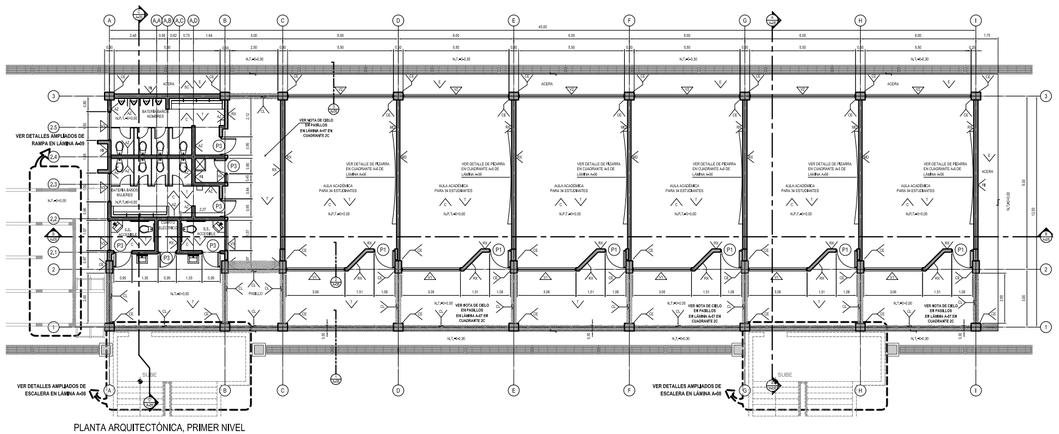
PARED LATERAL A COMPARTIR CUANDO EXISTA CONTINUIDAD DE AULAS SEGÚN DEFINA PLAN MAESTRO

ELEVACIÓN PRINCIPAL
ESCALA_____1:75

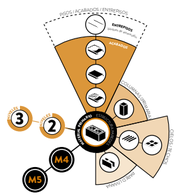


PROTOTIPO 2017 ADMINISTRACIÓN

PLANTA
ARQUITECTÓNICA

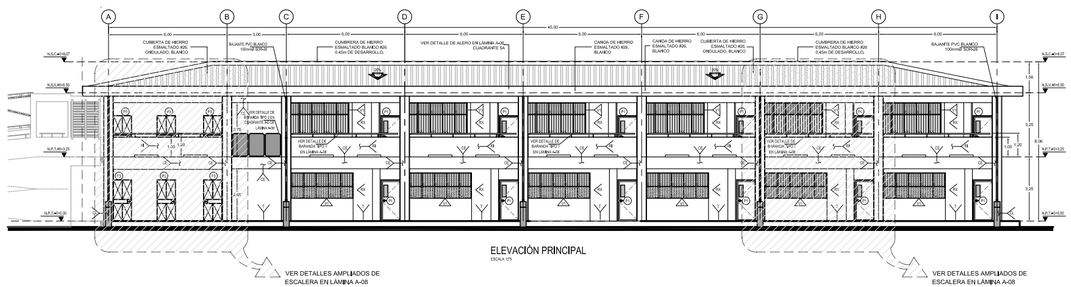


PLANTA ARQUITECTÓNICA, PRIMER NIVEL
ESCALA 1/75



PROTOTIPOS TIPOLOGÍA **3.2**

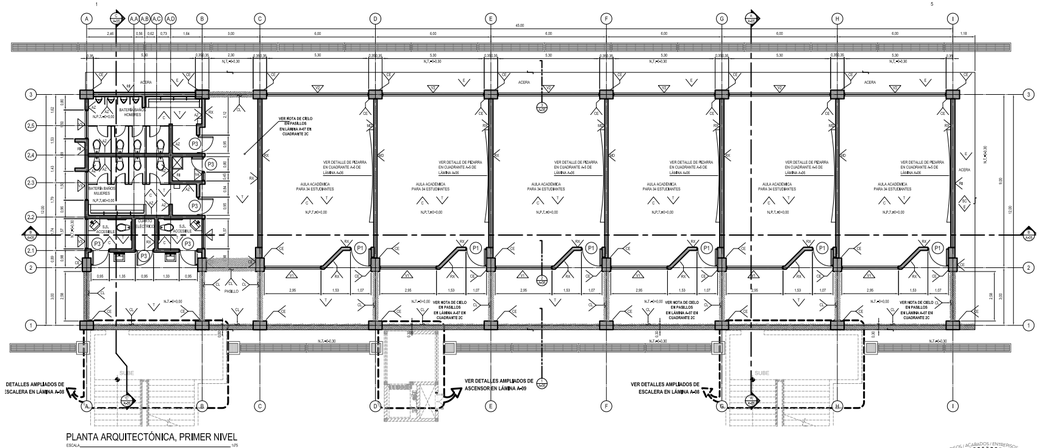
FACHADA
ARQUITECTÓNICA



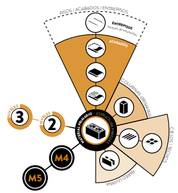
ELEVACIÓN PRINCIPAL
ESCALA 1/75

PROTOTIPO 2016 ESCUELA EDIFICIO DE DOS NIVELES

PLANTA
ARQUITECTÓNICA

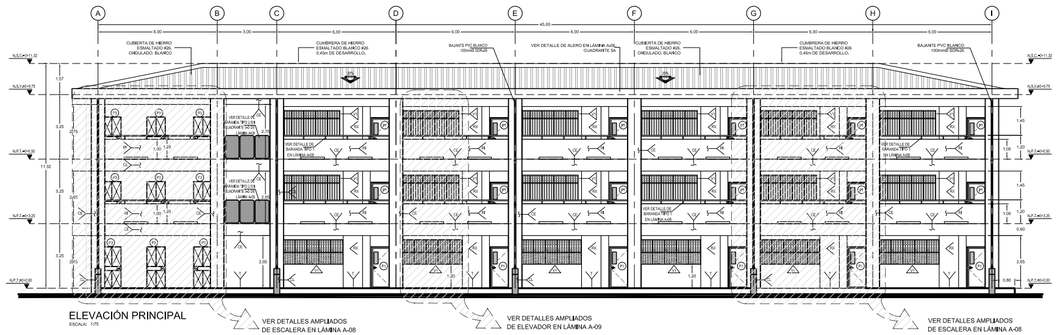


PLANTA ARQUITECTÓNICA, PRIMER NIVEL
ESCALA: 1/75



PROTOTIPOS TIPOLOGÍA **3.2**

FACHADA
ARQUITECTÓNICA



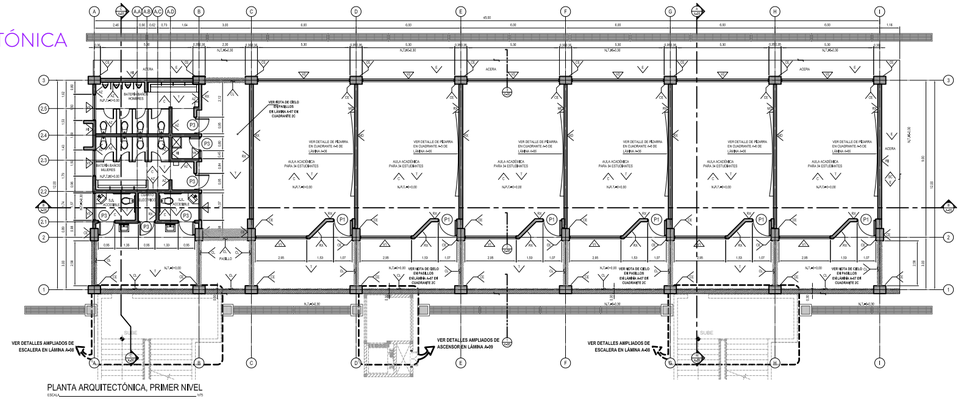
ELEVACIÓN PRINCIPAL
ESCALA: 1/75

VER DETALLES AMPLIADOS DE ESCALERA EN LÁMINA A-08

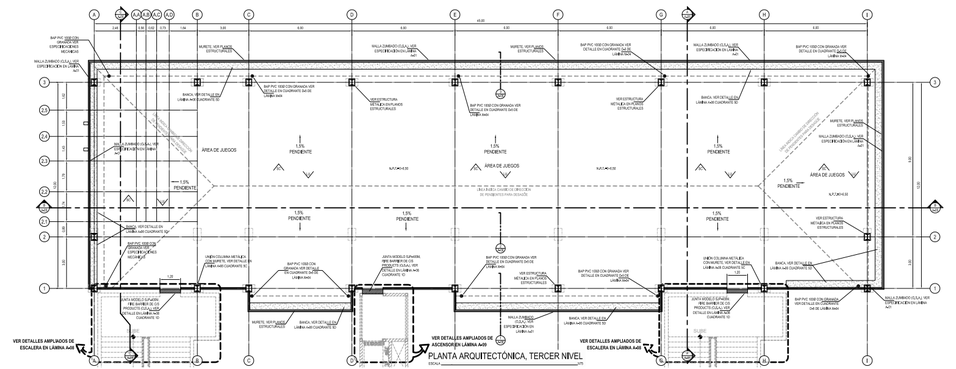
VER DETALLES AMPLIADOS DE ELEVADOR EN LÁMINA A-09

VER DETALLES AMPLIADOS DE ESCALERA EN LÁMINA A-08

PLANTA
ARQUITECTÓNICA

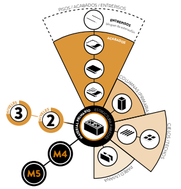


PLANTA ARQUITECTÓNICA, PRIMER NIVEL

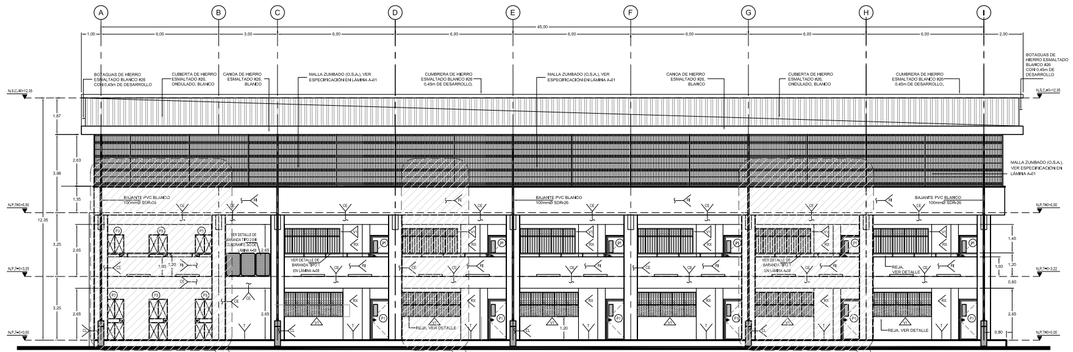


PLANTA ARQUITECTÓNICA, TERCER NIVEL

FACHADA
ARQUITECTÓNICA



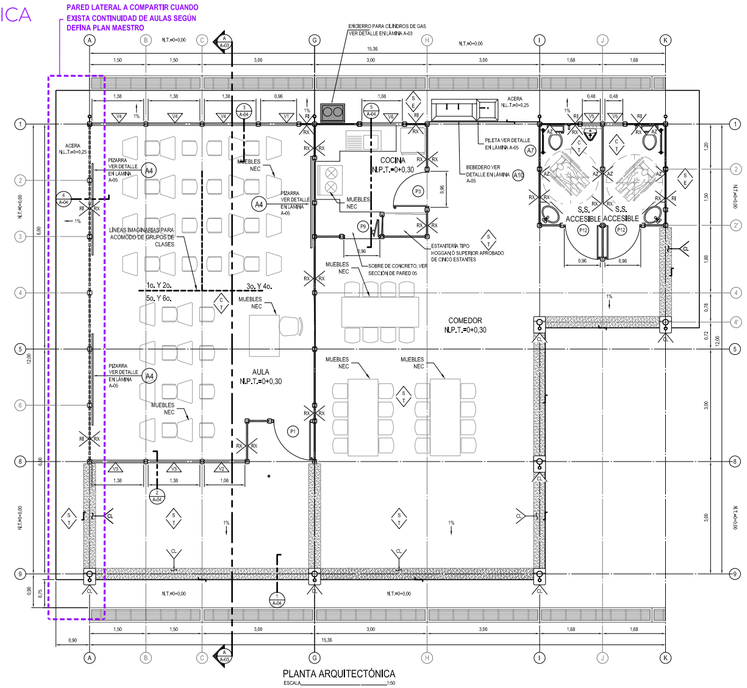
PROTOTIPOS TIPOLOGÍA **3.2**



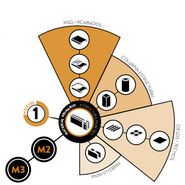
ELEVACIÓN PRINCIPAL

PROTOTIPO 2016 ESCUELA EDIFICIO DE TRES NIVELES Y ÁREA DE JUEGOS

PLANTA
ARQUITECTÓNICA

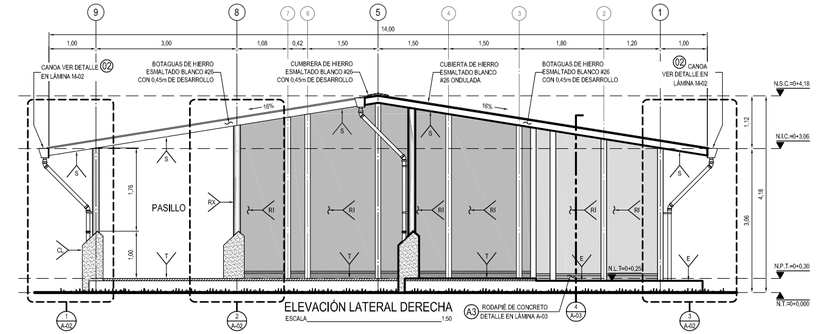


PLANTA ARQUITECTÓNICA
ESCALA 1:00

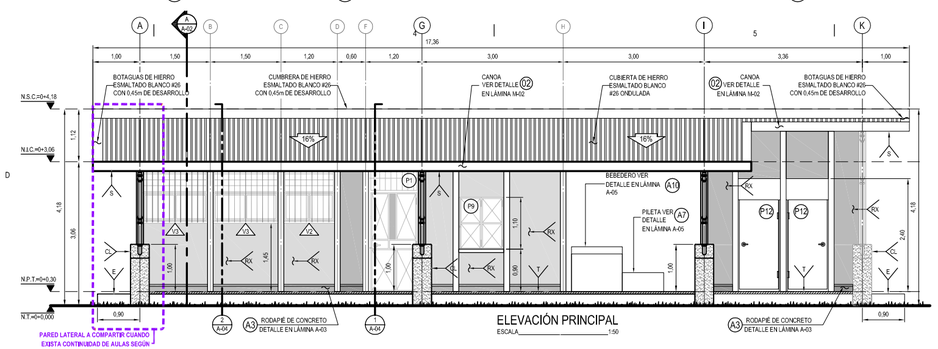


PROTOTIPOS TIPOLOGÍA **4**

FACHADA
ARQUITECTÓNICA

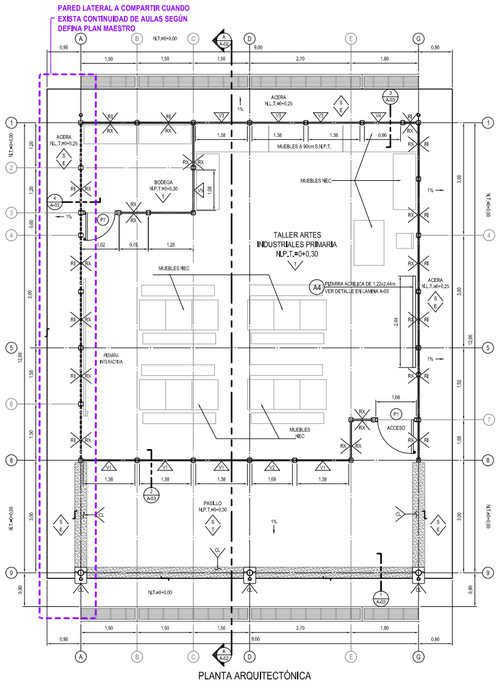


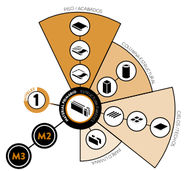
ELEVACIÓN LATERAL DERECHA
ESCALA 1:50



ELEVACIÓN PRINCIPAL
ESCALA 1:50

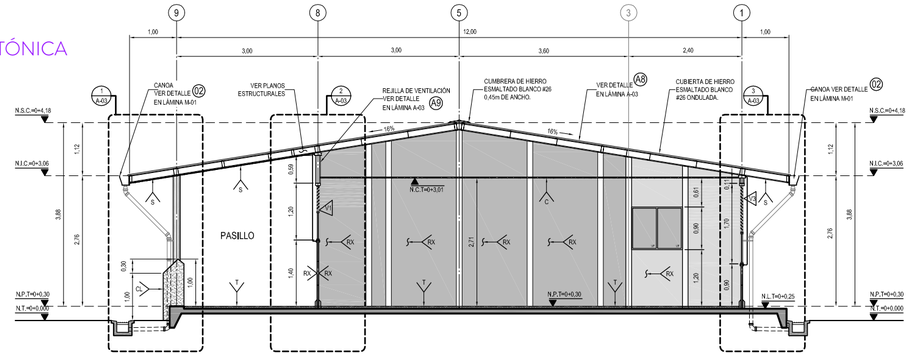
PLANTA
ARQUITECTÓNICA

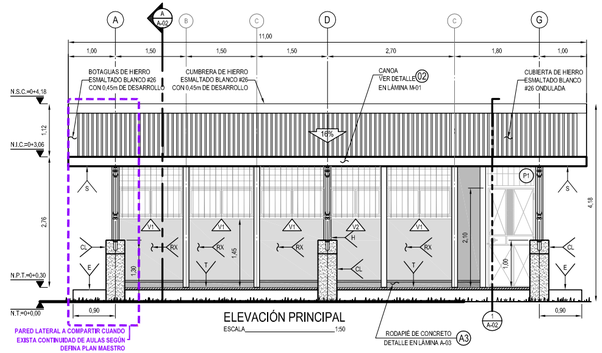




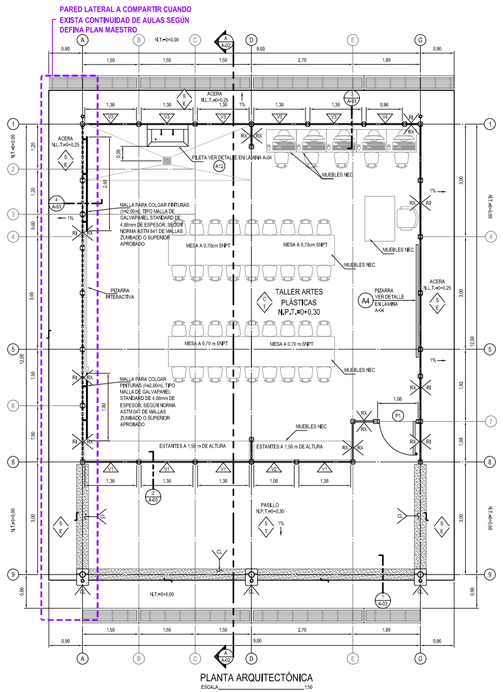
PROTOTIPOS TIPOLOGÍA 4

FACHADA
ARQUITECTÓNICA

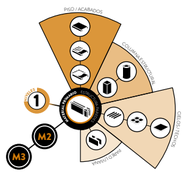




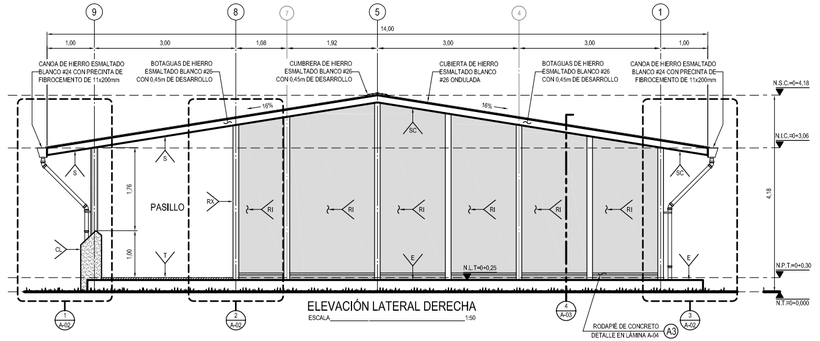
PLANTA
ARQUITECTÓNICA



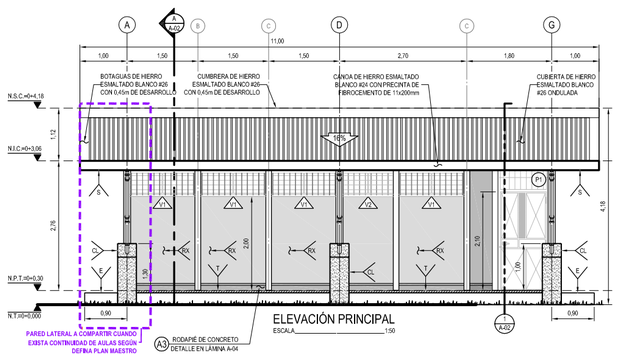
PLANTA ARQUITECTÓNICA
ESCALA 1:50



FACHADA
ARQUITECTÓNICA

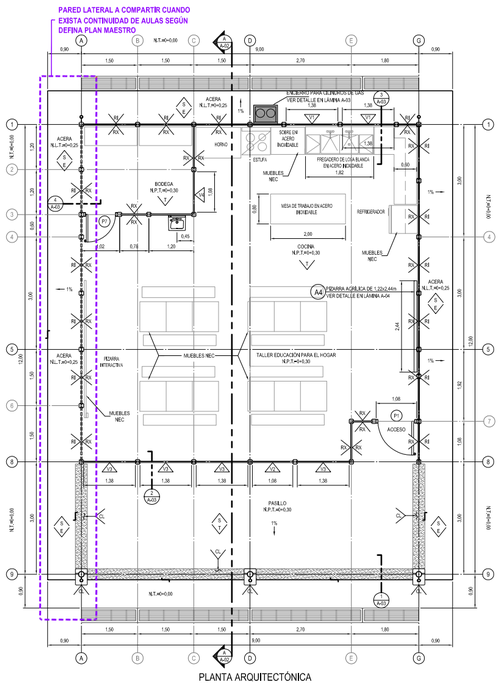


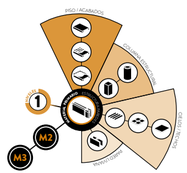
ELEVACIÓN LATERAL DERECHA
ESCALA 1:50



ELEVACIÓN PRINCIPAL
ESCALA 1:50

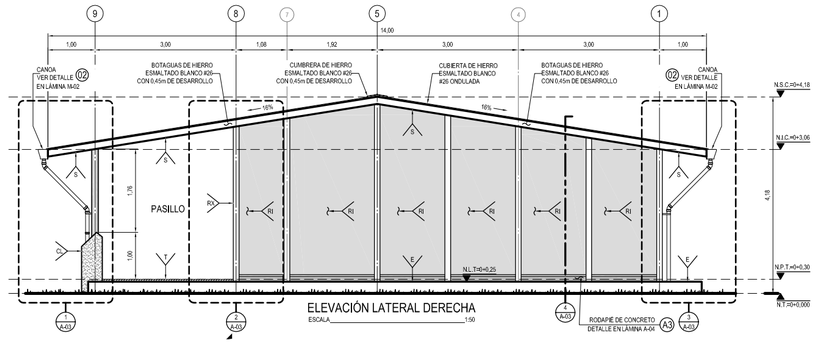
PLANTA
ARQUITECTÓNICA

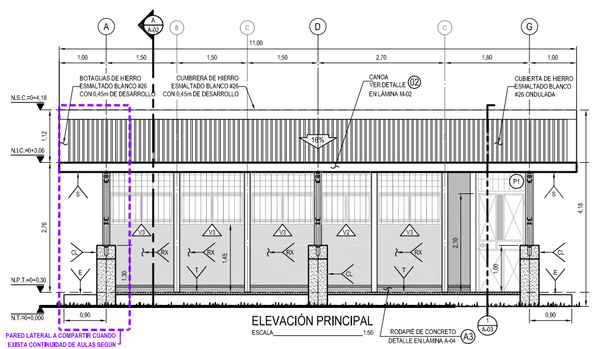




PROTOTIPOS TIPOLOGÍA **4**

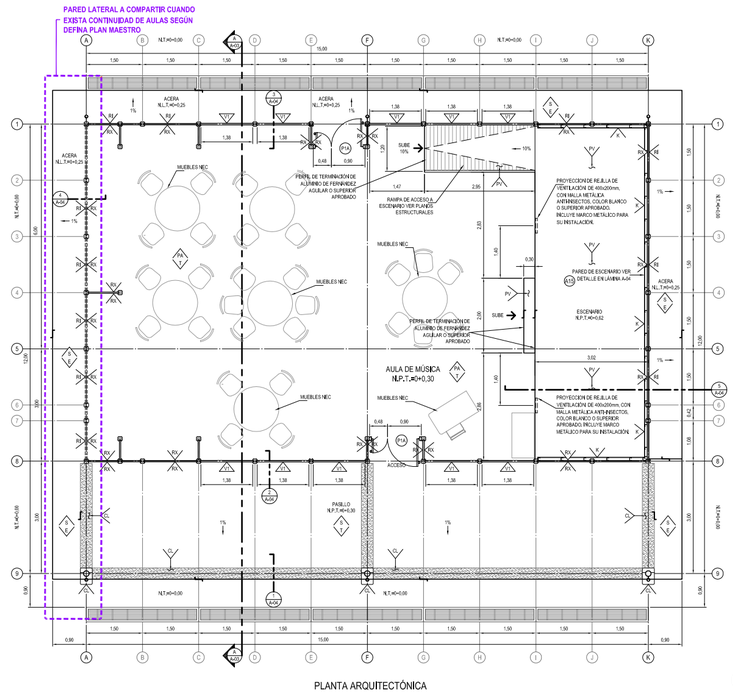
FACHADA
ARQUITECTÓNICA



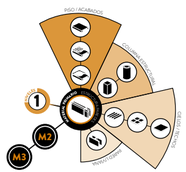


PROTOTIPO 2016 TALLER DE EDUCACIÓN PARA EL HOGAR

PLANTA
ARQUITECTÓNICA

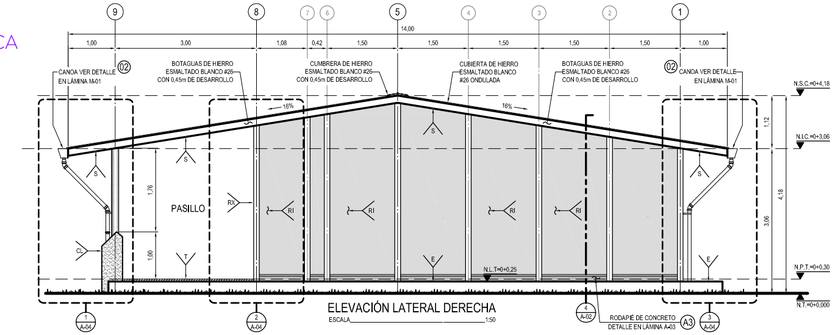


PLANTA ARQUITECTÓNICA
ESCALA_____1:50

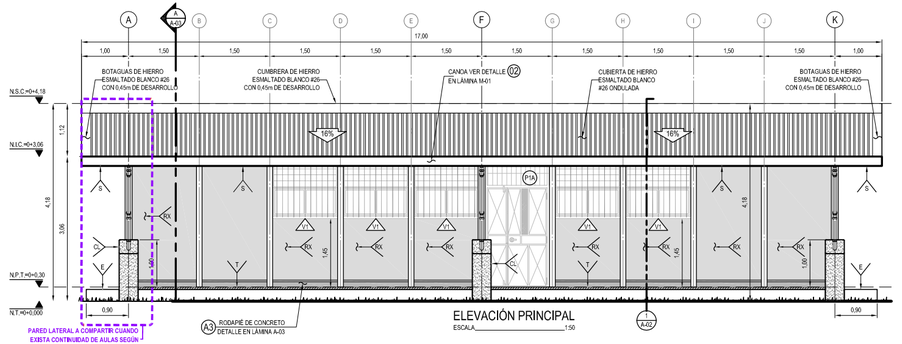


PROTOTIPOS TIPOLOGÍA **4**

FACHADA
ARQUITECTÓNICA



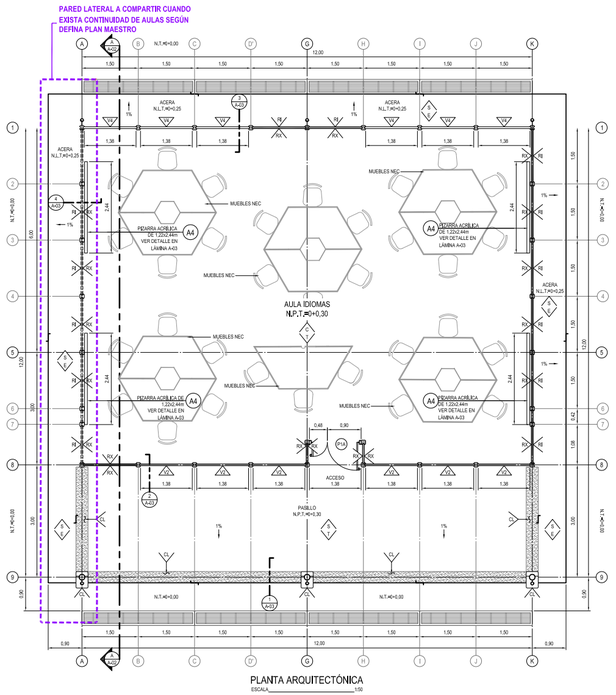
ELEVACIÓN LATERAL DERECHA
ESCALA_____1:50

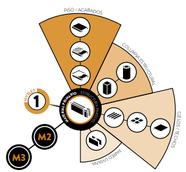


ELEVACIÓN PRINCIPAL
ESCALA_____1:50

PROTOTIPO 2016 AULA DE MÚSICA

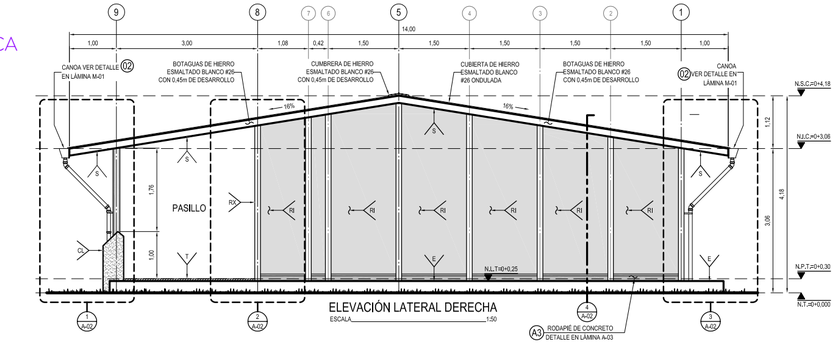
PLANTA
ARQUITECTÓNICA

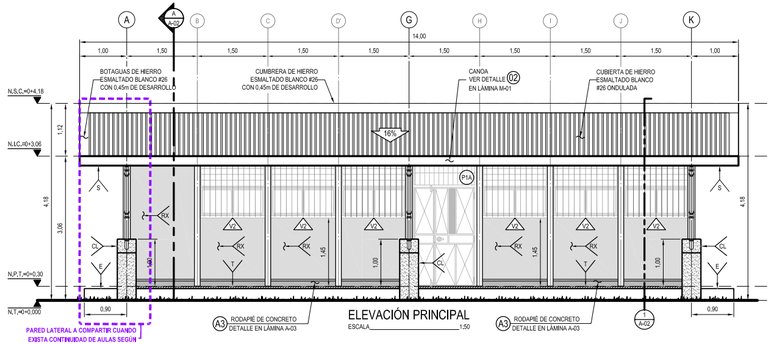




PROTOTIPOS TIPOLOGÍA **4**

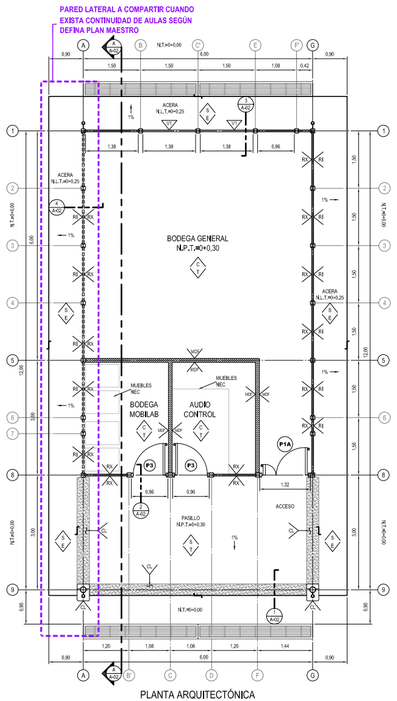
FACHADA
ARQUITECTÓNICA

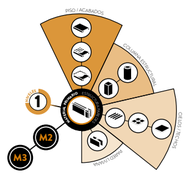




PROTOTIPO 2016 AULA DE IDIOMAS

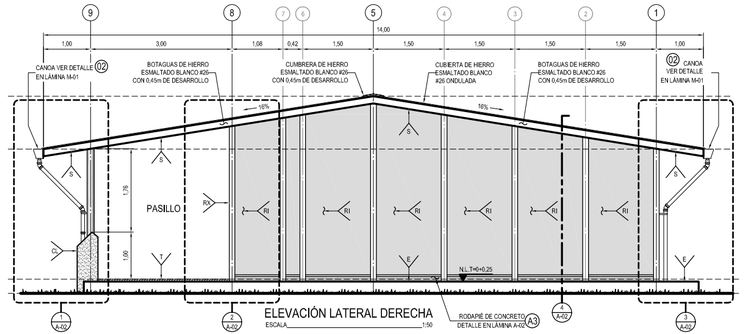
PLANTA
ARQUITECTÓNICA

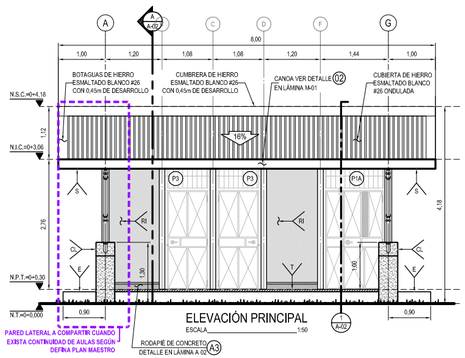




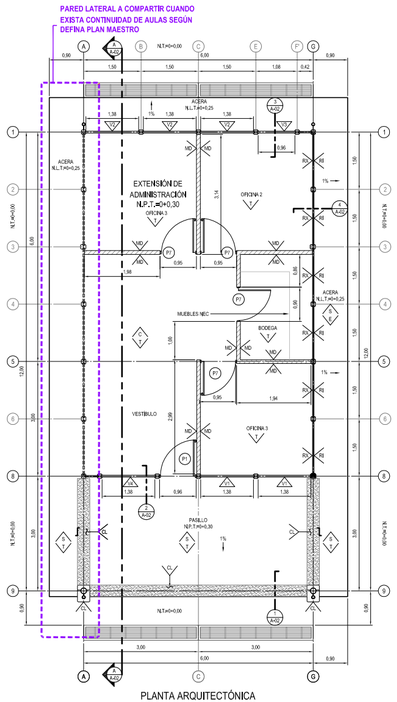
PROTOTIPOS TIPOLOGÍA **4**

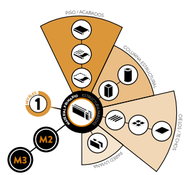
FACHADA
ARQUITECTÓNICA





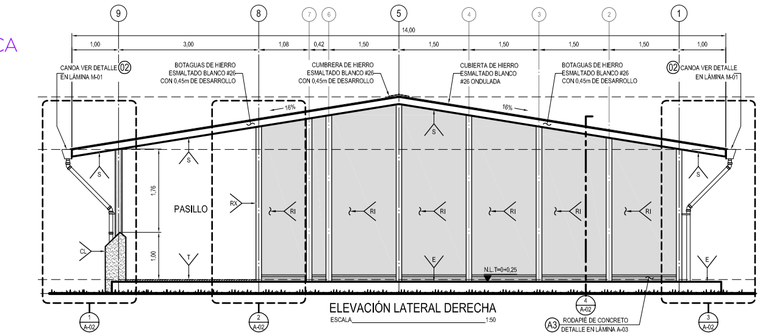
PLANTA
ARQUITECTÓNICA

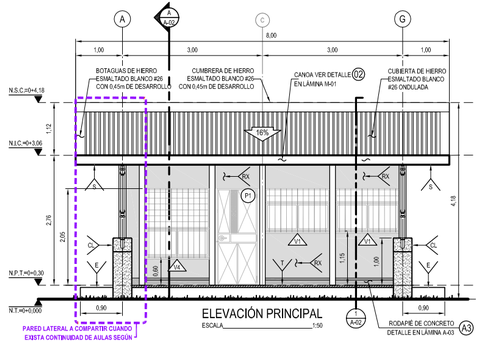




PROTOTIPOS TIPOLOGÍA **4**

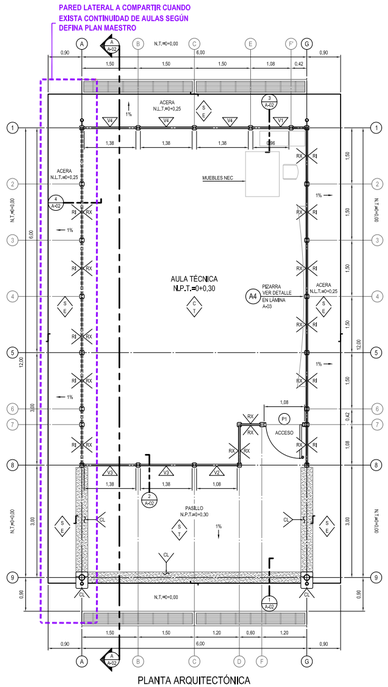
FACHADA
ARQUITECTÓNICA

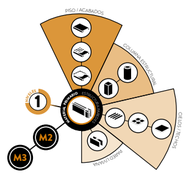




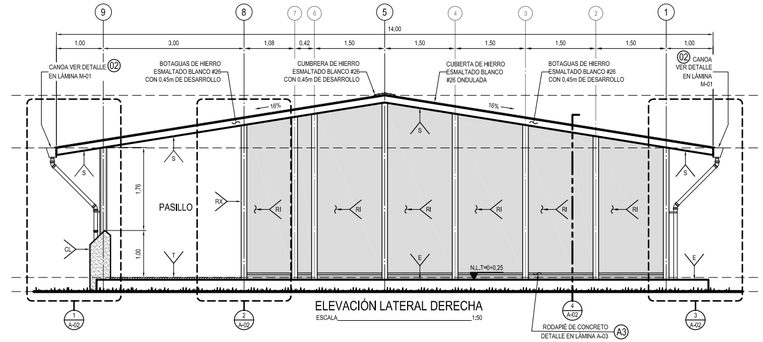
PROTOTIPO 2016 EXTENSIÓN ADMINISTRATIVO

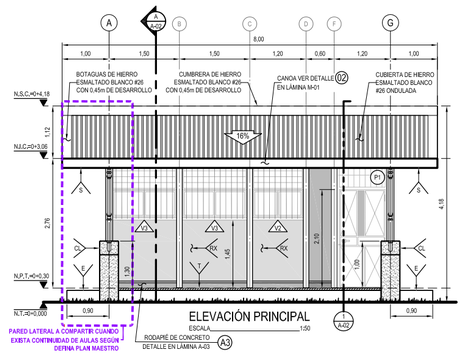
PLANTA
ARQUITECTÓNICA



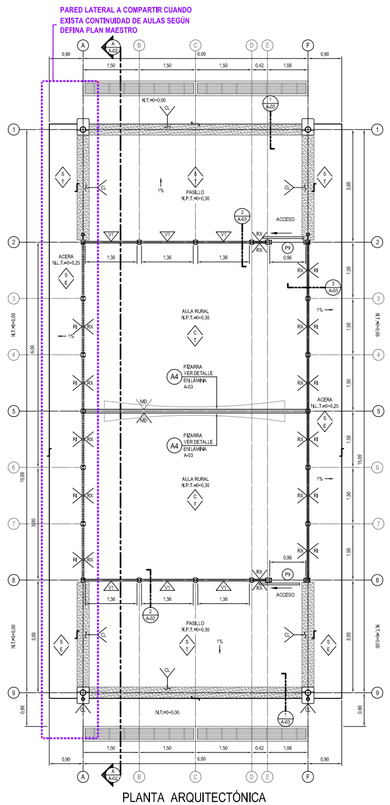


FACHADA
ARQUITECTÓNICA

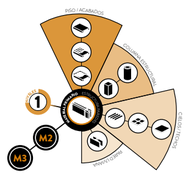




PLANTA
ARQUITECTÓNICA

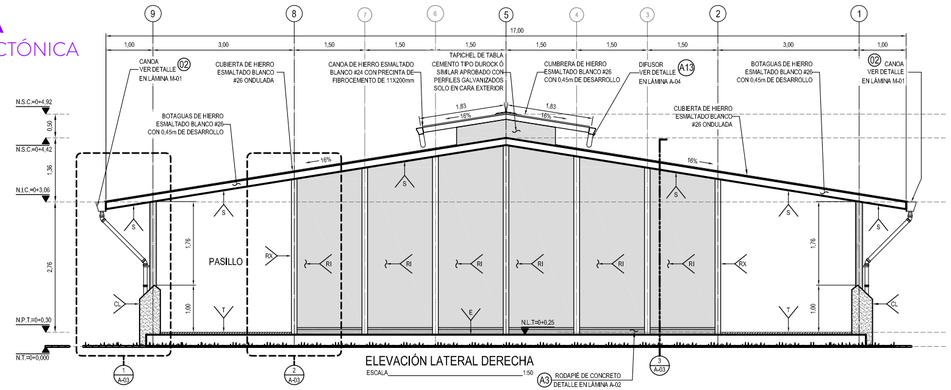


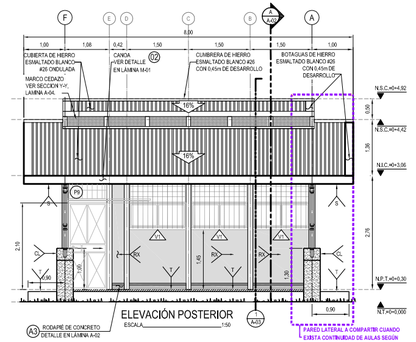
PLANTA ARQUITECTÓNICA
ESCALA 1:50



PROTOTIPOS TIPOLOGÍA **4**

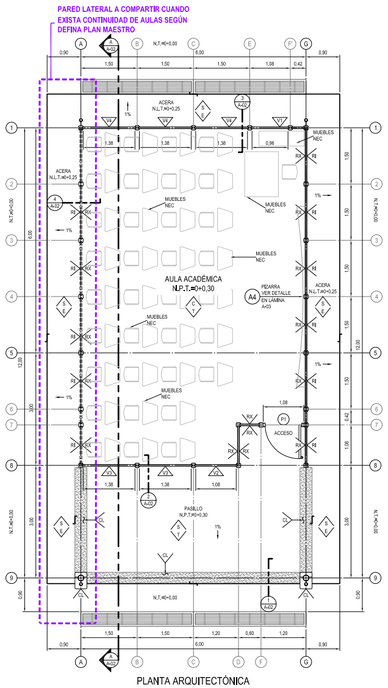
FACHADA
ARQUITECTÓNICA



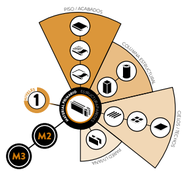


PROTOTIPO 2016 AULA RURAL

PLANTA
ARQUITECTÓNICA

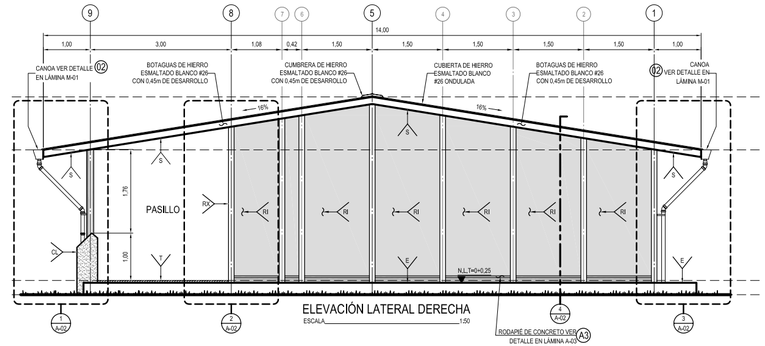


PLANTA ARQUITECTÓNICA
ESCALA 1:50

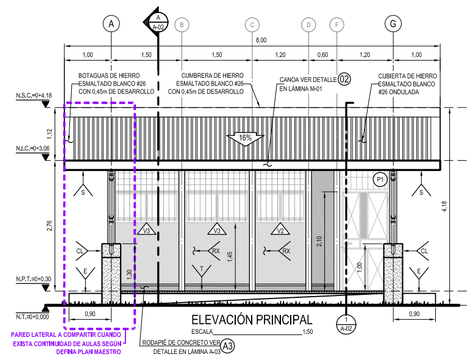


PROTOTIPOS TIPOLOGÍA **4**

FACHADA
ARQUITECTÓNICA



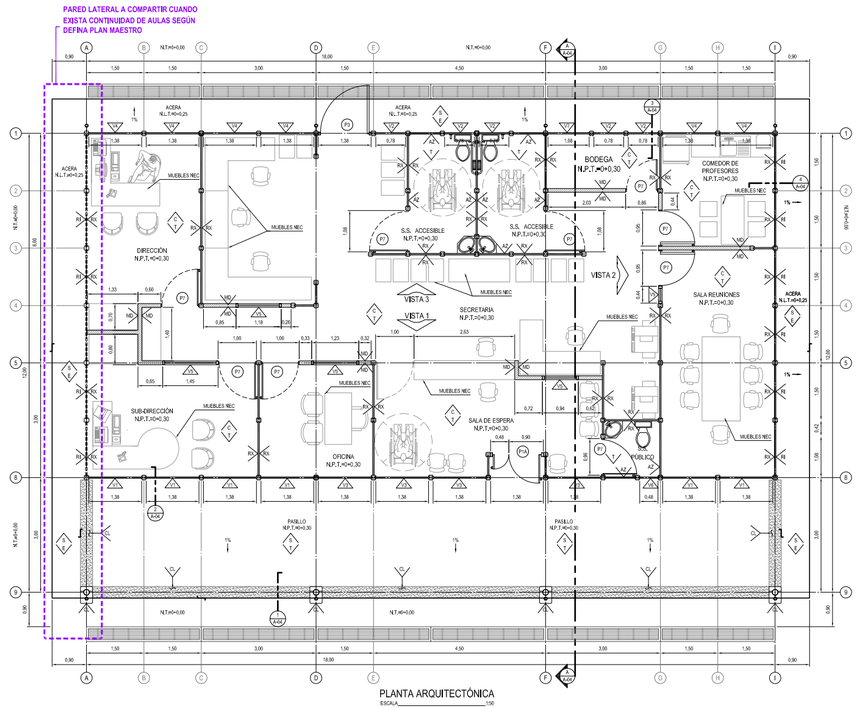
ELEVACIÓN LATERAL DERECHA
ESCALA 1:50



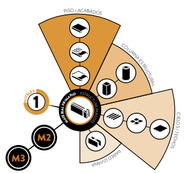
ELEVACIÓN PRINCIPAL
ESCALA 1:50

PROTOTIPO 2016 AULA ACADÉMICA

PLANTA
ARQUITECTÓNICA

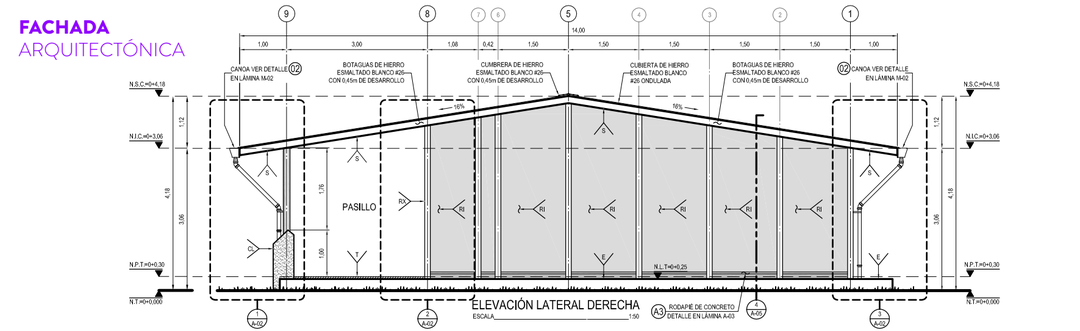


PLANTA ARQUITECTÓNICA
ESCALA_____1:50

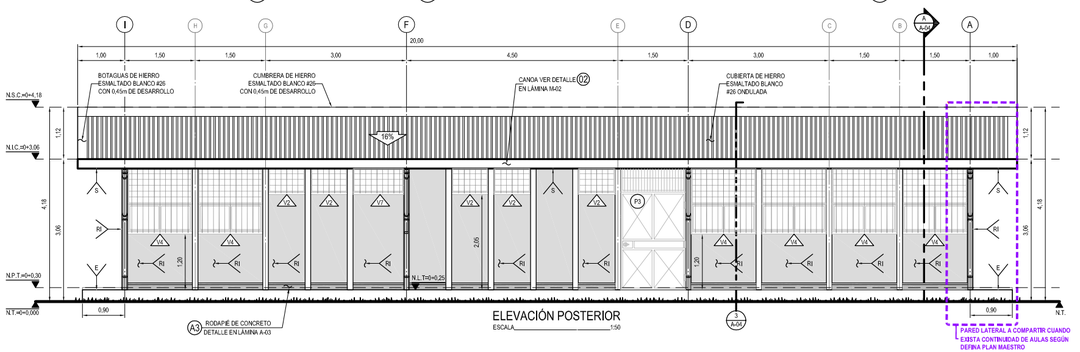


PROTOTIPOS TIPOLOGÍA **4**

FACHADA
ARQUITECTÓNICA



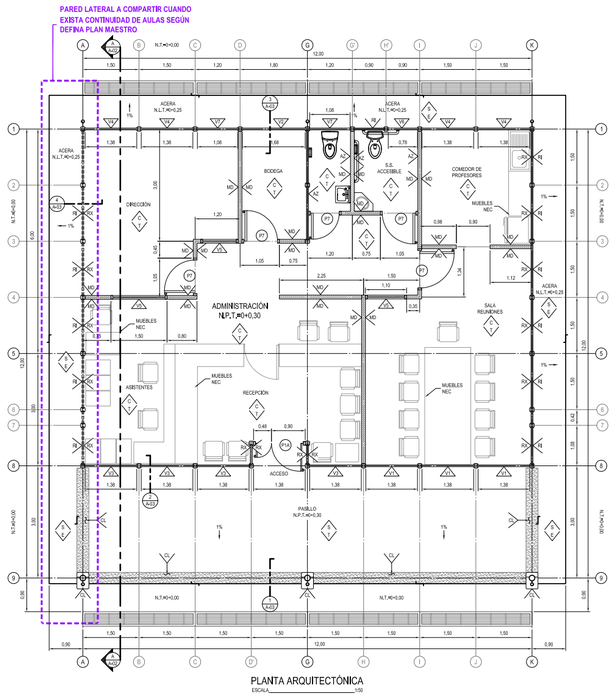
ELEVACIÓN LATERAL DERECHA
ESCALA_____1:50

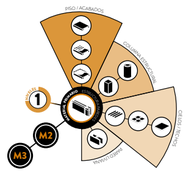


ELEVACIÓN POSTERIOR
ESCALA_____1:50

PROTOTIPO 2016 ADMINISTRACIÓN

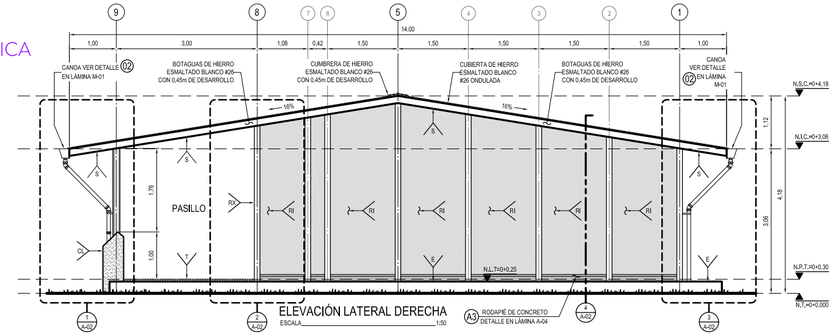
PLANTA
ARQUITECTÓNICA

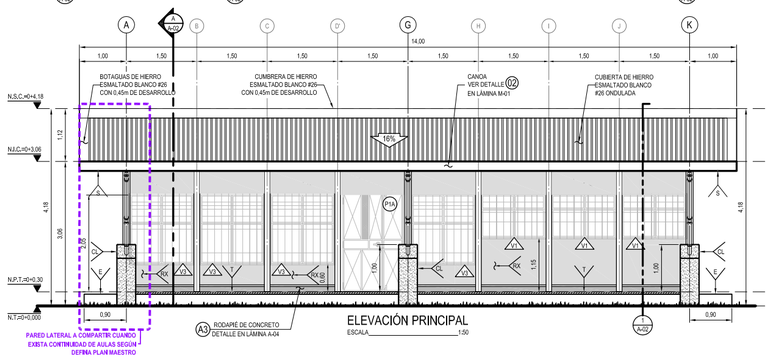




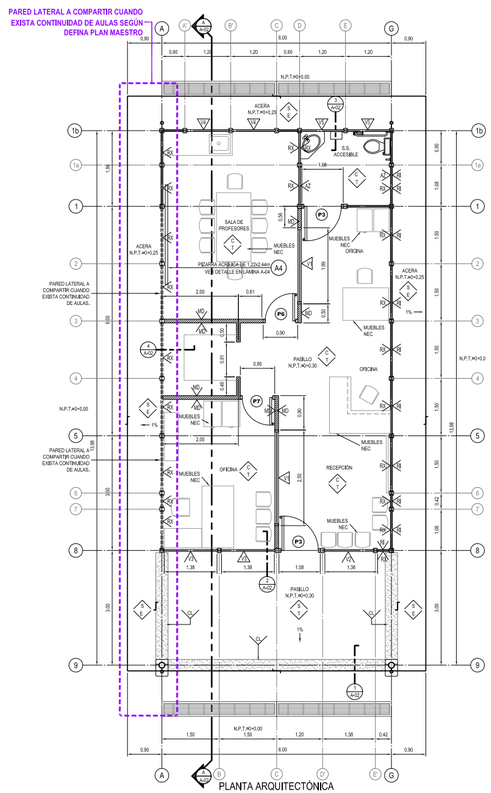
PROTOTIPOS TIPOLOGÍA 4

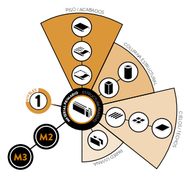
FACHADA
ARQUITECTÓNICA





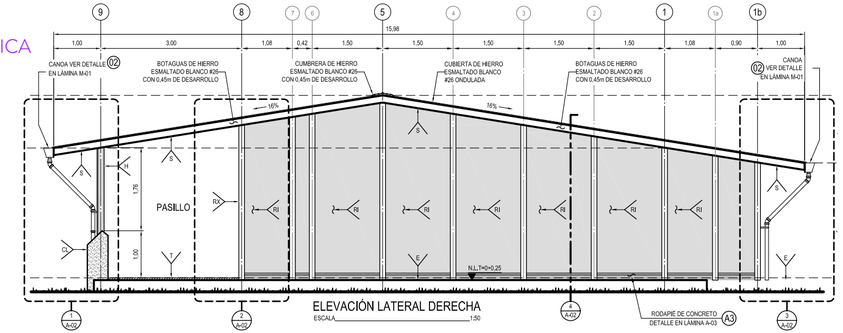
PLANTA
ARQUITECTÓNICA

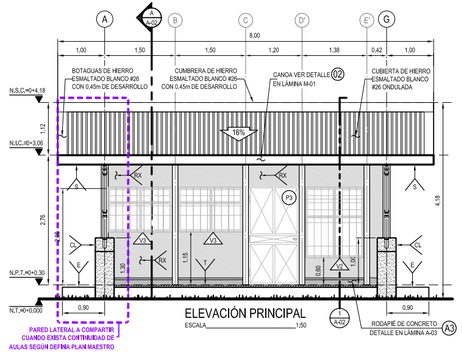




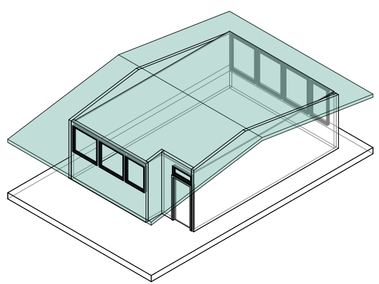
PROTOTIPOS TIPOLOGÍA **4**

FACHADA
ARQUITECTÓNICA





PROTOTIPO 2016 ADMINISTRACIÓN



Datos Utilizados para la búsqueda de la optimización del prototipo actual utilizado por la DIEE en la escuela Buena Vista.

Datos de la Simulación computarizada- Design Builder

TEMPERATURA OPERATIVA													
		Característica del Modelo	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Modelo 1	Modelo 1,1	Paredes Livianas	21,19	23,61	24,66	24,16	24,41	24	23,17	24,13	23,8	23,62	23,4	22,43
	Modelo 1,2	Paredes Prefabricadas concreto	22,28	23,71	24,67	24,58	24,56	23,84	23,54	23,99	23,75	23,51	23,19	23,01
	Modelo 1,3	Paredes block concreto	21,98	23,7	24,7	24,46	24,59	24	23,52	24,13	23,89	23,65	23,33	22,83
	Modelo 1.3	Paredes Madera	21,51	23,6	24,63	24,28	24,45	23,95	23,29	24,06	23,8	23,56	23,31	22,56
Modelo 2	Modelo 2	Modelo Ventanas DIEE	22,39	23,11	24,01	24,13	23,87	23,09	23,21	23,26	23	22,77	22,38	22,74
Modelo 3	Variación 1	Sin tapicheles	22,62	23,35	24,26	24,38	24,13	23,34	23,44	23,49	23,27	23,02	22,62	22,97
Modelo 4	Variación 2	Propuesta cubierta	22,45	23,15	24,06	24,19	23,94	23,16	23,28	23,32	23,07	22,82	22,42	22,78
	Modificación Variación 2	tragaluz + cubierta	22,4	23,1	24	24,14	23,49	23,1	23,23	23,27	23,01	22,77	22,36	22,73
Modelo 5	Variación 3	0,90m	22,34	23,04	24,01	24,18	23,87	23	23,19	23,25	22,88	22,65	22,2	22,7
Modelo 6	Variación 4	3 + 16%	22,43	23,17	24,06	24,18	23,93	23,16	23,26	23,32	23,07	22,84	22,44	22,78
Modelo 7	Variación 5	Ventanería 1	22,5	23,18	24,07	24,21	23,97	23,18	23,31	23,33	23,08	22,85	22,44	22,82
	Variación 6	Ventanería 2	22,56	23,16	24,03	24,18	23,93	23,14	23,3	23,3	23,05	22,82	22,42	22,84
	Variación 7	Ventanería 3	22,72	23,24	24,1	24,26	23,98	23,18	23,37	23,34	23,09	22,88	22,47	22,95

HUMEDAD RELATIVA														
			Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Modelo 1	Modelo 1,1	Paredes Livianas	60,72	54,44	54,64	58,3	66,38	69,57	67,55	67,46	69,97	71,41	67,07	62,96
	Modelo 1,2	Paredes Prefabricadas concreto	56,95	53,8	54,15	56,83	65,49	69,66	65,87	67,64	69,82	71,31	67,31	60,86
	Modelo 1,3	Paredes block concreto	57,98	53,94	54,2	57,23	65,47	69,3	66,05	67,23	69,44	70,99	67,01	61,45
	Modelo 1.3	Paredes Madera	59,55	53,86	54,01	57,4	65,55	69	66,63	67	69,31	70,95	66,7	62,19
Modelo 2	Modelo 2	Modelo Ventanas DIEE	56,9	51,8	51,36	54,67	63,95	68,29	65,29	65,98	68,83	70,3	66,8	60,04
Modelo 3	Variación 1	Sin tapicheles	56,09	51,07	50,63	53,88	63,04	67,33	64,44	65,13	67,8	69,33	65,88	59,26
Modelo 4	Variación 2	Propuesta cubierta	56,72	51,7	51,26	54,53	63,76	68,11	65,09	65,81	68,65	70,14	66,69	56,93
	Modificación Variación 2	tragaluz + cubierta	56,9	51,85	51,41	54,69	63,95	68,3	65,27	65,99	68,86	70,34	66,86	60,11
Modelo 5	Variación 3	0,90m	57,28	52,07	51,42	54,73	64,12	68,78	65,56	66,22	69,47	70,89	67,54	60,36
Modelo 6	Variación 4	3 + 16%	56,75	51,66	51,24	54,55	63,76	68,07	65,12	65,79	68,59	70,07	66,57	59,9
Modelo 7	Variación 5	Ventanería 1	56,58	51,65	51,25	54,49	63,72	68,05	64,94	65,78	68,61	70,1	66,62	59,82
	Variación 6	Ventanería 2	56,43	51,74	51,38	54,59	63,87	68,22	65,03	65,95	68,96	70,23	66,74	59,79
	Variación 7	Ventanería 3	55,9	51,46	51,2	54,33	63,68	68,06	64,77	65,82	68,61	70,01	66,57	59,44

Modelo utilizado actualmente por la DIEE
Modelo con mejores resultados
Variaciones realizadas

ESCUELA BUENA VISTA

Datos de la Simulación computarizada- Design Builder

ANÁLISIS DE PAREDES

			Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Modelo 1	Modelo 1,1	Paredes Livianas	44,37	-3,07	-55,55	15,68	3,74	-5,29	17,62	-5,5	2,54	-5,19	-11,91	21,07
	Modelo 1,2	Paredes Prefabricadas concreto	183,16	-31,24	-60,29	60,64	-28,45	-80,71	36,98	-74,46	-54,89	-74,58	-95,49	84,1
	Modelo 1,3	Paredes block concreto	147,15	-18,82	-35,34	48,8	-1,67	-36,44	47,19	-34,52	-13,42	-31,29	-55,72	68,24
	Modelo 1.3	Paredes Madera	80,06	-40,7	-52,52	2,74	-32,5	-53,35	8,39	-55,52	-35,41	-52,69	-65,81	19,97
Modelo 2	Modelo 2	Modelo Ventanas DIEE	99,82	4,43	-10,29	60,89	6,53	-32,54	19,78	-13,91	5,27	-5,77	-15,83	75,53
Modelo 3	Variación 1	Sin tapicheles	72,01	-23,54	-41,66	33,35	-24,68	-62,08	-8,1	-40,34	-24,53	-35,65	-44,78	48,1
Modelo 4	Variación 2	Propuesta cubierta	106,66	12,92	-0,4	72,13	17,22	-23,32	26,85	-2,72	17,56	4,93	-6,07	83,6
	Modificación Variación 2	tragaluz + cubierta	111,73	18,7	6,26	77,98	24,06	-17,18	32,62	3,59	23,72	11,24	-0,39	88,81
Modelo 5	Variación 3	0,90m	90,39	-1,16	-22,26	35,57	-1,9	-24,31	13,17	-18,08	20,59	9,15	4,67	67,2
Modelo 6	Variación 4	3 + 16%	96,44	7,65	-4,97	62,87	10,68	-27,37	21,8	-8,29	10,46	-1,19	-11,65	73,69
Mdelo 7	Variación 5	Ventanería 1	81,9	-5,38	-20,46	50,59	-8,29	-47,63	1,61	-24,02	-2,86	-15,04	-25,07	63,35
	Variación 6	Ventanería 2	56,37	1,5	-4,45	59,28	8,71	-29,98	5,66	-7,66	11,4	-4,19	-17,01	49,92
	Variación 7	Ventanería 3	-20,62	-58,39	-57,99	0,18	-36,85	-71,22	-42,22	-52,74	-36,62	-54,28	-59,62	-12,94

VENTILACIÓN NATURAL

			Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Modelo 1	Modelo 1,1	Paredes Livianas	0,1	1,6	1,83	1,26	1,75	1,81	1	1,83	1,73	1,76	1,81	0,78
	Modelo 1,2	Paredes Prefabricadas concreto	0,1	1,59	1,82	1,26	1,75	1,81	1	1,83	1,73	1,75	1,81	0,78
	Modelo 1,3	Paredes block concreto	0,1	1,56	1,82	1,26	1,75	1,81	1	1,83	1,73	1,75	1,81	0,78
	Modelo 1.3	Paredes Madera	0,1	1,56	1,82	1,26	1,75	1,81	1	1,83	1,73	1,75	1,81	0,78
Modelo 2	Modelo 2	Modelo Ventanas DIEE	0,5	12,34	14,16	9,71	13,57	14,01	7,63	14,17	13,4	13,58	14,01	5,85
Modelo 3	Variación 1	Sin tapicheles	0,5	12,35	14,17	9,71	13,57	14,01	7,63	14,17	13,4	13,58	14,01	5,85
Modelo 4	Variación 2	Propuesta cubierta	0,5	12,34	14,16	9,71	13,57	14,01	7,63	14,17	13,4	13,58	14,01	5,85
	Modificación Variación 2	tragaluz + cubierta	0,5	12,34	14,16	9,71	13,57	14,01	7,63	14,17	13,4	13,58	14,01	5,85
Modelo 5	Variación 3	0,90m	0,5	12,34	14,16	9,71	13,57	14,01	7,63	14,17	13,4	13,58	14,01	5,85
Modelo 6	Variación 4	3 + 16%	0,5	12,35	14,17	9,71	13,58	14,01	7,63	14,17	13,4	13,58	14,02	5,85
Mdelo 7	Variación 5	Ventanería 1	0,5	12,35	14,17	9,71	13,58	14,01	7,63	14,17	13,4	13,58	14,02	5,85
	Variación 6	Ventanería 2	0,5	12,35	14,17	9,71	13,58	14,01	7,63	14,17	13,4	13,58	14,02	5,85
	Variación 7	Ventanería 3	0,5	12,35	14,17	9,71	13,58	14,01	7,63	14,17	13,4	13,58	14,02	5,85

Modelo utilizado actualmente por la DIEE
Modelo con mejores resultados
Variaciones realizadas

Datos de la Simulación computarizada- Design Builder

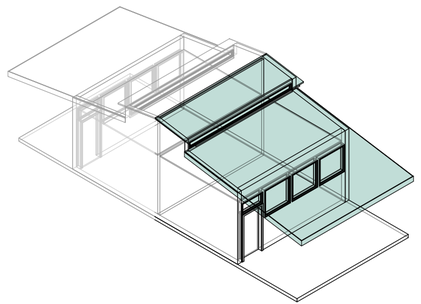
ANÁLISIS DE PISOS

			Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Modelo 1	Modelo 1,1	Paredes Livianas	-0,22	-87,17	-113,57	-80,29	-112,41	-86,9	-60,84	-107,07	-67,21	-82,48	-68,5	-33,29
	Modelo 1,2	Paredes Prefabricadas concreto	-31,15	-78,89	-100,29	-96,45	-103,74	-73,04	-67,53	-100,94	-54,76	-77,41	-54,74	-53,62
	Modelo 1,3	Paredes block concreto	-23,91	-82,69	-107,01	-91,82	-110,34	-81,36	-69,15	-106	-63,62	-82,58	-61,03	-48,13
	Modelo 1.3	Paredes Madera	-9,26	-75,68	-99	-76,75	-99,57	-74,82	-57,82	-94,13	-58,63	-72,15	-57,15	-35,03
Modelo 2	Modelo 2	Modelo Ventanas DIEE	-42,52	-74,67	-96,71	-98,21	-98,65	-68,64	-69,96	-95,35	-49,84	-71,72	-47,05	-60
Modelo 3	Variación 1	Sin tapicheles	-50,19	-82,6	-104,59	-107,03	-107,66	-76,88	-77,32	-104,05	-58,07	-80,9	-55,31	-67,14
Modelo 4	Variación 2	Propuesta cubierta	-44,33	-76,23	-98,59	-101,06	-101,33	-71,19	-72,5	-98,11	-52,01	-72,96	-48,57	-61,25
	Modificación Variación 2	tragaluz + cubierta	-43,52	-75,21	-97,41	-100,15	-100,17	-70,05	-71,56	-97,05	-50,89	-72,88	-47,52	-60,48
Modelo 5	Variación 3	0,90m	-50,59	-93,71	-98,33	-69,25	-113,97	-111,03	-82,84	-109,61	-101,67	-127,35	-114,84	-67,88
Modelo 6	Variación 4	3 + 16%	-44,47	-77,04	-99,25	-100,31	-101,56	-71,42	-72,09	-98,02	-52,49	-74,51	-49,89	-61,77
Mdelo 7	Variación 5	Ventanería 1	-47,42	-78,18	-100,24	-102,44	-104,03	-73,57	-74,89	-99,76	-53,72	-76,06	-50,93	-64,21
	Variación 6	Ventanería 2	-52,01	-76,86	-98,7	-102	-101,54	-71,43	-75,07	-97,74	-52,55	-74,96	-50,08	-67,68
	Variación 7	Ventanería 3	-63,45	-84,7	-103,78	-110,05	-104,03	-75,18	-80,5	-101,51	-56,12	-81,09	-54,42	-76,62

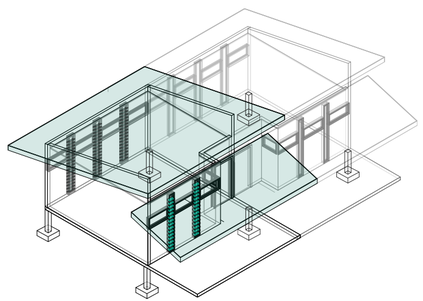
ANÁLISIS DE DISCONFORT

			Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Modelo 1	Modelo 1,1	Paredes Livianas	0	131	218	155,5	241,5	240,5	131,5	249	230,5	241	232	89,5
	Modelo 1,2	Paredes Prefabricadas concreto	0	117	207	150	241,5	239,5	131	249,5	230,5	240	227,5	86
	Modelo 1,3	Paredes block concreto	0	120	212	150,5	241,5	239,5	130	249	230,5	240,5	228	87,5
	Modelo 1.3	Paredes Madera	0	112	205,5	150,5	241,5	240	131	248,5	230,5	240	228,5	81
Modelo 2	Modelo 2	Modelo Ventanas DIEE	0	53,5	105	74,5	198,5	191	102	216,5	220,5	209,5	163,5	54
Modelo 3	Variación 1	Sin tapicheles	0	56	108	76,5	198,5	191	101,5	216	220,5	209,5	164	54,5
Modelo 4	Variación 2	Propuesta cubierta	0	54,5	106,5	76	199	191	102	216,5	220,5	209,5	164	54,5
	Modificación Variación 2	tragaluz + cubierta	0	53,5	105,5	75,5	198,5	191	102	216,5	220,5	209,5	164	54,5
Modelo 5	Variación 3	0,90m	0	59,5	110,5	79	200	191,5	103	216	220,5	210,5	166	55
Modelo 6	Variación 4	3 + 16%	0	55	109,5	78,5	200,5	191,5	101,5	216,5	220,5	209,5	166	56
Mdelo 7	Variación 5	Ventanería 1	0	55,5	51,25	54,49	63,72	68,05	64,98	65,78	68,61	70,1	66,62	59,82
	Variación 6	Ventanería 2	0	54,5	107,5	76,5	199	191	102	216,5	220,5	209,5	164	54,5
	Variación 7	Ventanería 3	0	53,5	105,5	74,5	198,5	191	101,5	215,5	220,5	209,5	163,5	54

Modelo utilizado actualmente por la DIEE
Modelo con mejores resultados
Variaciones realizadas



Datos Utilizados para la búsqueda de la optimización del prototipo actual utilizado por la DIEE en la escuela Betania.



Datos Utilizados para la búsqueda de la optimización del modelo propuesto en la escuela Betania

Datos de la Simulación computarizada- Design Builder

TEMPERATURA OPERATIVA

		Característica del Modelo	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Modelo 1	Modelo 1,1	Paredes Livianas	30,35	31,69	32,44	32,57	31,82	30,6	30,38	30,91	30,28	30,26	30,33	30,37
	Modelo 1,2	Paredes Prefabricadas concreto	30,28	31,51	32,55	32,77	31,76	30,39	30,45	30,8	30,02	30,12	30,11	30,4
Modelo 2	Modelo 2	Con ventanería	29,8	31,06	32,13	32,29	31,14	29,6	29,85	30,03	29,15	29,29	29,34	29,95
Modelo 3	Variación 1.1	Monitor Frontar y posterior + masa	28,9	30,16	31,19	31,42	30,28	28,65	29,07	29,13	28,13	28,2	28,24	28,93
	Variación 1.2	Monitor Frontal y posterior -masa	28,66	29,9	30,78	31,01	29,91	28,31	26,66	28,74	27,78	27,81	27,9	28,61
Modelo 4	Variación 2,1	0,90m	28,81	30,11	31,11	31,41	30,11	28,31	28,77	28,85	27,69	27,75	27,92	28,81
	Variación 2,2	1,5m	28,8	30,12	31,12	31,42	30,15	28,38	28,82	28,89	27,74	27,8	27,94	28,81
Mdelo 5	Variación 3	Ventanería 1	27,83	29,05	29,95	30,1	29,11	27,49	27,76	27,97	27	27,01	27,16	27,78
	Variación 4	Ventanería 2	28,03	29,22	30,11	30,31	29,25	27,61	27,91	28,11	27,12	27,13	27,29	27,96
	Variación 5	Ventanería 3	28,08	29,28	30,17	30,37	29,35	27,74	28,03	28,22	27,23	27,23	27,38	28,02
	Variación 6	Ventanería 4	27,87	29,09	29,97	30,12	29,13	27,5	27,77	28,01	27,03	27,05	27,22	27,84
Modelo 6	Variación 7	Diseño final piso concreto	28,05	29,29	30,24	30,5	29,33	27,57	27,98	28,15	27,02	27,04	27,2	28,01

HUMEDAD RELATIVA

			Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Modelo 1	Modelo 1,1	Paredes Livianas	45,84	48,11	53,8	48,27	60,87	71,47	67,67	73,17	74,97	70,15	64,87	55,19
	Modelo 1,2	Paredes Prefabricadas concreto	46,14	48,92	54,87	47,81	61,02	71,58	66,83	72,66	75,4	69,96	65,24	55,04
Modelo 2	Modelo 2	Con ventanería	48,66	43,99	43,36	43,99	57,16	66,42	63,4	64,13	69,34	68,66	63,04	54,15
Modelo 3	Variación 1.1	Monitor Frontar y posterior + masa	51,3	45,79	44,29	45,92	59,19	69,66	66,08	67,04	72,98	72,51	66,51	57,2
	Variación 1.2	Monitor Frontal y posterior -masa	52,07	46,71	45,26	47,18	60,37	71,27	67,79	68,68	74,72	74,29	67,98	58,42
Modelo 4	Variación 2,1	0,90m	51,74	46,2	44,48	46,26	59,88	71,3	67,43	68,36	75,11	74,58	67,99	57,84
	Variación 2,2	1,5m	51,64	46,12	44,4	46,15	59,71	71	67,19	68,17	74,83	74,33	67,86	57,74
Mdelo 5	Variación 3	Ventanería 1	56,05	50,37	48,56	50,96	64,37	75,63	72,31	72,9	79,04	78,62	71,88	62,53
	Variación 4	Ventanería 2	55,38	50,11	48,3	50,57	64,05	75,28	71,87	72,51	78,7	78,27	71,58	62,09
	Variación 5	Ventanería 3	55,3	50,04	48,33	50,57	63,95	75,1	71,69	72,37	78,57	78,08	71,45	61,98
	Variación 6	Ventanería 4	55,91	50,25	48,49	50,88	64,3	75,42	72,23	72,71	78,87	78,41	71,71	62,35
Modelo 6	Variación 7	Diseño final piso Concreto	55,97	50,26	48,37	50,48	64,4	76,02	72,15	72,99	80,07	79,12	72,65	62,44

Modelo utilizado actualmente por la DIEE
Modelo con mejores resultados
Variaciones realizadas

ESCUELA BETANIA

Datos de la Simulación computarizada- Design Builder

ANÁLISIS DE PAREDES

			Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Modelo 1	Modelo 1,1	Paredes Livianas	-2,52	-6,65	-0,44	0,48	-4,59	-8,08	-0,18	-4,98	-4,95	-6,27	-7,45	-2,19
	Modelo 1,2	Paredes Prefabricadas concreto	-6,37	-23,73	-8,34	-2,03	-21,63	-36,66	-5,93	-25,55	-29,08	-30,59	-26,39	-6,79
Modelo 2	Modelo 2	Con ventanería	16,79	-8,43	10,04	22,45	12,7	6,86	30,93	15,61	18,3	11,33	4,18	8,74
Modelo 3	Variación 1.1	Monitor Frontar y posterior + masa	38,47	-0,61	26,83	44,56	28,92	26,32	55,15	35,01	39,81	37,18	23,59	34,52
	Variación 1.2	Monitor Frontal y posterior -masa	10,32	2,37	10,95	13,03	11,64	11,6	17,72	14,27	17,44	14,02	8,92	9,81
Modelo 4	Variación 2,1	0,90m	5,94	-2,52	3,16	4,19	6,57	10,44	14,02	10,9	17,75	14,3	7,16	4,65
	Variación 2,2	1,5m	5,91	-2,89	2,68	3,57	5,23	8,44	12,37	9,67	16,46	12,84	6,62	4,4
Mdelo 5	Variación 3	Ventanería 1	23,46	14,21	23,64	26,16	23,11	21,8	29,78	24,62	27,87	25,15	19,53	22,84
	Variación 4	Ventanería 2	17,18	9,55	18,17	20,05	18,84	18,56	25,14	20,79	24,39	21,39	15,72	17,21
	Variación 5	Ventanería 3	15,83	7,67	16,38	18,02	15,14	13,47	20,53	16,96	20,61	17,88	13,02	15,39
	Variación 6	Ventanería 4	22,22	13,61	23,28	26,07	23,75	23,55	31,19	25	28,04	25,04	18,53	21,18
Modelo 6	Variación 7	Diseño final piso concreto	16,09	7,18	13,59	15,15	15,76	17,58	22,51	18,17	24,33	21,32	15,44	15,18

VENTILACIÓN NATURAL

			Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Modelo 1	Modelo 1,1	Paredes Livianas	1,36	1,49	1,4	1,37	1,51	1,71	1,8	1,86	1,83	1,55	1,59	1,51
	Modelo 1,2	Paredes Prefabricadas concreto	1,25	1,42	1,33	1,38	1,48	1,71	1,8	1,84	1,81	1,55	1,59	1,34
Modelo 2	Modelo 2	Con ventanería	0,5	11,52	12,38	9,32	12,71	13,99	7,61	14,12	13,37	13,54	13,95	5,76
Modelo 3	Variación 1.1	Monitor Frontar y posterior + masa	0,5	11,58	12,82	9,33	12,87	13,92	7,55	14,01	13,21	13,4	13,77	5,63
	Variación 1.2	Monitor Frontal y posterior -masa	0,5	11,97	13,6	9,52	13,29	13,96	7,59	14,1	13,29	13,47	13,86	5,74
Modelo 4	Variación 2,1	0,90m	0,5	11,93	13,54	9,51	13,25	13,93	7,57	14,07	13,25	13,42	13,82	5,73
	Variación 2,2	1,5m	0,5	11,95	13,59	9,53	13,25	13,96	7,57	14,09	13,27	13,43	13,85	5,74
Mdelo 5	Variación 3	Ventanería 1	26,68	40,85	42,18	38,61	39,09	39,75	35,05	39,02	35,79	38,79	37,5	33,06
	Variación 4	Ventanería 2	24,14	34,2	35,12	32,63	32,83	33,12	30,57	32,36	30	32,25	31,39	28,64
	Variación 5	Ventanería 3	25,12	34,74	35,52	33,11	33,91	33,71	31,87	32,68	30,52	32,73	31,83	29,28
	Variación 6	Ventanería 4	22,1	33,24	34,13	31,12	31,63	32,06	28,58	31,61	29,26	31,57	30,73	27,15
Modelo 6	Variación 7	Diseño final piso concreto	27,42	33,96	34,71	34,41	31,32	29,93	29,74	30,49	27,16	29,13	28,93	29,91

Modelo utilizado actualmente por la DIEE
Modelo con mejores resultados
Variaciones realizadas

ESCUELA BETANIA

Datos de la Simulación computarizada- Design Builder

ANÁLISIS DE PISOS

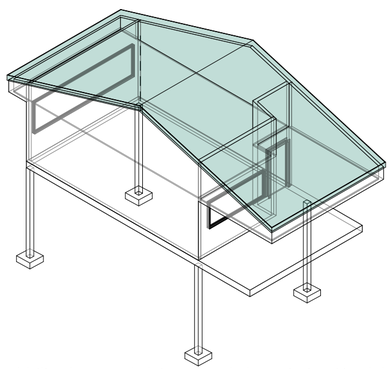
			Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Modelo 1	Modelo 1,1	Paredes Livianas	-39,3	-58,38	-73,8	-68,57	-65,78	-53,66	-57,4	-66,5	-50,27	-53,26	-55,7	-53,4
	Modelo 1,2	Paredes Prefabricadas concreto	-35,32	-52,13	-69,83	-66,29	-60,03	-43,43	-56,59	-59,65	-43,42	-44,32	-49,03	-49,26
Modelo 2	Modelo 2	Con ventanería	-32,47	-52,37	-69,78	-64,12	-55,19	-38,5	-52,13	-54,64	-37,39	-38,37	-46,6	-48,3
Modelo 3	Variación 1.1	Monitor Frontar y posterior + masa	-23,99	-53,5	-77,27	-71,22	-57,67	-35,85	-56,36	-56,53	-29,26	-29,16	-38,04	-46,07
	Variación 1.2	Monitor Frontal y posterior -masa	-19,49	-53,23	-75,84	-68,59	-54,05	-34,26	-49,98	-53,21	-22,51	-25,35	-33,29	-43,57
Modelo 4	Variación 2,1	0,90m	7,11	-24,56	-23,37	-2,68	-26,6	-43,77	-34,84	-41,68	-46,07	-46	-37,8	-11,56
	Variación 2,2	1,5m	2,26	27,07	-26,34	-7,3	-30,92	-43,64	-38,65	-42,24	-44,47	-42,32	-36,94	-13,68
Mdelo 5	Variación 3	Ventanería 1	0,37	-32,63	-53,18	-44,6	-32,64	-15,68	-26,44	-33,7	-4,04	-7,18	-14,88	-22,56
	Variación 4	Ventanería 2	-6,77	-38,32	-59,61	-51,67	-37,73	-20,13	-32,38	-38,75	-9,03	-11,74	-20,16	-29
	Variación 5	Ventanería 3	-8,54	-40,81	-62,02	-54,41	-42,47	-25,6	-37,45	-43,03	-12,87	-16,1	-23,39	-31,27
	Variación 6	Ventanería 4	-1,09	-33,4	-53,41	-44,68	-32,13	-15,12	-25,6	-33,9	-4,27	-8,09	-16,7	-24,47
Modelo 6	Variación 7	Diseño final piso concreto	60,72	30,87	50,71	58,98	55,04	45,74	56,64	51,15	62,28	46,37	41,1	47,38

DISCONFORT

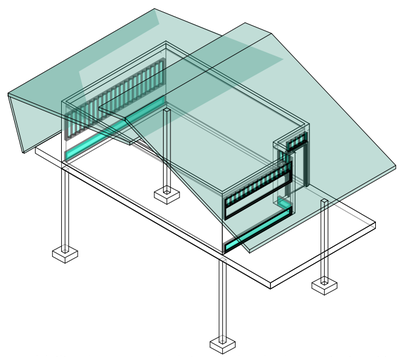
			Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Modelo 1	Modelo 1,1	Paredes Livianas	0	198	253	165	242	242	132	253	231	242	242	99
	Modelo 1,2	Paredes Prefabricadas concreto	0	198	253	165	242	242	132	253	231	242	242	99
Modelo 2	Modelo 2	Con ventanería	0	195,5	252	165	242	242	132	253	231	242	242	99
	Variación 1.1	Monitor Frontar y posterior + masa	0	190,5	249,5	165	241,5	242	132	253	231	242	242	99
	Variación 1.2	Monitor Frontal y posterior -masa	0	192	250	165	241,5	242	132	253	231	242	242	99
Modelo 4	Variación 2,1	0,90m	0	190,5	249,5	165	241,5	242	132	253	231	242	242	99
	Variación 2,2	1,5m	0	191	249,5	165	241,5	242	132	253	231	242	242	99
Mdelo 5	Variación 3	Ventanería 1	0	189,5	247,5	165	241,5	242	132	253	231	242	242	99
	Variación 4	Ventanería 2	0	189,5	248,5	165	241,5	242	132	253	231	242	242	99
	Variación 5	Ventanería 3	0	191	249	165	241,5	242	132	253	231	242	242	99
	Variación 6	Ventanería 4	0	189,5	248,5	165	241,5	242	132	253	231	242	242	99
Modelo 6	Variación 7	Diseño final piso concreto	0	189	247	164,5	241,5	242	132	253	231	242	242	99

Modelo utilizado actualmente por la DIEE
Modelo con mejores resultados
Variaciones realizadas

ESCUELA BETANIA



Datos Utilizados para la búsqueda de la optimización del prototipo actual utilizado por la DIEE en la escuela Daytonia.



Datos Utilizados para la búsqueda de la optimización del prototipo propuesto para la escuela Daytonia.

Datos de la Simulación computarizada- Design Builder, Escuela Daytonia

TEMPERATURA

			Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Modelo 1	Modelo 1,1 liviano	Paredes Livianas	25,01	27,72	29,25	29,07	30,14	30,03	28,89	29,99	29,8	29,72	28,3	26,47
	Modelo 1,2	Paredes Prefa	26,25	28,44	30	30,13	30,9	30,52	29,47	30,38	30,39	30,23	28,57	27,04
Modelo 2	Modelo 2	Modelo DIEE	25,83	26,84	28,31	28,74	29,55	29,34	28,85	29,07	28,96	28,84	27,01	26,38
Modelo 3	Variación 1	Cubierta sin tapicheles	27,33	28,11	29,54	29,94	30,75	30,57	30,11	30,32	30,27	30,16	28,38	27,64
Modelo 4	Variación 2,1	Cubierta/ tapichel	26,5	27,69	29,21	29,57	30,36	30,17	29,63	30,01	29,96	29,81	28	27,06
	Variación 2,2	Cubierta sin tapichel	26,54	27,72	29,24	29,6	30,39	30,19	29,65	30,03	29,98	29,84	28,02	27,09
Modelo 5	Variación 3,1	0,90m	26	27,22	28,78	29,43	29,95	29,54	28,9	29,19	29,11	28,94	26,89	26,43
	Variación 3,2	1,5m	25,96	27,21	28,76	29,4	29,93	29,53	28,88	29,18	29,09	28,92	26,88	26,41
	Variación 3,3,1	3m durock piso	25,91	27,22	28,76	29,38	29,92	29,53	28,86	29,18	29,09	28,92	26,9	26,39
	Variación 3,3,2	3m concreto DIEE	25,92	27,23	28,78	29,39	29,95	29,56	28,87	29,2	29,14	28,95	26,93	26,39
Mdelo 6	Variación 4	Ventanería 1	24,81	26,04	27,55	27,98	28,9	28,68	28,15	28,38	28,17	28,05	26,15	25,54
	Variación 5	Ventanería 2	24,94	25,9	27,4	27,79	28,7	28,48	27,93	28,22	28,02	27,91	26,03	25,39
	Variación 6	Ventanería 3	24,59	25,87	27,37	27,75	28,65	28,44	27,88	28,19	27,99	27,88	26,01	25,36
	Variación 7	Ventanería 4	24,65	25,91	27,4	27,8	28,71	28,49	27,94	28,23	28,03	27,92	26,04	25,41
Modelo 7	Variación 8.1	0m	24,4	26,11	27,68	28,02	29,01	28,81	28,06	28,49	28,27	28,14	26,23	25,35
	Variación 8.2	0,90m	24,74	26,29	27,87	28,35	29,14	28,81	28,08	28,49	28,32	28,15	26,16	25,46
	Variación 8.3.1	3m concreto	24,73	26,27	27,84	28,32	29,12	28,8	28,07	28,47	28,3	28,14	26,14	25,45
	Variación 8.3,2	3m durock	24,92	26,41	27,97	28,42	29,28	29	28,3	28,68	28,47	28,3	26,3	25,69

HUMEDAD

			Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Modelo 1	Modelo 1,1 liviano	Paredes Livianas	83,5	92,3	91,49	87,05	92,1	93,11	87,02	91,78	92,63	91,55	93,78	87,67
	Modelo 1,2	Paredes Prefa	77,78	89,41	89,6	83,06	89,24	90,71	84,47	89,5	90,8	89,15	91,81	84,55
Modelo 2	Modelo 2	Modelo DIEE	79,91	76,44	72,04	73,01	73,75	74,47	75,26	74,56	74,51	74,9	73,93	80,42
Modelo 3	Variación 1	Cubierta sin tapicheles	73,69	71,99	67,96	68,89	69,75	70,34	70,68	70,44	70,03	70,49	75,06	75,42
Modelo 4	Variación 2,1	Cubierta/ tapichel	77,06	73,27	68,85	69,98	70,84	71,5	72,27	71,3	70,92	71,45	76,2	77,57
	Variación 2,2	Cubierta sin tapichel	76,87	73,2	68,77	69,89	70,77	71,42	72,21	71,24	70,85	71,38	76,14	77,46
Modelo 5	Variación 3,1	0,90m	79,35	75,06	70,46	70,58	72,34	73,72	75,23	74,1	74,09	74,52	70,33	70,28
	Variación 3,2	1,5m	79,55	75,07	70,49	70,66	72,98	73,75	75,29	74,1	74,13	74,54	80,33	80,36
	Variación 3,3,1	3m durock piso	7,76	74,9	70,43	70,7	72,34	73,64	75,29	74,04	74,07	74,47	80,15	80,39
	Variación 3,3,2	3m concreto DIEE	79,69	74,75	70,17	70,52	72,11	73,43	75,14	73,82	73,7	74,21	79,88	80,31
Mdelo 6	Variación 4	Ventanería 1	86,38	80,91	76,48	77,31	77,34	78,4	79,37	78,8	79,7	79,44	85,06	85,46
	Variación 5	Ventanería 2	86,75	81,1	76,71	77,66	77,8	78,65	79,77	79,07	79,49	79,62	85,23	85,81
	Variación 6	Ventanería 3	86,89	81,18	76,78	77,78	77,88	78,71	79,96	79,12	79,52	79,7	85,26	85,92
	Variación 7	Ventanería 4	86,71	81,08	76,7	77,65	77,79	78,64	79,76	79,07	79,48	79,61	85,21	85,78
Modelo 7	Variación 8.1	0m	87,83	81,13	76,59	77,61	77,55	78,43	79,89	78,95	79,34	79,59	85,22	86,37
	Variación 8.2	0,90m	87,2	80,85	76,15	77,03	77,31	78,34	80,01	78,85	79,28	79,49	85,2	86,16
	Variación 8.3.1	3m concreto	87,25	80,91	76,31	77,09	77,37	78,41	80,04	78,91	79,34	79,55	85,27	86,2
	Variación 8.3,2	3m durock	86,52	80,62	76,24	77,02	77,25	78,21	79,63	78,65	79,12	79,36	85,06	85,48

ESCUELA DAYTONIA

Datos de la Simulación computarizada- Design Builder,Escuela Daytonia

PAREDES

			Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Modelo 1	Modelo 1,1 liviano	Paredes Livianas	60,61	19,48	24,12	42,76	32,89	21,68	27,06	13,77	24,65	15,4	-1,07	28,62
	Modelo 1,2	Paredes Prefa	193,62	44,36	52,2	131,16	67,73	13,39	48,61	-16,93	36,1	2,8	-59,14	61,91
Modelo 2	Modelo 2	Modelo DIEE	32,96	23,41	29,49	35,56	28,91	20,32	15,6	19,16	28,04	20,6	12,02	19,26
Modelo 3	Variación 1	Cubierta sin tapicheles	2,15	-0,93	3,1	11,19	3,18	-5,13	-10,95	-7,49	0,47	-7,66	-16,55	-7,42
Modelo 4	Variación 2,1	Cubierta/ tapichel	11,84	0,44	3,76	12,43	5,06	-2,82	-5,69	-6,41	0,62	-6,65	-14,53	-0,94
	Variación 2,2	Cubierta sin tapichel	11,31	0,34	3,61	12,27	5,02	-2,84	-5,78	-6,48	0,54	-6,75	-14,6	-1,22
Modelo 5	Variación 3,1	0,90m	28,47	14,81	19,03	20,11	19,65	15	13,27	15,88	24,17	17,6	13,67	16,56
	Variación 3,2	1,5m	25,27	12,65	16,46	17,73	16,44	12,1	10,61	13,32	20,61	14,93	11,56	14,42
	Variación 3,3,1	3m durock piso	24,36	10,55	15,13	16,12	14,56	10,5	9,28	11,66	19,42	13,48	10,52	12,68
	Variación 3,3,2	3m concreto DIEE	28,34	2,86	9,46	10,97	7,85	2,85	3,95	4,05	17,79	7,66	2,7	6,78
Mdelo 6	Variación 4	Ventanería 1	44,32	31,5	37,61	43,51	34,9	26,96	23,56	26,9	36,47	30,44	23,21	29,41
	Variación 5	Ventanería 2	50,95	37	43,79	50,22	42,47	34,13	31,06	33,06	42,56	36,31	28,58	35,35
	Variación 6	Ventanería 3	53,07	38,02	45,46	53,03	45,98	37,57	34,34	35,21	44,36	37,49	29,31	36,7
	Variación 7	Ventanería 4	50,22	36,5	43,52	50,15	42,56	34,23	31,07	33,02	42,35	35,92	28,02	34,68
Modelo 7	Variación 8.1	0m	49,13	26,35	30,84	38,98	28,45	20,45	23,07	20,87	30,75	24,81	18,36	30,48
	Variación 8.2	0,90m	40,34	21,2	25,84	29,93	24,37	19,24	21,14	20,05	28,43	23,4	19,09	26,18
	Variación 8.3.1	3m concreto	39,47	20,21	25,18	29,05	23,41	18,64	20,06	19,49	27,79	22,38	18,24	25,23
	Variación 8.3,2	3m durock	35,99	17,72	22,15	27,04	19,63	14,01	15,14	14,63	24,06	18,38	14,72	20,88

VENTILACIÓN

			Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Modelo 1	Modelo 1,1 liviano	Paredes Livianas	0,1	0,25	0,27	0,22	0,27	0,27	0,19	0,27	0,26	0,27	0,27	0,17
	Modelo 1,2	Paredes Prefa	0,1	0,25	0,27	0,22	0,27	0,27	0,19	0,27	0,26	0,27	0,27	0,17
Modelo 2	Modelo 2	Modelo DIEE	0,5	12,34	14,14	9,7	13,55	13,99	7,62	14,15	13,38	13,56	14	5,85
Modelo 3	Variación 1	Cubierta sin tapicheles	0,5	12,34	14,16	9,71	13,56	14	7,63	14,16	13,39	13,57	14,01	5,85
Modelo 4	Variación 2,1	Cubierta/ tapichel	0,5	12,34	14,15	9,7	13,56	13,99	7,63	14,15	13,39	13,56	14,01	5,85
	Variación 2,2	Cubierta sin tapichel	0,5	12,34	14,15	9,7	13,56	13,99	7,63	14,15	13,39	13,56	14,01	5,85
Modelo 5	Variación 3,1	0,90m	0,5	12,34	14,15	9,7	13,54	13,98	7,62	14,14	13,38	13,55	14	5,84
	Variación 3,2	1,5m	0,5	12,34	14,15	9,7	13,54	13,98	7,62	14,14	13,38	13,55	14	5,84
	Variación 3,3,1	3m durock piso	0,5	11,83	14,08	9,68	13,54	13,98	7,62	14,12	13,37	13,54	13,58	5,74
	Variación 3,3,2	3m concreto DIEE	0,5	11,89	14,08	9,67	13,55	13,98	7,62	14,13	13,38	13,53	13,58	5,74
Mdelo 6	Variación 4	Ventanería 1	31,31	36,15	37,45	34,42	36,34	36,68	32,85	37,77	38	37,61	37,63	31,78
	Variación 5	Ventanería 2	27,66	34,99	36,41	32,56	34,8	35,58	30,16	36,64	36,95	36,42	36,83	29,99
	Variación 6	Ventanería 3	26,64	34,82	36,1	31,95	34,42	35,21	29,41	36,3	36,56	36,28	36,66	29,65
	Variación 7	Ventanería 4	27,85	35,07	36,4	32,57	34,79	35,61	30,29	36,6	36,95	36,48	36,86	30,16
Modelo 7	Variación 8.1	0m	24,04	34,93	36,34	32,59	35,21	35,76	29,86	36,39	36,31	36,18	36,42	28,47
	Variación 8.2	0,90m	25,44	34,6	36,88	33,33	35,68	36,22	29,73	36,35	35,98	36,21	36,06	29,02
	Variación 8.3.1	3m concreto	25,5	34,63	36,89	33,35	35,76	36,25	29,82	36,37	36	36,19	36,08	29,1
	Variación 8.3,2	3m durock	29,64	36,2	37,82	35,64	37,06	36,47	31,98	37,09	37,38	37,01	36,74	30,89

Datos de la Simulación computarizada- Design Builder,Escuela Daytonia

PISOS

			Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Modelo 1	Modelo 1,1 liviano	Paredes Livianas	4,73	-115,38	-136,88	-116,4	-144,73	-122,13	-57,83	-96,25	-77,91	-83,07	-56,41	-40,7
	Modelo 1,2	Paredes Prefa	-33,67	-123,52	-148,71	-144,09	-155,32	-126,5	-70,7	-98,63	-94,23	-88,66	-56,96	-63,51
Modelo 2	Modelo 2	Modelo DIEE	-31,37	-104,92	-127,36	-128,33	-145,53	-123,1	-74,25	-86,99	-74,7	-73,79	-37,42	-62,53
Modelo 3	Variación 1	Cubierta sin tapicheles	-86,48	-146,56	-174,86	-174,06	-190,43	-168,76	-121,31	-132,95	-125,94	-123,26	-87,38	-108,71
Modelo 4	Variación 2,1	Cubierta/ tapichel	-54,02	-131,84	-160,65	-157,87	-173,03	-150,79	-101,22	-120,17	-110,92	-108,19	-71,4	-82,12
	Variación 2,2	Cubierta sin tapichel	-55,72	-132,59	-161,69	-159,11	-173,97	-151,58	-102,06	-121,04	-112	-109,06	-72,1	-83,31
Modelo 5	Variación 3,1	0,90m	-1,37	-30,34	-30,87	5,83	-66,81	-90,23	-70,9	-80,74	-45,73	-68,21	-86,96	-61,75
	Variación 3,2	1,5m	-4	-37,71	-39,43	-1,52	-73,76	-95,68	-74,38	-86,23	-52,59	-74,26	-93,53	-65,06
	Variación 3,3,1	3m durock piso	-7,75	-47,6	-49,17	-9,45	-81,51	-102,19	-78,91	-92,55	-60,63	-81,28	-102,08	-69,32
	Variación 3,3,2	3m concreto DIEE	-12,47	-47,75	-50,56	-12,74	-81,67	-99,74	-77,45	-90,5	-63,88	-81,42	-100,22	-67,84
Mdelo 6	Variación 4	Ventanería 1	-1,65	-84,92	-105,93	-104,98	-128,79	-104,47	-54,23	-68,18	-51,4	-50,71	-13,12	-36,49
	Variación 5	Ventanería 2	8,44	-76,43	-96,3	-92,98	-114,94	-90,7	-40,78	-57,91	-41,21	-41,46	-5,01	-26,7
	Variación 6	Ventanería 3	10,63	-75,15	-94,58	-90,39	-112,28	-88,13	-37,89	-56,14	-39,33	39,99	-3,88	-24,75
	Variación 7	Ventanería 4	7,85	-76,89	-96,62	-93,09	-115,05	-90,85	-40,99	-58,17	-41,48	-41,92	-5,62	-27,34
Modelo 7	Variación 8.1	0m	7,36	-30,66	-32,95	-22,83	-42,98	-27,69	-11,34	-22,87	-11,85	-12,61	1,38	-6,62
	Variación 8.2	0,90m	134,87	59,78	63,52	116,94	28,15	-0,69	29,16	-2,62	40,1	18,6	-5,66	50,53
	Variación 8.3.1	3m concreto	122,62	45,14	45,73	100,04	12,85	-12,9	18,91	-14,86	24,64	5,45	-19,03	40,19
	Variación 8.3,2	3m durock	114,3	47,02	54,97	31,06	49,66	37,26	48,94	39,99	58,2	37,83	9,1	56,6

DISCONFORT

			Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Modelo 1	Modelo 1,1 liviano	Paredes Livianas	0	198	253	165	242	242	132	253	231	242	242	99
	Modelo 1,2	Paredes Prefa	0	198	253	165	242	242	132	253	231	242	242	99
Modelo 2	Modelo 2	Modelo DIEE	0	198	253	165	242	242	132	253	231	242	242	99
Modelo 3	Variación 1	Cubierta sin tapicheles	0	198	253	165	242	242	132	253	231	242	242	99
Modelo 4	Variación 2,1	Cubierta/ tapichel	0	198	253	165	242	242	132	253	231	242	242	99
	Variación 2,2	Cubierta sin tapichel	0	198	253	165	242	242	132	253	231	242	242	99
Modelo 5	Variación 3,1	0,90m	0	198	253	165	242	242	132	253	231	242	242	99
	Variación 3,2	1,5m	0	198	253	165	242	242	132	253	231	242	242	99
	Variación 3,3,1	3m durock piso	0	198	253	165	242	242	132	253	231	242	242	99
	Variación 3,3,2	3m concreto DIEE	0	198	253	165	242	242	132	253	231	242	242	99
Mdelo 6	Variación 4	Ventanería 1	0	198	253	165	242	242	132	253	231	242	242	99
	Variación 5	Ventanería 2	0	198	253	165	242	242	132	253	231	242	242	99
	Variación 6	Ventanería 3	0	198	253	165	242	242	132	253	231	242	242	99
	Variación 7	Ventanería 4	0	198	253	165	242	242	132	253	231	242	242	99
Modelo 7	Variación 8.1	0m	0	198	253	165	242	242	132	253	231	242	242	99
	Variación 8.2	0,90m	0	198	253	165	242	242	132	253	231	242	242	99
	Variación 8.3.1	3m concreto	0	198	253	165	242	242	132	253	231	242	242	99
	Variación 8.3,2	3m durock	0	198	253	165	242	242	132	253	231	242	242	99

Meses	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
Temperatura de bulbo seco de los días al mes	23,94	23,79	23,57	22,81	22,34	23,53	23,17	21,19	25,21	21,03	20,99	23,49
	23,95	23,02	23,44	22,41	24,07	23,66	22,61	20,69	24,29	19,89	22,06	23,05
	24,89	23,53	23,45	24,24	23,8	23,52	24,13	22,38	25,08	22,01	22,05	23,56
	24,28	22,66	22,37	25,13	23,48	22,11	22,85	22,58	25,83	21,81	21,68	24,84
	23,55	22,6	23,05	26,24	25,38	23,11	23,47	23,51	25,9	22,46	20,31	24,17
	22,72	22,61	23,75	26,05	25,53	23,49	23,16	23,77	25,59	22,41	20,74	22,52
	22,81	23,22	23,51	26,04	25,02	22,59	21,93	23,41	22,01	23,18	22,83	22,49
	23,07	22,44	22,42	25,4	24,32	22,22	22,79	22,2	23,04	22,83	24,31	23,33
	22,39	22,21	22,46	24,54	23,29	22,79	25,2	22,05	23,36	22,38	23,78	23,71
	21,66	22,88	22,22	25,16	22,84	21,82	25,13	22,57	23,56	23,97	24,75	23,71
	21,86	20,94	23,49	26,14	23,69	22,15	24,22	23,48	22,82	23,3	24,88	23,19
	19,68	21,93	24,46	25,41	20,71	20,19	22,53	22,05	21,55	24,52	24,37	23,55
	20,5	23,07	24,38	24,58	22,41	24,04	22,17	22,14	21,16	24,27	22,95	22,36
	21,43	21,7	24,68	22,62	22,53	23,78	20,98	22,94	23,35	24,87	22,12	22,71
	20,44	20,88	24,4	22,92	23,74	22,32	22,34	22,91	22,48	24,7	23,19	23,18
	19,45	22,44	23,9	21,63	23,87	22,08	21,64	23,5	21,2	24,22	23,76	24,25
	21,16	23,24	25,77	23,67	23,76	21,73	22,32	23,19	21,08	23,82	22,64	22,94
	22,35	22,51	25,24	23,94	23,27	21,45	23,56	23,74	22,77	23,58	20,89	23,37
	22,69	22,89	24,47	23,68	24,07	23,93	23,85	23,87	22,02	22,56	22,68	23,01
	22,4	24,01	24,06	24,44	26,08	24,67	23,35	24,7	22,05	23,98	23,42	23,39
	22,96	24,87	24,25	23,75	26,09	24,51	25,68	24,05	23,64	24,22	21,32	22,1
	23,36	24,81	24,59	23,3	25,03	24,92	24,43	22,77	22,53	23,06	21,43	23,21
	22,63	23,64	24,27	23,04	23,91	25,34	24,14	22,02	21,47	22,81	22,6	23,13
	22,56	24,55	24,61	23,01	22,86	25,1	24,37	23,32	23,08	22,08	21,73	22,73
	21,48	24,14	24,5	24,1	23,92	24,88	23,78	25,12	24,17	21,73	21,37	22,04
	23	23,43	23,97	24,19	24,68	22,28	22,65	23,95	23,53	21,14	22,65	20,83
	22,74	24,39	25,36	24,5	24,45	22,87	22,64	24,19	22,99	22,46	22,91	19,98
	21,84	24,69	25,23	24,21	24,74	22,3	22,63	24,6	22,18	20,03	21,21	19,94
	22,24		24,56	23,5	23,77	22,84	24,37	23,9	21,31	21,73	20,6	20,77
	22,96		24,21	23,19	23,04	22,5	21,72	24,75	20,85	22,45	21,04	20,98
	23,17		23,63		23,34		21,75	25,45		22,47		22,38
Promedio T° al mes	22,3922581	23,1103571	24,0087097	24,128	23,8719355	23,0906667	23,2116129	23,2577419	23,00333333	22,7732258	22,3753333	22,7390323

Según el Estándar 55 de ASHRAE, Los datos para establecer los límites superior e inferior de la zona de confort del Grafico de Dispersión				
Promedio Mensual de Temperatura Exterior		Límite Inferior	Promedio Neutralidad Térmica	Limite Superior
22,39225806	Ene	**22,79**	24,54	**26,29**
23,11035714	Feb	**23,01**	24,76	**26,51**
24,00870968	Mar	**23,29**	25,04	**26,79**
24,128	Abr	**23,33**	25,08	**26,83**
23,87193548	May	**23,25**	25,00	**26,75**
23,09066667	Jun	**23,01**	24,76	**26,51**
23,2116129	Jul	**23,05**	24,80	**26,55**
23,25774194	Ago	**23,06**	24,81	**26,56**
23,00333333	Set	**22,98**	24,73	**26,48**
22,77322581	Oct	**22,91**	24,66	**26,41**
22,37533333	Nov	**22,79**	24,54	**26,29**
22,73903226	Dic	**22,90**	24,65	**26,40**

Datos Utilizados al definir la Zona de Confort del gráfico de dispersión del Caso 1 "Escuela Buena Vista"

Datos del Prototipo de la DIEE (Aula Unidocente)

Temperatura Operativa o de Confort (Resultados Obtenidos por Design Builder)

Meses	Días Analizados	T°	Meses	Días Analizados	T°	Meses	Días Analizados	T°	Meses	Días Analizados	T°	Meses	Días Analizados	T°	Meses	Días Analizados	T°
enero	01/01/2002 00:00	23,94	marzo	01/03/2002 00:00	23,57	mayo	01/05/2002 00:00	22,34	julio	01/07/2002 00:00	23,17	setiembre	01/09/2002 00:00	25,21	noviembre	01/11/2002 00:00	20,99
	02/01/2002 00:00	23,95		02/03/2002 00:00	23,44		02/05/2002 00:00	24,07		02/07/2002 00:00	22,61		02/09/2002 00:00	24,29		02/11/2002 00:00	22,06
	03/01/2002 00:00	24,89		03/03/2002 00:00	23,45		03/05/2002 00:00	23,8		03/07/2002 00:00	24,13		03/09/2002 00:00	25,08		03/11/2002 00:00	22,05
	04/01/2002 00:00	24,28		04/03/2002 00:00	22,37		04/05/2002 00:00	23,48		04/07/2002 00:00	22,85		04/09/2002 00:00	25,83		04/11/2002 00:00	21,68
	05/01/2002 00:00	23,55		05/03/2002 00:00	23,05		05/05/2002 00:00	25,38		05/07/2002 00:00	23,47		05/09/2002 00:00	25,9		05/11/2002 00:00	20,31
	06/01/2002 00:00	22,72		06/03/2002 00:00	23,75		06/05/2002 00:00	25,53		06/07/2002 00:00	23,16		06/09/2002 00:00	25,59		06/11/2002 00:00	20,74
	07/01/2002 00:00	22,81		07/03/2002 00:00	23,51		07/05/2002 00:00	25,02		07/07/2002 00:00	21,93		07/09/2002 00:00	22,01		07/11/2002 00:00	22,83
	08/01/2002 00:00	23,07		08/03/2002 00:00	22,42		08/05/2002 00:00	24,32		08/07/2002 00:00	22,79		08/09/2002 00:00	23,04		08/11/2002 00:00	24,31
	09/01/2002 00:00	22,39		09/03/2002 00:00	22,46		09/05/2002 00:00	23,29		09/07/2002 00:00	25,2		09/09/2002 00:00	23,36		09/11/2002 00:00	23,78
	10/01/2002 00:00	21,66		10/03/2002 00:00	22,22		10/05/2002 00:00	22,84		10/07/2002 00:00	25,13		10/09/2002 00:00	23,56		10/11/2002 00:00	24,75
	11/01/2002 00:00	21,86		11/03/2002 00:00	23,49		11/05/2002 00:00	23,69		11/07/2002 00:00	24,22		11/09/2002 00:00	22,82		11/11/2002 00:00	24,88
	12/01/2002 00:00	19,68		12/03/2002 00:00	24,46		12/05/2002 00:00	20,71		12/07/2002 00:00	22,53		12/09/2002 00:00	21,55		12/11/2002 00:00	24,37
	13/01/2002 00:00	20,5		13/03/2002 00:00	24,38		13/05/2002 00:00	22,41		13/07/2002 00:00	22,17		13/09/2002 00:00	21,16		13/11/2002 00:00	22,95
	14/01/2002 00:00	21,43		14/03/2002 00:00	24,68		14/05/2002 00:00	22,53		14/07/2002 00:00	20,98		14/09/2002 00:00	23,35		14/11/2002 00:00	22,12
	15/01/2002 00:00	20,44		15/03/2002 00:00	24,4		15/05/2002 00:00	23,74		15/07/2002 00:00	22,34		15/09/2002 00:00	22,48		15/11/2002 00:00	23,19
	16/01/2002 00:00	19,45		16/03/2002 00:00	23,9		16/05/2002 00:00	23,87		16/07/2002 00:00	21,64		16/09/2002 00:00	21,2		16/11/2002 00:00	23,76
	17/01/2002 00:00	21,16		17/03/2002 00:00	25,77		17/05/2002 00:00	23,76		17/07/2002 00:00	22,32		17/09/2002 00:00	21,08		17/11/2002 00:00	22,64
	18/01/2002 00:00	22,35		18/03/2002 00:00	25,24		18/05/2002 00:00	23,27		18/07/2002 00:00	23,56		18/09/2002 00:00	22,77		18/11/2002 00:00	20,89
	19/01/2002 00:00	22,69		19/03/2002 00:00	24,47		19/05/2002 00:00	24,07		19/07/2002 00:00	23,85		19/09/2002 00:00	22,02		19/11/2002 00:00	22,68
	20/01/2002 00:00	22,4		20/03/2002 00:00	24,06		20/05/2002 00:00	26,08		20/07/2002 00:00	23,35		20/09/2002 00:00	22,05		20/11/2002 00:00	23,42
	21/01/2002 00:00	22,96		21/03/2002 00:00	24,25		21/05/2002 00:00	26,09		21/07/2002 00:00	25,68		21/09/2002 00:00	23,64		21/11/2002 00:00	21,32
	22/01/2002 00:00	23,36		22/03/2002 00:00	24,59		22/05/2002 00:00	25,03		22/07/2002 00:00	24,43		22/09/2002 00:00	22,53		22/11/2002 00:00	21,43
	23/01/2002 00:00	22,63		23/03/2002 00:00	24,27		23/05/2002 00:00	23,91		23/07/2002 00:00	24,14		23/09/2002 00:00	21,47		23/11/2002 00:00	22,6
	24/01/2002 00:00	22,56		24/03/2002 00:00	24,61		24/05/2002 00:00	22,86		24/07/2002 00:00	24,37		24/09/2002 00:00	23,08		24/11/2002 00:00	21,73
	25/01/2002 00:00	21,48		25/03/2002 00:00	24,5		25/05/2002 00:00	23,92		25/07/2002 00:00	23,78		25/09/2002 00:00	24,17		25/11/2002 00:00	21,37
	26/01/2002 00:00	23		26/03/2002 00:00	23,97		26/05/2002 00:00	24,68		26/07/2002 00:00	22,65		26/09/2002 00:00	23,53		26/11/2002 00:00	22,65
	27/01/2002 00:00	22,74		27/03/2002 00:00	25,36		27/05/2002 00:00	24,45		27/07/2002 00:00	22,64		27/09/2002 00:00	22,99		27/11/2002 00:00	22,91
	28/01/2002 00:00	21,84		28/03/2002 00:00	25,23		28/05/2002 00:00	24,74		28/07/2002 00:00	22,63		28/09/2002 00:00	22,18		28/11/2002 00:00	21,21
	29/01/2002 00:00	22,24		29/03/2002 00:00	24,56		29/05/2002 00:00	23,77		29/07/2002 00:00	24,37		29/09/2002 00:00	21,31		29/11/2002 00:00	20,6
	30/01/2002 00:00	22,96		30/03/2002 00:00	24,21		30/05/2002 00:00	23,04		30/07/2002 00:00	21,72		30/09/2002 00:00	20,85		30/11/2002 00:00	21,04
	31/01/2002 00:00	23,17		31/03/2002 00:00	23,63		31/05/2002 00:00	23,34		31/07/2002 00:00	21,75		01/10/2002 00:00	21,03		01/12/2002 00:00	23,49
febrero	01/02/2002 00:00	23,79	abril	01/04/2002 00:00	22,81	junio	01/06/2002 00:00	23,53	agosto	01/08/2002 00:00	21,19	octubre	02/10/2002 00:00	19,89	diciembre	02/12/2002 00:00	23,05
	02/02/2002 00:00	23,02		02/04/2002 00:00	22,41		02/06/2002 00:00	23,66		02/08/2002 00:00	20,69		03/10/2002 00:00	22,01		03/12/2002 00:00	23,56
	03/02/2002 00:00	23,53		03/04/2002 00:00	24,24		03/06/2002 00:00	23,52		03/08/2002 00:00	22,38		04/10/2002 00:00	21,81		04/12/2002 00:00	24,84
	04/02/2002 00:00	22,66		04/04/2002 00:00	25,13		04/06/2002 00:00	22,11		04/08/2002 00:00	22,58		05/10/2002 00:00	22,46		05/12/2002 00:00	24,17
	05/02/2002 00:00	22,6		05/04/2002 00:00	26,24		05/06/2002 00:00	23,11		05/08/2002 00:00	23,51		06/10/2002 00:00	22,41		06/12/2002 00:00	22,52
	06/02/2002 00:00	22,61		06/04/2002 00:00	26,05		06/06/2002 00:00	23,49		06/08/2002 00:00	23,77		07/10/2002 00:00	23,18		07/12/2002 00:00	22,49
	07/02/2002 00:00	23,22		07/04/2002 00:00	26,04		07/06/2002 00:00	22,59		07/08/2002 00:00	23,41		08/10/2002 00:00	22,83		08/12/2002 00:00	23,33
	08/02/2002 00:00	22,44		08/04/2002 00:00	25,4		08/06/2002 00:00	22,22		08/08/2002 00:00	22,2		09/10/2002 00:00	22,38		09/12/2002 00:00	23,71
	09/02/2002 00:00	22,21		09/04/2002 00:00	24,54		09/06/2002 00:00	22,79		09/08/2002 00:00	22,05		10/10/2002 00:00	23,97		10/12/2002 00:00	23,71
	10/02/2002 00:00	22,88		10/04/2002 00:00	25,16		10/06/2002 00:00	21,82		10/08/2002 00:00	22,57		11/10/2002 00:00	23,3		11/12/2002 00:00	23,19
	11/02/2002 00:00	20,94		11/04/2002 00:00	26,14		11/06/2002 00:00	22,15		11/08/2002 00:00	23,48		12/10/2002 00:00	24,52		12/12/2002 00:00	23,55
	12/02/2002 00:00	21,93		12/04/2002 00:00	25,41		12/06/2002 00:00	20,19		12/08/2002 00:00	22,05		13/10/2002 00:00	24,27		13/12/2002 00:00	22,36
	13/02/2002 00:00	23,07		13/04/2002 00:00	24,58		13/06/2002 00:00	24,04		13/08/2002 00:00	22,14		14/10/2002 00:00	24,87		14/12/2002 00:00	22,71
	14/02/2002 00:00	21,7		14/04/2002 00:00	22,62		14/06/2002 00:00	23,78		14/08/2002 00:00	24,7		15/10/2002 00:00	24,7		15/12/2002 00:00	23,18
	15/02/2002 00:00	20,88		15/04/2002 00:00	22,92		15/06/2002 00:00	22,32		14/08/2002 00:00	22,94		16/10/2002 00:00	24,22		16/12/2002 00:00	24,25
	16/02/2002 00:00	22,44		16/04/2002 00:00	21,63		16/06/2002 00:00	22,08		15/08/2002 00:00	22,91		17/10/2002 00:00	23,82		17/12/2002 00:00	22,94
	17/02/2002 00:00	23,24		17/04/2002 00:00	23,67		17/06/2002 00:00	21,73		16/08/2002 00:00	23,5		18/10/2002 00:00	23,58		18/12/2002 00:00	23,37
	18/02/2002 00:00	22,51		18/04/2002 00:00	23,94		18/06/2002 00:00	21,45		17/08/2002 00:00	23,19		19/10/2002 00:00	22,56		19/12/2002 00:00	23,01
	19/02/2002 00:00	22,89		19/04/2002 00:00	23,68		19/06/2002 00:00	23,93		18/08/2002 00:00	23,74		20/10/2002 00:00	23,98		20/12/2002 00:00	23,39
	20/02/2002 00:00	24,01		20/04/2002 00:00	24,44		20/06/2002 00:00	24,67		19/08/2002 00:00	23,87		21/10/2002 00:00	24,22		21/12/2002 00:00	22,1
	21/02/2002 00:00	24,87		21/04/2002 00:00	23,75		21/06/2002 00:00	24,51		20/08/2002 00:00	24,7		22/10/2002 00:00	23,06		22/12/2002 00:00	23,21
	22/02/2002 00:00	24,81		22/04/2002 00:00	23,3		22/06/2002 00:00	24,92		21/08/2002 00:00	24,05		23/10/2002 00:00	24,92		23/12/2002 00:00	23,13
	23/02/2002 00:00	23,64		23/04/2002 00:00	23,04		23/06/2002 00:00	25,34		22/08/2002 00:00	22,77		24/10/2002 00:00	22,08		24/12/2002 00:00	22,73
	24/02/2002 00:00	24,55		24/04/2002 00:00	23,01		24/06/2002 00:00	25,1		23/08/2002 00:00	22,02		25/10/2002 00:00	21,73		25/12/2002 00:00	22,04
	25/02/2002 00:00	24,14		25/04/2002 00:00	24,1		25/06/2002 00:00	24,88		24/08/2002 00:00	23,32		26/10/2002 00:00	21,14		26/12/2002 00:00	20,83
	26/02/2002 00:00	23,43		26/04/2002 00:00	24,19		26/06/2002 00:00	22,28		25/08/2002 00:00	25,12		27/10/2002 00:00	22,46		27/12/2002 00:00	19,98
	27/02/2002 00:00	24,39		27/04/2002 00:00	24,5		27/06/2002 00:00	22,87		26/08/2002 00:00	23,95		28/10/2002 00:00	20,03		28/12/2002 00:00	19,94
	28/02/2002 00:00	24,69		28/04/2002 00:00	24,21		28/06/2002 00:00	22,3		27/08/2002 00:00	24,19		29/10/2002 00:00	21,73		29/12/2002 00:00	20,77
				29/04/2002 00:00	23,5		29/06/2002 00:00	22,84		28/08/2002 00:00	24,6		30/10/2002 00:00	22,45		30/12/2002 00:00	20,98
				30/04/2002 00:00	23,19		30/06/2002 00:00	22,5		29/08/2002 00:00	23,9		31/10/2002 00:00	22,47		31/12/2002 00:00	22,38
										30/08/2002 00:00	24,75						
										31/08/2002 00:00	25,45						

Días no lectivos

Días lectivos

Meses	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
Temperatura de bulbo seco de los días al mes	29,85	28,95	29,23	30,04	30,01	26,5	27,61	26,63	27,9	24,4	24,14	27,84
	29,29	28,9	29,06	30,11	31,87	27,05	28,14	26,4	28,18	23,77	24,43	26,87
	29,35	28,34	28,45	28,63	30,96	26,87	28,22	25,41	28,32	24,91	24,95	28,68
	28,26	26,86	28,15	28,63	30,42	25,38	26,69	24,77	28,54	25,58	25,22	28,45
	27,94	27,89	28,3	31,32	31,09	26,14	26,64	26,11	28,71	26,3	25,85	27,51
	27,55	27,84	28,76	31,3	30,77	26,06	26,09	25,63	27,88	26,26	25,98	27,19
	27,66	28,24	28,67	31,63	29,32	25,82	26,85	25,02	24,35	27,02	26,09	27,31
	27,34	27,61	27,33	31,5	28,12	24,75	27,92	26,25	25,99	26,53	25,33	27,55
	26,98	27,44	27,65	30,81	26,7	25,08	31,44	25,86	25,74	27,14	27,79	27,01
	27,07	27,88	27,97	31,93	26,04	25,58	28,33	26,53	25,25	28,39	28,33	27,42
	27,45	28,14	28,88	32,22	27,67	26,33	27,4	27,2	24,02	28,7	28,67	26,58
	23,11	28,06	28,57	30,43	25,03	26,08	27,16	27,59	24,94	28,09	26,21	27,68
	25,44	28,64	28,95	29,94	26,27	28,48	27,13	27,08	25,07	27,91	26,74	26,93
	25,66	26,49	29,27	29,54	25,5	25,66	25,56	27,66	26,95	27,7	24,99	28,19
	23,8	27,24	29,59	27,75	28,67	26,52	24,8	27,35	25,58	27,42	26,18	28,33
	26,68	28,52	29,8	30,19	27,55	26,73	25,63	27,47	24,64	26,28	26,65	29,32
	27,27	29,14	31,69	29,1	27,28	25,31	26,5	28,13	23,63	26,9	25,71	28,11
	27,82	28,43	30,73	29,49	25,73	26,94	28,02	29,24	26,23	26,79	26,38	29,07
	28,45	28,73	30,32	28,81	27,88	29,6	27,78	29,57	25,86	26	28,98	28,92
	28,3	29,23	29,4	29,16	31,46	29,31	26,18	28,46	25,48	27,5	28,2	28,54
	28,74	30,01	29,49	29	30,42	28,9	30,11	27,77	26,02	27,33	26,55	26,47
	28,94	30,67	30,4	29,64	29,48	28,75	29,03	26,8	25,2	26,18	27,43	27,98
	28,13	29,4	29,91	29,89	29,69	28,31	28,72	26,89	25,1	25,37	28	26,64
	26,89	29,51	30,09	29,29	28,31	27,43	27,35	27,87	27,37	25,87	26,36	26,03
	27,15	29,47	30,04	30,33	28,91	27,84	26,27	28,66	26,55	24,8	26,99	25,42
	28,61	29,05	29,63	29,66	29,09	24,73	25,13	28,02	25,98	24,21	24,6	25,71
	28,61	29,76	30,95	28,17	29,38	26,75	26,28	28,81	25,84	24,57	26,48	26,15
	27,78	30,36	30,86	29,38	30,06	26,17	26,98	28,44	24,83	23,22	25,79	26,25
	28		30,21	28,27	28,59	25,68	28,56	28,11	26,28	25,29	25,41	27,1
	28,4		30,53	27,86	27,1	26,57	25,93	28,3	26,25	25,78	25,65	27,81
	29,08		31,28		26,91		27,51	28,96		25,05		26,77
Promedio T° al mes	27,6	28,6	29,4890323	29,8006667	28,5896774	26,7106667	27,2890323	27,3222581	26,08933333	26,1696774	26,336	27,413871

Según el Estándar 55 de ASHRAE, Los datos para establecer los límites superior e inferior de la zona de confort del Grafico de Dispersión

Promedio Mensual de Temperatura		Límite Inferior	Promedio Neutralidad Térmica	Limite Superior
27,6	Ene	**24,41**	26,16	**27,91**
28,6	Feb	**24,72**	26,47	**28,22**
29,48903226	Mar	**24,99**	26,74	**28,49**
29,80066667	Abr	**25,09**	26,84	**28,59**
28,58967742	May	**24,71**	26,46	**28,21**
26,71066667	Jun	**24,13**	25,88	**27,63**
27,28903226	Jul	**24,31**	26,06	**27,81**
27,32225806	Ago	**24,32**	26,07	**27,82**
26,08933333	Set	**23,94**	25,69	**27,44**
26,16967742	Oct	**23,96**	25,71	**27,46**
26,336	Nov	**24,01**	25,76	**27,51**
27,41387097	Dic	**24,35**	26,10	**27,85**

Datos Utilizados al definir la Zona de Confort del gráfico de dispersión del Caso 2 "Escuela Betania"

Datos de la Propuesta resultado de la Investigación

Temperatura Operativa o de Confort (Resultados Obtenidos por Design Builder)

Meses	Días Analizados	T°	Meses	Días Analizados	T°	Meses	Días Analizados	T°	Meses	Días Analizados	T°	Meses	Días Analizados	T°	Meses	Días Analizados	T°
enero	01/01/2002 00:00	29,81	marzo	01/03/2002 00:00	30,07	mayo	01/05/2002 00:00	30,81	julio	01/07/2002 00:00	27,68	setiembre	01/09/2002 00:00	28,68	noviembre	01/11/2002 00:00	24,79
	02/01/2002 00:00	29,66		02/03/2002 00:00	29,74		02/05/2002 00:00	32,82		02/07/2002 00:00	28,84		02/09/2002 00:00	28,43		02/11/2002 00:00	24,87
	03/01/2002 00:00	30,07		03/03/2002 00:00	29,29		03/05/2002 00:00	31,41		03/07/2002 00:00	28,69		03/09/2002 00:00	28,62		03/11/2002 00:00	25,4
	04/01/2002 00:00	28,94		04/03/2002 00:00	28,71		04/05/2002 00:00	31,32		04/07/2002 00:00	27,25		04/09/2002 00:00	28,4		04/11/2002 00:00	25,41
	05/01/2002 00:00	28,41		05/03/2002 00:00	29,01		05/05/2002 00:00	32,41		05/07/2002 00:00	27,23		05/09/2002 00:00	29,97		05/11/2002 00:00	26,41
	06/01/2002 00:00	27,75		06/03/2002 00:00	29,68		06/05/2002 00:00	31,71		06/07/2002 00:00	26,91		06/09/2002 00:00	29,28		06/11/2002 00:00	27,14
	07/01/2002 00:00	28,37		07/03/2002 00:00	29,45		07/05/2002 00:00	29,95		07/07/2002 00:00	27,68		07/09/2002 00:00	26		07/11/2002 00:00	27,59
	08/01/2002 00:00	27,67		08/03/2002 00:00	28,32		08/05/2002 00:00	29,09		08/07/2002 00:00	28,72		08/09/2002 00:00	26,97		08/11/2002 00:00	26,17
	09/01/2002 00:00	27,25		09/03/2002 00:00	28,57		09/05/2002 00:00	27,84		09/07/2002 00:00	31,67		09/09/2002 00:00	26,8		09/11/2002 00:00	28,71
	10/01/2002 00:00	27,29		10/03/2002 00:00	29,01		10/05/2002 00:00	26,9		10/07/2002 00:00	28,48		10/09/2002 00:00	25,7		10/11/2002 00:00	29,53
	11/01/2002 00:00	27,9		11/03/2002 00:00	29,82		11/05/2002 00:00	28,5		11/07/2002 00:00	27,7		11/09/2002 00:00	24,79		11/11/2002 00:00	28,97
	12/01/2002 00:00	23,89		12/03/2002 00:00	29,57		12/05/2002 00:00	25,89		12/07/2002 00:00	27,48		12/09/2002 00:00	26,07		12/11/2002 00:00	26,86
	13/01/2002 00:00	25,87		13/03/2002 00:00	30,13		13/05/2002 00:00	26,32		13/07/2002 00:00	27,94		13/09/2002 00:00	26,05		13/11/2002 00:00	27,5
	14/01/2002 00:00	26,18		14/03/2002 00:00	30,27		14/05/2002 00:00	26,4		14/07/2002 00:00	26,42		14/09/2002 00:00	28,12		14/11/2002 00:00	26,54
	15/01/2002 00:00	24,35		15/03/2002 00:00	30,45		15/05/2002 00:00	29,48		15/07/2002 00:00	25,34		15/09/2002 00:00	26,63		15/11/2002 00:00	27,35
	16/01/2002 00:00	27,1		16/03/2002 00:00	30,4		16/05/2002 00:00	28,53		16/07/2002 00:00	25,75		16/09/2002 00:00	25,08		16/11/2002 00:00	27,61
	17/01/2002 00:00	27,59		17/03/2002 00:00	32,33		17/05/2002 00:00	28,19		17/07/2002 00:00	27,7		17/09/2002 00:00	24,21		17/11/2002 00:00	26,38
	18/01/2002 00:00	28,35		18/03/2002 00:00	31,18		18/05/2002 00:00	26,67		18/07/2002 00:00	29,06		18/09/2002 00:00	27,01		18/11/2002 00:00	26,63
	19/01/2002 00:00	28,86		19/03/2002 00:00	30,78		19/05/2002 00:00	28,93		19/07/2002 00:00	28,79		19/09/2002 00:00	27,46		19/11/2002 00:00	29,42
	20/01/2002 00:00	28,74		20/03/2002 00:00	30,04		20/05/2002 00:00	31,26		20/07/2002 00:00	27,4		20/09/2002 00:00	26,5		20/11/2002 00:00	28,97
	21/01/2002 00:00	29,05		21/03/2002 00:00	30,47		21/05/2002 00:00	30,18		21/07/2002 00:00	31,12		21/09/2002 00:00	26,9		21/11/2002 00:00	27,34
	22/01/2002 00:00	29,09		22/03/2002 00:00	31,21		22/05/2002 00:00	29,18		22/07/2002 00:00	29,63		22/09/2002 00:00	25,95		22/11/2002 00:00	28,27
	23/01/2002 00:00	28,78		23/03/2002 00:00	30,77		23/05/2002 00:00	30,62		23/07/2002 00:00	29		23/09/2002 00:00	25,48		23/11/2002 00:00	28,78
	24/01/2002 00:00	27,93		24/03/2002 00:00	30,99		24/05/2002 00:00	29,16		24/07/2002 00:00	28,31		24/09/2002 00:00	28,02		24/11/2002 00:00	27,46
	25/01/2002 00:00	28,01		25/03/2002 00:00	30,5		25/05/2002 00:00	30,09		25/07/2002 00:00	27,09		25/09/2002 00:00	28,2		25/11/2002 00:00	27,68
	26/01/2002 00:00	29,28		26/03/2002 00:00	29,16		26/05/2002 00:00	29,98		26/07/2002 00:00	26,1		26/09/2002 00:00	27,04		26/11/2002 00:00	25,98
	27/01/2002 00:00	28,89		27/03/2002 00:00	31,78		27/05/2002 00:00	29,41		27/07/2002 00:00	26,69		27/09/2002 00:00	26,74		27/11/2002 00:00	27,82
	28/01/2002 00:00	28,1		28/03/2002 00:00	31,58		28/05/2002 00:00	29,81		28/07/2002 00:00	28,19		28/09/2002 00:00	26,52		28/11/2002 00:00	27,07
	29/01/2002 00:00	28,43		29/03/2002 00:00	31		29/05/2002 00:00	29,82		29/07/2002 00:00	29,47		29/09/2002 00:00	27,63		29/11/2002 00:00	26,45
	30/01/2002 00:00	28,56		30/03/2002 00:00	31,23		30/05/2002 00:00	28,48		30/07/2002 00:00	26,77		30/09/2002 00:00	27,37		30/11/2002 00:00	27,04
	31/01/2002 00:00	29,37		31/03/2002 00:00	32,08		31/05/2002 00:00	28,09		31/07/2002 00:00	28,29		01/10/2002 00:00	25		01/12/2002 00:00	28,95
febrero	01/02/2002 00:00	29,53	abril	01/04/2002 00:00	30,52	junio	01/06/2002 00:00	27,75	agosto	01/08/2002 00:00	27,52	octubre	02/10/2002 00:00	24,71	diciembre	02/12/2002 00:00	27,42
	02/02/2002 00:00	29,28		02/04/2002 00:00	30,43		02/06/2002 00:00	28,36		02/08/2002 00:00	27,35		03/10/2002 00:00	26,01		03/12/2002 00:00	29,05
	03/02/2002 00:00	29,43		03/04/2002 00:00	29,52		03/06/2002 00:00	27,13		03/08/2002 00:00	26,29		04/10/2002 00:00	26,43		04/12/2002 00:00	29,39
	04/02/2002 00:00	27,42		04/04/2002 00:00	29,9		04/06/2002 00:00	25,8		04/08/2002 00:00	26,18		05/10/2002 00:00	27,63		05/12/2002 00:00	28,44
	05/02/2002 00:00	28,2		05/04/2002 00:00	32,33		05/06/2002 00:00	26,93		05/08/2002 00:00	27,07		06/10/2002 00:00	26,7		06/12/2002 00:00	28,14
	06/02/2002 00:00	28,84		06/04/2002 00:00	32,22		06/06/2002 00:00	27,25		06/08/2002 00:00	26,1		07/10/2002 00:00	27,5		07/12/2002 00:00	28,17
	07/02/2002 00:00	29,15		07/04/2002 00:00	32,28		07/06/2002 00:00	27,25		07/08/2002 00:00	25,58		08/10/2002 00:00	26,95		08/12/2002 00:00	28,82
	08/02/2002 00:00	28,69		08/04/2002 00:00	32,02		08/06/2002 00:00	26,32		08/08/2002 00:00	27,31		09/10/2002 00:00	28,5		09/12/2002 00:00	27,58
	09/02/2002 00:00	28,25		09/04/2002 00:00	31,41		09/06/2002 00:00	26,57		09/08/2002 00:00	26,63		10/10/2002 00:00	29,27		10/12/2002 00:00	28,09
	10/02/2002 00:00	28,86		10/04/2002 00:00	32,5		10/06/2002 00:00	26,27		10/08/2002 00:00	27,62		11/10/2002 00:00	29,81		11/12/2002 00:00	27,65
	11/02/2002 00:00	28,45		11/04/2002 00:00	32,98		11/06/2002 00:00	26,82		11/08/2002 00:00	28,32		12/10/2002 00:00	29,34		12/12/2002 00:00	28,25
	12/02/2002 00:00	28,3		12/04/2002 00:00	31,1		12/06/2002 00:00	27,26		12/08/2002 00:00	28,32		13/10/2002 00:00	29,32		13/12/2002 00:00	27,66
	13/02/2002 00:00	29,33		13/04/2002 00:00	30,68		13/06/2002 00:00	29,4		13/08/2002 00:00	28,09		14/10/2002 00:00	28,19		14/12/2002 00:00	28,58
	14/02/2002 00:00	27,55		14/04/2002 00:00	30,03		14/06/2002 00:00	26,53		14/08/2002 00:00	28,79		15/10/2002 00:00	28,22		15/12/2002 00:00	28,76
	15/02/2002 00:00	27,99		15/04/2002 00:00	28,25		15/06/2002 00:00	27,61		15/08/2002 00:00	28,66		16/10/2002 00:00	27,13		16/12/2002 00:00	29,76
	16/02/2002 00:00	29,06		16/04/2002 00:00	30,71		16/06/2002 00:00	27,85		16/08/2002 00:00	28,72		17/10/2002 00:00	27,8		17/12/2002 00:00	28,29
	17/02/2002 00:00	29,73		17/04/2002 00:00	29,99		17/06/2002 00:00	26,61		17/08/2002 00:00	28,68		18/10/2002 00:00	27,82		18/12/2002 00:00	29,44
	18/02/2002 00:00	28,67		18/04/2002 00:00	30,15		18/06/2002 00:00	27,55		18/08/2002 00:00	29,26		19/10/2002 00:00	26,8		19/12/2002 00:00	29,28
	19/02/2002 00:00	29,07		19/04/2002 00:00	29,72		19/06/2002 00:00	30,06		19/08/2002 00:00	28,63		20/10/2002 00:00	28,77		20/12/2002 00:00	28,75
	20/02/2002 00:00	30,16		20/04/2002 00:00	30,13		20/06/2002 00:00	29,92		20/08/2002 00:00	28,59		21/10/2002 00:00	28,06		21/12/2002 00:00	26,72
	21/02/2002 00:00	30,75		21/04/2002 00:00	29,95		21/06/2002 00:00	29,21		21/08/2002 00:00	28,47		22/10/2002 00:00	26,77		22/12/2002 00:00	28,14
	22/02/2002 00:00	31,34		22/04/2002 00:00	30,25		22/06/2002 00:00	29,48		22/08/2002 00:00	28,2		23/10/2002 00:00	26,19		23/12/2002 00:00	27,05
	23/02/2002 00:00	30,21		23/04/2002 00:00	30,4		23/06/2002 00:00	29,61		23/08/2002 00:00	27,8		24/10/2002 00:00	26,89		24/12/2002 00:00	27,02
	24/02/2002 00:00	30,27		24/04/2002 00:00	30,26		24/06/2002 00:00	28,26		24/08/2002 00:00	28,91		25/10/2002 00:00	25,46		25/12/2002 00:00	26,15
	25/02/2002 00:00	29,95		25/04/2002 00:00	31,18		25/06/2002 00:00	28,27		25/08/2002 00:00	29,47		26/10/2002 00:00	25,21		26/12/2002 00:00	26,53
	26/02/2002 00:00	29,74		26/04/2002 00:00	29,91		26/06/2002 00:00	25,58		26/08/2002 00:00	28,82		27/10/2002 00:00	25,47		27/12/2002 00:00	26,84
	27/02/2002 00:00	30,7		27/04/2002 00:00	28,69		27/06/2002 00:00	27,54		27/08/2002 00:00	29,36		28/10/2002 00:00	23,53		28/12/2002 00:00	26,48
	28/02/2002 00:00	31,17		28/04/2002 00:00	30,03		28/06/2002 00:00	26,76		28/08/2002 00:00	29,42		29/10/2002 00:00	25,88		29/12/2002 00:00	27,32
				29/04/2002 00:00	28,97		29/06/2002 00:00	26,03		29/08/2002 00:00	29,3		30/10/2002 00:00	27,1		30/12/2002 00:00	28,12
				30/04/2002 00:00	28,36		30/06/2002 00:00	27,15		30/08/2002 00:00	29,53		31/10/2002 00:00	25,86		31/12/2002 00:00	27,44
										31/08/2002 00:00	29,56						

Días no lectivos

Días lectivos

Datos del Prototipo de la DIEE (Aula Rural)

Temperatura Operativa o de Confort (Resultados Obtenidos por Design Builder)

Meses	Días Analizados	T°	Meses	Días Analizados	T°	Meses	Días Analizados	T°	Meses	Días Analizados	T°	Meses	Días Analizados	T°	Meses	Días Analizados	T°
enero	01/01/2002 00:00	29,71	marzo	01/03/2002 00:00	32,16	mayo	01/05/2002 00:00	31,87	julio	01/07/2002 00:00	28,36	setiembre	01/09/2002 00:00	30,25	noviembre	01/11/2002 00:00	26,6
	02/01/2002 00:00	30,16		02/03/2002 00:00	31,37		02/05/2002 00:00	33,67		02/07/2002 00:00	29,46		02/09/2002 00:00	29,75		02/11/2002 00:00	26,13
	03/01/2002 00:00	31,58		03/03/2002 00:00	31,06		03/05/2002 00:00	33,21		03/07/2002 00:00	29,81		03/09/2002 00:00	30		03/11/2002 00:00	26,23
	04/01/2002 00:00	31,94		04/03/2002 00:00	30,94		04/05/2002 00:00	32,91		04/07/2002 00:00	28,96		04/09/2002 00:00	29,23		04/11/2002 00:00	26,38
	05/01/2002 00:00	31,12		05/03/2002 00:00	31,55		05/05/2002 00:00	33,97		05/07/2002 00:00	29,08		05/09/2002 00:00	30,93		05/11/2002 00:00	27,32
	06/01/2002 00:00	29,7		06/03/2002 00:00	31,76		06/05/2002 00:00	34,71		06/07/2002 00:00	29,28		06/09/2002 00:00	31,93		06/11/2002 00:00	29,01
	07/01/2002 00:00	30,06		07/03/2002 00:00	31,35		07/05/2002 00:00	33,33		07/07/2002 00:00	29,62		07/09/2002 00:00	30,12		07/11/2002 00:00	30,21
	08/01/2002 00:00	29,71		08/03/2002 00:00	30,56		08/05/2002 00:00	31,72		08/07/2002 00:00	30,93		08/09/2002 00:00	29,71		08/11/2002 00:00	29,02
	09/01/2002 00:00	28,82		09/03/2002 00:00	30,77		09/05/2002 00:00	30,7		09/07/2002 00:00	31,83		09/09/2002 00:00	30,34		09/11/2002 00:00	30,1
	10/01/2002 00:00	28,39		10/03/2002 00:00	31,14		10/05/2002 00:00	29,46		10/07/2002 00:00	30,68		10/09/2002 00:00	28,98		10/11/2002 00:00	31,38
	11/01/2002 00:00	29,01		11/03/2002 00:00	32,23		11/05/2002 00:00	30,1		11/07/2002 00:00	29,34		11/09/2002 00:00	26,74		11/11/2002 00:00	31,35
	12/01/2002 00:00	27,84		12/03/2002 00:00	32,93		12/05/2002 00:00	28,31		12/07/2002 00:00	28,81		12/09/2002 00:00	27,49		12/11/2002 00:00	29,9
	13/01/2002 00:00	27,67		13/03/2002 00:00	32,94		13/05/2002 00:00	27,77		13/07/2002 00:00	29,95		13/09/2002 00:00	27,82		13/11/2002 00:00	29,43
	14/01/2002 00:00	28,23		14/03/2002 00:00	32,87		14/05/2002 00:00	28,4		14/07/2002 00:00	29,74		14/09/2002 00:00	29,59		14/11/2002 00:00	29,34
	15/01/2002 00:00	27,09		15/03/2002 00:00	32,76		15/05/2002 00:00	30,46		15/07/2002 00:00	28,53		15/09/2002 00:00	29,05		15/11/2002 00:00	30,12
	16/01/2002 00:00	27,88		16/03/2002 00:00	31,97		16/05/2002 00:00	30,86		16/07/2002 00:00	27,76		16/09/2002 00:00	27,96		16/11/2002 00:00	29,85
	17/01/2002 00:00	28,85		17/03/2002 00:00	32,8		17/05/2002 00:00	30,33		17/07/2002 00:00	28,92		17/09/2002 00:00	26,77		17/11/2002 00:00	28,53
	18/01/2002 00:00	29,5		18/03/2002 00:00	32,49		18/05/2002 00:00	29,23		18/07/2002 00:00	30,55		18/09/2002 00:00	27,74		18/11/2002 00:00	27,98
	19/01/2002 00:00	30,31		19/03/2002 00:00	32,05		19/05/2002 00:00	30,08		19/07/2002 00:00	30,95		19/09/2002 00:00	29,47		19/11/2002 00:00	29,47
	20/01/2002 00:00	30,56		20/03/2002 00:00	31,49		20/05/2002 00:00	31,3		20/07/2002 00:00	29,99		20/09/2002 00:00	28,99		20/11/2002 00:00	30,41
	21/01/2002 00:00	30,59		21/03/2002 00:00	32,09		21/05/2002 00:00	30,77		21/07/2002 00:00	31,94		21/09/2002 00:00	28,58		21/11/2002 00:00	29,35
	22/01/2002 00:00	30,08		22/03/2002 00:00	32,92		22/05/2002 00:00	29,99		22/07/2002 00:00	32,51		22/09/2002 00:00	27,63		22/11/2002 00:00	29,33
	23/01/2002 00:00	30,4		23/03/2002 00:00	32,99		23/05/2002 00:00	31,58		23/07/2002 00:00	30,43		23/09/2002 00:00	27,09		23/11/2002 00:00	29,99
	24/01/2002 00:00	31,21		24/03/2002 00:00	33,13		24/05/2002 00:00	31,41		24/07/2002 00:00	30,27		24/09/2002 00:00	28,67		24/11/2002 00:00	29,9
	25/01/2002 00:00	31,29		25/03/2002 00:00	32,72		25/05/2002 00:00	31,89		25/07/2002 00:00	29,34		25/09/2002 00:00	30,44		25/11/2002 00:00	30,43
	26/01/2002 00:00	31,67		26/03/2002 00:00	30,85		26/05/2002 00:00	32		26/07/2002 00:00	28,3		26/09/2002 00:00	29,95		26/11/2002 00:00	30,69
	27/01/2002 00:00	30,97		27/03/2002 00:00	32,24		27/05/2002 00:00	31,31		27/07/2002 00:00	28,35		27/09/2002 00:00	28,78		27/11/2002 00:00	31,16
	28/01/2002 00:00	29,77		28/03/2002 00:00	33,16		28/05/2002 00:00	30,12		28/07/2002 00:00	29,38		28/09/2002 00:00	29,2		28/11/2002 00:00	30,8
	29/01/2002 00:00	29,96		29/03/2002 00:00	32,89		29/05/2002 00:00	31,57		29/07/2002 00:00	31,3		29/09/2002 00:00	30,27		29/11/2002 00:00	29,58
	30/01/2002 00:00	29,79		30/03/2002 00:00	32,67		30/05/2002 00:00	31,38		30/07/2002 00:00	30,85		30/09/2002 00:00	31		30/11/2002 00:00	30,21
	31/01/2002 00:00	29,82		31/03/2002 00:00	33,32		31/05/2002 00:00	31		31/07/2002 00:00	30,07		01/10/2002 00:00	29,23		01/12/2002 00:00	31,53
	01/02/2002 00:00	30,94		01/04/2002 00:00	32,81		01/06/2002 00:00	30,51		01/08/2002 00:00	29,41		02/10/2002 00:00	27,08		02/12/2002 00:00	30,87
	02/02/2002 00:00	31,25		02/04/2002 00:00	31,84		02/06/2002 00:00	30,88		02/08/2002 00:00	29,22		03/10/2002 00:00	27,8		03/12/2002 00:00	30,89
	03/02/2002 00:00	31,58		03/04/2002 00:00	31,44		03/06/2002 00:00	29,76		03/08/2002 00:00	28,29		04/10/2002 00:00	28,16		04/12/2002 00:00	30,7
	04/02/2002 00:00	30,88		04/04/2002 00:00	32,1		04/06/2002 00:00	28,52		04/08/2002 00:00	28,43		05/10/2002 00:00	29,54		05/12/2002 00:00	30,62
	05/02/2002 00:00	29,81		05/04/2002 00:00	33,84		05/06/2002 00:00	28,56		05/08/2002 00:00	29,64		06/10/2002 00:00	28,67		06/12/2002 00:00	30,62
	06/02/2002 00:00	30,91		06/04/2002 00:00	34,04		06/06/2002 00:00	29,16		06/08/2002 00:00	28,93		07/10/2002 00:00	28,95		07/12/2002 00:00	30,49
	07/02/2002 00:00	31,21		07/04/2002 00:00	33,54		07/06/2002 00:00	29,71		07/08/2002 00:00	27,67		08/10/2002 00:00	28,91		08/12/2002 00:00	31,25
	08/02/2002 00:00	31,12		08/04/2002 00:00	33,33		08/06/2002 00:00	29,43		08/08/2002 00:00	28,49		09/10/2002 00:00	30,25		09/12/2002 00:00	30,84
	09/02/2002 00:00	30,6		09/04/2002 00:00	33,43		09/06/2002 00:00	29,55		09/08/2002 00:00	28,43		10/10/2002 00:00	31,28		10/12/2002 00:00	30,63
	10/02/2002 00:00	31,02		10/04/2002 00:00	33,87		10/06/2002 00:00	29,19		10/08/2002 00:00	29,23		11/10/2002 00:00	31,72		11/12/2002 00:00	30,43
	11/02/2002 00:00	30,38		11/04/2002 00:00	34,55		11/06/2002 00:00	28,89		11/08/2002 00:00	30,19		12/10/2002 00:00	31,94		12/12/2002 00:00	29,91
	12/02/2002 00:00	29,66		12/04/2002 00:00	34,08		12/06/2002 00:00	29,18		12/08/2002 00:00	30,64		13/10/2002 00:00	32,34		13/12/2002 00:00	29,24
	13/02/2002 00:00	30,41		13/04/2002 00:00	33,18		13/06/2002 00:00	30,34		13/08/2002 00:00	30,95		14/10/2002 00:00	31,45		14/12/2002 00:00	29,74
febrero	14/02/2002 00:00	29,99	abril	14/04/2002 00:00	32,43	junio	14/06/2002 00:00	28,96	agosto	14/08/2002 00:00	31,29	octubre	15/10/2002 00:00	31,15	diciembre	15/12/2002 00:00	30,22
	15/02/2002 00:00	29,89		15/04/2002 00:00	30,86		15/06/2002 00:00	29,39		15/08/2002 00:00	31,39		16/10/2002 00:00	29,65		16/12/2002 00:00	30,89
	16/02/2002 00:00	30,04		16/04/2002 00:00	31,57		16/06/2002 00:00	29,96		16/08/2002 00:00	31,26		17/10/2002 00:00	29,36		17/12/2002 00:00	29,91
	17/02/2002 00:00	30,51		17/04/2002 00:00	31,69		17/06/2002 00:00	30,37		17/08/2002 00:00	30,48		18/10/2002 00:00	29,76		18/12/2002 00:00	30,22
	18/02/2002 00:00	29,91		18/04/2002 00:00	31,4		18/06/2002 00:00	29,93		18/08/2002 00:00	29,93		19/10/2002 00:00	29,36		19/12/2002 00:00	30,94
	19/02/2002 00:00	29,78		19/04/2002 00:00	31,3		19/06/2002 00:00	30,77		19/08/2002 00:00	28,87		20/10/2002 00:00	30,55		20/12/2002 00:00	29,69
	20/02/2002 00:00	31,6		20/04/2002 00:00	31,84		20/06/2002 00:00	30,7		20/08/2002 00:00	28,85		21/10/2002 00:00	31,19		21/12/2002 00:00	28,67
	21/02/2002 00:00	32,3		21/04/2002 00:00	32,09		21/06/2002 00:00	30,26		21/08/2002 00:00	29,36		22/10/2002 00:00	30,13		22/12/2002 00:00	28,46
	22/02/2002 00:00	32,31		22/04/2002 00:00	32,08		22/06/2002 00:00	30,25		22/08/2002 00:00	30,09		23/10/2002 00:00	28,49		23/12/2002 00:00	28,96
	23/02/2002 00:00	32,12		23/04/2002 00:00	32,27		23/06/2002 00:00	31,41		23/08/2002 00:00	29,89		24/10/2002 00:00	28,72		24/12/2002 00:00	29,33
	24/02/2002 00:00	32,04		24/04/2002 00:00	32,39		24/06/2002 00:00	31,32		24/08/2002 00:00	30,38		25/10/2002 00:00	27,33		25/12/2002 00:00	29,42
	25/02/2002 00:00	31,99		25/04/2002 00:00	32,94		25/06/2002 00:00	30,56		25/08/2002 00:00	31,04		26/10/2002 00:00	26,95		26/12/2002 00:00	29,61
	26/02/2002 00:00	32,02		26/04/2002 00:00	31,66		26/06/2002 00:00	28,45		26/08/2002 00:00	31,04		27/10/2002 00:00	27,05		27/12/2002 00:00	29,59
	27/02/2002 00:00	32,61		27/04/2002 00:00	30,14		27/06/2002 00:00	28,56		27/08/2002 00:00	31,19		28/10/2002 00:00	26,56		28/12/2002 00:00	28,83
	28/02/2002 00:00	32,84		28/04/2002 00:00	30,81		28/06/2002 00:00	28,35		28/08/2002 00:00	31,24		29/10/2002 00:00	27,06		29/12/2002 00:00	28,17
				29/04/2002 00:00	30,82		29/06/2002 00:00	27,29		29/08/2002 00:00	31,74		30/10/2002 00:00	29,05		30/12/2002 00:00	28,93
				30/04/2002 00:00	30,47		30/06/2002 00:00	27,81		30/08/2002 00:00	31,93		31/10/2002 00:00	28,34		31/12/2002 00:00	29,24
										31/08/2002 00:00	31,47						

Días no lectivos

Días lectivos

Meses	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
Temperatura de bulbo seco de los días al mes	26,74	25,79	26,61	27,4	27,22	27,82	27,52	26,89	28,86	26,29	23,61	25,93
	25,93	25,75	26,48	27,61	28,71	28,29	28,21	26,46	28,98	25,85	23,63	24,84
	26,32	24,98	25,15	26,1	28,79	28,16	28,28	25,68	29,16	26,5	24,35	26,47
	25,77	22,36	24,93	26,24	28,52	26,59	27,11	24,99	29,65	27,16	24,6	26,01
	25,27	24,27	25,45	28,53	28,86	27,49	26,7	26,37	29,4	27,6	25,64	25,54
	24,4	24,18	26,09	28,12	29,18	27,42	26,15	25,92	28,69	27,69	25,51	25,13
	24,76	24,91	25,8	29,1	27,95	27,13	27,39	24,99	27,44	27,92	25,63	25,02
	23,65	23,93	23,78	28,99	27,23	25,74	28,24	26,63	26,63	27,51	27,23	25,31
	22,75	23,66	24,47	28,36	26,57	26,26	30,32	26,12	26,55	27,96	27,38	24,56
	23,75	24,43	25,68	29,35	26,34	26,85	28,73	26,94	26,76	28,82	27,81	24,43
	24,19	24,78	26,23	29,67	27,35	27,87	27,33	27,59	25,16	29,11	27,96	23,82
	21,58	24,61	25,98	28,04	25,55	26,56	27,54	27,94	26,05	28,34	26,11	25,17
	22,31	25,52	26,33	27,58	26,81	29,37	27,84	27,43	26,44	28,39	25,45	24,42
	22,62	22,91	26,78	27,21	25,96	26,04	26,08	27,99	27,85	28,35	26,24	25,58
	20,69	23,38	27,07	25,65	28,11	27,69	24,82	27,62	27,11	28,02	24,98	26,03
	22,75	25,36	27,26	27,88	27,61	28,52	26,23	27,88	25,84	27,41	24,54	26,36
	23,19	26	28,76	26,85	27,46	27,36	27,19	28,59	25,57	27,83	25,38	25,91
	24,84	25,19	27,98	27,04	27,1	28,08	28,53	29,35	25,48	27,75	25,14	26,71
	25,48	25,65	27,67	26,33	27,74	29,96	28,46	29,56	27,12	26,84	27,52	26,41
	25,28	26,17	26,91	26,91	30,26	30,05	26,75	29,02	26,93	28,12	27,12	26,16
	25,64	26,86	26,98	26,56	30,04	29,83	29,78	28,14	27,6	28,05	23,65	24,12
	25,94	27,4	27,74	27,28	29,39	29,67	29,16	27,17	27,04	27,34	24,11	25,43
	25,01	26,3	27,47	27,81	29,5	29	28,95	27,28	26,28	26,68	24,94	24,35
	23,14	26,3	27,49	26,8	28,18	28,63	27,9	28,11	28,22	27,04	24,04	23,29
	23,25	25,96	27,36	28,01	28,9	29,36	26,61	28,68	27,5	26,02	25,29	22,48
	25,17	26,09	27,13	27,55	29,23	26,98	25,55	28,29	27,41	25,22	24,73	22,7
	24,89	26,64	27,91	26,04	29,52	28,39	26,9	28,84	27,3	25,67	24,21	23,08
	24,08	27,17	28,17	27,15	29,52	27,72	27,53	28,41	26,31	24,72	23,31	23,93
	24,51		27,61	25,5	28,99	27,31	28,8	28,23	27,82	26,38	22,2	25,42
	24,69		27,83	24,93	28,29	28,04	26,63	28,36	27,74	26,76	22,53	25,66
	25,56		27,8		28,39		28,06	29,14		26,11		24,96
Promedio T° al mes	24,3274194	25,2339286	26,7387097	27,353	28,17	27,9393333	27,59	27,5680645	27,2963333	27,2080645	25,1613333	25,0074194

Datos Utilizados al definir la Zona de Confort del gráfico de dispersión del Caso 3 "Escuela Daytonia"

Según el Estándar 55 de ASHRAE, Los datos para establecer los límites superior e inferior de la zona de confort del Grafico de Dispersión

Promedio Mensual de Temperatura Exterior		Límite Inferior	Promedio Neutralidad Térmica	Limite Superior
24,32741935	Ene	23,39	25,14	26,89
25,23392857	Feb	23,67	25,42	27,17
26,73870968	Mar	24,14	25,89	27,64
27,353	Abr	24,33	26,08	27,83
28,17	May	24,58	26,33	28,08
27,93933333	Jun	24,51	26,26	28,01
27,59	Jul	24,40	26,15	27,90
27,56806452	Ago	24,40	26,15	27,90
27,29633333	Set	24,31	26,06	27,81
27,20806452	Oct	24,28	26,03	27,78
25,16133333	Nov	23,65	25,40	27,15
25,00741935	Dic	23,60	25,35	27,10

Datos del Prototipo de la DIEE (Pabellones Elevados A y B emplazado a nivel de suelo)

Temperatura Operativa o de Confort (Resultados Obtenidos por Design Builder)

Meses	Días Analizados	T°	Meses	Días Analizados	T°	Meses	Días Analizados	T°	Meses	Días Analizados	T°	Meses	Días Analizados	T°	Meses	Días Analizados	T°
enero	01/01/2002 00:00	27,93	marzo	01/03/2002 00:00	28,09	mayo	01/05/2002 00:00	27,51	julio	01/07/2002 00:00	28,42	setiembre	01/09/2002 00:00	30,37	noviembre	01/11/2002 00:00	26,25
	02/01/2002 00:00	26,78		02/03/2002 00:00	27,99		02/05/2002 00:00	29,74		02/07/2002 00:00	29,24		02/09/2002 00:00	30,21		02/11/2002 00:00	25,73
	03/01/2002 00:00	27,47		03/03/2002 00:00	26,84		03/05/2002 00:00	30,12		03/07/2002 00:00	29,44		03/09/2002 00:00	30,39		03/11/2002 00:00	26,1
	04/01/2002 00:00	27,67		04/03/2002 00:00	26,66		04/05/2002 00:00	29,76		04/07/2002 00:00	28,65		04/09/2002 00:00	30,7		04/11/2002 00:00	26,48
	05/01/2002 00:00	27,39		05/03/2002 00:00	27,12		05/05/2002 00:00	29,65		05/07/2002 00:00	27,33		05/09/2002 00:00	30,88		05/11/2002 00:00	27,07
	06/01/2002 00:00	26,77		06/03/2002 00:00	27,79		06/05/2002 00:00	30,03		06/07/2002 00:00	26,62		06/09/2002 00:00	30,57		06/11/2002 00:00	27,4
	07/01/2002 00:00	26,32		07/03/2002 00:00	27,74		07/05/2002 00:00	29		07/07/2002 00:00	28,45		07/09/2002 00:00	29,13		07/11/2002 00:00	27,11
	08/01/2002 00:00	24,93		08/03/2002 00:00	25,69		08/05/2002 00:00	28,87		08/07/2002 00:00	29,25		08/09/2002 00:00	28,3		08/11/2002 00:00	28,76
	09/01/2002 00:00	23,56		09/03/2002 00:00	25,91		09/05/2002 00:00	28,45		09/07/2002 00:00	30,25		09/09/2002 00:00	27,59		09/11/2002 00:00	29,03
	10/01/2002 00:00	25,04		10/03/2002 00:00	27,2		10/05/2002 00:00	28,37		10/07/2002 00:00	30,36		10/09/2002 00:00	27,6		10/11/2002 00:00	29,51
	11/01/2002 00:00	25,35		11/03/2002 00:00	27,8		11/05/2002 00:00	29,07		11/07/2002 00:00	27,9		11/09/2002 00:00	27,15		11/11/2002 00:00	28,81
	12/01/2002 00:00	24,51		12/03/2002 00:00	27,83		12/05/2002 00:00	28,1		12/07/2002 00:00	27,84		12/09/2002 00:00	28,02		12/11/2002 00:00	26,95
	13/01/2002 00:00	24,04		13/03/2002 00:00	28,17		13/05/2002 00:00	28,49		13/07/2002 00:00	28,15		13/09/2002 00:00	28,15		13/11/2002 00:00	26,6
	14/01/2002 00:00	24,56		14/03/2002 00:00	28,59		14/05/2002 00:00	28,16		14/07/2002 00:00	28,13		14/09/2002 00:00	29,36		14/11/2002 00:00	28,02
	15/01/2002 00:00	23,26		15/03/2002 00:00	28,89		15/05/2002 00:00	29,27		15/07/2002 00:00	26,53		15/09/2002 00:00	29,21		15/11/2002 00:00	27,55
	16/01/2002 00:00	23,79		16/03/2002 00:00	29,1		16/05/2002 00:00	29,13		16/07/2002 00:00	27,63		16/09/2002 00:00	27,67		16/11/2002 00:00	26,98
	17/01/2002 00:00	23,78		17/03/2002 00:00	30,02		17/05/2002 00:00	29,03		17/07/2002 00:00	28,52		17/09/2002 00:00	27,11		17/11/2002 00:00	27,51
	18/01/2002 00:00	25,65		18/03/2002 00:00	29,38		18/05/2002 00:00	29,11		18/07/2002 00:00	29,61		18/09/2002 00:00	27,63		18/11/2002 00:00	27,43
	19/01/2002 00:00	26,51		19/03/2002 00:00	29,1		19/05/2002 00:00	29,52		19/07/2002 00:00	29,82		19/09/2002 00:00	28,53		19/11/2002 00:00	28,56
	20/01/2002 00:00	26,06		20/03/2002 00:00	29		20/05/2002 00:00	30,92		20/07/2002 00:00	29,08		20/09/2002 00:00	28,63		20/11/2002 00:00	29,01
	21/01/2002 00:00	26,41		21/03/2002 00:00	28,97		21/05/2002 00:00	31,2		21/07/2002 00:00	30,62		21/09/2002 00:00	29,21		21/11/2002 00:00	26,3
	22/01/2002 00:00	27,08		22/03/2002 00:00	29,48		22/05/2002 00:00	30,82		22/07/2002 00:00	30,58		22/09/2002 00:00	28,76		22/11/2002 00:00	26,49
	23/01/2002 00:00	26,99		23/03/2002 00:00	29,4		23/05/2002 00:00	31,03		23/07/2002 00:00	29,9		23/09/2002 00:00	28,28		23/11/2002 00:00	26,79
	24/01/2002 00:00	25,98		24/03/2002 00:00	29,12		24/05/2002 00:00	29,32		24/07/2002 00:00	29,27		24/09/2002 00:00	29,25		24/11/2002 00:00	26,4
	25/01/2002 00:00	25,67		25/03/2002 00:00	28,81		25/05/2002 00:00	30,28		25/07/2002 00:00	27,9		25/09/2002 00:00	29,51		25/11/2002 00:00	26,92
	26/01/2002 00:00	26,46		26/03/2002 00:00	28,1		26/05/2002 00:00	30,67		26/07/2002 00:00	27,97		26/09/2002 00:00	29,38		26/11/2002 00:00	26,34
	27/01/2002 00:00	25,62		27/03/2002 00:00	28,57		27/05/2002 00:00	30,25		27/07/2002 00:00	28,85		27/09/2002 00:00	29,43		27/11/2002 00:00	26,15
	28/01/2002 00:00	25,62		28/03/2002 00:00	29,24		28/05/2002 00:00	29,66		28/07/2002 00:00	29,51		28/09/2002 00:00	28,8		28/11/2002 00:00	25,41
	29/01/2002 00:00	26,22		29/03/2002 00:00	29,01		29/05/2002 00:00	30,39		29/07/2002 00:00	30,02		29/09/2002 00:00	29,6		29/11/2002 00:00	24,53
	30/01/2002 00:00	26,63		30/03/2002 00:00	29,34		30/05/2002 00:00	30,23		30/07/2002 00:00	28,9		30/09/2002 00:00	29,27		30/11/2002 00:00	24,2
	31/01/2002 00:00	26,73		31/03/2002 00:00	28,6		31/05/2002 00:00	29,84		31/07/2002 00:00	29,51		01/10/2002 00:00	28,16		01/12/2002 00:00	27,13
febrero	01/02/2002 00:00	26,34	abril	01/04/2002 00:00	28,03	junio	01/06/2002 00:00	29,86	agosto	01/08/2002 00:00	29,07	octubre	02/10/2002 00:00	27,96	diciembre	02/12/2002 00:00	26,77
	02/02/2002 00:00	26,84		02/04/2002 00:00	27,82		02/06/2002 00:00	30,28		02/08/2002 00:00	28,03		03/10/2002 00:00	28,24		03/12/2002 00:00	27,64
	03/02/2002 00:00	26,33		03/04/2002 00:00	27,98		03/06/2002 00:00	30,04		03/08/2002 00:00	27,81		04/10/2002 00:00	28,58		04/12/2002 00:00	27,13
	04/02/2002 00:00	25,2		04/04/2002 00:00	27,57		04/06/2002 00:00	28,22		04/08/2002 00:00	27,62		05/10/2002 00:00	29,25		05/12/2002 00:00	27,41
	05/02/2002 00:00	25,82		05/04/2002 00:00	28,93		05/06/2002 00:00	28,57		05/08/2002 00:00	28,25		06/10/2002 00:00	29,58		06/12/2002 00:00	27,05
	06/02/2002 00:00	26,38		06/04/2002 00:00	28,6		06/06/2002 00:00	28,81		06/08/2002 00:00	28,18		07/10/2002 00:00	29,52		07/12/2002 00:00	27
	07/02/2002 00:00	27		07/04/2002 00:00	29,79		07/06/2002 00:00	29,12		07/08/2002 00:00	26,33		08/10/2002 00:00	28,93		08/12/2002 00:00	26,99
	08/02/2002 00:00	26,5		08/04/2002 00:00	29,77		08/06/2002 00:00	27,27		08/08/2002 00:00	27,68		09/10/2002 00:00	29,2		09/12/2002 00:00	26,54
	09/02/2002 00:00	25,96		09/04/2002 00:00	29,36		09/06/2002 00:00	27,59		09/08/2002 00:00	27,67		10/10/2002 00:00	29,94		10/12/2002 00:00	25,17
	10/02/2002 00:00	26,21		10/04/2002 00:00	30,06		10/06/2002 00:00	27,86		10/08/2002 00:00	28,21		11/10/2002 00:00	30,59		11/12/2002 00:00	25,9
	11/02/2002 00:00	26,56		11/04/2002 00:00	30,62		11/06/2002 00:00	28,36		11/08/2002 00:00	29,17		12/10/2002 00:00	29,39		12/12/2002 00:00	26,44
	12/02/2002 00:00	26,45		12/04/2002 00:00	29,66		12/06/2002 00:00	28,56		12/08/2002 00:00	29,09		13/10/2002 00:00	29,58		13/12/2002 00:00	26,34
	13/02/2002 00:00	27,06		13/04/2002 00:00	29,05		13/06/2002 00:00	29,73		13/08/2002 00:00	29,15		14/10/2002 00:00	29,86		14/12/2002 00:00	26,02
	14/02/2002 00:00	25,61		14/04/2002 00:00	28,46		14/06/2002 00:00	27,76		14/08/2002 00:00	29,06		15/10/2002 00:00	28,49		15/12/2002 00:00	27,26
	15/02/2002 00:00	25,59		15/04/2002 00:00	27,46		15/06/2002 00:00	28,83		15/08/2002 00:00	28,64		16/10/2002 00:00	28,7		16/12/2002 00:00	26,45
	16/02/2002 00:00	27,11		16/04/2002 00:00	28,57		16/06/2002 00:00	30,08		16/08/2002 00:00	29,58		17/10/2002 00:00	29,42		17/12/2002 00:00	26,9
	17/02/2002 00:00	27,55		17/04/2002 00:00	28,87		17/06/2002 00:00	29,16		17/08/2002 00:00	30,24		18/10/2002 00:00	29,4		18/12/2002 00:00	27,18
	18/02/2002 00:00	26,47		18/04/2002 00:00	29,01		18/06/2002 00:00	28,72		18/08/2002 00:00	30,89		19/10/2002 00:00	28,3		19/12/2002 00:00	27,19
	19/02/2002 00:00	26,89		19/04/2002 00:00	28,56		19/06/2002 00:00	30		19/08/2002 00:00	31,02		20/10/2002 00:00	29,15		20/12/2002 00:00	27,4
	20/02/2002 00:00	27,43		20/04/2002 00:00	28,45		20/06/2002 00:00	30,86		20/08/2002 00:00	30		21/10/2002 00:00	29,07		21/12/2002 00:00	25,6
	21/02/2002 00:00	28,29		21/04/2002 00:00	28,39		21/06/2002 00:00	31,28		21/08/2002 00:00	29,37		22/10/2002 00:00	28,82		22/12/2002 00:00	26,66
	22/02/2002 00:00	28,79		22/04/2002 00:00	28,7		22/06/2002 00:00	30,76		22/08/2002 00:00	29,31		23/10/2002 00:00	28,76		23/12/2002 00:00	26,61
	23/02/2002 00:00	28,23		23/04/2002 00:00	28,89		23/06/2002 00:00	30,83		23/08/2002 00:00	29,41		24/10/2002 00:00	28,84		24/12/2002 00:00	25,99
	24/02/2002 00:00	27,53		24/04/2002 00:00	28,73		24/06/2002 00:00	30,43		24/08/2002 00:00	29,74		25/10/2002 00:00	28,35		25/12/2002 00:00	25,03
	25/02/2002 00:00	26,3		25/04/2002 00:00	29,65		25/06/2002 00:00	29,7		25/08/2002 00:00	30,08		26/10/2002 00:00	27,9		26/12/2002 00:00	24,11
	26/02/2002 00:00	26,8		26/04/2002 00:00	29,47		26/06/2002 00:00	29		26/08/2002 00:00	29,68		27/10/2002 00:00	28,17		27/12/2002 00:00	23,77
	27/02/2002 00:00	27,9		27/04/2002 00:00	28,46		27/06/2002 00:00	30,11		27/08/2002 00:00	29,92		28/10/2002 00:00	27,67		28/12/2002 00:00	24,29
	28/02/2002 00:00	28,48		28/04/2002 00:00	28,81		28/06/2002 00:00	29,8					29/10/2002 00:00	28,13		29/12/2002 00:00	25,95
				29/04/2002 00:00	27,55		29/06/2002 00:00	29,1		28/08/2002 00:00	29,53		30/10/2002 00:00	28,36		30/12/2002 00:00	26,93
				30/04/2002 00:00	27,04		30/06/2002 00:00	29,57		29/08/2002 00:00	29,23		31/10/2002 00:00	27,82		31/12/2002 00:00	26,93
										30/08/2002 00:00	29,11						
										31/08/2002 00:00	30,25						

Días no lectivos
Días lectivos

Datos de la Propuesta resultado de la Investigación (emplazado a nivel de suelo)

Temperatura Operativa o de Confort (Resultados Obtenidos por Design Builder)

Meses	Días Analizados	T°	Meses	Días Analizados	T°	Meses	Días Analizados	T°	Meses	Días Analizados	T°	Meses	Días Analizados	T°	Meses	Días Analizados	T°
enero	01/01/2002 00:00	25,7	marzo	01/03/2002 00:00	27,49	mayo	01/05/2002 00:00	26,88	julio	01/07/2002 00:00	27,17	setiembre	01/09/2002 00:00	29,46	noviembre	01/11/2002 00:00	25,8
	02/01/2002 00:00	25,01		02/03/2002 00:00	27,41		02/05/2002 00:00	28,81		02/07/2002 00:00	27,16		02/09/2002 00:00	28,5		02/11/2002 00:00	25,37
	03/01/2002 00:00	25,33		03/03/2002 00:00	26,48		03/05/2002 00:00	28,43		03/07/2002 00:00	28,14		03/09/2002 00:00	28,13		03/11/2002 00:00	25,64
	04/01/2002 00:00	25,77		04/03/2002 00:00	25,61		04/05/2002 00:00	28,72		04/07/2002 00:00	26,93		04/09/2002 00:00	29,33		04/11/2002 00:00	25,27
	05/01/2002 00:00	25,67		05/03/2002 00:00	25,63		05/05/2002 00:00	28,78		05/07/2002 00:00	25,67		05/09/2002 00:00	29,77		05/11/2002 00:00	25,47
	06/01/2002 00:00	25,24		06/03/2002 00:00	26,99		06/05/2002 00:00	28,09		06/07/2002 00:00	24,9		06/09/2002 00:00	29,66		06/11/2002 00:00	26,44
	07/01/2002 00:00	24,68		07/03/2002 00:00	27,18		07/05/2002 00:00	27,14		08/07/2002 00:00	26,61		07/09/2002 00:00	28,49		07/11/2002 00:00	26,42
	08/01/2002 00:00	23,63		08/03/2002 00:00	25,53		08/05/2002 00:00	27,81		09/07/2002 00:00	27,23		08/09/2002 00:00	27,72		08/11/2002 00:00	27,9
	09/01/2002 00:00	22,5		09/03/2002 00:00	25,52		09/05/2002 00:00	27,64		10/07/2002 00:00	27,54		09/09/2002 00:00	26,32		09/11/2002 00:00	28,26
	10/01/2002 00:00	23,36		10/03/2002 00:00	26,59		10/05/2002 00:00	27,62		11/07/2002 00:00	25,97		10/09/2002 00:00	25,79		10/11/2002 00:00	28,72
	11/01/2002 00:00	23,63		11/03/2002 00:00	26,51		11/05/2002 00:00	28,35		12/07/2002 00:00	25,67		11/09/2002 00:00	26,18		11/11/2002 00:00	27,39
	12/01/2002 00:00	23,12		12/03/2002 00:00	26,39		12/05/2002 00:00	27,56		13/07/2002 00:00	25,74		12/09/2002 00:00	27,22		12/11/2002 00:00	25,7
	13/01/2002 00:00	22,55		13/03/2002 00:00	27,43		13/05/2002 00:00	27,22		14/07/2002 00:00	25,77		13/09/2002 00:00	27,34		13/11/2002 00:00	25,89
	14/01/2002 00:00	22,86		14/03/2002 00:00	28,01		14/05/2002 00:00	26,71		15/07/2002 00:00	24,63		14/09/2002 00:00	28,57		14/11/2002 00:00	27,24
	15/01/2002 00:00	22,05		15/03/2002 00:00	28,47		15/05/2002 00:00	28,15		16/07/2002 00:00	25,33		15/09/2002 00:00	28,63		15/11/2002 00:00	27,09
	16/01/2002 00:00	22,21		16/03/2002 00:00	28,73		16/05/2002 00:00	28,3		17/07/2002 00:00	25,55		16/09/2002 00:00	26,63		16/11/2002 00:00	26,59
	17/01/2002 00:00	22,29		17/03/2002 00:00	29,33		17/05/2002 00:00	28,21		18/07/2002 00:00	28,34		17/09/2002 00:00	27,05		17/11/2002 00:00	27,01
	18/01/2002 00:00	23,55		18/03/2002 00:00	28,02		18/05/2002 00:00	28,4		19/07/2002 00:00	28,72		18/09/2002 00:00	26,69		18/11/2002 00:00	26,38
	19/01/2002 00:00	24,33		19/03/2002 00:00	27,57		19/05/2002 00:00	28,7		20/07/2002 00:00	28,25		19/09/2002 00:00	27,56		19/11/2002 00:00	26,66
	20/01/2002 00:00	24,1		20/03/2002 00:00	28,34		20/05/2002 00:00	28,81		21/07/2002 00:00	29,5		20/09/2002 00:00	27,76		20/11/2002 00:00	27,93
	21/01/2002 00:00	24,31		21/03/2002 00:00	28,58		21/05/2002 00:00	28,86		22/07/2002 00:00	28,66		21/09/2002 00:00	28,3		21/11/2002 00:00	25,9
	22/01/2002 00:00	24,9		22/03/2002 00:00	29,08		22/05/2002 00:00	29,49		23/07/2002 00:00	27,82		22/09/2002 00:00	27,99		22/11/2002 00:00	26,05
	23/01/2002 00:00	24,98		23/03/2002 00:00	29,01		23/05/2002 00:00	29,96		24/07/2002 00:00	28,1		23/09/2002 00:00	26,94		23/11/2002 00:00	26,31
	24/01/2002 00:00	24,42		24/03/2002 00:00	28,6		24/05/2002 00:00	28,8		25/07/2002 00:00	27,22		24/09/2002 00:00	27,27		24/11/2002 00:00	25,95
	25/01/2002 00:00	24,17		25/03/2002 00:00	27,53		25/05/2002 00:00	29,47		26/07/2002 00:00	27,25		25/09/2002 00:00	28,44		25/11/2002 00:00	25,61
	26/01/2002 00:00	24,64		26/03/2002 00:00	26,69		26/05/2002 00:00	29,8		27/07/2002 00:00	28,12		26/09/2002 00:00	28,65		26/11/2002 00:00	24,8
	27/01/2002 00:00	24,03		27/03/2002 00:00	27,63		27/05/2002 00:00	28,65		28/07/2002 00:00	28,66		27/09/2002 00:00	28,77		27/11/2002 00:00	25,25
	28/01/2002 00:00	23,85		28/03/2002 00:00	28,36		28/05/2002 00:00	27,77		29/07/2002 00:00	28,08		28/09/2002 00:00	28,26		28/11/2002 00:00	24,93
	29/01/2002 00:00	24,38		29/03/2002 00:00	28,24		29/05/2002 00:00	29,14		30/07/2002 00:00	27,07		29/09/2002 00:00	28,9		29/11/2002 00:00	24,22
	30/01/2002 00:00	24,82		30/03/2002 00:00	28,67		30/05/2002 00:00	29,3					30/09/2002 00:00	27,75		30/11/2002 00:00	23,95
	31/01/2002 00:00	24,76		31/03/2002 00:00	28,11		31/05/2002 00:00	29,07					01/10/2002 00:00	26,51		01/12/2002 00:00	26,32
febrero	01/02/2002 00:00	24,45	abril	01/04/2002 00:00	26,75	junio	01/06/2002 00:00	29,14	agosto	01/08/2002 00:00	28,21	octubre	02/10/2002 00:00	27,09	diciembre	02/12/2002 00:00	25,57
	02/02/2002 00:00	24,94		02/04/2002 00:00	26,16		02/06/2002 00:00	29,52		02/08/2002 00:00	27,37		03/10/2002 00:00	27,43		03/12/2002 00:00	25,78
	03/02/2002 00:00	25,51		03/04/2002 00:00	27,1		03/06/2002 00:00	28,62		03/08/2002 00:00	27,17		04/10/2002 00:00	27,78		04/12/2002 00:00	26,33
	04/02/2002 00:00	24,4		04/04/2002 00:00	26,94		04/06/2002 00:00	26,88		04/08/2002 00:00	27,09		05/10/2002 00:00	28,36		05/12/2002 00:00	26,76
	05/02/2002 00:00	24,61		05/04/2002 00:00	28,12		05/06/2002 00:00	27,59		05/08/2002 00:00	26,8		06/10/2002 00:00	28,79		06/12/2002 00:00	26,56
	06/02/2002 00:00	25,82		06/04/2002 00:00	27,94		06/06/2002 00:00	27,96		06/08/2002 00:00	26,37		07/10/2002 00:00	27,93		07/12/2002 00:00	26,53
	07/02/2002 00:00	26,55		07/04/2002 00:00	28,87		07/06/2002 00:00	28,32		07/08/2002 00:00	25,71		08/10/2002 00:00	27,1		08/12/2002 00:00	26,51
	08/02/2002 00:00	26,32		08/04/2002 00:00	28,23		08/06/2002 00:00	26,9		09/08/2002 00:00	26,76		09/10/2002 00:00	28		09/12/2002 00:00	25,52
	09/02/2002 00:00	26,78		09/04/2002 00:00	27,63		09/06/2002 00:00	27,04		10/08/2002 00:00	26,84		10/10/2002 00:00	28,87		10/12/2002 00:00	24,18
	10/02/2002 00:00	25,89		10/04/2002 00:00	28,03		10/06/2002 00:00	26,39		10/08/2002 00:00	27,37		11/10/2002 00:00	29,63		11/12/2002 00:00	25,23
	11/02/2002 00:00	25,72		11/04/2002 00:00	28,48		11/06/2002 00:00	26,32		11/08/2002 00:00	28,29		12/10/2002 00:00	28,68		12/12/2002 00:00	25,92
	12/02/2002 00:00	25,36		12/04/2002 00:00	27,88		12/06/2002 00:00	27,41		12/08/2002 00:00	27,32		13/10/2002 00:00	28,7		13/12/2002 00:00	25,93
	13/02/2002 00:00	26,41		13/04/2002 00:00	27,14		13/06/2002 00:00	28,65		13/08/2002 00:00	27,21		14/10/2002 00:00	28,05		14/12/2002 00:00	24,95
	14/02/2002 00:00	25,38		14/04/2002 00:00	26,6		14/06/2002 00:00	27,17		14/08/2002 00:00	27,89		15/10/2002 00:00	26,79		15/12/2002 00:00	25,48
	15/02/2002 00:00	25,51		15/04/2002 00:00	25,92		15/06/2002 00:00	28,01		15/08/2002 00:00	27,73		16/10/2002 00:00	27,56		16/12/2002 00:00	24,97
	16/02/2002 00:00	26,79		16/04/2002 00:00	26,44		16/06/2002 00:00	29,16		16/08/2002 00:00	28,65		17/10/2002 00:00	28,42		17/12/2002 00:00	25,01
	17/02/2002 00:00	27,13		17/04/2002 00:00	27,58		17/06/2002 00:00	27,68		17/08/2002 00:00	29,42		18/10/2002 00:00	28,48		18/12/2002 00:00	25,17
	18/02/2002 00:00	25,63		18/04/2002 00:00	28,33		18/06/2002 00:00	26,86		18/08/2002 00:00	29,93		19/10/2002 00:00	27,61		19/12/2002 00:00	25,11
	19/02/2002 00:00	25,58		19/04/2002 00:00	28,15		19/06/2002 00:00	28,84		19/08/2002 00:00	29,29		20/10/2002 00:00	28,24		20/12/2002 00:00	25,31
	20/02/2002 00:00	26,62		20/04/2002 00:00	27,91		20/06/2002 00:00	29,68		20/08/2002 00:00	28		21/10/2002 00:00	27,35		21/12/2002 00:00	24,05
	21/02/2002 00:00	27,65		21/04/2002 00:00	27,85		21/06/2002 00:00	30,18		21/08/2002 00:00	28,22		22/10/2002 00:00	26,88		22/12/2002 00:00	24,72
	22/02/2002 00:00	28,12		22/04/2002 00:00	27,5		22/06/2002 00:00	29,83		22/08/2002 00:00	28,45		23/10/2002 00:00	27,7		23/12/2002 00:00	24,94
	23/02/2002 00:00	27,8		23/04/2002 00:00	27,28		23/06/2002 00:00	29,91		23/08/2002 00:00	28,68		24/10/2002 00:00	27,95		24/12/2002 00:00	24,54
	24/02/2002 00:00	27,17		24/04/2002 00:00	27,93		24/06/2002 00:00	28,83		24/08/2002 00:00	28,89		25/10/2002 00:00	27,65		25/12/2002 00:00	23,77
	25/02/2002 00:00	25,56		25/04/2002 00:00	28,98		25/06/2002 00:00	27,78		25/08/2002 00:00	29,13		26/10/2002 00:00	27,42		26/12/2002 00:00	22,85
	26/02/2002 00:00	25,31		26/04/2002 00:00	29,05		26/06/2002 00:00	27,97		26/08/2002 00:00	27,96		27/10/2002 00:00	27,67		27/12/2002 00:00	22,51
	27/02/2002 00:00	26,97		27/04/2002 00:00	28,21		27/06/2002 00:00	29,11		27/08/2002 00:00	26,68		28/10/2002 00:00	26,68		28/12/2002 00:00	22,66
	28/02/2002 00:00	27,73		28/04/2002 00:00	28,29		28/06/2002 00:00	29,02		28/08/2002 00:00	27,75		29/10/2002 00:00	26,4		29/12/2002 00:00	23,75
				29/04/2002 00:00	26,68		29/06/2002 00:00	28,42		29/08/2002 00:00	28,31		30/10/2002 00:00	27,29		30/12/2002 00:00	24,75
				30/04/2002 00:00	25,96		30/06/2002 00:00	28,84		30/08/2002 00:00	28,23		31/10/2002 00:00	27,04		31/12/2002 00:00	24,92
										31/08/2002 00:00	28,17						
										31/08/2002 00:00	29,27						

Días no lectivos
Días lectivos

Datos del Prototipo de la DIEE (Pabellones Elevados A y B emplazado a 3 metros sobre el nivel de suelo)

Temperatura Operativa o de Confort (Resultados Obtenidos por Design Builder)

Meses	Días Analizados	T°	Meses	Días Analizados	T°	Meses	Días Analizados	T°	Meses	Días Analizados	T°	Meses	Días Analizados	T°	Meses	Días Analizados	T°
enero	01/01/2002 00:00	28,64	marzo	01/03/2002 00:00	28,64	mayo	01/05/2002 00:00	27,51	julio	01/07/2002 00:00	27,98	setiembre	01/09/2002 00:00	31,04	noviembre	01/11/2002 00:00	25,81
	02/01/2002 00:00	26,68		02/03/2002 00:00	28,33		02/05/2002 00:00	30,12		02/07/2002 00:00	29,23		02/09/2002 00:00	30,43		02/11/2002 00:00	25,03
	03/01/2002 00:00	27,41		03/03/2002 00:00	26,9		03/05/2002 00:00	31,57		03/07/2002 00:00	29,34		03/09/2002 00:00	30,93		03/11/2002 00:00	25,47
	04/01/2002 00:00	28,37		04/03/2002 00:00	26,04		04/05/2002 00:00	30,47		04/07/2002 00:00	28,71		04/09/2002 00:00	31,27		04/11/2002 00:00	26,28
	05/01/2002 00:00	28,12		05/03/2002 00:00	27,46		05/05/2002 00:00	29,38		05/07/2002 00:00	26,62		05/09/2002 00:00	31,25		05/11/2002 00:00	27,47
	06/01/2002 00:00	27,16		06/03/2002 00:00	28,31		06/05/2002 00:00	30,04		06/07/2002 00:00	25,87		06/09/2002 00:00	31,26		06/11/2002 00:00	27,92
	07/01/2002 00:00	26,6		07/03/2002 00:00	28,23		07/05/2002 00:00	29,2		07/07/2002 00:00	28,35		07/09/2002 00:00	29,23		07/11/2002 00:00	27,05
	08/01/2002 00:00	24,32		08/03/2002 00:00	25,4		08/05/2002 00:00	28,85		08/07/2002 00:00	30,16		08/09/2002 00:00	27,6		08/11/2002 00:00	28,76
	09/01/2002 00:00	22,68		09/03/2002 00:00	25,23		09/05/2002 00:00	28,27		09/07/2002 00:00	30,66		09/09/2002 00:00	26,91		09/11/2002 00:00	29,53
	10/01/2002 00:00	24,71		10/03/2002 00:00	27,19		10/05/2002 00:00	28,67		10/07/2002 00:00	31,18		10/09/2002 00:00	26,98		10/11/2002 00:00	30,17
	11/01/2002 00:00	25,67		11/03/2002 00:00	28,5		11/05/2002 00:00	29,52		11/07/2002 00:00	27,34		11/09/2002 00:00	26,79		11/11/2002 00:00	28,99
	12/01/2002 00:00	24,29		12/03/2002 00:00	28,91		12/05/2002 00:00	28,61		12/07/2002 00:00	27,2		12/09/2002 00:00	28,03		12/11/2002 00:00	26,39
	13/01/2002 00:00	23,69		13/03/2002 00:00	28,83		13/05/2002 00:00	28,78		13/07/2002 00:00	27,58		13/09/2002 00:00	27,98		13/11/2002 00:00	26,12
	14/01/2002 00:00	24,46		14/03/2002 00:00	29,05		14/05/2002 00:00	28,8		14/07/2002 00:00	28,23		14/09/2002 00:00	29,68		14/11/2002 00:00	27,84
	15/01/2002 00:00	22,82		15/03/2002 00:00	29,45		15/05/2002 00:00	29,53		15/07/2002 00:00	26,31		15/09/2002 00:00	29,93		15/11/2002 00:00	28,06
	16/01/2002 00:00	23,27		16/03/2002 00:00	29,95		16/05/2002 00:00	29,48		16/07/2002 00:00	27,33		16/09/2002 00:00	27,81		16/11/2002 00:00	27,11
	17/01/2002 00:00	23,29		17/03/2002 00:00	30,95		17/05/2002 00:00	28,96		17/07/2002 00:00	28,88		17/09/2002 00:00	26,22		17/11/2002 00:00	27,52
	18/01/2002 00:00	25,56		18/03/2002 00:00	30,14		18/05/2002 00:00	29,53		18/07/2002 00:00	29,82		18/09/2002 00:00	27,65		18/11/2002 00:00	27,26
	19/01/2002 00:00	27,1		19/03/2002 00:00	29,9		19/05/2002 00:00	30,08		19/07/2002 00:00	29,91		19/09/2002 00:00	28,6		19/11/2002 00:00	28,88
	20/01/2002 00:00	26,32		20/03/2002 00:00	29,89		20/05/2002 00:00	31,85		20/07/2002 00:00	29,27		20/09/2002 00:00	28,5		20/11/2002 00:00	29,59
	21/01/2002 00:00	26,45		21/03/2002 00:00	29,82		21/05/2002 00:00	32,53		21/07/2002 00:00	30,9		21/09/2002 00:00	29,33		21/11/2002 00:00	26,24
	22/01/2002 00:00	27,56		22/03/2002 00:00	30,29		22/05/2002 00:00	31,64		22/07/2002 00:00	31,06		22/09/2002 00:00	28,67		22/11/2002 00:00	25,94
	23/01/2002 00:00	27,55		23/03/2002 00:00	30,32		23/05/2002 00:00	31,61		23/07/2002 00:00	29,81		23/09/2002 00:00	27,81		23/11/2002 00:00	26,56
	24/01/2002 00:00	26,48		24/03/2002 00:00	29,74		24/05/2002 00:00	29,16		24/07/2002 00:00	29,21		24/09/2002 00:00	29,57		24/11/2002 00:00	26,11
	25/01/2002 00:00	25,82		25/03/2002 00:00	29,37		25/05/2002 00:00	29,97		25/07/2002 00:00	27,14		25/09/2002 00:00	30,34		25/11/2002 00:00	26,72
	26/01/2002 00:00	26,91		26/03/2002 00:00	28,69		26/05/2002 00:00	31,3		26/07/2002 00:00	27,61		26/09/2002 00:00	29,86		26/11/2002 00:00	26,01
	27/01/2002 00:00	25,56		27/03/2002 00:00	28,69		27/05/2002 00:00	30,71		27/07/2002 00:00	29,07		27/09/2002 00:00	29,83		27/11/2002 00:00	25,94
	28/01/2002 00:00	25,05		28/03/2002 00:00	29,31		28/05/2002 00:00	29,38		28/07/2002 00:00	30,08		28/09/2002 00:00	29,35		28/11/2002 00:00	24,95
	29/01/2002 00:00	26,38		29/03/2002 00:00	29,42		29/05/2002 00:00	30,81		29/07/2002 00:00	30,7		29/09/2002 00:00	30,08		29/11/2002 00:00	23,86
	30/01/2002 00:00	27,13		30/03/2002 00:00	29,76		30/05/2002 00:00	31,08		30/07/2002 00:00	29,4		30/09/2002 00:00	29,73		30/11/2002 00:00	23,4
	31/01/2002 00:00	27,13		31/03/2002 00:00	28,7		31/05/2002 00:00	30,22		31/07/2002 00:00	29,82	octubre	01/10/2002 00:00	27,8		01/12/2002 00:00	26,77
febrero	01/02/2002 00:00	26,3	abril	01/04/2002 00:00	27,78	junio	01/06/2002 00:00	29,98	agosto	01/08/2002 00:00	29,25		02/10/2002 00:00	27,84		02/12/2002 00:00	27,14
	02/02/2002 00:00	27,13		02/04/2002 00:00	28,03		02/06/2002 00:00	31,01		02/08/2002 00:00	27,88		03/10/2002 00:00	28,2		03/12/2002 00:00	27,81
	03/02/2002 00:00	26,65		03/04/2002 00:00	28,29		03/06/2002 00:00	30,82		03/08/2002 00:00	27,27		04/10/2002 00:00	28,26		04/12/2002 00:00	27,2
	04/02/2002 00:00	24,83		04/04/2002 00:00	27,87		04/06/2002 00:00	28,55		04/08/2002 00:00	27,67		05/10/2002 00:00	29,31		05/12/2002 00:00	27,22
	05/02/2002 00:00	26		05/04/2002 00:00	28,87		05/06/2002 00:00	28,1		05/08/2002 00:00	28,75		06/10/2002 00:00	30,05		06/12/2002 00:00	27,18
	06/02/2002 00:00	27,26		06/04/2002 00:00	28,45		06/06/2002 00:00	28,72		06/08/2002 00:00	28,93		07/10/2002 00:00	29,87		07/12/2002 00:00	27,03
	07/02/2002 00:00	27,81		07/04/2002 00:00	30,01		07/06/2002 00:00	29,4		07/08/2002 00:00	25,7		08/10/2002 00:00	29,27		08/12/2002 00:00	26,85
	08/02/2002 00:00	27,31		08/04/2002 00:00	30,69		08/06/2002 00:00	27,26		08/08/2002 00:00	27,08		09/10/2002 00:00	29		09/12/2002 00:00	26,54
	09/02/2002 00:00	26,41		09/04/2002 00:00	30,35		09/06/2002 00:00	26,77		09/08/2002 00:00	27,34		10/10/2002 00:00	30,12		10/12/2002 00:00	24,7
	10/02/2002 00:00	26,3		10/04/2002 00:00	31,32		10/06/2002 00:00	27,58		10/08/2002 00:00	27,95		11/10/2002 00:00	31,27		11/12/2002 00:00	25,85
	11/02/2002 00:00	26,81		11/04/2002 00:00	32,25		11/06/2002 00:00	28,01		11/08/2002 00:00	29,24		12/10/2002 00:00	29,61		12/12/2002 00:00	26,45
	12/02/2002 00:00	27,03		12/04/2002 00:00	30,94		12/06/2002 00:00	29,04		12/08/2002 00:00	28,91		13/10/2002 00:00	29,15		13/12/2002 00:00	26,13
	13/02/2002 00:00	27,73		13/04/2002 00:00	29,85		13/06/2002 00:00	29,95		13/08/2002 00:00	29,72		14/10/2002 00:00	29,91		14/12/2002 00:00	25,71
	14/02/2002 00:00	26,12		14/04/2002 00:00	28,81		14/06/2002 00:00	27,39		14/08/2002 00:00	29,42		15/10/2002 00:00	28,55		15/12/2002 00:00	27,38
	15/02/2002 00:00	25,62		15/04/2002 00:00	27,66		15/06/2002 00:00	28,56		15/08/2002 00:00	28,24		16/10/2002 00:00	28,35	diciembre	16/12/2002 00:00	26,62
	16/02/2002 00:00	27,65		16/04/2002 00:00	29,13		16/06/2002 00:00	30,7		16/08/2002 00:00	29,63		17/10/2002 00:00	29,52		17/12/2002 00:00	26,63
	17/02/2002 00:00	28,11		17/04/2002 00:00	30,01		17/06/2002 00:00	30,15		17/08/2002 00:00	31,01		18/10/2002 00:00	29,63		18/12/2002 00:00	27,38
	18/02/2002 00:00	26,33		18/04/2002 00:00	30,03		18/06/2002 00:00	28,44		18/08/2002 00:00	31,96		19/10/2002 00:00	28,25		19/12/2002 00:00	27,37
	19/02/2002 00:00	27,19		19/04/2002 00:00	29,48		19/06/2002 00:00	29,97		19/08/2002 00:00	32,01		20/10/2002 00:00	28,76		20/12/2002 00:00	27,59
	20/02/2002 00:00	27,98		20/04/2002 00:00	29,09		20/06/2002 00:00	30,9		20/08/2002 00:00	30,19		21/10/2002 00:00	28,86		21/12/2002 00:00	25,34
	21/02/2002 00:00	28,95		21/04/2002 00:00	28,69		21/06/2002 00:00	32		21/08/2002 00:00	29,21		22/10/2002 00:00	28,9		22/12/2002 00:00	26,45
	22/02/2002 00:00	29,63		22/04/2002 00:00	29,38		22/06/2002 00:00	31,16		22/08/2002 00:00	29,47		23/10/2002 00:00	29,16		23/12/2002 00:00	27,24
	23/02/2002 00:00	28,84		23/04/2002 00:00	29,97		23/06/2002 00:00	31,3		23/08/2002 00:00	29,83		24/10/2002 00:00	28,84		24/12/2002 00:00	26,5
	24/02/2002 00:00	27,83		24/04/2002 00:00	29,47		24/06/2002 00:00	31,37		24/08/2002 00:00	30,29		25/10/2002 00:00	28,52		25/12/2002 00:00	25,02
	25/02/2002 00:00	25,94		25/04/2002 00:00	30,56		25/06/2002 00:00	29,98		25/08/2002 00:00	30,03		26/10/2002 00:00	28,18		26/12/2002 00:00	23,83
	26/02/2002 00:00	26,79		26/04/2002 00:00	30,4		26/06/2002 00:00	28,81		26/08/2002 00:00	29,77		27/10/2002 00:00	28,68		27/12/2002 00:00	23,13
	27/02/2002 00:00	28,47		27/04/2002 00:00	29,21		27/06/2002 00:00	30,62		27/08/2002 00:00	30		28/10/2002 00:00	28,24		28/12/2002 00:00	23,77
	28/02/2002 00:00	29,2		28/04/2002 00:00	29,3		28/06/2002 00:00	30,49		28/08/2002 00:00	29,53		29/10/2002 00:00	28,57		29/12/2002 00:00	25,88
				29/04/2002 00:00	28,09		29/06/2002 00:00	29,25		29/08/2002 00:00	28,94		30/10/2002 00:00	28,63		30/12/2002 00:00	27,66
				30/04/2002 00:00	27,35		30/06/2002 00:00	29,7		30/08/2002 00:00	28,79		31/10/2002 00:00	27,3		31/12/2002 00:00	27,71
										31/08/2002 00:00	30,47						

Días no lectivos
Días lectivos

Datos de la Propuesta resultado de la Investigación (emplazado a 3metros sobre el nivel de suelo)

Temperatura Operativa o de Confort (Resultados Obtenidos por Design Builder)

Meses	Días Analizados	T°	Meses	Días Analizados	T°	Meses	Días Analizados	T°	Meses	Días Analizados	T°	Meses	Días Analizados	T°	Meses	Días Analizados	T°
enero	01/01/2002 00:00	27,34	marzo	01/03/2002 00:00	27,97	mayo	01/05/2002 00:00	27,5	julio	01/07/2002 00:00	27,54	setiembre	01/09/2002 00:00	30,43	noviembre	01/11/2002 00:00	25,21
	02/01/2002 00:00	26,29		02/03/2002 00:00	27,73		02/05/2002 00:00	29,5		02/07/2002 00:00	28,12		02/09/2002 00:00	29,31		02/11/2002 00:00	24,62
	03/01/2002 00:00	26,33		03/03/2002 00:00	26,59		03/05/2002 00:00	29,84		03/07/2002 00:00	28,91		03/09/2002 00:00	29,65		03/11/2002 00:00	25,14
	04/01/2002 00:00	26,69		04/03/2002 00:00	25,02		04/05/2002 00:00	29,86		04/07/2002 00:00	27,86		04/09/2002 00:00	30,69		04/11/2002 00:00	24,91
	05/01/2002 00:00	26,3		05/03/2002 00:00	25,91		05/05/2002 00:00	29,33		05/07/2002 00:00	26,49		05/09/2002 00:00	30,59		05/11/2002 00:00	25,8
	06/01/2002 00:00	25,33		06/03/2002 00:00	27,43		06/05/2002 00:00	29,24		06/07/2002 00:00	25,69		06/09/2002 00:00	30,35		06/11/2002 00:00	27,02
	07/01/2002 00:00	25,39		07/03/2002 00:00	27,23		07/05/2002 00:00	28,51		07/07/2002 00:00	27,06		07/09/2002 00:00	28,84		07/11/2002 00:00	26,71
	08/01/2002 00:00	23,91		08/03/2002 00:00	25,23		08/05/2002 00:00	28,35		08/07/2002 00:00	28,85		08/09/2002 00:00	27,38		08/11/2002 00:00	28,1
	09/01/2002 00:00	22,44		09/03/2002 00:00	25,09		09/05/2002 00:00	27,65		09/07/2002 00:00	29,91		09/09/2002 00:00	26,54		09/11/2002 00:00	28,69
	10/01/2002 00:00	23,53		10/03/2002 00:00	26,62		10/05/2002 00:00	27,88		10/07/2002 00:00	29,74		10/09/2002 00:00	26,55		10/11/2002 00:00	29,31
	11/01/2002 00:00	24,67		11/03/2002 00:00	26,79		11/05/2002 00:00	28,64		11/07/2002 00:00	27,07		11/09/2002 00:00	26,32		11/11/2002 00:00	28,32
	12/01/2002 00:00	22,71		12/03/2002 00:00	27,07		12/05/2002 00:00	27,53		12/07/2002 00:00	26,96		12/09/2002 00:00	27,28		12/11/2002 00:00	26,26
	13/01/2002 00:00	22,51		13/03/2002 00:00	27,77		13/05/2002 00:00	27,16		13/07/2002 00:00	27,06		13/09/2002 00:00	27,43		13/11/2002 00:00	26,14
	14/01/2002 00:00	23,15		14/03/2002 00:00	28,14		14/05/2002 00:00	27,11		14/07/2002 00:00	26,76		14/09/2002 00:00	28,89		14/11/2002 00:00	27,15
	15/01/2002 00:00	21,57		15/03/2002 00:00	28,4		15/05/2002 00:00	28,83		15/07/2002 00:00	25,43		15/09/2002 00:00	28,9		15/11/2002 00:00	26,85
	16/01/2002 00:00	22,59		16/03/2002 00:00	28,85		16/05/2002 00:00	28,99		16/07/2002 00:00	26,08		16/09/2002 00:00	26,81		16/11/2002 00:00	26,21
	17/01/2002 00:00	22,94		17/03/2002 00:00	30,04		17/05/2002 00:00	28,4		17/07/2002 00:00	28,14		17/09/2002 00:00	25,5		17/11/2002 00:00	26,6
	18/01/2002 00:00	24,43		18/03/2002 00:00	28,87		18/05/2002 00:00	28,55		18/07/2002 00:00	29,36		18/09/2002 00:00	26,81		18/11/2002 00:00	25,68
	19/01/2002 00:00	25,9		19/03/2002 00:00	28,23		19/05/2002 00:00	29,14		19/07/2002 00:00	29,38		19/09/2002 00:00	28		19/11/2002 00:00	27,51
	20/01/2002 00:00	25,6		20/03/2002 00:00	28,64		20/05/2002 00:00	30,53		20/07/2002 00:00	28,36		20/09/2002 00:00	27,99		20/11/2002 00:00	28,63
	21/01/2002 00:00	25,55		21/03/2002 00:00	28,6		21/05/2002 00:00	31,01		21/07/2002 00:00	30,32		21/09/2002 00:00	28,67		21/11/2002 00:00	25,51
	22/01/2002 00:00	26,42		22/03/2002 00:00	29,24		22/05/2002 00:00	30,82		22/07/2002 00:00	29,88		22/09/2002 00:00	28,21		22/11/2002 00:00	25,22
	23/01/2002 00:00	25,84		23/03/2002 00:00	29,24		23/05/2002 00:00	30,72		23/07/2002 00:00	28,99		23/09/2002 00:00	26,66		23/11/2002 00:00	26,05
	24/01/2002 00:00	24,42		24/03/2002 00:00	28,83		24/05/2002 00:00	29,08		24/07/2002 00:00	28,91		24/09/2002 00:00	28,26		24/11/2002 00:00	25,42
	25/01/2002 00:00	23,83		25/03/2002 00:00	28,08		25/05/2002 00:00	29,49		25/07/2002 00:00	27,25		25/09/2002 00:00	29,27		25/11/2002 00:00	25,58
	26/01/2002 00:00	25,55		26/03/2002 00:00	27,57		26/05/2002 00:00	30,43		26/07/2002 00:00	26,92		26/09/2002 00:00	28,9		26/11/2002 00:00	25,16
	27/01/2002 00:00	24,99		27/03/2002 00:00	28,53		27/05/2002 00:00	29,96		27/07/2002 00:00	28,04		27/09/2002 00:00	28,83		27/11/2002 00:00	25,37
	28/01/2002 00:00	24,15		28/03/2002 00:00	28,89		28/05/2002 00:00	28,97		28/07/2002 00:00	29,04		28/09/2002 00:00	28,21		28/11/2002 00:00	24,51
	29/01/2002 00:00	24,79		29/03/2002 00:00	28,87		29/05/2002 00:00	30,07		29/07/2002 00:00	29,28		29/09/2002 00:00	29,1		29/11/2002 00:00	23,38
	30/01/2002 00:00	25,41		30/03/2002 00:00	28,96		30/05/2002 00:00	29,97		30/07/2002 00:00	27,78		30/09/2002 00:00	28,62		30/11/2002 00:00	23,28
	31/01/2002 00:00	25,98		31/03/2002 00:00	28,69		31/05/2002 00:00	29,65		31/07/2002 00:00	29	octubre	01/10/2002 00:00	26,77		01/12/2002 00:00	26,26
febrero	01/02/2002 00:00	25,78	abril	01/04/2002 00:00	27,44	junio	01/06/2002 00:00	29,08	agosto	01/08/2002 00:00	28,45		02/10/2002 00:00	27,08		02/12/2002 00:00	25,73
	02/02/2002 00:00	25,85		02/04/2002 00:00	27,65		02/06/2002 00:00	29,82		02/08/2002 00:00	27,57		03/10/2002 00:00	27,61		03/12/2002 00:00	26,29
	03/02/2002 00:00	26,3		03/04/2002 00:00	27,51		03/06/2002 00:00	29,05		03/08/2002 00:00	26,82		04/10/2002 00:00	27,91		04/12/2002 00:00	26,97
	04/02/2002 00:00	23,37		04/04/2002 00:00	27,44		04/06/2002 00:00	27,55		04/08/2002 00:00	26,7		05/10/2002 00:00	28,65		05/12/2002 00:00	26,55
	05/02/2002 00:00	24,26		05/04/2002 00:00	28,78		05/06/2002 00:00	27,86		05/08/2002 00:00	26,9		06/10/2002 00:00	29,11		06/12/2002 00:00	26,49
	06/02/2002 00:00	25,93		06/04/2002 00:00	28,55		06/06/2002 00:00	28,32		06/08/2002 00:00	27,09		07/10/2002 00:00	28,46		07/12/2002 00:00	26,25
	07/02/2002 00:00	26,56		07/04/2002 00:00	29,69		07/06/2002 00:00	28,44		07/08/2002 00:00	25,77		08/10/2002 00:00	28,12		08/12/2002 00:00	26,35
	08/02/2002 00:00	25,92		08/04/2002 00:00	29,58		08/06/2002 00:00	27,07		08/08/2002 00:00	26,92		09/10/2002 00:00	28,62		09/12/2002 00:00	25,35
	09/02/2002 00:00	25,38		09/04/2002 00:00	28,91		09/06/2002 00:00	26,66		09/08/2002 00:00	27,03		10/10/2002 00:00	29,64		10/12/2002 00:00	24,33
	10/02/2002 00:00	25,67		10/04/2002 00:00	29,89		10/06/2002 00:00	26,85		10/08/2002 00:00	27,67		11/10/2002 00:00	30,48		11/12/2002 00:00	25
	11/02/2002 00:00	25,26		11/04/2002 00:00	30,65		11/06/2002 00:00	27,29		11/08/2002 00:00	28,61		12/10/2002 00:00	29,52		12/12/2002 00:00	26,11
	12/02/2002 00:00	25,29		12/04/2002 00:00	29,29		12/06/2002 00:00	28,12		12/08/2002 00:00	27,95		13/10/2002 00:00	29,69		13/12/2002 00:00	25,64
	13/02/2002 00:00	26,82		13/04/2002 00:00	28,28		13/06/2002 00:00	29,69		13/08/2002 00:00	28,12		14/10/2002 00:00	28,72		14/12/2002 00:00	25,22
	14/02/2002 00:00	25,04		14/04/2002 00:00	27,8		14/06/2002 00:00	27,28		14/08/2002 00:00	28,06		15/10/2002 00:00	28,26		15/12/2002 00:00	26,06
	15/02/2002 00:00	24,63		15/04/2002 00:00	26,4		15/06/2002 00:00	28,13		15/08/2002 00:00	28,25		16/10/2002 00:00	28,14	diciembre	16/12/2002 00:00	26,44
	16/02/2002 00:00	26,65		16/04/2002 00:00	27,63		16/06/2002 00:00	29,73		16/08/2002 00:00	28,93		17/10/2002 00:00	28,8		17/12/2002 00:00	25,82
	17/02/2002 00:00	27,42		17/04/2002 00:00	28,72		17/06/2002 00:00	28,6		17/08/2002 00:00	30,03		18/10/2002 00:00	28,94		18/12/2002 00:00	25,57
	18/02/2002 00:00	25,59		18/04/2002 00:00	28,74		18/06/2002 00:00	27,85		18/08/2002 00:00	30,96		19/10/2002 00:00	28,08		19/12/2002 00:00	26,56
	19/02/2002 00:00	26		19/04/2002 00:00	28,21		19/06/2002 00:00	29,99		19/08/2002 00:00	30,58		20/10/2002 00:00	28,51		20/12/2002 00:00	26,44
	20/02/2002 00:00	27,29		20/04/2002 00:00	28,34		20/06/2002 00:00	30,53		20/08/2002 00:00	29,37		21/10/2002 00:00	28,13		21/12/2002 00:00	24,61
	21/02/2002 00:00	28,14		21/04/2002 00:00	27,94		21/06/2002 00:00	31,1		21/08/2002 00:00	28,93		22/10/2002 00:00	27,59		22/12/2002 00:00	25,03
	22/02/2002 00:00	28,83		22/04/2002 00:00	27,77		22/06/2002 00:00	30,71		22/08/2002 00:00	28,63		23/10/2002 00:00	28,19		23/12/2002 00:00	25,35
	23/02/2002 00:00	27,91		23/04/2002 00:00	28,46		23/06/2002 00:00	30,32		23/08/2002 00:00	28,81		24/10/2002 00:00	28,12		24/12/2002 00:00	24,33
	24/02/2002 00:00	27,54		24/04/2002 00:00	28,36		24/06/2002 00:00	29,81		24/08/2002 00:00	29,48		25/10/2002 00:00	27,65		25/12/2002 00:00	23,28
	25/02/2002 00:00	25,8		25/04/2002 00:00	29,42		25/06/2002 00:00	29,31		25/08/2002 00:00	29,5		26/10/2002 00:00	27,04		26/12/2002 00:00	23,05
	26/02/2002 00:00	26,07		26/04/2002 00:00	29,29		26/06/2002 00:00	28,19		26/08/2002 00:00	28,69		27/10/2002 00:00	27,37		27/12/2002 00:00	22,91
	27/02/2002 00:00	27,69		27/04/2002 00:00	28,02		27/06/2002 00:00	29,53		27/08/2002 00:00	28,91		28/10/2002 00:00	26,19		28/12/2002 00:00	23,38
	28/02/2002 00:00	28,56		28/04/2002 00:00	28,46		28/06/2002 00:00	29,4		28/08/2002 00:00	29,28		29/10/2002 00:00	26,67		29/12/2002 00:00	24,76
				29/04/2002 00:00	26,62		29/06/2002 00:00	28,56		29/08/2002 00:00	28,88		30/10/2002 00:00	27,98		30/12/2002 00:00	25,99
				30/04/2002 00:00	25,74		30/06/2002 00:00	29		30/08/2002 00:00	28,84		31/10/2002 00:00	26,97		31/12/2002 00:00	25,87
										31/08/2002 00:00	29,96						

Días no lectivos
Días lectivos

Glosario / Términos Generales

Asincronía institucional: "Desfase a los requerimientos, posibilidades y necesidades de la sociedad" Esto se observa principalmente en las instituciones, las cuales experimentan cambios en distintos momentos o fases que no permiten un desarrollo en conjunto de la parte administrativa y la parte educativa.

Confort: Es la sensación de bienestar o comodidad.

Confort Higrotérmico: Ausencia de incomodidad o malestar térmico, donde los mecanismos de termorregulación que dispone el cuerpo humano como el metabolismo y la sudoración, entre otros no se activan debido al bienestar de la persona.

Disparidad: Según el doctor Carlos Pallán Figueroa "es la distorsión existente entre un sistema educativo y su respectivo ambiente" esto se debe a la adopción de modelos foráneos, los cuales no han sido adaptados a Costa Rica y no poseen relación con la sociedad nacional.

Diagrama Psicométrico: La utilización de la carta psicométrica se debe al uso de materiales constructivos que permitan responder a condiciones externas y crear un ambiente interno dentro de la zona de bienestar. La estructura de un diagrama psicométrico depende de:

1.Temperatura Bulbo Seco (°C)
2.Humedad Absoluta (HA)
3.Humedad Relativa (°C)
4.Entalpía (H) KJ/KG
5.Volumen específico (SV) M3/KG

En donde se analizan las siguientes zonas:

1.Zona de bienestar térmico, delimitada por la temperatura del bulbo seco y la humedad relativa.

2.Zona de Bienestar ampliada por factores adicionales:
-Materiales: Masa Térmica
-Enfriamiento evaporativo
-Sistemas mecánicos de ventilación y deshumidificación
-Calentamiento pasivo
-Calentamiento mecánico

Estandarizar: Repetición de un mismo modelo, objeto, acción.

Estrategias pasivas: según la guía de diseño bioclimático de la UCR, es el adecuado análisis climático y con la relación de los requerimientos de confort de los usuarios según factores geográficos, climáticos y sociales. Se determinan zonas donde se indica como el diseño puede responder favorablemente a condiciones de humedad y temperatura para generar espacios confortables. Entre las zonas de encuentran:

1. Zona de confort o neutral
2. Zona de ventilación natural
3. Zona de calentamiento
4. Zona de enfriamiento evaporativo
5. Zona de Masa Térmica
6. Zona de des humidificación
7. Zona de acondicionamiento activo o mecánico

Efecto de Masa Térmica: Se trata el almacenamiento o liberación rápida de calor respecto a la masividad (pesado o liviano) dada al edificio.

Humedad Relativa: Es la "Presión real del vapor de agua x 100 / Presión de saturación del vapor de agua a esa temperatura del aire".

Modernización Refleja: Son principio o elementos que se han tomado del exterior y se han utilizado en el país, sin embargo, no logran el cambio esperado o similar al que se tomó, aunque lo hayan realizado en un ambiente óptimo.

Neuroarquitectura: Según el psicólogo Christoph Holscher, "es una ciencia amable y reciente que busca entender, a través de la neurociencia, cómo el espacio afecta a la mente humana."

Rendimiento académico: Es el resultado cuantitativo que se obtiene dentro de un proceso académico conforme a evaluaciones.

Temperatura de Bulbo Seco: Es la temperatura del aire seco junto con el vapor de agua.

Temperatura operativa: Según el Instituto de Seguridad y Salud Laboral de Murcia, "La temperatura operativa es una ponderación de la temperatura radiante media de los cerramientos del local y la temperatura seca del aire,

considerando que ambas contribuyen a la temperatura ambiental con sus coeficientes de transferencia de calor radiante y convectivo. Esta magnitud mide las condiciones ambientales que determinan la temperatura en las que el cuerpo humano elimina calor por convección y por radiación, para garantizar un grado mínimo de bienestar térmico."

Ayuda a disipar el calor ganado durante el día debido a la temperatura y humedad que se acumularon superando los límites de zona de confort. Se utiliza para modificar el efecto de masa térmica.

Vulnerabilidad: Acción de ser herido, ya sea de alguna manera física o moral.

Zona de vida de Holdridge: Región geográfica y biológica delimitada por parámetros climáticos como temperatura, precipitaciones, humedad donde se clasifican distintas áreas terrestres por su comportamiento global biológico.

Siglas / Normativas Generales

Siglas
DIEE: Dirección de Infraestructura y Equipamiento Educativo
MEP: Ministerio de Educación Pública
SIG-MEP: Sistema de Información Geográfica- Ministerio de Educación Pública
CENIFE: Centro Nacional de Infraestructura Física Educativa
CATIE: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
SETENA: Secretaría Técnica Nacional Ambiental
MINAE: Ministerio Nacional de Ambiente y Energía
ASHRAE: American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Enginers
HVAC: Heating, Ventilation, and Air conditioning
INEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos
ProDUS: Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible
UCR: Universidad de Costa Rica

Normativas
1. Compendio de normas y recomendaciones para la construcción de edificios para la educación (DIEE-MEP).
2. Asociación Nacional de protección contra el Fuego (NFPA)
3. Ley de igualdad de oportunidades para las personas con discapacidad (Ley 7600)
4. ASHRAE 55: El confort térmico se basa en temperatura de bulbo seco, nivel de arropamiento (clo), actividad metabólica (met), velocidad del viento, humedad y temperatura radiante.

Índice de imágenes por capítulos

CAP 1: Introductorio
Imagen 1.1: Escuela Metálica, fuente: Andres Monge
Imagen 1.2: Escuela Prefabricada. Tomada de: Presidencia de la República de Costa Rica.
Imagen 1.3: Infraestructura estatal. Tomada de: Otras voces en educación
Imagen 1.4: Educación Indígena. Tomada de: elmundo.cr
Imagen 1.5: Escuela en zonas rurales. Tomada de: El financiero
Imagen 1.6: Centro de capacitación Indígena Käpäcläjuic, tomada de Plataforma de Arquitectura

CAP 2: Situación Educativa
Imagen 2.1: Escuela Unificada República del Perú, Fuente propia
Imagen 2.2: Escuela Santo Thomás. Fuente: Mapio.net
Imagen 2.3: Gráfico de provincias con mayor infraestructura en 1886 realizado por autores.
Imagen 2.4. Gráfico de crecimiento demográfico, realizado por autores
Imagen 2.5: Escuela Central de Atenas Tomado de: Youtube
Imagen 2.6: Escuela Buenaventura Corrales, Metálica. Tomado de: Mapio.net
Imagen 2.7: Gráfico de crecimiento demográfico vs matrícula escolar, realizado por autores
Imagen 2.8: Gráfico de presupuesto por alumno según los años
Imagen 2.9: Escuela prefabricada. Tomada de Presidencia Nacional de Costa Rica
Imagen 2.10: Línea del tiempo de la evolución educativa. Fuente propia
Imagen 2.11: Escuela Central de Tres Ríos. Tomada de INEC
Imagen 2.12, Mapa de escuelas existentes de 1950-2011. Fuente: datos del Atlas de la educación, interpretado por autores.
Imagen 2.13, Serie de Mapas de escuelas existentes de 1950-2011. Fuente: datos del Atlas de la educación, interpretado por autores.
Imagen 2.14, Mapas de las distintas tipologías escolares. Fuente: datos del Atlas de la educación, interpretado por autores.
Imagen 2.15, Gráfico de Índice de Situación Educativa (ISE) según Etnia 2010. Fuente: datos del Estado de la Nación, interpretado por autores.
Imagen 2.16, Gráfico de cantidad de centros educativos indígenas. Fuente: datos del Estado de la Nación, interpretado por autores.
Imagen 2.17, Ejemplo de Infraestructura educativa, Colegio Indígena en Buenos Aires, Puntarenas, Colegio Yimba Caj. Tomada de: Nacion.com
Imagen 2.18, Infraestructura educativa, vulnerabilidad y mal estado de las escuelas públicas. Fuente: http://www.ximendaz.com/787/

Imagen2.19, Mapas de las vulnerabilidades educativa. Fuente: mapas del Atlas de la educación, realizado por autores
Imagen 2.20, Porcentajes de Incidencia de pobreza Cantonal, Elaboración Propia basado en ¨Costa Ricas mapas de pobreza 2011¨ del INEC 2013
Imagen 2.21, Cantones con altos porcentajes de Pobreza, Elaboración Propia basado ¨Costa Ricas mapas de pobreza 2011¨ del INEC
Imagen 2.22, Logo del Ministerio de Educación Pública, Extraído de: http://presidencia.go.cr/comunicados/2016/07/el-gobierno-de-la-republica-y-la-educacion-dual/
Imagen 2.23, Logo de la Dirección de Infraestructura educativa Extraído de: http://diee.mep.go.cr/sites/all/themes/mepbase/logo_diee_mep_go_cr_2.png
Imagen 2.24, Los tres grupos de diseños propuestos por la DIEE, Elaboración Propia.
Imagen 2.25, Los tres grupos, con los prototipos que se analizarán, Elaboración Propia.
Imagen 2.26, Diagrama metodológico para determinar el grado de estandarización de los prototipos propuestos por la DIEE, Elaboración Propia
Imagen 2.27, Tabla con características de los prototipos DIEE, Elaboración Propia
Imagen 2.28, Plantas y Elevaciones de los prototipos DIEE, Tomado de http://diee.mep.go.cr/planos-prototipo-2016
Imagen 2.29, Tabla con características de los prototipos DIEE, Elaboración Propia
Imagen 2.30, Plantas y Elevaciones de los prototipos DIEE, Tomado de http://diee.mep.go.cr/planos-prototipo-2016
Imagen 2.31, Tabla con características de los prototipos DIEE, Elaboración Propia
Imagen 2.32, Plantas y Elevaciones de los prototipos DIEE, Tomado de http://diee.mep.go.cr/planos-prototipo-2016
Imagen 2.33, Tabla con características de los prototipos DIEE, Elaboración Propia
Imagen 2.34, Plantas y Elevaciones de los prototipos DIEE, Tomado de http://diee.mep.go.cr/planos-prototipo-2016
Imagen 2.35, Tabla con características de los prototipos DIEE, Elaboración Propia
Imagen 2.36, Plantas y Elevaciones de los prototipos DIEE, Tomado de http://diee.mep.go.cr/planos-prototipo-2016
Imagen 2.37, Tabla con características de los prototipos DIEE, Elaboración Propia
Imagen 2.38, Plantas y Elevaciones de los prototipos DIEE, Tomado de http://diee.mep.go.cr/planos-prototipo-2016
Imagen 2.39, Tabla con características de los prototipos DIEE, Elaboración Propia
Imagen 2.40, Plantas y Elevaciones de los prototipos DIEE, Tomado de http://diee.mep.go.cr/planos-prototipo-2016

Imagen 2.41, Las cinco morfologías establecidas a partir de los diseños propuestos por la DIEE, Elaboración Propia.
Imagen 2.42, Estrategias pasivas determinadas en los diseños propuestos por la DIEE, Elaboración Propia.
Imagen 2.43, Estrategias pasivas determinadas en los diseños propuestos por la DIEE, Elaboración Propia.
Imagen 2.44, Tipos de estandarización y sus relaciones, Elaboración Propia.
Ampliación Imagen 2.44, Estrategias pasivas determinadas en los diseños propuestos por la DIEE, Elaboración Propia.

CAP 3: Arquitectura y Entorno

Imagen 3.1: Interior del Aula Mazaronkiari-ama. Fuente: Archdaily.mx
Imagen 3.2: Ambiente educativo de la escuela Hanazono. Fuente: Archdaily.mx
Imagen 3.3, Relación de neuroarquitectura y educación. Elaboración Propia
Imagen 3.4, Espacios educativos tradicionales. Fuente: Diario Digital Nuestro País
Imagen 3.5, Espacios educativos Modernos. Fuente: Plataforma de Arquitectura
Imagen 3.6 Tipos y formatos de educación. Elaboración Propia
Imagen 3.7, Educación y Arquitectura. Elaboración Propia
Imagen 3.8, Escuela Infantil. Elaboración Propia
Imagen 3.9, Escala infantil y su relación con el espacio. Tomado de Espacios en Movimiento, Guía de diseño de espacios de aprendizaje infantil. Diagramación Propia
Imagen 3.10, Área de confort. Tomado de Espacios en Movimiento, Guía de diseño de espacios de aprendizaje infantil. Diagramación Propia
Imagen 3.11, Estímulo Cognitivo. Diagramación Propia
Imagen 3.12, Posible distribución del mobiliario escolar en aulas prácticas. Tomado de Guía estrategias pasivas de diseño bioclimático. Modificado
por autores
Imagen 3.13, Sensación Integral de Confort/ Tipos de Confort y Parámetros, Elaboración Propia
Imagen 3.14, Variables que se relacionan en la ganancia y pérdidas de calor entre el espacio y usuarios, Elaboración Propia.
Imagen 3.15, Mecanismos reguladores en el intercambio térmico, Elaboración Propia.
Imagen 3.16, Factores del usuario que influyen en el estrés térmico, Elaboración Propia.
Imagen3.17, Requerimientos espaciales para el Confort Higrotérmico, basado en Ergonomía 2 Confort y Estres Térmico 1998, de Pedro Mondelo.
Imagen 3.18, Curva de confort entre Humedad Relativa/temperatura operativa según método Fanger, basado en Ergonomía 2 Confort y Estres Térmico 1998, de Pedro Mondelo,

Imagen 3.19, Estratificación térmica. Elaboración Propia basado en Designing Quality Learning Spaces, Ventilation and Indoor Air Quality, 2007 de BRANZ Ltd,.
Imagen 3.20. Tabla de Valores de renovación de aire por espacio y área mínima de aperturas en ventanas Elaboración propia basado en Manual de criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos oficiales, Ministerio de Educación Guatemala, 2016.
Imagen 3.21, Tiempo de tolerancia y efectos nocivos de niveles máximos de ruido. Elaboración propia basado Norma Técnica, Confort Seguridad y Especialidades, Ministerio de Educación Perú, 2006
Imagen 3.22, Niveles de ruido de fondo, Elaboración propia basado Norma Técnica, Confort Seguridad y Especialidades, Ministerio de Educación Perú, 2006
Imagen 3.23, Tabla de Límites máximos de ruido interior y Tiempo de reverberación óptimo, Elaboración propia basado Norma Técnica, Confort Seguridad y Especialidades, Ministerio de Educación Perú, 2006
Imagen 3.24, Diagrama de Bolt, Beranek & Newman, Elaboración propia basado Norma Técnica, Confort Seguridad y Especialidades, Ministerio de Educación Perú, 2006
Imagen 3.25, Tabla de Materiales e Índice de Atenuación Acústica, Elaboración propia basado Norma Técnica, Confort Seguridad y Especialidades, Ministerio de Educación Perú, 2006
Imagen 3.26, Factores a considerar para un diseño adecuado para el confort acústico, BRANZ Ltd, Designing Quality Learning Spaces, Acoustics, 2016
Imagen 3.27, Ángulo de deslumbramiento y campo visual, Ergonomía 4 El Trabajo en Oficinas(González & Gómez, 2001)
Imagen 3.28, Ángulo de deslumbramiento, control y campo visual, Ergonomía 4 El Trabajo en Oficinas(González & Gómez, 2001)
Imagen3.29, Coeficientes de reflexión aceptables para diversas superficies del aula, Elaboración Propia basado en Manual de criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos oficiales, (Ministerio de Educación Guatemala, 2016)
Imagen 3.30, Factores de reflexión para materiales y colores, Elaboración Propia basado en Manual de criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos oficiales, (Ministerio de Educación Guatemala, 2016)
Imagen 3.31, Cualidades de tonos grises, blanco y negro. Elaboración Propia basado en Ergonomía 4 El Trabajo en Oficinas, González & Gómez, 2001 y Color, arquitectura y estados de ánimo, De Corso.
Imagen 3.32, Cualidades de los colores. Elaboración Propia basado en Ergonomía 4 El Trabajo en Oficinas, González & Gómez, 2001 y Color, arquitectura y estados de ánimo, De Corso.
Imagen 3.33, Campo visual y rangos Buenos/Aceptables (planta). Elaboración Propia basado en Ergonomía 4 El Trabajo en Oficinas, González & Gómez, 2001
Imagen 3.34, Campo visual y rangos Buenos/Aceptables(lateral). Elaboración Propia basado en Ergonomía 4 El Trabajo en Oficinas, González & Gómez, 2001

Imagen 3.35, Efectos de los ángulos de la línea de visión y la distancia. Elaboración Propia basado en Designing Quality Learning Spaces, Introduction and Interior Design, Function and Aesthetics, BRANZ Ltd, 2006.
Imagen3.36, Ángulo de deslumbramiento y campo visual. Elaboración Propia basado en Ergonomía 4 El Trabajo en Oficinas, González & Gómez, 2001
Imagen 3.37, Ángulo máximo de visión en planta. Elaboración Propia basado en Norma Técnica Colombiana NTC 4595 , Ministerio de Educación Nacional, 2006
Imagen 3.38, Niveles de iluminación para los espacios educativos. Elaboración Propia basado en Manual de criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos oficiales, (Ministerio de Educación Guatemala, 2016)
Imagen 3.39, Abaco para determinar altura de entrepiso y ancho de espacios educativos. Normas y recomendaciones para el diseño de edificaciones educativas, Ministerio del Poder Popular para la Educación, 2006
Imagen 3.40, Factores que interfieren el confort humano. Tomado del libro Arquitectura y Clima. Diagramación Propia
Imagen 3.41, Franja tropical, ubicación de Costa Rica. Mapa tomado de clip art(http://www.clker.com/clipart-mapa-mundi.html). Elaboración propia
Imagen 3.42, Fuente Concepto Colectivo
Imagen 3.43, Fuente: clima.com
Imagen 3.44, Relación de espacios educativos y los factores
que interfieren en el mismo. Elaboración propia
Imagen 3.45, Campos de presión y comportamiento del aire alrededor. Basado en: Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico. Diagramación propia.
Imagen 3.46: tipos de aberturas de ventilación. Basado en: manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico. Diagramación propia.
Imagen3.47: Tipos de aperturas de ventilación. Basado en: Guía de eficiencia energética para establecimientos educacionales (GEEEduc). Diagramación propia.
Imagen 3.48: Tipos de aperturas de ventilación. Basado en: Guía de Eficiencia Energética para Establecimientos Educacionales (GEEEduc) y Guía Bioclimática de Estrategias Pasivas (UCR). Diagramación propia.
Imagen 3.49: Tipos de reflexión de la luz, respecto a material y color de superficie. Basado en: Guía de Eficiencia Energética para Establecimientos Educacionales (GEEEduc). Diagramación propia
Imagen 3.50: Tipos de reflexión de la luz exterior al interior. Basado en: Guía de Eficiencia Energética para Establecimientos Educacionales (GEEEduc). Diagramación propia
Imagen 3.51: Repisa de luz y ángulo máximo con referencia al norte. Fuente: guía de eficiencia energética para establecimientos educacionales. Diagramación propia
Imagen 3.52: Distribución de la luz cenital tipo diente de sierra en un aula. Fuente: guía de eficiencia energética

para establecimientos educacionales. Diagramación propia
Imagen 3.53: Protectores solares y su eficiencia según posición de sol. Fuente: Guía de Eficiencia Energética para Establecimientos Educacionales (GEEEduc). Diagramación propia
Imagen 3.54: Estrategias acústicas. Basado en: Manual de diseño para Edificaciones Energéticamente Eficientes en el Trópico. Diagramación modificada por autores.
Imagen 3.55: Ángulo de inclinación para reducir radiación del este y oeste. Basado en: Guía de Eficiencia Energética para Establecimientos Educacionales (GEEEduc). Diagramación propia.
imagen 3.56: Buena ventilación debido a la distancia entre edificaciones.Basado en: Manual de Diseño para Edificaciones Energéticamente Eficientes en el Trópico. Diagramación propia.
Imagen 3.57: Ventilación de presión negativa y positiva sobre el edificio. Basado en: Manual de Diseño para Edificaciones Energéticamente Eficientes en el Trópico. Diagrama modificado por autores.
Imagen 3.58: Influencia de la vegetación que beneficia la ventilación del edificio. Fuente: Manual de Diseño para Edificaciones Energéticamente Eficientes en el Trópico. Elaboración propia.
Imagen 3.59: Influencia de la vegetación que beneficia la ventilación del edificio. Fuente: Manual de Diseño para Edificaciones Energéticamente Eficientes en el Trópico. Elaboración propia.
Imagen 3.60: Fases del proceso de diseño fuente: Guía de Eficiencia Energética para Establecimientos Educacionales (GEEEduc). Elaboración propia.
Imagen 3.61: Zonas según temperaturas internas y uso. Fuente: Guía de Eficiencia Energética para Establecimientos Educacionales (GEEEduc). Diagramación propia.
imagen 3.62: Elementos de sombreado/ protección solar. Basado en: Guía de Eficiencia Energética para Establecimientos Educacionales (GEEEduc). Diagramación propia.
imagen 3.63: Elementos de control solar. Basado en: Guía de Eficiencia Energética para Establecimientos Educacionales (GEEEduc). Diagramación propia.
imagen 3.64: Control solar. Basado en: Guía de Eficiencia Energética para Establecimientos Educacionales (GEEEduc). Diagramación propia.
Imagen 3.65: Estrategias Pasivas de Iluminación. Fuente: Guía de Eficiencia Energética para Establecimientos Educacionales (GEEEduc). Diagramación propia.
Imagen 3.66: Variables que benefician o perjudican el funcionamiento de la edificación por medio de la cubierta. Fuente: Guía de Eficiencia Energética para Establecimientos Educacionales (GEEEduc). Elaboración propia.
Imagen3.67: Tipos de cubierta y su función respecto a la ventilación. Fuente: Manual de Diseño para Edificaciones Energéticamente Eficientes en el Trópico. Diagramación propia.
Imagen 3.68: Escuela sustentable Jaurigueberryy, Uruguay. Fuente: Plataforma de Arquitectura
Imagen 3.69: Variables de los espacios educativos. Basado en: Guía Bioclimática de Estrategias Pasivas (UCR). Diagramación modificada por autores
Imagen 3.70.1: características de distintos espacios educativos. Basado en: Guía Bioclimática de Estrategias

Pasivas (UCR). Diagramación modificada por autores
Imagen 3.70.2: características de distintos espacios educativos. Basado en: Guía Bioclimática de Estrategias Pasivas (UCR). Diagramación modificada por autores
Imagen 3.71: estrategia utilizada de invernadero en la escuela Jaurigueberry. Fuente: Plataforma de Arquitectura
Imagen 3.72, Diagrama de las buenas prácticas ambientales que se presentan en el capítulo 3, del presente documento. Elaboración propia.
Imagen 3.73, iconografía de elementos para reducir el impacto ambiental en un proyecto arquitectónico. Elaboración propia.
Imagen 3.74, Fases de buenas prácticas ambientales en el proceso de vida de un edificio. Elaboración propia.
Imagen 3.75, selección adecuada de sistemas de ahorro de agua. Elaboración propia.
Imagen 3.76, tipos de luminarias y ahorro energético por células fotovoltaicas. Elaboración propia.
Imagen 3.77, materiales que promuevan sostenibilidad. Elaboración propia.
Imagen 3.78, tipos de certificaciones, RESET Costa Rica, ASHRAE y LEED. Fuente: Logos tomados de las páginas Web.
Imagen 3.79, Diagrama metodológico para comprender los distintos entornos climáticos del país, Elaboración Propia
Imagen 3.80: Hexágono Explicativo del Triángulo de Zonas de Vida. Basado en: Guía de Diseño Bioclimático según Zonas de Vida de Holdridge (UCR)
Imagen 3.81: Triángulo de Zonas de Vida. Basado en: Guía de Diseño Bioclimático según Zonas de Vida de Holdridge (UCR). Diagramación propia.
Imagen 3.82: Zonas de Vida de Costa Rica. Basado en: Guía de Diseño Bioclimático según Zonas de Vida de Holdridge (UCR). Diagramación propia.
Imagen 3.83: Zonas de Vida de Costa Rica para el 2080. Fuente: CATIE. Modificado por autores.
Imagen 3.85: Características de las Zonas de Vida de Costa Rica. Basado en: Guía de Diseño Bioclimático según Zonas de Vida de Holdridge (UCR). Modificado por autores.
Imagen 3.86, Las tres macro regiones geográfico/climáticas. Elaboración Propia basado en ¨Regiones y Subregiones Climática de Costa Rica". (Solano & Villalobos, 2001)
Imagen 3.87, Las siete regiones geográfico/climáticas. Elaboración Propia basado en ¨Regiones y Subregiones Climática de Costa Rica". (Solano & Villalobos, 2001).
Imagen 3.88, Región Pacífico Norte. Elaboración Propia basado en ¨Regiones y Subregiones Climática de Costa Rica". (Solano & Villalobos, 2001)
Imagen 3.89, Región Pacífico Sur. Elaboración Propia basado en ¨Regiones y Subregiones Climática de Costa Rica". (Solano & Villalobos, 2001)
Imagen 3.90, Región Pacífico Central. Elaboración Propia basado en ¨Regiones y Subregiones Climática de Costa Rica". (Solano & Villalobos, 2001)

Imagen 3.91, Región Norte. Elaboración Propia basado en ¨Regiones y Subregiones Climática de Costa Rica". (Solano & Villalobos, 2001)
Imagen 3.92, Región Atlántica. Elaboración Propia basado en ¨Regiones y Subregiones Climática de Costa Rica". (Solano & Villalobos, 2001)
Imagen 3.93, Región Montañosa del Sur. Elaboración Propia basado en ¨Regiones y Subregiones Climática de Costa Rica". (Solano & Villalobos, 2001)
Imagen 3.94, Región Pacífico Central. Elaboración Propia basado en ¨Regiones y Subregiones Climática de Costa Rica". (Solano & Villalobos, 2001)
Imagen 3.95, Las veintisiete regiones geográfico/climáticas. Elaboración Propia basado en ¨Regiones y Subregiones Climática de Costa Rica". (Solano & Villalobos, 2001).
Imagen 3.96: Cuadros sinóptico-climáticos con características de cada una de las regiones geográfico/climáticas de Costa Rica. Basado en ¨Regiones y Subregiones Climática de Costa Rica". (Solano & Villalobos, 2001) Modificado por autores.

CAP 4: Zonas de Estudio

Imagen 4.1, Diagrama metodológico para comprender los Traslapes realizados para la selección de zonas con mayor vulnerabilidad, Elaboración Propia
Imagen 4.2, explicación de los traslapes realizados. Elaboración Propia
Imagen 4.3, conjunto de traslapes realizados para determinación de zonas de estudio. Elaboración propia
Imagen 4.4. Mapa de clasificación escolar por año. Basado del Atlas de la Educación, realizado por autores.
Imagen 4.5. Clasificación de escuelas según el MEP, realizado por autores.
Imagen 4.6. Mapa de clasificación escolar por tipología. Basado del Atlas de la Educación, realizado por autores.
Imagen 4.7. Clasificación de escuelas según el MEP, realizado por autores.
Imagen 4.8. Mapa de clasificación escolar por año y por tipología de escuela, Basado del Atlas de la Educación, realizado por autores.
Imagen 4.9. Escuelas públicas de Costa Rica, realizado por autores.
Imagen 4.10. Mapa de zonas de escuelas en riesgo, Basado del Atlas de la Educación, realizado por autores.
Imagen 4.11. Mancha de escuelas en riesgo, realizado por autores.
Imagen 4.12, Porcentajes de Incidencia de pobreza Cantonal, Elaboración Propia basado en ¨Costa Ricas mapas de pobreza 2011¨ del INEC 2013
Imagen 4.13. Mancha de escuelas en riesgo, realizado por autores.
Imagen 4.14, Cantones con altos porcentajes de Incidencia de pobreza Cantonal, Elaboración Propia basado en el INEC 2013
Imagen 4.15, Zonas de escuelas en riesgo con mayor vulnerabilidad socioeconómica, zonas posibles de estudio. Elaboración Propia
Imagen 4.16, Zonas de escuelas en riesgo con mayor vulnerabilidad socioeconómica o Zona de escuelas con mayor problemática y posibles zonas de estudio. Elaboración Propia
Imagen 4.17. Variable de Tipología educativa. Tomado del Atlas de la Educación, realizado por autores
Imagen 4.18, Zonas de escuelas en riesgo con mayor vulnerabilidad socioeconómica, según nivel a tratar. Elaboración Propia
Imagen 4.19, Zona de escuelas con mayor problemática según clasificación y posibles zonas de estudio. Elaboración Propia
Imagen 4.19, Zona de escuelas con mayor problemática según clasificación y posibles zonas de estudio. Elaboración Propia
Imagen 4.20, Zona de escuelas con mayor problemática según clasificación y posibles zonas de estudio. Elaboración Propia
Imagen 4.21, Zona de escuelas con mayor problemática según clasificación y posibles zonas de estudio. Elaboración Propia
Imagen 4.22: Zonas de Vida de Costa Rica. Elaboración Propia. Basado en ¨Guía de Diseño Bioclimático según Zonas de Vida de Holdridge¨ (UCR) y en el mapa de Centro Científico Tropical.
Imagen 4.23, Las Regiones y sus Subregiones geográfico/climáticas de Costa Rica. Elaboración Propia basado en ¨Regiones y Subregiones Climática de Costa Rica". (Solano & Villalobos, 2001).
Imagen 4.24: Zona de escuelas con mayor problemática y clasificación de tipología educativa, en las Zonas de Vida de Costa Rica. Elaboración Propia.
Imagen 4.25: Zona de escuelas con mayor problemática y clasificación de tipología educativa, en las Regiones y sus Subregiones geográfico/climáticas de Costa Rica. . Elaboración Propia.
Imagen 4.26, Escuelas seleccionadas con mayor problemática según clasificación y Zona de vida Holdridge. Elaboración Propia
Imagen 4.27, Escuelas seleccionadas con mayor problemática según clasificación y Región geográfico - climática. Elaboración Propia
Imagen 4.28, Ficha informativa de cada zona y centro educativo seleccionados. Elaboración Propia, Mapa del SIGMEP
Imagen 4.29: Subregiones de la Región Atlántica. Elaboración Propia basado en. Regiones y subregiones climáticas de Costa Rica (Solano & Villalobos, 2001).
Imagen 4.29.1: Climograma por Región. Daytonia (Roxana). Elaboración Propia basado en Atlas Climatológico (IMN, 2005)
Imagen 4.29.2: Resumen Sinóptico-Climático de la Región RA5. Elaboración Propia basado en Instituto Meteorológico Nacional; Solano, 1992.

Imagen 4.29.3: Condiciones Geográficas de la región Atlántica. Elaboración Propia basado en El clima, su variabilidad y su cambio climático, (CRRH, 2008)
Imagen 4.30: Mapa de zona de vida- Bosque Húmedo Tropical, tomado de Guía de Diseño Bioclimático, zonas de vida UCR, modificado por autores
Imagen 4.30.1: Mapeos climáticos. Fuente IMN. Diagramación Elaboración Propia
Imagen 4.30.2: Perfil Vegetal. Fuente Seminario Zonas de vida UCR. Diagramación Elaboración Propia
Imagen 4.30.3: Gráfico psicométrico con datos mensuales, escuela Daytonia
Imagen 4.30.4: Climograma anual
Imagen 4.30.5: Rosa de los vientos
Imagen 4.30.6: Gráfico y tabla de ventilación anual
Imagen 4.30.7: gráfico 3D y tabla de temperatura anual
Imagen 4.30.8: Gráfico y tabla de radiación anual
Imagen 4.30.9: Gráfico e imagen de humedad anual
Imagen 4.31: Subregiones de la Región Norte. Elaboración Propia basado en . Regiones y subregiones climáticas de Costa Rica (Solano & Villalobos, 2001).
Imagen 4.31.1: Climograma por Región. Upala. Elaboración Propia basado en Atlas Climatológico (IMN, 2005)
Imagen 4.31.2: Resumen Sinóptico-Climático de la Región RN3. Elaboración Propia basado en Instituto Meteorológico Nacional; Solano, 1992.
Imagen 4.31.3: Condiciones Geográficas de la región Norte. Elaboración Propia basado en El clima, su variabilidad y su cambio climático, (CRRH, 2008)
Imagen 4.32: Mapa de zona de vida- Bosque muy Húmedo Tropical, Tomado de Guía de Diseño Bioclimático, zonas de vida UCR, modificado por autores.
Imagen 4.32.1: Mapeos climáticos-BmhT. Fuente IMN. Diagramación Elaboración Propia
Imagen 4.32.2: Perfil Vegetal-BmhT. Fuente Seminario Zonas de vida UCR. Diagramación Elaboración Propia
Imagen 4.32.3: Gráfico psicométrico con datos mensuales, escuela Daytonia
Imagen 4.32.4: Climograma anual
Imagen 4.32.5: Rosa de los vientos
Imagen 4.32.6: Gráfico y tabla de ventilación anual
Imagen 4.32.7: gráfico 3D y tabla de temperatura anual
Imagen 4.32.8: Gráfico y tabla de radiación anual
Imagen 4.32.9: Gráfico e imagen de humedad anual
Imagen 4.33: Subregiones de la Región Pacífico Sur. Elaboración Propia basado en Regiones y subregiones climáticas de Costa Rica (Solano & Villalobos, 2001).
Imagen 4.33.1: Climograma por Región. Peréz Zeledón y La Piñera. Elaboración Propia basado en Atlas Climatológico (IMN, 2005)

Imagen 4.33.2: Resumen Sinóptico-Climático de la Región PS5. Elaboración Propia basado en Instituto Meteorológico Nacional; Solano, 1992.
Imagen 4.32.3: Condiciones Geográficas de la región Pacífico Sur. Elaboración Propia basado en El clima, su variabilidad y su cambio climático, (CRRH, 2008)
Imagen 4.33: Mapa de zona de vida- Bosque muy Húmedo Montano Bajo, tomado de Guía de Diseño Bioclimático, zonas de vida UCR, modificado por autores.
Imagen 4.33.1: Mapeos climáticos-BmhMB. Fuente IMN. Diagramación Elaboración Propia
Imagen 4.33.2: Perfil Vegetal--BmhMB. Fuente Seminario Zonas de vida UCR. Diagramación Elaboración Propia
Imagen 4.33.3: Gráfico psicométrico con datos mensuales escuela Buena Vista
Imagen 4.33.4: Climograma anual
Imagen 4.33.5: Rosa de los vientos
Imagen 4.33.6: Gráfico y tabla de ventilación anual
Imagen 4.33.7: gráfico 3D y tabla de temperatura anual
Imagen 4.33.8: Gráfico y tabla de radiación anual
Imagen 4.33.9: Gráfico e imagen de humedad anual
Imagen 4.34, Zona de vida de Costa Rica y los principios respectivos para determinar estrategias adecuadas. Elaboración Propia basado en ¨Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge¨ (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, Bolaños Álvarez, & otros, 2013)
Imagen 4.35, Estrategias y principios según las Zona de vida de Costa Elaboración Propia basado en ¨Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge¨ (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, Bolaños Álvarez, & otros, 2013)
Imagen 4.36, Estrategias pasivas necesarias para el confort de la Zona de vida Bosque Húmedo Tropical (basal). simulación por Weather tool. Elaboración Propia
Imagen 4.37, Estrategias pasivas y principios bioclimáticos para la zona de vida Bosque Húmedo Tropical (basal). Elaboración Propia.
Imagen 4.38, Estrategias pasivas necesarias para el confort de la Zona de vida Bosque Muy Húmedo Tropical (basal). simulación por Weather tool. Elaboración Propia
Imagen 4.39, Estrategias pasivas y principios bioclimáticos para la zona de vida Bosque Muy Húmedo Tropical (basal). Elaboración Propia.
Imagen 4.40, Orientación óptima simulación computarizadas A-Escuela Betania, B- Escuela Daytonia . Elaboración Propia
Imagen 4.41, Vientos predominantes para la Zona de vida ¨Bosque Muy húmedo Tropical¨ Elaboración Propia
Imagen 4.42, Vientos predominantes para la Zona de vida ¨Bosque húmedo Tropical¨ Elaboración Propia
Imagen 4.43, Vientos predominantes simulación computarizadas. Elaboración Propia

Imagen 4.44, Estrategias de Adaptaciones al terreno según Zona de vida Elaboración Propia basado en ¨Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge¨ (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, Bolaños Álvarez, & otros, 2013)
Imagen 4.45, Propiedades de la superficie del suelo y sus implicaciones en el edificio. En las zonas del piso Basal se recomienda rodear el edificio de vegetación, como estrategia de control solar como de enfriamiento del aire y absorción de radiación Elaboración Propia basado en ¨Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge¨ (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, Bolaños Álvarez, & otros, 2013)
Imagen 4.46, Configuración óptima en planta para ¨Bosque Muy húmedo Tropical¨ región Norte Y ¨Bosque húmedo Tropical¨ región Atlántica respectivamente. Orientación, Ventilación, espaciamiento diagramática y conjunto. Elaboración Propia basado en ¨Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge¨ (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, Bolaños Álvarez, & otros, 2013)
Imagen 4.46, Configuración óptima en planta para ¨Bosque Muy húmedo Tropical¨ región Norte Y ¨Bosque húmedo Tropical¨ región Atlántica respectivamente. Orientación, Ventilación, espaciamiento diagramática y conjunto. Elaboración Propia basado en ¨Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge¨ (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, Bolaños Álvarez, & otros, 2013)
Imagen 4.47, Condiciones para espacios habitables confortables en espacios educativos, Elevación. Elaboración Propia.
Imagen 4.48, Condiciones para espacios habitables confortables en espacios educativos, Elevación. Elaboración Propia.
Imagen 4.49, Condiciones de espacios habitables recomendables en elevaciones para ¨Bosque húmedo Tropical¨ y ¨Bosque Muy húmedo Tropical¨ Basa, I región Atlántico y Región norte. Elaboración Propia basado en ¨Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge¨ (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, Bolaños Álvarez, & otros, 2013)
Imagen 4.50 Proporciones recomendables para aberturas para zonas calurosas ¨Bosque húmedo Tropical¨ y ¨Bosque Muy húmedo Tropical¨ región Elaboración Propia.
Imagen 4.51, Circulación Cruzada y Espacios termocinéticos (fijos/móviles verticales/horizontales). Elaboración Propia basado en ¨Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge¨ (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, & otros, 2013)
Imagen 4.52, Dispositivos de Sombreamiento fijos. Elaboración Propia basado en ¨Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge¨ (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, & otros, 2013)
Imagen 4.53, Estrategias pasivas para cerramientos verticales respectivamente: a) Dispositivos de Sombreamiento móviles y aberturas permanentes. b) Barreras (sólidas, microperforadas, verdes). c) Constructivas. Elaboración Propia basado en ¨Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge¨ (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, & otros, 2013)
Imagen 4.54, Corte transversal con trayectoria solar de todo un año. Ángulos de altitud solar del 1º de cada mes

las 12:00 mediodía. Elaboración Propia basado en ¨Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge¨ (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, & otros, 2013)
Imagen 4.55, Estrategias pasivas para cerramientos superiores respectivamente: a) Monitores Laterales. b) Monitores centrales. c) Chimeneas Solares. d) Cubiertas Ventiladas e) Cubiertas Vegetales. f) Cámara de Aire g) Cubierta ventilada por monitores. Elaboración Propia basado en ¨Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge¨ (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, & otros, 2013)
Imagen 4.56, “Círculo de Escogencia por Afinidad Ecológica” elaborado por el arquitecto costarricense Alberto Negrini Vargas. Elaboración Propia.
Imagen 4.57, A. Pérgolas (pantallas verdes horizontales) y Cubiertas vegetales B. Pantallas verde verticales. C. Sombreamiento por arboles. Elaboración Propia basado en ¨Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge¨ (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, & otros, 2013)
Imagen 4.58.1, Protocolo de escogencia para Evitar la Captación de Calor. Elaboración Propia basado en ¨Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge¨ (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, & otros, 2013)
Imagen 4.58.2, Protocolo de escogencia para Control Solar. Elaboración Propia basado en ¨Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge¨ (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, & otros, 2013)
Imagen 4.58.3, Protocolo de escogencia para Control de Vientos. Elaboración Propia basado en ¨Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge¨ (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, & otros, 2013)
Imagen 4.59, Estrategias pasivas necesarias para el confort de la Zona de vida Bosque Muy Húmedo Tropical (basal). simulación por Weather tool. Elaboración Propia
Imagen 4.60, Estrategias pasivas y principios bioclimáticos para la zona de vida Bosque Muy Húmedo Tropical (Montano Bajo). Elaboración Propia.
c
Imagen 4.68, Condiciones para espacios habitables confortables en espacios educativos, Elevación. Elaboración Propia.
Imagen 4.69, Condiciones de espacios habitables recomendables en elevaciones para ¨Bosque Muy húmedo Tropical Montano Bajo¨ región Pacífico Sur Elaboración Propia basado en ¨Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge¨ (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, Bolaños Álvarez, & otros, 2013)
Imagen 4.70, Proporciones recomendables para aberturas para zonas frías ¨Bosque Muy húmedo Tropical¨. Elaboración Propia.
Imagen 4.71, Estrategias pasivas para cerramientos verticales respectivamente: a) barreras Solidas. b) muros acumuladores. c) Constructivas. d) Cerramientos verticales. e) Dispositivos de Sombreamientos Móviles. Elaboración Propia basado en ¨Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge¨ (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, & otros, 2013)

Imagen 4.72, Corte transversal con trayectoria solar de todo un año. Ángulos de altitud solar del 1º de cada mes a las 12:00 mediodía. Elaboración Propia basado en ¨Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge¨ (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, & otros, 2013)
Imagen 4.73, Estrategias pasivas para cerramientos superiores respectivamente: a) Monitores Laterales. b) Monitores centrales. c) Chimeneas Solares. d) Cubiertas Ventiladas e) Cubiertas Vegetales. f) Cámara de Aire g) Cubierta ventilada por monitores. Elaboración Propia basado en ¨Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge¨ (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, & otros, 2013)
Imagen 4.74, "Círculo de Escogencia por Afinidad Ecológica" elaborado por el arquitecto costarricense Alberto Negrini Vargas. Elaboración Propia.
Imagen 4.75, A. Pérgolas (pantallas verdes horizontales) y Sombreamiento por arboles. B. Pantallas verde verticales. C. Cubiertas vegetales Elaboración Propia basado en ¨Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge¨ (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, & otros, 2013)
Imagen 4.76.1, Protocolo de escogencia para Conservar el Calor. Elaboración Propia basado en ¨Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge¨ (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, & otros, 2013)
Imagen 4.76.2, Protocolo de escogencia para Control Solar. Elaboración Propia basado en ¨Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge¨ (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, & otros, 2013)
Imagen 4.76.3, Protocolo de escogencia para Control de Vientos. Elaboración Propia basado en ¨Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge¨ (Alfaro Murillo, Blanco Laurito, & otros, 2013)
Imagen 4.77, Variables analizadas para comprender las zonas de estudio. Elevación. Elaboración Propia.
Imagen 4.78, Localización de la escuela Betania respecto a provincia, cantón y distrito. Elaboración Propia.
Imagen 4.78.1, Mapa macro de ubicación de Distrito San José respecto a su Cantón Upala, Imagen tomada de Google Maps. Diagramación Propia.
Imagen 4.78.2, Mapa de la situación actual de Distrito San José y la Ubicación de la escuela. Imagen tomada de Google Maps Diagramación Propia.
Imagen 4.78.3, Población del Cantón de Upala, de Alajuela. Fuente: INEC. Elaboración Propia.
Imagen 4.78.4, Población por Distrito. Fuente: INEC y MIVAH. Elaboración Propia.
Imagen 4.78.5, Río Niño, navegable de Upala. Fuente Fotográfica: Mapio.ne
Imagen 4.78.6, Volcán Rincón de la Vieja. Fuente fotográfica: La prensa Libre
Imagen 4.78.7, Vulnerabilidad ambiental del Huracán Otto 2016. Fuente fotográfica: La Prensa Libre.
Imagen 4.79, Localización de la escuela Buena Vista respecto a provincia, cantón y distrito. Elaboración Propia.
Imagen 4.79.1, Mapa de la situación actual de Distrito Buena Vista y la Ubicación de la escuela. Imagen tomada de Google Maps Diagramación Propia.
Imagen 4.79.2, Población del Cantón de Pérez Zeledón, de San José. Fuente: INEC, MIVAH y Municipalidad de Pérez Zeledón Elaboración Propia.
Imagen 4.79.3, Nivel académico de la población. Fuente: INEC, Municipalidad de Pérez Zeledón y MIVAH. Elaboración Propia.
Imagen 4.79.4, Vista del Parque Nacional Chirripó. Fuente fotográfica: Josué Fernández
Imagen 4.79.5, Paisaje desde el Parque Nacional Chirripó. Fuente Fotográfica: Josué Fernández
Imagen 4.79.6, Deslizamientos en la ruta Interamericana. Fuente fotográfica. La Extra
Imagen 4.80, Localización de Daytonia respecto a provincia, cantón y distrito. Elaboración Propia.
Imagen 4.80.1, Mapa macro de ubicación de Daytonia respecto a Sixaola, Imagen tomada de Google Maps. Diagramación Propia.
Imagen 4.80.2, Mapa de la situación actual de Daytonia y la Ubicación de la escuela. Imagen tomada de Google Maps Diagramación Propia.
Imagen 4.80.4, Porcentaje de ocupación laboral en Talamanca. Fuente: MIVAH. Elaboración Propia.
Imagen 4.80.3, Población del Cantón de Talamanca, de Limón. Fuente: INEC. Elaboración Propia.
Imagen 4.80.5, Reserva Nacional de vida Silvestre, Gandoca Manzanillo. Fuente: www.puertoviejosatellite.com/manzanillo.php?lang=es
Imagen 4.80.6, Vivienda y situación indígena. Fuente Propia.
Imagen 4.80.7, Inundaciones en Sixaola. Fuente: La Prensa Libre
Imagen 4.81: Obtenido de SETENA, fuente; Atlas digital Costa Rica, ITCR 2008. Actualización 24 mayo,2017. Elaboración propia

CAP 5: Diseño y Rendimiento Bioclimático

Imagen 5.1, Diagrama metodológico para comprender las etapas de análisis y diseño de anteproyecto, elaboración Propia.
Imagen 5.2, Ubicación de los casos de estudios, elaboración Propia.
Imagen 5.3.1, Fachada escuela Kathleen Grimm, fuente: Plataforma arquitectura.
Imagen 5.3.2, Zona de juegos, paneles solares, Fuente: Plataforma Arquitectura
Imagen 5.3.3, Simulaciones computarizadas, Fuente:Plataforma Arq.
Imagen 5.4.1, Fachada escuela Jaurigueberry, Fuente: Plataforma Arquitectura.
Imagen 5.4.2, Invernadero, Fuente: Plataforma Arquitectura.
Imagen 5.4.3, Prácticas Ambientales, Fuente: una escuela sustentable
Imagen 5.5.1, Escuela en punta Islita, Costa Rica. Fuente: Presidencia de Costa Rica
Imagen 5.5.2, Fachada Principal, Fuente: Tía Zelmira.
Imagen 5.5.3, Fachada Principal con diagramas infantiles, Fuente: Tía Zelmira.
Imagen 5.6: tabla resumen de análisis sobre escuelas estudiadas
Imagen 5.7, Prototipos de la DIEE 2016/2017 seleccionados. Elaboración Propia.
Imagen 5.8, Prototipos de la DIEE 2016/2017 seleccionados. Elaboración Propia.

Imagen 5.9, tabla resumen del programa de los prototipos. Elaboración Propia.
Imagen 5.10: Escuela Unidocente Río Ciruela, construida en el 2014, Combinación del modelo Unidocente y Rural. Fuente Propia
Imagen 5.11, Intenciones y estrategias de diseño para los nuevos modelos prototipo. Elaboración Propia.
Imagen 5.12, Alcance de cada zona de vida seleccionada. Elaboración Propia.
Imagen 5.13, Logo del software de simulación utilizado, Design Builder.
Imagen 5.14, Módulos de análisis del software Design Builder. Elaboración Propia.
Imagen 5.15, Datos Introducidos a los modelos de análisis del software Design Builder, del Módulo de Simulación. Elaboración Propia.
Imagen 5.16, Tipo de datos obtenidos, del Módulo de Simulación para valorar la factibilidad de confort. Elaboración Propia.
Imagen 5.17, Condiciones de la escuela/contexto actual, y selección de modelos para etapa de Programa de necesidades /Simulación/Diseños. Elaboración Propia.
Imagen 5.18, Programa de necesidades específicos para la Escuela Buena Vista. Elaboración Propia.
Imagen 5.19, Algoritmo de los análisis realizados al modelo prototipo utilizado en la escuela Buena Vista. Elaboración Propia. (Todos los gráficos de la pág. 314-351 son realizados con Design Builder)
Imagen 5.20, Análisis de confort del prototipo de la DIEE, con la normativa ASHRAE 55.
Imagen 5.21, Factibilidad del prototipo de la DIEE, según normativa ASHRAE 55.
Imagen 5.22, Índice de las variaciones que se realizaron al modelo Prototipo de la DIEE. Elaboración Propia.
Imagen 5.23, Condiciones de la escuela Betania/contexto actual, y selección de modelos para etapa de Programa de necesidades /Simulación/Diseños. Elaboración Propia.
Imagen 5.24, Programa de necesidades específicos para la Escuela Betania. Elaboración Propia.
Imagen 5.25, Algoritmo de los análisis realizados al modelo prototipo utilizado en la escuela Betania. Elaboración Propia. (Todos los gráficos de la pág. 374-415 son realizados con el programa Design Builder)
Imagen 5.26, Análisis comparativo de la optimización de los nuevos modelos, según el confort adaptativo de la normativa ASHRAE 55. Modelo actual DIEE versus Modelo propuesto. Elaboración propia.
Imagen 5.27, Índice de las variaciones que se realizaron al modelo Prototipo de la DIEE y modelo propuesto. Elaboración Propia.
Imagen 5.28 Planta de Arquitectónica techos del aula, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque Muy húmedo Tropical. Elaboración Propia.
Imagen 5.28.1, Planta de distribución Arquitectónica del aula, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical Elaboración Propia.
Imagen 5.28.2, Visualización 3D externa, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque Muy húmedo Tropical, Escuela Betania. Elaboración Propia.

Imagen 5.28.3, Isométrico aula Escuela Betania, componentes estructurales, características de climatización pasiva y buenas prácticas ambientales. Elaboración Propia.
Imagen 5.28.4, Isométrico aula Escuela Betania, monitores laterales y centrales de Hierro galvanizado. Elaboración Propia.
Imagen 5.28.5, Render de detalle, características de diseño utilizadas como estrategias pasivas/normativas/psicológicas. Elaboración Propia.
Imagen 5.28.6, Detalles de diseño, Elaboración Propia
Imagen 5.28.7, Corte Arquitectónico del aula, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque Muy húmedo Tropical. Elaboración Propia.
Imagen 5.28.8, Corte Arquitectónico del aula, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque Muy húmedo Tropical. Elaboración Propia.
Imagen 5.28.9, Visualización 3D corte, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque Muy húmedo Tropical, Escuela Betania Elaboración Propia.
Imagen 5.28.10, Fachada Arquitectónica sur del aula, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque Muy húmedo Tropical. Elaboración Propia.
Imagen 5.28.11, Fachada Arquitectónica Norte del aula, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque Muy húmedo Tropical. Elaboración Propia.
Imagen 5.28.12, Fachada Arquitectónica del aula, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque Muy húmedo Tropical Elaboración Propia.
Imagen 5.28.13, Fachada Arquitectónica del aula, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque Muy húmedo Tropical Elaboración Propia.
Imagen 5.28.14, Recorrido de visualizaciones externas del prototipo de la Escuela Betania Elaboración Propia.
Imagen 5.28.15, Visualización 3D Externo vista sur, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque Muy húmedo Tropical, Escuela Betania. Elaboración Propia.
Imagen 5.29, Planta de Arquitectónica techos del comedor, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque Muy húmedo Tropical. Elaboración Propia.
Imagen 5.29.1, Planta de distribución Arquitectónica del Comedor, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque Muy húmedo Tropical. Elaboración Propia.
Imagen 5.29.2, Visualización 3D externa, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque Muy húmedo Tropical, Escuela Betania. Elaboración Propia.
Imagen 5.29.3 Corte Arquitectónico del comedor, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque Muy húmedo Tropical. Elaboración Propia.
Imagen 5.29.4, Visualización 3D corte, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque Muy húmedo Tropical, Escuela Betania Elaboración Propia.
Imagen 5.29.5, Fachada Arquitectónica del comedor, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque Muy húmedo

Tropical. Elaboración Propia.
Imagen 5.29.6 Fachada Arquitectónica del comedor, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque Muy húmedo Tropical Elaboración Propia.
Imagen 5.29.7, Fachada Arquitectónica del comedor, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque Muy húmedo Tropical. Elaboración Propia.
Imagen 5.29.8 Fachada Arquitectónica del comedor, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque Muy húmedo Tropical. Elaboración Propia.
Imagen 5.29.9, Recorrido de visualizaciones externas del prototipo comedor de la Escuela Betania Elaboración Propia.
Imagen 5.29.10, Visualización 3D Externo vista noreste, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque Muy húmedo Tropical, Escuela Betania. Elaboración Propia.
Imagen 5.30, Condiciones de la escuela Daytonia/contexto actual, y selección de modelos para etapa de Programa de necesidades /Simulación/Diseños. Elaboración Propia.
Imagen 5.31, Programa de necesidades específicos para la Escuela Daytonia. Elaboración Propia.
Imagen 5.32, Algoritmo de los análisis realizados al modelo prototipo utilizado en la escuela Daytonia. Elaboración Propia. (Todos los gráficos de la pág. 448-505 son realizados con Design Builder)
Imagen 5.33.1, Análisis comparativo de la optimización de los nuevos modelos, según el confort adaptativo de la normativa ASHRAE 55. Modelo actual DIEE versus Modelo propuesto. Elaboración propia.
Imagen 5.33.2, Análisis comparativo de la optimización de los nuevos modelos, según el confort adaptativo de la normativa ASHRAE 55. Modelo actual DIEE versus Modelo propuesto. Elaboración propia.
Imagen 5.34, Índice de las variaciones que se realizaron al modelo Prototipo de la DIEE y propuesta de un nuevo modelo. Elaboración Propia.
Imagen 5.35, Planta de Arquitectónica techos del aula, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical. Elaboración Propia.
Imagen 5.35.1, Planta de distribución Arquitectónica del aula, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical Elaboración Propia.
Imagen 5.35.2, Visualización 3D externa, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical, Escuela Daytonia. Elaboración Propia.
Imagen 5.35.3, Isométrico aula Escuela Daytonia, componentes estructurales, características de climatización pasiva y buenas prácticas ambientales. Elaboración Propia.
Imagen 5.35.4, Isométrico aula Escuela Daytonia, monitores laterales y centrales de madera. Elaboración Propia.
Imagen 5.35.5, Visualización 3D externa, explicación de las características del diseño, Escuela Daytonia. Elaboración Propia.
Imagen 5.35.6, Detalles de estrategias de diseño, explicación de las características del diseño, Escuela Daytonia. Elaboración Propia.

Imagen 5.35.7, Corte Arquitectónico del aula, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical. Elaboración Propia.
Imagen 5.35.8, Corte Arquitectónico del aula, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical. Elaboración Propia.
Imagen 5.35.9, Visualización 3D corte, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical, Escuela Daytonia. Elaboración Propia.
Imagen 5.35.10, Fachada Arquitectónica del aula, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical. Elaboración Propia.
Imagen 5.35.11, Fachada Arquitectónica del aula, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical. Elaboración Propia.
Imagen 5.35.12, Fachada Arquitectónica del aula, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical. Elaboración Propia.
Imagen 5.35.13, Fachada Arquitectónica del aula, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical. Elaboración Propia.
Imagen 5.35.14, Recorrido de visualizaciones externas del prototipo de la Escuela Daytonia Elaboración Propia.
Imagen 5.35.15, Visualización 3D Externo vista sureste, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical, Escuela Daytonia. Elaboración Propia.
Imagen 5.36, Planta de Arquitectónica techos del comedor, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical Elaboración Propia.
Imagen 5.36.1, Planta de distribución Arquitectónica del comedor Prototipo para la zona de vida Basal Bosque Muy húmedo Tropical Elaboración Propia.
Imagen 5.36.2 Visualización 3D externa, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical, Escuela Daytonia. Elaboración Propia.
Imagen 5.36.3, Corte Arquitectónico del comedor Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical Elaboración Propia.
Imagen 5.36.4, Visualización 3D corte, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical, Escuela Daytonia Elaboración Propia.
Imagen 5.36.5, Fachada Arquitectónica del comedor, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical Elaboración Propia.
Imagen 5.36.6, Fachada Arquitectónica del comedor, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical Elaboración Propia.
Imagen 5.36.7, Fachada Arquitectónica del comedor, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical. Elaboración Propia.
Imagen 5.36.8, Recorrido de visualizaciones externas del prototipo de la Escuela Daytonia Elaboración Propia.
Imagen 5.36.9, Visualización 3D Externo vista sureste, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo

Tropical, Escuela Daytonia. Elaboración Propia.
Imagen 5.37, Planta de Arquitectónica techos de la administración, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical Elaboración Propia.
Imagen 5.37.1, Planta de distribución Arquitectónica de la administración, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical Elaboración Propia.
Imagen 5.37.2, Visualización 3D externa, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical, Escuela Daytonia. Elaboración Propia.
Imagen 5.37.3, Corte Arquitectónico de la administración, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical Elaboración Propia.
Imagen 5.37.4, Visualización 3D corte, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical, Escuela Daytonia Elaboración Propia.
Imagen 5.37.5 Fachada Arquitectónica de la administración, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical. Elaboración Propia.
Imagen 5.37.6, Fachada Arquitectónica de la administración. Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical Elaboración Propia.
Imagen 5.37.7, Fachada Arquitectónica de la administración, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical. Elaboración Propia.
Imagen 5.37.8, Recorrido de visualizaciones externas del prototipo de la Escuela Daytonia Elaboración Propia.
Imagen 5.37.9, Visualización 3D Externo vista sureste, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical, Escuela Daytonia. Elaboración Propia.
Imagen 5.35.7, Corte Arquitectónico del aula, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical. Elaboración Propia.
Imagen 5.37.8, Recorrido de visualizaciones externas del prototipo de la Escuela Daytonia Elaboración Propia.
Imagen 5.37.9, Visualización 3D Externo vista sureste, Prototipo para la zona de vida Basal Bosque húmedo Tropical, Escuela Daytonia. Elaboración Propia.
Imagen 5.38, Ubicación del anteproyecto del Colegio Científico San Carlos y su debida zona de vida- zona de transición Premontano- Basal Elaboración Propia.
Imagen 5.38.1, Visualización 3D corte, Propuesta general de la planta de conjunto. Elaboración Propia.
Imagen 5.38.2, Variables de diseño por etapas, Plan elaborado para zona de vida en transición. Elaboración Propia.
Imagen 5.38.3, Visualización del funcionamiento general del Colegio Científico San Carlos. Elaboración Propia.
Imagen 5.38.4, Distribución del programa, Elaboración propia.
Imagen 5.38.5, Visualización de la aplicación de las estrategias de diseño en el modelo. Elaboración Propia.
Imagen 5.38.6, Análisis de sombreamiento en el módulo implementado para las aulas. Elaboración Propia.
Imagen 5.38.7, Simulación computarizada de la iluminación natural dentro de las aulas. Elaboración Propia, realizados en ECOTEC.
Imagen 5.38.8, Análisis anual y en el solsticio de junio y diciembre para captación de radiación solar. Elaboración Propia, análisis realizados en revit.
Imagen 5.38.9. Velocidad del viento al atravesar el conjunto.
Imagen 5.38.10, Visualización 3D de la ventilación a través del proyecto. Elaboración Propia, análisis realizados en Flow Design.

Recopilación Bibliográfica

Agencia Chilena de Eficiencia Energética. (2011). Guía de Eficiencia energética para establecimientos educacionales. Chile: Universidad del Bío Bío.

Alfaro Murillo, A. L., Blanco Laurito, G., Bolaños Álvarez, L., & otros. (2013). Guía de Diseño Bioclimático según clasificación de Zonas de Vida de Holdridge. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica, Facultad de Ingeniería Escuela de Arquitectura.

Ana Luiza Machado, Directora de UNESCO. (2005). Escenarios Humanizados, soporte para aprender. En R. E. Chilena, Nuevos espacios Educativos 2003-2005 (págs. 8-9). Chile: Ministerio de Educación Chile y UNESCO.

Borge, C. (2012). Costa Rica: estado de la educación en territorios indígenas. San José: CONARE.

BRANZ Ltd. (2006). Designing Quality Learning Spaces, Introduction and Interior Design, Function and Aesthetics. Ministerio de Educación Nueva Zelanda.

BRANZ Ltd. (2007). Designing Quality Learning Spaces, Lighting. Ministerio de Educación de Nueva Zelanda.

BRANZ Ltd. (2007). Designing Quality Learning Spaces, Ventilation and Indoor Air Quality. Ministerio de Educación Nueva Zelanda.

BRANZ Ltd. (2016). Designing Quality Learning Spaces, Acoustics. Ministerio de Educación de Nueva Zelanda.

Caicedo, A. P., & Curvelo Magdaniel, F. (2011). La experiencia del espacio académico flexible. Bogotá, Colombia.

Castro, W. J. (2000). Evolución del pensamiento administrativo en la educación costarricense. San José: EUN ED.

Coen, E. (1967). Algunos Aspectos sobre Climas de Costa Rica. San José: Universidad de Costa Rica.

Comisión Nacional de Emergencias CNE. (s.f.). Amenazas Naturales del cantón de Perez Zeledón. cne. Obtenido de https://www.cne.go.cr/Atlas%20de%20Amenazas/PEREZELEDON.htm

Consejo Superior de Educación. (2012). Política de Infraestructura. San josé.

Corbin, J. A. (2017). Psicología y Mente. Obtenido de Los 18 tipos de educación: clasificación y características: https://psicologiaymente.net/desarrollo/tipos-de-educacion#!

CRRH, C. R. (2008). El clima, su variabilidad y su cambio climático. San José: Instituto Meteorológico Nacional (IMN); Comité Regional de Recursos Hidráulicos.

Delgado, O., & Córdoba, G. (2012). Informe comunidades Fronterizas Upala. San José: Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos.

DIEE, M. d. (2010). Compedio de Normas y Recomendaciones para la Construcción de Edificios para la Educación. San José, Costa Rica: Departamento de Investigación y Desarrollo.

DIEE. (Domingo 29 de enero de 2017). Dirección de Infraestructura y Equipamiento Educativo. Obtenido de http://diee.mep.go.cr/acerca-de/resena-historica

DIEE. (Domingo 29 de enero de 2017). Dirección de Infraestructura y Equipamiento Educativo, DIEE. Obtenido de http://diee.mep.go.cr/informacion-general-diee

El Mundo. (28 de 09 de 2015). EL MUNDO. Obtenido de http://www.elmundo.es/espana/2014/10/21/54455b9f22601d22738b458e.html

Fonseca, E., & Garnier, J. (1998). Historia de la Arquitectura en Costa Rica. San José: Fundación Museos del Banco Central; centro de investigaciones Históricas de América central, Universidad de Costa Rica.

Foro pro clima, M. (s.f.). Guía de Buenas Prácticas ambientales en el diseño, construcción, uso, conservación y demolicion de edificios e instalaciones. Obtenido de http://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/Sostenibilidad/EspeInf/EnergiayCC/05ForoProclima/Publicaciones/GuiaBuePracAmbObras/Ficheros/GuiaBuePracAmbObrasFPC.pdf

Galindo, M. (s.f.). Luz natural y calidad de vida: sobrevivir a la artificial. Obtenido de ecoesmas: http://ecoesmas.com/luz-natural-y-calidad-de-vida-sobrevivir-a-la-artificial/

Germer, J. (1986). Estrategias Pasivas para Costa Rica. San José: Banco Nacional de Costa Rica.

Gómez, C. A. (1990). Derecho Educativo. San José, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia.

Gómez, J. J. (2001). Vulnerabilidad y Medio Ambiente. Obtenido de CEPAL: http://www.cepal.org/publicaciones/xml/3/8283/jjgomez.pdf

Instituto Metereológico Nacional de Costa Rica. (2005). Atlas Climatológico de Costa Rica. San José: Instituto Metereológico Nacional.

Kayan, C. (2011). Neuro-architecture: Enriching healthcare environments for Children. Chalmers architecture.

Laorden Gutiérrez, C., & Pérez López, C. (2002). El espacio como elemento facilitador del aprendizaje. Una experiencia en la formación inicial del profesorado. Pulso.

Mena, M. (2008). El clima de Costa Rica. San José: Instituto Meteorológico Nacional. Gestión de Información y Comercialización.

MINEDUC-UNESCO. (s.f.). Guía de diseño de Espacios Educativos. Santiago, Chile: Ministerio educación Chile.

Ministerio de Educación Guatemala. (2016). Manual de criterios normativos para el diseño. Guatemala: ServiPrensa.

Ministerio de Educación Nacional. (2006). Norma Técnica Colombiana NTC 4595. Bogotá, Colombia: Ministerio de Educación Nacional.

Ministerio de Educación Nueva Zelanda. (2007). Designing Quality Learning Spaces: Lighting. Designing Quality Learning Spaces: Lighting.

Ministerio de Educación Perú. (2006). Criterios normativos para el diseño de locales de educación básica regular niveles de inicial, primaria, secundaria y básica especial. Lima: MINEDU - UNI - FAUA.

Ministerio de Trabajos y Asuntos Sociales. (1997). Real Decreto 486/1997. España. Obtenido de Noticias Jurídicas: http://noticias.juridicas.com/base_datos/Laboral/rd486-1997.html

Ministerio del Poder Popular para la Educación. (2006). Normas y recomendaciones para el diseño de edificaciones educativas. Caracas: Ministerio del Poder Popular para la Educación.

Mondelo, P. (1998). Ergonomía 2 Confort y Estres Térmico. Barcelona: Edicions UPC.

Mondelo, P. (2001). Ergonomía 4 El Trabajo en Oficinas. Barcelona: Edicions UPC.

Mondelo, P., Gregori, E., & Barrau, P. (1999). Ergonomía 1 Fundamentos. Barcelona: Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya, SL.

Nación, E. d. (2013). Atlas de la Educación Costarricense, un enfoque territorial de su evolución y estado actual.

Neila González, F. J. (2004). Arquitectura Bioclimática en un entorno sostenible. Madrid, España: Munilla-Leria.

Núñez, W. S. (2016). Diseño Arquitéctonico Escolar, aplicado a la escuela Líder la Rita en Pococí, Limón. San José: Tecnológico de Costa Rica.

Olgyay, V. (1998). Arquitectura y clima. España: Gustavo Gili.

Olivera Rojas, M. R., & Ramírez Sánchez, R. (2013). Diagnóstico del cantón de Talamanca. MIVAH (DDIS-DATV).

Perera Morales, J., & Márquez Rodríguez, D. (2015). redalyc.org. Obtenido de Manuel de Buenas Prácticas Ambientales. EMPAI: http://www.redalyc.org/html/1939/193915924003/

Remess Pérez, M., & Winfield Reyes, F. (2008). Espacios educativos y desarrollo. Alternativas desde la sustentabilidad y regionalización. México: Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Riera Jaume, M., Ferrer Ribot, M., & Ribas Mas, C. (agosto de 2014). Reladei. Obtenido de La organización del espacio por ambientes de aprendizaje en la educación infantil:

significados, antecedentes y reflexiones: http://redaberta.usc.es/reladei/index.php/reladei/article/viewFile/181/pdf

Sáez, C. (s.f.). Educar con cerebro.

Schneider, M. (2002). Do school facilities affect academic outcomes? Washintong: National clearinghouse for educational facilities.

Solano, J. (1992). Características Básicas del Período Seco en la Vertiente del Pacífico de Costa Rica, Tesis para optar al grado de Licenciatura en Geografía. Heredia: Escuela de Ciencias Geográficas, Universidad Nacional de Costa Rica (U.N.A).

Solano, J. (1996). Aspectos fisiográficos básicos para las principales regiones de Costa Rica. San José: Ministerio del Ambiente y Energía, IMN.

Solano, J., & Villalobos, R. (2001). Regiones y subregiones climáticas de Costa Rica. San José: Instituto Meteorológico Nacional, Gestión de Desarrollo.

Sosa Griffin, M. E., & Siem, G. (2004). Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico. Caracas, Venezuela: IDEC.

Sutter, L. (2013). Espacios en Movimiento, guía de diseño para espacios de aprendizaje infantil. San José: UCR.

Valerie Perez, Y., & Guedi Capeluto, I. (2009). Climatic considerations in school building design in the hot humid climate for reducing energy consumption. California: ELSEVIER.

Villarreal, A., Marín, F., Villalobos, H., Vargas, R., Méndez, V., & Arias, V. (2012). Estrategias Pasivas de Diseño Bioclimático Seminario de Graduación para optar por el grado de Licenciatura de Arquitectura. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.

Zeledón, M. d. (2016). Plan de Desarrollo Rural del Territorio Pérez Zeledón}. San José.