



DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO
Especialización, Maestría y Doctorado en Diseño

**Análisis y Aplicación de Estrategias de Diseño
Bioclimático Para Escuela Primaria y de Oficios en
Palenque, Chiapas.**

Oscar Uriel González Mejía

Trabajo terminal para optar por el
Diploma de Especialización en Diseño
Opción Diseño Ambiental

Asesores:

Mtro. Roberto Gustavo Barnard Amosurrutia

Mtro. Héctor Valerdi Madrigal

Dr. Pablo David Elías López

Ciudad de México

Mayo 2022

AGRADECIMIENTOS

A CONACYT, por brindarnos un apoyo invaluable para poder formarnos y sustentar a la vez nuestros gastos.

A la Universidad Autónoma Metropolitana, mi casa de estudios y segundo hogar, a quien debo toda mi formación profesional y mi amor por el diseño ambiental.

A todos mis profesores, por compartir sus conocimientos, brindarme siempre su apoyo y su tiempo, nos inspiran a ser mejores y llegar más lejos.

A mi familia y amigos, quienes siempre me brindan un apoyo incondicional e invaluable.

Al doctor Antonio Toca Fernández q.e.p.d. quien asesoró mi proyecto terminal de licenciatura y creyó en nosotros para alcanzar nuestras metas.

Dedico esta tesis a quienes han partido, en especial a mi tío Santiago González Islas q.e.p.d. Fuiste el primero en saber que empezaría éste camino y quiero que sepas que lo logré.

RESUMEN

Este proyecto propone una escuela primaria y de oficios que ayude a mitigar el analfabetismo y la pobreza en Palenque, Chiapas. Haciendo uso de estrategias bioclimáticas y sustentables para su diseño.

Mediante el análisis de las problemáticas locales, el sitio y su climatología, se desarrolló un proyecto de escuela adaptado a su medio, tomando en cuenta el confort térmico, lumínico y acústico, como los principales objetivos.

Los respectivos análisis, evaluaciones y estudios fueron elaborados con software especializado y con el apoyo de las instalaciones del laboratorio de arquitectura bioclimática de la UAM Azcapotzalco.

ABSTRACT

This project proposes a primary and trade school to help mitigate illiteracy and poverty in Palenque, Chiapas. Making use of bioclimatic and sustainable strategies for its design.

Through the analysis of local problems, the site and its climatology, a school Project adapted to its environment was developed, taking into account thermal, lighting and acoustic confort as the main objectives.

The respective analyses, evaluations and studies were carried out with specialized software and with the support of the UAM Azcapotzalco bioclimatic architecture laboratory facilities.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Capítulo 1. ANÁLISIS DE SITIO

- 1.1 Localización
- 1.2 Uso, Topografía y Edafología
- 1.3 Hidrografía
- 1.4 Aspectos Demográficos
- 1.5 Infraestructura Educativa
- 1.6 Equipamiento Urbano

Capítulo 2. ANÁLISIS CLIMÁTICO

- 2.1 Temperatura
- 2.2 Humedad y Precipitación
- 2.3 Radiación Solar
- 2.4 Viento y Nubosidad
- 2.5 Análisis de Estrategias Bioclimáticas
 - 2.5.1 Gráfica Psicrométrica
 - 2.5.2 Principales Estrategias a Aplicar en el Proyecto
 - 2.5.3 Criterios de Uso de las Estrategias Bioclimáticas
 - 2.5.4 Análisis de Diagrama Bioclimático
 - 2.5.5 Ecotecnias

Capítulo 3. ANTEPROYECTO ARQUITECTÓNICO

- 3.1 Programa Arquitectónico
- 3.2 Diagrama de Interrelación
- 3.3 Planos Conceptuales

Capítulo 4. PROYECTO ARQUITECTÓNICO BIOCLIMÁTICO

- 4.1 Planta de Conjunto
- 4.2 Plantas Arquitectónicas
- 4.3 Fachadas y Cortes
- 4.4 Corte por Fachada
- 4.5 Renders

Capítulo 5. DISEÑO Y EVALUACION BIOCLIMÁTICA

- 5.1 Análisis Térmico
 - 5.1.1 Ener Habitat
 - 5.1.2 NOM - 020
 - 5.1.3 Certificación
 - 5.1.4 Design Builder
- 5.2 Asoleamiento
 - 5.2.1 Análisis con Gráfica Estereográfica
- 5.3 Iluminación
- 5.4 Viento
- 5.5 Análisis y Balance Acústico
- 5.6 Eco tecnologías

CONCLUSIONES

FUENTES DE INFORMACION

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1 Ubicación de Palenque en Chiapas dentro de la República Mexicana

Fuente: travelbymexico.com 2021. Edición propia

Figura 2 Ubicación de Terreno dentro de la ciudad de Palenque.

Fuente: Google maps.

Figura 3 Dimensiones del terreno en vista satelital

Fuente: Google maps.

Figura 4 Mapa esquemático de altitud y relieve en Palenque

Fuente: topographic-map.com.

Figura 5 Carta urbana de la ciudad de Palenque.

Fuente: INEGI.org.mx

Figura 6 Perfil de suelo regosol.

Fuente: INEGI.org.mx

Figura 7 Perfil de suelo arenosol.

Fuente: INEGI.org.mx

Figura 8 Plano edafológico de Palenque

Fuente: INEGI.org.mx

Figura 9 Plano topográfico de la ciudad de Palenque y señalamiento de

acueductos superficiales y subterráneos.

Fuente: INEGI.org.mx

Figura 10 Plano hidrográfico de la ciudad de Palenque.

Fuente: INEGI.org.mx

Figura 11 Indicadores Sociodemográficos

Fuente: INEGI y CONEVAL

Figura 12 Medición multidimensional de la pobreza

Fuente: INEGI y CONEVAL

Figura 13 Indicadores asociados al índice de rezago social

Fuente: INEGI y CONEVAL

Figura 14 Uso de suelo urbano en Palenque

Fuente: ceieg.chiapas.gob.mx

Figura 15 Plaza central de Palenque, Chiapas

Fuente: youtube.com

Figura 16 Modalidades de utilización del suelo

Fuente: ceieg.chiapas.gob.mx

Figura 17 Gráfica de temperatura mensual en Palenque, Chiapas valores en eje Y
temperatura en grados Celsius.

Fuente: Climate Consultant 5.5

Figura 18 Gráfica de humedad relativa mensual en Palenque, Chiapas, valores en eje Y
porcentaje de humedad, valores en eje X horas.

Fuente: Climate Consultant 5.5

Figura 19 Normal climatológica (enfocada en precipitación) de 1951 a 2010 Palenque,
Chiapas.

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

Figura 20 Gráfica de precipitación y evaporación Palenque, Chiapas.

Fuente: SMN – Normales - Climatológicas – Estación 00007085

Palenque, Chiapas. Elaborado en hoja de cálculo BAT .

Autores: Víctor Fuentes y Julio Cesar Rincón.

Figura 21 Gráfica de radiación anual en Palenque, Chiapas valores en eje Y w/m cuadrado.

Fuente: Climate Consultant 5.5

Figura 22 Gráfica de rango de iluminación en Palenque, Chiapas

en eje Y iluminancia en lux.

Fuente: Climate Consultant 5.5

Figura 23 Gráfica de velocidad de viento en Palenque, Chiapas en

eje Y velocidad en m/s.

Fuente: Climate Consultant 5.5

Tabla 1 Dirección, humedad relativa y temperatura de viento mensual.

Elaboración propia

Figura 24 Rueda de viento mensual Palenque, Chiapas.

Fuente: climate consultant 5.5

Figura 25 Gráfica de dirección de viento.

Fuente: weatherspark.com

Figura 26 Gráfica de nubosidad.

Fuente: weatherspark.com

Figura 27 Gráfica psicrométrica anual de Palenque, Chiapas

Fuente: Climate Consultant 5.5

Figura 28 Estrategias anuales de diseño

Fuente: Climate Consultant 5.5

Figura 29 Esquema de funcionamiento de ventilación natural y control de humedad.

Fuente: Climate Consultant 5.5

Figura 30 Esquema de funcionamiento de entresijos y elementos
arquitectónicos.

Fuente: Climate Consultant 5.5

Figura 31 Esquema de funcionamiento de sombreado fijo o desplegable

Fuente: Climate Consultant 5.5

Figura 32 Diagrama Bioclimático Mensual

Fuente: SMN – Normales – Climatológicas – Estación 00007085

Palenque, Chiapas. Elaborada en hoja de cálculo BAT.

Autores: Víctor Fuentes y Julio Cesar Rincón.

Figura 33 Programa Arquitectónico

Fuente: Tabla de Elaboración Propia

Figura 34 Diagrama de Interrelación

Fuente: Diagrama de Elaboración Propia

Figura 35 Boceto Conceptual de la Fachada Principal

Fuente: Dibujo Propio a Mano Alzada

Figura 36 Plano Conceptual de Planta Baja

Fuente: Dibujo de Elaboración Propia

Figura 37 Plano Conceptual de Nivel 1

Fuente: Dibujo de Elaboración Propia

Figura 38 Planta de Conjunto

Fuente: Dibujo de Elaboración Propia

Figura 39 Planta Baja

Fuente: Dibujo de Elaboración Propia

Figura 40 Planta de Nivel 1

Fuente: Dibujo de Elaboración Propia

Figura 41 Fachada Principal y Oeste

Fuente: Dibujo de Elaboración Propia

Figura 42 Cortes A y B

Fuente: Dibujo de Elaboración Propia

Figura 43 Cortes C y D

Fuente: Dibujo de Elaboración Propia

Figura 44 Isométrico 1

Fuente: Dibujo de Elaboración Propia

Figura 45 Isométrico 2

Fuente: Dibujo de Elaboración Propia

Figura 46 Cortes por Fachada

Fuente: Dibujo de Elaboración Propia

Figura 47 Corte por Fachada

Fuente: Dibujo de Elaboración Propia

Tabla 2 Capas del primer sistema de muro (fachada norte)

Fuente: enerhabitat.unam.mx

Tabla 3 Capas del segundo sistema de muro (fachada norte)

Fuente: enerhabitat.unam.mx

Tabla 4 Capas del tercer sistema de muro (fachada norte)

Fuente: enerhabitat.unam.mx

Figura 48 Gráfica comparativa de factor de decremento de sistemas constructivos (fachada norte)

Fuente: enerhabitat.unam.mx

Figura 49 Gráfica comparativa de factor de decremento de sistemas constructivos (fachada este)

Fuente: enerhabitat.unam.mx

Figura 50 Gráfica comparativa de factor de decremento de sistemas constructivos (fachada sur)

Fuente: enerhabitat.unam.mx

Figura 51 Gráfica comparativa de factor de decremento de sistemas constructivos (fachada oeste)

Fuente: enerhabitat.unam.mx

Tabla 5 Capas del primer sistema de techo (orientación norte)

Fuente: enerhabitat.unam.mx

Tabla 6 Capas del segundo sistema de techo (orientación norte)

Fuente: enerhabitat.unam.mx

Figura 52 Gráfica comparativa de factor de decremento de sistemas constructivos (techo de losa maciza de concreto armado)

Fuente: enerhabitat.unam.mx

Figura 53 Gráfica de factor de decremento de sistemas constructivos (techo de vigueta y bovedilla, analizado en el mes más caluroso, mayo)

Fuente: enerhabitat.unam.mx

Figura 54 Gráfica comparativa de factor de decremento de losas. S.C.1 Losa de Vigueta y Bovedilla. S.C.2 Losa de Maciza de Concreto Armado.

Fuente: enerhabitat.unam.mx

Figura 55 Pantalla de inicio de cálculo de la NOM-020-ENER-2011

Fuente: Herramientas y Aplicaciones CONUEE

Figura 56 Captura de Datos de Muro

Fuente: Herramientas y Aplicaciones CONUEE

Figura 57 Vista Exterior del Módulo de Aulas

Fuente: Revit 2019

Figura 58 Captura de Datos de Sistema de Vigueta y Bovedilla

Fuente: Herramientas y Aplicaciones CONUEE

Figura 59 Captura de Datos de Vigueta y Bovedilla con Azotea Verde Extensiva

Fuente: Herramientas y Aplicaciones CONUEE

Figura 60 Captura de Datos de Ventanas en Fachada Principal

Fuente: Herramientas y Aplicaciones CONUEE

Figura 61 Planta Arquitectónica del Módulo de Aulas

Fuente: Elaboración Propia en AutoCAD

Figura 62 Captura de Datos de Ventanas en Fachada Posterior

Fuente: Herramientas y Aplicaciones CONUEE

Figura 63 Captura de Datos de Puertas en Fachada Principal

Fuente: Herramientas y Aplicaciones CONUEE

Figura 64 Resultados del Primer cálculo

Fuente: Herramientas y Aplicaciones CONUEE

Figura 65 Captura de Datos de Sistema de Muro con Aplanado Cal Arena

Fuente: Herramientas y Aplicaciones CONUEE

Figura 66 Resultados de Segundo Cálculo

Fuente: Herramientas y Aplicaciones CONUEE

Figura 67 Captura de Datos de Sistema de Muro con Aislante de Poli estireno Extruido y su Esquema

Fuente: Herramientas y Aplicaciones CONUEE

Figura 68 Resultados del Tercer cálculo

Fuente: Herramientas y Aplicaciones CONUEE

- Figura 69** Etiqueta de Eficiencia Energética
Fuente: NOM 020
- Figura 70** Logotipos de Distintivo Ambiental UNAM
Fuente: tucomunidad.unam.mx
- Figura 71** Modelo Tridimensional del Módulo de Aulas – Vista Suroeste
Fuente: Design Builder 8.9
- Figura 72** Modelo Tridimensional del Módulo de Aulas – Vista Noreste
Fuente: Design Builder 8.9
- Tabla 7** Comportamiento Térmico Mensual
Fuente: Design Builder 8.9
- Figura 73** Comportamiento Anual de Humedad – Zona 1 (Aula Este)
Fuente: Design Builder 8.9
- Figura 74** Comportamiento Anual de Humedad – Zona 2 (Aula Oeste)
Fuente: Design Builder 8.9
- Figura 75** Comportamiento Anual de Humedad – Zona 3 (Aula Central)
Fuente: Design Builder 8.9
- Figura 76** Comportamiento Térmico Diario de Temperatura Operativa y Temperatura Exterior
Fuente: Design Builder 8.9
- Figura 77** Comportamiento de Humedad Diario
Fuente: Design Builder 8.9
- Figura 78** Gráfica Solar Ortogonal de Palenque Chiapas
Fuente: Dibujo de Elaboración Propia
- Figura 79** Gráfica Estereográfica de Palenque Chiapas
Fuente: andrewmarsh.com 2D Sun Path
- Figura 80** Gráfica Estereográfica de Palenque Chiapas con Transportador de Sombras y Sombreado
Fuente: andrewmarsh.com 2D Sun Path y Dibujo de Elaboración Propia
- Figura 81** Propuesta de Dispositivos de Control Solar en Fachadas Sur
Fuente: Dibujo de Elaboración Propia
- Figura 82** Gráfica Estereográfica de Palenque Chiapas con Transportador de Sombras y Sombreado Para Ventanas al Norte
Fuente: andrewmarsh.com 2D Sun Path y Dibujo de Elaboración Propia
- Figura 83** Propuesta de Dispositivos de Control Solar en Fachadas Norte.
Fuente: Dibujo de Elaboración Propia
- Figura 84** Propuesta de Dispositivos de Captación de Iluminación Semidirecta.
Fuente: Dibujo de Elaboración Propia
- Figura 85** Asoleamiento en la fachada norte de modelo a escala analizado en heliodón, solsticio de verano 10:00 am
Fuente: Fotografía propia, heliodón UAM Azcapotzalco
- Figura 86** Análisis de Modelo en Heliodón
Fuente: Fotografía Propia
- Figura 87** Asoleamiento en fachada norte – 21 de junio 9:00 am
Fuente: Estudio en heliodón
- Figura 88** Asoleamiento en fachada norte – 21 de junio 12:00 pm
Fuente: Estudio en heliodón
- Figura 89** Asoleamiento en fachada norte – 21 de junio 10:00 am, modelo con volado
Fuente: Estudio en heliodón
- Figura 90** Análisis de Aula en Dynamic Daylight.
Fuente: andrewmarsh.com
- Figura 91** Representación Gráfica de Iluminación Natural al Interior de un Aula al 13 de Junio a las 8:00 am, cielo cubierto.
Fuente: DIALux evo 9.2
- Figura 92** Resumen de Iluminación Natural al Interior de un Aula al 13 de Junio a las 8:00 am, cielo cubierto.
Fuente: DIALux evo 9.2
- Figura 93** Iluminación Natural Dentro de un Aula el 13 de Junio a las 8:00 am, cielo cubierto.
Fuente: DIALux evo 9.2
- Figura 94** Representación Gráfica de Iluminación Natural al Interior de un Aula al 13 de Junio a las 8:00 am, cielo despejado.
Fuente: DIALux evo 9.2
- Figura 95** Resumen de Iluminación Natural al Interior de un Aula al 13 de Junio a las 8:00 am, cielo despejado.
Fuente: DIALux evo 9.2
- Figura 96** Iluminación Natural Dentro de un Aula el 13 de Junio a las 8:00 am, cielo despejado.
Fuente: DIALux evo 9.2
- Figura 97** Representación Gráfica de Iluminación Natural al Interior de un Aula al 13 de Junio a las 8:00 am, cielo medio.
Fuente: DIALux evo 9.2
- Figura 98** Resumen de Iluminación Natural al Interior de un Aula al 13 de Junio a las 8:00 am, cielo medio.
Fuente: DIALux evo 9.2
- Figura 99** Iluminación Natural Dentro de un Aula el 13 de Junio a las 8:00 am, cielo medio.
Fuente: DIALux evo 9.2
- Figura 100** Representación Gráfica de Iluminación Artificial al Interior de un Aula sin luz diurna.
Fuente: DIALux evo 9.2

Figura 101 Resumen de Iluminación Artificial al Interior de un Aula sin luz diurna.

Fuente: DIALux evo 9.2

Figura 102 Iluminación Artificial Dentro de un Aula sin luz diurna.

Fuente: DIALux evo 9.2

Figura 103 Segunda Vista al Interior de un Aula

Fuente: DIALux evo 9.2

Figura 104 Primera Vista al Interior de un Aula

Fuente: DIALux evo 9.2

Figura 105 Modelo a Escala Dentro del Cielo Artificial

Fuente: Fotografía Propia

Figura 106 Fotografías del Modelo a Escala Dentro del Cielo Artificial

Fuente: Fotografías Propias

Figura 107 Distribución de Iluminancia

Fuente: Dibujo de Elaboración Propia

Figura 108 Distribución de FLD

Fuente: Dibujo de Elaboración Propia

Figura 109 Flujo de Viento en Fachada Norte

Fuente: Flow Design 2014

Figura 110 Presión en Muro Oeste de Aulas y Velocidad de Salida

Fuente: Flow Design 2014

Figura 111 Vista en Corte del Flujo de Viento al Interior de las Aulas

Fuente: Flow Design 2014

Figura 112 Planta Baja de Todo el Proyecto con Niveles de Ruido Exterior y su Distancia al Receptor.

Fuente: Dibujo de Elaboración Propia

Figura 113 Definición de Fuentes Sonoras

Fuente: Tabla de Elaboración Propia

Figura 114 Aislamiento Acústico de Elementos Estructurales

Fuente: INIFED Tomo IV Acústica

Figura 115 Sistema Constructivo de Muros y Aislamiento Acústico por Fachada

Fuente: Dibujo de Elaboración Propia

Figura 116 Suma Exterior de Decibeles, Fuentes Sonoras, Aislamiento de Muros; Este, Oeste y Sur, y Ruido de Fondo en Aulas.

Fuente: Dibujo de Elaboración Propia

Figura 117 Fuentes Sonoras, Aislamiento de Muros; Este, Oeste y Sur, y Ruido de Fondo en Aulas

Figura 118 Suma de Decibeles en el Aula Central.

Fuente: Dibujo de Elaboración Propia

Fuente: Dibujo de Elaboración Propia

Figura 119 Muros, Planta y Plafones del Salón Central

Fuente: Dibujo de Elaboración Propia

Tabla 8 Áreas Absorbentes y RT

Fuente: Tabla de Elaboración Propia

Figura 120 Aspecto Externo de Plafón Ecophon Master E

Fuente: Ecophon.com

Tabla 9 Áreas Absorbentes y RT

Fuente: Tabla de Elaboración Propia

Figura 121 Ubicación de Plafón Ecophon Master E

Fuente: Dibujo de Elaboración Propia

Figura 122 Filtro de Bajante Pluvial Instalado

Fuente: hidropluviales.com

Figura 123 Operación del Filtro de Bajante Pluvial

Fuente: hidropluviales.com

Tabla 10 Consumo Diario de Agua del Proyecto

Fuente: Cálculo Propio en Excel

Figura 124 Dimensiones de Cisterna y Accesorios

Fuente: Rotoplas.com.mx

Figura 125 Instalación de Sistema de Captación Pluvial en Plano de Planta

Fuente: Dibujo Propio en AutoCAD

Figura 126 Instalación de Sistema de Captación Pluvial en Corte

Fuente: Dibujo Propio en AutoCAD

INTRODUCCION

El estado de Chiapas encabeza la lista de analfabetismo a nivel nacional, de una población de 5 millones y medio de personas, en el 2020 se cuentan 512 mil 720 personas analfabetas, el grado promedio de escolaridad de la población de 15 años y más es de segundo de secundaria para hombres y de primero de secundaria para mujeres, lo que lo convierte en uno de los estados que requiere más atención a nivel educación.

Muchas de las personas que abandonan sus estudios lo hacen debido a la necesidad económica, por lo que comienzan a laborar a muy temprana edad, tomar esta opción para muchos sería más fácil con una preparación adecuada en algún oficio de su interés, ya sea para comercio o mano de obra.

Cabe mencionar que Chiapas, también encabeza la lista en índices de pobreza y pobreza extrema a nivel nacional. De acuerdo a la publicación de la secretaría de bienestar en el Diario Oficial de la Federación para el ejercicio fiscal 2021, el 29.7 por ciento de su población, se encuentran en pobreza extrema, esto es, un millón 623 mil 286 personas.

Atendiendo a lo mencionado anteriormente, se propone la construcción de una escuela primaria y de oficios pública rural para la comunidad de Palenque, Chiapas, misma que será elaborada con estrategias de diseño bioclimático y sustentable que garanticen el menor impacto ambiental y un bajo costo de elaboración y mantenimiento, adecuándose a su contexto urbano, ambiental, social, económico y cultural. Se eligió a la comunidad de Palenque, debido a la perspectiva de desarrollo que representa a nivel estado con la implementación del proyecto tren maya.

Contar con personas capacitadas en sus respectivos oficios, le dará la oportunidad a muchos de aportar un crecimiento económico significativo para su comunidad; alfarería, bisutería, carpintería, joyería, confección y bordado, son algunos de los oficios que se proponen para el comercio.

Mientras que para la preparación de mano de obra se proponen oficios como; albañilería, plomería y electricidad.

Éste proyecto presenta una alternativa de solución a los problemas de infraestructura educativa y económica, dentro de uno de los estados más olvidados de nuestro país.

ATECEDENTES

En México la educación secundaria se estableció como un nivel educativo con organización propia en 1925. Fue el profesor Moisés Sáenz quien señaló la importancia de ofrecer una formación que tomara en cuenta los rasgos específicos y las necesidades educativas de la población adolescente ("La escuela rural mexicana", en Comas, Juan, *La Antropología social aplicada en México: trayectoria y antología*. México, Instituto Indigenista Interamericano, 1964, pp. 103-133).

Actualmente en nuestro país existe el modelo de escuelas secundarias técnicas, las cuales tienen el propósito de formar a los educandos con las materias académicas y capacitarlos en actividades tecnológicas industriales, comerciales, agropecuarias, pesqueras y forestales, su finalidad es preparar alumnos para que ingresen al nivel medio superior y, además darles la oportunidad de incorporarse al mercado de trabajo con una educación tecnológica de carácter propedéutico.

Las escuelas secundarias técnicas surgen como una respuesta a la formación para el trabajo en esta modalidad, pensando principalmente en los jóvenes de sectores vulnerables.

Capítulo 1. ANALISIS DE SITIO



1.1 Localización

Palenque es uno de los 124 municipios que conforman el estado de Chiapas, es una ciudad de origen maya ubicada cerca del río Usumacinta.

Su localización geográfica se encuentra en las coordenadas: **17°30'** latitud norte y **91°58'** longitud oeste.

Su altitud es de **60 m.s.n.m.**

Limita al **norte** con los municipios de Catazaja y La Libertad.

Al **noreste** con el municipios de Emiliano Zapata del estado de Tabasco.

Al **este** con el municipio de Tenosique del estado de Tabasco.

Al **sureste** con el departamento de Peten, Guatemala

Al **sur** con los municipios de Ocosingo y Chilón

Al **oeste** con el municipio de Salto de Agua

Y al **noroeste** con el municipio de Macusapana del estado de Tabasco.

La ciudad de Palenque tiene una extensión territorial de **1,123 km cuadrados**.

El clima en Palenque de acuerdo al sistema de clasificación Köppen - García, es **A (f)**, es decir, **cálido y lluvioso todo el año**, ningún mes con temperaturas medias inferiores a los 18°C ni con precipitación por debajo de los **60 mm**.



Figura 1. Ubicación de Palenque en Chiapas dentro de la República Mexicana.
Fuente: travelbymexico.com 2021. Edición propia

El sitio para el proyecto se ubica al centro del municipio de Palenque, en la colonia Santo Domingo de Palenque, al oeste de la ciudad, en la **calle Sauce s/n entre las calles El Cedro y Los Ciprés**.

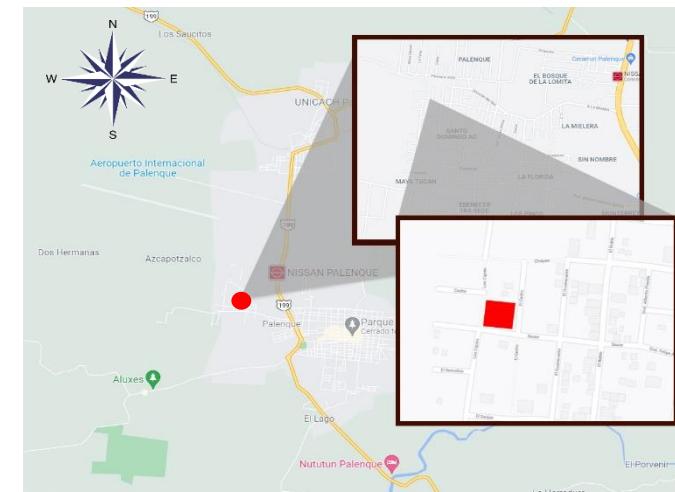


Figura 2. Ubicación de Terreno dentro de la ciudad de Palenque.
Fuente: Google maps.

Nuestro terreno tiene una superficie de **2,009.94 metros cuadrados** con **46.00 metros de frente** y **43.69 metros de fondo**.

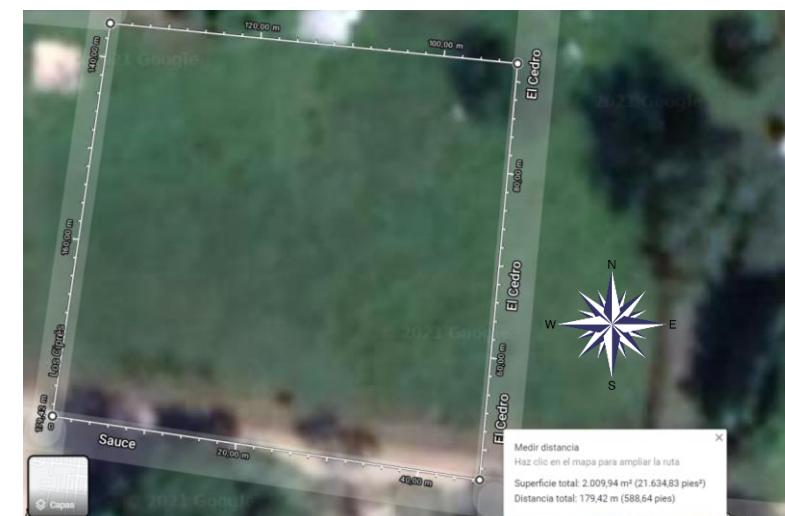


Figura 3. Dimensiones del terreno en vista satelital
Fuente: Google maps.

1.2 Uso, Topografía y Edafología

Debido a su ubicación entre los límites montañosos del norte y oriente del estado de Chiapas y de la llanura del Golfo, el relieve de la localidad es muy variado, con terrenos accidentados y semiplanos. Al centro del estado se encuentra un mayor relieve, mientras que Palenque está en una zona de bajo relieve.

Su orografía se compone de la prolongación de la Sierra norte de Chiapas, el cerro de Don Juan, cerro del Mirador, cerro del Cojolite, cerro del Chimborazo, cerro de la Vaca y las montañas de Agua Blanca Serranía.

Nuestro terreno se encuentra ubicado precisamente en la curvatura de nivel de 60 m sobre el nivel del mar.

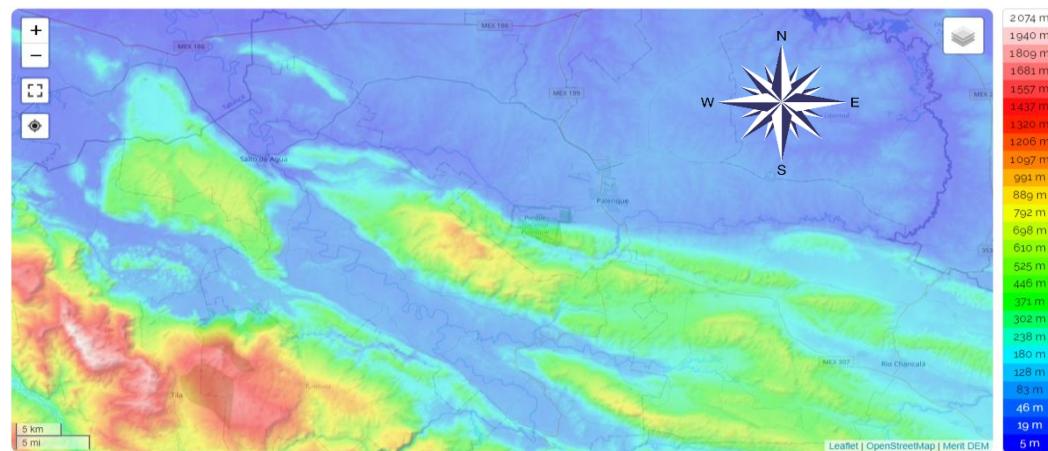


Figura 4. Mapa esquemático de altitud y relieve en Palenque

Fuente: topographic-map.com.

El uso de suelo del terreno está **catalogado como manzana urbana**, y se tiene considerado para educación básica. Al oeste del mismo podemos encontrar algunas áreas de cultivo y en general está rodeado por zonas sin ocupación catalogada.

El municipio de Palenque representa el 10 % de la superficie de la región Selvática del estado; y el 4.02% de la superficie estatal.

Dentro de su territorio se encuentra el Parque Nacional Palenque y abarca parte de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Metzabok.

La clasificación del suelo es **RG_{huar}+AR_{dyhu}/1** lo que significa un suelo primario **regosol, húmico, arénico**, con un suelo secundario **arenoso, dístico, húmico, sin limitantes físicas ni químicas**.

Suelo Primario.

Los suelos de tipo **regosol** son suelos muy jóvenes, generalmente resultado de el depósito reciente de roca y arena acarreadas por el agua; de ahí que se ubiquen al pie de las sierras, donde son acumulados por los ríos que descienden de la montaña cargados de sedimentos.

Las variantes más comunes en el territorio, los regosoles éutricos y calcáricos, se caracterizan por estar recubiertos por una capa conocida como “ócrica”, que, al ser retirada la vegetación, se vuelve dura y costrosa **impidiendo la penetración de agua hacia el subsuelo**.

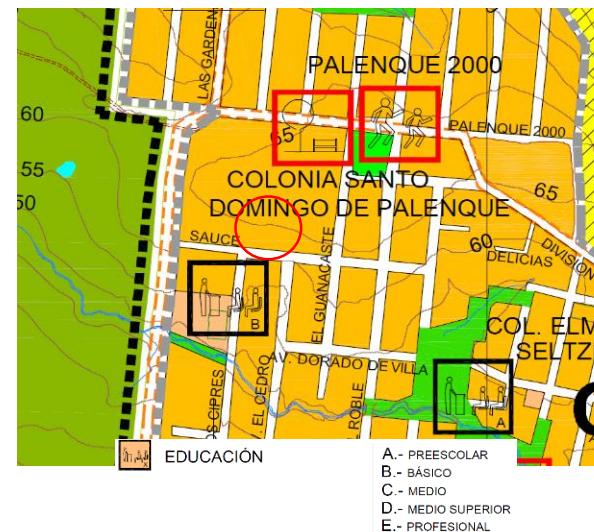


Figura 5. Carta urbana de la ciudad de Palenque.

Fuente: ceieg.chiapas.gob.mx

La sequedad y dureza del suelo es **desfavorable para la germinación y crecimiento de las plantas**. El agua, al no poder penetrar al suelo, corre por la superficie provocando **erosión**.



Figura 6. Perfil de suelo regosol
Fuente: INEGI.org.mx

REGOSOL (RG)

Suelo Secundario.

Los **arenosoles** se desarrollan sobre materiales no consolidados de textura arenosa que, localmente, pueden ser calcáreos. En pequeñas áreas puede aparecer sobre areniscas o rocas silíceas muy alteradas y arenizadas.

Dístrico significa que tiene una saturación con bases (por NH_4OAc 1 M) menor de 50 por ciento en la mayor parte entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y **roca continua o una capa cementada o endurecida**.

El suelo secundario cuenta también con composición **húmica**.



ARENOSOL (AR)

Figura 7. Perfil de suelo arenosol
Fuente: INEGI.org.mx

Por los datos vistos anteriormente será **necesario** realizar un **estudio de mecánica de suelo** en nuestro terreno para determinar su resistencia en kg/cm^2 , y considerar adecuadamente el tipo de sistema de cimentación más adecuado de acuerdo a las propiedades físicas y mecánicas del suelo de nuestro emplazamiento, tomando solo como referencia las **cimentaciones alledañas y priorizando** una **asesoría** adecuada.

También debemos elegir cuidadosamente la **vegetación** que propondremos, ya que las **condiciones** del suelo **no** son **propicias** para el crecimiento de cualquier especie, un buen criterio puede ser **elegir vegetación endémica** que se aprecie con un buen desarrollo dentro de la localidad.

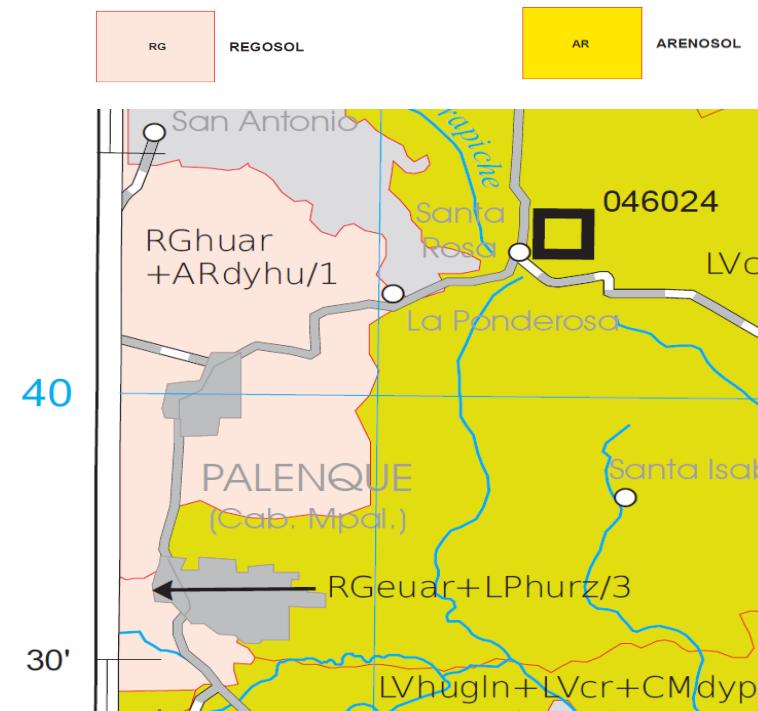


Figura 8. Plano edafológico de Palenque
Fuente: INEGI.org.mx

1.3 Hidrografía

Por las características del terreno montañoso y el clima de la zona, los recursos hidrológicos son abundantes, en las cercanías se encuentran, el río Usumacinta, Chamacax, Chancalá, Chocollaito, Bascán, Michol, San Simón, Trapiche y Pojolotote.

Cerca de nuestro terreno se encuentran dos señalamientos de **acueductos**, el primero a **166 metros al sur** y el segundo a **201 metros al noroeste**, ambos son **subterráneos**.

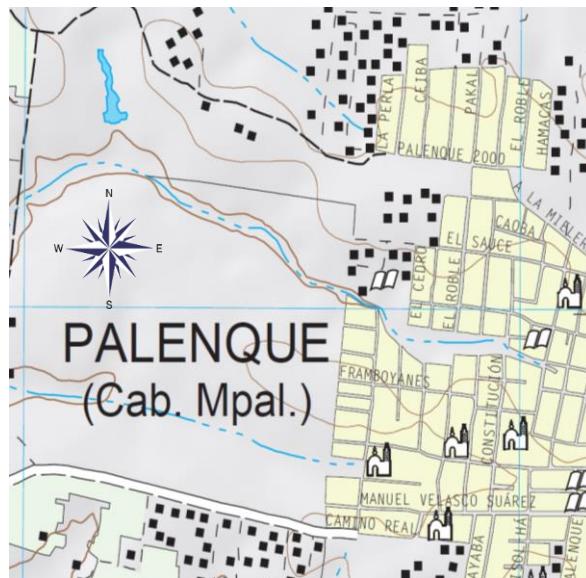


Figura 9. Plano topográfico de la ciudad de Palenque y señalamiento de acueductos superficiales y subterráneos.

Fuente: INEGI.org.mx

Las profundidades al nivel estático del agua subterránea que **predomina** es la de **20 metros en la parte meridional del acuífero**, a partir de la cual disminuye la profundidad hacia las partes más bajas del norte y poniente donde la profundidad al nivel estático varía entre 10 y 5 metros.

La elevación del nivel estático con respecto al nivel del mar, en el acuífero Palenque, se encuentra desde los 60 metros sobre el nivel del mar en el límite sur con la Sierra de Chiapas, a la altura de la Ciudad de Palenque, hasta los 10 metros sobre el nivel del mar en todas las porciones occidental y norte del acuífero, indicando con esto que **el flujo subterráneo tiene una dirección predominante desde las áreas de recarga localizadas al sureste hacia las áreas de descarga localizadas al norte y noreste del acuífero**; en las inmediaciones de las localidades de Bajadas Grandes, Catazajá y Emiliano Zapata, respectivamente. El esquema de flujo subterráneo no muestra ninguna deformación o cono de abatimiento provocado por la extracción del agua subterránea, se observa que sigue sensiblemente las mismas direcciones de los escurrimientos superficiales, tal como se presentan las redes de flujo de un acuífero en condiciones naturales.

ACUEDUCTOS:
SUPERFICIAL, SUBTERRÁNEO

Se aprecia también la presencia de un pequeño **estanque a 622 metros al noroeste** de nuestra ubicación.

El **acuífero Palenque**, por su reducida extensión tanto horizontal como vertical, se considera de potencial geo hidrológico bajo, actualmente este acuífero es aprovechado principalmente por norias que abastecen de **agua para uso doméstico** a las pequeñas comunidades emplazadas en la zona.

La **profundidad** al nivel estático del agua subterránea del acuífero Palenque se encuentra **entre los 5 y 30 metros con respecto a la superficie terrestre**.

Las mayores profundidades al nivel estático se localizan en las inmediaciones de la Ciudad de Palenque y las menores profundidades, de 5 metros, se presentan en diferentes sitios, al norte, aguas debajo de la localidad Ignacio Zaragoza; en la porción central, cercana a la localidad José María Morelos; al oriente, en las rancherías de Aldama y el Guaro; y el poniente en la localidad de Bajadas Grandes.

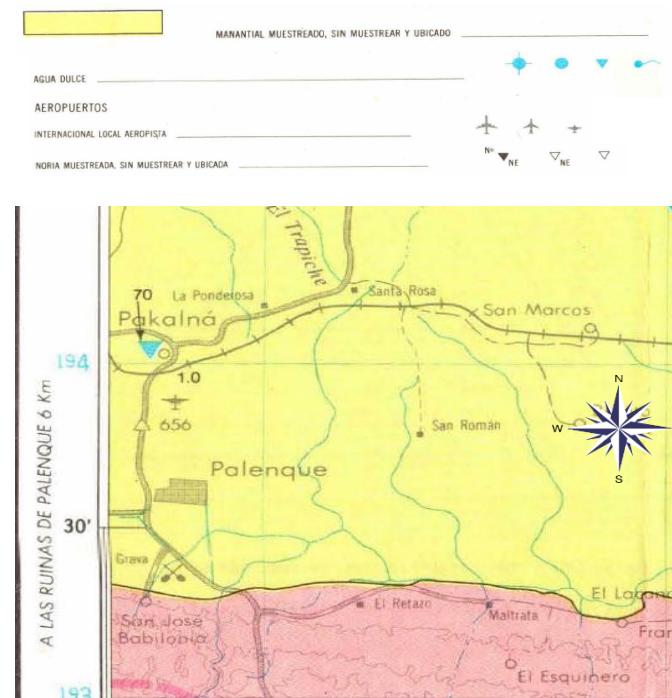


Figura 10. Plano hidrográfico de la ciudad de Palenque.

Fuente: INEGI.org.mx

1.4 Aspectos Demográficos

La **población** total del municipio en **2010 fue de 110,918** personas, lo cual representó el **2.3%** de la población **del estado**.

En el mismo año había en el municipio 25,263 viviendas (2.4% del total de viviendas en la entidad), de las cuales 4,905 estaban encabezados por jefas de familia (2.3% del total de la entidad).

El **tamaño promedio** de las **viviendas** en el municipio a nivel estatal y municipal fue de **4.4 integrantes**.

El grado promedio de **escolaridad** de la población de **15 años o más** en el municipio era en 2010 de **6.5**, frente al grado promedio de escolaridad de 6.7 en la entidad, esto es de **segundo de secundaria para hombres y de primero de secundaria para mujeres**.

En **2010** el municipio contaba con **220 escuelas preescolares** (3% del total estatal), **233 primarias** (2.7% del total) y **66 secundarias** (3.4%). Además, el municipio contaba con **17 bachilleratos** (2.4%), **1 escuela de profesional técnico** (5.3%) y **5 escuelas de formación para el trabajo** (1.1%). El municipio también contaba con **108 primarias indígenas** (3.5%).

De la población de 15 años y más:

- 55.1% tienen la educación básica terminada
- 19.94% finalizaron la educación media superior
- 8.76% concluyeron la educación superior

INDICADOR	PALENQUE (MUNICIPIO)	CHIAPAS (ESTADO)
Población total, 2010	110,918	4,796,580
Total de hogares y viviendas particulares habitadas, 2010	25,263	1,072,560
Tamaño promedio de los hogares (personas), 2010	4.4	4.4
Hogares con jefatura femenina, 2010	4,905	216,407
Grado promedio de escolaridad de la población de 15 o más años, 2010	6.5	6.7
Total de escuelas en educación básica y media superior, 2010	537	18,539
Personal médico (personas), 2010	110	5,373
Unidades médicas, 2010	20	1,314
Número promedio de carencias para la población en situación de pobreza, 2010	3.3	3.2
Número promedio de carencias para la población en situación de pobreza extrema, 2010	4	3.9

Figura 11. Indicadores Sociodemográficos
Fuente: INEGI y CONEVAL

El promedio de escolaridad de la población del municipio de Palenque es de 7.1 años (equivalente a un poco más de primer año de secundaria)

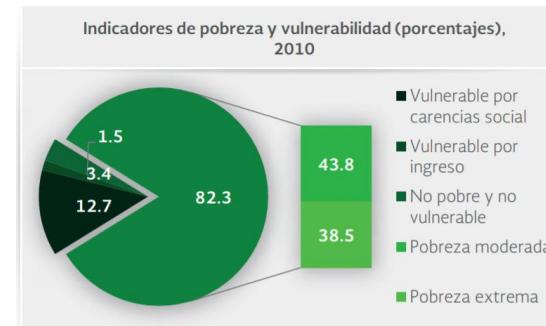


Figura 12. Medición multidimensional de la pobreza

Fuente: INEGI y CONEVAL



Figura 13. Indicadores asociados al índice de rezago social

Fuente: INEGI y CONEVAL

1.5 Infraestructura Educativa.

Una de las prioridades del **actual Gobierno** Federal, es impulsar políticas económicas que conlleven a un **crecimiento** en la región sur-sureste del país, toda vez que allí se encuentran los estados con las poblaciones más pobres de México. El proyecto económico de la administración actual, propone un programa integral de **inversión pública en infraestructura** para la región sur-sureste a través de dos grandes proyectos regionales **que incentiven así la inversión y el empleo**.

En la educación básica existen **24 escuelas primarias** que en total tienen una población de **5,449 alumnos** y cuentan con un total de **215 aulas** de las cuales **utilizan 178**, en promedio atienden a **31 alumnos por aula**.

Dando un mayor fundamento al objetivo de nuestro proyecto, dentro del plan de desarrollo urbano se considera mejorar las condiciones de equipamiento educativo actual del nivel preescolar, primaria, secundaria y medio superior; orientada hacia las zonas de mayor demanda.

1.6 Infraestructura Urbana

Historia.

Fray Pedro Lorenzo **funda** en el año de **1567** el pueblo de Palenque, dando con este nombre homenaje al antiguo Palenque, cuyos vestigios había descubierto a cierta distancia del nuevo sitio.

Se sabe que los nativos llamaban a **Palenque, Otulún** palabra **de origen chol** que significa "**Sitio cercado o fortificado**".

Carreteras y movilidad.

La **principal carretera** que existe dentro de esta zona es la **No. 199**, comunicando poblados de valor turístico dentro de la Región VI; como la zona arqueológica de Palenque que se encuentra a **8 kilómetros de la ciudad de Palenque**; a Catazajá que se ubica a 28 Km. del mismo lugar; Cascadas de Agua Azul que se localiza a 64 km.; a Misol-Há que se encuentra a 20 km; Toniná a 131 km; así como con la zonas de Bonampak, Yaxchilán y Agua Clara.

El acceso a la cabecera municipal desde Palenque, cabecera de la región, es por la carretera federal No. 199. Desde aquí se puede llegar al estado vecino de Tabasco.

De acuerdo a la superficie de rodamiento, el 51% de la superficie carretera se encuentra pavimentada, el 44% revestida mientras que solo el 5% es de terracería.

Por lo que respecta al **aforo vehicular** se constituye principalmente en **automóviles (50.87%)** y **camiones y camionetas de carga (44.76%)**; el resto lo conforman **camiones de pasaje (2.62%)** y **motocicletas (1.75%)**.

De acuerdo con la estructura urbana regional, Palenque se encuentra en el nivel intermedio del Sistema Estatal de Pueblos y Ciudades; el suelo está destinado para la vivienda de diferentes niveles socioeconómicos; equipamiento como el educativo, de salud, cultura, comercio y abasto, así como los servicios para el turismo, destacando hoteles, restaurantes, tiendas de artesanías y la central de autobuses.

Un uso significativo lo constituye el **aeropuerto turístico** ubicado a **300 metros al sur de Pakal-Ná**, el cual a mediano plazo será un elemento que podría dificultar el enlace e integración de Pakal-Ná y la ciudad de Palenque.

No.	Uso de Suelo	Hectáreas	Porcentaje
1	Habitacional	382.48	36.78 %
2	Industrial	3.36	0.32 %
3	Equipamiento Urbano	426.66	41.03 %
4	Servicios	19.11	1.83 %
5	Vialidad	177.92	17.11 %
6	Áreas Verdes	30.47	2.93 %
	Total:	1,040.00	100.00 %

Figura 14. Uso de suelo urbano en Palenque

Fuente: ceieg.chiapas.gob.mx

Agua potable.

Palenque cuenta actualmente con un sistema municipal de agua potable llamado "SAPAM Palenque", **abasteciéndose de las aguas superficiales de los ríos Chacamax, Otulum y el Trapiche. La captación de las aguas del río Chacamax se realiza en el sitio llamado Nututún, ubicado a 2.5 km. al sureste de Palenque** rumbo a la carretera Palenque-Ocosingo; consta de dos pozos de 5.5 m. de profundidad.

Drenaje.

Palenque **cuenta con servicio** de drenaje en **aproximadamente 98% de su superficie** consolidada y de las colonias adyacentes. **El 2% restante** que carece de este servicio **se localiza en las colonias y/o fraccionamientos periféricos del polígono** Palenque y del asentamiento Pakal-Ná. **Hay dos colectores generales que reciben aguas negras captadas por el resto del sistema y descargan sin ningún tratamiento al arroyo Chinchibol.**

El déficit de drenaje y alcantarillado ha propiciado la construcción de pequeños tramos de drenaje por cuenta e iniciativa de los usuarios, adaptando su red a las condiciones topográficas y descargando sobre calles y lotes baldíos o bien a las cañadas y arroyos cercanos.

La dotación de drenaje y alcantarillado en Pakal-Na atiende a gran parte de la superficie urbana, prestando servicio casi exclusivamente en el centro de la ciudad.

La red existente está totalmente desarticulada, ninguna sección se comunica con las otras y todas descargan en el interior mismo de la mancha urbana, en suelos baldíos, cañadas, arroyos y sobre la vía pública. Esto significa que tanto las que cuentan con este servicio como las que carecen de él, **descargan sus aguas residuales deteriorando el medio ambiente y el entorno urbano.**

Energía eléctrica.

Las ciudades de Palenque y Pakal-Na reciben el servicio de electrificación de la **subestación eléctrica** que se localiza **en el kilómetro 2 de la carretera que enlaza a estos dos centros de población**, a través de una línea de alta tensión con **capacidad de 33,000 KVA**. Palenque - Pakal-Ná tiene una **cobertura de energía eléctrica en el 90.95% del total de las viviendas.**

Alumbrado público.

El alumbrado público **presenta un déficit** en Palenque ya que **únicamente en la Av. Juárez y algunas otras calles de la zona central se cuenta con este servicio**, el resto de la ciudad y Pakal-Na, presentan un deterioro en las luminarias y un déficit parcial en áreas de alumbrado.

Vialidad.

La **traza** urbana de Palenque es del tipo **ortogonal**, pero **la estructura vial no funciona de manera continua**, pues los accidentes topográficos de la zona de “La Cañada” al poniente de la Av. Juárez, la carretera y las calles, Ignacio Allende y 12 de Octubre y la hondonada de la calle Nuevo México, así como **los escurrimientos pluviales de la Av. Dr. Manuel Velasco Suárez y las calles 2ª, 3ª y 4ª sur, impiden el tránsito vehicular directo de norte a sur y de oriente a poniente.**

Servicios Colectivos.

Las **terminales de las combis** están ubicadas **en la calle Ignacio Allende entre la calle 20 de Noviembre, Av. Juárez y la calle de Hidalgo.**

Comunicaciones.

El centro de población de Palenque está dotado con los siguientes medios de comunicación, **carreteras en buen estado, aeropuerto, correo** (ubicado a un costado del Palacio Municipal, sobre la calle Independencia), la oficina de **telégrafos** (ubicada en la calle Jiménez, esquina con la Av. 5 de Mayo), **sistema telefónico** integrado al sistema **LADA 916** (sus oficinas se encuentran en la Av. Miguel Hidalgo), contando además con estación de **radio local XEPL**, **radio Palenque, periódico local, Estatal y Nacional** y recibe **señales de radio, televisión y cable.**

Imagen urbana.

La **parte central** de Palenque esta constituida por **edificaciones recientes**. Existe solo **un edificio de interés**, por el tipo de arquitectura y la época que representa, que es el que se encuentra a un costado de la plaza principal y funge como **Casa de la Cultura y Biblioteca Municipal** y frente a este edificio se encuentra la **presidencia municipal**, la cual **ofrece una imagen poco agradable** con respecto a la anterior.

Puntos de Referencia.

En primer término está la **Plaza Principal**, que contiene áreas de recreación y cultura, localizándose frente a ella el Palacio Municipal y la parroquia de Santo Domingo, que aunque es uno de los ejemplos más limitados de arquitectura religiosa del Estado, se asienta en el sitio donde alguna vez estuvo el templo **fundado en el siglo XVII.**



Figura 15 Plaza central de Palenque, Chiapas
Fuente: youtube.com

La Cabeza Maya, monumento situado a la entrada de la ciudad, es un sitio significativo, al igual que las instalaciones de la feria y la unidad deportiva sobre el libramiento norte, junto con la zona hotelera en La Cañada, constituyen referencias más claras para ubicarse y hacer una lectura rápida dentro de la estructura urbana. **Pakal-Ná no tiene referencias significativas**, los sitios de mayor característica son el aeropuerto, la estación y la vía del ferrocarril, el tanque elevado y las bodegas de medio cañón.

Nodos.

Dentro de este rubro, destaca **la Av. Juárez**, desde el Hospital Regional hasta la calle 5ª poniente; en este tramo se ubican las **terminales de autobuses y todos los servicios** de apoyo al transporte, como refaccionarías, talleres y la estación de gasolina; en esta misma Avenida, a la altura donde atraviesa la 3ª poniente, se encuentra el nodo más conflictivo pues cuenta con la más alta densidad vehicular y peatonal; la **glorieta de la cabeza de Pakal** y la **glorieta de la Madre “Chol”** son nodos importantes dentro de la estructura vial de la ciudad. En Pakal-Ná los nodos importantes están formados por la carretera y el acceso a la estación del ferrocarril, y el que está en el acceso a la colonia Las Joyas.

Distritos y Barrios.

No existe una clara definición de los mismos en el polígono urbano de Palenque, debido a que algunas calles no tienen continuidad, debido a que **la topografía impide** una pavimentación uniforme de las calles y por tanto una integración de las diferentes zonas de la estructura urbana. Además, la localidad **carece de tradición religiosa**, lo que confiere la identidad a los barrios, como es característico en casi todas las localidades del Estado. En Pakal-Na también se carece de esta definición de barrios, actualmente **las nuevas colonias no tienen nombre** y esto inicia a conferir una identidad a sus habitantes.

Bordes.

Están actualmente **formados por la estructura vial**. La ciudad presenta densidades de ocupación muy bajas. En la posibilidad de crecimiento futuro, los bordes, son principalmente **la vialidad carretera, el aeropuerto, los terrenos de cultivo de la CBTA no. 45**, que representa un borde significativo. Una barrera natural que impide un crecimiento continuo de la estructura urbana la constituyen **los arroyos y escurrimientos pluviales**.

Mobiliario Urbano.

Fuera de la **Plaza Principal** de Palenque, que tiene **mobiliario urbano en buen estado**, aunque **de baja calidad**, el resto de las poblaciones **no cuentan con mobiliario urbano de importancia**. Se **carece de señalamientos adecuados** y de los **servicios indispensables** para su función como **sitio histórico y de captación de flujos turísticos significativos**; carece de **señalamientos vial, de información y de equipamiento turístico**.

Riesgos y Vulnerabilidad.

De acuerdo al estudio realizado por la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) en el año 2004, a través de la Subsecretaría de Protección Civil del Gobierno del Estado de Chiapas, se realizó el estudio de “Atlas de Peligros de la ciudad de Palenque” y en resumen se concluyó que los riesgos de mayor importancia dentro del área urbana son los denominados “**antropogénicos**”, es decir, **vulcanizadoras, talleres, ferreterías, farmacias, gasolineras, aguas residuales, residuos sanitarios, refugios temporales y concentración masiva**.

Turismo.

La época de mayor **afluencia turística** es a **finales del mes de enero**, la mayoría de los turistas califican esta temporada positivamente por las condiciones climáticas, **poco calor y escasas lluvias**.

Tabla de Reglamentación de Usos del Suelo de la Zonificación Secundaria							
CLAVE	USO	DENSIDAD MAXIMA	OCUPACION MAXIMA	UTILIZACION MAXIMA	LOTE MINIMO M2	ALTURA PERMITIDA	
		HAB/HA	C.O.S.	C.U.S.		NIVELES	METROS
H1	Usos Mixtos	300 – 500	0.7	1.4	90	2	7
H1	Habitacional Densidad Alta	300 – 500	0.7	1.4	90	2	7
H2	Habitacional Densidad Media	200 – 300	0.5	1.0	90	1	3.5
H3	Habitacional Densidad Baja	100 – 200	0.6	1.2	120	2	7
H4	Habitacional Futuro Crecimiento	300 – 500	0.7	1.4	90	2	7
CU	Centro Urbano	300 – 500	0.8	1.6	250	2	7
SU	Subcentros Urbanos	300 – 400	0.8	1.6	200	2	7
CB	Centro de Barrio	200 – 300	0.6	1.2	500	2	7
ZI 1	Zona Industrial	150 trab/Ha.	0.7	1.4	800	1	12
PE 1	Preservación Ecológica	*	0.05	0.05	1 Ha.	1	3
EU 1	Equipamiento Urbano	*	0.5	1.00	400	2	7
EU 2	Equipamiento Planeado	*	0.5	1.00	400	2	7
PU 1	Parque Urbano	*	0.01	0.02	1 Ha.	1	3
PN 1	Parque Natural	*	0	0	0	0	0
TR1	Uso Turismo Recreativo	30 Cto/Ha.	0.04	0.12	1 Ha.	2	7
TR 2	Uso Turismo Ecologico	10 Cto/Ha.	0.03	0.06	1 Ha.	2	7

Figura 16 Modalidades de utilización del suelo
Fuente: ceieg.chiapas.gob.mx

Capítulo 2. ANALISIS CLIMATICO



2.1 Temperatura

El rango de temperatura oscila desde una máxima de **38.1 °C** en los meses de **abril y mayo** y una temperatura mínima de **14.5 °C** en el mes de **enero**.

El promedio de temperatura media anual es de **25.9 °C**.

La época **más calurosa** es durante la **primavera**, de acuerdo a los datos climatológicos.

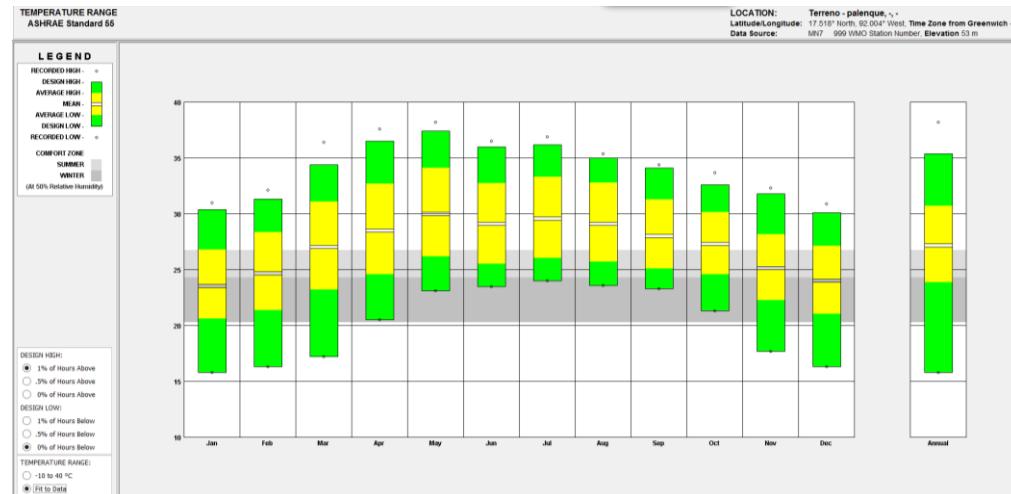


Figura 17. Gráfica de temperatura mensual en Palenque, Chiapas valores en eje Y temperatura en grados Celsius.

Fuente: Climate Consultant 5.5

La temperatura en Palenque es **alta la mayor parte del año**, con una **media no menor a los 23 °C**, en la gráfica se observa como la temperatura media se encuentra **por encima de la zona de confort (modelo ashrae 55)** en los meses comprendidos **entre marzo y octubre**.

Entre los meses de abril y octubre la temperatura mínima se encuentra **dentro de la zona de confort**, lo que nos indica que **durante la noche hay confort**.

La gráfica indica que **será necesario favorecer las pérdidas de calor al interior** de los espacios durante la mayor parte del año (de **marzo a octubre**), particularmente durante las horas más cálidas del día (**de las 10 am a las 4 pm**).

La mayor parte del año, Palenque permanece por encima de la zona de confort (**23.4°C – 28.4°C de acuerdo al modelo estático de confort para temperatura neutra o termopreferendum**) debido a sus altas temperaturas, por lo que podemos deducir que será fundamental emplear estrategias de **protección solar** para evitar ganancias de calor al interior del espacio.

También será necesario contar con medios **que favorezcan las pérdidas de calor durante el día**, preferentemente empleando una **ventilación natural** adecuada, por medio de una **orientación correcta y dimensionamiento apropiado de las aberturas** de la edificación.

Por otro lado, la temperatura de **bulbo seco** se encuentra **fuera de la zona de confort** en los meses **de marzo a octubre** de las **10:00 am a las 8:00 pm**. Por ello **perder calor** es muy **necesario**.

2.2 Humedad y Precipitación

La humedad anual promedio en la localidad es de **75%** y **ningún mes está por debajo del 65%** de humedad.

En la **mayoría de los meses** la humedad se mantiene **por encima del 80 %** por la **mañana y comienza a descender a partir de la 8:00 am**. **Vuelve a incrementarse por la tarde a partir de la 16:00 pm** aproximadamente.

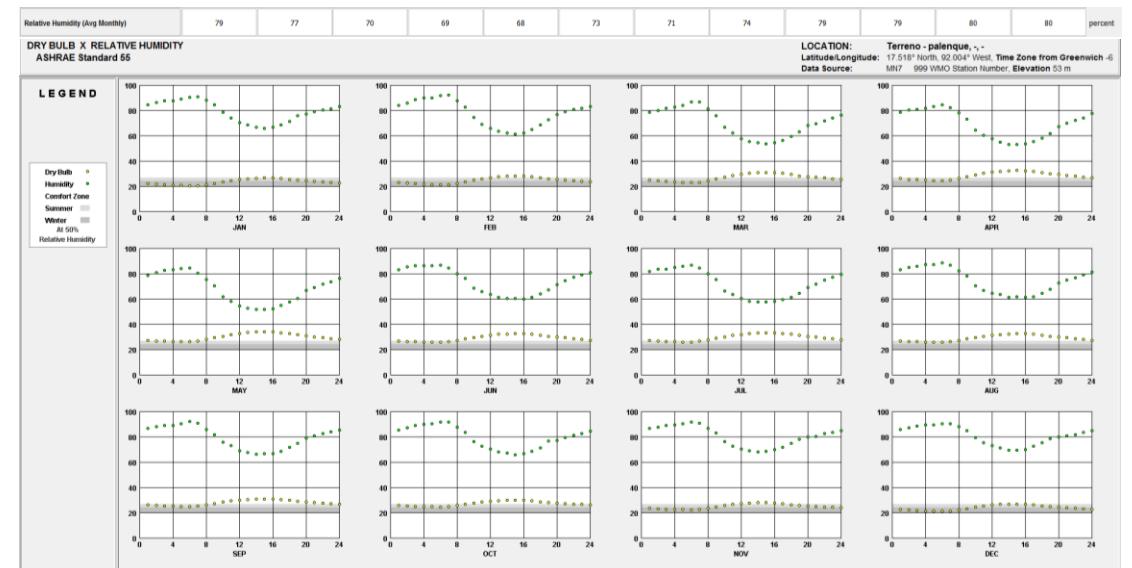


Figura 18. Gráfica de humedad relativa mensual en Palenque, Chiapas, valores en eje Y porcentaje de humedad, valores en eje X horas.

Fuente: Climate Consultant 5.5

La zona de **confort** para la humedad relativa se ubica entre **20 y 30%**. Con **posibilidad** de subir **hasta un 70%** sin grandes afectaciones (parámetro de Givoni).

Sin embargo la gráfica nos muestra que la **humedad** permanece **siempre fuera** de la zona de **confort**, por lo que el **control** de humedad es necesario **en todo momento**, con **prioridad** en las horas de las **16:00 pm hasta la 8:00 am** del día siguiente.

2.2 Humedad y Precipitación

La precipitación **anual** es de **2,479 mm**, con una **mayor presencia** de lluvia de **junio a noviembre**, en **todos los meses** hay **días con lluvia**, con presencia de **niebla** en los meses de **diciembre y enero**, **ningún mes** con **granizo y tormentas eléctricas** de **mayo a octubre**.

Estos datos nos indican que debemos **manejar la lluvia adecuadamente**, hay una posibilidad muy buena de **captarla** para uso de nuestra edificación, sin embargo debemos **encausar adecuadamente la que no sea captada**.

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL														
NORMALES CLIMATOLÓGICAS														
ESTADO DE: CHIAPAS													PERIODO: 1951-2010	
ESTACION: 00007085 PALENQUE (SMN)	LATITUD: 17°30'33" N.					LONGITUD: 091°58'56" W.					ALTURA: 60.0 MSNM.			
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL	
PRECIPITACION NORMAL	152.9	102.3	91.5	77.8	145.2	297.0	202.9	275.8	442.4	318.3	215.2	157.8	2,479.1	
MAXIMA MENSUAL	626.0	336.4	350.9	546.2	558.6	772.4	553.3	763.9	925.0	849.9	648.7	395.6		
AÑO DE MAXIMA	1961	1961	1978	1962	1984	1958	1970	1969	1951	1975	1951	1968		
MAXIMA DIARIA	240.0	92.4	182.0	130.4	160.0	184.3	115.4	111.5	230.4	186.5	210.5	171.3		
FECHA MAXIMA DIARIA	02/2008	24/1961	16/1978	13/1959	31/2008	08/1958	16/1964	29/1957	28/1964	02/1975	26/1951	03/1968		
AÑOS CON DATOS	52	52	54	51	51	51	49	49	50	49	50	49		
EVAPORACION TOTAL NORMAL	67.2	70.6	117.5	139.5	152.1	135.2	130.0	126.8	106.9	93.3	74.5	64.5	1,278.1	
AÑOS CON DATOS	16	16	20	20	20	16	17	16	14	14	15	14		
NUMERO DE DIAS CON LLUVIA	9.5	6.7	5.2	4.7	7.1	14.6	14.0	16.0	18.0	15.1	11.1	9.0	131.0	
AÑOS CON DATOS	52	52	54	51	51	51	49	49	50	49	50	49		
NIEBLA	2.4	1.2	0.6	0.5	0.1	0.4	0.2	0.2	0.6	0.7	1.5	2.1	10.5	
AÑOS CON DATOS	32	32	34	32	31	32	30	30	29	27	28	29		
GRANIZO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
AÑOS CON DATOS	32	32	33	31	31	32	30	30	29	27	28	29		
TORMENTA E.	0.0	0.0	0.3	0.4	1.6	3.5	4.5	4.7	6.1	1.9	0.4	0.1	23.5	
AÑOS CON DATOS	32	32	33	31	30	32	30	30	29	27	28	29		

Figura 19. Normal climatológica (enfocada en precipitación) de 1951 a 2010 Palenque, Chiapas.
Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

De acuerdo a la herramienta BAT, en la gráfica podemos apreciar que los meses de **diciembre a abril** presentan una **precipitación moderada**, mientras que del mes de **mayo al mes de diciembre**, la **precipitación** es **alta**, alcanzando su **punto más alto** en **septiembre**.

La línea color magenta nos indica una **evaporación estable** durante **todo el año**.

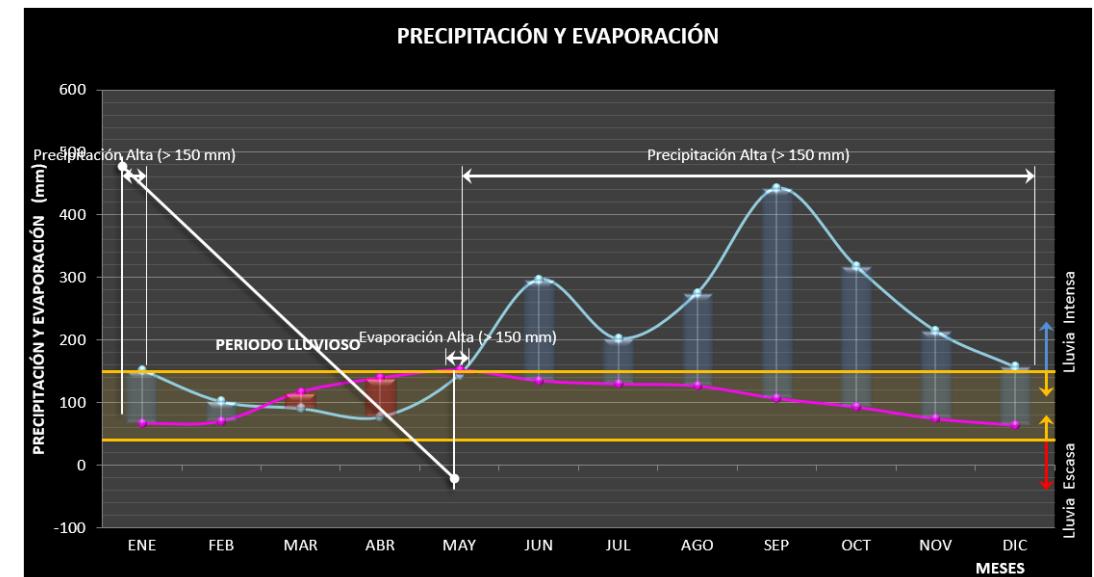


Figura 20. Gráfica de precipitación y evaporación Palenque, Chiapas.
Fuente: SMN – Normales - Climatológicas – Estación 00007085 Palenque, Chiapas.
Elaborado en hoja de cálculo BAT .
Autores: Víctor Fuentes y Julio Cesar Rincón.

2.3 Radiación Solar

La **radiación global horizontal** es **alta** la **mayor parte del año**, por **encima de los 400 w/m²** en los meses de **febrero a octubre**, incluso la **medida anual promedio** se encuentra **por encima de esta marca**.

La **mayor radiación solar directa** se percibe en el mes de **marzo** y la **menor** en el mes de **mayo**.

Se presenta una **mayor radiación global** en el mes de **marzo**, y **menor** en el mes de **diciembre**.

Para la **ganancia de calor superficial** el mes de **marzo** presenta **mayor ganancia** de calor y el mes de **diciembre** una **menor**.

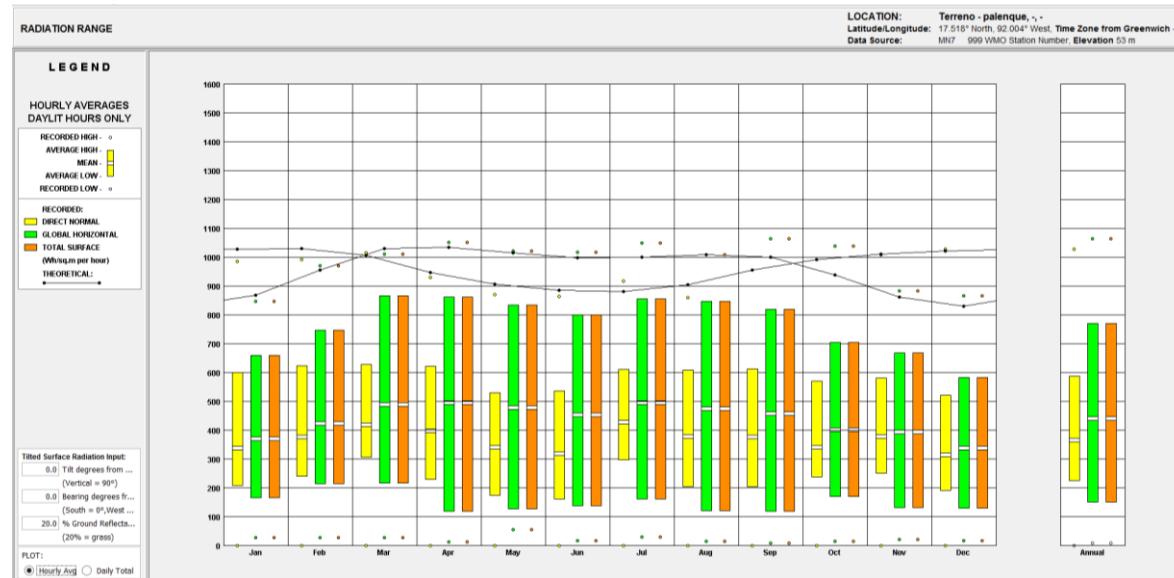


Figura 21. Gráfica de radiación anual en Palenque, Chiapas valores en eje Y w/m cuadrado.
Fuente: Climate Consultant 5.5

Solo los meses de **enero y diciembre** presentan datos de radiación **menores al promedio anual**.

Los meses de **marzo, abril, julio, agosto y septiembre**, se encuentran por **encima del promedio mensual** de radiación.

Esto nos indica que durante una buena parte del día el cielo permanece despejado mientras no hay lluvia.

Será de vital importancia **proteger** la edificación de las **ganancias solares directas**, **sombrear** apropiadamente los **vanos**, elegir **materiales de baja transmitancia** que eviten la **incidencia de calor** durante las horas de uso y a su vez de **baja absorción**, con **buen reflectividad**.

El promedio anual de la iluminación global horizontal horaria es de **49,074.58 lux**.

La **iluminación global horizontal** es **mayor** durante el mes de **julio (55,584 lux)** y **menor** en **diciembre (37,823 lux)**.

La **iluminación normal directa** es **mayor** en el mes de **julio (39,985 lux)** y la **menor** en **junio (27,298 lux)**.

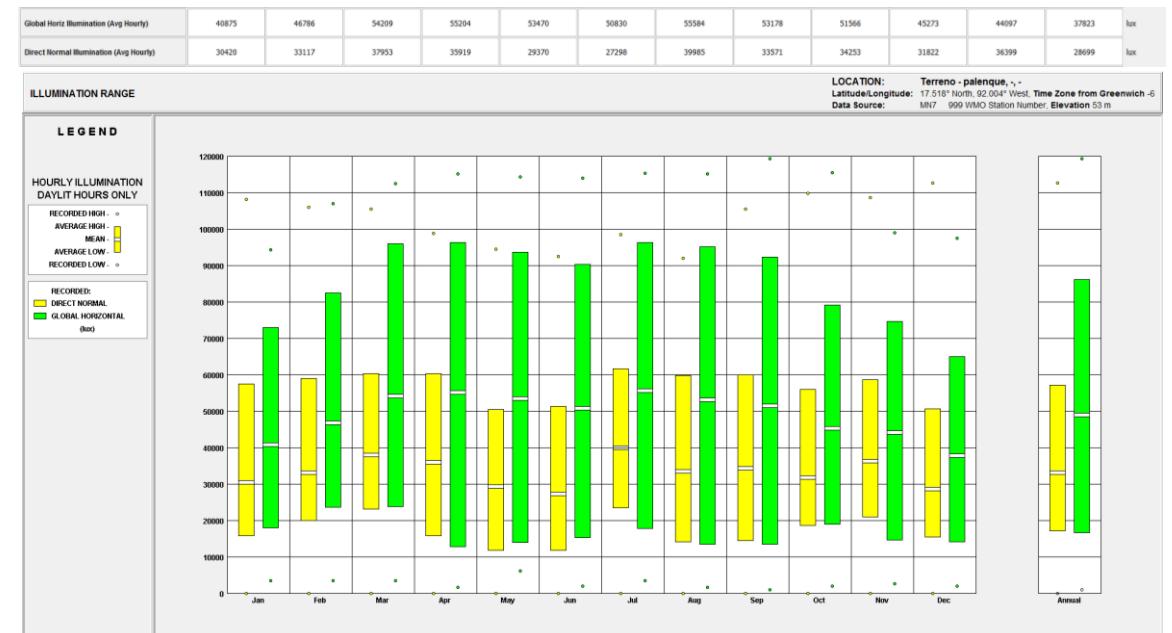


Figura 22. Gráfica de rango de iluminación en Palenque, Chiapas en eje Y iluminancia en lux.
Fuente: Climate Consultant 5.5

2.4 Viento y Nubosidad

La **velocidad anual promedio** de viento en Palenque es de **3.4 m/s**.

Solo los meses de **septiembre y octubre** presentan velocidades de **2 m/s** en promedio, **los demás** presentan **3 m/s**.

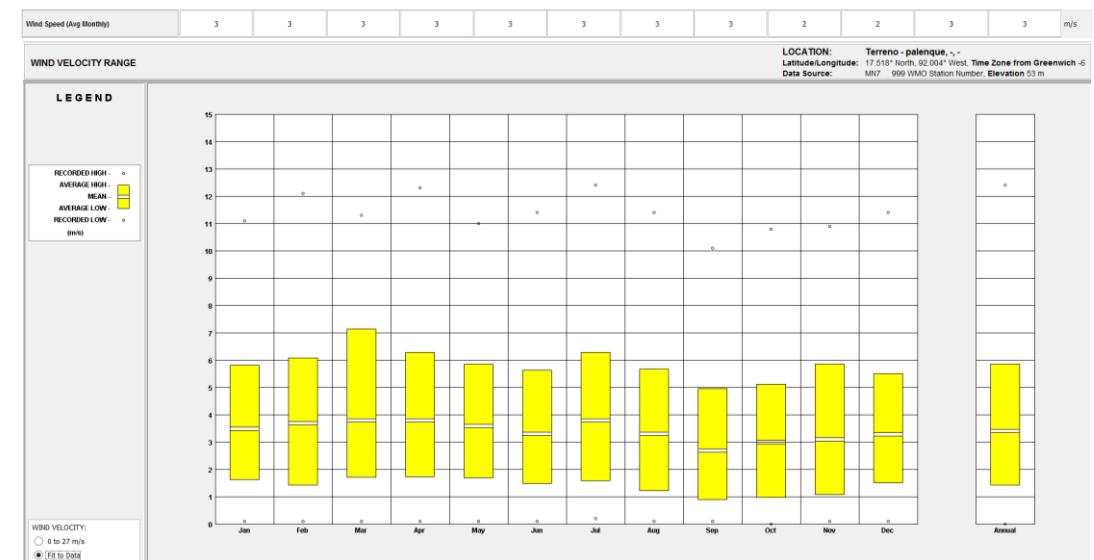


Figura 23. Gráfica de velocidad de viento en Palenque, Chiapas en eje Y velocidad en m/s.
Fuente: Climate Consultant 5.5

Tabla 1. Dirección, humedad relativa, temperatura y velocidad de viento mensual.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Dirección	E y NE	E y NE	E y NE	E	E	E	E	E y NE	E				
Humedad Relativa	>70%	>70%	30 – 70%	>70%	>70%	>70%	>70%	>70%	>70%	>70%	>70%	>70%	70%
Temperatura °C	21 - 27	21 - 27	27 - 38	27 - 38	27 - 38	27 - 38	27 - 38	27 - 38	27 - 38	27 - 38	21 - 27	21 - 27	27.16
Velocidad m/s	3.5	3.7	3.8	3.8	3.6	3.3	3.8	3.3	2.6	3.0	3.0	3.3	3.4

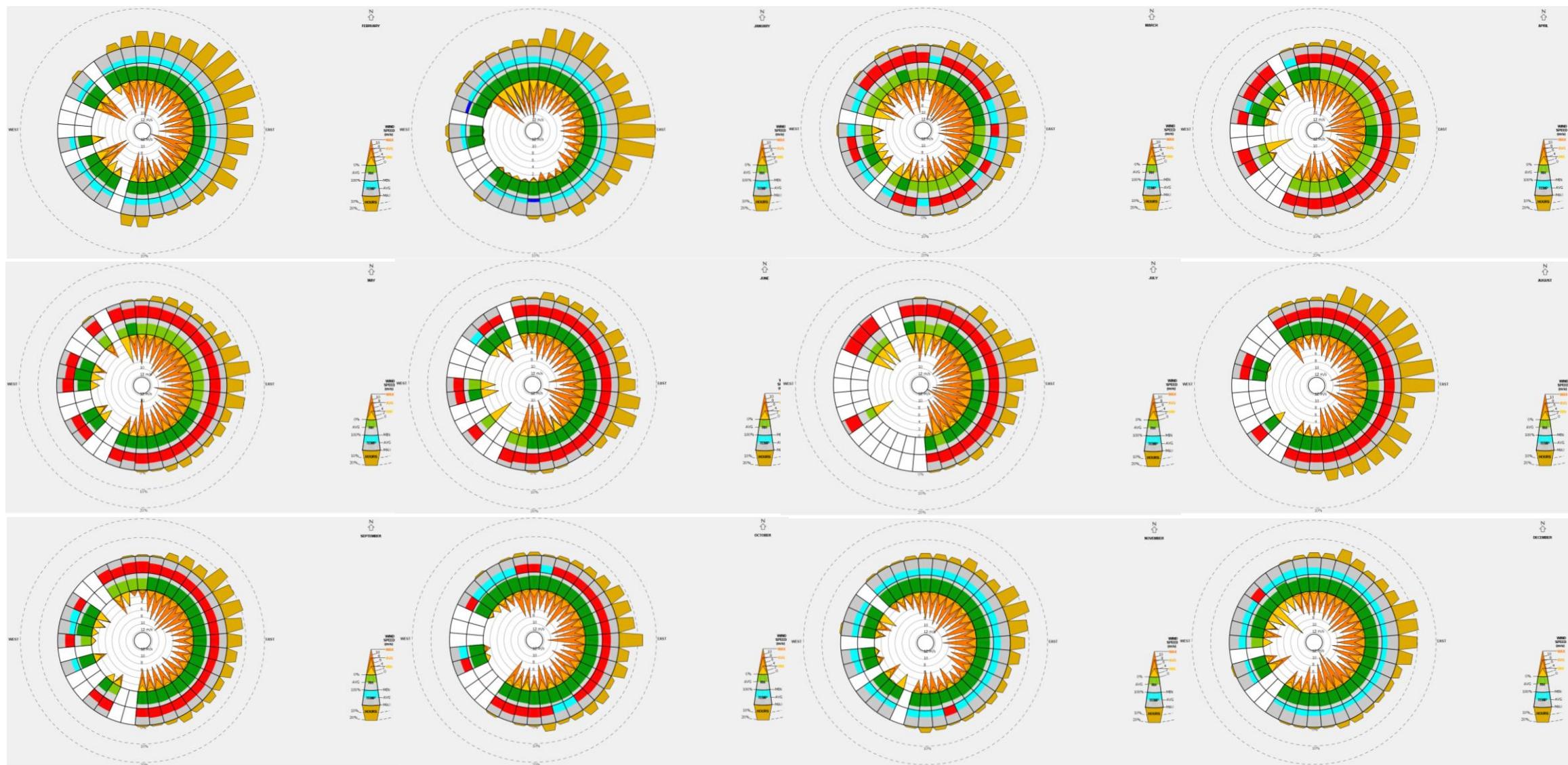
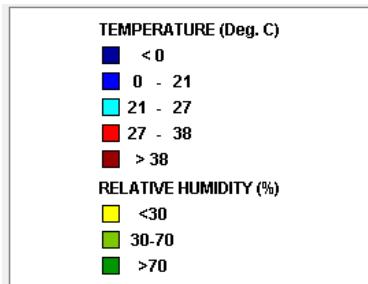


Figura 24. Rueda de viento mensual Palenque, Chiapas.
Fuente: climate consultant 5.5

Los **vientos dominantes** provienen del **este** durante la mayor parte del año, con un **ligero cambio de dirección** hacia el **norte**.

El **dominio** de los vientos provenientes del **este** se hace más presente durante el **verano**, principalmente en el mes de **julio**.

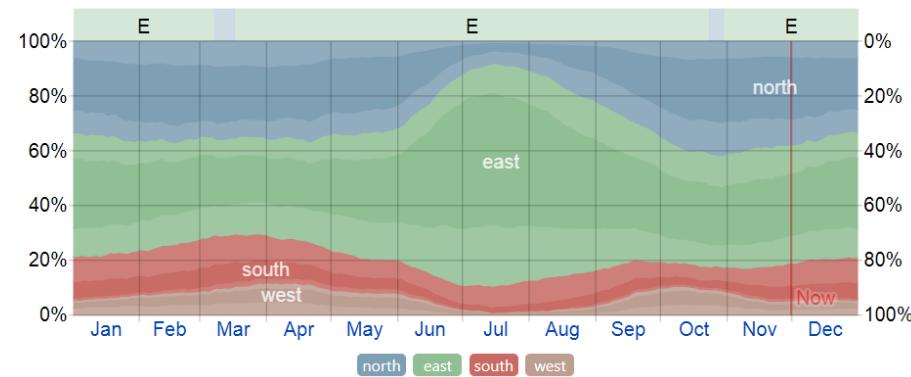


Figura 25. Gráfica de dirección de viento.
Fuente: weatherspark.com

La presencia de **nubosidad** es mucho **mayor** en los meses de **mayo a octubre**, con mayor notoriedad en **junio y septiembre**.

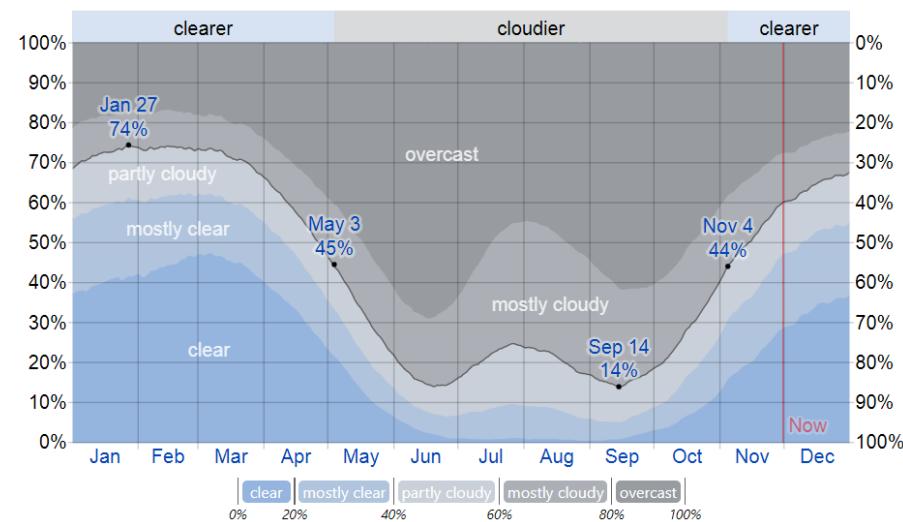


Figura 26. Gráfica de nubosidad.
Fuente: weatherspark.com

Las gráficas de viento nos muestran que sería recomendable **ventilar a partir de** las fachadas **este y noreste**, cuidando **que** la cantidad de **humedad** existente **no rompa** con el **confort** al interior.

2.5 Análisis de Estrategias Bioclimáticas

2.5.1 Gráfica Psicrométrica

La gráfica psicrométrica nos muestra la cantidad de horas naturalmente confortables en el lugar, en las condiciones normales del sitio y sin la aplicación de estrategias bioclimáticas. Tan sólo el 1.7% de las horas nos otorgan confort durante todo el año, las demás se encuentran fuera del rango debido a la alta humedad y las altas temperaturas. Esto nos denota que deberán emplearse estrategias enfocadas a la disminución de temperatura y humedad.

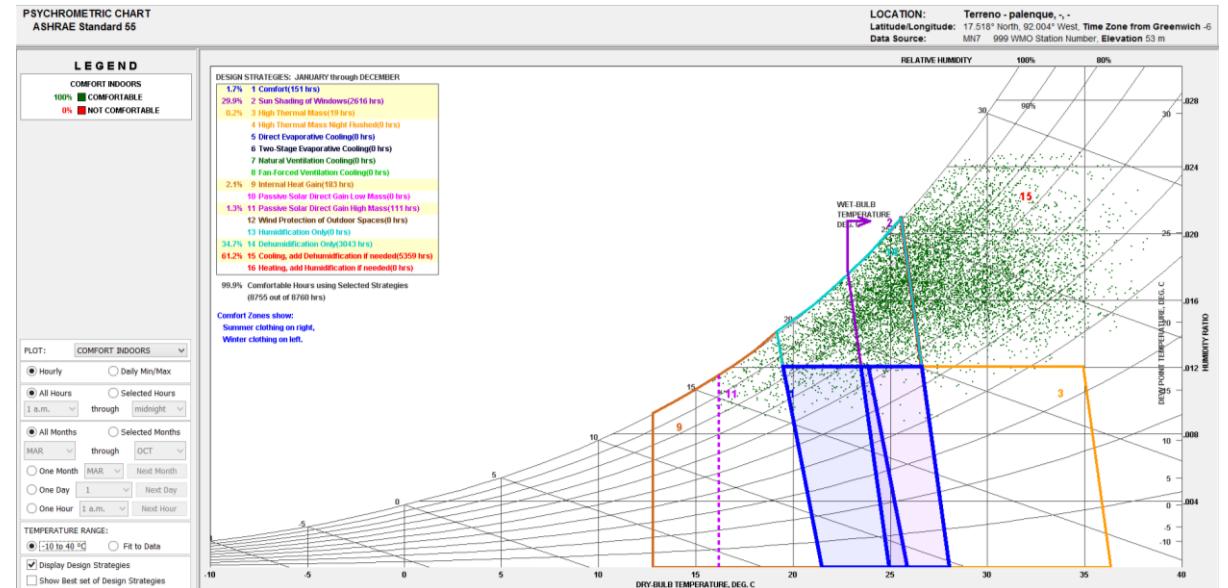


Figura 27. Gráfica psicrométrica anual de Palenque, Chiapas
Fuente: Climate Consultant 5.5

2.5.2. Principales Estrategias a Aplicar en el proyecto

Las estrategias más necesarias serán:

- **No asolear**
- **Ventilar**
- **Sombrear**

Haciendo uso de estas tres estrategias principales podemos lograr confort para un porcentaje del 91.1% de las horas al año.

Siendo así, la **orientación adecuada**, la **elección de materiales** y **estrategias pasivas** de ventilación y protección solar, serán de vital importancia para lograr la mayor cantidad de confort de manera pasiva.

DESIGN STRATEGIES: JANUARY through DECEMBER

1.7%	1 Comfort(151 hrs)
29.9%	2 Sun Shading of Windows(2616 hrs)
0.2%	3 High Thermal Mass(19 hrs)
	4 High Thermal Mass Night Flushed(0 hrs)
	5 Direct Evaporative Cooling(0 hrs)
	6 Two-Stage Evaporative Cooling(0 hrs)
	7 Natural Ventilation Cooling(0 hrs)
	8 Fan-Forced Ventilation Cooling(0 hrs)
2.1%	9 Internal Heat Gain(183 hrs)
	10 Passive Solar Direct Gain Low Mass(0 hrs)
1.3%	11 Passive Solar Direct Gain High Mass(111 hrs)
	12 Wind Protection of Outdoor Spaces(0 hrs)
	13 Humidification Only(0 hrs)
34.7%	14 Dehumidification Only(3043 hrs)
61.2%	15 Cooling, add Dehumidification if needed(5359 hrs)
	16 Heating, add Humidification if needed(0 hrs)

Comfort Zones show:
Summer clothing on right,
Winter clothing on left.

99.9% Comfortable Hours using Selected Strategies
(8755 out of 8760 hrs)

Figura 28. Estrategias anuales de diseño

Fuente: Climate Consultant 5.5

2.5.3 Criterio de Uso de las Estrategias

Ventilación Natural y Control de Humedad

Las edificaciones pasivas tradicionales en climas cálido húmedos utilizaban materiales ligeros, con aberturas en las paredes, pórticos exteriores sombreados y levantados por encima del suelo. Para nuestro caso particular tomaremos en cuenta la ventilación y el sombreado.

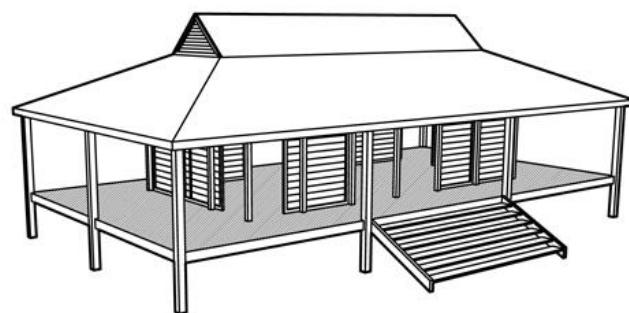


Figura 29. Esquema de funcionamiento de ventilación natural y control de humedad.

Fuente: Climate Consultant 5.5

Entrepisos y Elementos Arquitectónicos

Las edificaciones pasivas tradicionales en climas cálido húmedos utilizaban entrepisos altos y ventanales altos operables, protegidos por volados profundos y verandas.



Figura 30. Esquema de funcionamiento de entrepisos y elementos arquitectónicos.

Fuente: Climate Consultant 5.5

Sombreado Fijo o Desplegable

Voladizos de ventana (calculados para la latitud correspondiente) o “sombrillas” desplegables (toldos que se extienden en verano) pueden reducir o eliminar el uso de aire acondicionado.

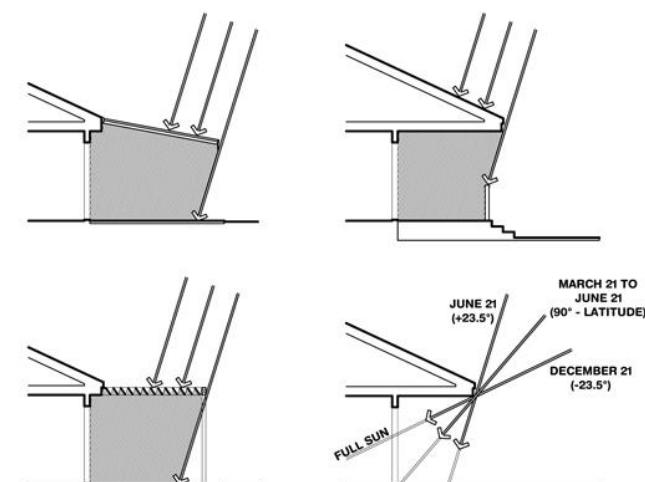


Figura 31. Esquema de funcionamiento de sombreado fijo o desplegable

Fuente: Climate Consultant 5.5

2.5.4 Análisis de Diagrama Bioclimático

En el diagrama bioclimático, podemos apreciar que la zona de confort se encuentra a la izquierda y por abajo de los registros mensuales, lo que nos indica que **la humedad y temperatura elevadas son el principal problema de confort**, por ello lo primordial será **no asolear y controlar la humedad** al interior de los espacios, lo mejor posible.

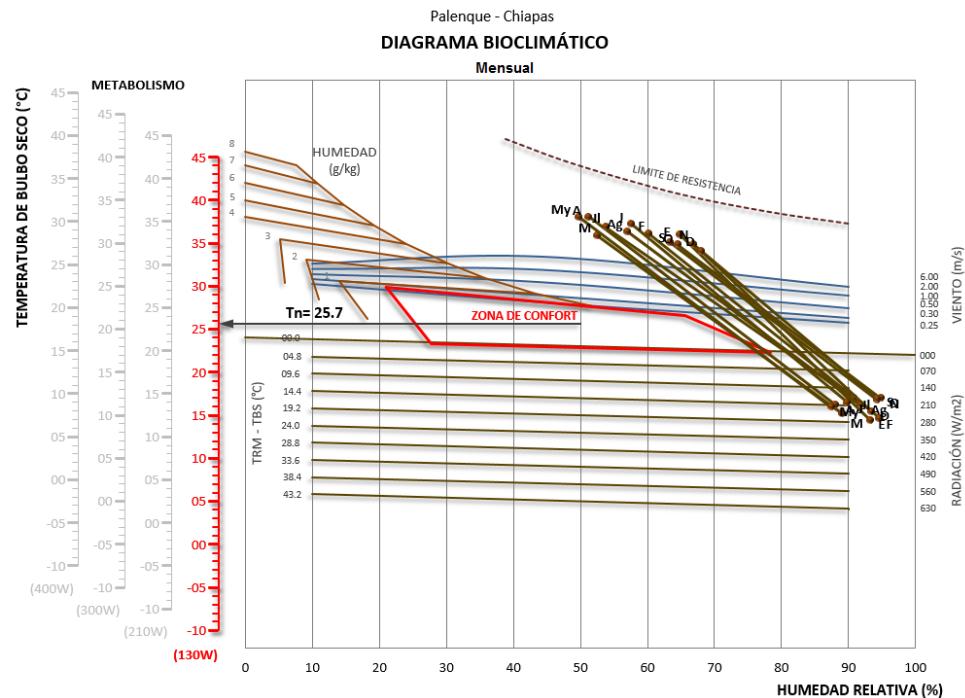


Figura 32. Diagrama Bioclimático Mensual

Fuente: SMN – Normales - Climatológicas – Estación 00007085 Palenque, Chiapas.

Elaborado en hoja de cálculo BAT.

Autores: Víctor Fuentes y Julio Cesar Rincón.

Nótese que a la vez se aprecia una parte de los registros mensuales por debajo de la zona de confort, esto nos indica que por las **noches la temperatura baja**. Particularmente para nuestro proyecto no es primordial solucionar el confort a estas horas debido a que la ocupación del edificio será durante el día, aunque sería bueno tenerlo en cuenta en caso de que en un futuro se le de un uso distinto a la edificación.

Atendiendo a nuestra principal función, el **control de la incidencia solar** es vital para evitar ganancias de calor, la **ventilación** puede ayudar a mantenernos dentro de la zona de confort, siempre y cuando se **tenga en cuenta la humedad y la diferencia de temperaturas al exterior y al interior**.

Las **ventanas** que sería prudente proponer deben ser **amplias** y con prioridad de apertura en la parte superior, haciendo así circular el aire caliente que tiende a subir. Será necesario emplear **materiales de baja transmitancia** para que el calor del exterior no traspase durante las horas de actividad. Una **alta reflectancia** ayudaría a no ganar calor en la envolvente, tanto en fachadas como en las cubiertas.

Por **dentro** es recomendable que los **materiales** tengan una **baja absorción**, de esta manera **no conservan calor**.

2.5.5 Ecotecnias

Captación Pluvial

Como ya mencionamos anteriormente, en Palenque llueve todo el año, lo que nos otorga un recurso invaluable, el agua. Captar el agua pluvial para riego, descarga de sanitarios, lavamanos, aseo y talleres, nos garantiza un ahorro hídrico y económico enorme.

El agua será captada en la cubierta del edificio y encausada hacia una cisterna a través de tubería y un filtro auto limpiante con malla filtrante.

Se calcula una cisterna de 22,000 litros aproximadamente para poder satisfacer la demanda diaria de la escuela, la cual contará con un aproximado de 580 usuarios, esta cisterna puede hacer uso de agua pluvial y agua potable, ya que no se tiene considerado su uso para beber o bañarse.

Paneles Fotovoltaicos

La radiación global horizontal presente en nuestra ubicación es elevada, lo que nos garantiza una recuperación económica segura de la implementación de un sistema de paneles fotovoltaicos. Estos serán calculados de acuerdo a la demanda de los equipos implementados dentro del proyecto.

Azotea Verde Extensiva

Hacer uso de una azotea verde reduciría considerablemente las ganancias térmicas al interior de los espacios debajo de la última losa, sería correcto implementar una azotea verde extensiva encima de las aulas, dejando libre el espacio que queda sobre los corredores para que ahí se concentre el agua pluvial que será captada.

Capítulo 3. ANTEPROYECTO ARQUITECTÓNICO



3.1 Programa Arquitectónico

Espacio	Función	Prioridad	Disposición Y Nivel	Sub zonas	Mobiliario	M ₂	Orientación	Instalaciones
Aulas	Alojar a los alumnos durante sus clases	Indispensable	Semi Público PB, N1, N2	Ninguna	Pupitres, pizarrón, silla y escritorio	36 m ²	Norte	Luminarias, apagadores y contactos
Talleres	Alojar a los integrantes durante sus actividades	Indispensable	Semi Público PB	Ninguna	Pizarrón, sillas y mesas de trabajo	36 m ²	Sur	Luminarias, apagadores y contactos
Patio	Recreación, deporte y esparcimiento	Indispensable	Público PB	Jardineras	Asta Bandera	386 m ²	Oeste	Drenaje
Dirección	Control y gestión de la escuela	Indispensable	Privado N1	Ninguna	Sillas, escritorio, computadora, archivero y libreros	47 m ²	Norte	Luminarias, apagadores y contactos
Administración	Control y gestión de la escuela	Indispensable	Privado PB	Ninguna	Sillas, escritorios, computadoras, archiveros y libreros	47 m ²	Este	Luminarias, apagadores y contactos
Sala de Juntas	Alojar a los integrantes durante sus actividades	Opcional	Privado N1	Ninguna	Mesa, sillas y cafetera	47 m ²	Este	Luminarias, apagadores y contactos
Biblioteca	Lectura, estudio y elaboración de tareas	Indispensable	Público PB	Ninguna	Libreros, mesas y sillas	31 m ²	Norte	Luminarias, apagadores y contactos
Enfermería	Atención médica de primeros auxilios	Indispensable	Privado PB	Ninguna	Camillas, escritorio, sillas, mesa de trabajo, botiquín.	27 m ²	Este	Luminarias, apagadores y contactos
Salón de Usos Múltiples	Actividades diversas	Indispensable	Semi Público PB	Ninguna	A definir por usuarios	36 m ²	Sur	Luminarias, apagadores y contactos
Salas de Cómputo	Alojar a los alumnos durante sus clases	Indispensable	Semi Público PB	Ninguna	Escritorio, mesas de trabajo, sillas, pizarrón, proyector y computadoras	36 m ²	Sur	Luminarias, apagadores y contactos
Cooperativa	Venta de alimentos	Indispensable	Semi Público PB	Ninguna	Estantes, mostrador, refrigeradores y silla	14 m ²	Oeste	Luminarias, apagadores y contactos
Bodega	Almacenamiento	Indispensable	Privado PB	Ninguna	A definir por usuarios	36 m ²	Sur	Luminarias, apagadores y contactos
Conserje	Alojamiento del personal de limpieza	Indispensable	Privado PB	Baño Completo	Cama, regadera, W.C. y lavamanos	27 m ²	Este	Luminarias, apagadores y contactos, hidráulica y sanitaria
Sanitarios	Aseo y primeras necesidades	Indispensable	Público y Privado PB,N1,N2	Ducto de Instalaciones	W.C. mingitorios y lavamanos	40 m ²	Oeste	Luminarias, apagadores y contactos, hidráulica y sanitaria

Figura 33. Programa Arquitectónico

Fuente: Tabla de Elaboración Propia

3.2 Diagrama de Interrelación

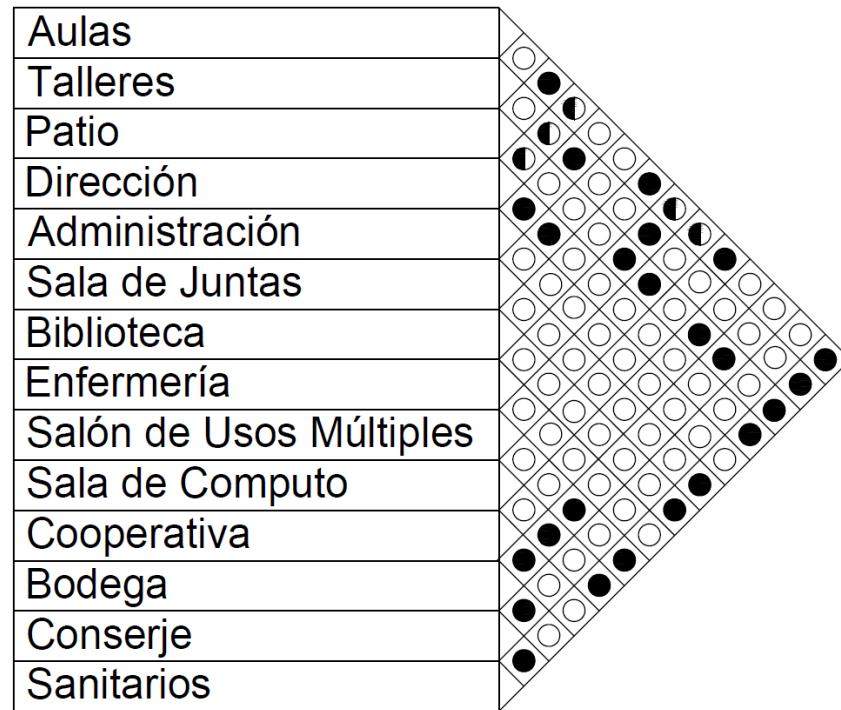


Figura 34. Diagrama de Interrelación
Fuente: Diagrama de Elaboración Propia

3.3 Planos Conceptuales

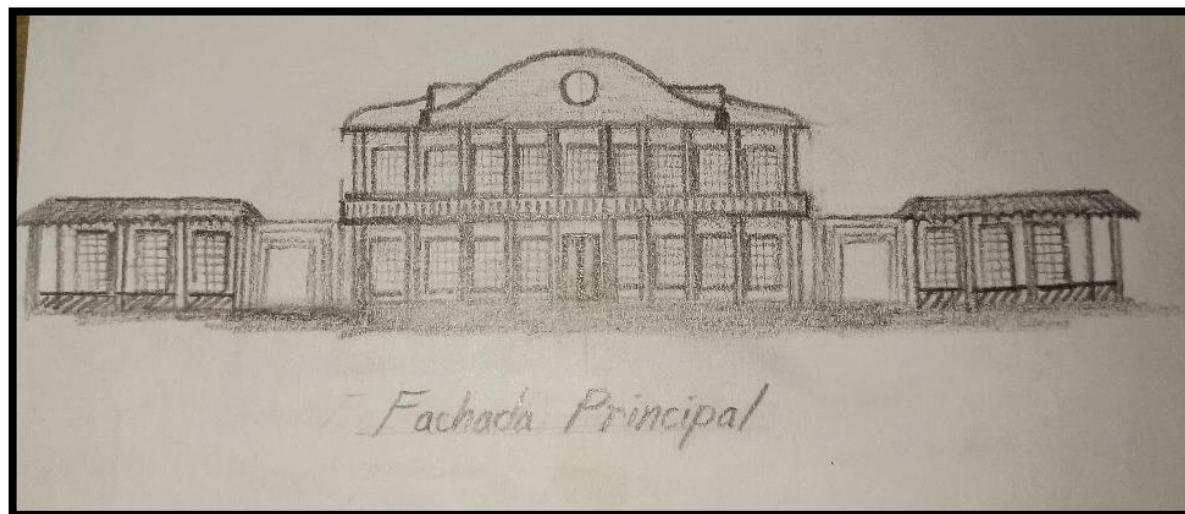


Figura 35. Boceto Conceptual de la Fachada Principal
Fuente: Dibujo Propio a Mano Alzada



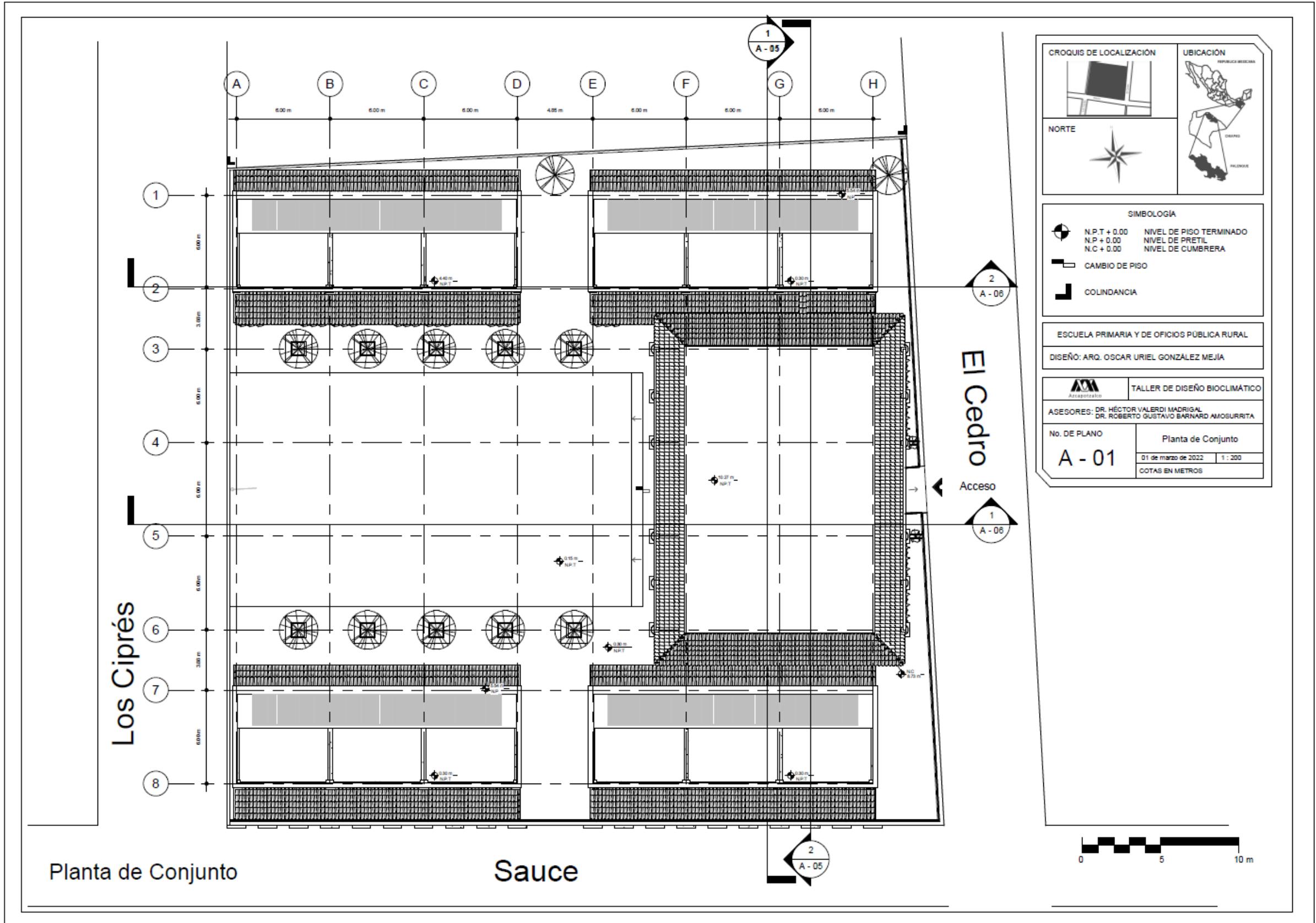
Figura 36. Plano Conceptual de Planta Baja
Fuente: Dibujo de Elaboración Propia

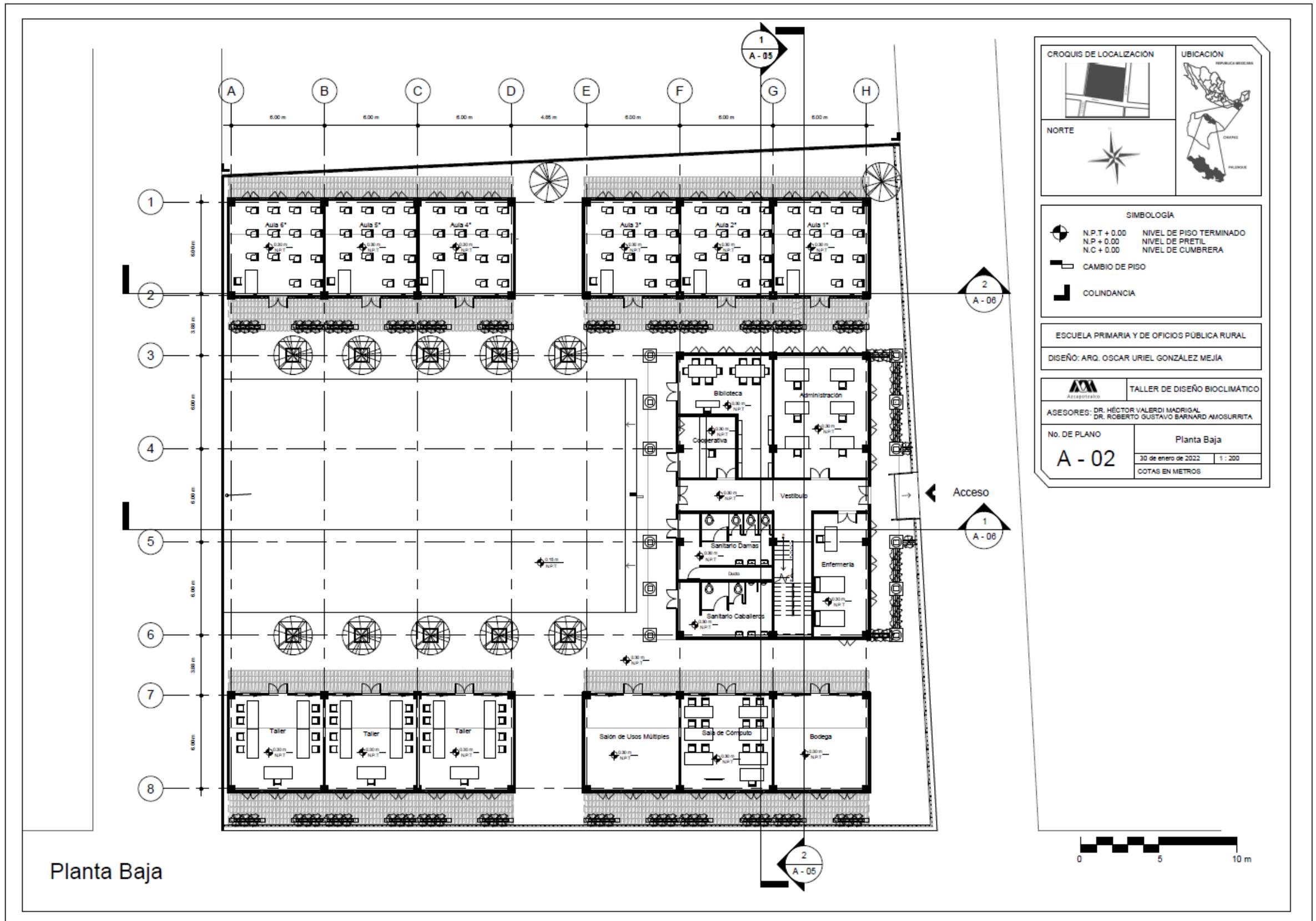


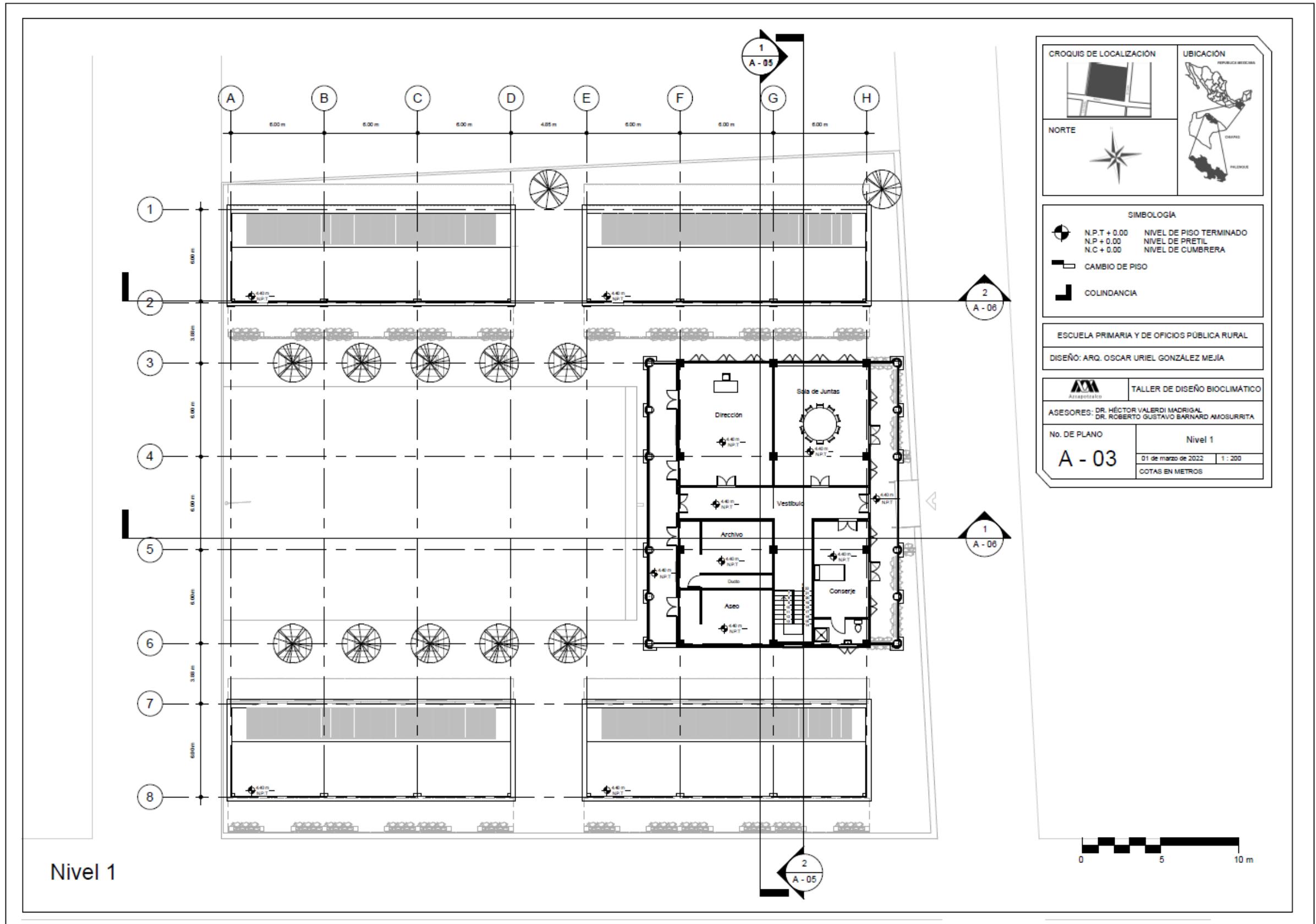
Figura 37. Plano Conceptual de Nivel 1
Fuente: Dibujo de Elaboración Propia

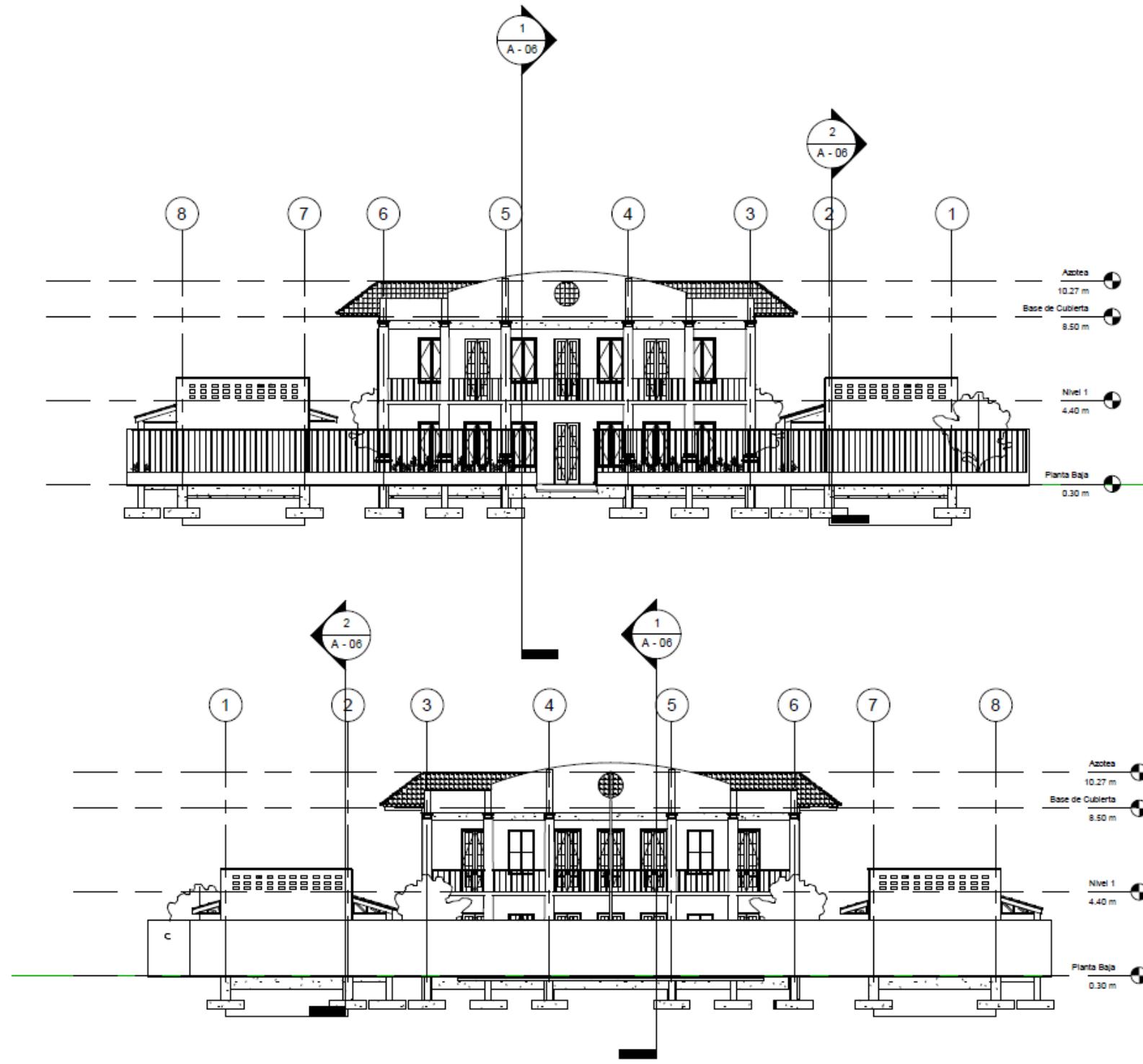
Capítulo 4. PROYECTO ARQUITECTÓNICO BIOCLIMÁTICO







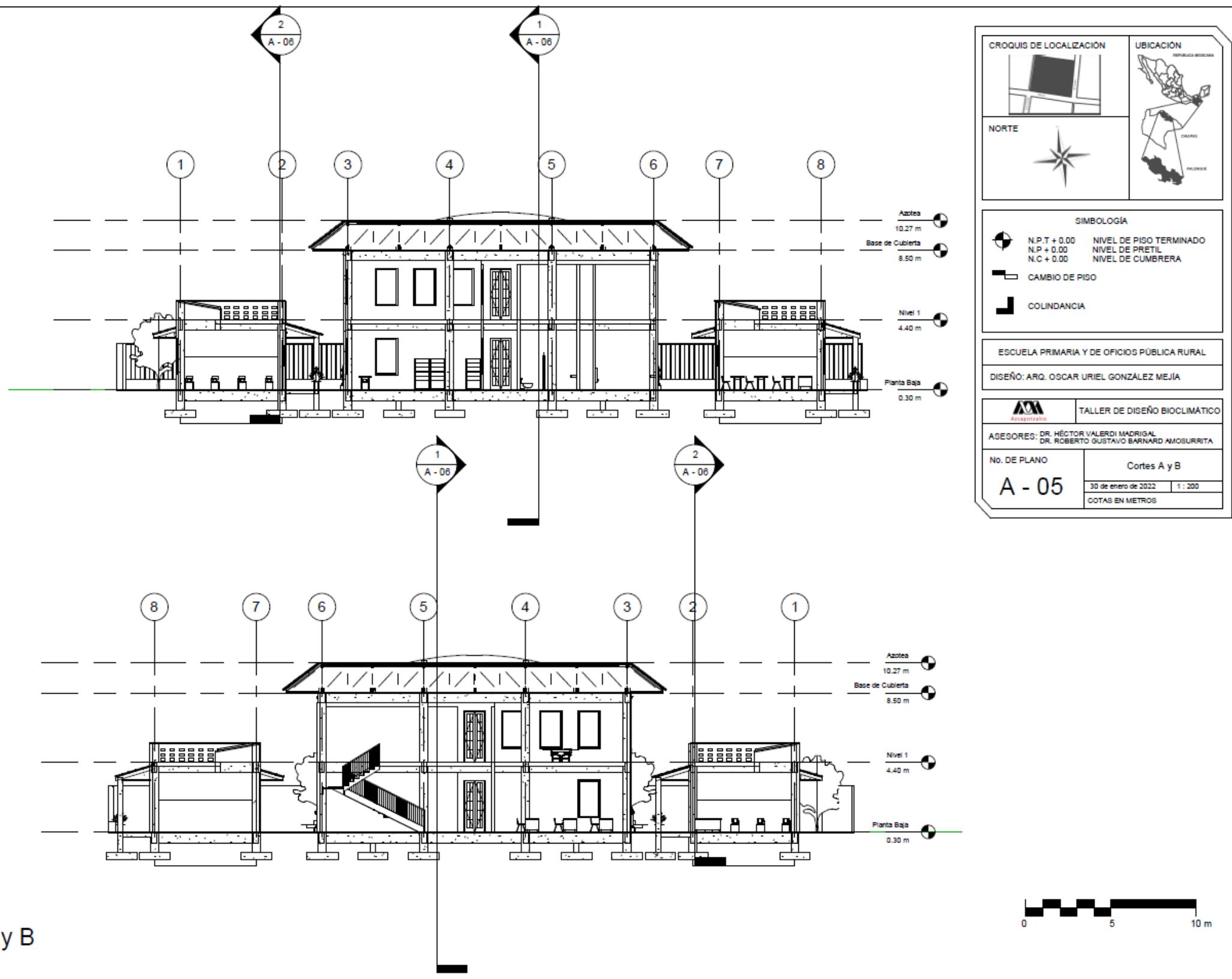




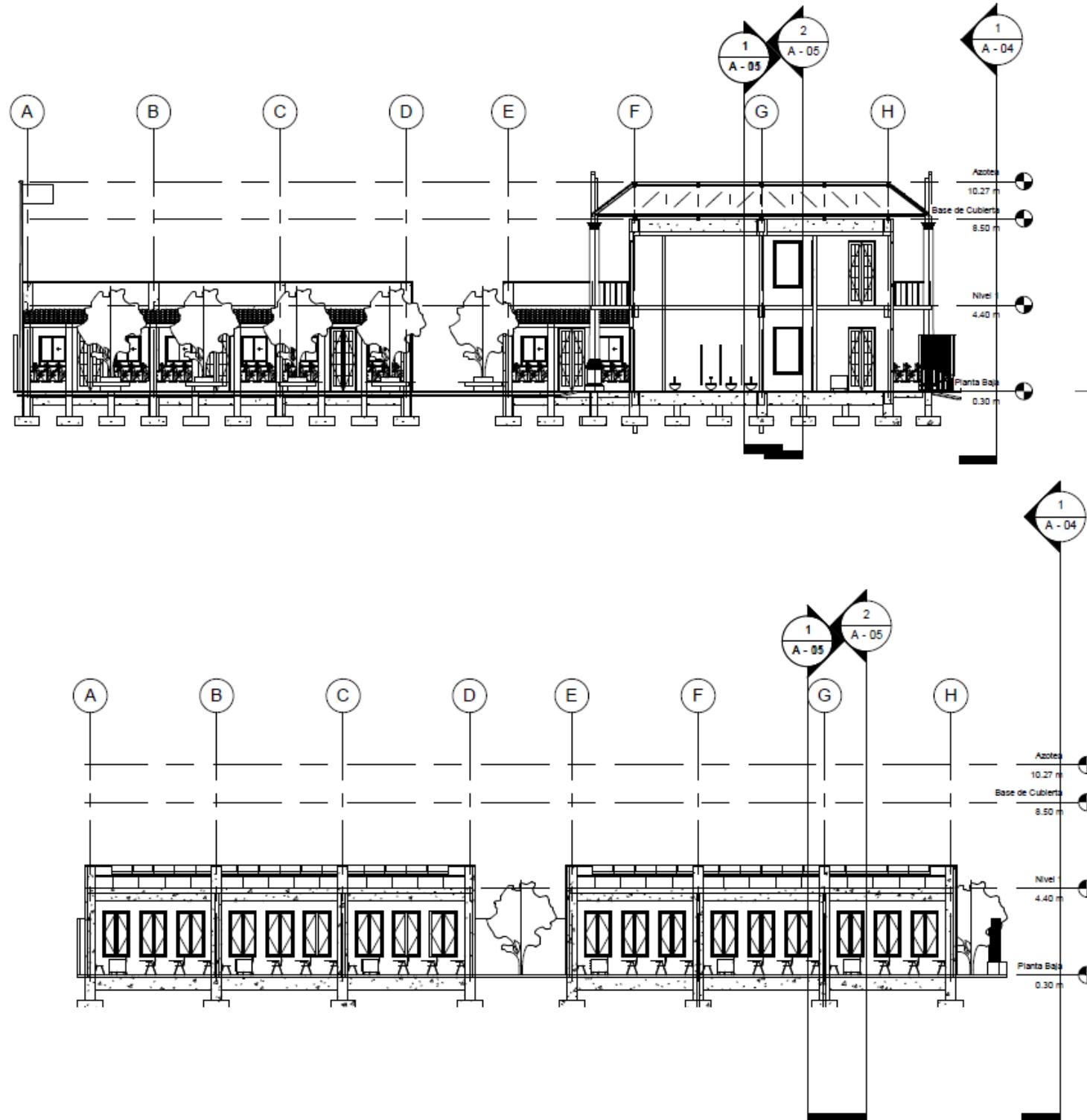
CROQUIS DE LOCALIZACIÓN 	UBICACIÓN
NORTE 	
SIMBOLOGÍA	
N.P.T + 0.00 NIVEL DE PISO TERMINADO	N.P + 0.00 NIVEL DE PRETIL
N.C + 0.00 NIVEL DE CUMBRERA	
	CAMBIO DE PISO
	COLINDANCIA
ESCUELA PRIMARIA Y DE OFICIOS PÚBLICA RURAL	
DISEÑO: ARQ. OSCAR URIEL GONZÁLEZ MEJÍA	
	TALLER DE DISEÑO BIOClimÁTICO
ASESORES: DR. HÉCTOR VALERDI MADRIGAL DR. ROBERTO GUSTAVO BARNARD AMOSURRITA	
No. DE PLANO	Fachada Principal y Oeste
A - 04	30 de enero de 2022 1 : 200 COTAS EN METROS



Fachada Principal y Oeste



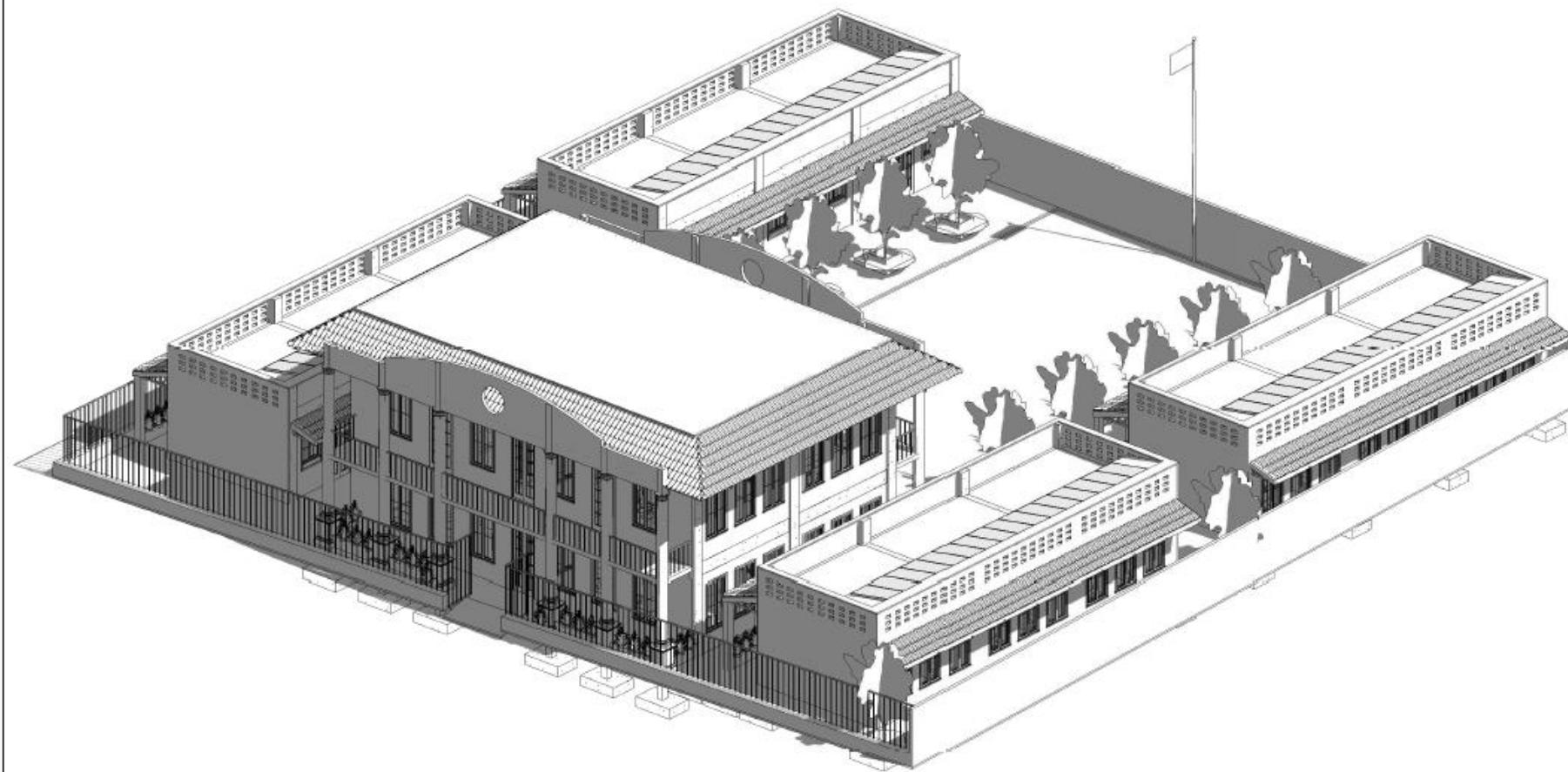
Cortes A y B



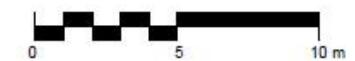
CROQUIS DE LOCALIZACIÓN 	UBICACIÓN
NORTE 	
SIMBOLOGÍA	
	NIVEL DE PISO TERMINADO
	NIVEL DE PRETEL
	NIVEL DE CUMBRERA
	CAMBIO DE PISO
	COLINDANCIA
ESCUELA PRIMARIA Y DE OFICIOS PÚBLICA RURAL	
DISEÑO: ARQ. OSCAR URIEL GONZÁLEZ MEJÍA	
	TALLER DE DISEÑO BIOCLIMÁTICO
ASEGORES: DR. HÉCTOR VALERDI MADRIGAL DR. ROBERTO GUSTAVO BARNARD AMOSURRITA	
No. DE PLANO	Cortes C y D
A - 06	30 de enero de 2022 1 : 200
	COTAS EN METROS

Cortes C y D



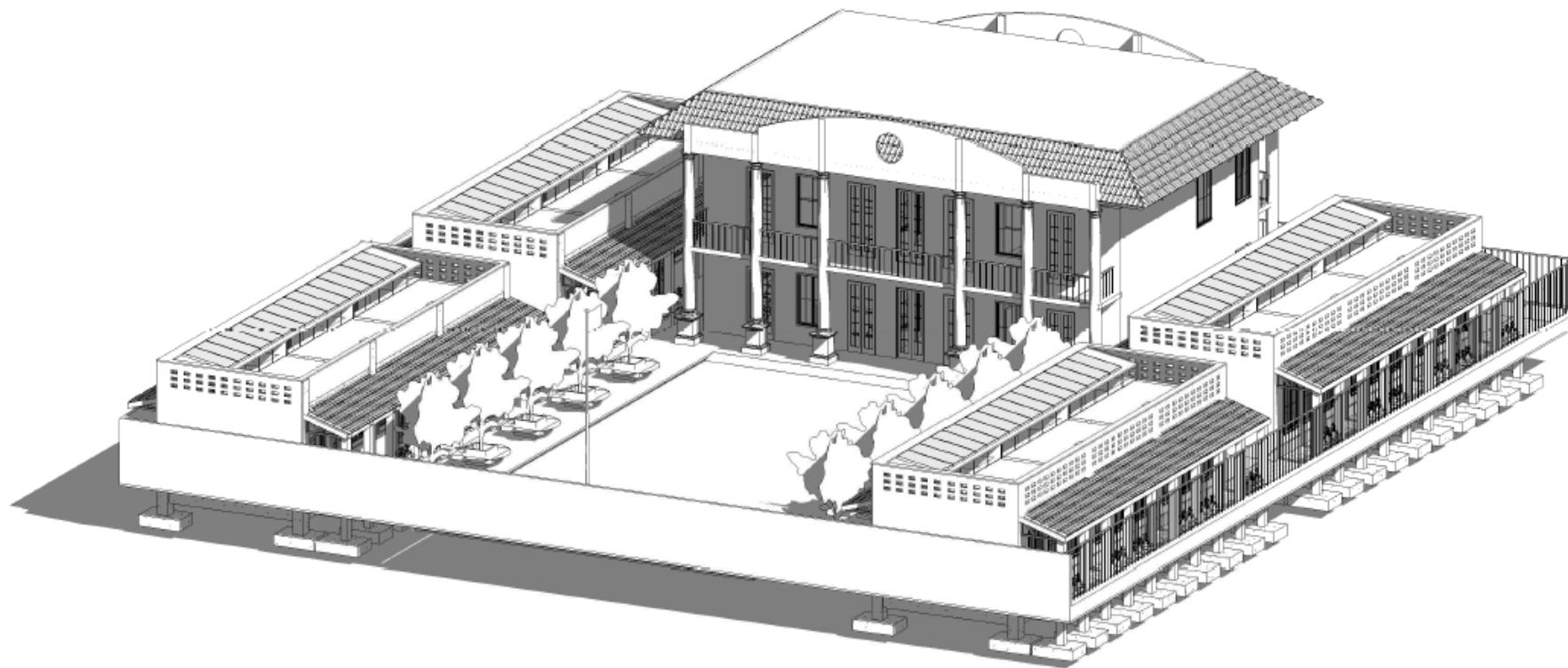


CROQUIS DE LOCALIZACIÓN		UBICACIÓN	
NORTE			
SIMBOLOGÍA			
	N.P.T + 0.00		NIVEL DE PISO TERMINADO
	N.P + 0.00		NIVEL DE PRETEL
	N.C + 0.00		NIVEL DE CUMBRERA
	CAMBIO DE PISO		
	COLINDANCIA		
ESCUELA PRIMARIA Y DE OFICIOS PÚBLICA RURAL			
DISEÑO: ARQ. OSCAR URIEL GONZÁLEZ MEJÍA			
		TALLER DE DISEÑO BIOCLIMÁTICO	
ASEGORES: DR. HÉCTOR VALERDI MADRIGAL DR. ROBERTO GUSTAVO BARNARD AMOSURRITA			
No. DE PLANO		Isométrico 1	
A - 07		30 de enero de 2022	
COTAS EN METROS			



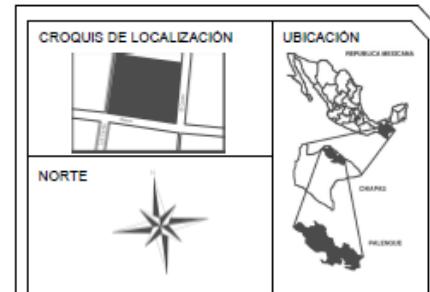
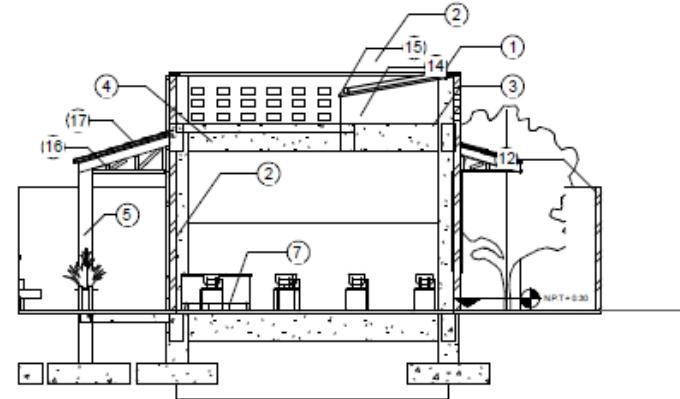
Isométrico 1

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN		UBICACIÓN	
NORTE			
SIMBOLOGÍA			
	N.P.T + 0.00		NIVEL DE PISO TERMINADO
	N.P + 0.00		NIVEL DE PRETIL
	N.C + 0.00		NIVEL DE CUMBRERA
			CAMBIO DE PISO
			COLINDANCIA
ESCUELA PRIMARIA Y DE OFICIOS PÚBLICA RURAL			
DISEÑO: ARQ. OSCAR URIEL GONZÁLEZ MEJÍA			
		TALLER DE DISEÑO BIOCLIMÁTICO	
ASEGORES: DR. HÉCTOR VALERDI MADRIGAL DR. ROBERTO GUSTAVO BARNARD AMOSURRITA			
No. DE PLANO		Isométrico 2	
A - 08		30 de enero de 2022	
COTAS EN METROS			



Isométrico 2

Simbología	
1-	REPISÓN DE CONCRETO ARMADO CON VARILLAS DE 3/4" DE DIAMETRO
2-	MURO DE TABIQUE ROJO RECOCIDO 7X14X28 ADHERIDO CON MORTERO EN PROPORCIÓN 1:4 AFLANADO EN AMBOS LADOS CON MEZCLA DE CEMENTO ARENA EN PROPORCIÓN 1:4 CON ESPESOR DE 2 A 4 MM RÚSTICO Y LUEGO FINO Y PINTURA DE ESMALTE ACQUA 100 MAX MARCA COMEX COLOR BLANCO CON PREVIA APLICACIÓN DE SELLADOR ALKAFIN A BASE DE AGUA 5:1 APLICACIÓN PINTURA A DOS MANOS
3-	LOSA DE VIGUETA Y BOVEDILLA CON CAPA DE COMPRESIÓN DE 3 CM REFORZADA CON MALLA ELECTROSOLDADA 60 45 ACABADO PULIDO CON CAPA DE SELLADOR ACRILICO MARCA THERMOTEX E IMPERMEALIZANTE FESTER CON DURACIÓN DE DIEZ AÑOS APLICADO SOBRE MALLA DE REFUERZO A DOS MANOS. BOVEDILLAS DE POLIURETANO 1654/127 COLADA CON CONCRETO F' C 200 KG/CM2 CON CAPA DE COMPRESIÓN DE 3 CM. VIGUETA TS F-16 APOYO MÍNIMO DE 7 CM PESO APROXIMADO 23 KG/M CLARO A CUBRIR 8 METROS CON AUTOPORTANCIA DE 3.50 METROS.
4-	TRABE DE CONCRETO ARMADA CON 6 VARILLAS DE 1 1/2" DE DIAMETRO CON ANILLOS DE 5/8" @ 10 CM
5-	COLUMNA DE CONCRETO ARMADA CON 4 VARILLAS DE 1 1/2" DE DIAMETRO CON ANILLOS DE 5/8" @ 12 CM
6-	VENTA CON MARCO DE MADERA DE 2" CON VIDRIO DE 6 MM DE ESPESOR (OPACO EN ESPACIOS PRIVADOS)
7-	PISO DE GRANITO PULIDO CON RANURADO DE 30 X 30 CM
8-	PISO DE LOSETA CERÁMICA PARA TRANSITO MEDIO MARCA INTERCERMI DE 30 X 30 CM MODELO COSMOS EN COLOR BLANCO CON EMBOQUILLADO DE 5 MM
9-	PISO DE LOSETA CERÁMICA PARA TRANSITO MEDIO MARCA DAL TILE DE 45 X 45 CM MODELO MACEDONIA EN COLOR GRIS CON EMBOQUILLADO DE 5 MM
10-	MURO DE PANEL DE YESO MARCA TABLAROCA DE 10 CM DE ESPESOR CON BASTIDOR METÁLICO 6.35 CON POSTES A CADA 61 CM FORRADOS CON TABLERO USG
11-	PUERTA CON MARCO DE MADERA DE 2" CON VIDRIO DE 6 MM DE ESPESOR
12-	BARDA PERIMETRAL DE TABIQUE ROJO RECOCIDO 7X14X28 ADHERIDO CON MORTERO EN PROPORCIÓN 1:4 AFLANADO EN AMBOS LADOS CON MEZCLA DE CEMENTO ARENA EN PROPORCIÓN 1:4 CON ESPESOR DE 2 A 4 MM RÚSTICO Y LUEGO FINO
13-	MALLA DE ALTA SEGURIDAD CON ALAMBRE DE 8 TERMOENDURECIDA CON VARILLAS VERTICALES @ 5 CM HORIZONTALES @ 13 CM Y ABRAZADERAS DE ALTA SEGURIDAD
14-	SISTEMA DE MONTAJE VERTICAL CON MARCO DE ALUMINI DE 2" PARA MODULOS FOTOVOLTAICOS
15-	PANEL SOLAR JINKO MODELO JKM345FP-72 DE 345 Wp
16-	MONTAJE DE MADERA DE PINO PARA CUBIERTA CON POLINES DE 4" X 4" EN DISPOSICIÓN DE CERCHA PRATT
17-	TECHADO DE TEJA DE BARRO MARCA MACERE MODELO CASA GRANDE EN COLOR TERRACOTA DE 55X22X16 CM 2.50 KG/PIEZA 18 PIEZAS/M2
18-	MONTAJE DE MADERA DE PINO PARA CUBIERTA CON POLINES DE 4" X 8" EN DISPOSICIÓN DE VIGA HOWE
19-	MULTYPANEL DE 1 1/2" DE ESPESOR CALIBRE 26/26 COLOR ARENA DE 8 METROS DE LARGO
20-	MAMPARA PARA SANITARIOS MARCA PORCEBOARD MODELO CENTURY DE ACERO INOXIDABLE CON LAMINADO PLÁSTICO EN COLOR ARENA
21-	W.C. MARCA TOTO MODELO M36341140CF(G) CON SISTEMA DE DESCARGA TORNADO FLUSH DE BAJO CONSUMO EN COLOR BLANCO DE 42 X 72 CM
22-	MINGITORIO SECO MARCA HELVEK MODELO M3 GOBI TDS (M3-E) EN COLOR BLANCO DE 63X45X28
23-	LAVAMANOS MARCA AMERICAN STANDARD MODELO D1587.020 DE CERÁMICA PORCELANIZADA EN COLOR BLANCO DE 88X55 CM

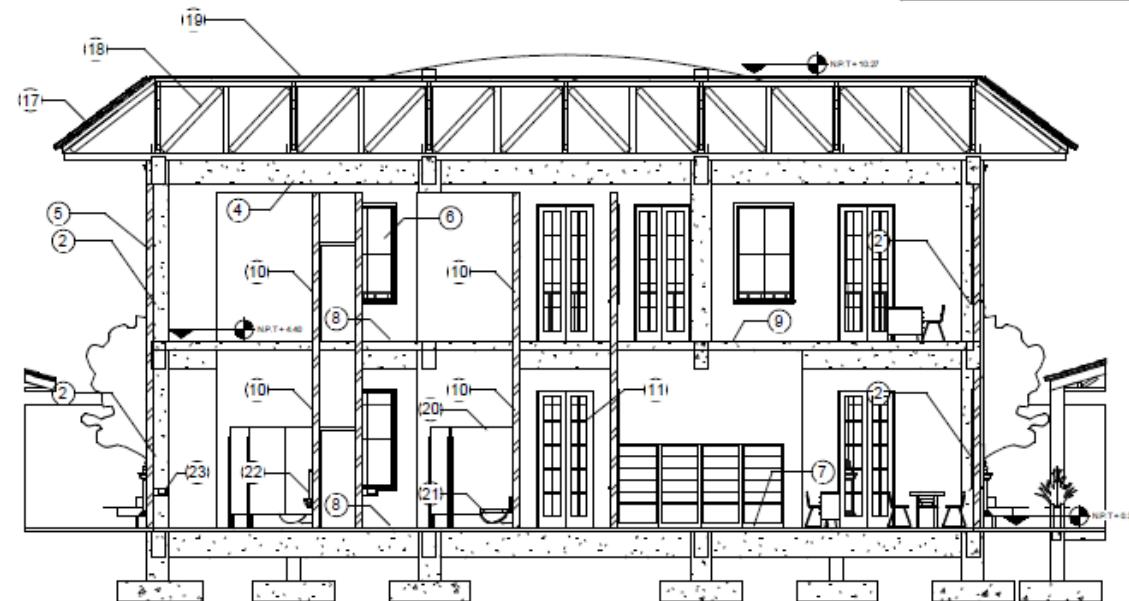
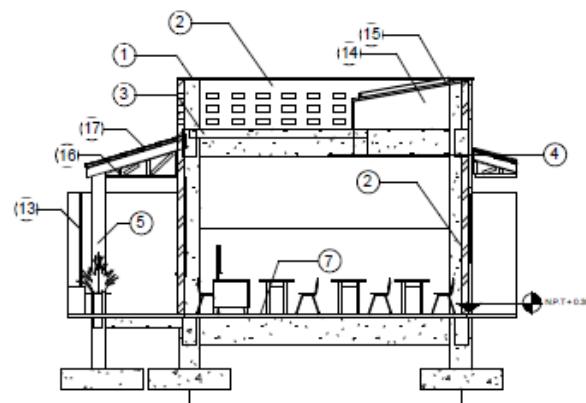


SIMBOLOGIA	
	N.P.T + 0.00 NIVEL DE PISO TERMINADO
	N.P + 0.00 NIVEL DE PRETEL
	N.C + 0.00 NIVEL DE CUMBRERA
	CAMBIO DE PISO
	COLINDANCIA

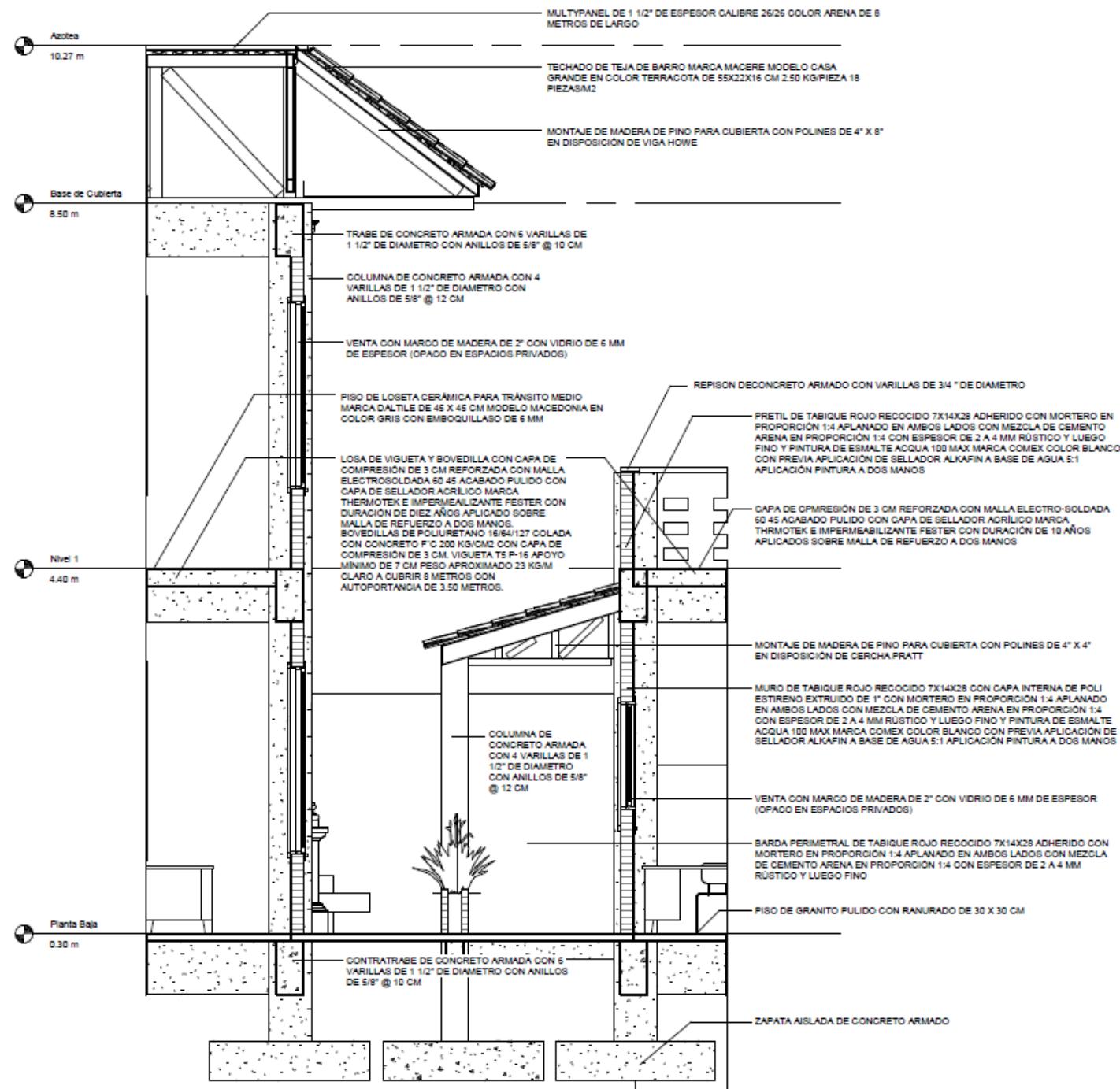
ESCUELA PRIMARIA Y DE OFICIOS PUBLICA RURAL
DISEÑO: ARQ. OSCAR URIEL GONZALEZ MEJIA

Azcapotzalco TALLER DE DISEÑO BIOLIMATICO
ASESORES: DR. HÉCTOR VALERDI MADRIGAL
DR. ROBERTO GUSTAVO BARNARD AMOSURRITA

No. DE PLANO	Cortes por Fachada
A - 09	
30 de enero de 2022	1:100
COTAS EN METROS	



Cortes por Fachada



CROQUIS DE LOCALIZACIÓN 	UBICACIÓN
NORTE 	
SIMBOLOGIA	
	N.P.T + 0.00 NIVEL DE PISO TERMINADO
	N.P + 0.00 NIVEL DE PRETIL
	N.C + 0.00 NIVEL DE CUMBRERA
	CAMBIO DE PISO
	COLINDANCIA
ESCUELA PRIMARIA Y DE OFICIOS PÚBLICA RURAL	
DISEÑO: ARQ. OSCAR URIEL GONZÁLEZ MEJÍA	
	TALLER DE DISEÑO BIOLIMÁTICO
ASESORES: DR. HÉCTOR VALERDI MADRIGAL DR. ROBERTO GUSTAVO BARNARD AMOSURRITA	
No. DE PLANO	Corte por Fachada
A - 10	09/03/22
	COTAS EN METROS



Corte por Fachada

Capítulo 5. DISEÑO Y EVALUACIÓN BIOCLIMÁTICA



5.1 Análisis Térmico

5.1.1 Ener Habitat

Se analizaron los sistemas constructivos de muro y cubiertas del módulo de aulas para conocer su comportamiento térmico y como interfieren en la temperatura al interior del edificio.

Palenque no se encuentra disponible en la base de datos de Ener-Habitat, por lo que se utilizó la ciudad de Villa Hermosa, Tabasco, ya que es la mas cercana a Palenque dentro de la base de datos.

El sistema constructivo de nuestro primer muro está conformado por cinco capas; un núcleo de tabique rojo recocido 7x14x28 y mortero cemento arena en ambas caras con pintura de esmalte en color blanco.

El sistema constructivo del segundo muro está conformado por cinco capas; un núcleo de block macizo 12x18x38 y mortero cemento arena en ambas caras con pintura de esmalte en color blanco.

El sistema constructivo del tercer muro está conformado por cinco capas; un núcleo de adobe macizo 20x40x10 y mortero cemento arena en ambas caras con pintura de esmalte en color blanco.

S.C.	Material	Espesor	A
1	<input type="radio"/> BD Adobe 0.58 1500 1480		0.2
	<input checked="" type="radio"/> arq.oscarg PinturaBlancaEsmalte 0.	0.001 [m]	
2	<input checked="" type="radio"/> BD MorteroCementoArena 1		
	<input type="radio"/> arq.oscarg Acero 50 7800 450	0.02 [m]	
3	<input checked="" type="radio"/> BD Concreto 1.35 1800 100		
	<input type="radio"/> arq.oscarg Acero 50 7800 450	0.12 [m]	
4	<input checked="" type="radio"/> BD MorteroCementoArena 1		
	<input type="radio"/> arq.oscarg Acero 50 7800 450	0.02 [m]	
5	<input type="radio"/> BD Adobe 0.58 1500 1480		
	<input checked="" type="radio"/> arq.oscarg PinturaBlancaEsmalte 0.	0.001 [m]	

Tabla 3. Capas del segundo sistema de muro (fachada norte)
Fuente: enerhabitat.unam.mx

S.C.	Material	Espesor	A
1	<input type="radio"/> BD Adobe 0.58 1500 1480		0.2
	<input checked="" type="radio"/> arq.oscarg PinturaBlancaEsmalte 0.	0.001 [m]	
2	<input checked="" type="radio"/> BD MorteroCementoArena 1		
	<input type="radio"/> arq.oscarg Acero 50 7800 450	0.02 [m]	
3	<input checked="" type="radio"/> BD Tabique 0.7 1970 800		
	<input type="radio"/> arq.oscarg Acero 50 7800 450	0.14 [m]	
4	<input checked="" type="radio"/> BD MorteroCementoArena 1		
	<input type="radio"/> arq.oscarg Acero 50 7800 450	0.02 [m]	
5	<input type="radio"/> BD Adobe 0.58 1500 1480		
	<input checked="" type="radio"/> arq.oscarg PinturaBlancaEsmalte 0.	0.001 [m]	

Tabla 2. Capas del primer sistema de muro (fachada norte)
Fuente: enerhabitat.unam.mx

S.C.	Material	Espesor	A
1	<input type="radio"/> BD Adobe 0.58 1500 1480		0.2
	<input checked="" type="radio"/> arq.oscarg PinturaBlancaEsmalte 0.	0.001 [m]	
2	<input checked="" type="radio"/> BD MorteroCementoArena 1		
	<input type="radio"/> arq.oscarg Acero 50 7800 450	0.02 [m]	
3	<input checked="" type="radio"/> BD Adobe 0.58 1500 1480		
	<input type="radio"/> arq.oscarg Acero 50 7800 450	0.2 [m]	
4	<input checked="" type="radio"/> BD MorteroCementoArena 1		
	<input type="radio"/> arq.oscarg Acero 50 7800 450	0.02 [m]	
5	<input type="radio"/> BD Adobe 0.58 1500 1480		
	<input checked="" type="radio"/> arq.oscarg PinturaBlancaEsmalte 0.	0.001 [m]	

Tabla 4. Capas del tercer sistema de muro (fachada norte)
Fuente: enerhabitat.unam.mx

En la gráfica comparativa de factor de decremento para cada sistema constructivo, Enerhábitat mide este factor de 0 a 1000, calificando como mejor sistema constructivo aquel que posee el factor mas bajo.

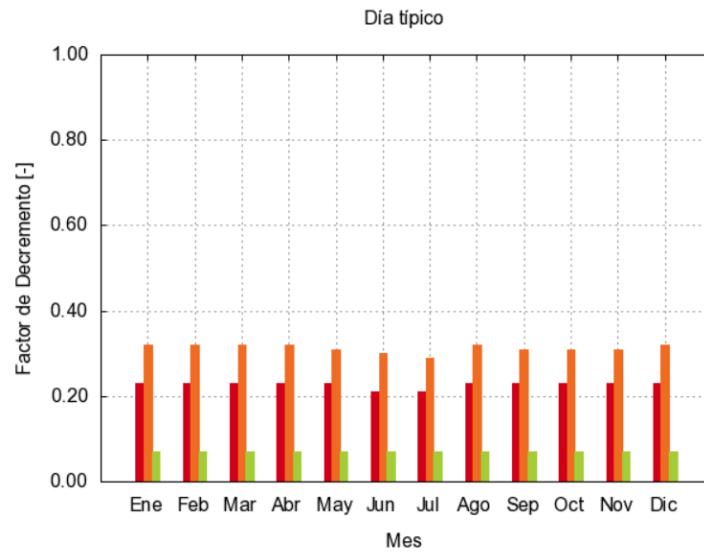


Figura 48. Gráfica comparativa de factor de decremento de sistemas constructivos (fachada norte)
Fuente: enerhabitat.unam.mx

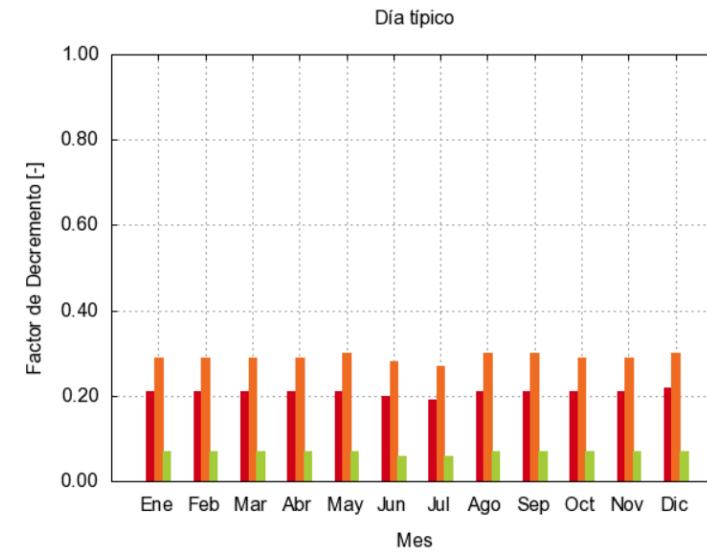


Figura 50. Gráfica comparativa de factor de decremento de sistemas constructivos (fachada este)
Fuente: enerhabitat.unam.mx

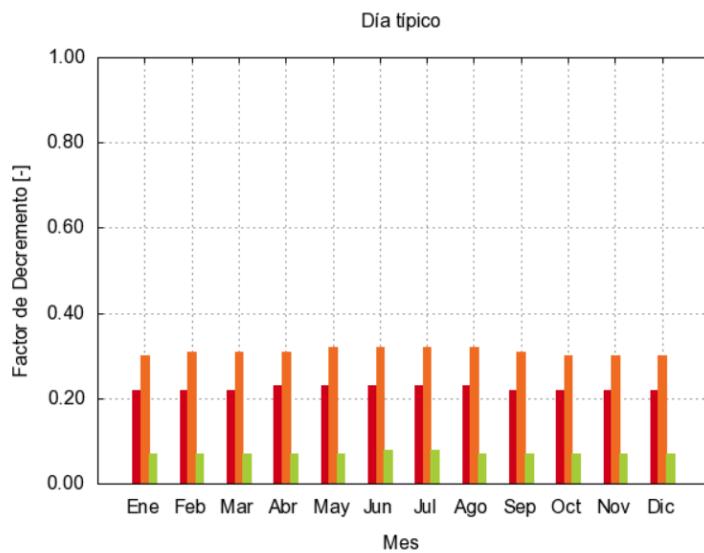


Figura 49. Gráfica comparativa de factor de decremento de sistemas constructivos (fachada sur)
Fuente: enerhabitat.unam.mx

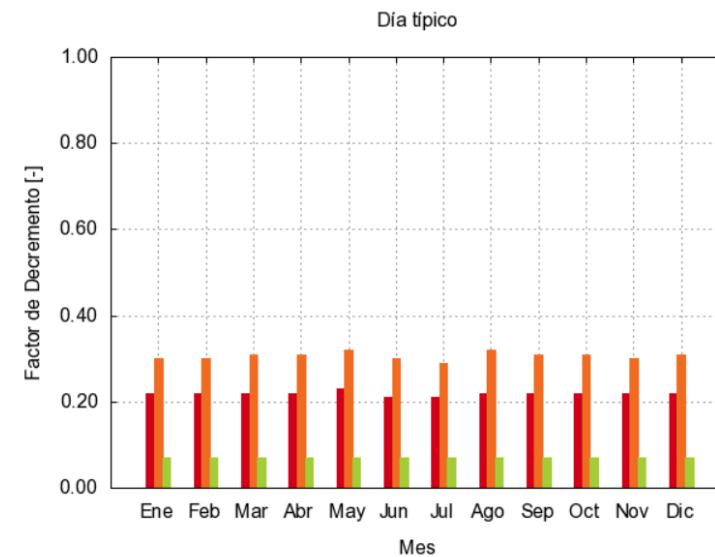


Figura 51. Gráfica comparativa de factor de decremento de sistemas constructivos (fachada oeste)
Fuente: enerhabitat.unam.mx

En las figuras x podemos notar que el sistema constructiva con el factor de decremento más bajo es el sistema de adobe, le sigue el sistema de tabique y por último tenemos al sistema de block macizo.

Utilizar adobe sería la mejor opción de aislamiento térmico, sin embargo el material no se encuentra disponible en Palenque, se llamó a tres casas de materiales de la ciudad y nos informaron que el adobe se consigue de Villa Hermosa, Tabasco y Coatzacoalcos, Veracruz, lo cual aumenta los costos del proyecto y el impacto ambiental del mismo.

Es por ello que la opción más viable para el sistema constructivo de los muros es el tabique rojo recocido.

Para los techos se analizaron dos sistemas constructivos; el primero es una losa maciza de concreto armado con sellador acrílico e impermeabilizante en color blanco. El segundo es de vigueta y bovedilla, con una capa de compresión de 3 cm, sellador acrílico e impermeabilizante en color blanco.

S.C.	Material	Espesor	A
1	<input checked="" type="radio"/> BD Impermeabilizante 0.16	0.002 [m]	0.2
	<input type="radio"/> arq.oscarg Acero 50 7800 450		
	<input type="radio"/> BD Adobe 0.58 1500 1480	0.002 [m]	
<input checked="" type="radio"/> arq.oscarg Sellador_Acrlico 0.2 105			
3	<input checked="" type="radio"/> BD Concreto 1.35 1800 100	0.2 [m]	
	<input type="radio"/> arq.oscarg Acero 50 7800 450		

Tabla 5. Capas del primer sistema de techo (orientación norte)
Fuente: enerhabitat.unam.mx

S.C.	Material	Espesor	A
1	Capa no homogenea Tipo: V&B simétrica 2 huecos relleno 1- BD- Concreto_Alta_Densidad 2 2400 1000	0.17 [m]	0.2
	Capa homogenea 2- BD- Impermeabilizante 0.16 1121 1460	0.002 [m]	
	Capa homogenea 3- arq.oscarg- Sellador_Acrlico 0.2 1050 1500	0.002 [m]	
	Capa homogenea 4- BD- Concreto 1.35 1800 1000	0.03 [m]	

Tabla 6. Capas del segundo sistema de techo (orientación norte)
Fuente: enerhabitat.unam.mx

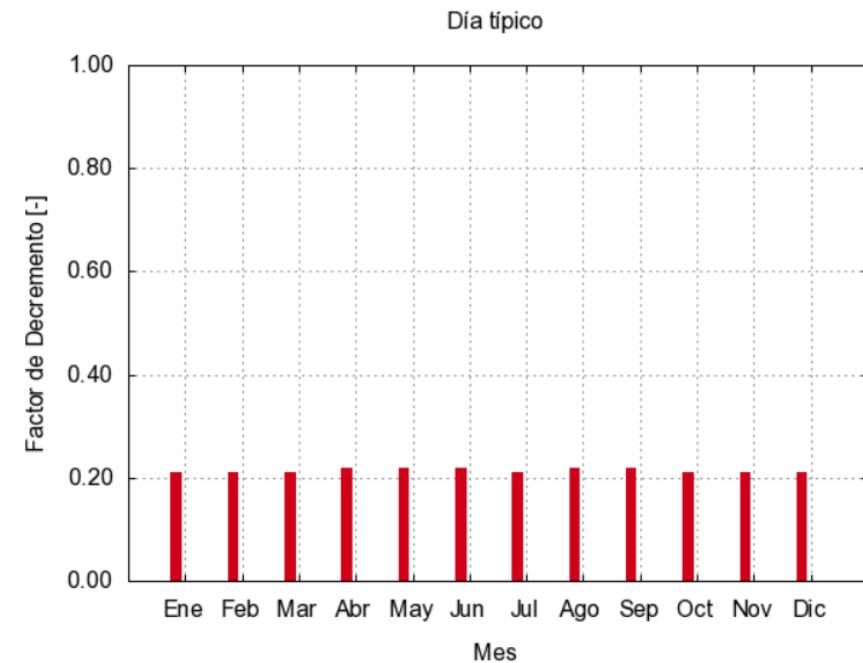


Figura 52. Gráfica comparativa de factor de decremento de sistemas constructivos (techo de losa maciza de concreto armado)

Fuente: enerhabitat.unam.mx

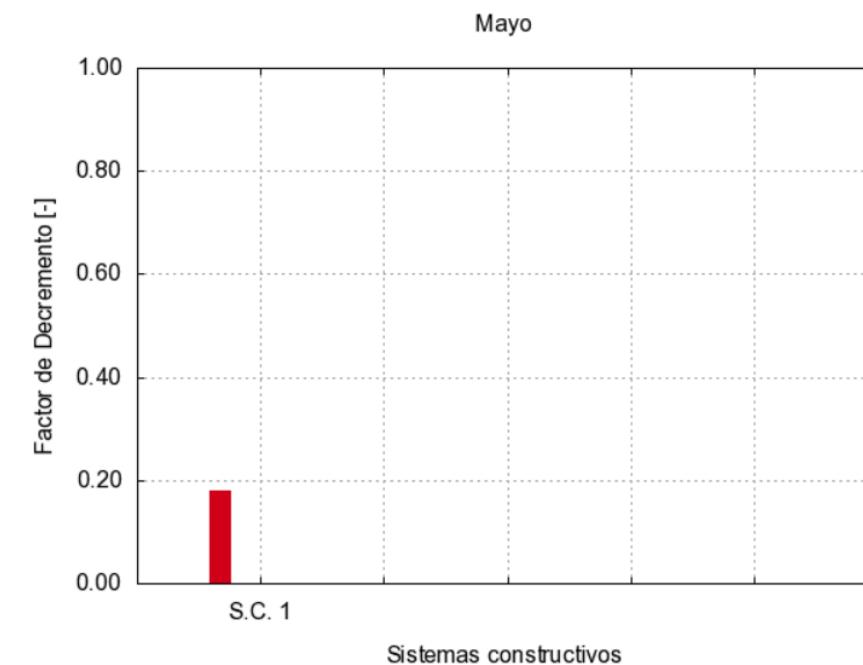


Figura 53. Gráfica de factor de decremento de sistemas constructivos (techo de vigueta y bovedilla, analizado en el mes más caluroso, mayo)

Fuente: enerhabitat.unam.mx

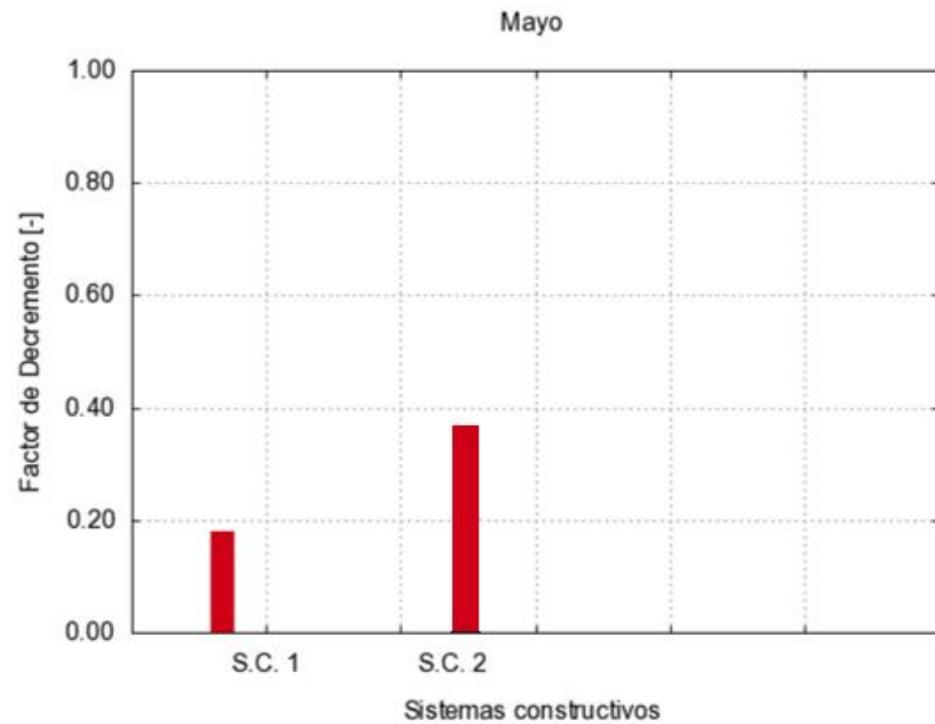


Figura 54. Gráfica comparativa de factor de decremento de losas. S.C.1 Losa de Vigueta y Bovedilla. S.C.2 Losa de Maciza de Concreto Armado.
Fuente: enerhabitat.unam.mx

El sistema de vigueta y bovedilla presenta un factor de decremento menor que el de la losa maciza de concreto armado, por lo que es la mejor opción para evitar ganancias de calor.

En la figura x observamos una gráfica comparativa de oscilación térmica, la cual nos muestra en color negro la oscilación de la temperatura ambiente a lo largo del día, en color rojo la oscilación dentro de un espacio con el sistema constructivo de vigueta y bovedilla, y en color verde la zona de confort térmico.

Aunque nuestro sistema se encuentra por debajo de la zona de confort por 1.5 °C de las 7:00 am a las 15:00 pm, esto no resulta contraproducente tomando en cuenta las condiciones climatológicas del sitio. Por el contrario, un espacio fresco es muy deseable en un clima cálido húmedo

5.1.2 NOM – 020

Continuando con el análisis térmico del proyecto, se utilizó la herramienta de cálculo NOM-020. En ella se ingresaron los datos de orientación de la fachada principal y la tipología del edificio. Al igual que en ener-habitat, en la base de datos no se encuentra Palenque, por lo que se utilizó a Villa Hermosa, Tabasco en su lugar.

Figura 55. Pantalla de inicio de cálculo de la NOM-020-ENER-2011
Fuente: Herramientas y Aplicaciones CONUEE

A continuación se ingresaron los materiales que conforman el sistema constructivo del módulo de aulas, junto con sus características térmicas, comenzando por los muros, los cuales están conformados por cinco capas; un núcleo de tabique rojo recocido 7x14x28 y mortero cemento arena en ambas caras con pintura de esmalte en color blanco.

Figura 56. Captura de Datos de Muro
Fuente: Herramientas y Aplicaciones CONUEE

Para la sección de techo y superficie inferior solo se tomaron en cuenta las cubiertas, ya que de acuerdo al manual técnico de la herramienta una superficie inferior es aquella que está debajo de una estructura y al exterior, aún dentro del perímetro de los muros del edificio, lo cual no es aplicable para nuestro edificio.

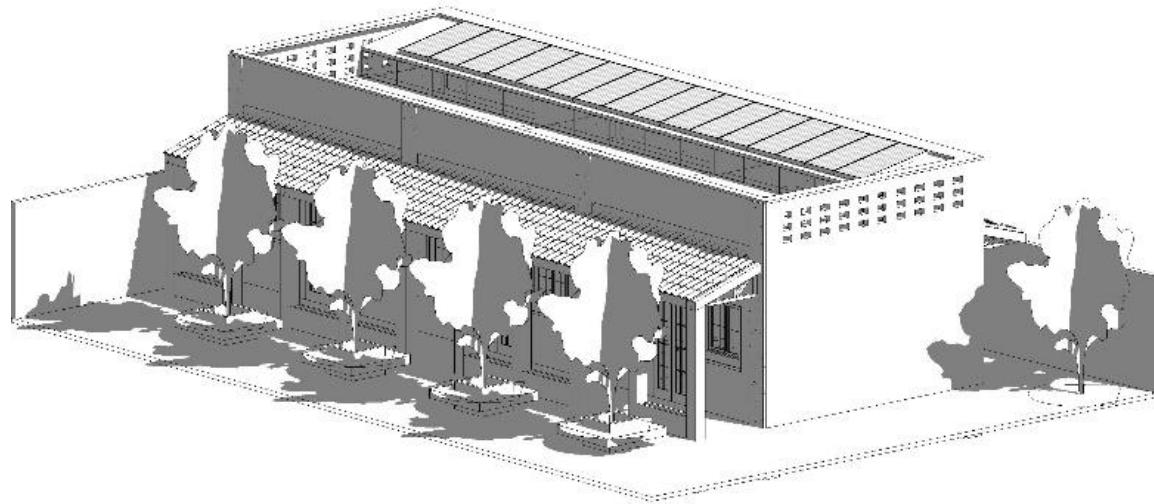


Figura 57. Vista Exterior del Módulo de Aulas
Fuente: Revit 2019

Existen dos sistemas constructivos para nuestras cubiertas. El primero es de vigueta y bovedilla de poli estireno sin orificios, con una capa de compresión de tres centímetros, impermeabilizante blanco y por dentro un aplanado de yeso con pintura de esmalte blanca.

Nuevo sistema constructivo homogéneo

Descripción / nombre de la porción: Sistema de Vigueta y Bovedilla

Componente de la envolvente: Techo Parod
Ligero Masivo

Material	Espesor (m)	Conductividad térmica (W/mK)	Aislamiento térmico (m²K/W)
Convección exterior	1.000	13.000	0.077
Impermeabilizante	0.002	0.1600	0.0125
Capa de Compresión	0.030	1.7500	0.0171
Losas de Vigueta y Bovedilla	0.150	0.0370	4.0541
Yeso	0.020	0.2500	0.0800
Pintura	0.001	0.2000	0.0050
Convección interior	1.000	8.800	0.1515
			M = 4.3871
			K = 0.2274

Guardar datos

Figura 58. Captura de Datos de Sistema de Vigueta y Bovedilla
Fuente: Herramientas y Aplicaciones CONUEE

El segundo es de vigueta y bovedilla de poli estireno sin orificios, con una capa de compresión de tres centímetros, impermeabilizante blanco, barrera anti raíz, dren, filtrante, sustrato y vegetación. Por dentro un aplanado de yeso con pintura de esmalte blanca. Cabe destacar que de los materiales que componen una azotea verde extensiva solo se contó con la conductividad térmica del filtrante y el sustrato.

Figura 59. Captura de Datos de Vigueta y Bovedilla con Azotea Verde Extensiva
Fuente: Herramientas y Aplicaciones CONUEE

Nuevo sistema constructivo homogéneo

Descripción / nombre de la porción: Vigueta y Bovedilla con Azotea Verde Ext

Componente de la envolvente: Techo Parod
Ligero Masivo

Material	Espesor (m)	Conductividad térmica (W/mK)	Aislamiento térmico (m²K/W)
Convección exterior	1.000	13.000	0.077
Sustrato	0.080	0.5820	0.1375
Impermeabilizante	0.002	0.1600	0.0125
Capa de Compresión	0.030	1.7500	0.0171
Losas de Vigueta y Bovedilla	0.150	0.0370	4.0541
Yeso	0.020	0.2500	0.0800
Convección interior	1.000	8.800	0.1515
			M = 4.5498
			K = 0.2198

Guardar datos

En la fachada principal se tienen seis ventanas de 1.20 x 1.20 m con vidrio de 3 mm, todas ellas sombreadas por un pórtico.

Ventana

Esta ventana está en: F. principal (1)

Nombre de la ventana: V1 F. principal (1)

Área de la ventana: 8.64 m²

Tipo de vidrio: Vidrio 3mm K= 4.92 CS= 1.00

Agregar nuevo tipo de vidrio

Tipo de sombra: Volado más allá de los límites de la ventana

L: 2.02 H: 1.6 A: 18.34

Guardar

Ir a pantalla de confirmación

Figura 60. Captura de Datos de Ventanas en Fachada Principal
Fuente: Herramientas y Aplicaciones CONUEE

La fachada posterior cuenta con nueve ventanas de 1.20 x 2.10 m con vidrio de 3 mm, todas ellas sombreadas por un volado.

La planta arquitectónica del edificio nos muestra la orientación de los muros mencionados anteriormente y cuales presentan mayores ganancias de calor durante todo el año.

La fachada sur recibe asoleamiento directo durante la mayor parte del año, es por ello que se encuentra sombreada por un pórtico.

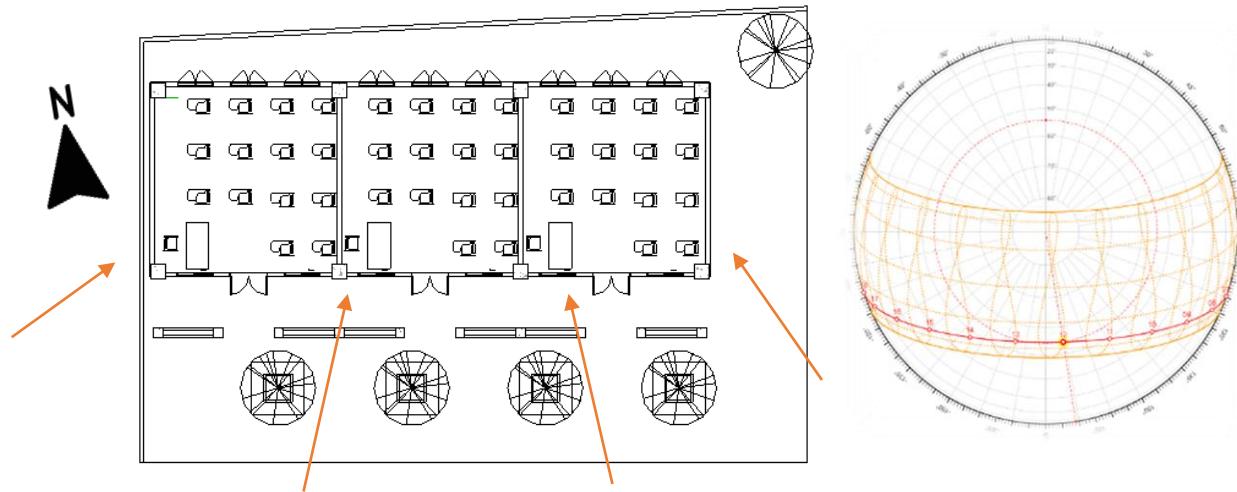


Figura 61. Planta Arquitectónica del Módulo de Aulas
Fuente: Elaboración Propia en AutoCAD

Figura 63. Captura de Datos de Puertas en Fachada Principal
Fuente: Herramientas y Aplicaciones CONUEE

Figura 62. Captura de Datos de Ventanas en Fachada Posterior
Fuente: Herramientas y Aplicaciones CONUEE

Resultados

	Conducción (W)	Radiación (W)	Total (W)
Edificio de referencia	3386.41	2428.72	5815.13
Edificio proyectado	7057.22	2573.31	9630.53

Cumple con la norma Si No **-65.6%**

Guardar datos Modificar datos ingresados Imprimir formatos

Figura 64. Resultados del Primer cálculo
Fuente: Herramientas y Aplicaciones CONUEE

En la fachada principal se encuentran tres puertas de madera con cristal que catalogamos como puertas de madera blanda, con dimensiones de 1.20 x 3.00 m.

Con el sistema constructivo propuesto anteriormente, en contraste con el edificio de referencia de la norma, no acreditamos y nos encontramos un 65% por debajo. Por ello se tomó la decisión de colocar un aplanado de cal y arena, el cual posee una menor conductividad térmica.

Figura 65. Captura de Datos de Sistema de Muro con Aplanado Cal Arena
Fuente: Herramientas y Aplicaciones CONUEE

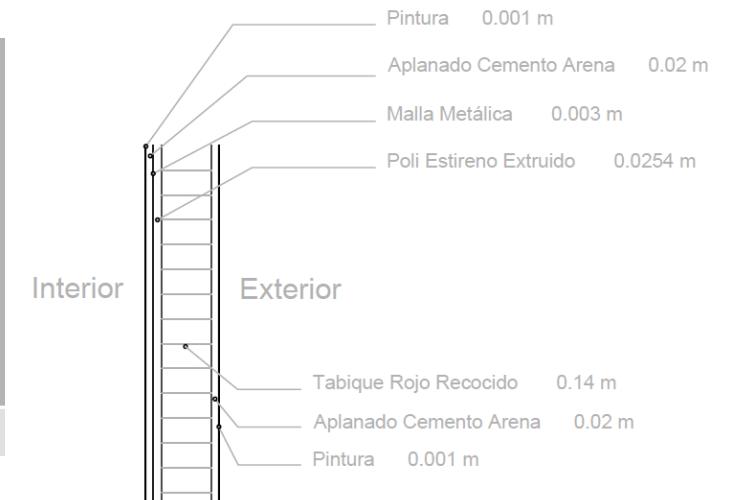


Figura 67. Captura de Datos de Sistema de Muro con Aislante de Poli estireno Extruido y su Esquema
Fuente: Herramientas y Aplicaciones CONUEE

Resultados			
	Conducción (W)	Radiación (W)	Total (W)
Edificio de referencia	3386.41	2428.72	5815.13
Edificio proyectado	6902.83	2573.31	9476.14
Cumple con la norma	Si <input type="checkbox"/>	No <input checked="" type="checkbox"/>	-63.0%

Figura 66. Resultados de Segundo Cálculo
Fuente: Herramientas y Aplicaciones CONUEE

Aún con el cambio de aplanado la reducción en las ganancias de calor no fue significativa. Por lo que se colocó un aislante de poli estireno extruido de una pulgada al interior, entre el tabique y el aplanado, el cual se dejó de cemento y arena, ya que no hizo gran diferencia cambiarlo.

Utilizando el aislante térmico de poli estireno extruido la simulación fue exitosa, logrando el cumplimiento de la norma y una eficiencia energética del 3.1% por encima del edificio de referencia.

Resultados			
	Conducción (W)	Radiación (W)	Total (W)
Edificio de referencia	3386.41	2428.72	5815.13
Edificio proyectado	3061.59	2573.31	5634.90
Cumple con la norma	Si <input checked="" type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	3.1%

Figura 68. Resultados del Tercer cálculo
Fuente: Herramientas y Aplicaciones CONUEE

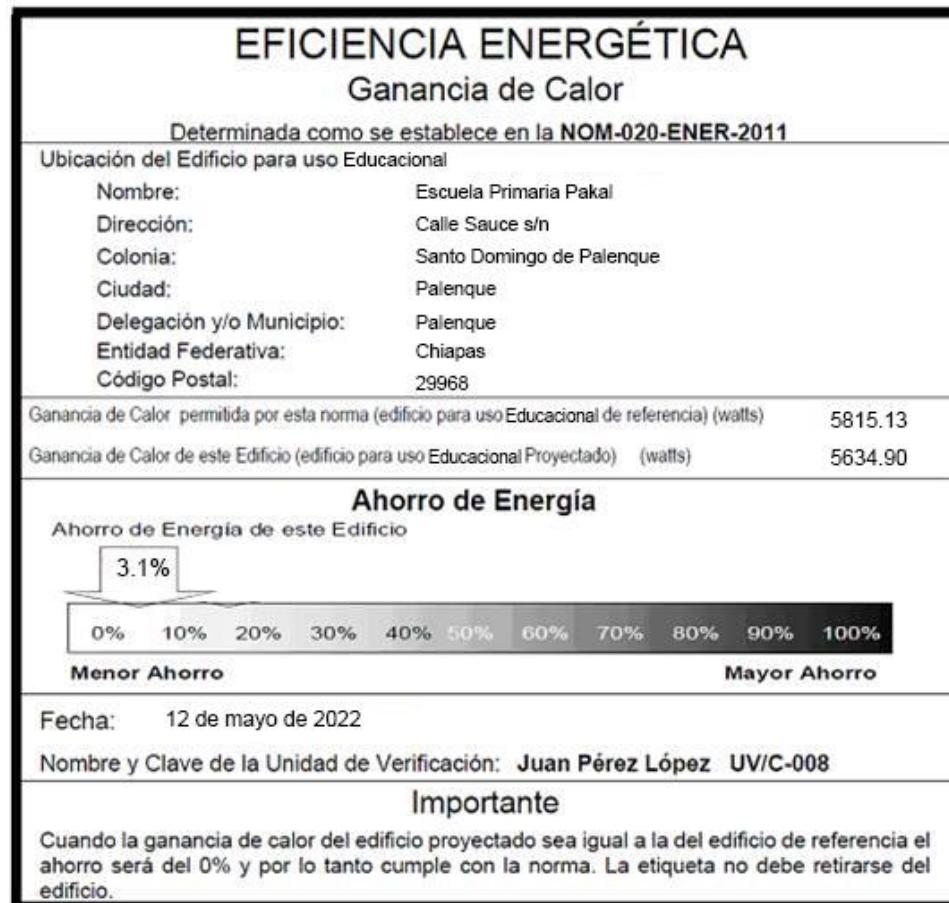


Figura 69. Etiqueta de Eficiencia Energética
Fuente: NOM 020

5.1.3 Certificación

Se realizó una investigación acerca de las certificaciones nacionales e internacionales para encontrar una adecuada para el proyecto.

De entre todas, se optó por el Distintivo Ambiental UNAM, en primer lugar por ser una certificación nacional y en segundo por estar enfocada a cualquier inmueble con actividades académicas.



Figura 70. Logotipos de Distintivo Ambiental UNAM
Fuente: tucomunidad.unam.mx

Es una herramienta que permite determinar el nivel de impacto ambiental que se genera por la operación de edificaciones académicas y administrativas, así como generar una hoja de ruta para proponer mejoras con base en las tecnologías más avanzadas y factibles, con respecto a cuatro ejes: energía, agua, residuos y consumo responsable.

El criterio de certificación es por medio de un sistema de porcentajes. Para obtener cualquiera de los niveles, todos los rubros deben contar con el mínimo requerido para el nivel: Básico: 0% - 33% Azul: 34% - 66% Oro: 67% - 100%

Está dirigida a cualquier tipo de edificio en operación, cualquier inmueble con actividades académicas o administrativas, de organizaciones públicas o privadas, que requieran contar con una estrategia y plan de acción para mejorar su desempeño ambiental.

Para obtener el Distintivo Ambiental UNAM se debe cumplir con un porcentaje de avance mínimo simultáneamente en todos los ejes para alcanzar un distintivo determinado. Se requiere estimar el tiempo y recursos necesarios para implementar esta metodología en los edificios que así se defina, se solicita lo siguiente:

- Número y ubicación de los inmuebles a evaluar.
- Población por inmueble.
- Niveles y superficie construida por inmueble.
- Planos arquitectónicos (sólo en caso de contar con ellos).

El análisis normativo de la NOM 020, fue muy útil para mejorar las condiciones de confort térmico al interior del módulo de aulas, es una herramienta eficiente para la planeación de los sistemas constructivos y el replanteamiento de orientaciones en los edificios.

En mi opinión aún podría mejorar, con una base de datos de lugares más amplia. Capacidad para abarcar casos de manera más específica en la geometría de los espacios y la configuración de los sistemas constructivos e incluso complementarse con una base de datos de materiales de uso común a nivel nacional, de esta manera la información obtenida sería aún más confiable.

En el ámbito de las certificaciones, vale la pena saber los criterios que se toman en cuenta para replantearse la forma en la que atendemos estos problemas en nuestros edificios, de esta manera podemos elegir nuestros equipos e instalaciones con más conciencia de la cantidad de recursos que requieren.

5.1.4 Design Builder

Una vez que se analizó y se eligió el sistema constructivo inicial en el software ener-hábitat y tras una simulación exitosa en la herramienta NOM-020. Se procedió a analizar el edificio completo en el software design builder. Para ello se tenía preparado el modelo tridimensional del módulo de aulas, se modificó el sistema constructivo de acuerdo a los resultados mencionados anteriormente, y se procedió a generar los resultados de la simulación.

- Muros Aulas Exteriores
- Suelo Aulas
- Particiones Aulas
- Copia de Cubierta inclinada de aulas
- Puerta exterior del proyecto
- Cubierta plana de aulas
- Acristalamiento exterior del proyecto

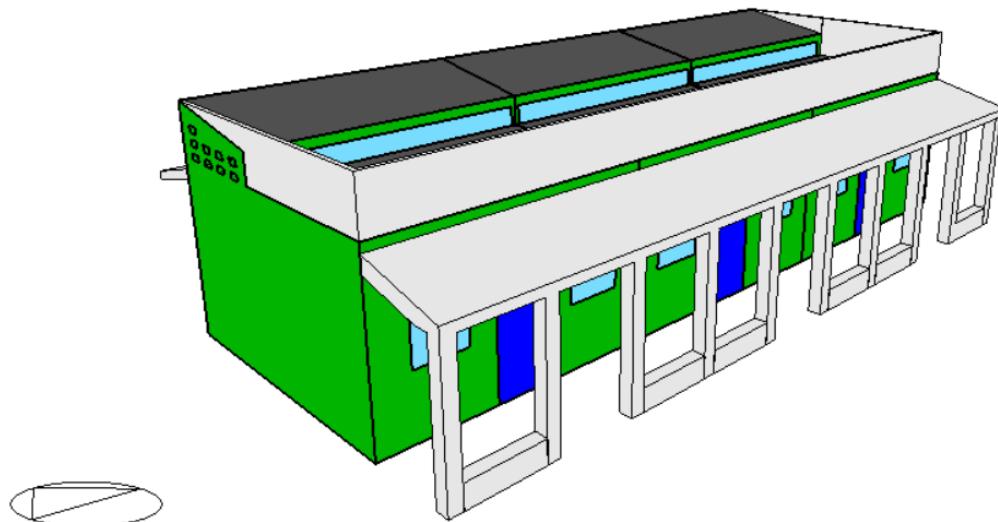


Figura 71. Modelo Tridimensional del Módulo de Aulas – Vista Suroeste
Fuente: Design Builder 8.9

La envolvente del edificio se muestra en color verde, mientras que los bloques que no forman parte directa se muestran en color gris.

La zona de confort térmico para el sitio se encuentra dentro de un mínimo de 23.4 °C a un máximo de 28.4 °C.

El dato más relevante de la simulación es la temperatura operativa, ya que ésta toma en cuenta las ganancias térmicas internas ocasionadas por la actividad humana.

- Muros Aulas Exteriores
- Suelo Aulas
- Particiones Aulas
- Copia de Cubierta inclinada de aulas
- Puerta exterior del proyecto
- Cubierta plana de aulas
- Acristalamiento exterior del proyecto

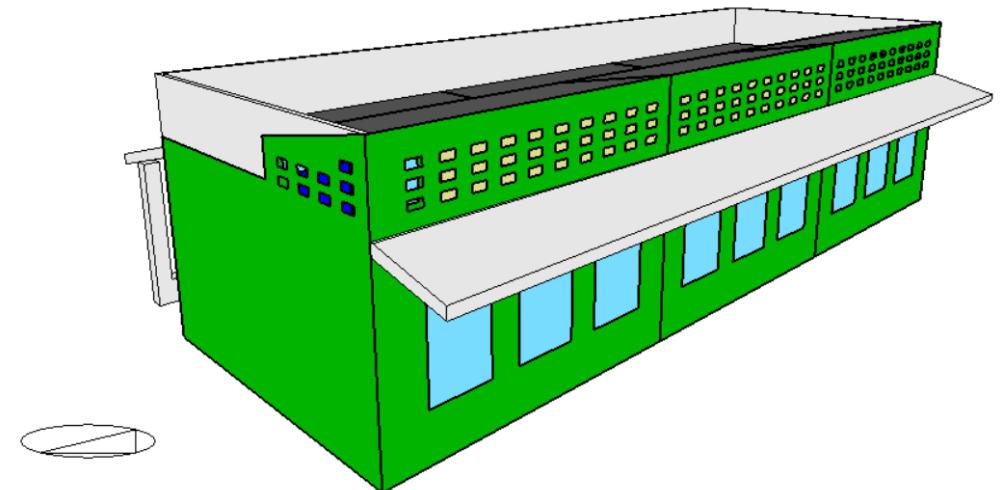


Figura 72. Modelo Tridimensional del Módulo de Aulas – Vista Noreste
Fuente: Design Builder 8.9

La temperatura operativa se encuentra dentro del rango de confort mencionado anteriormente con una temperatura promedio de 23.4 °C en el mes de diciembre (el mes más frío) y 26.4 °C en mayo y julio (meses más calurosos).

Fecha/Hora	Temperatura del Aire	Temperatura Radiante	Temperatura Operativa	Temperatura Ext
01/01/2002	23.88304	23.40802	23.64553	23.5&038
01/02/2002	24.34375	24.2254	24.28458	24.69182
01/03/2002	25.19775	25.62053	25.40914	27.01919
01/04/2002	25.97777	26.50896	26.24336	28.48038
01/05/2002	26.33357	27.08541	26.70949	30.00423
01/06/2002	26.00761	26.65967	26.33364	29.10785
01/07/2002	26.36609	27.05184	26.70897	29.59758
01/08/2002	25.94989	26.62453	26.2872	29.1042
01/09/2002	25.64783	26.04643	25.84713	28.00524
01/10/2002	25.16863	25.35373	25.26118	27.31307
01/11/2002	24.44189	24.21567	24.32878	25.12851
01/12/2002	23.8077	23.38991	23.5988	23.99903

Tabla 7. Comportamiento Térmico Mensual
Fuente: Design Builder 8.9

Por otro lado la humedad relativa se encuentra dentro de un parámetro muy aceptable, mayor al 42% y menor al 57% durante todo el año. Hay que tener en cuenta que en Palenque el clima es muy húmedo (75% en promedio anual), por lo que una reducción como la que se observa en las gráficas de cada aula es bastante positiva.

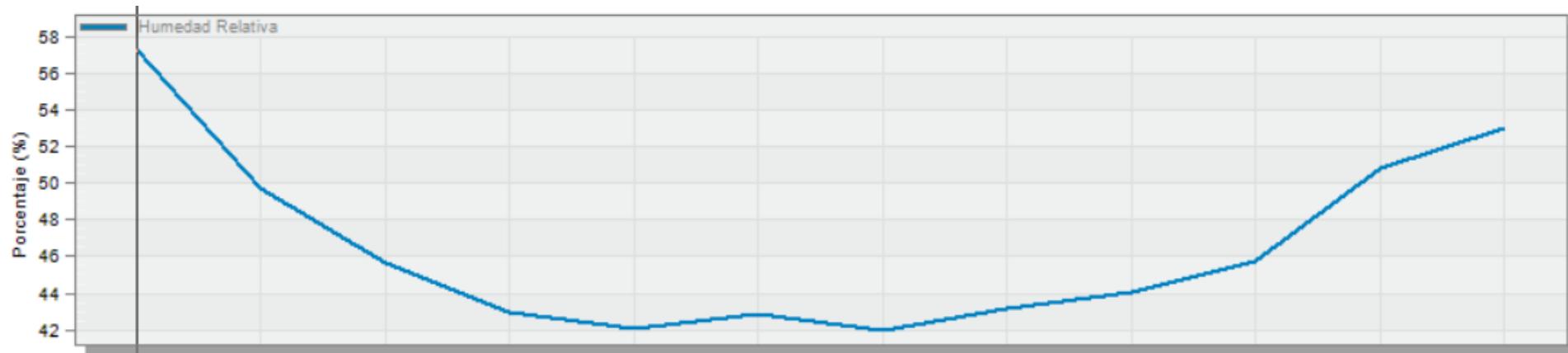


Figura 73. Comportamiento Anual de Humedad – Zona 1 (Aula Este)
Fuente: Design Builder 8.9

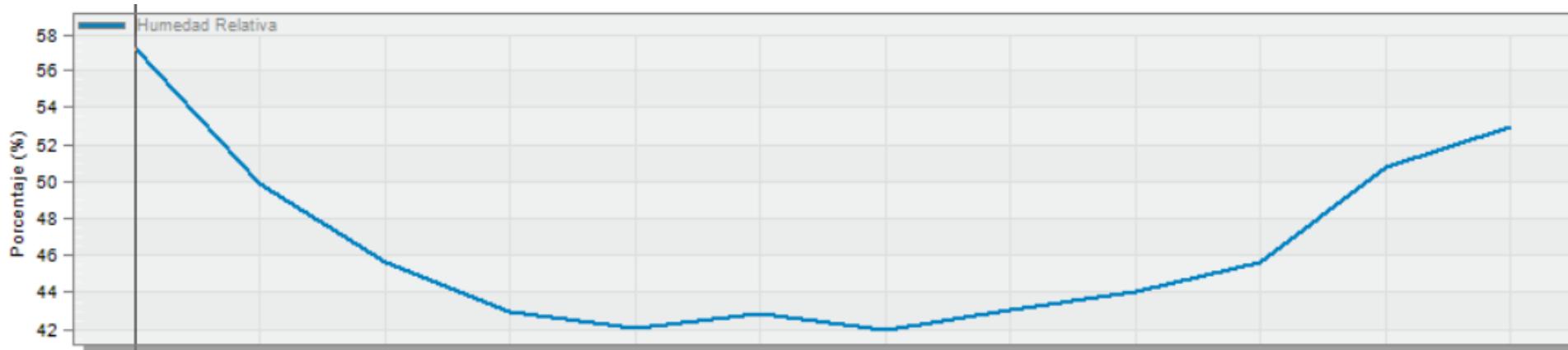


Figura 74. Comportamiento Anual de Humedad – Zona 2 (Aula Oeste)
Fuente: Design Builder 8.9

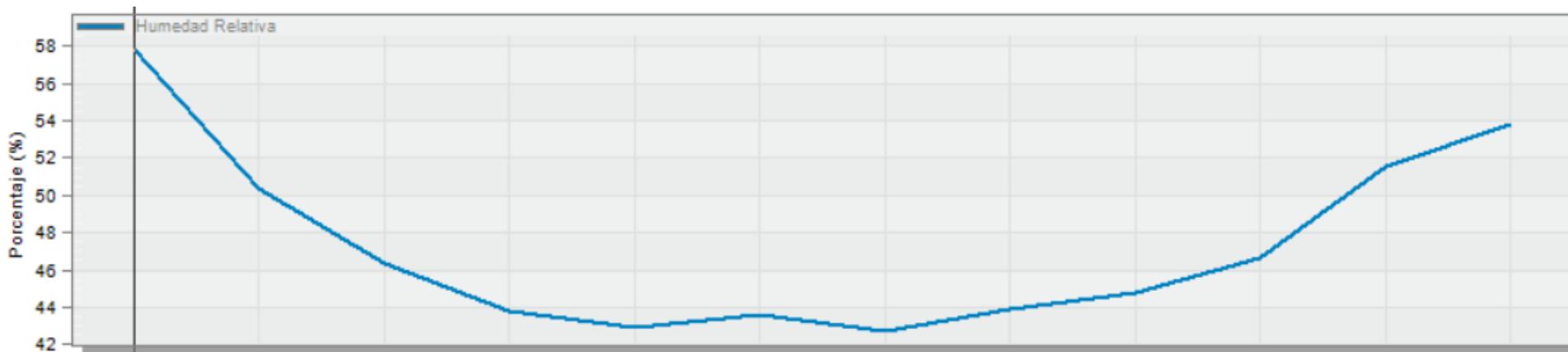


Figura 75. Comportamiento Anual de Humedad – Zona 3 (Aula Central)
Fuente: Design Builder 8.9

Existen días atípicos en los que se aprecia una temperatura operativa por encima de la zona de confort, durante estos días es recomendable mantener una ventilación mayor, tal es el caso del 22 de julio, en donde se aprecia una temperatura operativa de 29.5 °C. Por suerte julio es el mes que presenta una velocidad de viento mayor (3.8 m/s), así que ventilar en estas circunstancias no será complicado. Otro factor a favor es el horario de uso de las aulas, ya que éstas están desocupadas durante las horas más calurosas del día.

Al contrario del caso anterior, tenemos días en los que la temperatura está por debajo de la zona de confort, sin embargo es una temperatura bastante razonable, 21.98 °C, como se aprecia el 12 de enero.

En general, la temperatura operativa se mantiene dentro de la zona de confort durante la gran mayoría de los días durante todo el año.

En los caso atípicos respecto a la humedad relativa se aprecian aumentos muy drásticos que solo se presentan durante un día al año, por lo que son poco relevantes, es posible controlar muchas circunstancias en los espacios, sin embargo en casos extraordinarios que ocurren una vez por año es poco recomendable enfocar esfuerzos a una solución concreta, ya que podríamos desbalancear y afectar el confort que ya se tiene para todo el año.

En conclusión, las modificaciones al sistema constructivo que se realizaron a lo largo del análisis térmico fueron suficientes para mantener en confort térmico del edificio durante la mayor parte del año, existen situaciones extraordinarias en las que será necesaria la intervención de los usuarios para ventilar el espacio abriendo las ventanas, pero la ventilación prevista para el módulo de aulas será suficiente ante estas circunstancias.

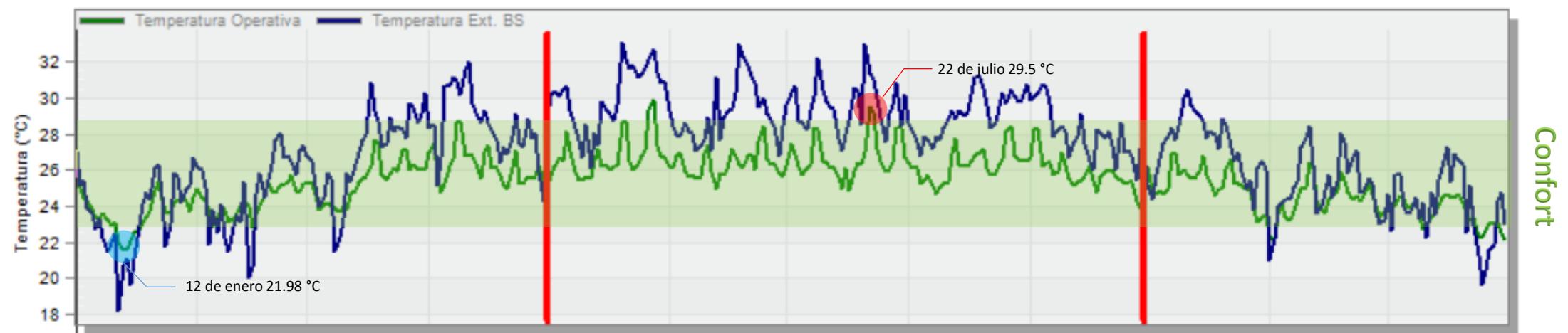


Figura 76. Comportamiento Térmico Diario de Temperatura Operativa y Temperatura Exterior
Fuente: Design Builder 8.9

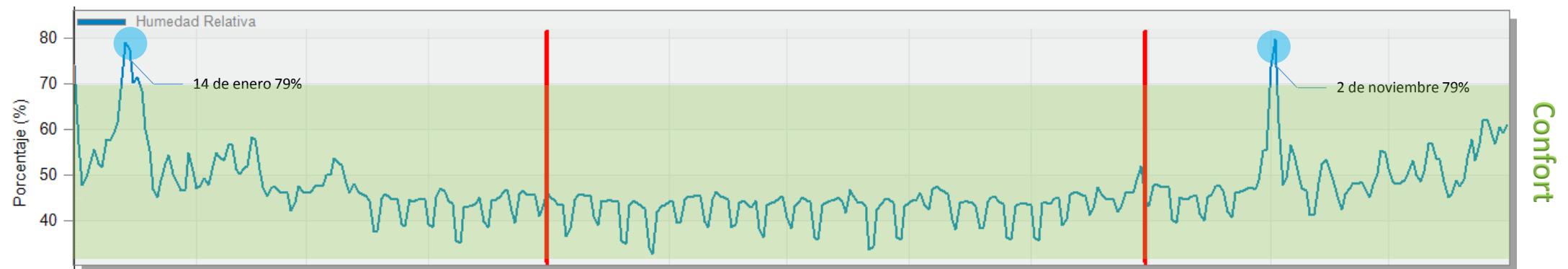


Figura 77. Comportamiento de Humedad Diario
Fuente: Design Builder 8.9

5.2 Asoleamiento

El primer análisis solar aplicado al proyecto, fue por medio de la gráfica solar ortogonal. Para usar esta gráfica se requiere de la latitud del sitio que se desea analizar.

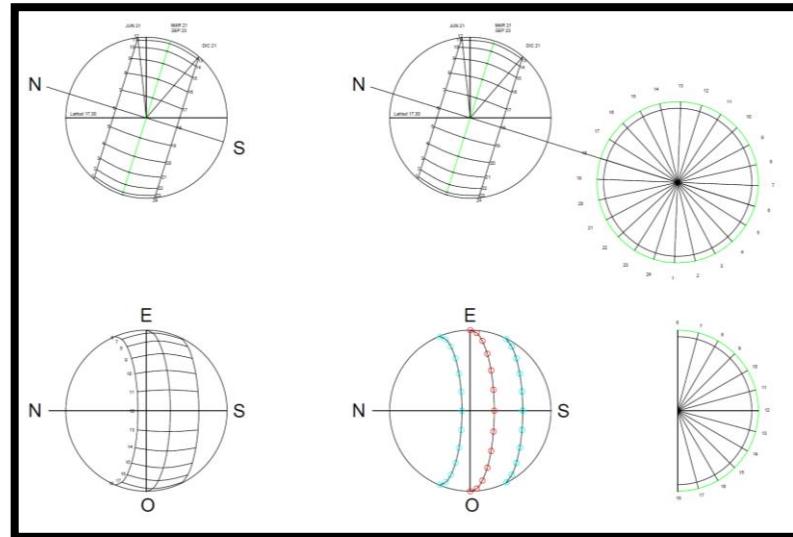


Figura 78 Gráfica Solar Ortogonal de Palenque Chiapas
Fuente: Dibujo de Elaboración Propia

Realizamos primero el trazo de una esfera con su respectiva línea de plano de horizonte, sobre la misma partiendo del centro una línea con el ángulo equivalente a la latitud del sitio que se desea analizar.

Perpendicular a la línea de latitud se traza una más y a los lados de la misma partiendo del centro, trazamos dos líneas más con un ángulo de $23^{\circ}27'$ esta medida corresponde al ángulo de inclinación de a tierra y nos permite ubicar ambos extremos del movimiento del sol respecto del sur y el norte, marcando de esta manera los solsticios de verano y de invierno.

Posteriormente en la gráfica se trazan las horas a partir de la esfera auxiliar mostrada al extremo superior derecho de la figura X.

Una vez hecho lo anterior es posible generar las esferas que se muestran en la parte inferior, las cuales representan en paso del sol sobre el sitio, esta representación abre lugar a las bases del trazo de una gráfica estereográfica, mostrándonos el recorrido del sol en los diferentes meses y horas del año, en la localización que nos interesa estudiar.

El análisis de esta grafica nos da pie para conocer el camino del sol en la bóveda celeste a lo largo del año, en la figura x podemos apreciar que la mayoría del asoleamiento proviene del sur, debido a la posición geográfica de nuestro sitio.

Se aplicó un análisis con la gráfica estereográfica, para este elegimos las ventanas con orientación sur, debido a la gran cantidad de tiempo que permanecen expuestas al sol a lo largo del año.

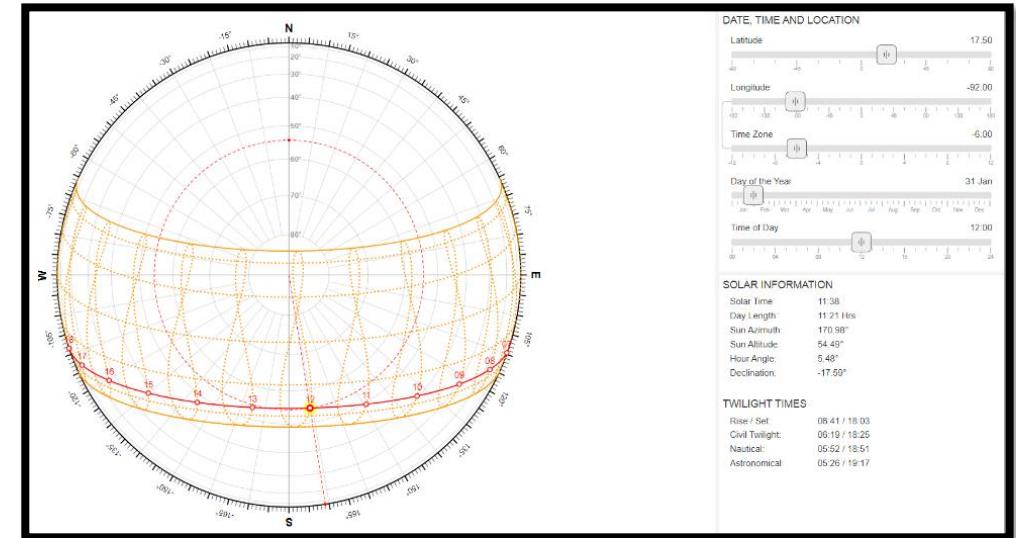


Figura 79. Gráfica Estereográfica de Palenque Chiapas
Fuente: andrewmarsh.com 2D Sun Path

Nuestras ventanas están ligeramente inclinadas en respecto de la orientación sur, por lo que el transportador de sombras para la evaluación se colocó perpendicular a las ventanas.

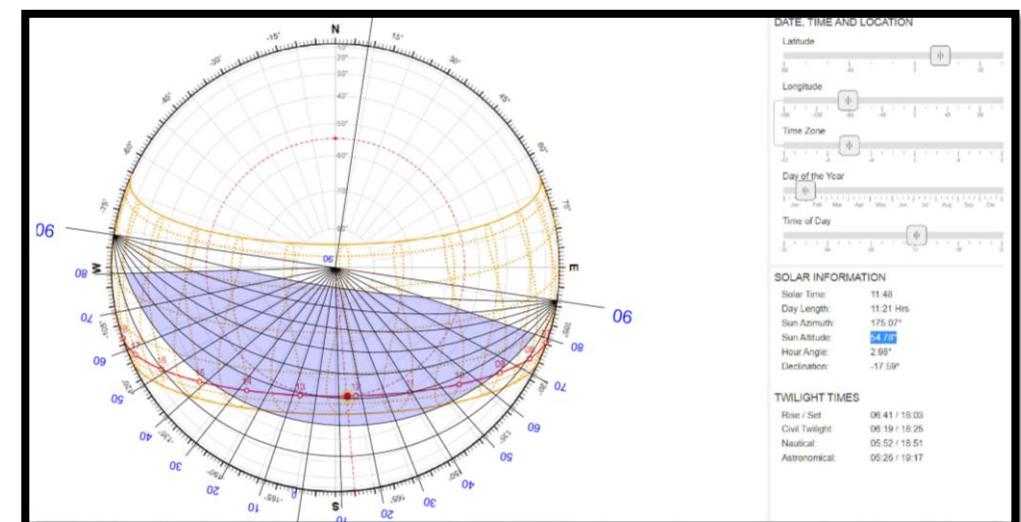


Figura 80. Gráfica Estereográfica de Palenque Chiapas con Transportador de Sombras y Sombreado

Fuente: andrewmarsh.com 2D Sun Path y Dibujo de Elaboración Propia

La fecha de la gráfica estereográfica se ubica el 31 de enero, debido a que a partir de esta, las temperaturas y la radiación solar son mayores. El ángulo de altitud solar a considerar es de 40°, para sombrear de manera adecuada de las 9:00 am a las 15:00 pm, horario en el cual serán mayormente ocupados los espacios.

5.2.1 Análisis con Gráfica Estereográfica

El dispositivo de control solar propuesto es un volado inclinado, con estructura de madera y teja de barro encima, el cual genera un pórtico en la fachada sur de las aulas.

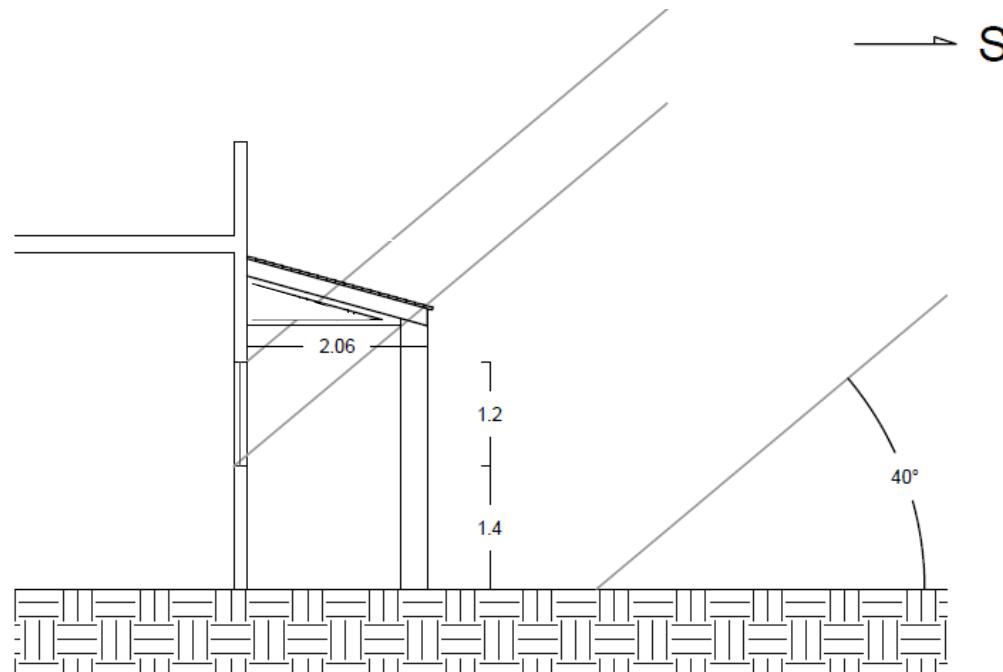


Figura 81. Propuesta de Dispositivos de Control Solar en Fachadas Sur
Fuente: Dibujo de Elaboración Propia

Nuestro segundo dispositivo se diseñó para proteger las ventanas con orientación norte, las cuales reciben asoleamiento directo durante el verano.

En este caso el transportador de sombras se coloca al norte, respetando la regla de utilizarlo perpendicular a la ventana.

La gráfica estereográfica se ubica el 21 de junio, representando el punto de asoleamiento más crítico para la orientación norte.

El ángulo de altitud solar a considerar es de 55°, sombreando así desde las 9:45 am, hasta las 16:00 pm.

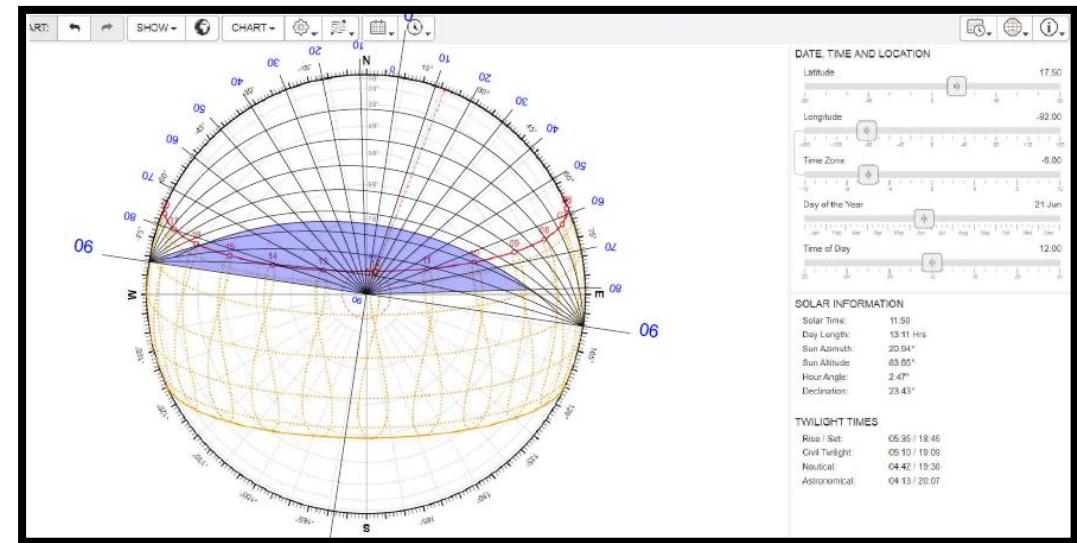


Figura 82. Gráfica Estereográfica de Palenque Chiapas con Transportador de Sombras y Sombreado Para Ventanas al Norte

Fuente: andrewmarsh.com 2D Sun Path y Dibujo de Elaboración Propia

Al igual que el dispositivo sur, al norte se propone un volado inclinado, con estructura de madera y teja de barro encima.

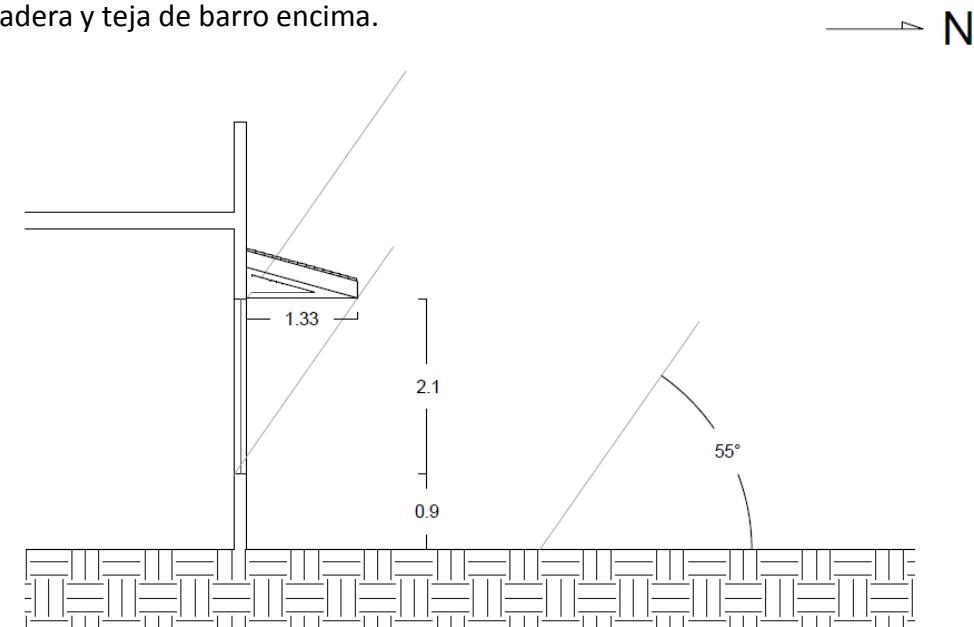


Figura 83. Propuesta de Dispositivos de Control Solar en Fachadas Norte.

Fuente: Dibujo de Elaboración Propia

El tercer dispositivo propuesto es un tragaluz horizontal a lo largo del trecho del módulo de aulas. Se calculó para captar iluminación natural semidirecta, evitando el deslumbramiento de los usuarios y las ganancias de calor no deseadas al interior.

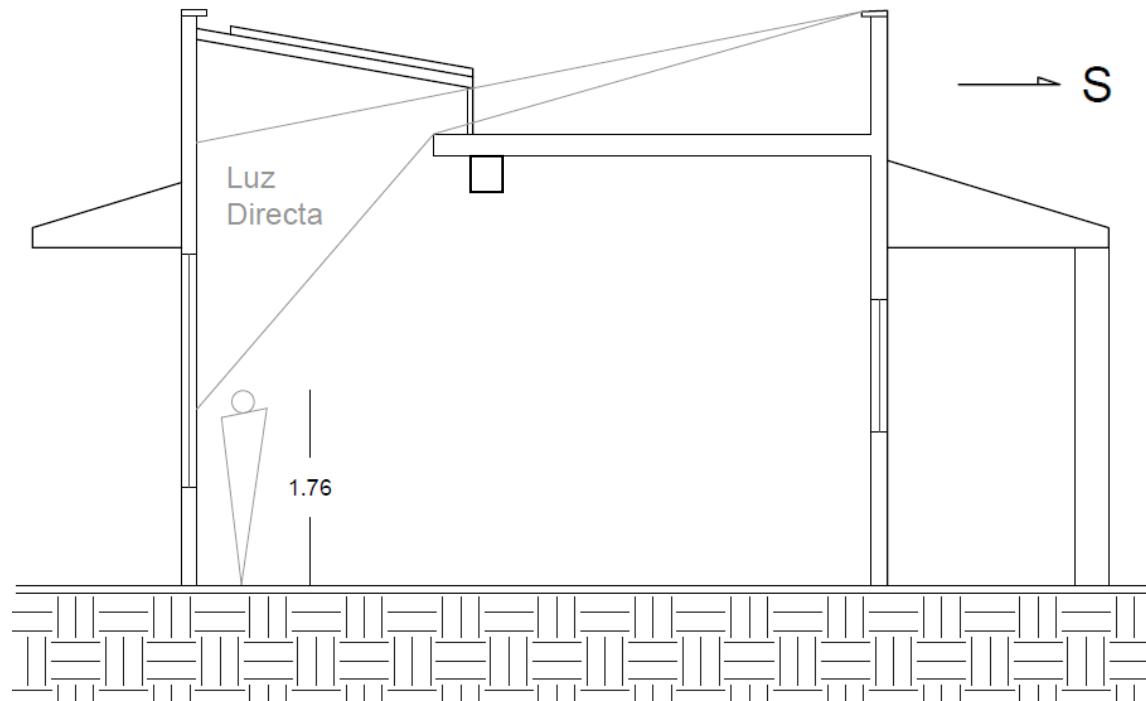


Figura 84. Propuesta de Dispositivos de Captación de Iluminación Semidirecta.
Fuente: Dibujo de Elaboración Propia

5.3 Iluminación

Analizamos primero la iluminación natural presente al interior de las aulas, utilizando como guía el heliodón y la aplicación dynamic daylight de Andrew Marsh.

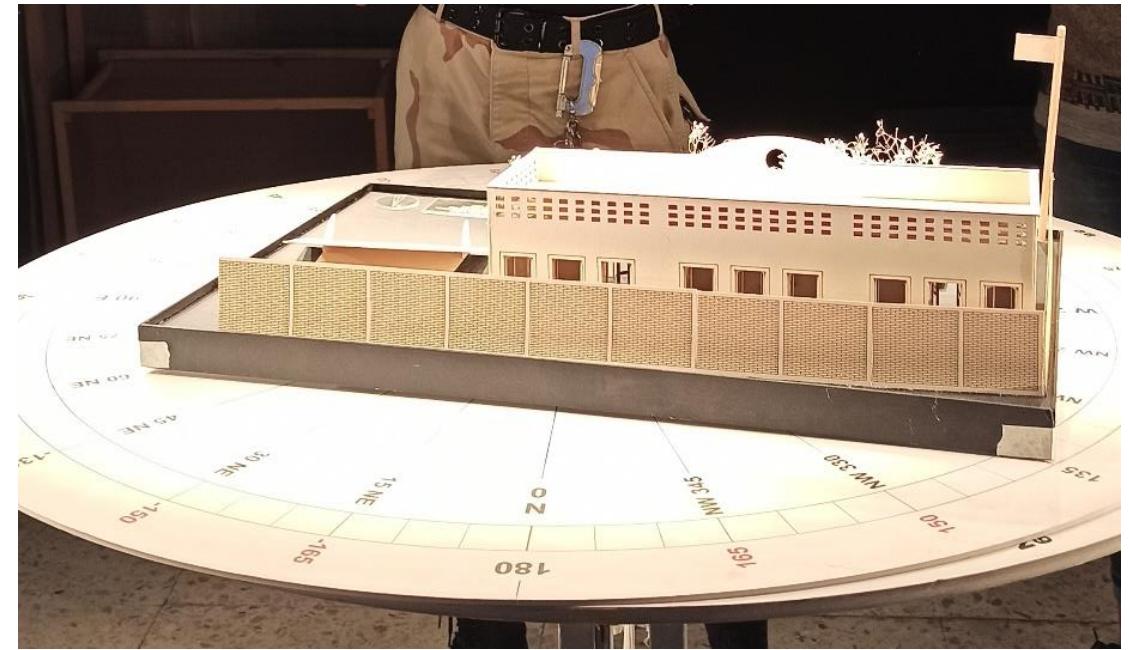


Figura 86. Análisis de Modelo en Heliodón
Fuente: Fotografía Propia

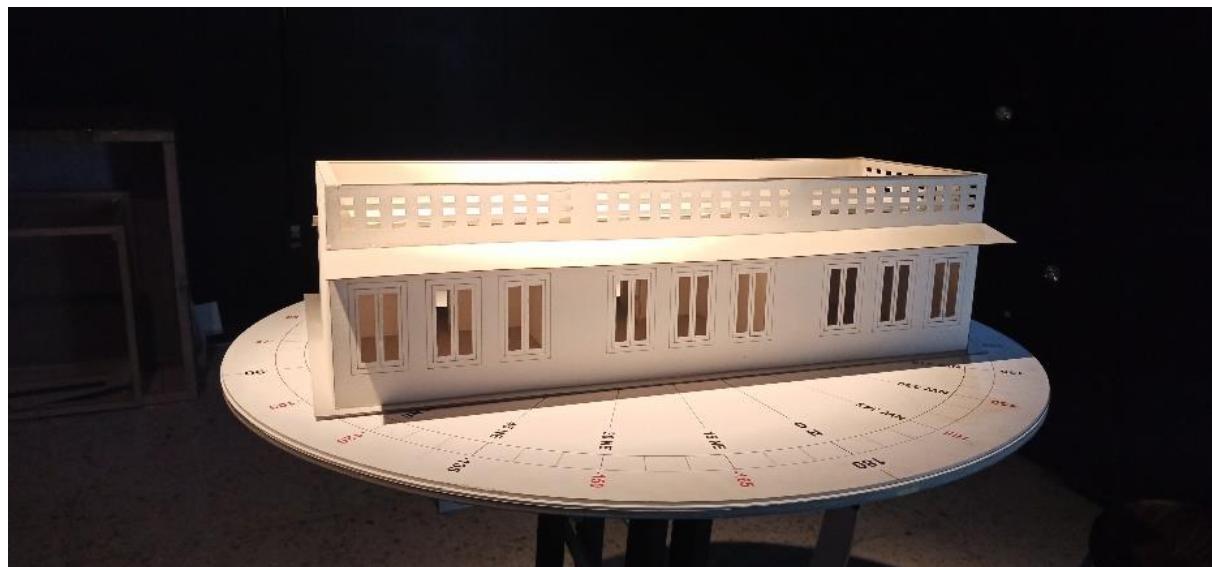


Figura 85. Asoleamiento en la fachada norte de modelo a escala analizado en heliodón, solsticio de verano 10:00 am
Fuente: Fotografía propia, heliodón UAM Azcapotzalco

Las observaciones en el heliodón nos revelaron que existe penetración solar no deseada en la fachada norte del edificio.



Figura 87. Asoleamiento en fachada norte – 21 de junio 9:00 am
Fuente: Estudio en heliodón



Figura 88. Asoleamiento en fachada norte – 21 de junio 12:00 pm
Fuente: Estudio en heliodón

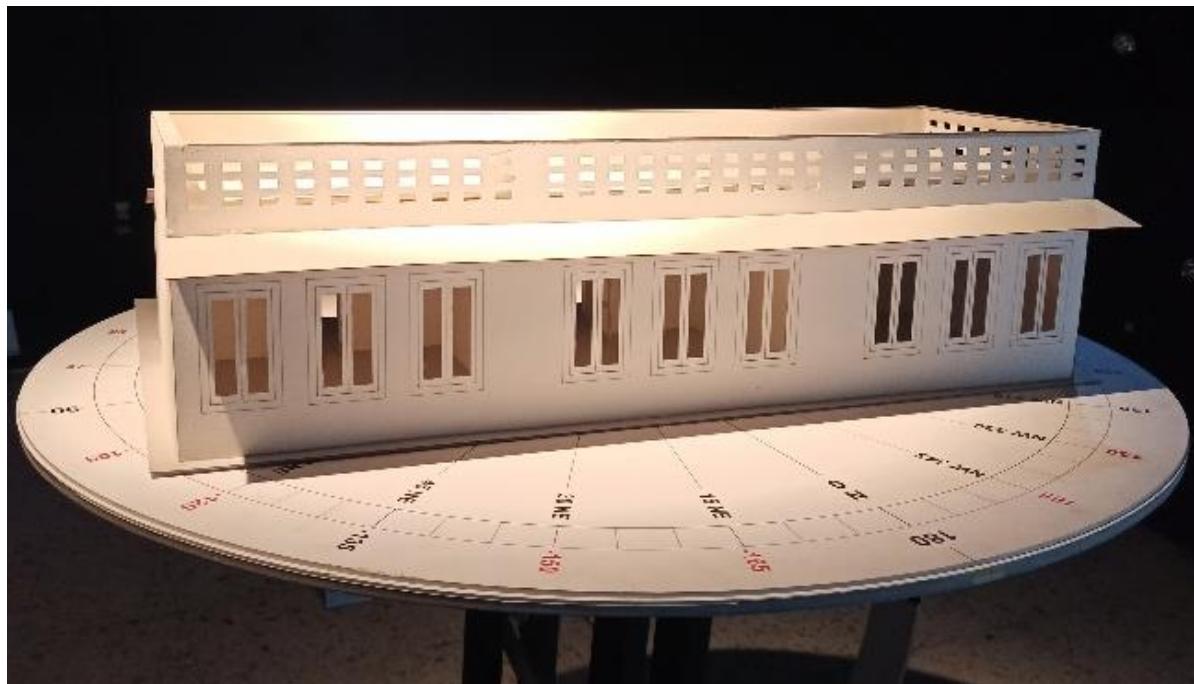


Figura 89. Asoleamiento en fachada norte – 21 de junio 10:00 am, modelo con volado
Fuente: Estudio en heliodón

El asoleamiento directo no deseado está presente de las 8:00 am hasta las 12:00 pm. Para solucionarlo se colocó un volado sobre las ventanas a lo largo de toda la fachada.

Se optó por un volado para no impedir la ventilación a los costados de las ventanas y se protegieron los mismos con vegetación.

Las observaciones en el heliodón también revelaron que la iluminación natural al interior era escasa, por lo que se abrió un tragaluz horizontal a lo largo de todo el módulo de aulas.

Al analizarlo en el dynamic daylight se corroboró que era necesario abrir el tragaluz. Se evaluó el modelo en su momento más crítico. Las 8:00 am del 13 de junio, el día menos soleado de acuerdo al software.

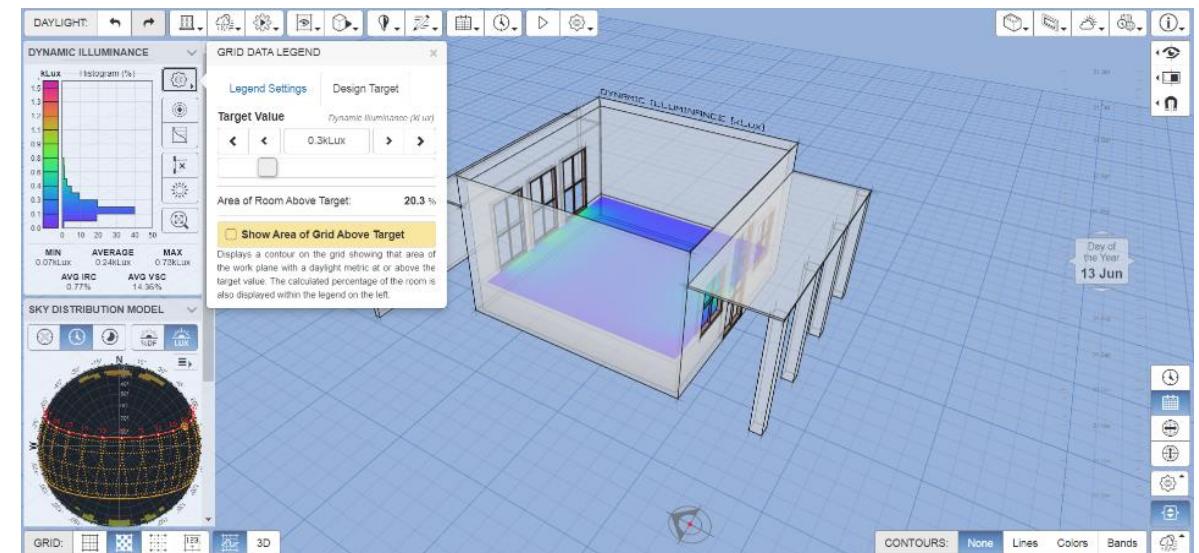


Figura 90. Análisis de Aula en Dynamic Daylight.
Fuente: andrewmarsh.com

Los niveles de iluminación en el 80% del espacio estaban por debajo de los 300 lux solicitados por normatividad para un espacio educativo (RCDF – NTC 3.4.3).

En dialux se analizó el modelo con el tragaluz y aunque se logró subir el nivel de iluminación natural al interior, no es suficiente para el día más nublado a las 8:00 am, en ninguna de las tres aulas del módulo.

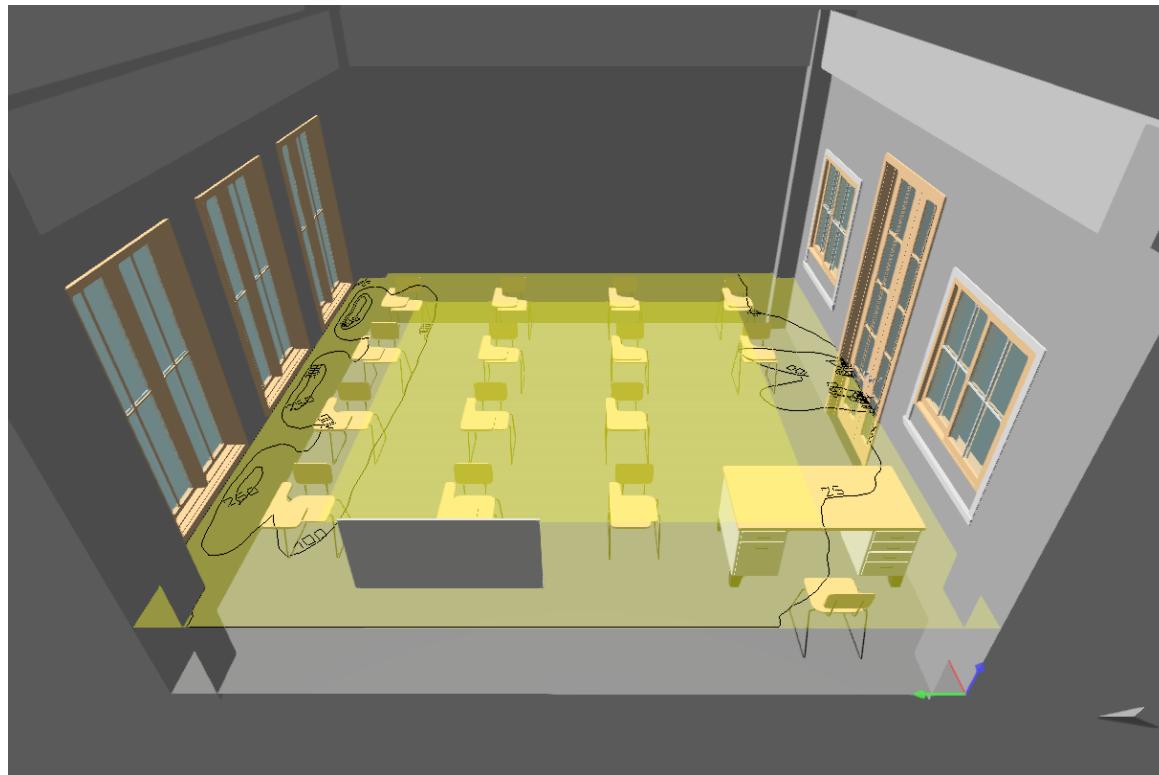


Figura 91. Representación Gráfica de Iluminación Natural al Interior de un Aula al 13 de Junio a las 8:00 am, cielo cubierto.

Fuente: DIALux evo 9.2

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aula 1 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	72.2 lx	≥ 500 lx	✗	S6
	g_1	0.25	-	-	S6
Valores de consumo	Consumo	0 kWh/a	máx. 50 kWh/a	✓	
Potencia específica de conexión	Local	0.00 W/m ²	-	-	
		0.00 W/m ² /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Instituciones de formación - Centros de formación, Auditorios

Indicaciones para planificación:
Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 13/06/2022 a las 08:00 a. m. (Hora estándar, América Central). Las condiciones del entorno para "Aula 1" son limpio.

Figura 92. Resumen de Iluminación Natural al Interior de un Aula al 13 de Junio a las 8:00 am, cielo cubierto.

Fuente: DIALux evo 9.2

El promedio de iluminación en estas condiciones es de 72 lux, por lo que en esta situación será necesaria la iluminación artificial.

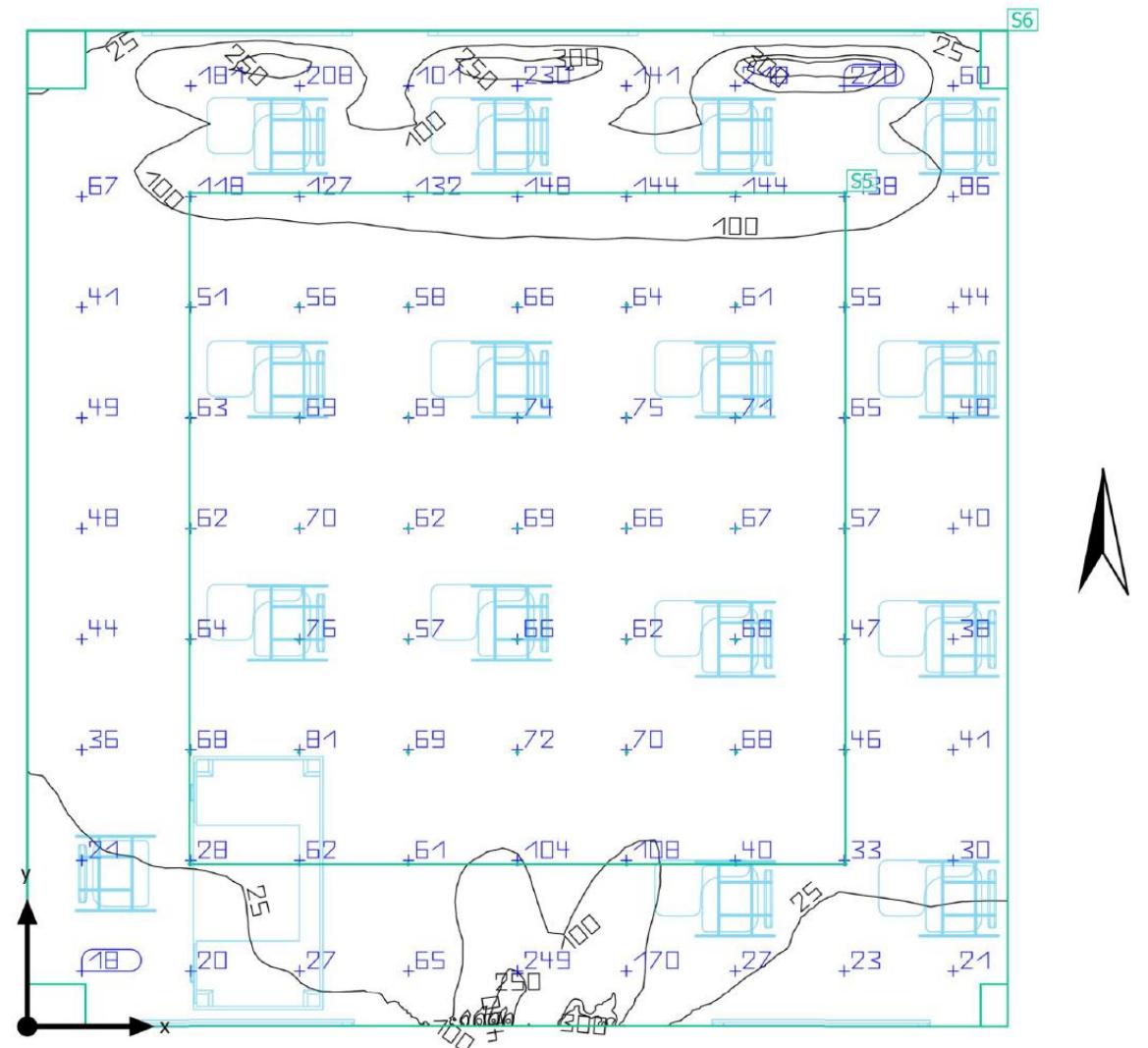


Figura 93. Iluminación Natural Dentro de un Aula el 13 de Junio a las 8:00 am, cielo cubierto.

Fuente: DIALux evo 9.2

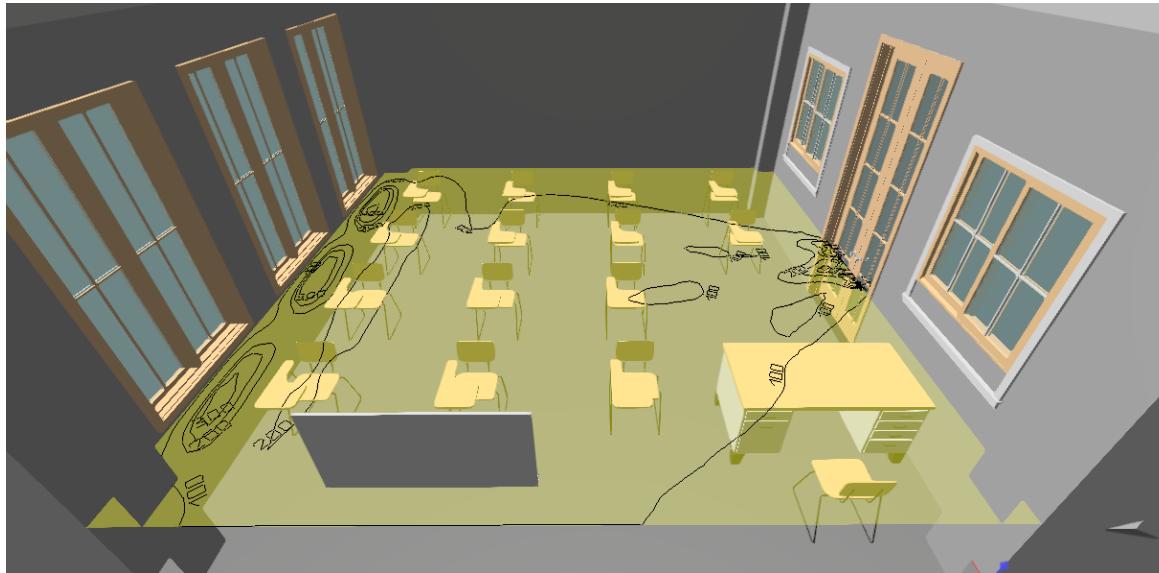


Figura 94. Representación Gráfica de Iluminación Natural al Interior de un Aula al 13 de Junio a las 8:00 am, cielo despejado.

Fuente: DIALux evo 9.2

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aula 1 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	E _{perpendicular}	119 lx	≥ 500 lx	✗	S6
	g ₁	0.32	-	-	S6
Valores de consumo	Consumo	0 kWh/a	máx. 50 kWh/a	✓	
Potencia específica de conexión	Local	0.00 W/m ²	-	-	
		0.00 W/m ² /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Instituciones de formación - Centros de formación, Auditorios

Indicaciones para planificación:
Proporción de luz diurna para Cielo despejado (Luz solar directa) el 13/06/2022 a las 08:00 a. m. (Hora estándar, América Central). Las condiciones del entorno para "Aula 1" son limpio.

Figura 95. Resumen de Iluminación Natural al Interior de un Aula al 13 de Junio a las 8:00 am, cielo despejado.

Fuente: DIALux evo 9.2

En condiciones de cielo despejado la iluminación es de 119 lux, menor que la de cielo medio pero mayor que la de cielo nublado.

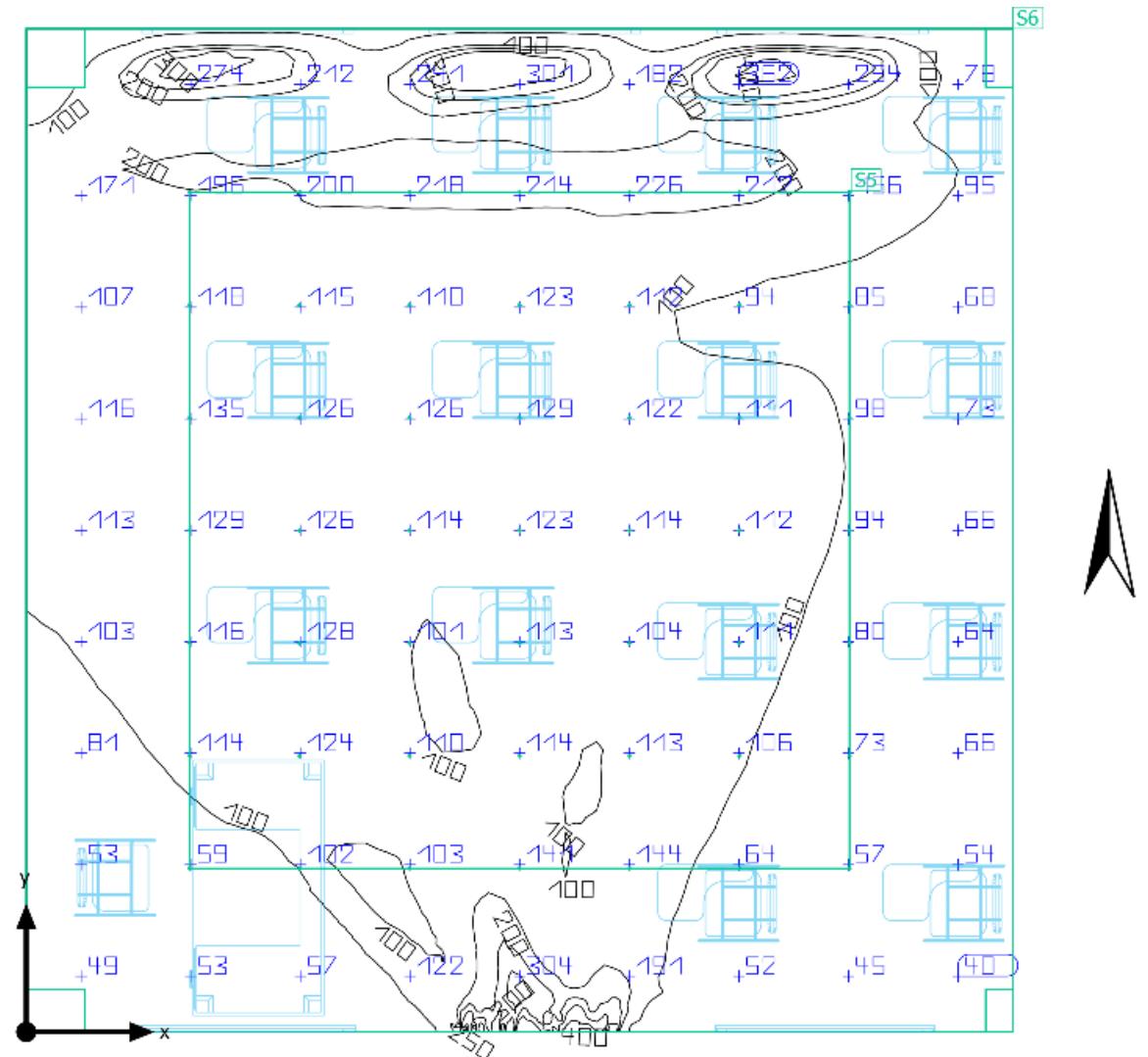


Figura 96. Iluminación Natural Dentro de un Aula el 13 de Junio a las 8:00 am, cielo despejado.

Fuente: DIALux evo 9.2

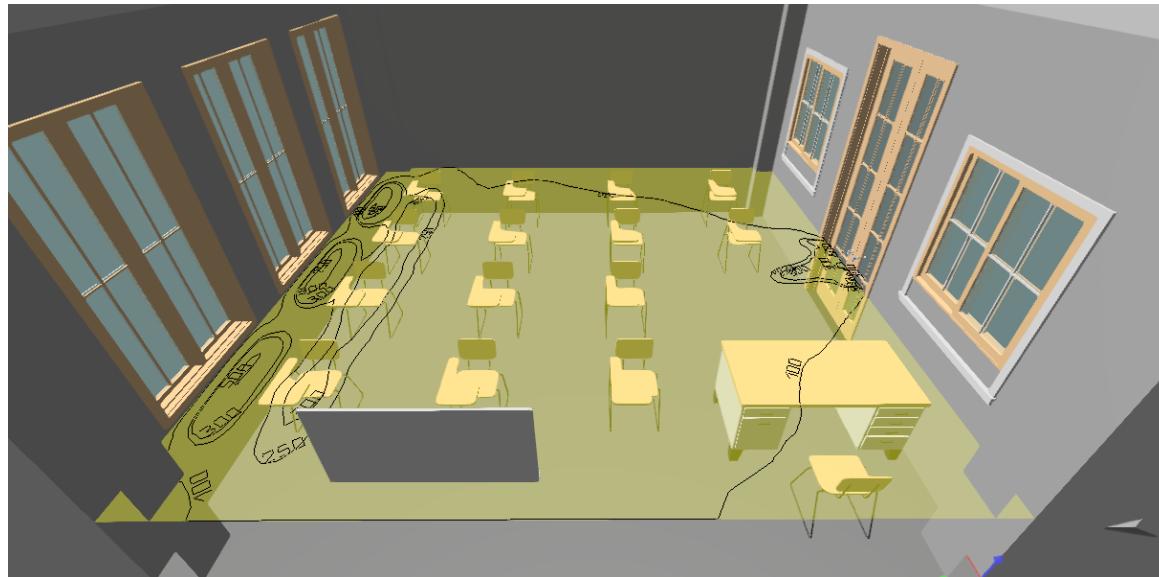


Figura 97. Representación Gráfica de Iluminación Natural al Interior de un Aula al 13 de Junio a las 8:00 am, cielo medio.

Fuente: DIALux evo 9.2

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aula 1 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	Éperpendicular	157 lx	≥ 500 lx	✗	S6
	g ₁	0.28	-	-	S6
Valores de consumo	Consumo	0 kWh/a	máx. 50 kWh/a	✓	
Potencia específica de conexión	Local	0.00 W/m ²	-	-	
		0.00 W/m ² /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Instituciones de formación - Centros de formación, Auditorios

Indicaciones para planificación:
Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 13/06/2022 a las 08:00 a. m. (Hora estándar, América Central). Las condiciones del entorno para "Aula 1" son limpio.

Figura 98. Resumen de Iluminación Natural al Interior de un Aula al 13 de Junio a las 8:00 am, cielo medio.

Fuente: DIALux evo 9.2

En condiciones de cielo medio la iluminación mejora considerablemente, subiendo de un promedio de 72 lux a 157 lux. Sin embargo aún nos encontramos fuera de los niveles recomendados.

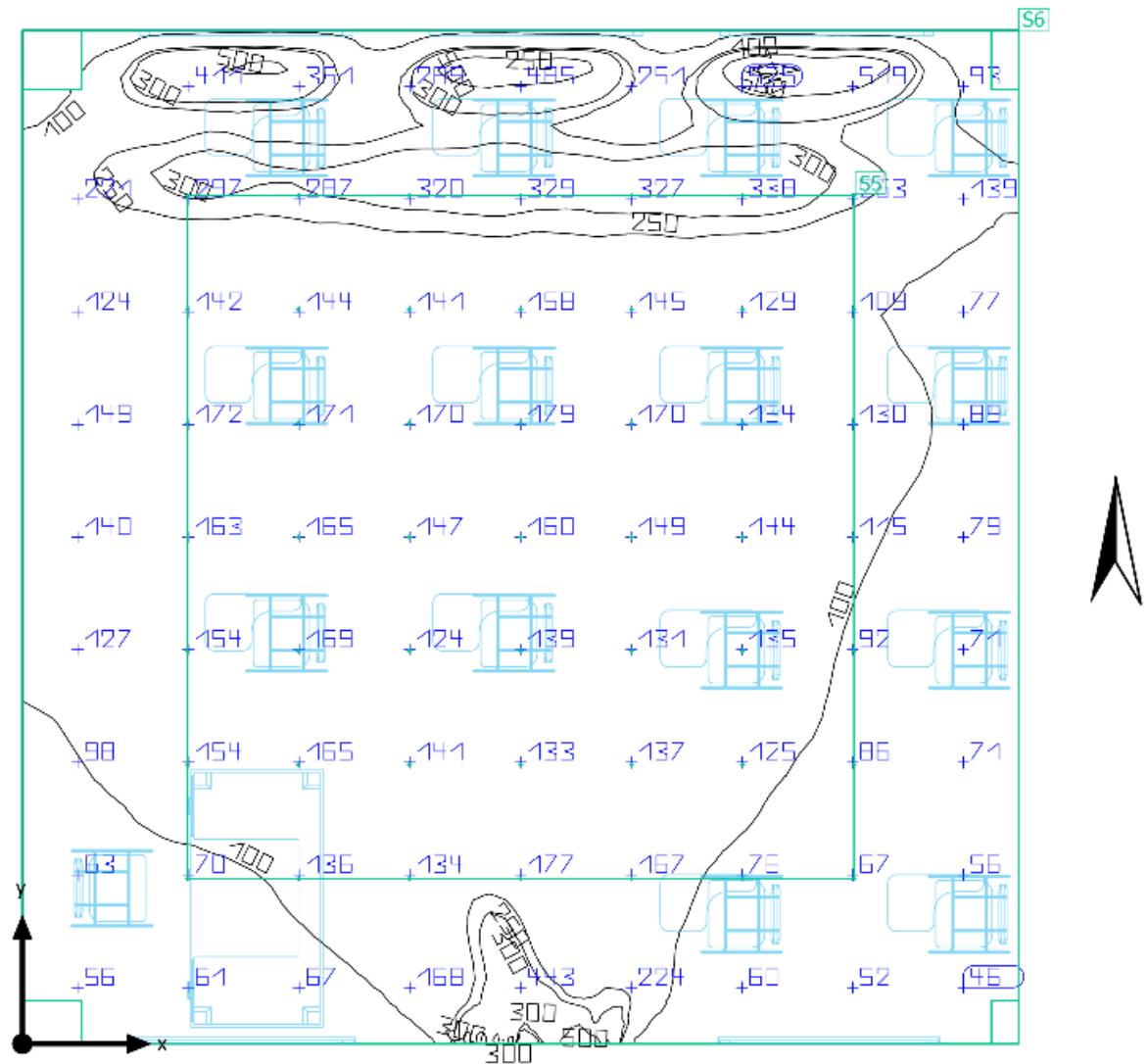


Figura 99. Iluminación Natural Dentro de un Aula el 13 de Junio a las 8:00 am, cielo medio.

Fuente: DIALux evo 9.2

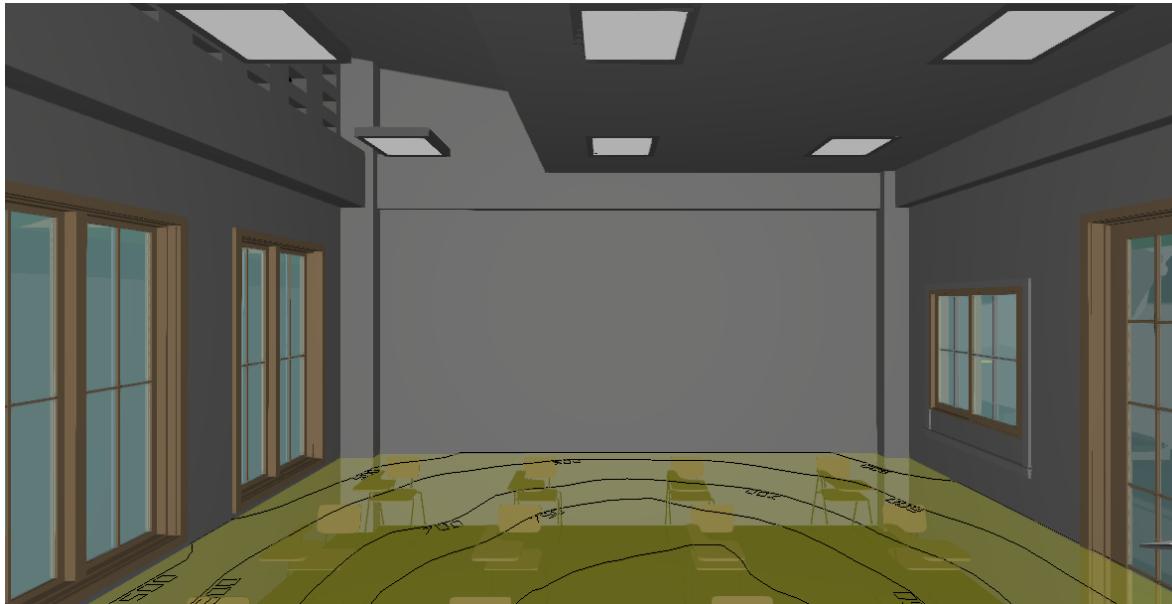


Figura 100. Representación Gráfica de Iluminación Artificial al Interior de un Aula sin luz diurna.
Fuente: DIALux evo 9.2

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aula 3

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	Éperpendicular	650 lx	≥ 500 lx	✓	S4
	g1	0.63	-	-	S4
Valores de consumo	Consumo	[390 - 630] kWh/a	máx. 1350 kWh/a	✓	
Potencia específica de conexión	Local	11.88 W/m²	-	-	
		1.83 W/m²/100 lx	-	-	

Perfil de uso: Instituciones de formación - Centros de formación, Auditorios

Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
9	Philips	CR446B W62L62 1xLED48/840 AC-MLO		49.0 W	3898 lm	79.6 lm/W

Figura 101. Resumen de Iluminación Artificial al Interior de un Aula sin luz diurna.
Fuente: DIALux evo 9.2

Se integró iluminación artificial capaz de cubrir con los requisitos de iluminación al interior del aula sin luz diurna. Fueron suficientes 9 luminarias por aula, modelo CR446B W62L62 1XLED48/840 AC-MLO, de la marca Phillips, sin balastro, con un flujo luminoso total de 3900 lúmenes, una temperatura de color de 4000 K, en color blanco neutral y una potencia de conexión de 49 watts. Superando así los niveles establecidos por la norma y por dialux para un espacio educativo.

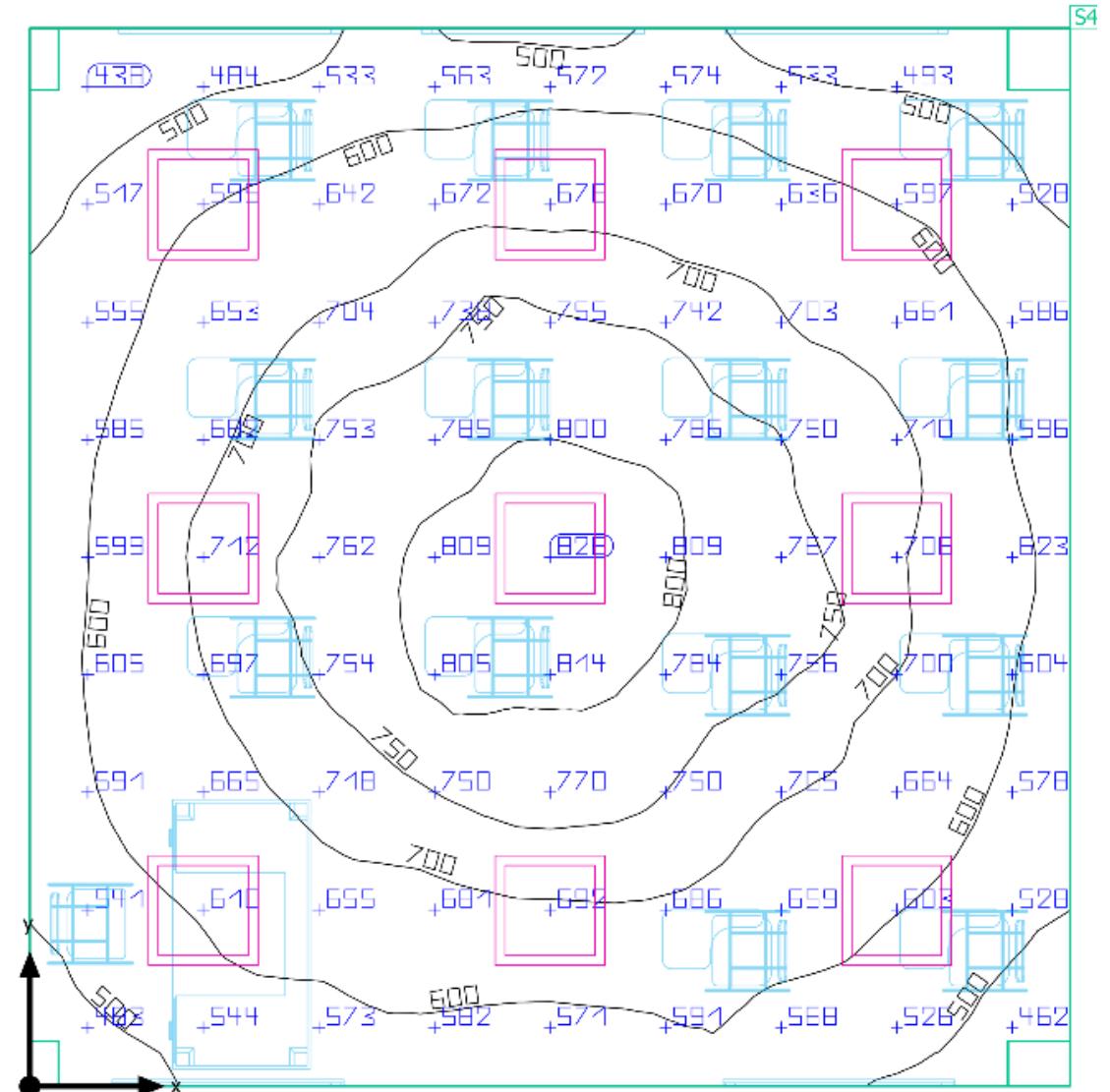


Figura 102. Iluminación Artificial Dentro de un Aula sin luz diurna.
Fuente: DIALux evo 9.2



Figura 103. Segunda Vista al Interior de un Aula
Fuente: DIALux evo 9.2



Figura 104. Primera Vista al Interior de un Aula
Fuente: DIALux evo 9.2

Para conocer mejor las condiciones lumínicas al interior de las aulas, se analizó un modelo a escala 1:25 dentro del cielo artificial de la UAM Azcapotzalco. Los registros se elaboraron utilizando un luxómetro modelo HER – 410 de la marca Steren con rango de medición de 1 – 100 Lx con niveles de; 1x, 10x y 100x, se tomó la medición sobre el modelo y se procedió a medir al interior.

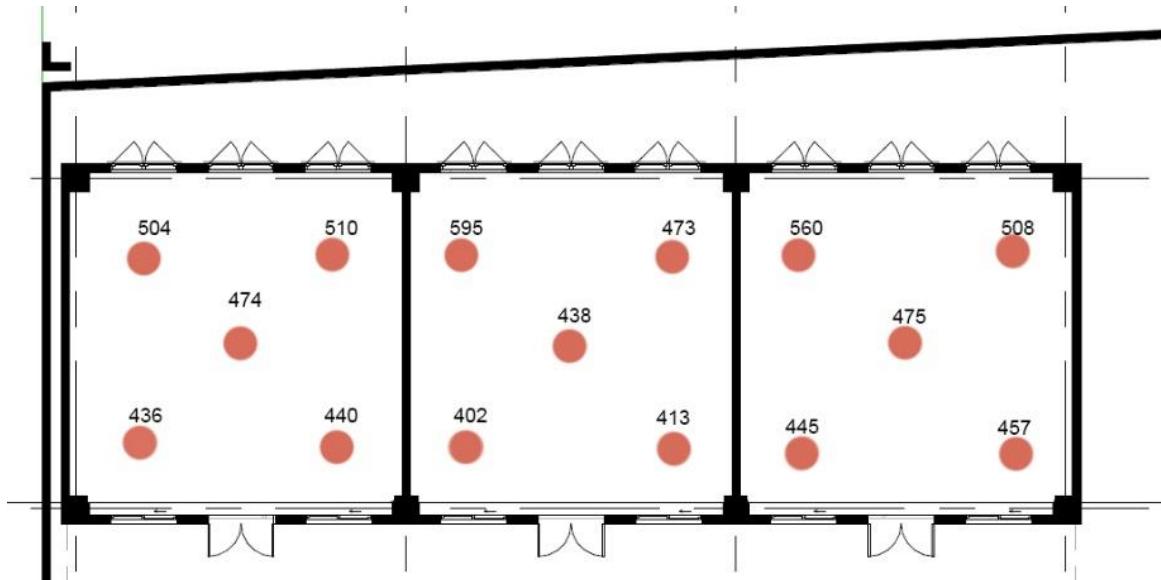


Figura 105. Modelo a Escala Dentro del Cielo Artificial
Fuente: Fotografía Propia

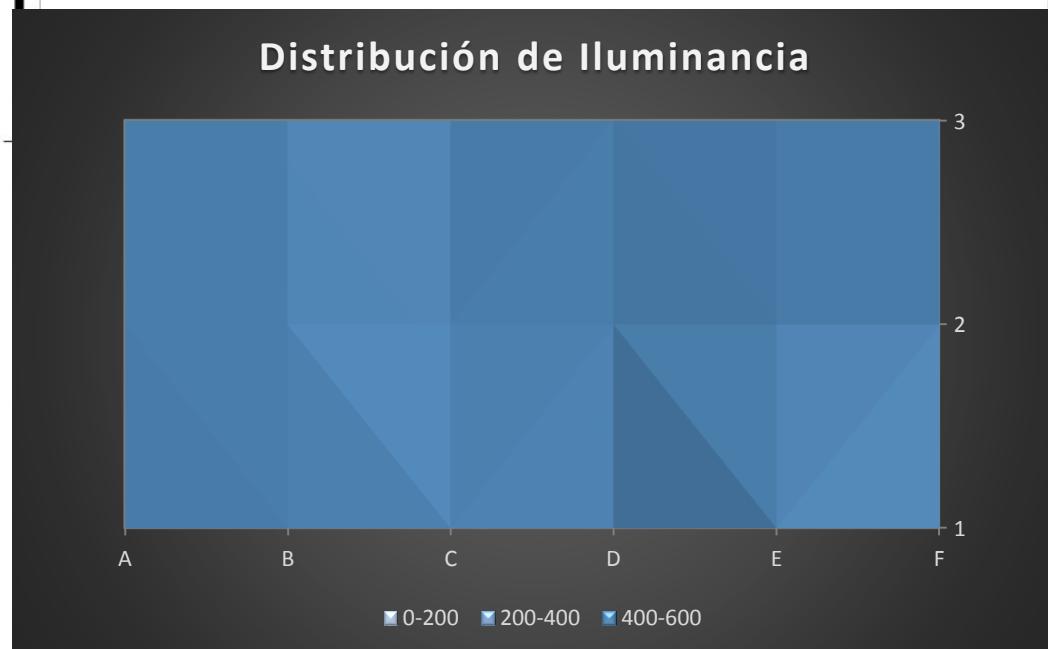
Los resultados fueron muy alentadores, al interior se midieron niveles de iluminación que van de los 400 a los 560 lux, y al exterior 4310 lux.



Figura 106. Fotografías del Modelo a Escala Dentro del Cielo Artificial
Fuente: Fotografías Propias

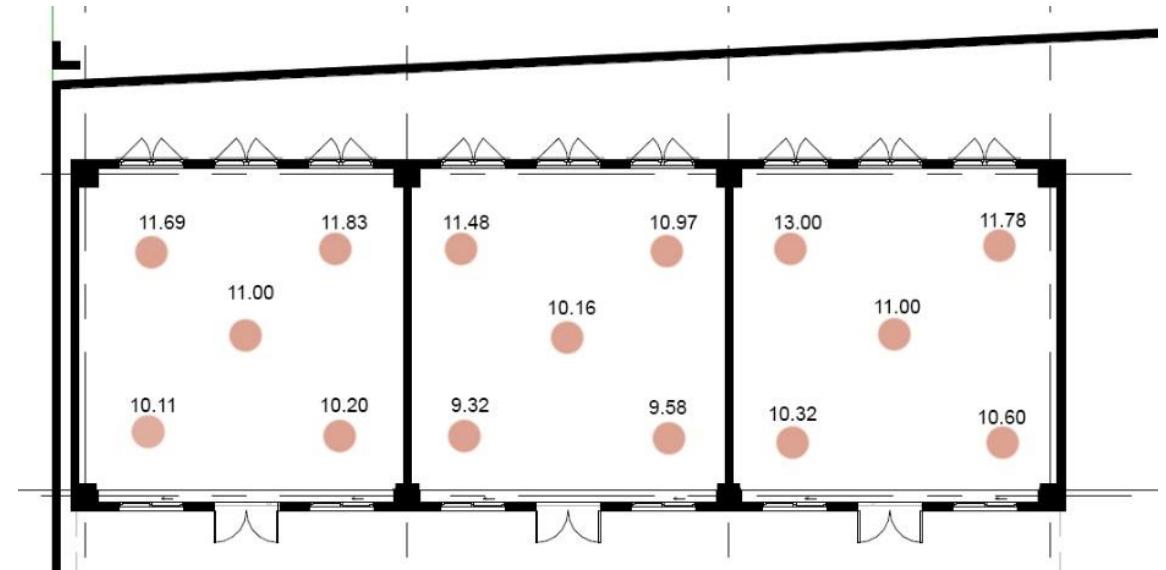


Distribución de Iluminancia

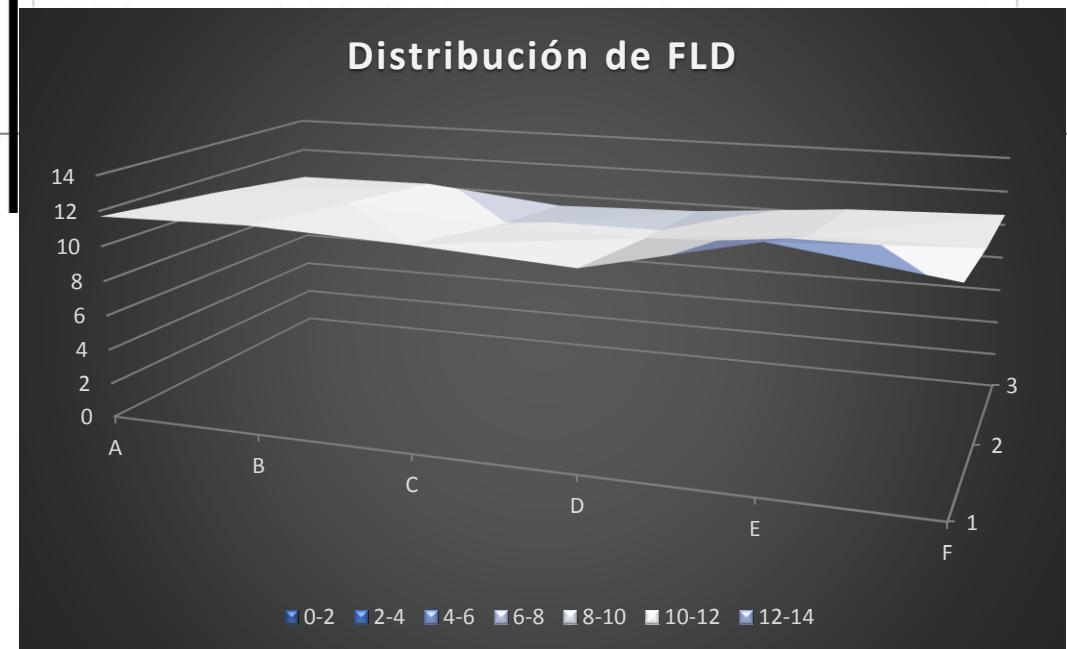


	A	B	C	D	E	F
1	504	510	495	473	560	508
2	474	474	438	438	475	475
3	436	440	402	413	445	457

Figura 107. Distribución de Iluminancia
Fuente: Dibujo de Elaboración Propia



Distribución de FLD



	A	B	C	D	E	F
1	11.69	11.83	11.48	10.97	13	11.78
2	11	11	10.16	10.16	11	11
3	10.11	10.2	9.32	9.58	10.32	10.6

Figura 108. Distribución de FLD
Fuente: Dibujo de Elaboración Propia

En conclusión, para las mediciones obtenidas se obtuvo el factor de día, el cual nos permite conocer el porcentaje de iluminación de un recinto en relación a la iluminancia en un plano horizontal exterior sin obstáculos bajo las mismas condiciones de cielo.

Cerca del acceso del aula central se aprecia el menor porcentaje de iluminación, un 10%, mientras que en todas las aulas cerca de las ventanas de la fachada norte apreciamos un porcentaje mayor, un 12 %.

Cabe aclarar que las mediciones realizadas en el cielo artificial fueron posteriores a su limpieza y mantenimiento, por lo que se realizaron en condiciones muy favorables.

En conclusión, las aulas no reciben la iluminación natural suficiente para cumplir con la norma, sin embargo, cuentan con un nivel muy aceptable a considerar por los usuarios, quienes a fin de cuentas, harán uso del espacio con su criterio. Se recomienda colocar tres apagadores, los cuales operen una fila horizontal de tres luminarias cada uno, con el propósito de moderar el consumo de electricidad en las luminarias, dejando la fila central solo para usarse por las tardes.

5.4 Viento

Utilizando los datos climatológicos obtenidos, se realizó una simulación del comportamiento del viento sobre nuestro proyecto. La velocidad media anual en Palenque es de 3.4 m/s, los meses más ventosos son; febrero, marzo, abril y julio, la dirección de los vientos dominantes es al este como se puede apreciar en la tabla 1.

En la simulación se consideró la orientación este y una velocidad máxima de 4 m/s, ya que el promedio anual sobrepasa los 3 m/s.

El resultado deseado es lograr ventilación cruzada que ingrese en la fachada norte y salga por la fachada sur, sin sobrepasar los 2 m/s al interior, con un total de 5 a 7 cambios de aire por hora.

El software utilizado para esta simulación es Flow Design 2014, sobre un modelo 3D del módulo de aulas, dibujado en AutoCAD 2021.

La mayor presión es ejercida en la fachada este del módulo de aulas, mientras que en la fachada norte se ejerce una presión de hasta 12 Pa y se tiene una velocidad de entrada de 2 a 3 m/s aproximadamente.

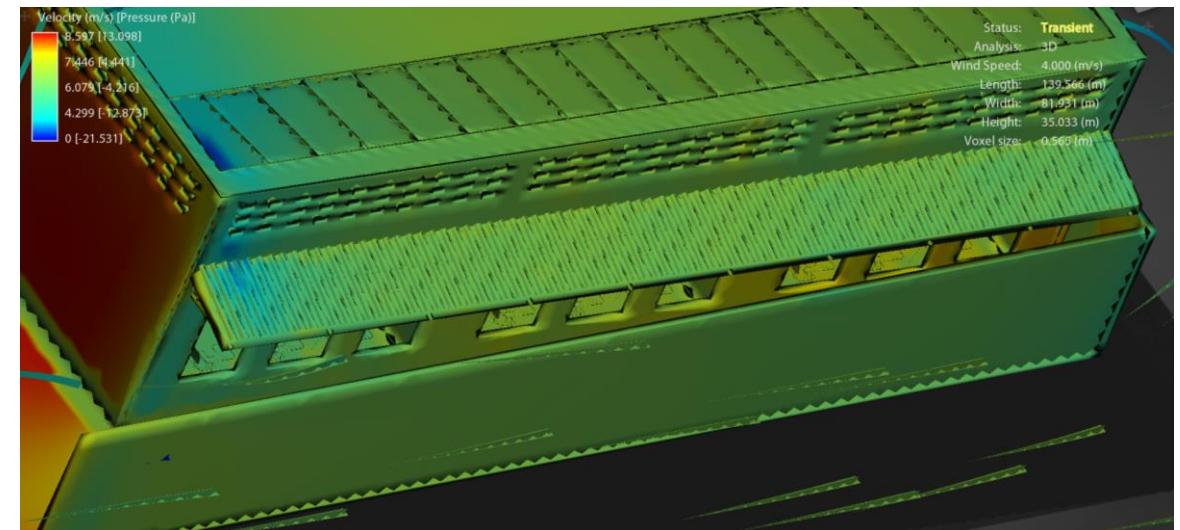


Figura 109. Flujo de Viento en Fachada Norte
Fuente: Flow Design 2014

También se aprecia que en los muros de las aulas se presentan presiones diferentes, siendo el aula oeste en la que mayor presión se observa (9 Pa aproximadamente), una presión menor en el aula central (4 Pa aproximadamente) y una mínima en el aula este (1 Pa aproximadamente).

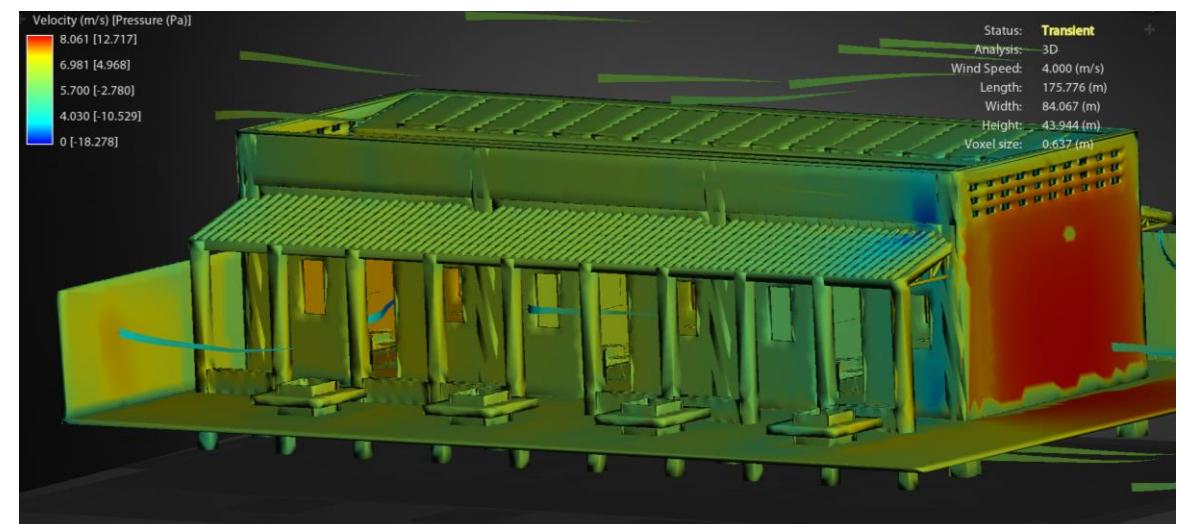


Figura 110. Presión en Muro Oeste de Aulas y Velocidad de Salida
Fuente: Flow Design 2014

En la figura x se puede apreciar también las líneas de salida del viento, en ellas se aprecia un color azulado, lo que indica que la velocidad del viento es baja (2 m/s aproximadamente).

Lo anterior nos indica que la geometría de nuestro espacio y nuestras ventanas no incrementa la velocidad del viento al interior del espacio, por lo que es adecuado en términos de velocidad de viento intramuros.

Para obtener el número de cambios de aire por hora se tomó el área de ventanas de la fachada norte de una sola aula (7.26 m² x 0.15 m de espesor del muro) se multiplicó por la velocidad del viento incidente (2 m/s aproximadamente) y se obtuvo un movimiento de aire de 2.17 m³ por segundo, que multiplicados por los 3600 segundos que tiene una hora, nos da un total de 7,840 m³ de aire desplazados por hora. En proporción. Nuestras aulas tienen un volumen de 147.5 m³ cada una por lo que si dividimos 7,840 entre 147.5 obtenemos un total de 53 cambios de aire por hora, obviamente este dato es variable, ya que el viento no sopla constantemente a la misma velocidad, ni en la misma dirección exacta, por lo que basta con mencionar que para obtener de 5 a 7 cambios de aire por hora, unos diez minutos aproximadamente serán suficientes.

En conclusión, el diseño del módulo de aulas es bastante favorable para lograr ventilación natural cruzada que no exceda la velocidad de viento intramuros, a fin de cuentas se proponen ventanas operables para permitir al usuario la posibilidad de ventilar a su conveniencia y en función de su percepción.

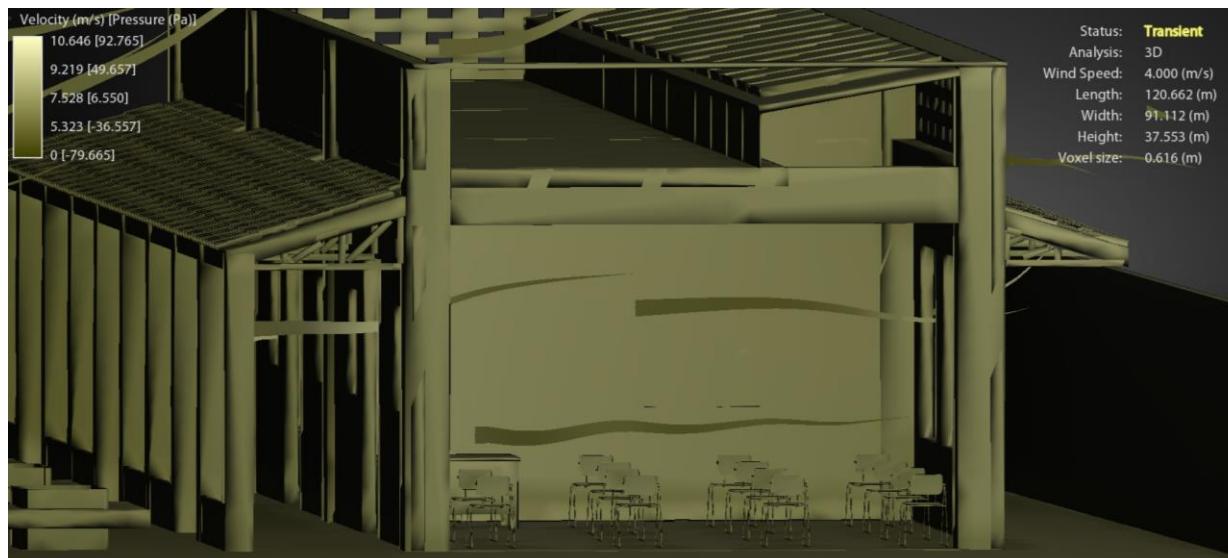


Figura 111. Vista en Corte del Flujo de Viento al Interior de las Aulas
Fuente: Flow Design 2014

5.5 Análisis y Balance Acústico

Las condiciones acústicas de un espacio educativo se deben cuidar de manera muy particular, ya que la inteligibilidad de la palabra juega un papel muy importante en el proceso de aprendizaje.

Las condiciones óptimas para el confort acústico dentro de las aulas comprenden un valor no mayor a los 43 decibeles de ruido de fondo y un tiempo de reverberación al interior, inferior a los 0.9 s y mayor a los 0.5 s.

Para lograr estas condiciones en las aulas se analizaron las propiedades acústicas de los materiales propuestos hasta ahora, la intensidad de las fuentes sonoras cercanas y su distancia al receptor.

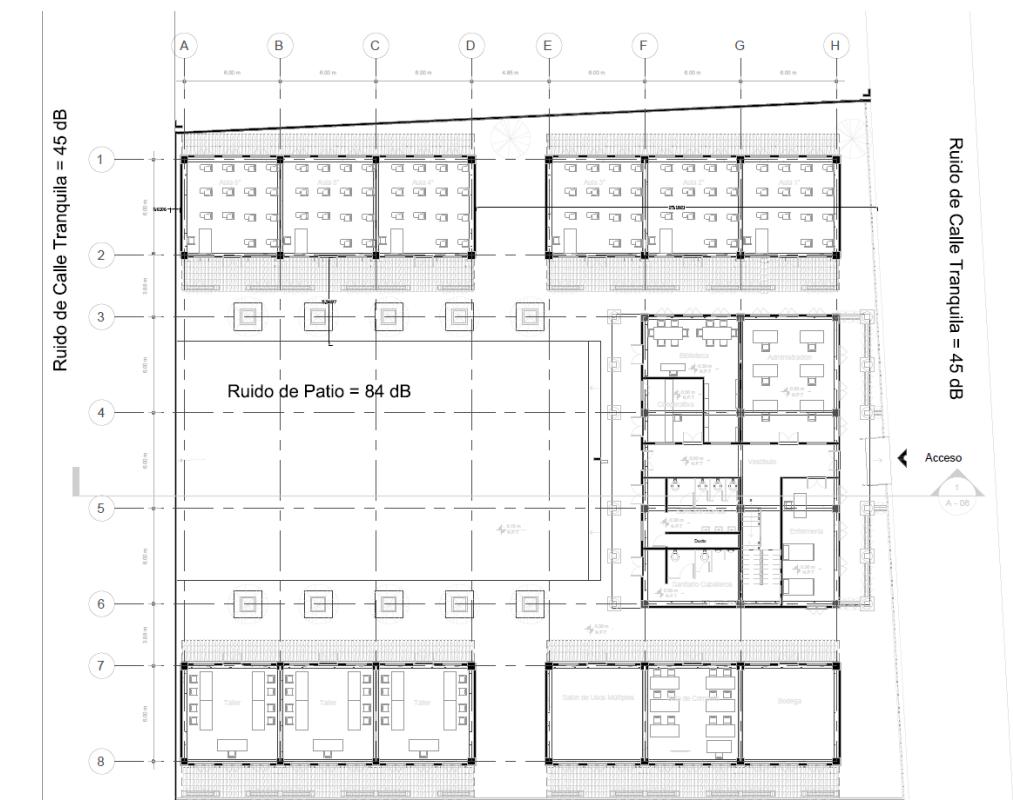


Figura 112. Planta Baja de Todo el Proyecto con Niveles de Ruido Exterior y su Distancia al Receptor.
Fuente: Dibujo de Elaboración Propia

Las tres fuentes sonoras cercanas más relevantes son; dos calles tranquilas (45 dB) y el patio (84dB). Una de las calles se encuentra al oeste a 1 metro del aula más cercana, la otra a 25 metros al este y al sur de las aulas a 5.5 metros se encuentra el patio.

A cada mitad de distancia el ruido decae 6 dB en un entorno rural, por lo que a la fachada oeste llega un sonido de 45 dB, a la fachada este 21 dB, y a la fachada sur 72 dB.

Fuentes Sonoras Externas			
Fuente	dB a 1m	Distancia (m)	Total de dBA
Calle Tranquila al Oeste	45	1	45
Calle Tranquila al Este	45	25	21
Patio al Sur	84	5.5	72

Figura 113. Definición de Fuentes Sonoras
Fuente: Tabla de Elaboración Propia

El sistema constructivo en muros está compuesto por un núcleo de tabique rojo recocido 7x14x28, al exterior aplanado cemento arena y pintura, al interior una capa de poli estireno extruido, aplanado cemento arena y pintura.

AISLAMIENTO ACÚSTICO APROXIMADO	dB
Mampostería de piedra de 60 cm de espesor	56
Concreto de 30 cm de espesor	57
Concreto de 25 cm de espesor	54
Concreto de 18 cm de espesor	52
Concreto de 15 cm de espesor	50
Concreto de 12 cm de espesor	48
Concreto de 8 cm de espesor	45
Concreto de 4 cm de espesor	40
Muro de tabique de 28 cm de espesor	50
Muro de tabique de 14 cm de espesor	40
Muro de 10 cm con placas de yeso de 13 mm en cada lado (hueco)	30
Muro de 10 cm con placas de yeso de 16 mm en cada lado (hueco)	33
Entrepisos:	
Losas de concreto (ver espesores de 4 a 30 cm)	
Losas de concreto 10 cm de espesor con loseta vinílica	45
Losas de concreto con piso construido con 6 mm de corcho, triplay de 16 mm y parque de encino de 8 mm	48
Losas de concreto encasetonada, capa de compresión de 4 cm	40
Losas de concreto encasetonada, capa de compresión de 4 cm con falso plafón.	45
Lámina de asbesto de 6 mm (sellada eficazmente en marco)	25
Vidrio de 5 mm (sellado eficazmente en marco)	20

Figura 114. Aislamiento Acústico de Elementos Estructurales
Fuente: INIFED Tomo IV Acústica

Se tomaron en cuenta los decibeles de aislamiento del tabique para el espacio, ya que es el material predominante, junto con el nivel de aislamiento del vidrio de 6 mm. Una vez aplicado se obtiene una reducción significativa del ruido exterior. El sonido de la fachada este se reduce a cero, el de la fachada sur se reduce a 39 dB, mientras que en la fachada oeste se reduce a tan solo 5 dB, la fachada norte no fue tomada en cuenta debido a que ahí se encuentra la colindancia con un terreno baldío.

La suma de decibles provenientes de las fuentes externas dio un total de 39 dB de ruido de fondo al interior de las aulas.

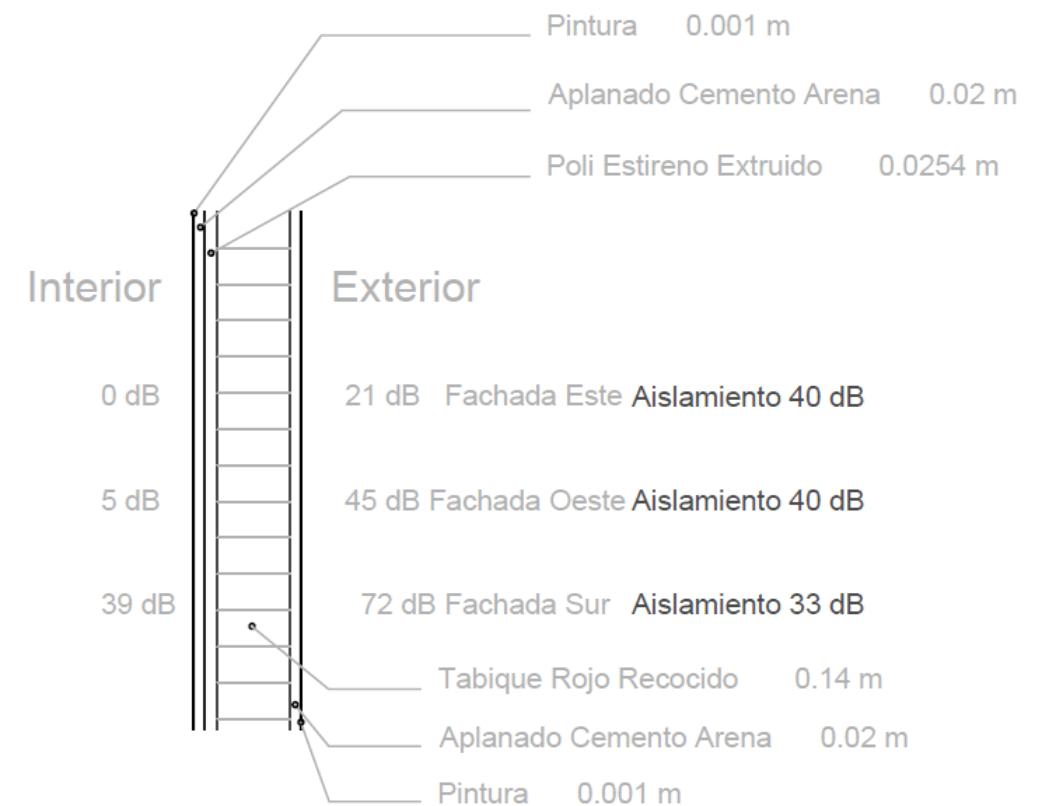


Figura 115. Sistema Constructivo de Muros y Aislamiento Acústico por Fachada
Fuente: Dibujo de Elaboración Propia

Basado en lo anterior, el aislamiento acústico del espacio se encuentra debajo de los 43 dB de ruido de fondo requeridos para un espacio educativo. Sin embargo se debe analizar el ruido que proviene de las aulas a cada lado para determinar cuantos decibels recibe el aula central.

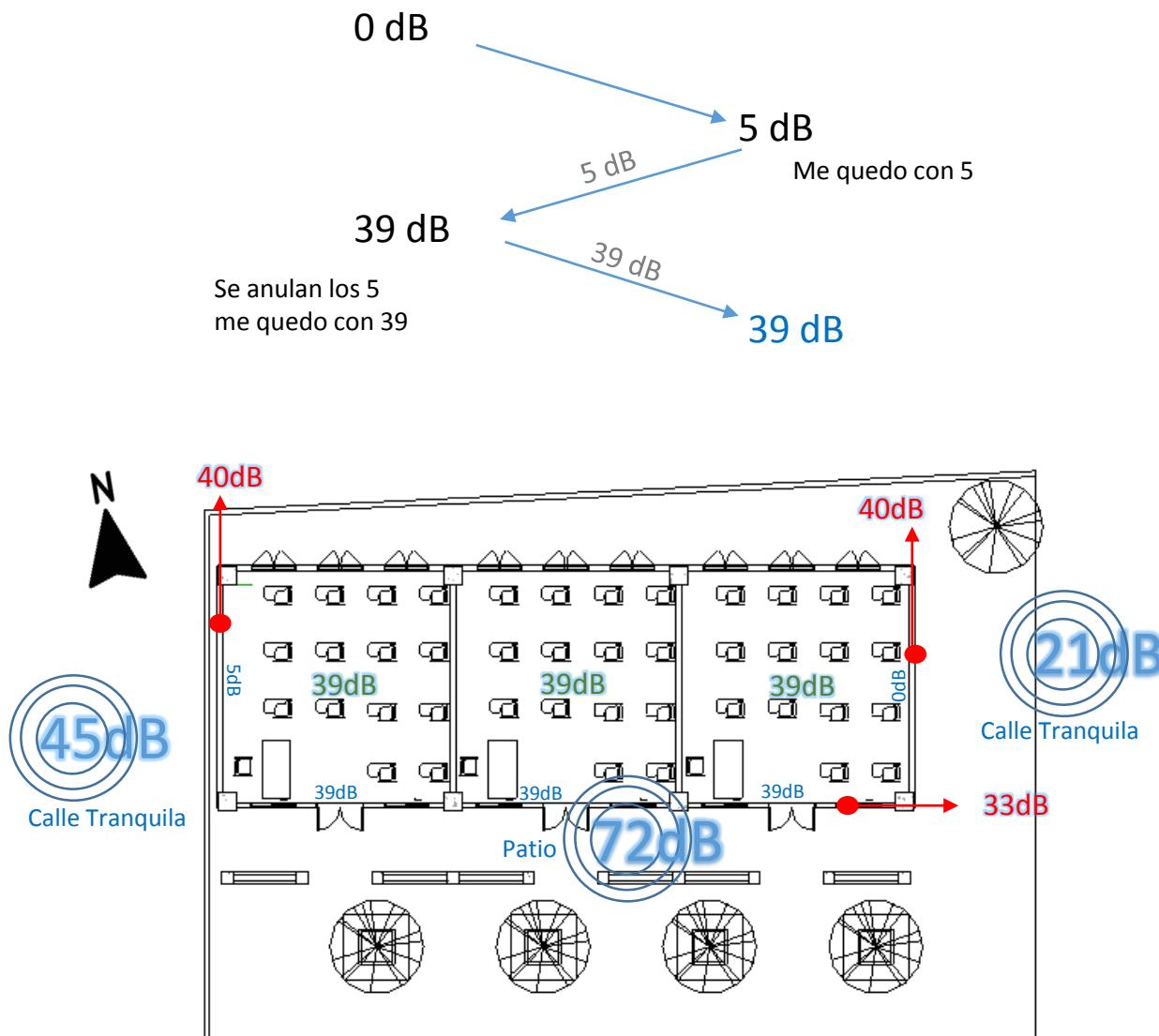


Figura 116. Suma Exterior de Decibeles, Fuentes Sonoras, Aislamiento de Muros; Este, Oeste y Sur, y Ruido de Fondo en Aulas.
Fuente: Dibujo de Elaboración Propia

Cada aula emite 78 dB hacia el aula central, por lo que no basta con el aislamiento del tabique, así que se utilizó un aislamiento mayor tomando en cuenta más componentes del sistema constructivo existente en muros. Se tomó el dato de un muro de tabique de 4" en una sola hilada, con un aplanado de yeso de 13 mm en uno de los lados. El cual otorga un aislamiento de 47 dB. Obtenido del libro Architectural Acoustics de Michael Ermann.

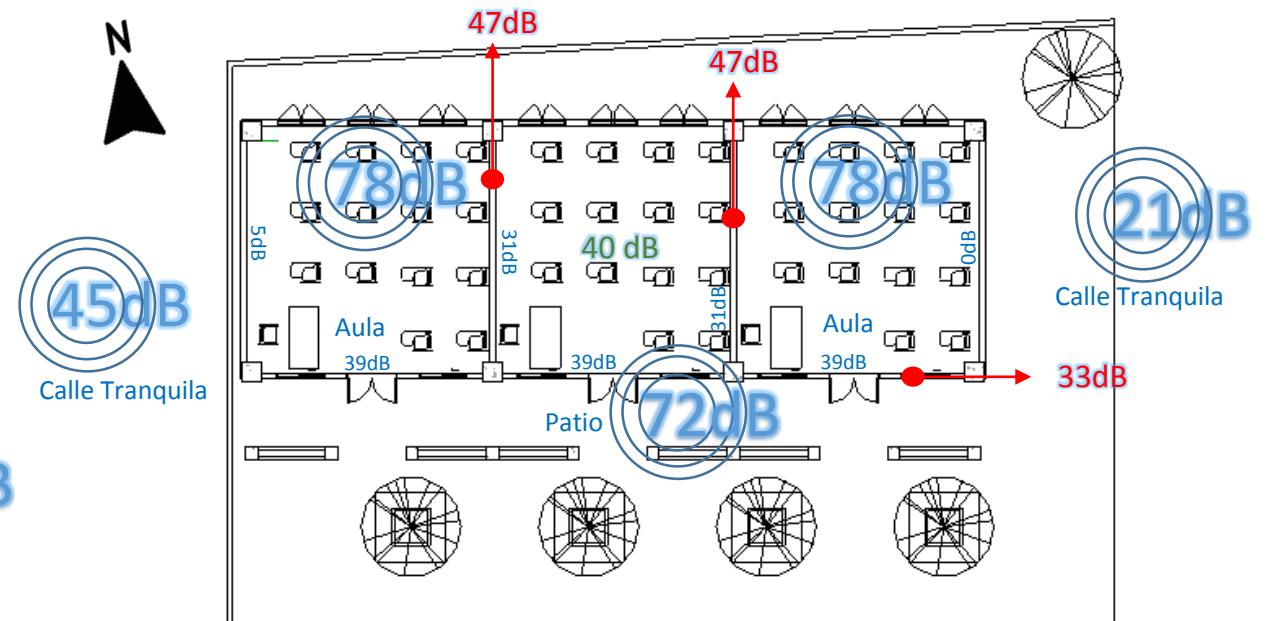


Figura 117. Fuentes Sonoras, Aislamiento de Muros; Este, Oeste y Sur, y Ruido de Fondo en Aulas
Fuente: Dibujo de Elaboración Propia

Una vez realizada la suma de decibels con los niveles de ruido que llegan al aula central, se obtuvo un total de 40 dB de ruido de fondo, lo cual permanece por debajo de los 43 dB requeridos.

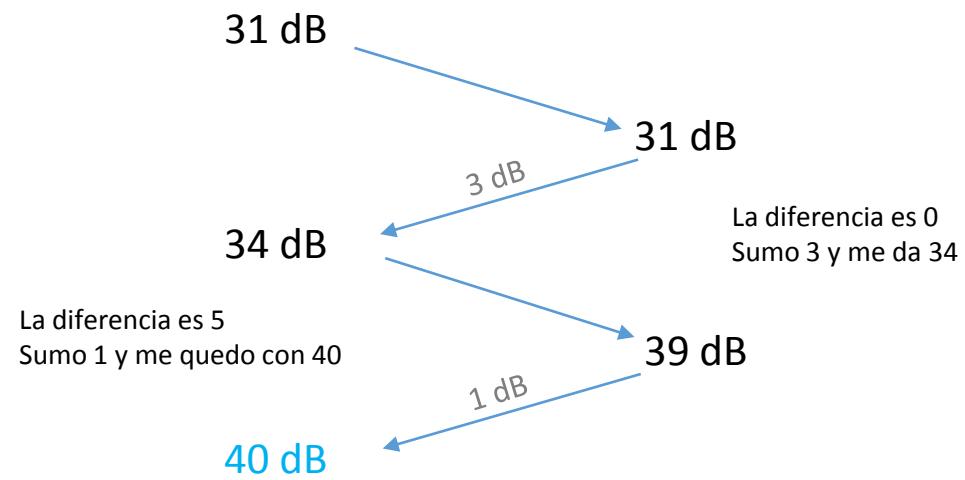


Figura 118. Suma de Decibeles en el Aula Central.
Fuente: Dibujo de Elaboración Propia

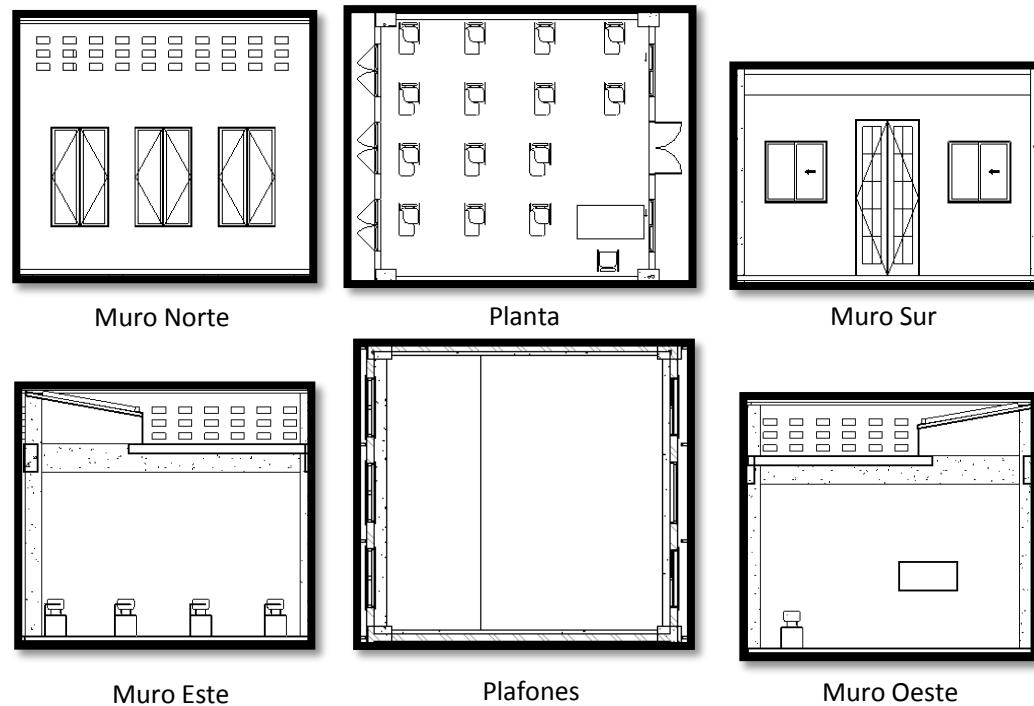


Figura 119. Muros, Planta y Plafones del Salón Central
Fuente: Dibujo de Elaboración Propia

Ubicación	Material	Área m ²	NRC	m ² Absorbentes	STC	TLA	Tlov dB's
Piso	Granito	36	0.02	0.72			
Muro Este	Aplanado Cemento Arena	26.5	0.05	1.325	45	42	
Muro Oeste	Aplanado Cemento Arena	26.5	0.05	1.325	45	42	
Muro Norte	Aplanado Cemento Arena	22.3	0.05	1.115	50	47	34.88074828
	Vidrio	5.4	0.05	0.27	31	28	
Muro Sur	Aplanado Cemento Arena	16.2	0.05	0.81	50	47	33.07917541
	Vidrio	7	0.05	0.35	31	28	
Plafones	Aplanado de Yeso	38.8	0.05	1.94			
Contenido	Mesa	1.2	0.14	0.168			
Contenido	Escolar con Pupitre	14.85	0.27	4.0095			
Contenido	Pizarrón	0.78	0.14	0.1092			

Área Total (m ²)	195.53
Área Total Absorbente (m ²)	12.1417
NRC del Espacio	0.083636364
Volúmen del Espacio (m ³)	147.5
RT del Espacio (s)	1.955862853

Tabla 8. Áreas Absorbentes y RT
Fuente: Tabla de Elaboración Propia

Para analizar el tiempo de reverberación, se midieron las áreas de las superficies interiores y se contabilizó el área de absorción de los ocupantes. El salón central del módulo de aulas fue elegido para este análisis

El nivel de RT resultó demasiado alto (1.95 s) para lo que se requiere en un espacio de enseñanza (0.5 s – 0.9 s), así que se decidió colocar un plafón absorbente Ecophon Master E de la marca Saint-Gobain, con un NRC (Coeficiente de Reducción de Ruido) de 0.99. Se colocó sólo en parte del techo para no perder todas las reflexiones sonoras (23.6 m²)

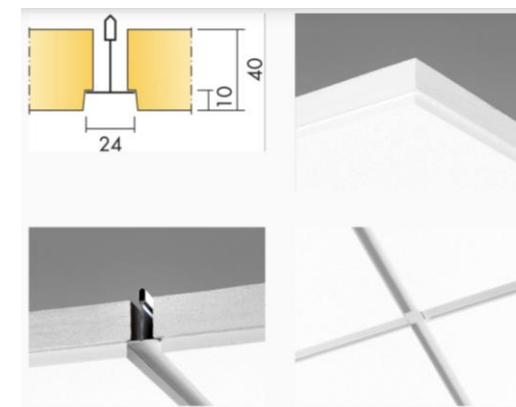


Figura 120. Aspecto Externo de Plafón Ecophon Master E
Fuente: Ecophon.com

Los resultados fueron sorprendentes, de un tiempo de reverberación de 1.95 segundos, se logró bajar a un tiempo muy satisfactorio de 0.68 segundos, lo cual mantiene la reverberación del espacio dentro del rango ideal (0.5s – 0.9s).

Ubicación	Material	Área m ²	NRC	m ² Absorbentes	STC	TLA	Tlov dB's
Piso	Granito	36	0.02	0.72			
Muro Este	Aplanado Cemento Arena	26.5	0.05	1.325	45	42	
Muro Oeste	Aplanado Cemento Arena	26.5	0.05	1.325	45	42	
Muro Norte	Aplanado Cemento Arena	22.3	0.05	1.115	50	47	34.88074828
	Vidrio	5.4	0.05	0.27	31	28	
Muro Sur	Aplanado Cemento Arena	16.2	0.05	0.81	50	47	33.07917541
	Vidrio	7	0.05	0.35	31	28	
Plafones	Aplanado de Yeso	15.2	0.05	0.76			
Plafones	Ecophon Master E	23.6	1	23.6			
Contenido	Mesa	1.2	0.14	0.168			
Contenido	Escolar con Pupitre	14.85	0.27	4.0095			
Contenido	Pizarrón	0.78	0.14	0.1092			

Área Total (m ²)	195.53
Área Total Absorbente (m ²)	34.5617
NRC del Espacio	0.16
Volúmen del Espacio (m ³)	147.5
RT del Espacio (s)	0.687104512

Tabla 9. Áreas Absorbentes y RT
Fuente: Tabla de Elaboración Propia



Figura 121. Ubicación de Plafón Ecophon Master E
Fuente: Dibujo de Elaboración Propia

5.6 Eco Tecnologías

La primera eco tecnología propuesta para el proyecto es la captación pluvial, Palenque posee una precipitación pluvial muy alta, donde solo febrero, marzo, abril y mayo se encuentran por debajo de los 150 mm, los demás meses están por encima de esta cifra, sumando un total anual de 2,479 mm (ver figura 19).

El área de captación será en la cubierta de los cuatro módulos de aulas, cada uno posee una superficie de 101 m², sumando un total de 404 m² de captación, lo que representa una captación anual de 839,512 litros por año.

Evidentemente no utilizaremos esta enorme cantidad de agua, una vez que la cisterna de captación esté llena, el agua restante será dirigida al subsuelo y el agua captada será utilizada para limpieza, sanitarios y riego, pasando antes por un sistema de filtrado.

El sistema propuesto es un filtro de bajante pluvial de la marca bioclean, el cual se conecta al tubo de bajada de agua pluvial.



Figura 122. Filtro de Bajante Pluvial Instalado
Fuente: hidropluviales.com

Este filtro elimina hojas, tierra, polvo y polen funciona por gravedad y por medio de una criba metálica que retiene partículas mayores a 380 micras, también cuenta con medios filtrantes para aceites y metales, que puedan desprenderse dependiendo del tipo de superficie o los impermeabilizantes utilizados. Puede adaptarse a bajantes de 2" a 12" de diámetro, no usa geotextiles, remueve el 93% de los SST (sólidos suspendidos totales) y el 87% de los hidrocarburos.

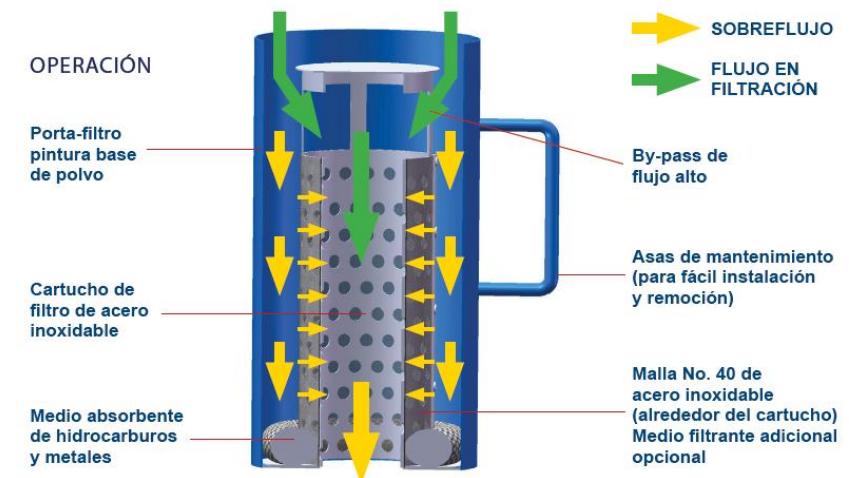


Figura 123. Operación del Filtro de Bajante Pluvial
Fuente: hidropluviales.com

Es necesario dar limpieza a las superficies de captación esporádicamente, para garantiza el buen funcionamiento del sistema, el filtro requiere de mantenimiento cada dos meses y debe revisarse particularmente durante la época más intensa de lluvia para asegurarse de que no presente obstrucciones y su funcionamiento sea óptimo.

La demanda de agua de la escuela es de 4,889 litro diarios aproximadamente.

	Cifras de Consumo de Agua					
	Usuarios	Lavamanos (lt/usuario)	W.C. (lt/usuario)	Regadera (lt/usuario)	Riego (lt/m ²)	Aseo (lt/m ²)
Alumnos, Docentes y Administrativos	127	762	3810			
Conserje	1	12	60	64		
Requerimientos del Espacio					97	84
Total (lt)						4889

Tabla 10. Consumo Diario de Agua del Proyecto
Fuente: Cálculo Propio en Excel

Por ello se proponen dos cisternas de 2800 litros de la marca Rotoplas, con una dimensión de 1.86 m de diámetro de base y 1.18 m de altura con tapa.



Figura 124. Dimensiones de Cisterna y Accesorios
Fuente: Rotoplas.com.mx

Estas se colocarán sepultadas a un costado del edificio principal, junto al núcleo sanitario. El filtrado de agua pluvial es de alta eficiencia, por lo que en ambas cisternas se utilizará agua pluvial y agua potable, cuando el agua de lluvia no sea suficiente para abastecer el consumo, se utilizará el agua potable.

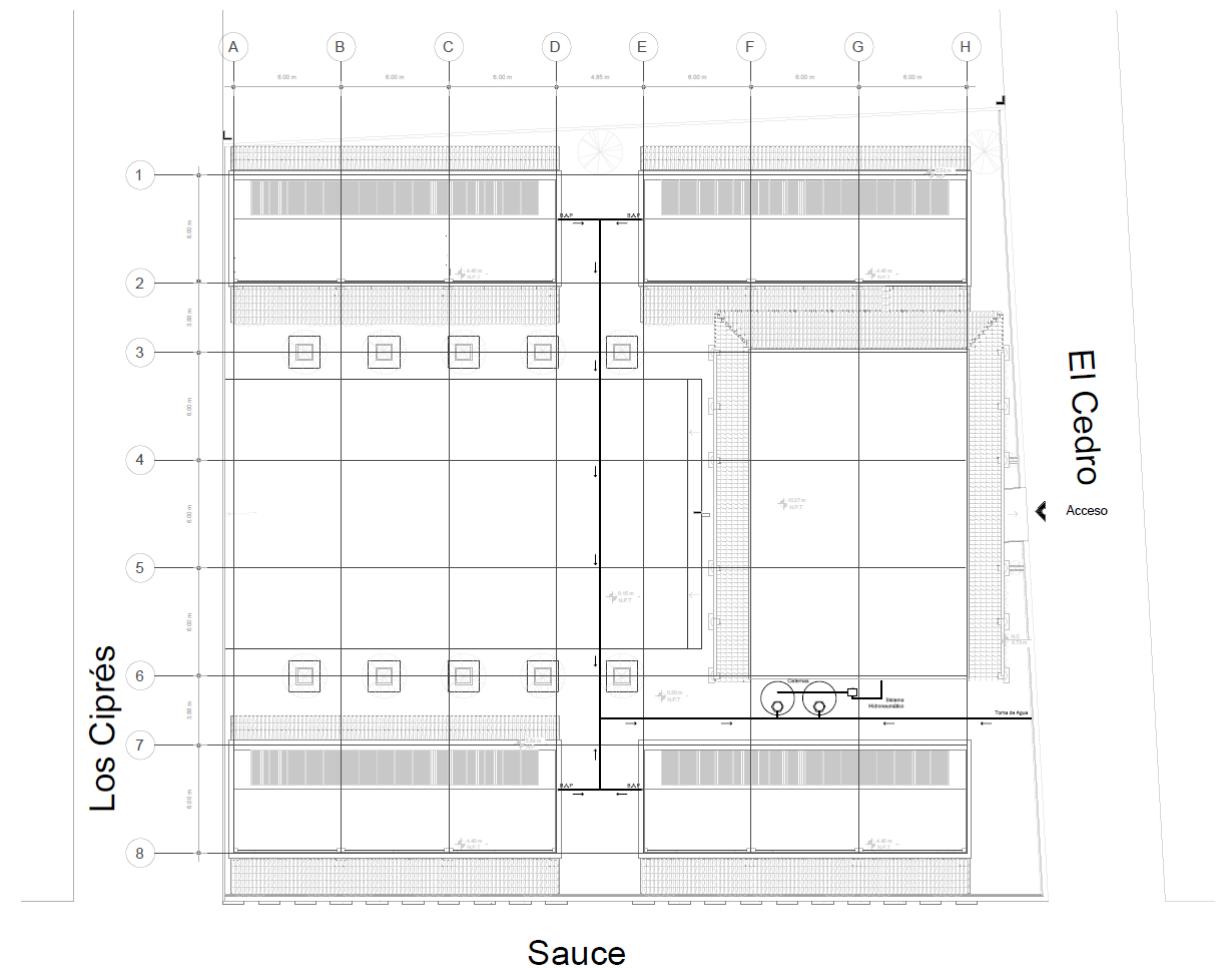


Figura 125. Instalación de Sistema de Captación Pluvial en Plano de Planta
Fuente: Dibujo Propio en AutoCAD

Las instalaciones hidráulicas del edificio se abastecen por medio de un sistema de bombeo hidroneumático, ubicado a un costado de las cisternas.

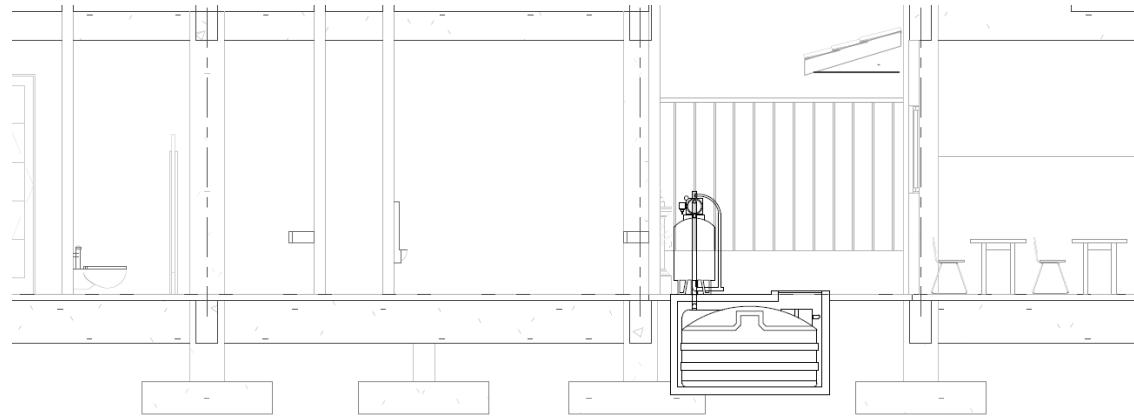


Figura 126. Instalación de Sistema de Captación Pluvial en Corte
Fuente: Dibujo Propio en AutoCAD

CONCLUSIONES

La experiencia de desarrollar un proyecto arquitectónico con un enfoque tan específico fue increíblemente enriquecedora. La labor es ardua cuando se trata de considerar todos los aspectos que implica el diseño ambiental, pero al final cambia el panorama general que se tiene acerca del diseño arquitectónico.

Cada aspecto analizado juega un papel importante dentro del diseño ambiental, muchos de ellos se influyen mutuamente, de tal modo que cuando se diseñan de esta manera, debes pensar aún en más variables que de costumbre. Es bien sabido que la arquitectura es una multidisciplina, sin embargo, el diseño ambiental expande aún más sus horizontes, llegando a soluciones que no siempre se ven tan claras desde la mirada convencional.

Reafirmo la importancia que debe tener el diseño ambiental actualmente. Puede que muchos no crean que se puede lograr una gran diferencia, pero para completar un viaje de mil pasos es necesario dar el primero. Ir un proyecto a la vez y demostrar que diseñar de esta manera es posible y conlleva grandes beneficios para los usuarios, los clientes y principalmente para el medio ambiente.

El presente nos exige encontrar formas más sustentables, pensar de una manera más responsable hacia nuestro entorno, saber que compartimos un mundo que merece respeto y cuidado de todos.

No podría estar más satisfecho con los resultados obtenidos durante este proyecto y esta etapa de mi vida, siempre quise enfocar mis esfuerzos hacia esta área del diseño tan importante y noble, agradezco enormemente a todos mis profesores, a mis compañeras y compañeros de clase, quienes se volvieron verdaderas amistades en este proceso formativo.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Ricardo Colín Hernández. (2020). Análisis y Aplicación de Estrategias de Diseño Bioclimático para Clínica-Hospital en Tepetzotlán, Estado de México.
- Inegi.org.mx. (2022). en: *Topografía* de: <https://www.inegi.org.mx/temas/topografia/>.
- Descargamapas.net. (2022). en: *Mapa de Municipios de Chiapas* de: <https://descargamapas.net/mexico/chiapas/mapa-estado-chiapas-municipios>.
- upload.wikimedia.org. (2022). en: *Departamentos de Guatemala* de: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6f/Departamentos_de_Guatemala.png.
- meteo.navarra.es. (2022). en: *Clasificación Climática de Köppen* de: <http://meteo.navarra.es/definiciones/koppen.cfm>.
- smn.conagua.gob.mx. (2022). en: *normales Climatológicas por Estado* de: <https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=chis>.
- ceieg.chiapas.gob.mx. (2022). en: *Carta Urbana Palenque* de: https://www.ceieg.chiapas.gob.mx/productos/files/DESARROLLOURBANO/CARTA_URBANA_PALENQUE.pdf.
- Inegi.org.mx. (2022). En: *Carta Topográfica* de: https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bviniegi/productos/geografia/imagen_cartografica/1_20_000/1_20/702825552602.pdf.
- es-mx.topographic-map.com. (2022). en: *México* de: <https://es-mx.topographic-map.com/maps/zn0c/M%C3%A9xico/>.
- inafed.gob.mx. (2022) en: *Palenque* de: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM07chiapas/municipios/07065a.html>
- paot.org.mx. (2022) en: *Suelos* de: https://paot.org.mx/centro/ine-semarnat/informe02/estadisticas_2000/informe_2000/03_Suelos/3.1_Suelos/index.htm.
- edafología.ugr.es. (2022). en: *Clasificación nivel 2* de: <http://edafologia.ugr.es/cartotema02/subunwrb06.htm>
- institucional.us.es. (2022). en: *Luvisol Crómico* de: <http://institucional.us.es/suelos/index.php/p/lcr>
- dof.Gob.mx. (2022). en: *Diario Oficial de la Federación* de: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5441789&fecha=20/06/2016#gsc.tab=0
- www.gob.mx. (2022). en: *Informe Anual Sobre la Situación de Pobreza y Rezago Social* de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/32855/Chiapas_065.pdf.
- upiip.ipn.mx. (2022). en: *Análisis Estratégico: Palenque* de: <https://www.upiip.ipn.mx/assets/files/upiip/docs/conocenos/infraestructura/Palenque-v3.pdf>.
- eweb.unex.es. (2022). en: *El Suelo es un Arenosol* de: <https://www.eweb.unex.es/eweb/edafo/FAO/Arenosol.htm>
- ceieg.chiapas.gob.mx. (2022). en: *Programa de Desarrollo Urbano de Palenque, Chiapas. 2007 – 2030* de: http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/productos/files/DESARROLLOURBANO/PROG_DES_URBANO_PALENQUE.pdf.
- es.weatherspark.com. (2022). en: *El Clima y el Tiempo Promedio en Todo el Año en Ruinas de Palenque* de: <https://es.weatherspark.com/y/11304/Clima-promedio-en-Ruinas-de-Palenque-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>
- redalyc.org. (2022). en: *La Secundaria Técnica* de: <https://www.redalyc.org/pdf/140/14002509.pdf>
- escolasecundariatecnica27.home.blog. (2022) en: *Historia de las Escuelas Secundarias* de: <https://escolasecundariatecnica27.home.blog/acerca-de/historia-de-las-escuelas-secundarias/>.
- hidropluviales.com. (2022). en: *Filtro de Bajante Pluvial Bioclean* de: <https://hidropluviales.com/2012/10/15/filtro-de-bajante-pluvial/>.
- evans.com.mx. (2022). en: *Sistema de presión 1/2hp + 110L* de: <https://evans.com.mx/sistema-de-presion-1-2hp-110l-eaj050-110ve.html>
- drajmarsh.bitbucket.io. (2022). en: *Dynamic Daylight* de: <https://drajmarsh.bitbucket.io/daylight-box.html>
- redalyc.org. (2022). en: *Desempeño térmico del techo verde, una alternativa viable para la edificación, en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México* de: <https://www.redalyc.org/pdf/4779/477947306007.pdf>
- ptolomeo.unam.mx. (2022). en: *Manual Para el Diseño e Instalación de una Azotea Verde* de: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/2456/TESIS.pdf>
- Michael Ermann. (2015). *Architectural Acoustics*. Wiley
- Ecophon.com. (2022) en: *Ecophon Master_{TM}* de: <https://www.ecophon.com/es/ecophon/modular-ceilings/master/>
- www.gob.mx. (2015) en: *Tomo IV, Acústica* de: <https://www.gob.mx/inifed/documentos/tomo-iv-acustica>