



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES ACATLÁN

TÉSIS Y EXAMEN PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**ARQUITECTO**

PRESENTA

**FABIÁN BERNAL OROZCO BARRERA**

ASESOR

**DR. AGUSTÍN HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ**

**EL  
AULA  
DINÁMICA**

**DISEÑO ARQUITECTÓNICO Y  
DISEÑO ESTRUCTURAL EN  
BAMBÚ**

SANTRA CRUZ ACATLÁN, NAUCALPAN DE JUÁREZ, ESTADO DE MÉX.

**OCTUBRE 2017**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Estudios  
Superiores Acatlán



TESIS Y EXÁMEN PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
Arquitecto

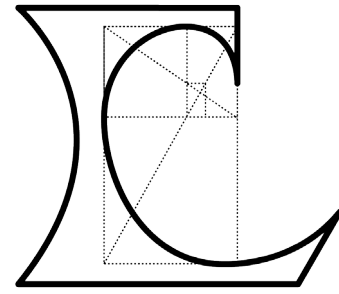
PRESENTA

Fabian Bernal Orozco Barrera

ASESOR

Dr. Agustín Hernández Hernández

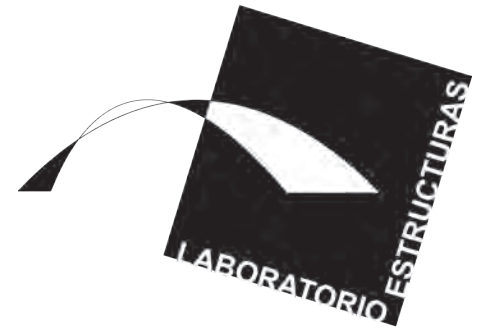
**OCTUBRE 2017**



CARLOS LEDUC  
MONTAÑO



MAX CETTO



# **EL AULA DINÁMICA**

**DISEÑO ARQUITECTÓNICO Y**

**DISEÑO ESTRUCTURAL EN BAMBÚ**

## Agradezco ....

A la UNAM por ser una gran institución con múltiples recursos formativos, profesionales y humanos que me permitieron desenvolverme en diferentes ámbitos y facultades.

A mi familia: mi padre, madre, y hermana, por su cariño y esfuerzo por darme todo el apoyo siempre y por darme la libertad para elegir mi propio camino.

Al Dr. Agustín Hernández Hernández, quien no solo ha sido mi asesor, sino que ha sido un verdadero maestro, que con modestia, paciencia y una sapiencia enorme, me ha mostrado y transmitido diversos caminos para resolver mucho más que estructuras.

Al Arq. Álvaro Lara Cruz quién ha sido un amigo y maestro, de quien he aprendido a que nunca se me cierre el mundo por más adversas que sean las circunstancias.

Al Arq. Emilio Canek Fernández, sin cuyo apoyo no hubiera logrado estudiar en la Facultad de Arquitectura ni integrarme formalmente a los proyectos de construcción.

Al taller Max Cetto y Carlos Leduc Montaña, por abrirme sus puertas y enseñarme otras visiones de la arquitectura.

A mis sinodales: los arquitectos José Antonio Espinosa, Luis Enrique Alaniz, Hugo Herrera, Elías Terán, de la FES Acatlán, quienes me han mostrado rigor y profesionalismo en la metodología del diseño arquitectónico.

Y a todas las personas, compañeros, maestros, y amigos que directa e indirectamente participaron en este proyecto y en cuyo proceso aprendimos juntos.

# ÍNDICE



<b>ÍNDICE</b>	<b>6</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>10</b>
INTRODUCCIÓN . . . . .	11
PRESENTACIÓN . . . . .	12
OBJETIVO GENERAL . . . . .	15
<b>1. ANTECEDENTES</b>	<b>16</b>
SEMINARIO Y METODOLOGÍA . . . . .	17
PROCESOS DEL PROYECTO . . . . .	22
HISTORIA DE LA ARQUITECTURA ESCOLAR EN MÉXICO . . . . .	28
MARCO NORMATIVO . . . . .	32
LA BIBLIOTECA ESCOLAR . . . . .	36
PROYECTOS ANÁLOGOS . . . . .	39
<b>2. MEDIO FÍSICO NATURAL</b>	<b>41</b>
EXTENSIÓN DE SAN CRISTÓBAL DE LAS CASAS. . . . .	42
CLIMA . . . . .	43
TOPOGRAFÍA . . . . .	45
RIESGOS NATURALES . . . . .	48
VEGETACIÓN EN CHIAPAS. . . . .	51
COMPOSICIÓN DEL SUELO . . . . .	54
Corte Estratigráfico del terreno . . . . .	56
<b>3. MEDIO FÍSICO TRANSFORMADO</b>	<b>58</b>
TERRITORIO . . . . .	59
EQUIPAMIENTO . . . . .	61
ZONIFICACIÓN URBANA. . . . .	62
RADIOS DE IMPACTO . . . . .	64



<b>4. MEDIO SOCIAL, ECONÓMICO Y CULTURAL</b>	<b>66</b>
POBLACIÓN . . . . .	67
ECONOMÍA . . . . .	69
SECTORES / ACTIVIDADES . . . . .	71
ESCOLARIDAD EN CHIAPAS Y SAN CRISTÓBAL DE LAS CASAS . . . . .	74
<b>5. LA PRIMARIA Y SU CONTEXTO INMEDIATO</b>	<b>76</b>
CONTEXTO URBANO . . . . .	77
LARGUILLOS CONTEXTO INMEDIATO . . . . .	79
LA PRIMARIA ADOLFO LÓPEZ MATEOS . . . . .	80
ORGANIZACIÓN DE LA ESCUELA . . . . .	81
ACTIVIDADES ESCOLARES. . . . .	83
CIRCULACIONES DE LA ESCUELA . . . . .	86
EJES DE COMPOSICIÓN . . . . .	87
ZONIFICACIÓN DE LA ESCUELA Y ANÁLISIS DEL CONJUNTO . . . . .	88
<b>6. EL PROYECTO ARQUITECTÓNICO</b>	<b>100</b>
DEL DISEÑO ARQUITECTÓNICO . . . . .	101
LISTADO DE NECESIDADES Y PROGRAMA ARQUITECTÓNICO . . . . .	102
ZONIFICACIÓN . . . . .	107
ANÁLISIS DE ÁREAS . . . . .	109
MOBILIARIO . . . . .	111
GUÍA MECÁNICA . . . . .	115
<b>7. LOS MATERIALES</b>	<b>124</b>
MATERIALES. . . . .	125
CUBIERTA DE LÁMINA. . . . .	126
EL CARRIZO . . . . .	127
TABIQUE ROJO ARTESANAL . . . . .	128
EL BAMBÚ. . . . .	130
LA GUADUA Y SUS PARTES . . . . .	131

<b>8. DISEÑO ESTRUCTURAL</b>	<b>135</b>
DISEÑO ESTRUCTURAL . . . . .	.136
INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL MATERIAL . . . . .	.142
DISEÑO ESTRUCTURAL EN BAMBÚ . . . . .	.143
EVOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA . . . . .	.149
PROPUESTA ESTRUCTURAL . . . . .	.151
PRIMERA INTERPRETACIÓN . . . . .	.152
ANÁLISIS DE CARGAS . . . . .	.153
ANÁLISIS DEL LADO NORTE . . . . .	.155
ANÁLISIS DE SECCIONES DE BAMBÚ LADO NORTE . . . . .	.162
ANÁLISIS DEL LADO SUR . . . . .	.170
POLÍGONO FUNICULAR . . . . .	.185
ANÁLISIS AMBOS LADOS . . . . .	.186
APOYOS. . . . .	.189
<b>9. SISTEMA CONSTRUCTIVO</b>	<b>192</b>
SISTEMA CONSTRUCTIVO . . . . .	.193
SECUENCIA CONSTRUCTIVA . . . . .	.201
VISUALIZACIÓN FINAL DEL PROYECTO . . . . .	.206
POSIBILIDADES DEL SISTEMA ESTRUCTURAL. . . . .	.208
EL FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO . . . . .	.209
PRESUPUESTO . . . . .	.210
<b>CONCLUSIÓN</b>	<b>212</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>214</b>
<b>ANEXO DE PLANOS</b>	<b>217</b>

# INTRODUCCIÓN

# INTRODUCCIÓN

---

**"Refiriéndose al Cálculo [...] Todo proyectista que descuide el conocimiento de sus principios, está expuesto a graves fracasos; y el caso es que en las escuelas hay tanto que aprender que rara vez queda tiempo para pensar."**

Eduardo Torroja Mieret.

En la primera parte de esta tesis, la *presentación* describe la razón de ser del proyecto: la escuela primaria como caso de estudio y de intervención, su ubicación en San Cristóbal de las Casas, Chiapas, así como los objetivos y alcances de esta tesis.

En el primer capítulo, denominado *Antecedentes*, se expone la metodología del seminario de titulación que me formó. También se elabora aquí una semblanza histórica de la arquitectura escolar en México. En este mismo capítulo se lleva a cabo un análisis normativo de las normas aplicables al proyecto, y sus limitaciones, junto con ejemplos análogos que servirán para ver proyectos con características similares.

En el segundo capítulo se efectúa un análisis del medio físico natural del sitio, analizando el clima, el suelo y los desastres naturales que afectan la región.

En el tercer capítulo se lleva a cabo un análisis del medio físico artificial, enfocando los problemas de la población a un análisis urbano. y del impacto que éste tiene en la escuela primaria.

En el cuarto capítulo se analiza el conjunto escolar, identificando los problemas existentes de una escuela primaria y la falta de aplicación de criterios técnicos y apoyos gubernamentales en su caso.

En el quinto capítulo se analizan los materiales que se utilizarán en el proyecto, particularmente el bambú.

En el sexto capítulo se expone el análisis estructural, los problemas del bambú y su aplicación para resolver la estructura propuesta. De esta forma, se describe la metodología empleada para el diseño estructural con materiales naturales, y el análisis estático, a partir de la cual resuelve una estructura definitiva.

El capítulo siete describe el sistema constructivo y la apariencia final del proyecto. Sus posibilidades y el financiamiento del mismo.

En síntesis, este es un documento donde se exponen las deficiencias de la infraestructura escolar y sus posibles soluciones a través de un proyecto arquitectónico flexible, logrado a partir del diseño estructural la aplicación del bambú como material estructural novedoso y versátil.

## PRESENTACIÓN

---

El municipio de San Cristóbal de las Casas, Chiapas, está considerado dentro de la Región Altos de Chiapas como un centro integrador de servicios educativos y de salud, de actividades económicas, comerciales, administrativas y culturales. El factor más importante de la inmigración a esta ciudad ha sido la expulsión de indígenas tzotziles y tzeltales de sus comunidades por motivos religiosos y políticos; esto hace evidente la desigualdad de oportunidades educativas que promuevan la equidad y garanticen la calidad de la educación básica para los miembros de las comunidades. Según datos del INEGI, el 15.56% de la población no completó los estudios de primaria.

Como consecuencia, existen diferentes colectivos que se han enfocado a la educación y al fomento de las ciencias, artes y humanidades, los cuales están conformados principalmente por chiapanecos que tuvieron la oportunidad de estudiar la universidad en la Ciudad de México y que buscan contribuir al mejoramiento educativo de su tierra natal. Dichos colectivos tienen la necesidad de **un lugar permanente habilitado para impartir talleres** gratuitos en periodos vacacionales, los cuales generalmente se imparten a jóvenes de 12 a 18 años y a niños de 6 a 12 años.



PLAZA CÍVICA  
◀ Escuela Adolfo Lopez Mateos.

La escuela Primaria Federal Adolfo López Mateos, ubicada en el barrio La Isla ofreció un terreno dentro de la escuela para dicho uso, combinando su necesidad de un **espacio apropiado para la biblioteca escolar**. De esta manera, el aula se convertiría en un espacio híbrido, capaz de albergar el acervo de libros, talleres y clases extracurriculares con los servicios necesarios.

La comunidad escolar de San Cristóbal de la Casas, Chiapas, contactó a través de un colectivo de jóvenes al Taller Max Cetto y al Taller Carlos Leduc Montaña, a través de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), para la planeación, gestión, diseño arquitectónico y construcción del proyecto. El equipo fue conformado por 5 alumnos de la UNAM entre los cuales estuve, siguiendo el proceso a detalle en cada uno de los pasos del proyecto; puesto que realicé mi servicio social en el Taller Max Cetto, y en mi estancia académica en el Carlos Leduc Montaña. Asimismo, participaron tres alumnas de intercambio académico y un asesor permanente que conformaron al equipo. Se realizaron juntas periódicas con asesores del Taller Carlos Leduc Montaña para definir características y alcances del proyecto durante dicho período.

En la escuela primaria ya existía infraestructura para una biblioteca escolar, pero era deficiente, húmeda, oscura, fría, y no contaba con ningún tipo de planeación y menos aún **seguridad estructural**. La comunidad escolar busca un mejoramiento de las instalaciones y no hay suficientes instancias gubernamentales con programas de mejoramiento para problemas tan específicos como una biblioteca escolar; por lo que las escuelas buscan manejar su infraestructura por cuenta propia. En el caso de esta primaria, intentaron construir una biblioteca escolar que terminó utilizándose de bodega, ya que se convirtió en un espacio peligroso, mal logrado e inadecuado para servir de biblioteca. Ahora los libros y papeles que llegan a guardarse allí se humedecen y se pudren, lo que comprueba la total inutilidad de este espacio, de forma que en la escuela se tiene que usar la sala de juntas como biblioteca.

#### BIBLIOTECA AUTOCONSTRUIDA

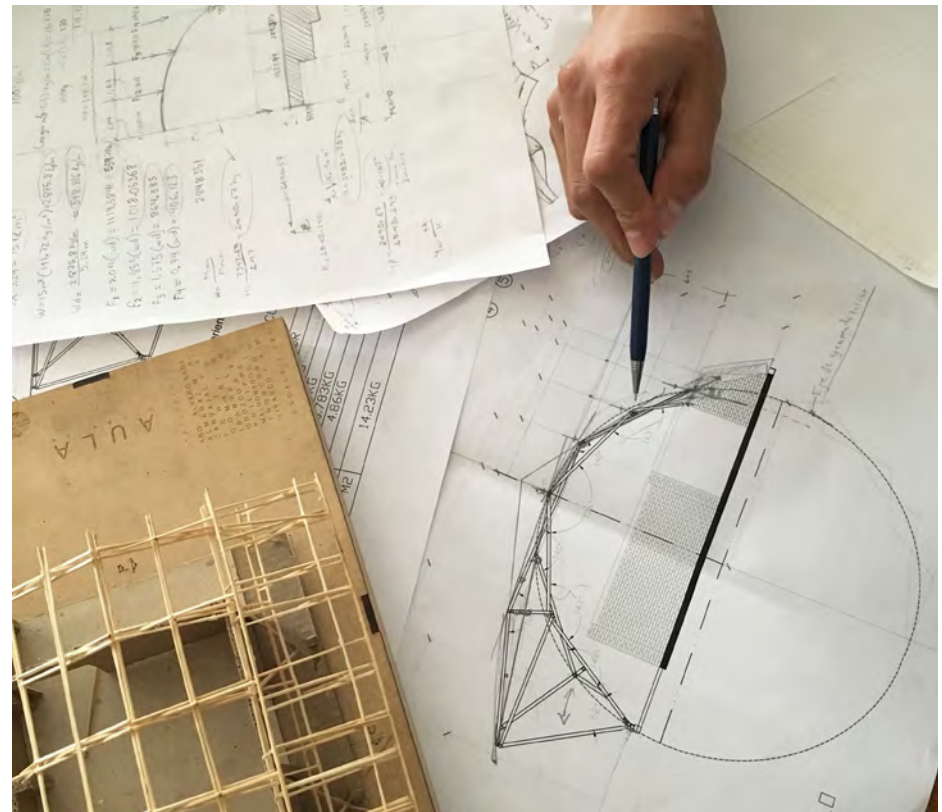
► Escuela Adolfo López Mateos.



Durante el período de 2015 se hicieron 2 anteproyectos de diferentes materiales y ubicaciones dentro de la escuela con base en la investigación, los cuales se presentaron a la comunidad escolar, quien planificó y trabajó junto con el Comité de Padres de Familia y directivos de la escuela en una asamblea general conformada por los padres de los 600 alumnos inscritos. Aquí se expusieron los diferentes criterios de diseño para realizar las dos propuestas arquitectónicas, las formas de financiamiento y presupuesto; adicionalmente se plantearon los requerimientos para la realización de cada uno de los anteproyectos. La elección del anteproyecto se llevó a cabo por parte de la comunidad escolar, por medio de una asamblea donde se determinó cuál era más conveniente.<sup>1</sup>

Una vez que se llegó a un acuerdo con la comunidad escolar acerca de los objetivos y necesidades del proyecto, se desarrolló el proyecto ejecutivo, para así durante los siguientes 4 meses realizar la construcción (Abril-Julio de 2015). El grueso del presupuesto se generó a partir de inscripciones de alumnos por el año escolar. Otra parte fundamental fueron las donaciones por parte de padres de familia y profesores, ya fueran con materiales y/o efectivo. Los padres de familia, a través de su comité, se organizaron para proporcionar hospedaje y alimentación a todos los integrantes del equipo y algunos voluntarios durante esos cuatro meses de construcción.

El “**Aula Dinámica**” representa el esfuerzo y trabajo en comunidad, destacando la importancia de la organización como medio para lograr un objetivo en común, asumiendo la diversidad de personalidades y pensamientos de las distintas partes que hicieron posible el proyecto. Después de cuatro meses de construcción, el proyecto quedó incompleto, la parte del diseño estructural y la cubierta quedaron pendientes, por lo que me encomendaron el diseño y análisis estructural, buscando propuestas viables para lograr la mejor solución; todo ello bajo la asesoría del Dr. Agustín Hernández Hernández, profesor de estructuras del taller Max Cetto, de la Facultad de Arquitectura y del Laboratorio de Estructuras de la misma.



#### PROCESO DE CÁLCULO

- ▶ Maqueta, planos y cálculos para el Aula Dinámica.

<sup>1</sup> Fue en ese momento en el que se eligió utilizar el bambú en el anteproyecto.

# OBJETIVO GENERAL

---

En la presente tesis busco replantear el problema con la revisión y readecuación del objeto arquitectónico por medio del campo metodológico del análisis arquitectónico (con un programa arquitectónico, estudio de áreas, zonificación. etc.), identificando aciertos y deficiencias del análisis anterior, así como proponiendo planteamientos que originalmente no estaban. Busco así seguir siempre principios de solución práctica y factible que resuelvan la necesidad del usuario y demandante del proyecto con el fin de mejorarlo.

La presente tesis ilustra una problemática que viven con frecuencia los egresados cuando se les presenta el reto de desarrollar un proyecto con materiales sustentables naturales. Ante esa circunstancia empezamos a recordar las clases que tuvimos durante la universidad, y se deduce que:

En la escuela, los planes de estudio de arquitectura no contemplan enseñar a utilizar y menos aún calcular materiales naturales para la construcción, solo proporcionan nociones generales sobre materiales industriales (el acero, el concreto, etc.) Pero, ¿qué ocurre cuando no estamos preparados para ello y se nos presenta la oportunidad de utilizar los materiales naturales ya no solo como ejercicios teóricos? Entonces surge la necesidad de resolver dicho problema a través de la investigación y el análisis clásico.

En el presente trabajo busco hacer énfasis sobre el proceso del “Diseño Estructural” que debe conocer un arquitecto, que abarca desde la concepción de un proyecto hasta la presentación de un documento que sirva de guía y consulta a mis compañeros cuando se aventuren en la búsqueda de una arquitectura con materiales no convencionales.

El proyecto del “Aula Dinámica” es un caso específico de una estructura asimétrica real, con todas las implicaciones que ésta tiene, así como la complejidad del contexto en el cual está inscrito el proyecto. Aquí el cálculo es también un elemento necesario y contundente para decidir una u otra solución arquitectónica, así logrando un diseño estructural con un sentido arquitectónico, un expresionismo estructural.

En este proyecto buscamos por un lado adecuar el diseño estructural al arquitectónico, y por el otro respetar el diseño buscando enriquecerlo, así logrando la coexistencia armónica entre los dos; pues desde la perspectiva arquitectónica el diseño se realiza buscando siempre hacer énfasis en que los elementos compositivos no solo resuelvan esfuerzos, sino parte del diseño. Con esta premisa el proceso consiste en buscar soluciones estéticas, funcionales y económicas en un contexto real, iniciando por la readecuación a través de la metodología del diseño arquitectónico.



# 1. ANTECEDENTES

# SEMINARIO Y METODOLOGÍA

Un aspecto importante del seminario y de éste proyecto en particular, es que se parte de una demanda y una necesidad concreta, ya sea por parte de la comunidad, o de alguien que se comunica directamente al seminario de titulación para dicho fin. Ésta es la primera parte de la metodología (1. Necesidad-Demanda). Conseguido lo anterior se evalúa la factibilidad del proyecto (2.Pre-investigación). Después de realizar la convocatoria y la visita del sitio ya con el equipo conformado por alumnos interesados en el proyecto. Cada equipo de trabajo está conformado por alumnos de seminario de tesis, y ocasionalmente de otros semestres, quienes posteriormente realizarán la investigación.

En cada taller hay invitados (de otras disciplinas, universidades etc.) que imparten pláticas introductorias así como un trabajo interdisciplinario, ya sea para la cimentación, cálculo estructural, o el desarrollo de un proyecto en comunidad. Los alumnos toman pláticas, talleres de capacitación, Talleres Verticales que ayudan a preparar a los alumnos para las actividades que deben realizar. Durante la etapa del anteproyecto y la presentación del proyecto a la comunidad siempre hay una retroalimentación, pues la comunidad o el solicitante modifican o sugieren modificaciones al anteproyecto antes de la etapa del proyecto ejecutivo. Posteriormente, se llega al proyecto ejecutivo antes de la preparación de obra, y finalmente a la construcción.



## DINÁMICAS DE PARTICIPACIÓN

- ◀ En la escuela primaria se pidió a varios alumnos identificar problemáticas en su escuela y que dibujaran que les gustaría tener en ella.

De este modo, el seminario se desenvuelve en dos niveles, el primer semestre estuvo dedicado a la investigación teórica y consistió en una disertación con base en las visitas de sitio y posterior presentación del proyecto; el semestre subsecuente fue el momento en el que se llevó a cabo todo lo planteado. Naturalmente, ver el sitio modificó muchos de los planteamientos iniciales al estar bajo condicionantes específicas relativas al contexto. Esta metodología funciona como una base para cualquier proyecto; sin embargo, al ser cada proyecto diferente, la metodología se va adaptando a cada contexto y necesidad particular, de manera tal que funcione de la mejor manera en cada caso. Ha habido aciertos y errores, por ello se aprende de cada proyecto. Esta es la manera en la que evoluciona la metodología. Las respuestas se obtienen del contexto y en el momento. Parte fundamental de estos proyectos es la utilización del menor presupuesto y material posible con los mejores resultados, como fue nuestro caso en Chiapas, donde los recursos recaudados por la comunidad fueron apenas suficientes, juntando las donaciones de

material que realizaron padres de familia o empresas. Así que la velocidad que nos permitió nuestra capacidad fué fundamental para no extender nuestra estancia mayor tiempo, buscando reducir costos en manutención, pues este fue uno de los grandes problemas que enfrentamos.

En el seminario, que es la aplicación de todos los conocimientos adquiridos durante la carrera, utilizamos también el aprendizaje directo de los oficios; así, cuando fui encargado de la herrería, trabajé y aprendí de un herrero en su taller, evaluando la factibilidad de los diseños y las condicionantes monetarias y técnicas del lugar. Otro punto importante es que el contacto con los materiales no es mediado sino directo, así el alumno aprende dependiendo del sistema constructivo utilizado, las diferentes etapas y materiales y cómo se trabajan, desde cómo conseguirlos, prepararlos, y colocarlos; eliminando así la brecha existente entre el arquitecto y la construcción, brecha que considero que cada día es más patente en el ámbito de los arquitectos.

Por otro lado, este tipo de programas ayudan a abrir posibilidades para gente que no las tiene, ya sea porque el gobierno no proporciona recursos necesarios para satisfacer las necesidades de algunas escuelas, o ya sea por la marginación de ciertas zonas del país, donde un proyecto de calidad es sinónimo de un gasto de dinero más allá de sus posibilidades, así que simplemente esa alternativa está fuera de su alcance. Con estos proyectos eliminamos esa brecha, trabajando en conjunto para que la misma localidad pueda generar recursos o administrarlos de tal forma que les pueda alcanzar para crear una obra arquitectónica para satisfacer sus necesidades.

Aunque la reutilización de materiales o el aprovechamiento de materiales locales va de la mano con la sustentabilidad, lo que buscamos es la factibilidad constructiva y la solución de una necesidad, de manera que, de ser posible, podamos aplicar técnicas sustentables. Sin embargo, lo anterior no debe ser considerado como un requerimiento definitivo, pues la complejidad del contexto requiere soluciones insospechadas y expeditas.

La importancia del proceso de producción arquitectónica es fundamental, pues la producción material del objeto arquitectónico es tan importante como el producto final. Es un proceso de aprendizaje para ambas partes, la comunidad y los alumnos y asesores de la UNAM.

Adicionalmente, es importante notar que el objeto arquitectónico se realiza con mano de obra no calificada pero capacitada. Como el proyecto cuenta con el apoyo de una gran diversidad de personas, para garantizar la calidad de la obra se debe capacitar a las mismas, y/o dividir las labores de acuerdo a las capacidades e intereses de cada uno de los participantes.



COLADO DE LA CIMENTACIÓN.

► Fotografía propia, Mayo, 2015.

## METODOLOGÍA Y PROCESOS DENTRO DEL PROYECTO



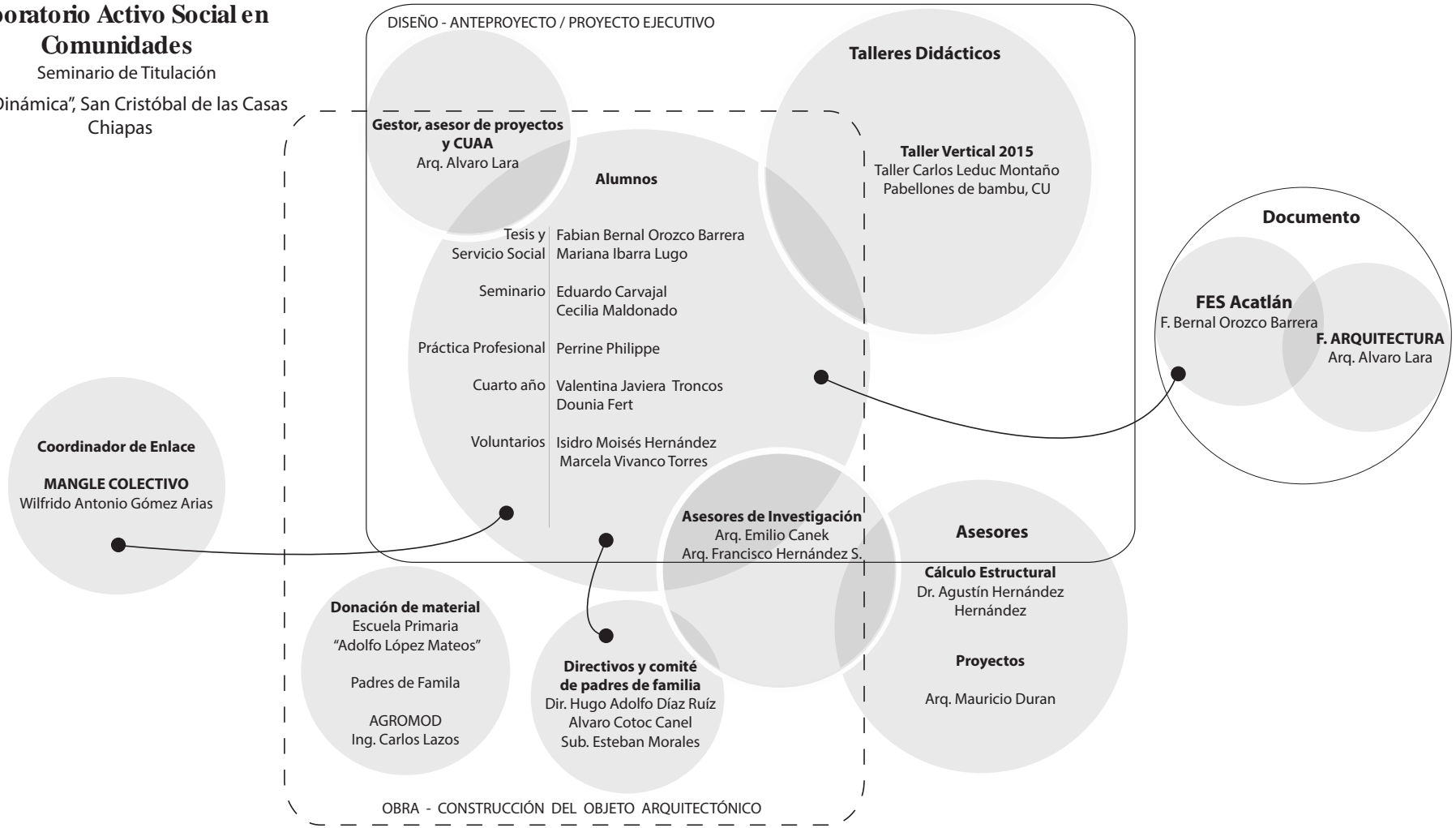
### DIAGRAMA METODOLOGÍA

- Esquema desarrollado para la Bienal de Venecia 2016

# Laboratorio Activo Social en Comunidades

Seminario de Titulación

“Aula Dinámica”, San Cristóbal de las Casas Chiapas



## DIAGRÁMA DEL PROYECTO

► Realizado por el Arq. Alvaro Lara

Taller Max Cetto / Taller Carlos Leduc Montaño  
Facultad de Arquitectura C.U. -FES Acatlán  
Universidad Nacional Autónoma de México



## PROCESOS DEL PROYECTO

En esta sección se realiza un pequeño resumen de las actividades realizadas para hablar con la comunidad, definir el proyecto y ver sus necesidades, así como las fuentes disponibles de financiamiento.

En este momento se realizó una visita de sitio a San Cristóbal de las Casas, en donde se habló con el comité de padres de familia y directivos en turno para definir las posibilidades y viabilidad del proyecto. Se visitaron las instalaciones de la escuela primaria y se vio el estado en el que estaba la biblioteca actual, así como el espacio que tenían disponible. Igualmente se realizaron actividades de integración con los niños de primaria y profesores, preguntándoles las necesidades que ellos creían que tenía la escuela.

De regreso en la CDMX se trabajó en el taller, buscando soluciones a los problemas de esa primaria y haciendo retroalimentación con el colectivo MANGLE, que imparte talleres multidisciplinarios en Chiapas, y ver de qué manera podría crearse un espacio que funcionara para impartir talleres pero que a la vez resolviera sus necesidades de biblioteca. De ahí resultaron dos propuestas que se llevaron de regreso a la primaria para exponerse en una asamblea general donde se elegiría el proyecto. Como se relatará posteriormente, esto último no ocurrió y se decidió en una asamblea posterior, donde se evaluaron las cuestiones financieras de la primaria ALM.



### JUNTA CON EL COMITÉ DE PADRES DE FAMILIA

- ◀ En dicha junta se expuso por primera vez la forma de trabajar de la UNAM en proyectos comunitarios de construcción.



Preparando la presentación de los proyectos para la asamblea.



Junta del comité de padres de familia con director y subdirector.



Niños de la primaria observando las láminas.



Presentación de los proyectos a la comunidad escolar.





Propuesta de madera y adobe.

Ambos proyectos se mostraron a la comunidad escolar en asamblea, en donde se habló de las cualidades de cada anteproyecto y sus posibilidades, tanto de materiales, posibilidades de financiamiento y apoyos.

Unos meses después se realizó otra asamblea en donde se determinó inviable este proyecto por estar localizado en el estacionamiento de la escuela que se encuentra en uso, y por no tener una forma clara de obtener los materiales, pues tanta madera en la estructura resultaría sumamente costosa, y no había donaciones de ningún tipo de madera en ese momento.



Primera propuesta de bambú y tabique.

La localización y orientación de este anteproyecto no se encontraba muy definida, sin embargo, lo que convenció a la comunidad escolar fué que existía una **donación de bambú** para construir dicho proyecto.

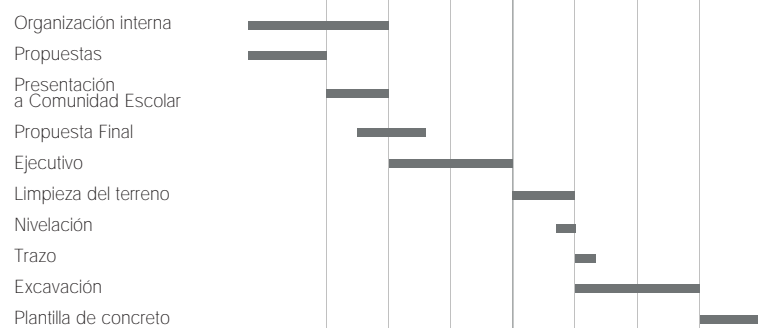
A partir de que quedó definido que se debería hacer éste proyecto, se comenzó a trabajar en un verdadero anteproyecto que resolviera las necesidades de la escuela, y que fuera más factible constructivamente hasta que se definieran los muros y se comenzara la primera parte de su construcción.

Marzo - Agosto 2015

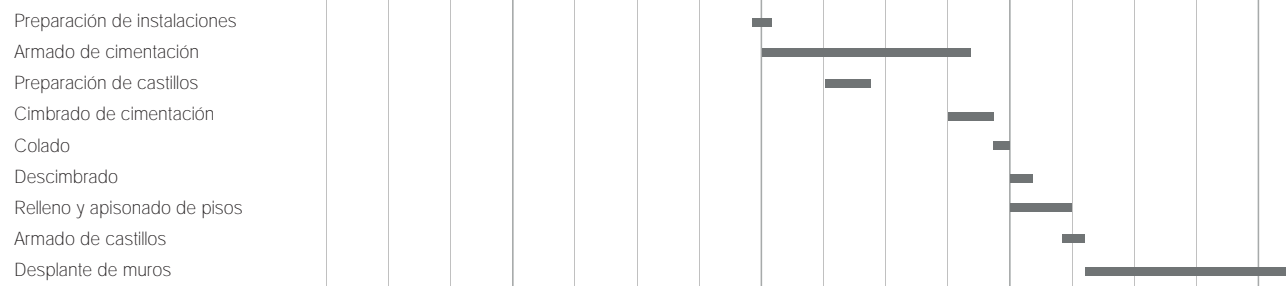
Semana

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20
- 21
- 22
- 23
- 24

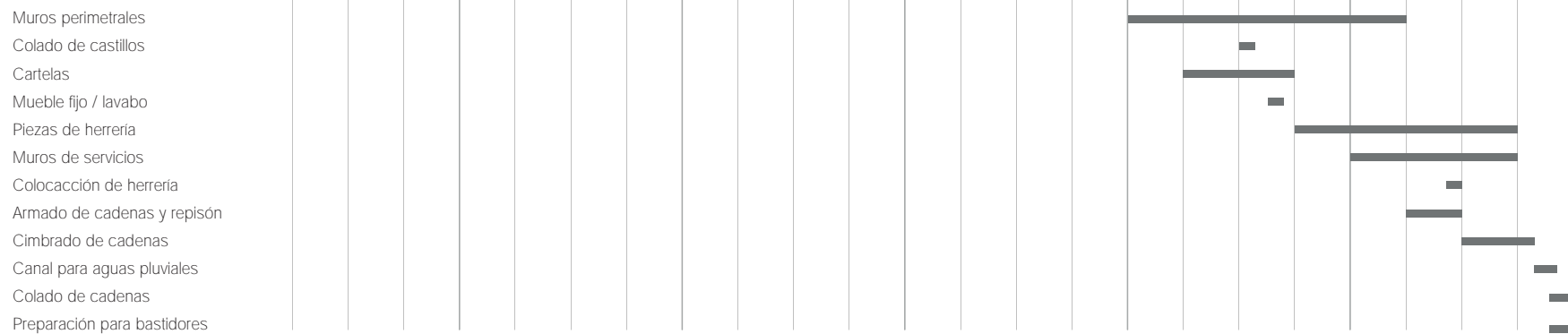
**Primer Bimestre**



**Segundo Bimestre**



**Tercer Bimestre**





TERRENO EN BREÑA



TRAZO Y NIVELACION



EXCAVACIÓN

Aquí se muestran las imágenes que describen el proceso de construcción realizado por parte de los alumnos de la UNAM y la comunidad escolar. Se logró terminar hasta la etapa de muros, sin embargo, el presupuesto no fue suficiente y faltó terminar todas las demás etapas, así como terminar de definir el proyecto con base en los aspectos faltantes que se identificaron. También faltó definir y revisar el estado de esfuerzos.





CIMENTACION



MUROS



# HISTORIA DE LA ARQUITECTURA ESCOLAR EN MÉXICO

A lo largo de la historia de México se han realizado diversas propuestas para resolver el problema de la educación; desde la orientación religiosa que se le dio cuando fue impartida por el clero posterior al año de 1521, pasando por los intentos de Santa Ana por llevar la educación por parte del estado, hasta llegar a Porfirio Díaz. Sin embargo, lo que nos interesa más sucedió posterior a la revolución mexicana, en la época en que la Secretaría de Educación Pública ( SEP) fue creada, el 3 de octubre de 1921, durante el gobierno del General Álvaro Obregón. En este tiempo, la instrucción ocupó un lugar muy importante, que siguió los ideales de la revolución mexicana al hacer de la educación un derecho del que pudieran disfrutar todos los mexicanos y cuyos beneficios llegaron a todo el país.

Las necesidades en todo el territorio nacional eran apremiantes después de que los procesos revolucionarios habían dejado al país en ruinas. El Lic. José Vasconcelos, primer secretario de esta institución, junto con el arquitecto Carlos Obregón Santacilia, construyó entre 1922 y 1924 la escuela modelo “Centro Escolar Benito Juárez” con un millón de pesos. México no tenía recursos suficientes para continuar este modelo educativo de escuela. Es importante destacar que éste periodo se caracterizó por la utilización del estilo Colonial, impulsado por las ideas nacionalistas de la época. Aún cuando no se realizaron prototipos de edificios escolares, la capital fue modelo para los demás estados de la república.



CENTRO ESCOLAR BENITO JUÁREZ  
◀ Construida por Carlos Obregón Santacilia, 1924,  
Ubicación: Calle Jalpa Col. Roma Ciudad de México.  
Fuente: ABA

Para 1932, Plutarco Elías Calles impulsaría las escuelas Rurales, pensando que las escuelas serían un medio para elevar el nivel de vida de las comunidades. Durante esta época, la SEP y el Departamento Central destinó recursos a la creación de escuelas en el Distrito Federal, que se denominaron “del millón de pesos”. Juan O’Gorman fue uno de los exponentes más importantes en este programa.

Lo esencial de las propuestas del periodo de construcción de escuelas populares de Bassols y O’Gorman<sup>1</sup>:

1) El primer concepto fijado para las escuelas consistió en establecer dos categorías: a) centros de mayor población y b) pueblos rurales. Se eliminó en ambas todo adorno y decoración y solo se aplicaron los aplanados de cal con uso del color de resonancias populares, pero el diseño buscaba satisfacer la función para la cual estaban destinados.

2) El segundo concepto es el de “economía indispensable”. La mejor eficiencia de los edificios y su estabilidad constituyen el criterio más importante. La economía indispensable se entendió en el sentido de lograr que los edificios costaran lo menos posible dentro del mejor funcionamiento, y tendiendo a que se redujeran al mínimo los gastos de conservación y reparación para el futuro”.

3) Así lo declaraban los textos de don NARCISO Bassols para presentar los primeros resultados a la opinión pública en el texto.

Así, con el mismo dinero que se logró construir una sola escuela (la Benito Juárez), ahora se construyeron todas las de la ciudad.

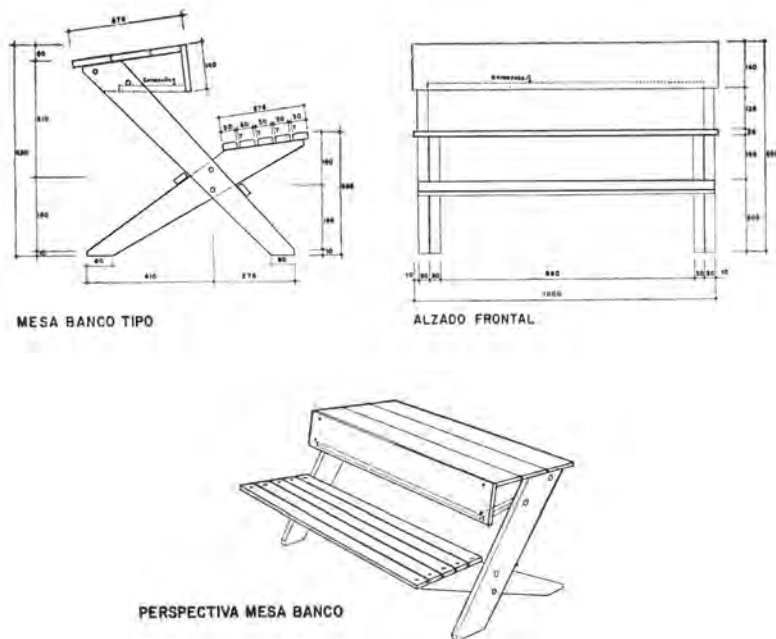
#### ESCUELA PRIMARIA COL. PORTALES

► Construida por J. O’Gorman, 1932, archivo histórico CAPFCE



<sup>1</sup> Arias, M., J. Víctor y Juan O’Gorman. 1932. *Arquitectura Escolar*. 2006. Raíces, 4. Documentos para la Historia de la Arquitectura Mexicana

El *Comité Administrador del Programa Federal de Construcción de Escuelas*, CAPFCE, fue creado como un organismo estatal descentralizado con personalidad jurídica propia y capaz de adquirir, administrar y gastar su patrimonio, para continuar el trabajo del Departamento de Edificios de la SEP. El CAPFCE fue un organismo técnico reconocido, con programas masivos de construcción que contaban con la participación de “un ejército de arquitectos para la educación”, que atendía principalmente educación preescolar, básica y media inferior. Un arquitecto obligado es Pedro Ramírez Vázquez<sup>2</sup> que participó entre otras cosas en el diseño y fabricación de mobiliario escolar; la elaboración de la Cartilla de Escuela, y el apoyo a la autoconstrucción y participación social; en donde propuso aulas de 54.00 metros cuadrados (6.00x9.00 metros), con capacidad para 48 alumnos que se distribuyeron por todo el país; así como también la construcción en serie con el diseño del *Aula-Casa Rural* (ACR), que fué un prototipo diseñado para varios climas propios del país.



Con Jaime Torres Bodet como Secretario de Educación Pública, se desarrolló una estrategia educativa, formada por programas de formación de maestros, cruzada nacional de alfabetización y la creación del CAPFCE. Para 1944, se comenzaron las primeras construcciones escolares construidos por CAPFCE. Estas construcciones no seguían normas rígidas, así pues, las escuelas siguieron los materiales y climas de la región.

CAPFCE planeaba la localización de los conjuntos educativos de acuerdo con las características socioeconómicas de cada entidad, municipio o localidad y señalaba las especificaciones que tendrían los diversos tipos de escuelas, así como las características de los materiales de construcción que se emplearían en ellas, el mobiliario y equipo en general.

La planeación de infraestructura escolar comenzó en nuestro país con este organismo, que construyó escuelas masivamente, las cuales poseían ahora una nueva tipificación y procedimientos constructivos innovadores, siguiendo principios del estilo “Internacional” con elementos de arquitectura regional.

Con Adolfo Ruiz Cortines (1953-1958) se propuso el aula Hidalgo para las escuelas rurales, con dimensiones de 8x6m, con iluminación y entrada por un costado menor. El techo sobresalía dos metros a cada lado para proteger las ventanas de la entrada directa del sol. Construido así, fue capaz de albergar a 50 alumnos.

De esta manera, durante más de 30 años funcionó el CAPFCE. Para 1977 se inicia la descentralización de programas y recursos a los estados. Comienza un proceso para trasladar la responsabilidad de la construcción de escuelas primarias y secundarias a las administraciones estatales. Para 2007, se presenta la iniciativa del Proyecto de la Ley General de la Infraestructura Educativa, que reforzaría las funciones disminuidas del CAPFCE, y la creación de un organismo con nuevas atribuciones.

#### MOBILIARIO ESCOLAR

◀ Realizado durante la gerencia del CAPFCE por el arquitecto Pedro Ramírez Vázquez.

El INIFED, *Instituto Nacional de Infraestructura Física Educativa*, es un organismo con facultades y atribuciones que manifiestan el reconocimiento a la trayectoria y experiencia de su antecesor. El INIFED coordina las actividades derivadas de la prevención y atención de daños de la infraestructura educativa ocasionados por desastres naturales, y proporciona capacitación, consultoría y asistencia técnica. Este instituto se ocupa de regular y mantener la infraestructura escolar del país a través de instalaciones seguras, integrales y de calidad vinculadas al modelo educativo nacional. Hasta la actualidad es la institución que sigue con el legado del CAPFCE.

Consejo Nacional de Fomento Educativo ( CONAFE) es un organismo descentralizado que surge en 1971, con el objetivo de ofrecer servicios educativos a niños y jóvenes de las zonas rurales e indígenas más apartadas y desfavorecidas de México.

Ha habido trabajo en conjunto entre la CONAFE y la UNAM, como es el caso de la tesis de licenciatura *Aula para la equidad* (2014) realizada por alumnos de la Facultad de Arquitectura, UNAM, quienes crearon espacios adecuados para la zona del país donde dicha aula está ubicada y cumple sus funciones en la actualidad. Este es un ejemplo claro de la colaboración entre instituciones públicas para mejorar la infraestructura educativa en el país.

El problema de fondo es que en un país en donde todas las necesidades son apremiantes, ¿cuáles atender primero? De acuerdo con la presente investigación, podemos ver las diferentes formas que se utilizaron para resolver cada necesidad y sus resultados. Así, nosotros podemos decidir qué ha funcionado y analizar qué podemos hacer nosotros en el siglo XXI con problemáticas que han estado presentes a lo largo de la historia de la arquitectura escolar en México.

#### AULA RURAL SAN AMBROSIO TOLIMÁN

- Construida por CONAFE, bajo la dirección de los estudiantes Oscar Meza y Adalberto Chong.





# MARCO NORMATIVO

NORMATIVIDAD SEDESOL TOMO 1 (EDUCACION Y CULTURA)

ESCUELA PRIMARIA (SEP-CAFFCE)

Inmueble en el que se albergan una o más escuelas del nivel elemental, área básica del Sistema Educativo, en el cual se atiende la enseñanza de grupos de alumnos con edad entre 6 y 14 años en los turnos matutino y vespertino, y en algunos casos el turno nocturno para población estudiantil con mayor edad.

En este elemento se imparten 6 grados de estudio cuya duración es un año cada uno; en él se inculcan los valores sociales, y se imparten conocimientos y principios científicos y culturales básicos, como antecedentes propedéuticos obligatorios para el nivel medio básico.

Para cumplir sus funciones, el inmueble cuenta generalmente con aulas, dirección, bodega, cooperativa, intendencia, sanitarios, plaza cívica, cancha de usos múltiples, áreas verdes y libres, estacionamiento.

Su dotación se considera necesaria en localidades mayores de 2,500 habitantes, para lo cual se recomiendan módulos tipo de 18, 12 y 6 aulas, a seleccionar de acuerdo a la cantidad de población por atender.

En esta tabla podemos ver que entre los componentes arquitectónicos no se contempla la biblioteca en la escuela, como podremos ver mas adelante en el estudio de la SEP sobre bibliotecas en escuelas primarias, podremos observar las consecuencias de esto.

Sistema Normativo de Equipamiento Urbano. Sistema Normativo de Equipamiento Urbano.

PRIMER TOMO DE SEDESOL

► Normatividad para el programa arquitectónico de una primaria.



## SISTEMA NORMATIVO DE EQUIPAMIENTO

SUBSISTEMA: Educación (SEP-CAFFCE)

ELEMENTO: Escuela Primaria

### 4. PROGRAMA ARQUITECTONICO GENERAL

MODULOS TIPO	A 18 AULAS			B 12 AULAS			C 6 AULAS					
	Nº DE LOCALS	LOCAL	CUBIERTA	DESCUBIERTA	Nº DE LOCALS	LOCAL	CUBIERTA	DESCUBIERTA	Nº DE LOCALS	LOCAL	CUBIERTA	DESCUBIERTA
<b>COMPONENTES ARQUITECTONICOS</b>												
AULAS	18	52	936		12	52	624		6	48	288	
DIRECCION ( 2 )	1	52	52		1	52	52		1	10.5	10.5	
BODEGA	1	26	26		1	26	26		1	10.5	10.5 (3)	
COOPERATIVA ( 2 )	1	52	52		1	52	52					
INTENDENCIA	1	26	26									
SANITARIOS	2	52	104		2	26	52		2	13.5	27	
NUCLEO DE ESCALERAS	3	100	300		2	100	200					
CIRCULACIONES INTERIORES Y VOLADOS			582				379				126	
PLAZA CIVICA	1	450		450	1	300		300	1	150		150
CANCHA DE USOS MULTIPLES	3	620		1,860	2	620		1,240	1	620		620
AREAS VERDES Y LIBRES Y CIRCULACIONES EXTERIORES				463				340				393
ESTACIONAMIENTO ( cajones )	18	12.5		225	12	12.5		150	6	12.5		75
<b>SUPERFICIES TOTALES</b>			2,078	2,998			1,385	2,030			462	1,238
SUPERFICIE CONSTRUIDA CUBIERTA	M2		2,078				1,385				462	
SUPERFICIE CONSTRUIDA EN PLANTA BAJA	M2		902				600				462	
SUPERFICIE DE TERRENO	M2		3,900				2,630				1,700	
ALTURA RECOMENDABLE DE CONSTRUCCION (4 pisos)			.2 ( 6 metros )				2 ( 6 metros )				1 ( 3 metros )	
COEFICIENTE DE OCUPACION DEL SUELO $c_{os}$ ( 1 )			0.23 ( 23% )				0.23 ( 23% )				0.27 ( 27% )	
COEFICIENTE DE UTILIZACION DEL SUELO $c_{us}$ ( 1 )			0.53 ( 53% )				0.53 ( 53% )				0.27 ( 27% )	
ESTACIONAMIENTO	cajones		18				12				6	
CAPACIDAD DE ATENCION ( 5 )	alumnos por día		1,260				840				420	
POBLACION ATENDIDA ( 6 )	habitantes		7,560				5,040				2,520	

Las normas de equipamiento nos indican tres rubros principalmente, el de localización y dotación regional y urbana, el de ubicación urbana, y el de selección del predio, así como el de plan arquitectónico general. En las tres podemos observar unas normas genéricas, con algunas variaciones, y vemos que todo el programa está regido por la UBS (Unidad Básica de Servicio), siendo el Aula. Así, el número de cajones de estacionamiento es de 1 por cada UBS. El terreno recomendado, así como el radio de servicio recomendable, se establece en 500m (o 15min).

PRIMER TOMO DE SEDESOL  
 ▼ Normatividad para el programa arquitectónico de una primaria.

SISTEMA NORMATIVO DE EQUIPAMIENTO						
SUBSISTEMA: Educación ( SEP-CAFFCE ) ELEMENTO: Escuela Primaria						
1. LOCALIZACION Y DOTACION REGIONAL Y URBANA						
JERARQUIA URBANA Y NIVEL DE SERVICIO	REGIONAL	ESTATAL	INTERMEDIO	MEDIO	BASICO	CONCENTRACION RURAL
RANGO DE POBLACION	(+) DE 100,001 A 500,001 H.	100,001 A 500,000 H.	50,001 A 100,000 H.	10,001 A 50,000 H.	5,001 A 10,000 H.	2,500 A 5,000 H.
LOCALIDADES RECEPTORAS	●	●	●	●	●	●
LOCALIDADES DEPENDIENTES ( 1 )						
RADIO DE SERVICIO REGIONAL RECOMENDABLE	5 KILOMETROS ( o 30 minutos )					
RADIO DE SERVICIO URBANO RECOMENDABLE	500 METROS ( o 15 minutos )					
POBLACION USUARIA POTENCIAL	NIÑOS DE 6 A 14 AÑOS ( 18% de la población total aproximadamente )					
UNIDAD BASICA DE SERVICIO ( UBS )	AULA					
CAPACIDAD DE DISEÑO POR UBS	35 ALUMNOS POR AULA POR TURNO					
TURNO DE OPERACION ( 5 horas )	2	2	2	2	2	2
CAPACIDAD DE SERVICIO POR UBS ( alumnos/año )	70	70	70	70	70	70
POBLACION BENEFICIADA POR UBS ( alumnos )	420	420	420	420	420	420
M2 CONSTRUIDOS POR UBS	77 A 115 ( m2 construidos por cada aula )					
M2 DE TERRENO POR UBS	217 A 293 ( m2 de terreno por cada aula )					
CAJONES DE ESTACIONAMIENTO POR UBS	1 CAJON POR CADA AULA					
CANTIDAD DE UBS REQUERIDAS ( aulas )	1,100 A (+) 238 A 1,190	110 A 238	24 A 119	12 A 24	6 A 12	3 A 6
MODULO TIPO RECOMENDABLE ( UBS/aula ) ( 1 )	18	18	18	12	12	6
CANTIDAD DE MODULOS RECOMENDABLE ( 2 )	66 A (+)	13 A 66	7 A 13	2 A 10	1 A 2	1 A 2
POBLACION ATENDIDA ( habitantes por módulo )	7,560	7,560	7,560	5,340	5,040	2,520

SISTEMA NORMATIVO DE EQUIPAMIENTO						
SUBSISTEMA: Educación ( SEP-CAFFCE ) ELEMENTO: Escuela Primaria						
3. SELECCION DEL PREDIO						
JERARQUIA URBANA Y NIVEL DE SERVICIO	REGIONAL	ESTATAL	INTERMEDIO	MEDIO	BASICO	CONCENTRACION RURAL
RANGO DE POBLACION	(+) DE 100,001 A 500,001 H.	100,001 A 500,000 H.	50,001 A 100,000 H.	10,001 A 50,000 H.	5,001 A 10,000 H.	2,500 A 5,000 H.
MODULO TIPO RECOMENDABLE ( UBS/aula )	18	18	18	12	12	6
M2 CONSTRUIDOS POR MODULO TIPO	2,078	2,078	2,078	1,385	1,385	462
M2 DE TERRENO POR MODULO TIPO	3,900	3,900	3,900	3,300	3,638	1,700
PROPORCION DEL PREDIO ( ancho / largo )	1   1 A 1   1.5					
FRENTE MINIMO RECOMENDABLE ( metros )	55	55	55	45	45	35
NUMERO DE FRENTE RECOMENDABLES	1 A 3	1 A 3	1 A 3	1 A 3	1 A 3	1 A 3
PENDIENTES RECOMENDABLES ( % ) ( 1 )	0% A 4% ( positiva )					
POSICION EN MANZANA	MANZANA COMPLETA ( 3 CATEGORIAS )		CALLECERA ( 1 MEDIA MANZANA )		ESQUINA O MEDIA MANZANA	
AGUA POTABLE	●	●	●	●	●	●
ALCANTARILLADO Y/O DRENAJE	●	●	●	●	●	●
ENERGIA ELECTRICA	●	●	●	●	●	●
ALUMBRADO PUBLICO	●	●	●	●	■	■
TELEFONO	●	●	■	■	■	▲
PAVIMENTACION	●	●	●	●	■	■
RECOLECCION DE BASURA	●	●	●	●	●	●
TRANSPORTE PUBLICO	●	●	●	■	▲	▲

SISTEMA NORMATIVO DE EQUIPAMIENTO						
SUBSISTEMA: Educación ( SEP-CAFFCE ) ELEMENTO: Escuela Primaria						
2- UBICACION URBANA						
JERARQUIA URBANA Y NIVEL DE SERVICIO	REGIONAL	ESTATAL	INTERMEDIO	MEDIO	BASICO	CONCENTRACION RURAL
RANGO DE POBLACION	(+) DE 100,001 A 500,001 H.	100,001 A 500,000 H.	50,001 A 100,000 H.	10,001 A 50,000 H.	5,001 A 10,000 H.	2,500 A 5,000 H.
HABITACIONAL	●	●	●	●	●	●
COMERCIO, OFICINAS Y SERVICIOS	▲	▲	▲	■	●	●
INDUSTRIAL	▲	▲	▲	▲	■	■
NO URBANO ( agrícola, pesquero, etc. )	▲	▲	▲	▲	▲	▲
CENTRO VECINAL	●	●	●	●	●	
CENTRO DE BARRIO	●	●	●	●		
SUBCENTRO URBANO	▲	▲				
CENTRO URBANO	▲	▲	▲	■	■	●
CORREDOR URBANO	▲	▲	▲	■	■	●
LOCALIZACION ESPECIAL	■	■	■	■	■	■
FUERA DEL AREA URBANA	▲	▲	▲	▲	▲	▲
CALLE O ANDADOR PEATONAL	●	●	●	●	●	●
CALLE LOCAL	●	●	●	●	●	●
CALLE PRINCIPAL	●	●	●	●	●	●
AV. SECUNDARIA	■	■	■	■	■	■
AV. PRINCIPAL	▲	▲	▲	▲	▲	▲
AUTOPISTA URBANA	▲	▲				
VALIDAD REGIONAL	▲	▲	▲	▲	▲	▲

INIFED marca la normatividad actual más usual dentro de las escuelas, como se analizó, es la institución encargada de dicha labor, tiene una gran cantidad de requerimientos que en su mayoría provienen del antiguo CAPFCE. A continuación pondremos lo que nos atañe como es la normatividad para biblioteca, salón de clases, y salón de usos múltiples. A continuación se anexan las tablas.

## REQUERIMIENTOS FUNCIONALES

BIBLIOTECA	TIPO DE ESPACIO	Espacio destinado a la lectura, aprendizaje y consulta del acervo bibliográfico del plantel.
		Alumnos interactúan y trabajan en grupos o de manera individual.
		El mobiliario debe ser ligero, resistente y confortable para el desarrollo de la lectura e investigación.
	HEMBRERA DE ACCESO	Relación directa con el salón de usos múltiples, salón TIC
		Accesible desde y hacia las circulaciones principales, con visibilidad directa desde la Dirección.
		Acceso indirecto hacia los salones y la plaza cívica.
	CONDICIONES AMBIENTALES	Orientación: Norte – Sur.
		Temperatura 18° a 25° Celsius.
		Iluminación natural. Mínimo 17.5 % del área del local.
		Ventilación: Natural cruzada. Mínimo 1/9 del área del local.
		Acústica: 25 dB (silencioso).
		Humedad relativa: 50%.
La biblioteca proporcionar á un ambiente que acerque y familiarice al alumno con la lectura y la investigación; se equipará con área de colección o acervo, área de lectura recreativa, área de trabajo y estudio así como también área de recursos audiovisuales.		

▼ INIFED TOMO XVIII  
Diseño Arquitectónico: Educación Básica - Primaria.

## 4.4. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES

SALÓN DE CLASES	FUNCIONAL	Espacio destinado a la impartición de materias que corresponden a las áreas del conocimiento básico.
		Alumnos y docentes interactúan y trabajan en grupos o de manera individual.
		Mobiliario ligero, apilable, que permita el trabajo individual o en grupo. Equipo y recursos informáticos para el uso de materiales y el desarrollo de actividades pedagógicas.
ESPANTEL DIVISORIO	Acceso directo desde las circulaciones. El elemento divisorio entre el salón y las áreas verdes será mínimo 50% de cristal transparente.	
	Accesible desde y hacia las áreas de recreación, con visibilidad directa desde la Dirección.	
	Acceso indirecto hacia el Salón Laboratorio, el Salón de TIC y el Salón de Usos Múltiples.	
CONDICIONES AMBIENTALES	Sin relación directa al acceso del plantel y a las circulaciones generales.	
	Orientación: Norte-Sur.	
	Temperatura 18° a 25° Celsius.	
	Iluminación natural. Mínimo 17% del área del local. La entrada de luz natural se controlará para minimizar las ganancias térmicas y el deslumbramiento.	
	Ventilación: Natural cruzada. Mínimo 1/9 del área del local.	
	Acústica: 25/35 dB (silencioso o moderado).	
	Humedad relativa: 50%	
Cada salón proporcionará un ambiente de aprendizaje, donde se desarrolle la comunicación y las interacciones que posibilitan el aprendizaje y se estimule la creatividad.		

Aquí se incluye al salón de usos múltiples para denotar las actividades compartidas que tiene con la biblioteca, y para ver sus requerimientos según el INIFED.

INIFED TOMO XVIII  
 Diseño Arquitectónico: Educación Básica - Primaria.



REQUERIMIENTOS FUNCIONALES

SALÓN DE USOS MÚLTIPLES	RECREACIÓN	Espacio destinado a la realización de diferentes actividades, ya sean de carácter social, entretenimiento o académico
		Generalmente los alumnos presencian como espectadores y los docentes como presentadores de la actividad.
		El mobiliario debe ser ligero y móvil que permita diferentes acomodos, debe considerarse el uso de colchones y el local debe estar equipado con un teatro guiñol.
	RECREACIÓN ESPACIALES	Acceso directo hacia el salón TIC, Biblioteca y USAER.
		Accesible desde y hacia las áreas de recreación con visibilidad directa desde la Dirección.
		Acceso indirecto hacia los salones y la plaza cívica.
	COMUNICACIÓN MULTIMEDIA	Orientación: Norte – Sur.
		Temperatura 18° a 25° Celsius.
		Iluminación natural. Mínimo 17.5% del área del local.
		Ventilación: Natural cruzada. Mínimo 1/9 del área del local.
		Acústica: 25/65 dB (silencioso o moderado).
		Humedad relativa: 50%.
		Este salón proporcionará un ambiente de aprendizaje mediante actividades artísticas



1.00x1.00x1.00 m (excepto los indicados), hecho de tabique o block con aplanado pulido en su interior y arenoso en la parte inferior del mismo (fc= 150kg/cm²).

Se diseñará un cuarto eléctrico para la colocación del acondicionador de línea y tablero sub general de tensión regulada.

El Tablero sub general recomendado de tensión regulada será para sobreponer en muro tipo (spectra plug -in), 3f -4h+pt, 600vca max., 60hz, con interruptor principal y derivados tipo (plug -in), con barra de puesta a tierra (neutro), barra de puesta a tierra aislada y barra de puesta a tierra general, colocado a 0.20 m/s.n.p.t. a la parte inferior del mismo. Lo anterior será de acuerdo a la capacidad requerida del acondicionador de línea y la cantidad de circuitos requeridos para este servicio, ya que de ser posible, este tablero podrá ser sustituido por un centro de carga tipo (TLM), con barra de puesta a tierra aislada.

El Tablero de alumbrado y control recomendado (centro de carga eléctrico de zona), para sobreponer en muro tipo (TLM), 2f -3h+pt, 220 -127vca, 60hz, con interruptores termomagnéticos tipo (thql), con barra de puesta a tierra (neutro), barra de puesta a tierra general, colocado a 1.80 m/s.n.p.t. hasta la parte superior del mismo. El control de iluminación y alimentación de los locales será por medio de tableros por módulo o edificio según se requiera.

Utilizar energías renovables en el caso de iluminación exterior como lámparas de poste con sistema fotovoltaico.

La iluminación natural se cubrirá con un porcentaje mínimo de 17.5% respecto a la superficie del terreno y la iluminación artificial deberá ser en color blanco Frío (4100°).

Para el cálculo del alumbrado artificial se considerarán los siguientes niveles de iluminación mínimos:

Salones de clases.	350-400 luxes
Bibliotecas.	600 luxes
Talleres y Laboratorios.	350-600 luxes
Aulas de Computo.	350-400 luxes
Oficinas en general.	350-500 luxes
Sanitarios.	200 luxes
Circulaciones.	200 luxes
Cafeterías.	300 luxes
Alumbrado Exterior.	10 luxes
Estacionamientos.	20 luxes
Locales no Específicos.	350 luxes

# LA BIBLIOTECA ESCOLAR

"La escuela y la biblioteca no deben considerarse como manifestaciones rivales; ni siquiera como entidades independientes. Si una y otra no se articulan, nuestro proceso será muy lento."

JAIME TORRES BODET.

La biblioteca escolar tiene cinco componentes básicos: Los acervos, el espacio, la infraestructura y equipamiento con que cuentan, así como la tecnología que utilizan, el personal responsable de atenderlas y los servicios que ofrecen.

## Objetivo de la Biblioteca escolar:

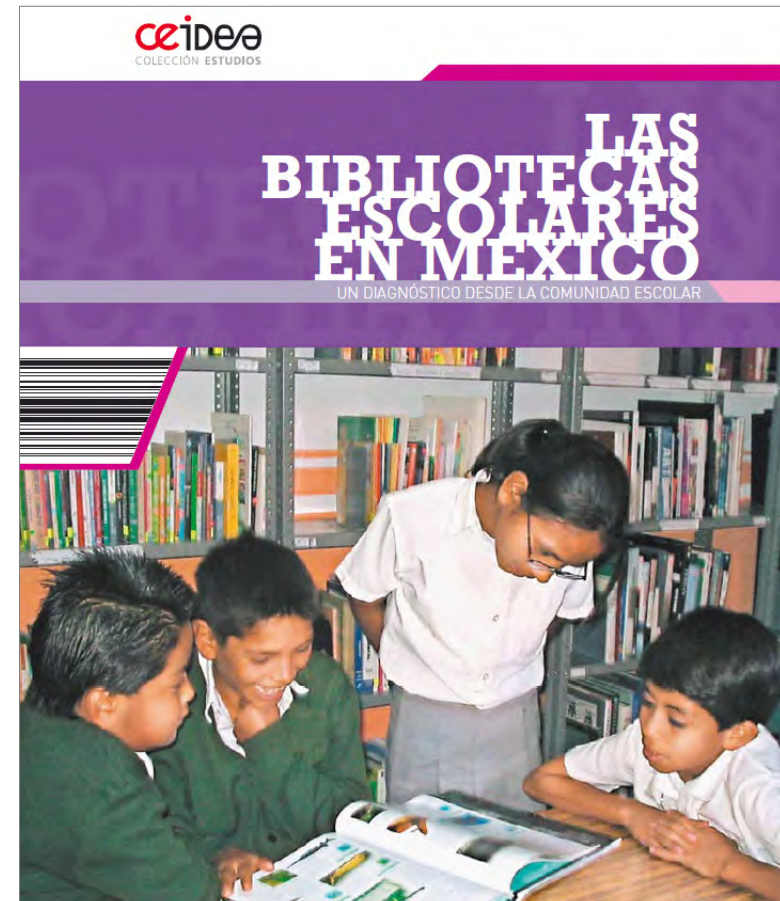
- Apropiación social y pública de los libros
- Una institución al servicio y disposición de todos los alumnos durante sus años de formación.
- Brindar acceso al conocimiento.
- Ser un lugar de convivencia.
- Ser un lugar de eventos culturales, y actividades comunitarias.

## Debe ser:

- Flexible
- Ergonómica
- Compacta
- Equipada
- Accesible
- Controlada
- Organizada
- Segura
- Cómoda

## ESTUDIO DE LAS BIBLIOTECAS

- Análisis de la situación de las bibliotecas escolares en México, SEP 2010.





#### BIBLIOTECA ALM

▲ Se demuestra la falta de mobiliario adecuado para dar clases, y aunque actualmente funciona como espacio para un único fin, está subutilizado y desorganizado.

Para tener una mayor aproximación sobre el tema de las bibliotecas escolares, se analiza *EL ESTUDIO DE LAS BIBLIOTECAS ESCOLARES EN MÉXICO* (SEP, CEI) Año 2010, que permite tener un acercamiento a la situación de las bibliotecas escolares en el país. En este estudio<sup>1</sup> se encontró que de la superficie ocupada por las bibliotecas en las escuelas primarias en México, el 26% de las escuelas observadas tiene 10 m<sup>2</sup> o menos, y el 50% de las escuelas tiene menos de 30 m<sup>2</sup> asignados como biblioteca. Aún así existen locales más amplios. Sin embargo no representan la norma.

Para compensar este problema, las primarias han adoptado programas como la *Biblioteca de Aula* (BA), que consiste en una colección de libros distintos a los de texto para el uso cotidiano de los alumnos y maestros. En teoría se seleccionan según las necesidades de lectura del grado al que pertenecen los alumnos.

El 50% de las escuelas en este estudio reportan contar con biblioteca de aula al menos en algunos salones. De todas las escuelas existentes en el país, solo el 22% aseguran tener bibliotecas de aula funcionando en todas las aulas.

Poco más de la mitad de las escuelas cuenta con espacios exclusivos para la biblioteca escolar, y por lo general son pequeños e inadecuados. Y estos espacios no existen en los preescolares indígenas.

Situación crítica en equipo informático.

Mobiliario carente de diseño apropiado para cumplir con su función.

Los lineamientos de una biblioteca están más regulados por organismos internacionales como es la UNESCO.

<sup>1</sup> Disponible en la página [http://lectura.dgme.sep.gob.mx/ArchivosIndex/BIBLIOTECAS\\_MEXICO\\_OEI.pdf](http://lectura.dgme.sep.gob.mx/ArchivosIndex/BIBLIOTECAS_MEXICO_OEI.pdf)

En cuanto a la normatividad internacional, nos señala la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura), en el texto *La Biblioteca de la Escuela Primaria y sus servicios*. (7ª ed. Ed. G.F. Thieme. París. 104 pp) en diferentes modalidades algunos principios en cuanto a:

### Ubicación y espacio

La importante función pedagógica de la biblioteca escolar debe reflejarse en las facilidades, los muebles y el equipamiento. Es de vital importancia incorporar la función y el uso de la biblioteca escolar cuando se diseñan nuevos edificios escolares o se reconstruyen los existentes.

No existen estándares universales para las facilidades de una biblioteca escolar. Sin embargo, puede resultar útil disponer de una fórmula sobre la que se puedan basar las estimaciones a la hora de planificar con el fin de que una nueva biblioteca (o una biblioteca renovada) pueda satisfacer las necesidades de la escuela de la manera más óptima. La planificación debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Ubicación central, en la planta baja si es posible
- Fácil acceso y proximidad, cerca de todas las áreas docentes
- Ruido. Debe haber partes de la biblioteca aisladas del ruido exterior
- Iluminación suficiente y adecuada, artificial y a través de ventanas
- Temperatura ambiental adecuada (aire acondicionado, calefacción) para procurar buenas condiciones de trabajo durante todo el año, así como la buena conservación del acervo.
- Diseño adecuado para satisfacer las necesidades especiales de los usuarios con discapacidad física.
- Seguridad
- Buena iluminación
- Diseño que proporcione muebles robustos y funcionales y que a la

vez pueda proporcionar espacios más específicos así como satisfacer las necesidades de los usuarios y las actividades.

- Diseño que cumpla los requisitos especiales de la comunidad escolar de la manera menos restrictiva posible.
- Diseño que cumpla los cambios dentro de los programas bibliotecarios, de los programas docentes de la escuela, así como de la tecnología audiovisual e informática.
- Diseño que asegure el uso adecuado, el cuidado y la seguridad de los muebles, los equipos, los suministros y los materiales.
- Estructura y administración que proporcionen un acceso equitativo y oportuno a una colección diversa y organizada de recursos.
- Estructura y administración que resulten atractivas para el usuario y que estimulen el ocio y el aprendizaje, con guía y señalización atractivas.

### Los programas y las actividades deben pues diseñarse en estrecha cooperación con los siguientes miembros:

- Los alumnos
- El director de la escuela
- Los directores de los departamentos
- Los profesores
- El personal auxiliar

# PROYECTOS ANÁLOGOS

## PLAN SELVA Ministerio peruano de educación

El plan Selva es una estrategia para conseguir que la infraestructura en las áreas rurales sea mejorada por medio de un sistema de calidad replicable, escalable y flexible. En colaboración con universidades Públicas y Privadas de la República del Perú, como la Facultad de Arquitectura y Planeación Urbana de la Universidad Católica del Perú (PUCP), el ministerio de educación peruano aplicó en toda la región del Amazonas este plana para la construcción de nuevas escuelas Rurales.

### CARACTERISTICAS

Sistema prefabricado con 6 módulos adaptables, que incluye un catálogo de infraestructura, formado por 3 elementos:

Techo, piso y muros.

Condiciones de inundación.

Protección: La techumbre crea una superficie protectora de la radiación solar.

Ventilación cruzada

Rampas, de acceso.

Los muros también son mobiliario.

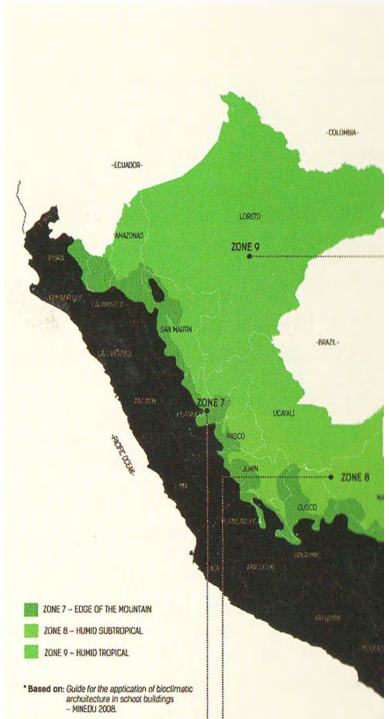
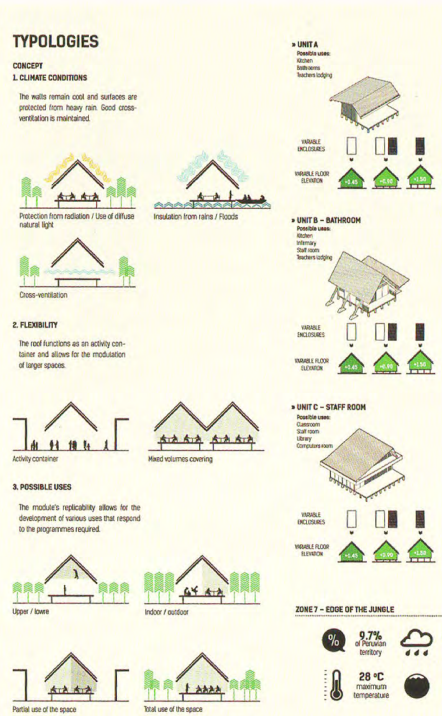
Los pisos están levantados, por lo menos 30cm del suelo.

### PLAN SELVA

► Boletín distribuido en la bienal de Venecia 2016 pabellón Perú.

### SISTEMA CONSTRUCTIVO:

- Pilotes de concreto
- Estructura Metálica
- Techumbre de lámina
- Madera en pisos, muros divisorios y mobiliario.





## Escuela Hecha a Mano

Arquitectos: Anna Heringer & Eike Roswag

Ubicación: Rudrapur, Dinajpur district, Bangladesh

Construcción: Dipshikha / METI (Modern Education and Trainig Institute) con trabajadores locales y taller propio.

El objetivo del proyecto es comunicar y desarrollar conocimientos y habilidades dentro de la población local para que puedan hacer el mejor uso posible de sus recursos disponibles.<sup>1</sup>

Esta escuela es el resultado de una unión de diferentes equipos, formados por artesanos, arquitectos y estudiantes europeos.

El uso del bambú en el primer piso permite la ventilación natural, la resistencia a los fuertes vientos locales.

Instituto de Educación y Formación Moderna: METI permite a los niños y jóvenes de la región tomar clases hasta los 14 años y ofrece talleres para profesiones orientados al comercio. La idea es proporcionar a la población rural acceso a una buena educación.

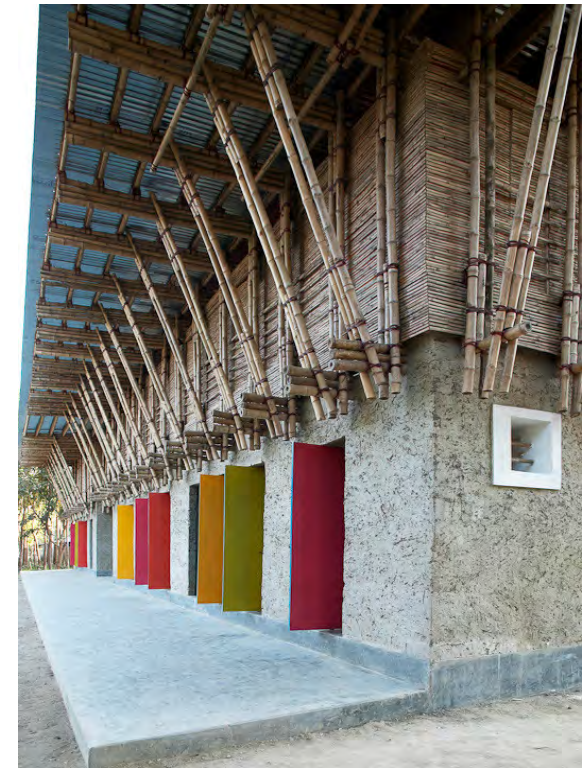
La edificación tiene una cimentación de mampostería de ladrillo de 50 cm de profundidad con un revestimiento de cemento. Los ladrillos son el producto más común de la industria manufacturera de país. Bangladesh no tiene casi ninguna reserva natural de piedra, y como alternativa, la arena aluvial arcillosa se hornea en hornos circulares abiertos para hacer ladrillos. Estos se utilizan para la construcción o se descomponen para su uso como agregado para hormigón o como astillas de lastre. El carbón importado se utiliza para prender los hornos.

### FACHADA PRINCIPAL

► Escuela Hecha a Mano

### SISTEMA CONSTRUCTIVO:

- Cimentación de tabique
- Bambú en estructura
- Techumbre de lámina
- Madera en pisos, muros divisorios y mobiliario.



<sup>1</sup> Sánchez Vidiella Álex. 2011. BAMBÚ. Frenchmann Kolón GmbH. Barcelona España. 383 pp.



## 2. MEDIO FÍSICO NATURAL

## EXTENSIÓN DE SAN CRISTÓBAL DE LAS CASAS.

San Cristóbal de las Casas se fundó el 31 de marzo de 1528, en el Estado de Chiapas. Está considerado como el segundo en importancia en el estado, de entre los 122 municipios que lo conforman, lo que se debe a su contribución al PIB estatal y a la importancia que ha alcanzado en el sector turístico.

El municipio de San Cristóbal de Las Casas está dentro de la región de los Altos de Chiapas, y cuenta con una superficie de 375.12 km,<sup>2</sup> los cuales representan el 0.51% con relación al Estado. La Ciudad (espacio urbano) representa el 8.75%, con una densidad de población de 443.67 habitantes por km<sup>2</sup>.



Chiapas



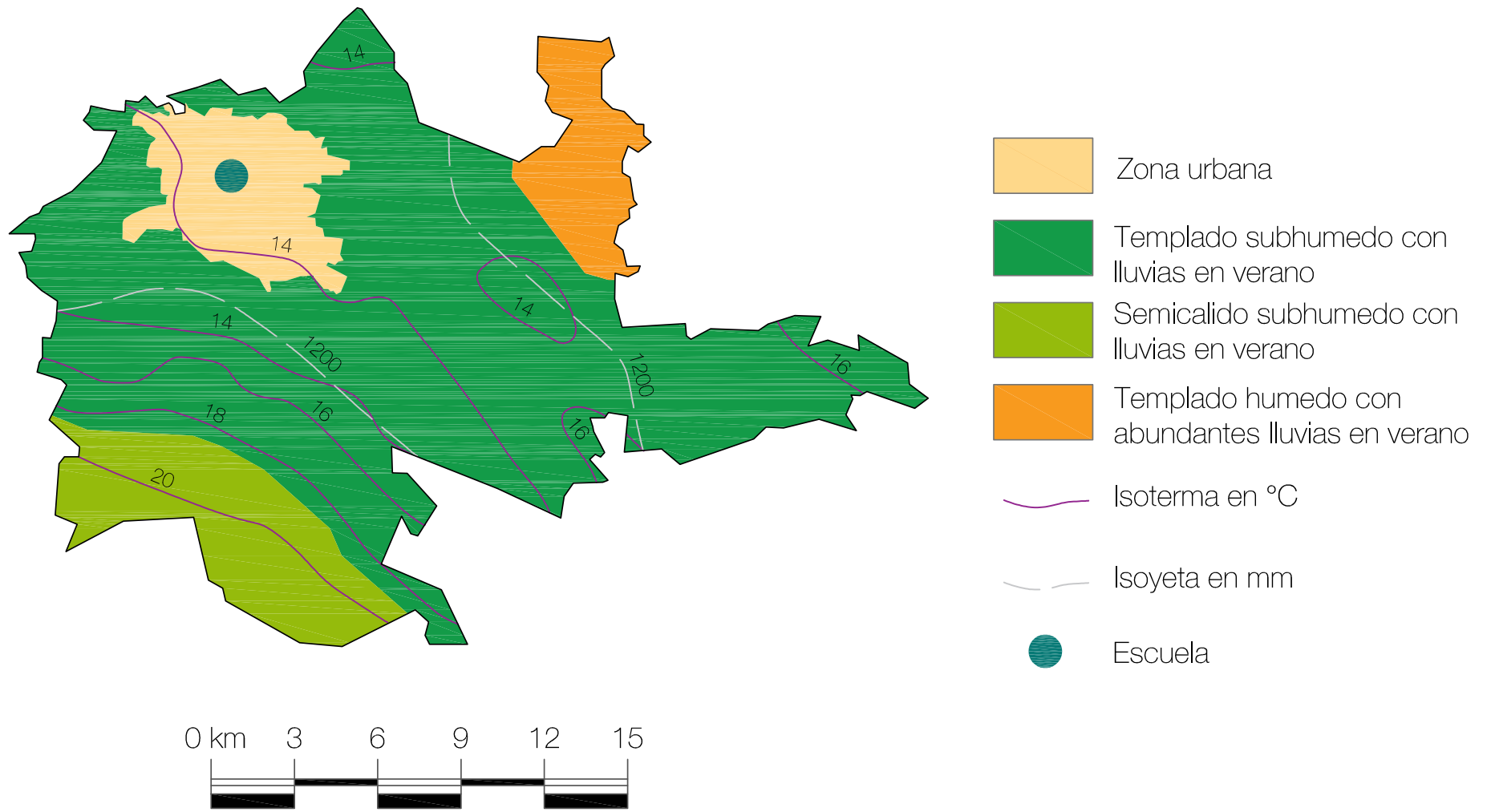
San Cristobal las Casas



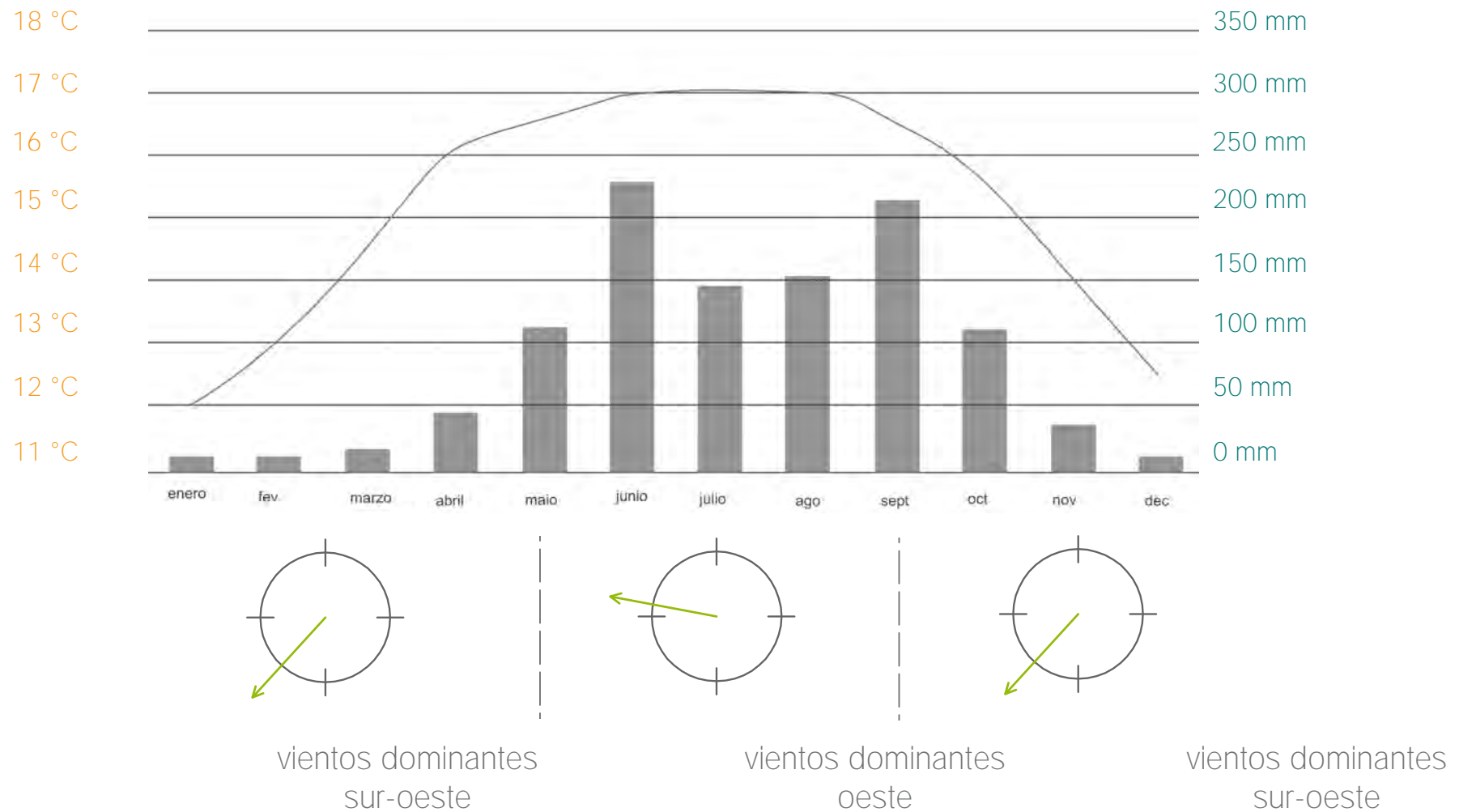
La Isla

# CLIMA

Los variantes de clima en San Cristóbal de las Casas

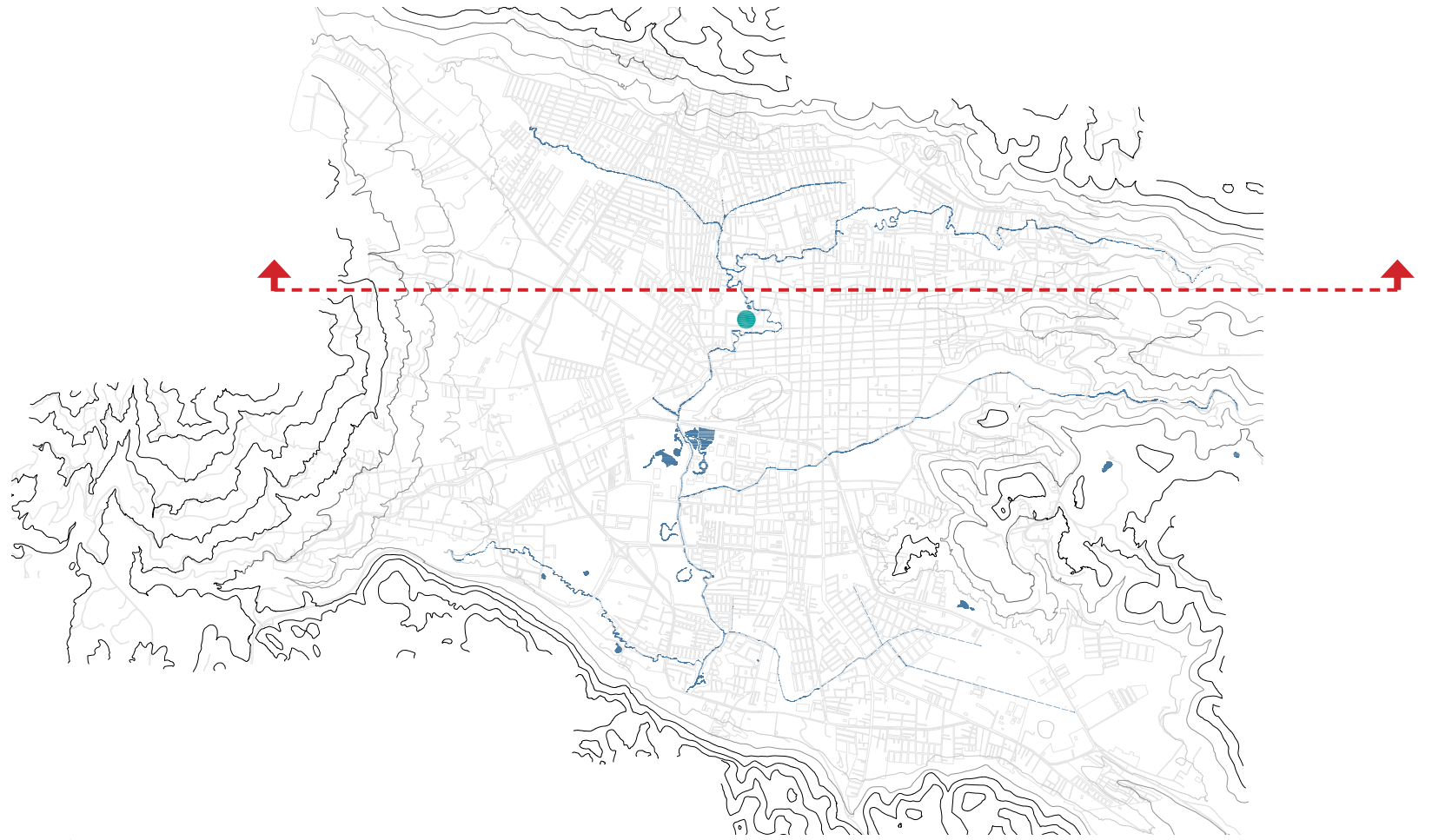


## Temperaturas y precipitaciones medianas en San Cristóbal de las Casas



# TOPOGRAFÍA

Planta



Sección oeste-este





La topografía de San Cristóbal de las Casas es muy marcada ya que se encuentra a 2200 snm, lo que determina en gran medida su clima, y diversidad.

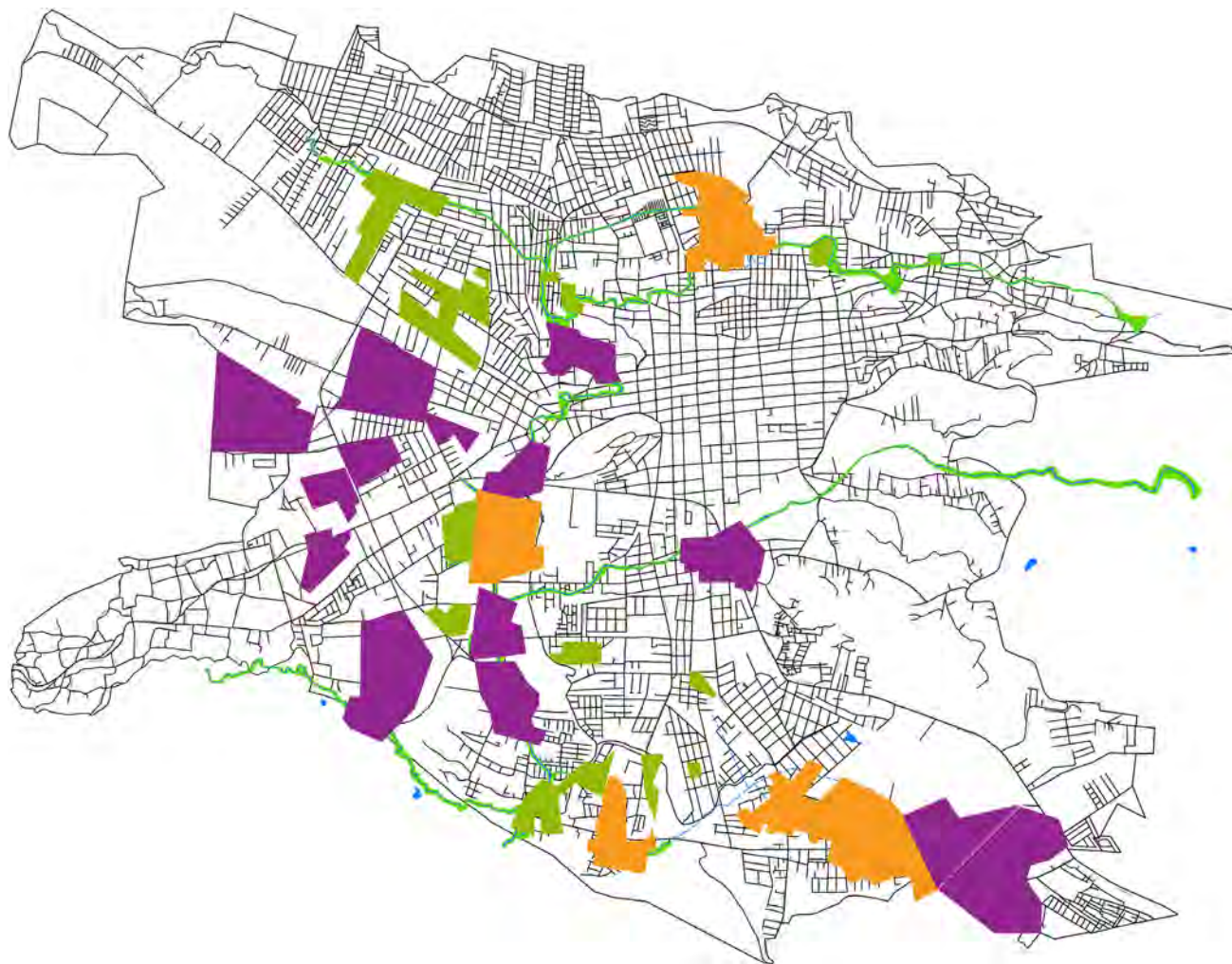
Se muestra un corte donde ilustra la topografía del barrio de la Isla, así como el resto de SCC, se puede observar también los grandes desniveles a sus alrededores, sin embargo asmeja una cuenca donde los territorios mas bajos propician la acumulación de agua. De allí se desprende la razón de la gran cantidad de humedales que existen en la región.

#### MAPA TOPOGRÁFICO

- ▲ Topografía de SCC en Google, disponible en la página <http://es-mx.topographic-map.com/places/San-Cristóbal-de-Las-Casas-865346/>

#### TOPOGRAFÍA

- ◀ Corte elaborado con las curvas de nivel. Se muestra esquemáticamente la ubicación de la escuela.



**Humedales Potenciales:**  
 Áreas de humedal que presentan aún todas sus características funcionales, de servicios y ambientales.

**Humedales Alterados**  
 Superficies de humedal susceptibles de restauración mediante técnicas de manejo hidrológico.

**Humedales Transformados**  
 Áreas de humedal que han perdido todas sus características funcionales, de servicios y ambientales producto del desarrollo urbano de la ciudad.

● Escuela

**HUMEDALES**  
 ◀ Plano donde se observan los humedales en SCC.



## RIESGOS NATURALES

Deforestación, erosión acelerada, merma de acuíferos y humedales, además de asentamientos en zonas de riesgo, así como disminuye las barreras de árboles, y el viento que antes era retenido ahora pasa con mayor facilidad.

### Bajo



TORMENTAS ELECTICAS

El riesgo por tormentas eléctrica es limitado pues al ser un valle los alrededores tienen mayor riesgo por conducción eléctrica.

### Medio



INUNDACIONES



SISMO

Ha habido inundaciones a lo largo de la historia de SCC. Sin embargo ha aumentado dicho riesgo en los últimos años.

### Alto



TORNADOS



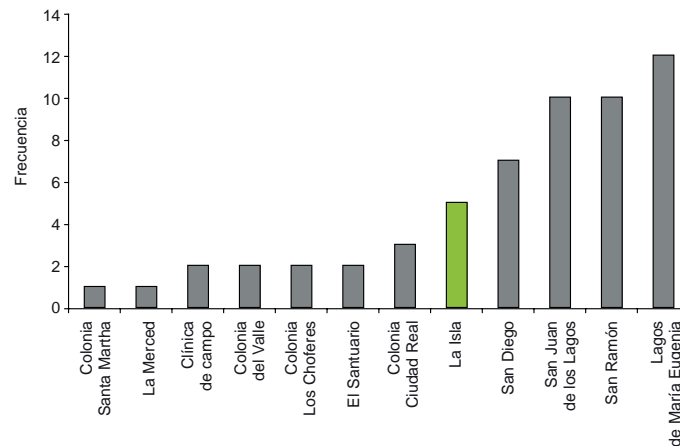
En San Cristóbal de las Casas, los tornados<sup>1</sup> son un riesgo latente, en los últimos años han azotado esta zona, y aunque no superan los 12km/h los vientos, causan estragos en la población con viviendas autoconstruidas y objetos que no están fijados en las azoteas.

<sup>1</sup> Alfaro, B. Categoría **F0**, tornado que dejó sin casas a familias de Chiapas. UNO TV.

# INUNDACIONES

En el año 2006, San Cristóbal de las Casas contaba con aproximadamente 535.93 hectáreas de humedales, pero a consecuencia del crecimiento poblacional y la urbaización, en el año 2011 se redujeron a 100.46 hectáreas, es decir 18.75% del total municipal. Del total, presentan algún grado de alteración 276.16 hectáreas, esto es, 51.52% del total municipal. Lo anterior es resultado del desarrollo urbano y otros usos agrícolas, ganaderos e incluso turísticos, por lo que sólo quedan 159.32 en buen estado de preservación, es decir, el 29.72% municipal.

Su eliminación contribuye a que en tiempos de lluvia las corrientes de agua corran con mayor fuerza y constituyan un elemento que incrementa la vulnerabilidad y el riesgo para las colonias irregulares y las construidas en las orillas de los ríos, así como la generación de tornados que cada vez se presentan con mayor frecuencia.



El Barrio La Isla ha sufrido de inundaciones en los años

1973 1982 1991 1993 2001



### HUMEDALES

◀ Terrenos de humedal dentro de la Escuela Adolfo López Mateos.

## SISMICIDAD

Chiapas se localiza en la zona de mayor riesgo sísmico a nivel nacional, debido a que en su territorio interactúan 3 placas tectónicas, la placa oceánica de Cocos, la Norteamericana y la del Caribe (esta última en un proceso de subducción).

El Estado de Chiapas se divide en tres zonas de riesgo sísmico:

**Riesgo Sísmico Alto.** Se distribuye en toda la Costa de Chiapas, que contabilizan 27 municipios con el 23% de la población del estado.

**Riesgo Sísmico Medio.** Localizada en la porción central del Estado, con 54 municipios, entre los cuales se encuentra **San Cristóbal de las Casas**. Esta zona tiene el 23.45% de la población del estado (censo 2010).

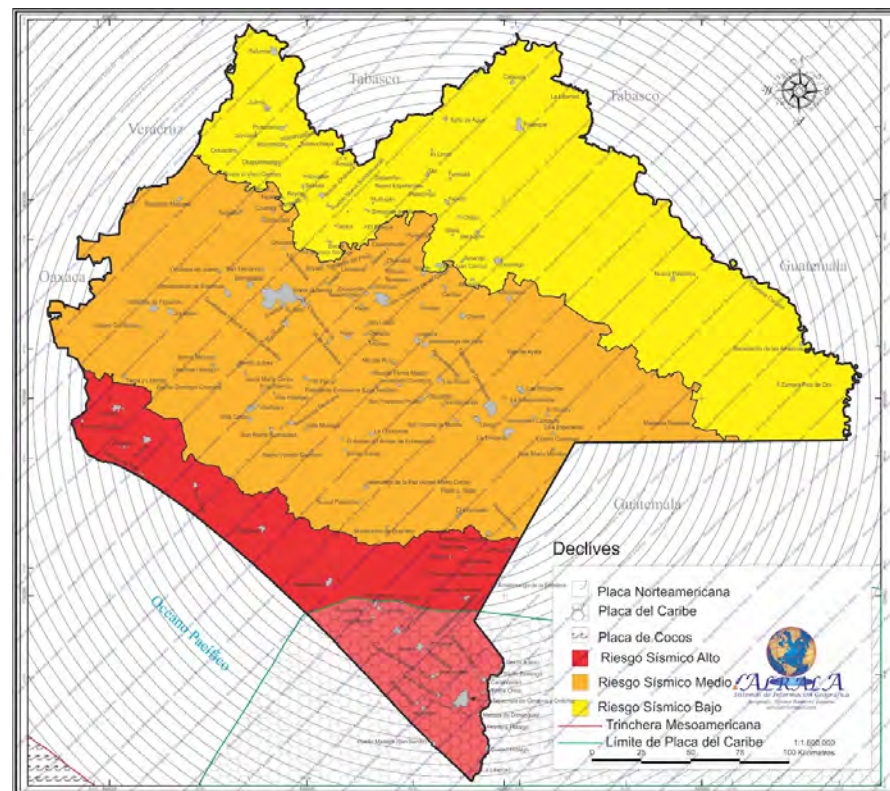
**Riesgo Sísmico Bajo.** Cubre la porción norte y noreste de la entidad, con 37 cabeceras municipales, con el 53% de la población del estado.

En este año, 2017 Se produjo el mayor sismo en la historia del país. Siendo este sismo de **8.2** grados en escala de Richter con epicentro al sur de Chiapas cerca de Tonalá (en la región costa). Con 15 personas muertas en el estado de Chiapas, 3 de ellas en San Cristóbal de las Casas.

La población afectada en Chiapas es de 350 mil familias, 5117 viviendas resultaron con deterioros parciales y más de mil con daños totales.

El titular de la SEP, Aurelio Nuño, aseguró que el sismo dejó daños de diversa magnitud en **800 escuelas** de Chiapas. <sup>2</sup>

Las construcciones más afectadas son las de autoconstrucción que no tuvieron una planeación, y menos aun algún tipo de cálculo estructural. Lo mismo podemos decir de las construcciones antiguas, con poco mantenimiento y carentes de monitoreo.

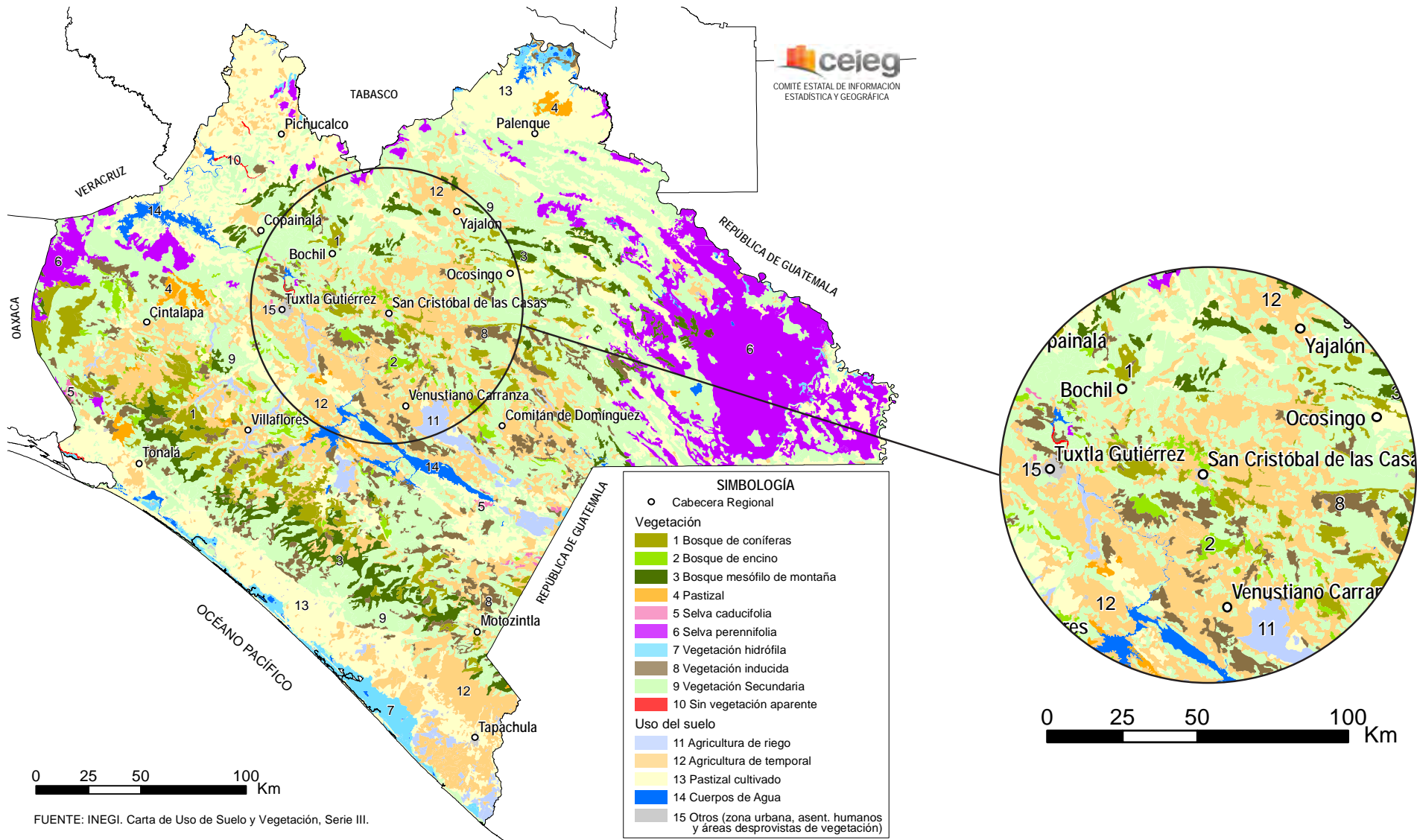


### REGIONES SÍSMICAS

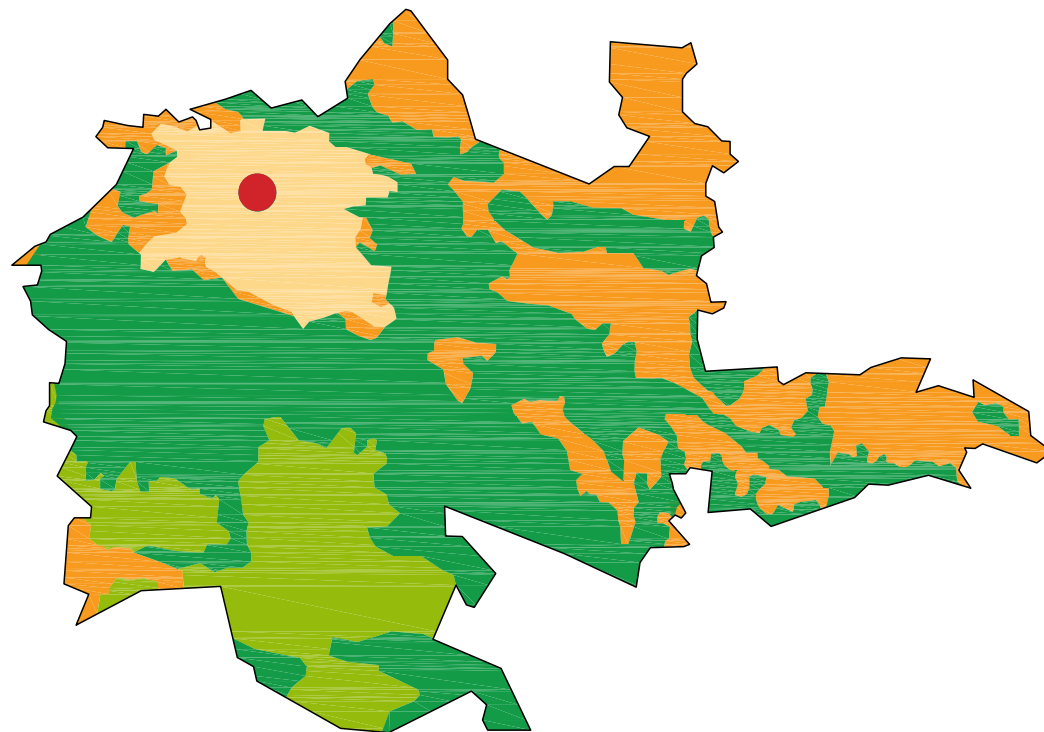
- ▲ Mapa de regiones sísmicas y placas tectónicas en Chiapas, disponible en: <http://geochiapas.blogspot.mx/2012/07/sismos-en-el-estado-de-chiapas-origenes.html>

# VEGETACIÓN EN CHIAPAS

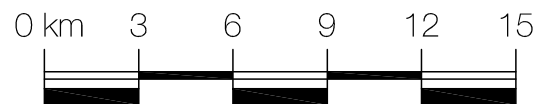
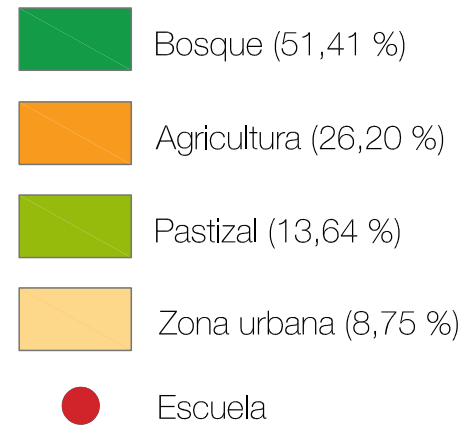
Tipos de vegetación.



## Tipo de vegetación y uso de suelo en San Cristóbal



La altura favorece el crecimiento de bosques, sin embargo por la gran cantidad de humedad, las gramíneas crecen con mucha facilidad, así el carrizo y algunas especies de bamú pueden crecer sin problema.



## Especies de árboles que se encuentran en los bosques

P i n u s  
( p i n o )



Tracción L/T: 1.200 / 4 kg/cm<sup>2</sup> (alta/despreciable)  
 Compresión L/T: 430 / 50 kg/cm<sup>2</sup> (media/baja)  
 Cortante : 95 kg/cm<sup>2</sup>  
 Módulo de ruptura : 816 kg/cm<sup>2</sup>  
 Módulo de elasticidad : 84,660 kg/cm<sup>2</sup>

Q u e r c u s i l e x  
( e n c i n o )



Madera frondosa  
 Resistencia a la compresión : 526 kg/cm<sup>2</sup>  
 Cortante : 120 kg/cm<sup>2</sup>  
 Módulo de ruptura : 795 kg/cm<sup>2</sup>  
 Módulo de elasticidad : 91,800 kg/cm<sup>2</sup>

C e d r u s  
( c e d r o )



Densidad media: 485 kg/m<sup>3</sup>  
 Resistencia a la flexión estática: 750 kg/Cm<sup>2</sup>  
 Resistencia a la compresión : 420 kg/Cm<sup>2</sup>  
 Módulo de elasticidad: 91 000 kg/Cm<sup>2</sup>  
 Resistencia a la tracción paralela: 1440 kg/Cm<sup>2</sup>

C a o b a  
( m a r a )

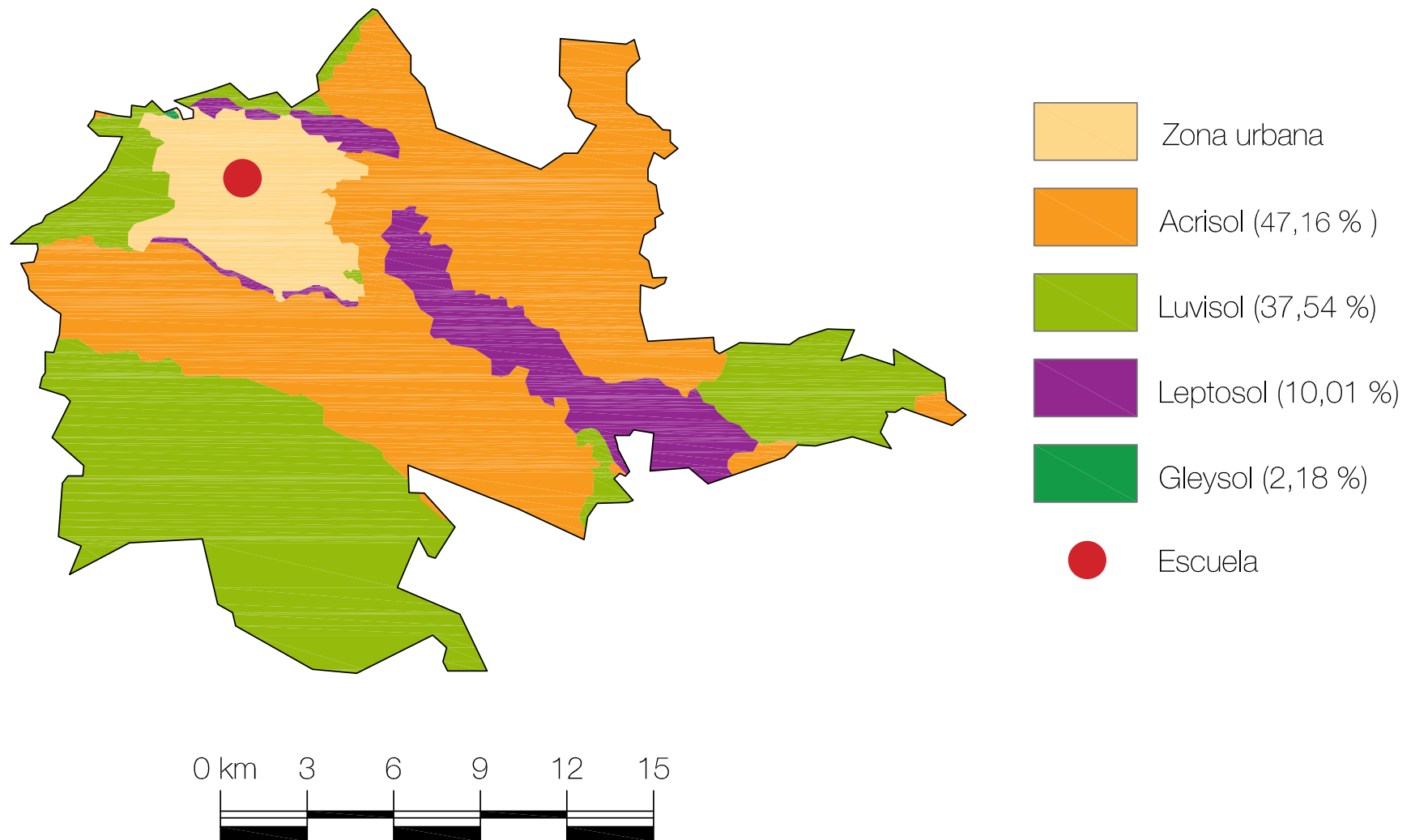


Densidad media: 560 kg/m<sup>3</sup>  
 Resistencia a la flexión estática: 850 kg/Cm<sup>2</sup>  
 Resistencia a la compresión: 460 kg/Cm<sup>2</sup>  
 Módulo de elasticidad: 90 000 kg/Cm<sup>2</sup>  
 Módulo de ruptura : 795 kg/cm<sup>2</sup>  
 Cortante : 120 kg/cm<sup>2</sup>

**Otras especies no estructurales :** *Ficus insipida* (amate), *cupressus*, liquidambar.

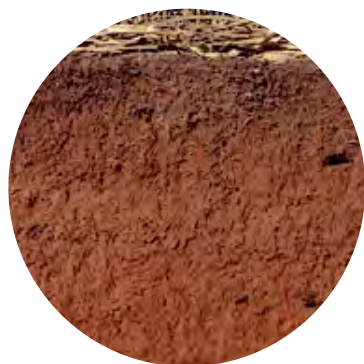
# COMPOSICIÓN DEL SUELO

Ubicación del los tipos de suelo de San Cristóbal de las Casas



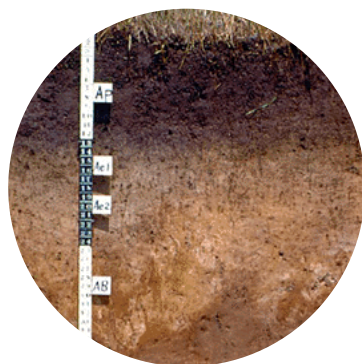
## Los diferentes tipos de tierra más presentes en San Cristóbal las Casas

**A c r i s o l**  
(47,16 por ciento)



Suelo ácido (zonas muy lluviosas)  
Acumulación de arcilla en el subsuelo.  
Vegetación de selva o bosque (uso mas apropiado : forestal). Pobre en nutrientes pero conviene para cacao, cafe, piña, plantas tropicales.  
Colores : rojos, amarillos.

**L u v i s o l**  
(37,54 por ciento)



Suelo con acumulación de arcilla.  
Zonas lluviosas.  
Vegetación de selva o bosque, pero conviene tambien para café, frutales, aguacate.  
Alta susceptibilidad de erosión.  
Colores: rojos o amarillentos, as veces oscuros.

**L e p t o s o l**  
(10,01 por ciento)



Zonas que han sufrido una erosión importante (lugares de fuertes pendientes).  
Habitualmente limitados a un espesor de algunos centímetros.  
Son frágiles, contienen mucha grava. Poco aptos para las actividades agrarias, deben reservarse para usos forestales.

**G l e y s o l**  
(2,18 por ciento)



Mal drenaje, con fluctuaciones de nivel freático en los primeros 5 dm; los más abundantes son los gleisoles húmicos y calcáricos.  
Suelos con un exceso de humedad y falta de oxígeno.  
Vegetación higrófila, poco aptos y el crecimiento de las plantas

**Otras tierras presentes en Chiapas :** Andosol (tierra negra en la parte baja de los valles, suelos alcalinos con vegetación de pastizal) ; Fluvisol (suelo de río, estructura débil o suelta con capas alternadas de arena con piedras o gravas redondeadas) ; Rendzina (capa superficial - menos de 25 cm - arcillosa, muy fértil que descansa sobre roca caliza o materiales ricos en cal).



## Corte Estratigráfico del terreno



### Descripción del suelo encontrado en el pozo de cielo abierto (PCA):

La capa vegetal consistía en al rededor de 5 centímetros y mas la cantidad de materia orgánica se apreciaba un estrato de 15 centímetros, del mismo modo la capa siguiente que se encontró era una capa de limos que se relaciono en cuanto se le realizaron pruebas de campo de reconocimiento de suelos, no cumplía con los parámetros mínimos de plasticidad para ser considerado como arcilla, también en este mismo segundo estrato se encontraba una gran caridad de materia orgánica, que tenia un espesor aproximado de 15 centímetros.



**CERNIDO CON MALLAS**



**DILATANCIA**

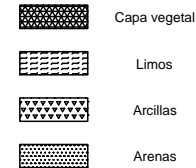
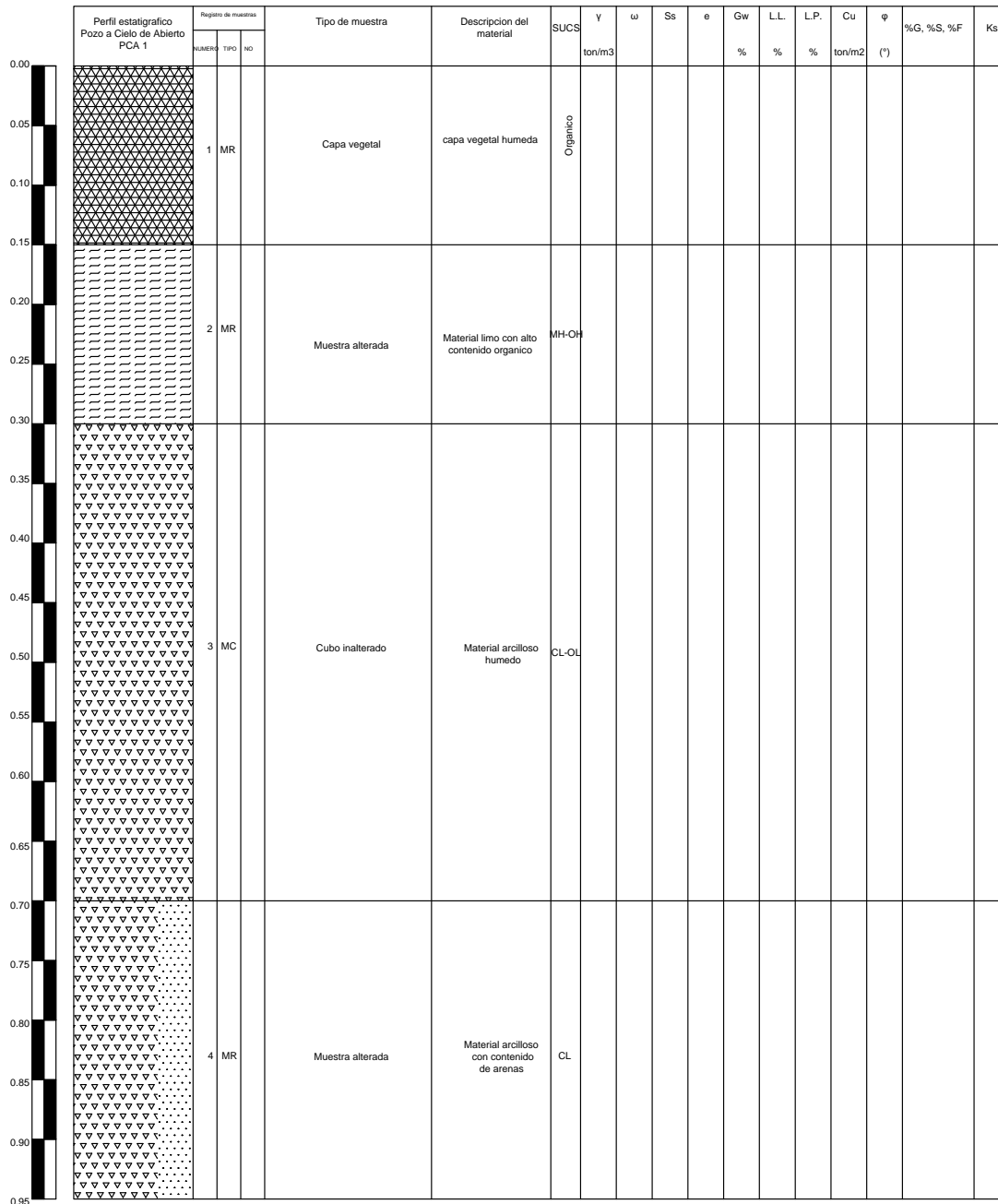


**SECADO**



**RESISTENCIA**

## PROPIEDADES GEOTECNICAS DE LOS DEPOSITOS ENCONTRADOS



## NOTAS:

Las pruebas elaboradas fueron in situ con material y malla 200 para conteo de finos, apegado a la bibliografía Mecánica de suelos 1 autor Juarez Badillo, los demas datos se necesitaran obtener en un laboratorio y equipo adecuado para la correcta determinación de los parametros mecanicos del suelo en cuestion.

El tercer estrato consistía en una arcilla que al igual que los estratos anteriores tenia un gran contenido de materia orgánica tanto por el olor y el comportamiento del mismo, se le realizaron las pruebas de dilatación, secado, y tamizado por la malla 200 para proceder a considerar el suelo en su hipótesis como una arcilla de alto contenido orgánico.

En el cuarto estrato y hasta donde se llevo se encontraba el mismo material arcilloso pero ya presentaba cierto porcentaje de presencia de suelos gruesos como arenas muy finas y arenas que no pasaban por el tamiz 200 se considero un suelo arcilloso con contenido de arenas.

En el pozo a cielo abierto se noto cierta humedad constante en todos los estratos, se piensa que el nivel de aguas freáticas se encuentra cerca y la humedad es resultado de la capilaridad del suelo.

La resistencia aproximada de la capa resistente a 70cm de la superficie es de 10 Ton/m<sup>2</sup>.

## CORTE ESTRATIGRÁFICO

◀ Pozo de cielo abierto, realizado en la escuela dentro del predio. Ing. Benito



### 3. MEDIO FÍSICO TRANSFORMADO

# TERRITORIO

El municipio de San Cristóbal de Las Casas cuenta con una superficie de 375.12 km,<sup>2</sup> los cuales representan el 0.51% con relación al Estado. La Ciudad (espacio urbano) representa el 8.75% con una densidad de población de 443.67 habitantes por km<sup>2</sup>.

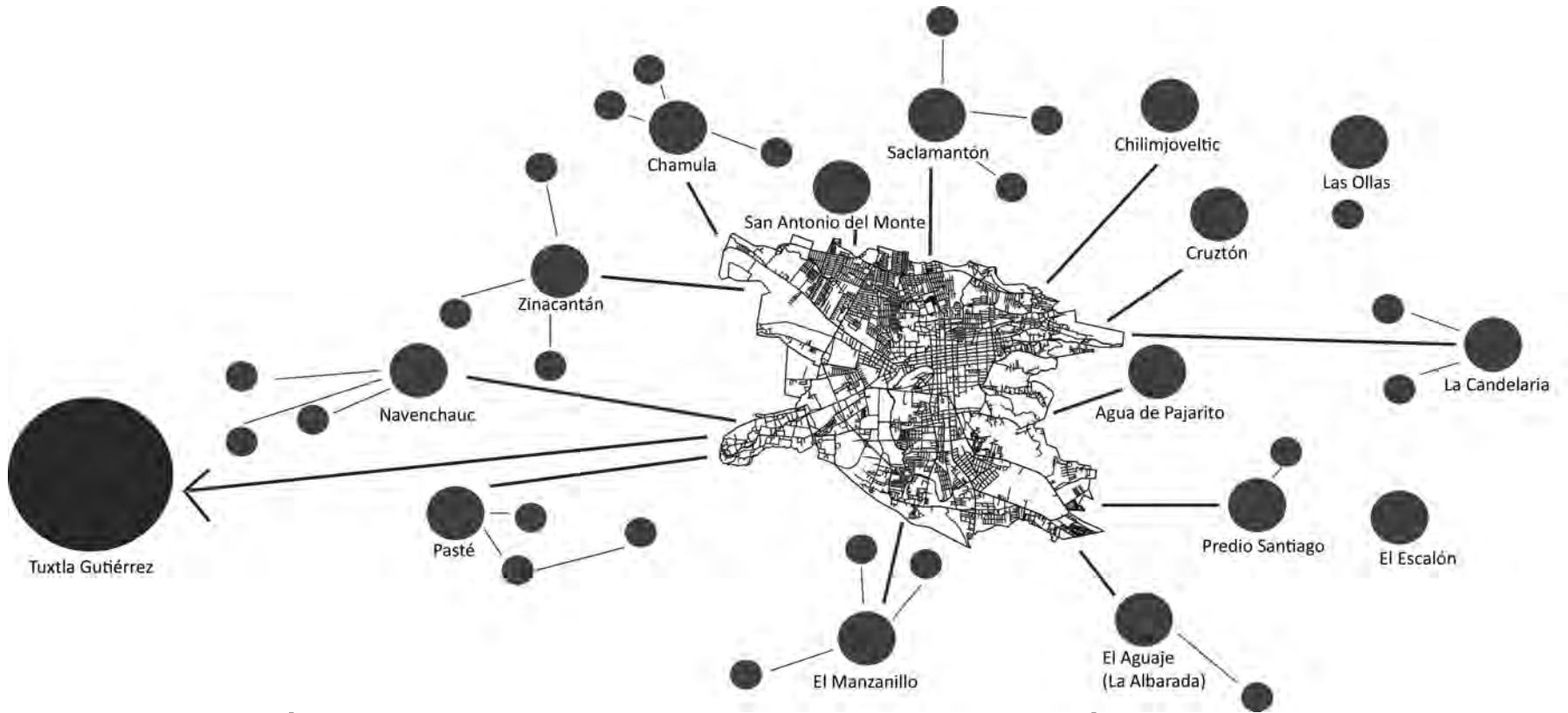
El municipio de San Cristóbal de las Casas, al igual que el resto de país, registra un proceso de concentración poblacional y urbana en su territorio. En él se asientan 98 localidades, de las cuales la ciudad de San Cristóbal de las Casas funge como cabecera municipal, la cual concentra al 85% de la población municipal, al estar asentados en ella 158 027 habitantes; mientras que el 15% restante se distribuye en 97 localidades.



TERRITORIO  
 ◀ Extensión territorial

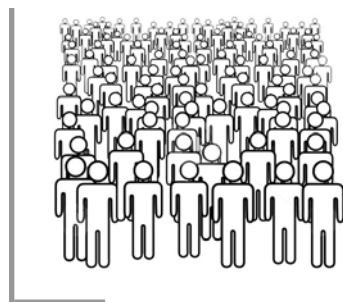
# CENTRALIZACIÓN DEL MUNICIPIO

## Vínculo entre localidades



98 Localidades

VINCULO LOCALIDADES  
▲Elaborado por Mariana Ibarra.



85% San Cristóbal de las Casas

15% 97 Localidades Restantes

158007 habitantes

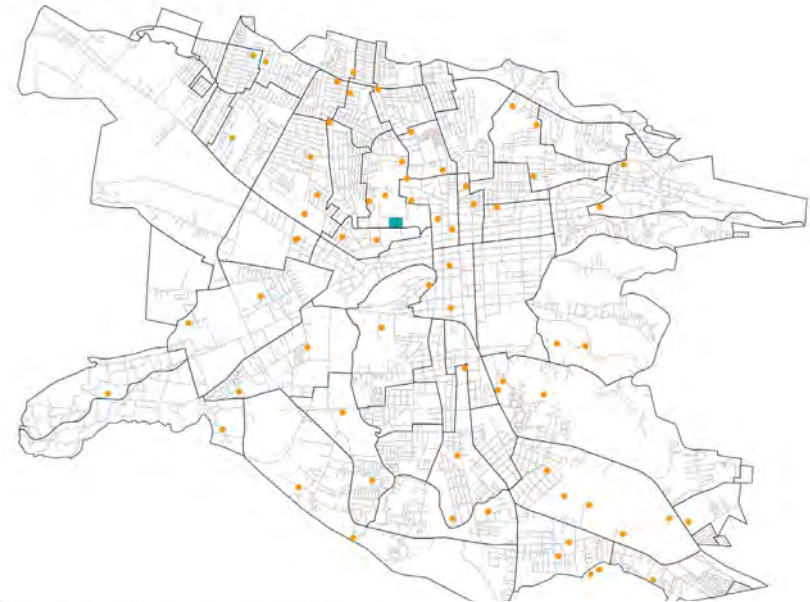
San Antonio del Monte.  
2196 habitantes

# EQUIPAMIENTO

Como mencionamos al principio, el municipio de San Cristóbal de las Casas está considerado como un centro integrador de servicios educativos, y de salud, además de actividades económicas, comerciales, administrativas y culturales. Sirve a su vez como comparativa de desarrollo con los demás municipios Chiapanecos.

Sin embargo podemos ver que aunque para los parámetros de la SEP hay escuelas suficientes en el municipio, la calidad educativa es bastante pobre. Y podemos notar que solo existen nueve Bibliotecas públicas y muy pocas plazas públicas a excepción del círculo central del municipio.

## 1. Escuelas



## 2. Centros culturales



## 3. Plazas



## ZONIFICACIÓN URBANA

Según el Reglamento de construcciones del municipio de San Cristóbal de las Casas, especifica en el Artículo 87), que el “PROGRAMA” divide la Ciudad de San Cristóbal de las Casas en siete grandes zonas denominadas Distritos, organizadas en un Distrito Central, que comprende el centro geográfico como eje de actividades de la ciudad y siete Distritos Perimetrales a éste, en los que de acuerdo con las características de cada uno se han orientado los usos del suelo.

Cada zona de los diferentes Distritos que constituyen la zonificación secundaria, se caracteriza por un uso predominante, pudiendo éste ser de los siguientes géneros:

I HABITACIONAL

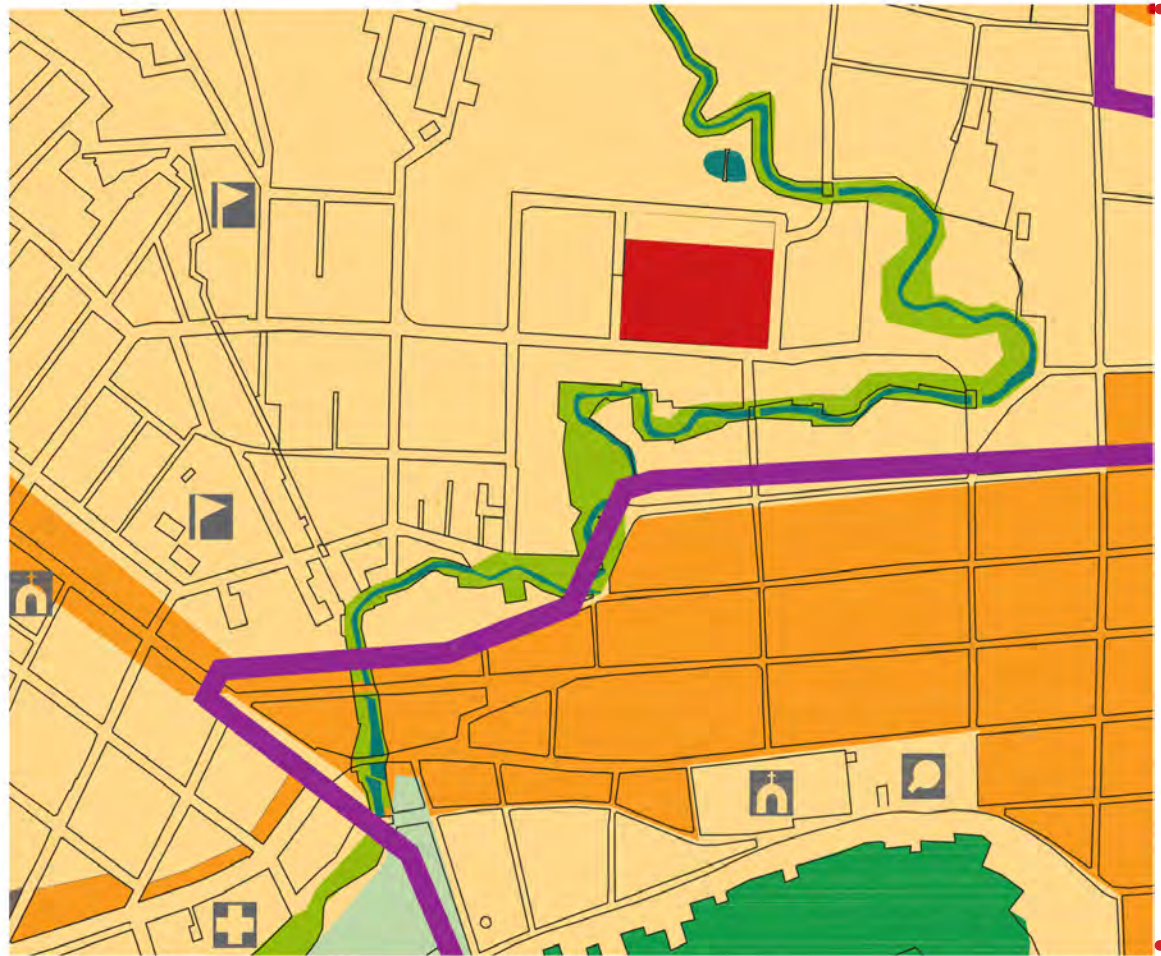
II SERVICIOS

III COMERCIAL

IV INDUSTRIAL

CARTA URBANA

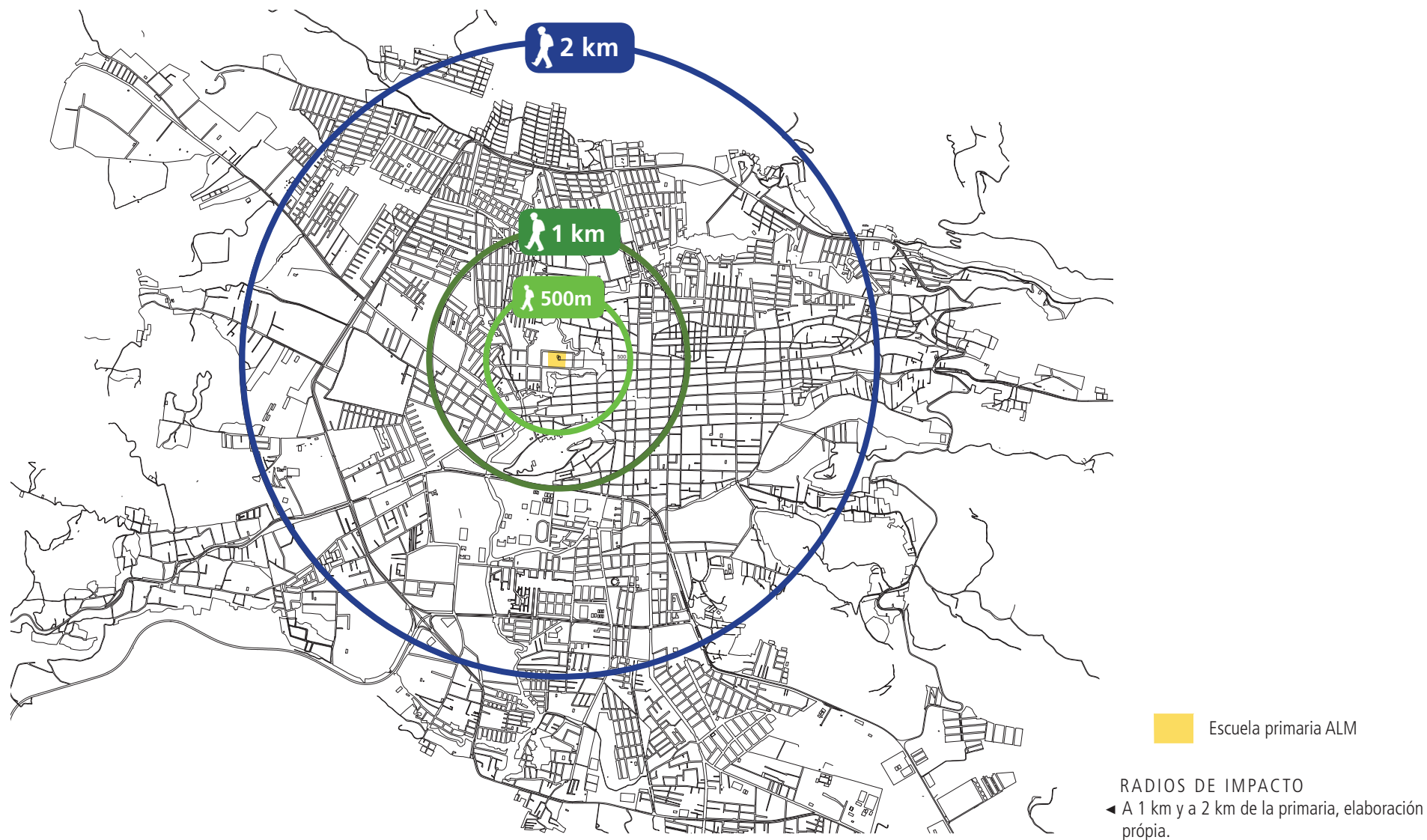
► Usos de suelos San Cristóbal de las Casas.







# RADIOS DE IMPACTO



El radio de 500 m es el óptimo según SEDESOL y el INIFED, que es la distancia aproximada en que un niño recorre en 15 minutos, siendo éste el tiempo establecido por el INIFED para que un niño pueda llegar a su escuela, hasta 1km es aceptable aún. Sin embargo, tenemos que muchos de los niños que asisten a ésta primaria provienen de barrios mucho más alejados, como San Martín, que se encuentra a 2km y a un desnivel de 50m aproximadamente, lo que implica que como lo mostraron las encuestas, el radio de impacto de ésta primaria es bastante grande.

Este radio de 1 km incluye el barrio de La Isla y también el 50% del barrio de San Ramón, un 30% del barrio de la Merced, y el de Mexicanos.



# 4. MEDIO SOCIAL, ECONÓMICO Y CULTURAL

# POBLACIÓN

El municipio cuenta con 185,917 habitantes, de los cuales el 52.13% son mujeres y el 47.87% son hombres.

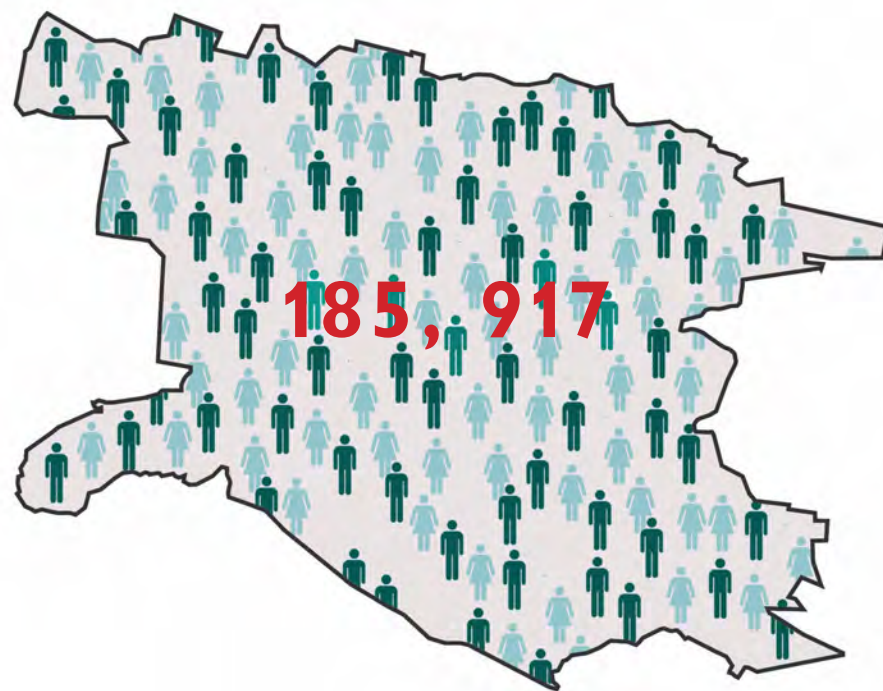
La edad media es de 22 años, siendo el 68% menores de 30 años, lo cual indica que es una población joven, el 27% se encuentra entre los 30 y 60 años de edad y el 5% más de 60 años.

San Cristóbal de Las Casas presenta índices de desigualdad altos, debido a que el 66.10% de la población asentada en el municipio registra niveles de pobreza que afectan a 99 120 personas, al presentar pobreza extrema 31 869 habitantes y pobreza moderada 67 251 habitantes. Sin embargo es el segundo municipio en importancia por su contribución al PIB estatal.

El 49.69% de la población total vive en hogares indígenas, lo que representa un total de 92,391 habitantes, de éstos, 62,208 habla alguna lengua indígena, y de ellos, 10,245 no habla español, sólo su lengua indígena.

Las lenguas indígenas más habladas son el tzeltal y el tzoltzil, y las menos utilizadas son el chol, zoque, el tojolabal, el mame, el kanjobal, entre otras.

En cuanto a educación, el grado promedio de escolaridad es de 8.3 años de estudio por habitante. **El 13.18% de la población de 15 años y más, es analfabeta.** El 15.56% de la población no completó los estudios de primaria.



POBLACIÓN EN SCC

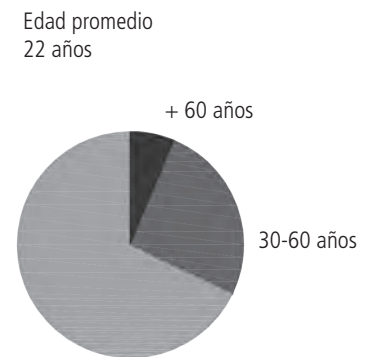
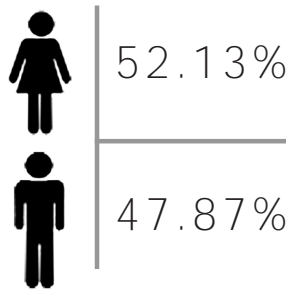
▲ Esquema ilustrativo, elaboración propia.

Entre 1990 y 2005 la tasa de crecimiento poblacional fue del 2.3% anual, debido a factores como la expulsión de habitantes de las comunidades indígenas (tzotziles), que ocuparon el norte de la ciudad y, después de 1994, con el movimiento zapatista, se invadieron algunos terrenos federales en donde se construyeron viviendas. Este proceso incentivó un establecimiento irregular de nuevas colonias sobre el suelo disponible. Esta dinámica ha llevado a la colonización de espacios no aptos para las

exigencias de los actores sociales, lo que da origen al surgimiento de una demanda creciente de suelos aptos o en condiciones de ser habitados, **causando que los suelos con vocación de humedales que permitían recargar los mantos freáticos hayan sido secados y rellenados durante los últimos 30 años.**

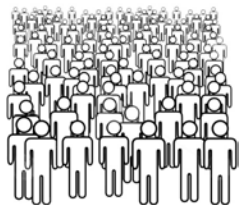


185 917 habitantes



62 208  
hablan lenguas  
indigenas

los más hablados son el tzeltal y el tzotzil, y las menos utilizadas son el chol, zoque, el tojolabal, el mame, el kanjobal, entre otras.



Densidad de población

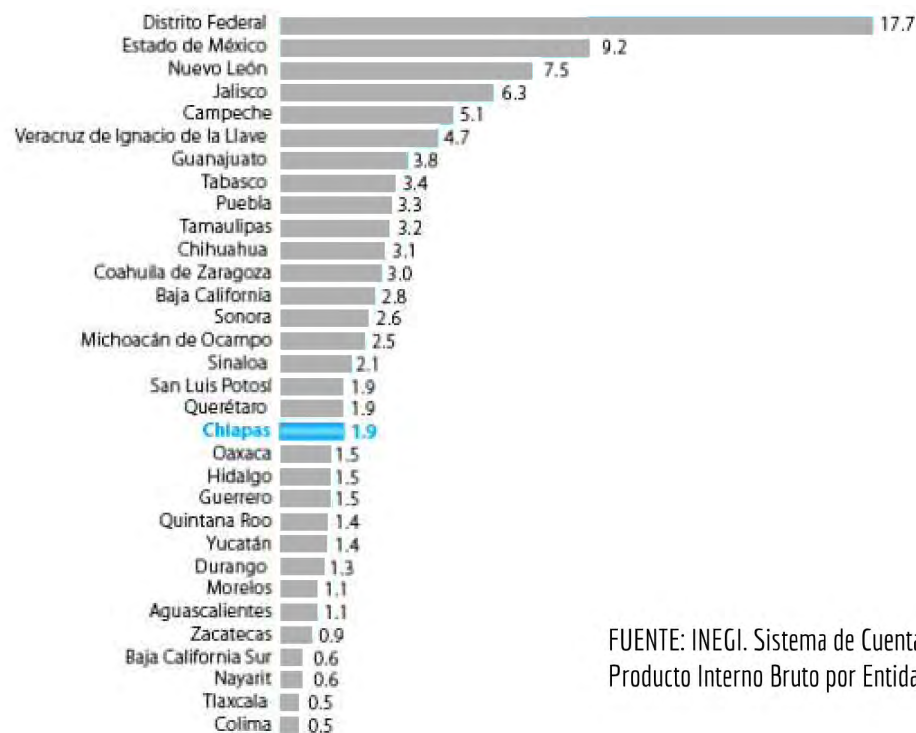
443.67  x km<sup>2</sup>



4.63%  
8 604 habitantes

# ECONOMÍA

Aportación al Producto Interno Bruto (PIB) nacional



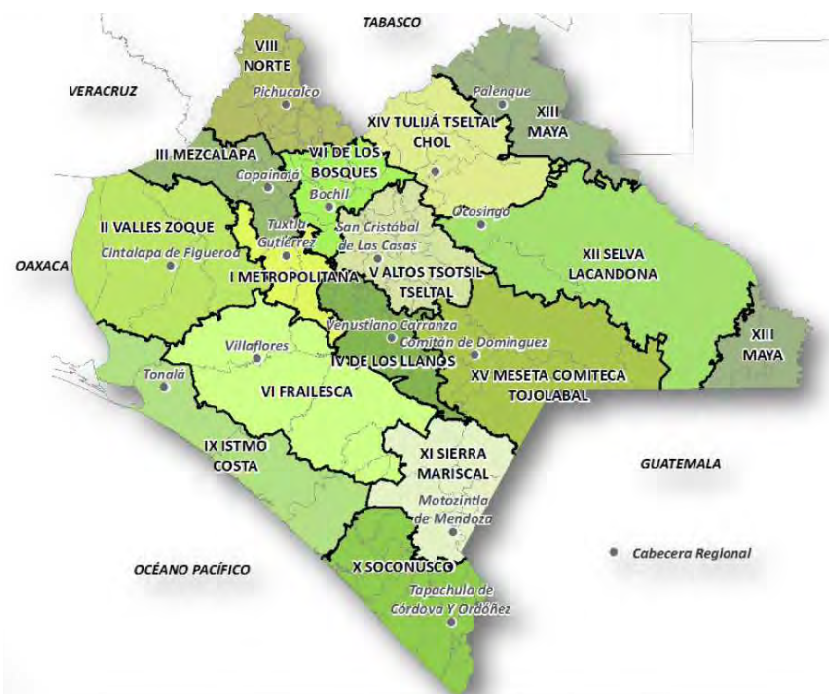
FUENTE: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México.  
Producto Interno Bruto por Entidad Federativa 2001-2009

Unidades económicas y personal ocupado

- Cuenta con 129 863 unidades económicas, el 3.5 % del país.
- Emplea 411 997 personas, el 2.0 % del personal ocupado de México.
- Del total del personal ocupado en la entidad, el 59% (243 916) son hombres y el 41% (168 081) son mujeres.
- En promedio, las remuneraciones que recibe cada trabajador al año en Chiapas son de \$65 435, el promedio nacional es de \$99 114.



## REGIONES ECONÓMICAS DE CHIAPAS



### REGION V ALTOS TSOTSIL TSELTAL

CLAVE	MUNICIPIO
007	Amatenango del Valle
022	Chalchihuitán
023	Chamula
024	Chanal
026	Chenalhó
038	Huixtán
049	Larráinzar
056	Mitontic
064	Oxchuc
066	Pantelhó
078	San Cristóbal de Las Casas
093	Tenejapa
094	Teopisca
111	Zinacantán
112	San Juan Cancuc
113	Aldama
119	Santiago el Pinar

FUENTES:  
Gobierno del Estado de Chiapas. Carta Geográfica de Chiapas 2012.  
INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

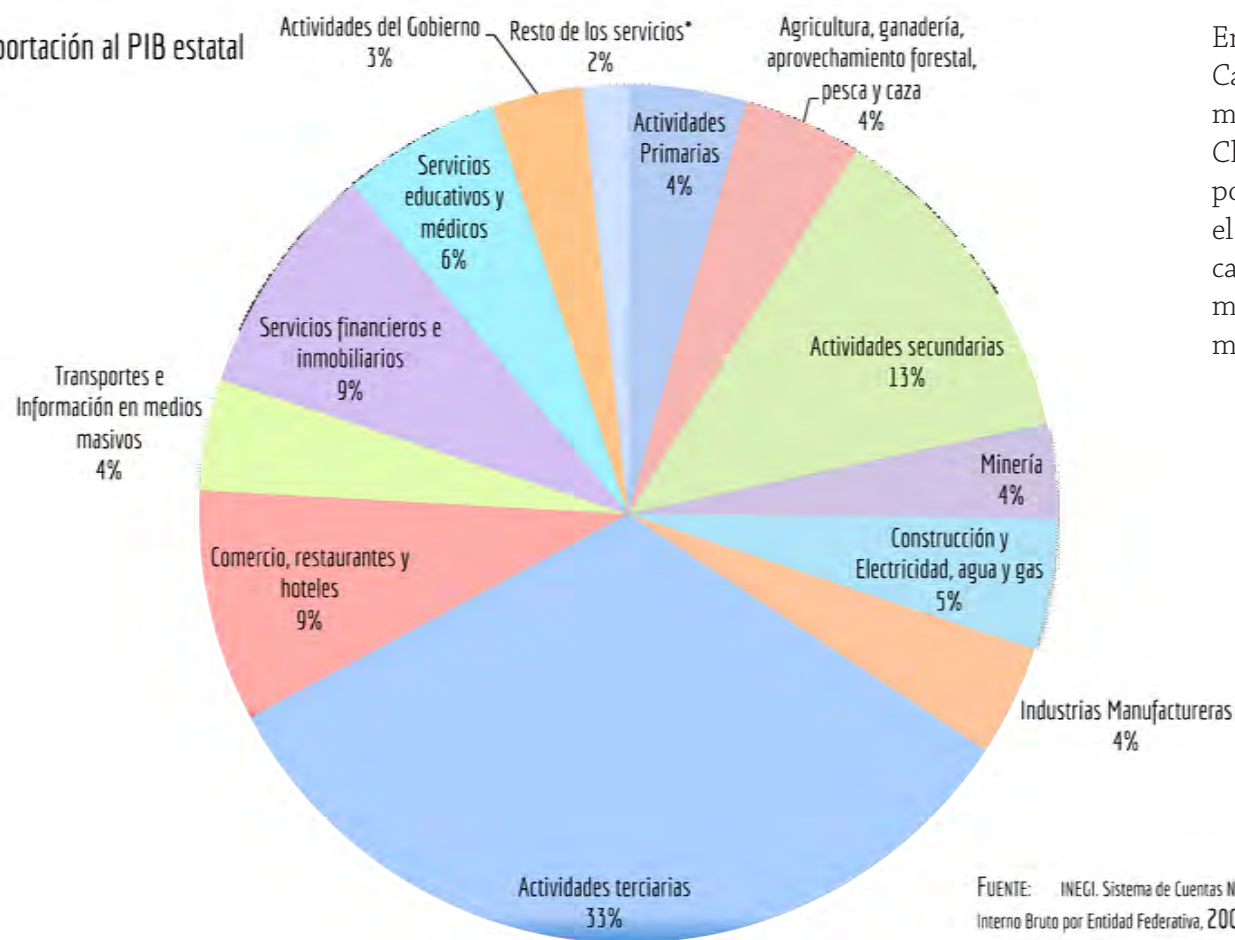


Número de Municipios	Superficie (km <sup>2</sup> )	Total de Localidades	Localidades Urbanas	Localidades Rurales	Total de Habitantes	% Superficie respecto al Estado	% Localidades respecto al Estado	% Habitantes respecto al Estado	Densidad de Población (hab. por km <sup>2</sup> )
17	3,723.57	1,182	23	1,159	601,190	5.00	5.89	12.53	161.46

# SECTORES / ACTIVIDADES

Ingreso corriente total per cápita (ICTPC) mensual promedio es de \$2,143 para (2010)

Porcentaje de aportación al PIB estatal (año 2009)



En la actualidad, San Cristóbal de Las Casas es una de las cinco ciudades más importantes del Estado de Chiapas en los aspectos económicos, políticos, culturales y sociales, al ser el centro de la región *Altos de Chiapas*, caracterizada por presentar la mayor marginación del Estado y a la par, la mayor diversidad cultural. <sup>1</sup>

FUENTE: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto Interno Bruto por Entidad Federativa, 2005-2009

1 Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar, 2007, pág. 7



## ARQUITECTURA TRADICIONAL DE LA REGION

La arquitectura de San Cristóbal de las Casas<sup>2</sup> ha pasado por varios estadios, desde las casas prehispánicas, asentadas en esta región con techumbres de paja, apoyadas en rollos de madera amarradas con fibras naturales, con muros de bahareque que se podía hacer con cañas (**carrizos**) o con ramas delgadas entrelazadas y cubiertas de lodo. La teja y los adobes con junca o paja, fueron implementados posterior a la llegada de los españoles, y así también las techumbres con vigería de madera para soportar el peso de las tejas. Los hornos permitieron la cocción de la teja y el **ladrillo** unidos con morteros de cal y arena, así como la utilización del yeso, abundante también en la región.

Se puede observar que, “*los techos de azotea no resultaban muy prácticos aquí porque requieren de un sistema de edificación más complicado y por la alta precipitación pluvial del lugar*”<sup>3</sup>, razón por la cual todas las edificaciones tradicionales tienen siempre pendiente pronunciada en las techumbres.

Actualmente las construcciones con materiales tradicionales, que aún se conservan, utilizan adobes y son sobre todo de tierra y madera, como se observa en el ejemplo de esta casa en la región. En otros casos se incorpora el tabique, sustituyendo al adobe. Las tejas se ocupaban comúnmente en todos los casos. Aunque vemos que la utilización de carrizo prácticamente se ha perdido.



**Materiales tradicionales usados en las casas de la región**



<sup>2</sup> Tema tratado por Juan B. Artigas en su libro, *La arquitectura de San Cristóbal de Las Casas*. UNAM, FA, Gobierno del Estado de Chiapas, 154 pp.

<sup>3</sup> *Idem.*, pág. 43.

## CONSTRUCCIONES ACTUALES EN LA ZONA

En la actualidad se han sustituido materiales y técnicas tradicionales por materiales industrializados, por ejemplo, las cimentaciones de piedra son sustituidas por concreto armado. El adobe y el tabique rojo a su vez están siendo sustituidos por block; el aluminio y la herrería han sustituido a la madera en vanos y puertas; las tejas solo se ocupan como acabado, pues ciertas construcciones las utilizan conservando así la imagen urbana lejos de su función de desalojar el agua, utilizando una losa de concreto armado bajo las tejas, en el mejor de los casos. En las construcciones más precarias se utiliza lámina metálica o de asbesto con muros de block o de madera.

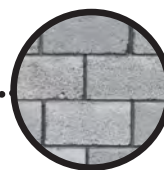
La deforestación y tala ilegal ha ocasionado que la madera ilegal siga vendiéndose a un precio relativamente bajo, así la utilización excesiva de la madera favorece la depredación de la región, Para empeorar aún más la situación los cerros aledaños están siendo destruidos debido a la explotación de bancos de arena, laja y grava<sup>4</sup>.



Materiales utilizados actualmente en las construcciones.



t e j a s



b l o c k  
r e p e l l a d o



h e r r e í a



m a d e r a

ESQUEMAS DE MATERIALES  
◀ Credito: Perrine, y Dounia.

4 Elio Henríquez (junio, 2017). *Daño irreversible por sobrexplotación de materiales pétreos en San Cristóbal* periódico La Jornada , p. 28

# ESCOLARIDAD EN CHIAPAS Y SAN CRISTÓBAL DE LAS CASAS

Según el Programa Sectorial de Educación 2013-2018<sup>1</sup>, el estado de Chiapas cuenta con un total de 19 mil 766 centros escolares; de los cuales 18 mil 76 corresponden a educación básica, que a su vez comprende 7 mil 450 de Preescolar, 8 mil 525 de Primaria y 2 mil 101 de Secundaria.

Con relación a la Infraestructura Física Educativa, el mismo documento admite que se requiere construir 14 mil 823 nuevos espacios físicos educativos; de éstos 12 mil 480 corresponden a educación básica.

Referente a la rehabilitación de espacios físico educativos se necesitan atender 6 mil 254 (aulas, talleres o laboratorios), mismos que por fenómenos meteorológicos y por el desgaste natural, se encuentran deterioradas, en estas condiciones se encuentran 5 mil 905 de educación básica.

Del total de escuelas de educación básica, 146 centros educativos manifiestan irregularidades en la posesión legal de la propiedad de los predios donde se encuentran ubicados, siendo necesario gestionar lo conducente para acreditar la posesión en favor de la Secretaría de Educación.

En 2012 solo se construyeron 2 mil 133 espacios físicos educativos y 55 rehabilitaciones, con lo cual podemos observar la situación en la que se encuentra la infraestructura educativa en el estado.

**Tabla 1. Total de escuelas en San Cristóbal de las Casas**

<b>Total de escuelas en educación básica y media superior, 2011</b>	<b>362</b>
Escuelas en preescolar, 2011	134
Escuelas en primaria, 2011	167
Escuelas en primaria indígena, 2011	49
Escuelas en secundaria, 2011	41
Escuelas en profesional técnico, 2011	2
Escuelas en bachillerato, 2011	18
Escuelas en formación para el trabajo, 2011	29

**Tabla 2. Total de bibliotecas públicas en San Cristóbal de las Casas**

<b>Bibliotecas públicas, 2011</b>	<b>9</b>
-----------------------------------	----------

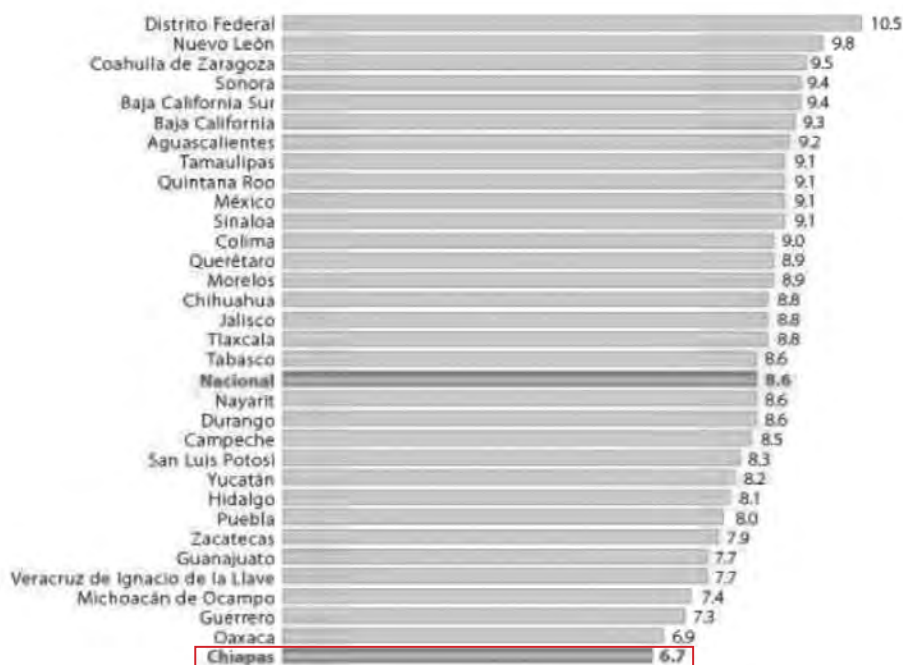
FUENTE

◀ Base de datos del INEGI recabados en censo, año 2011.

A nivel nacional, el rezago en analfabetismo en 2012 es de 5 millones 135 mil 375 personas cuya edad es  $\geq 15$  años que no saben leer ni escribir, lo que representa un 6.1% de la población de ese segmento de edad.<sup>2</sup>

En el estado se concentra una población de 534 mil 691 chiapanecos que no han adquirido la habilidad lectoescritora, representando un 15.8% del total de la población; lo cual ubica a Chiapas en el 2º lugar de estados con mayor rezago educativo.<sup>3</sup>

**Gráfica 1. Promedio de escolaridad de la población ( $\geq 15$  años de edad) de México, 2011.**



Los esfuerzos realizados para combatir el analfabetismo se ven opacados por el ingreso anual de jóvenes de ambos sexos a las filas del rezago educativo y del analfabetismo, con motivo de la no asistencia a centros escolares, la deserción escolar, la situación de marginación y pobreza en que se ubica cierta parte de la población que no tiene acceso a los servicios básicos, así como a situaciones que se enmarcan en los usos y costumbres que minimizan la importancia de que las niñas y los niños en edad escolar asistan a la escuela, ya que son hechos participes de las labores domésticas y del campo, entre otras causas.

Por otro lado, las cifras aportadas por INEGI, a través del Censo de Población y Vivienda 2010, nos proporciona información de los municipios con mayor cantidad de analfabetas, de los cuales :

**Tabla 3. Población total analfabeta en San Cristóbal de las Casas, 2010.**

Municipio	Analfabetas
San Cristóbal de las Casas	15,852

FUENTE

◀ Base de datos del INEGI recabados en censo, año 2011.

El promedio de escolaridad en Chiapas es de 6.7 años, lo que equivale a poco más de la primaria concluida.

<sup>2</sup> Idem.

<sup>3</sup> Instituto Nacional para la Educación de los Adultos (INEA), 2012. Indicador de Estimación de Rezago Educativo.



# 5. LA PRIMARIA Y SU CONTEXTO INMEDIATO

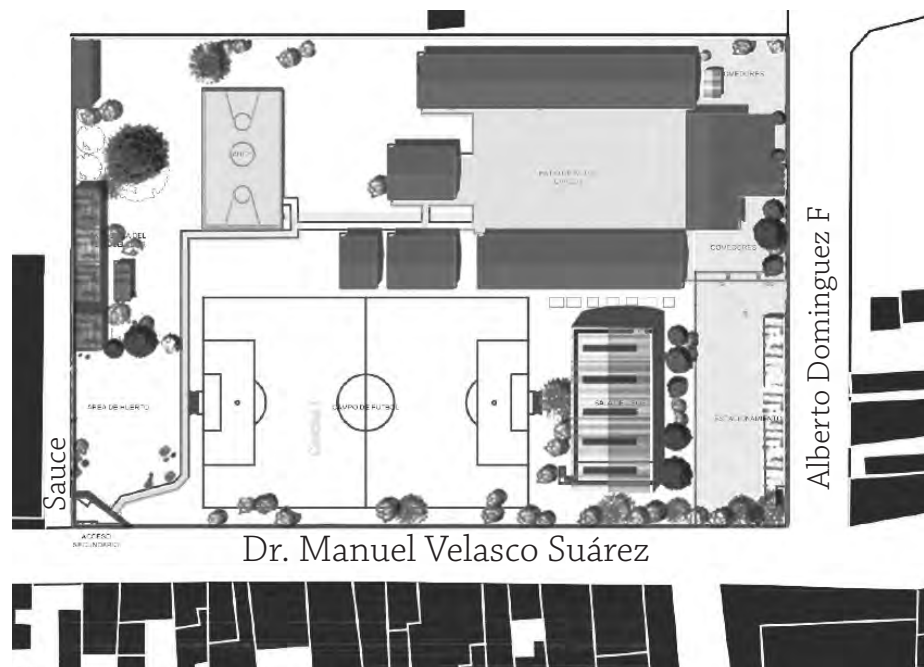
## CONTEXTO URBANO

Al observar el conjunto de la escuela podemos identificar y analizar las vías que comunican directamente a la escuela. Podemos identificar que se encuentra en una esquina, entre dos vías secundarias llamadas Dr. Manuel Velasco Suárez y Alberto Dominguez F, y una terciaria sin pavimentar conocida como Sauce.

Las rutas de transporte público no pasan directamente por la escuela y dejan a dos cuadras de ella, por lo que la principal manera en que los niños llegan a la escuela es caminando. La mayoría de ellos proviene de los barrios contiguos como el de San Ramón.

Los autos particulares tienen acceso a estas vialidades que provienen tanto del centro como de la zona Este y Oeste de SCC.

Es importante notar que todos los niños provenientes del Oeste entran por la entrada Poniente, entre Dr. Manuel Velasco Suárez y Sauce, así que dicha entrada se abre a las 9am, y se cierra a las 9:30. Se vuelve a abrir a la hora de la salida. La entrada principal Oriente es utilizada por los niños que provienen del Este, lo que resulta en dos momentos donde el tránsito aumenta para ambas vialidades, sin embargo, las banquetas tienen 1.20 m de ancho, lo cual resulta insuficiente para la creación de bahías, pero es más que el promedio de ancho en las banquetas de SCC.

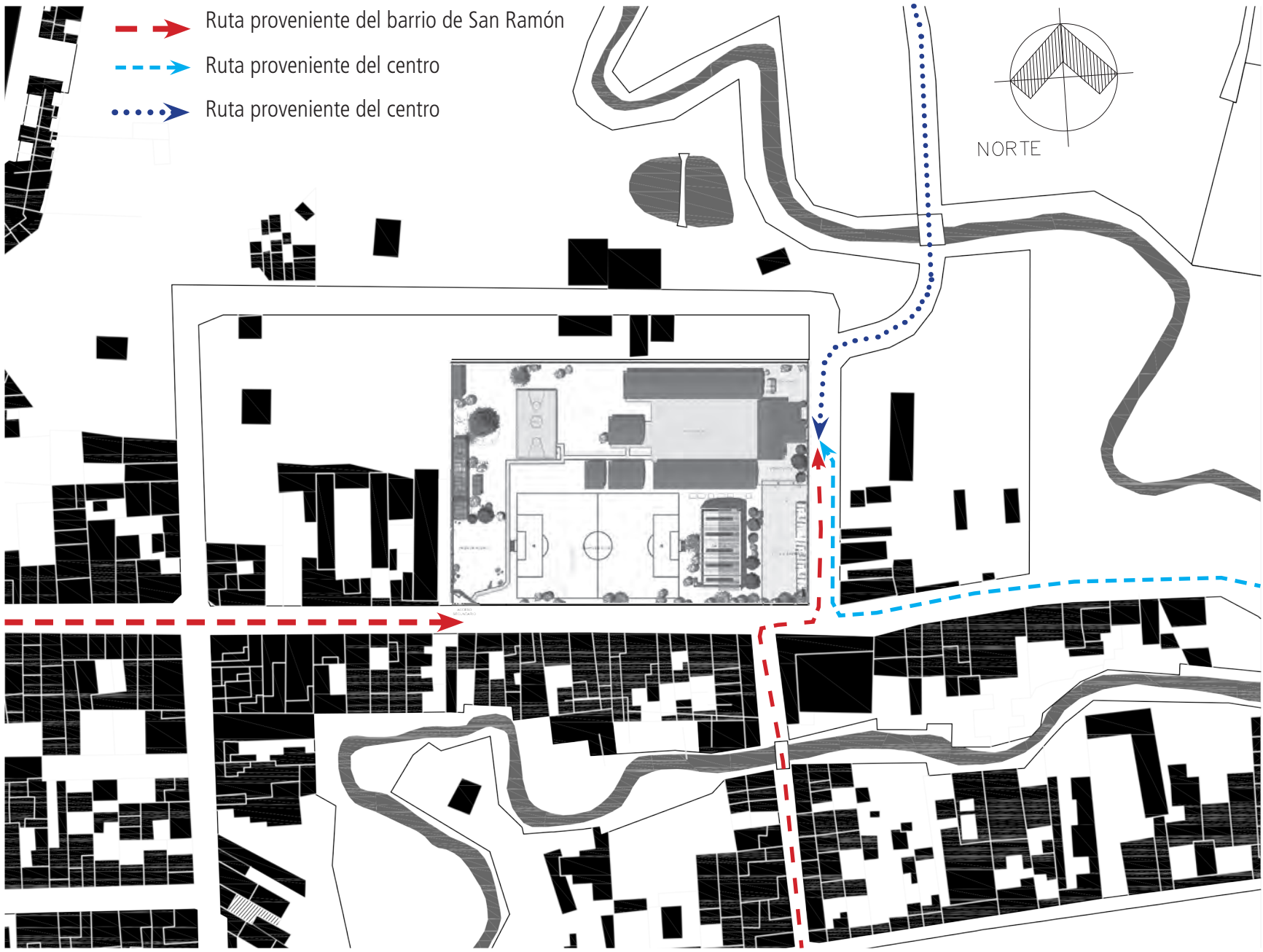


### CONJUNTO

▲ Planta de conjunto, primaria Adolfo López Mateos.

### CONJUNTO Y CALLES ALEDAÑAS

► Elaboración propia, indicando las diferentes rutas de acceso a la escuela. Página siguiente.



# LARGUILLOS CONTEXTO INMEDIATO



A Alberto Dominguez F



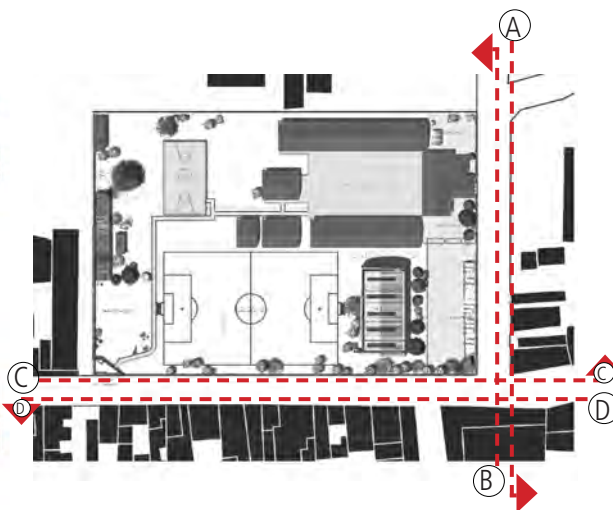
B Alberto Dominguez F (Fachada de la escuela)



C. Dr. Manuel Velasco Suárez (Fachada de la escuela)



D Dr. Manuel Velasco Suárez



LARGUILLOS

▲ Fachadas del entorno inmediato a la primaria. crédito: Dounia F.



## LA PRIMARIA ADOLFO LÓPEZ MATEOS

La primaria Adolfo López Mateos, con clave 07DPR3598G, es una escuela pública Federal de turno matutino, regulada por la SEP . Es una primaria bastante grande y central, con alrededor de una hectárea y media de superficie. **Esta primaria atiende a una gran cantidad de niños, aproximadamente 731**, los cuales provienen de distintos barrios de SCC, principalmente de 2km a la redonda, y de barrios periféricos. Tiene un personal de 24 personas y **18 grupos** con aproximadamente 40 niños cada uno.

En la escuela se llevan a cabo diversas actividades que fomentan el desarrollo de los niños, no solo con las clases tradicionales que llevan de 9 am a 2 pm. Esta primaria tiene una organización particular y tiene una participación activa por parte de los padres de familia. Gracias a su equipamiento es un lugar que funciona para eventos culturales y sociales de la comunidad, teniendo espacios medianamente adecuados para ello.

Los maestros tienen una fuerte unidad que no está alineada a los programas gubernamentales que forman la Reforma Educativa, por lo que los programas de mejoramiento físico de escuelas públicas<sup>1</sup> no benefician a dichas escuelas no "alineadas" al gobierno, puesto que sus principales beneficiarios son escuelas indígenas en zonas marginadas de bajos recursos y donde ya está algún programa de la reforma educativa, o de la "cruzada contra el hambre". La condición anterior deja fuera de posibilidad de obtener estos apoyos a buena parte de las escuelas en Chiapas, Oaxaca y en otros estados, tanto por cuestiones políticas y por conflictos magisteriales. En muchas ocasiones no se utilizan esos recursos en los lugares donde más se necesitan.

Además, los apoyos gubernamentales estatales solo son esporádicos y se otorgan solo en época de elecciones, por lo que por una u otra razón la situación de la infraestructura educativa en Chiapas y en buena parte del país resulta en condiciones precarias; y el mantenimiento e infraestructura de las primarias se tiene que hacer por los propios profesores y Comité de padres de familia principalmente, con el presupuesto que genera la misma escuela (con el pago de las inscripciones y recaudación propia) a pesar de ser pública.



### DATOS DE LA SEP

▲ Disponibles en la página "mejora tu escuela" SEP.

<sup>1</sup> Como el programa "Escuelas Dignas" cuya implementación está a cargo del INIDEF, y cuyo programa beneficia a 33 mil escuelas de nivel básico según: <http://www.mejoratuescuela.org/programas/index/20>

# ORGANIZACIÓN DE LA ESCUELA



Es el representante legal de la escuela ante la SEP, y está encargado de dar a conocer cualquier decisión aprobada por la Asamblea General.

Junto con el director, proponen y promueven proyectos dentro de la escuela para después someterse a la decisión de la Asamblea General.

Lo integran tanto maestros como padres de familia extraídos de la Asamblea General y electos desde la misma.

El pleno de la asamblea está encargado de bajar a consideración cualquier propuesta hecha por el director. (DECIDE SI SE HACE O NO CUALQUIER PROYECTO DENTRO DE LA ESCUELA)

Entre 6 y 12 años, ellos no toman decisiones, pero no se les prohíbe el paso a ninguna asamblea.

## ANÁLISIS DE USUARIO

- ▲ Esquema de elaboración propia a partir de entrevistas a los directivos, así como con información disponible en la SEP.

## PERSPECTIVA DEL CONJUNTO

- Fotografías describiendo las distintas partes de la escuela sobre runder de conjunto, elaboración propia. Página siguiente.

HUERTO ESCOLAR



VIVIENDA DEL VELADOR



BODEGAS



CANCHA DE BASQUETBALL



PLAZA CÍVICA Y AULAS



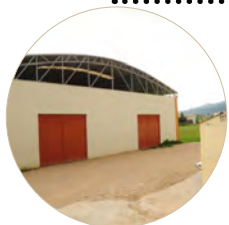
COMEDOR



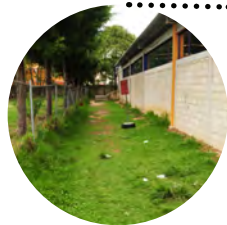
ACCESO ORIENTE



CANCHA DE FUTBOL



SALON DE USOS MÚLTIPLES Y COOPERATIVAS



BASURA



ESTACIONAMIENTO Y ACCESO VEHICULAR



COMEDOR



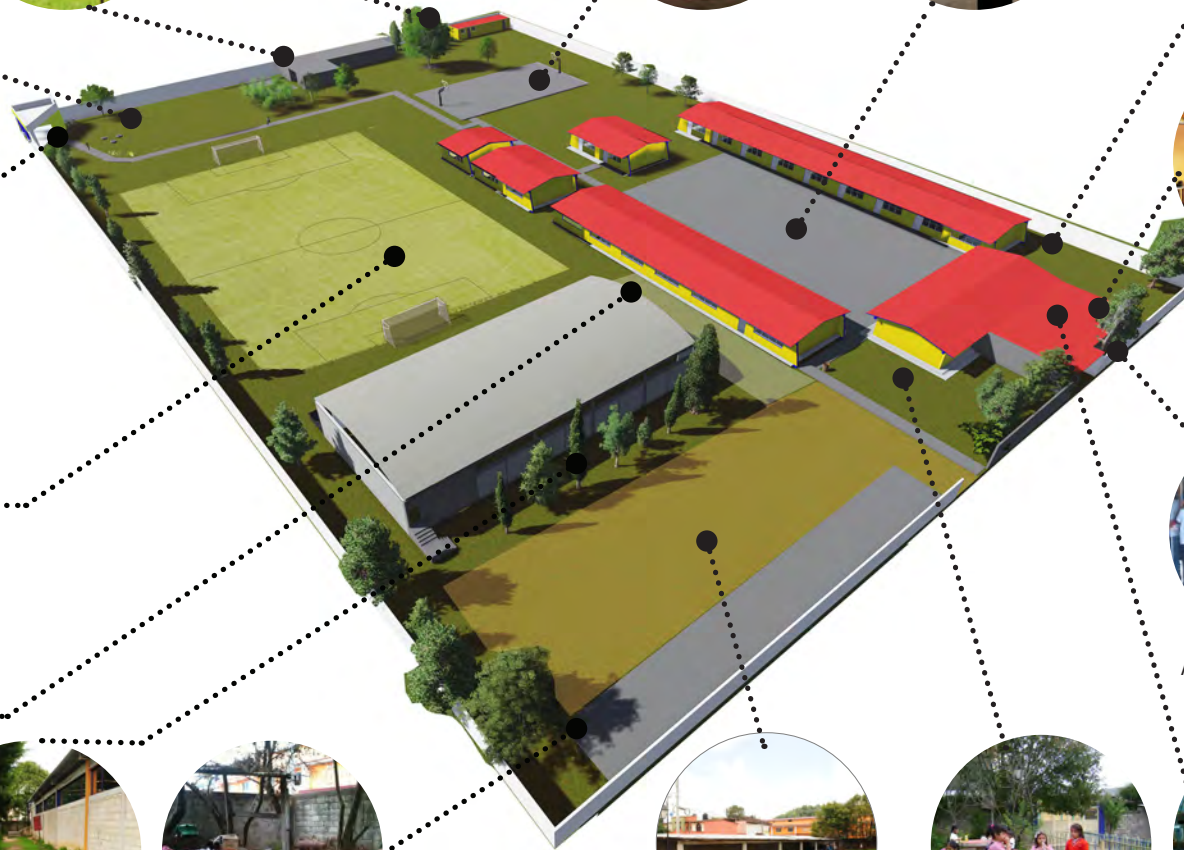
S. DE JUNTAS (ACTUAL BIBLIOTECA)



BIBLIOTECA FALLIDA



ACCESO PONIENTE



# ACTIVIDADES ESCOLARES

## ACTIVIDADES PERMANENTES EXTRACURRICULARES PARA LOS NIÑOS

## ACTIVIDADES IMPARTIDAS EN TALLERES DE VERANO Y QUE SE PODRÁN IMPARTIR EN EL AULA DINÁMICA.



### Académicas

Talleres PAUTA

### Artísticas

Teatro

### Deportivas

Futbol  
Basquetbol

### Académicas

Taller Matemáticas (Matemáticas Mayas)

Taller de Literatura (Poesía para niños)

Taller Física

Experimentos simples para entender una tierra complicada.

### Artísticas

Danza

Música

Taller Dibujo y Pintura

### Al aire libre

Actividades orientadas a la conservación ambiental.

Huerto

Cursos extracurriculares

◀ Talleristas dando cursos a los niños.

## TALLERES PAUTA

El Programa Adopte un Talento (PAUTA)<sup>2</sup> es un proyecto creado por investigadores mexicanos que promueve el desarrollo de habilidades para la ciencia en niñas, niños y jóvenes desde una perspectiva de equidad y respeto a los valores. Esta A.C. trabaja en SCC Chiapas, y en 2015 trabajó en la primaria Adolfo Lopez Mateos. En PAUTA se busca fomentar las vocaciones científicas de manera que los niños y adolescentes a los que les gusta la ciencia, así como aquellos con aptitudes sobresalientes encuentren un espacio donde puedan compartir su interés por la misma y desarrollen habilidades que les permitan potencializar su vocación científica. Creemos que, así como en otras áreas del quehacer humano como el arte o el deporte, también se deben generar espacios donde los niños puedan experimentar la ciencia de una manera distinta y valorar si ésta es su vocación.

Para desarrollar las habilidades científicas en los niños tienen un conjunto de actividades educativas extraescolares, como son: Talleres de ciencia,

Clubes de ciencia, Niñas y mujeres indígenas con aptitudes sobresalientes, Programa de vinculación con la comunidad científica, acompañamiento a redes de familias y Colegios Pedagógicos.

PAUTA es diferente a la escuela ordinaria, esto es notorio desde distintas perspectivas, las cuales serán divididas en dos categorías generales: la espacial y la metodológica.

a) Espacial: Según la actividad que se realice, el sitio de trabajo puede ser el aula o el jardín, como espacio de exploración-experimentación y no sólo de juego. En el aula, durante las sesiones se puede emplear el piso o el mobiliario, el estudiante lo determina en correspondencia a su comodidad (libertad que por lo general en la escuela no nos ofrecen).



### TALLER PAUTA

- Imagen de talleres pauta impartidos en la primaria ALM, se observan equipos de niños interactuando con talleristas.

<sup>2</sup> Descripción del programa, misión y visión disponibles en <http://www.pauta.org.mx>

La gran mayoría de trabajos se ejecutan en equipo, por lo tanto, el mobiliario está dispuesto de forma tal que favorece la cercanía entre los compañeros para mejorar su comunicación y permitir la circulación hacia otros espacios. Así, el pizarrón es utilizado solo ocasionalmente para instrucciones o comentarios generales.

b) Metodológica: PAUTA es de los únicos programas que brindan seguimiento a los estudiantes, es decir, si el infante ingresa estando en preescolar y decide continuar hasta que se encuentre en la preparatoria, el contenido de sus sesiones habrá sido progresivo en cuanto a dificultad y habilidades científicas a fomentar.

Asimismo se construye conocimiento en conjunto y una de sus premisas es que al estudiante nunca se le responde que su comentario es equivocado, erróneo, que está mal, sino que más bien se cuestiona el argumento y de ser posible se experimenta para comprobarlo. He aquí una de las diferencias más marcadas con la escuela ordinaria, ya que no existe la figura de él "que sabe" y del que únicamente "escucha y no pregunta".

Se presentan fenómenos o experimentos y los estudiantes tienen oportunidad de manipular, repetir y modificar.

La sesión es flexible y los estudiantes también pueden proponer el desarrollo de esta u alguna otra actividad extra que deseen compartir.

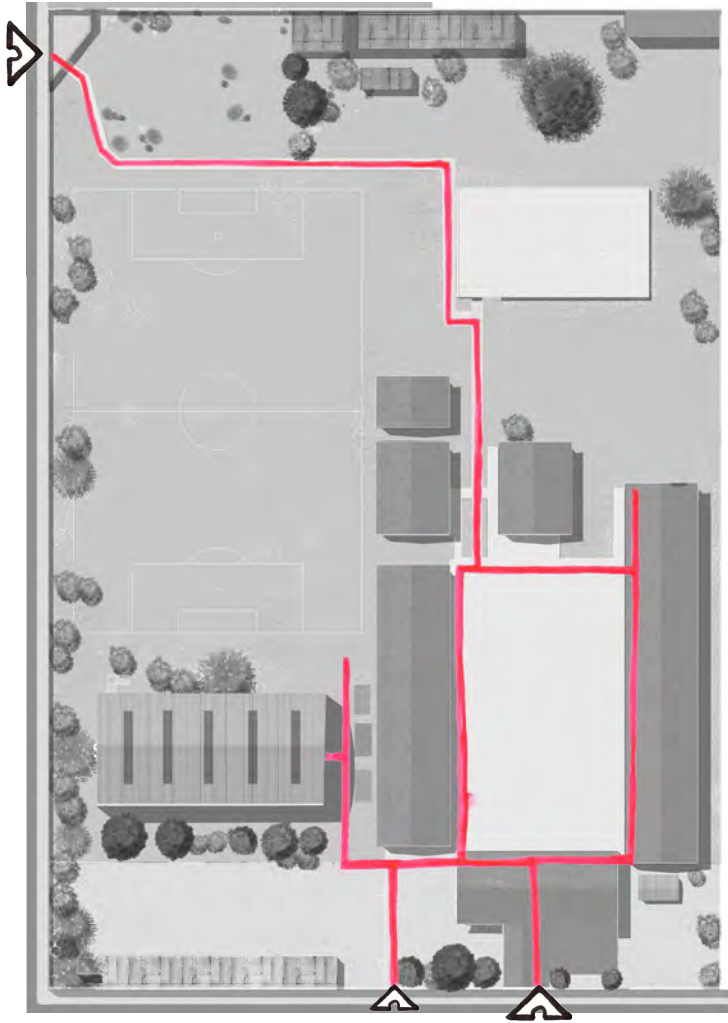
Está a disposición de padres y estudiantes PAUTA la biblioteca-préstamo de libros, computadoras con internet, juegos psicométricos y equipos como el microscopio, que se utilizan bajo supervisión.



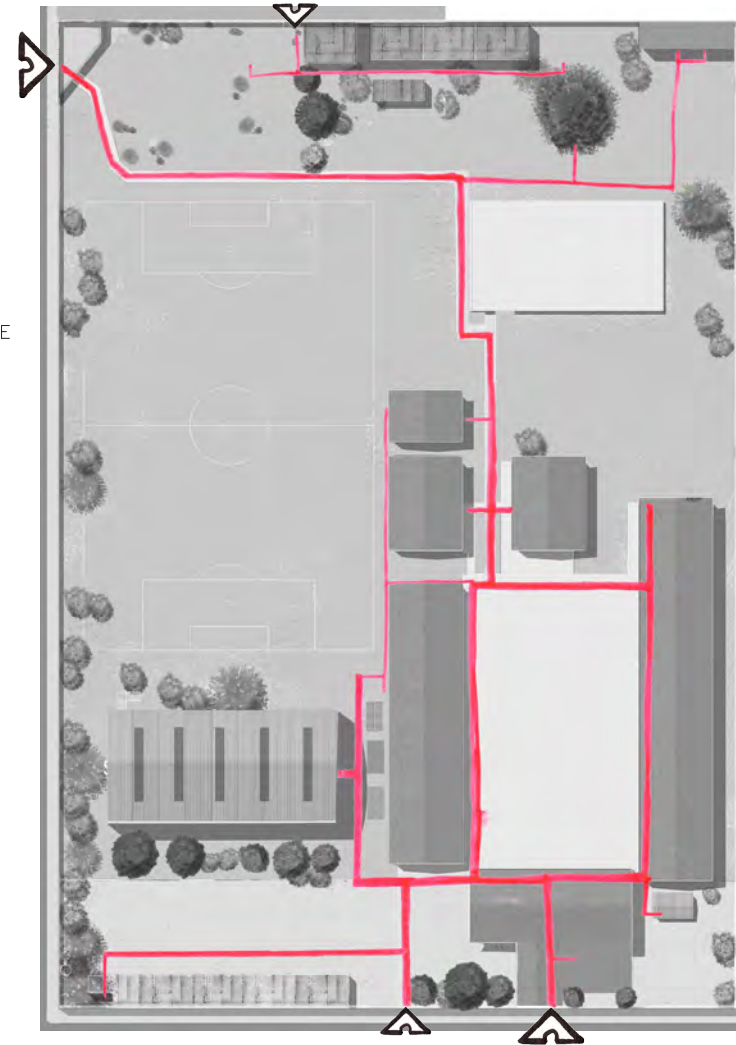
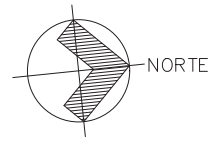
#### TALLERES PAUTA

- Diferentes actividades al interior y al exterior de las instalaciones.

# CIRCULACIONES DE LA ESCUELA



CIRCULACIONES PRINCIPALES



CIRCULACIONES Y SUS DERIVACIONES

# EJES DE COMPOSICIÓN

Los ejes de composición se trazan desde el acceso principal (Oriente) y cruzan el corazón de la escuela, siendo la plaza cívica la que distribuye a las aulas. Cada grupo de aulas tiene un eje de composición particular. Perpendiculares a estos, se trazan ejes de composición que atraviesan la dirección, los sanitarios y el estacionamiento.

Existen otros dos ejes en el conjunto, uno corresponde al salón de usos múltiples, y el otro corresponde al lado poniente de la escuela, con las bodegas, el acceso y la vivienda del intendente.

Las circulaciones principales son las que recorren los niños a diario desde ambos accesos hasta las aulas, una desde el lado oriente y la otra desde el lado poniente; así como el acceso al estacionamiento y al salón de usos múltiples, fungiendo más como acceso de servicios, tanto para los vendedores de la cooperativa como para los profesores que tienen automóvil o que van a la zona deportiva.

Las circulaciones secundarias son todas las derivaciones hacia la zona deportiva y áreas verdes, y el pequeño acceso del intendente a su vivienda.

## CIRCULACIONES

- ◀ Circulaciones principales desde ambos accesos y circulaciones secundarias en otro esquema.

## EJES DE COMPOSICION EN EL CONJUNTO

- ▶ Trazo sobre conjunto actual, elaboración propia.





## ZONIFICACIÓN DE LA ESCUELA Y ANÁLISIS DEL CONJUNTO



En el conjunto de la escuela se identifican siete zonas correspondientes a las actividades que desempeñan dentro de la escuela actualmente.

Cada una se describirá en las tablas siguientes, haciendo énfasis en tres aspectos del espacio, identificando las problemáticas de cada zona, la propuesta de conjunto para dar solución a esas problemáticas y la propuesta concreta en el objeto arquitectónico que será la respuesta a la conjunción de las necesidades actuales de la escuela y el conjunto.

ZONA DE AULAS : 3050m<sup>2</sup>

ÁREAS VERDES: =1825m<sup>2</sup>

ÁREA VELADOR: 520m<sup>2</sup>

ZONA ADMON Y ACCESOS: 320m<sup>2</sup>

ZONA DE USOS MÚLTIPLES Y ESTACIONAMIENTO: 1900m<sup>2</sup>

ZONA DE COMEDORES Y COOPERATIVA: 815m<sup>2</sup>

ZONA DEPORTIVA: 5300m<sup>2</sup>

TOTAL=13730m<sup>2</sup>

### ZONIFICACIÓN

- ◀ Se identifican siete zonas de la escuela con diferentes funciones cada una de ellas.





## 1 ) ZONA ADMINISTRATIVA Y ACCESOS

Espacio	Problemática	Propuesta en conjunto	Propuesta en Objeto Arq	Fotografía
<b>1.1 ACCESO PONIENTE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Horas de entrada y salida entorpecen el flujo vial</li> <li>• Desvinculado de las aulas en temporada de lluvia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propuesta de bahías cercanas al acceso.</li> <li>• Recorrido techado a las aulas.</li> </ul>		
<b>1.2 ACCESO ORIENTE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comercio que entorpece el acceso.</li> <li>• Espacio reducido en la banqueta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reordenar comercio.</li> </ul>		
<b>1.3 DIRECCIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espacio insuficiente para juntas con padres y profesores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vinculación a futura sala de profesores.</li> </ul>		
<b>1.4 BIBLIOTECA ACTUAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desconectada del conjunto.</li> <li>• Mobiliario deficiente</li> <li>• Bajas condiciones de habitabilidad. (ventilación, iluminación etc).</li> <li>• Espacio reducido y disfuncional.</li> <li>• Sala de juntas improvisada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reubicación de la Biblioteca</li> <li>• Reestablecer como sala de juntas, con acceso directo a dirección.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generar zona de acervo.</li> <li>• Generar zona de guardado.</li> <li>• Generar bodega.</li> </ul>	

TABLA CONJUNTO 1  
 ◀ Tabla C1, elaboración propia.

CONJUNTO ZONA ADMON A.  
 ▶ Complemento a tabla C1, elaboración propia.

1)	<b>1.5 BIBLIOTECA ANEXO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pésimas condiciones estructurales.</li> <li>• Inhabitable.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demolición y propuesta de reutilización del espacio.</li> <li>• Crear una zona de comedor como futura intervención.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Garantizar seguridad estructural.</li> </ul>	
	<b>1.6 SANITARIOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Insuficientes para el número de alumnos y población escolar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crear baño para discapacitados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agregar núcleo de sanitarios en el proyecto.</li> </ul>	



En ésta zona podemos identificar diversas actividades que no son las adecuadas para concentrarlas en un solo espacio, al tener la dirección reducida por la biblioteca y no contar con sala para juntas.

En ésta mezcla de actividades también encontramos el problema más grande que es el del anexo de la biblioteca, la cual fue autoconstruida por un director de la primaria, sin consideración alguna por la seguridad estructural o funcionamiento que pudiera tener, lo que ocasionó que al final tuviera que ser empleada como bodega, la cual terminó por no ser funcional.

Los sanitarios de la escuela se concentran en esta zona, sin embargo son insuficientes y carente de un sanitario para discapacitados.

El tema del acceso oriente (1.1) es un acceso que resulta a primera vista innecesario, sin embargo, bajo un análisis cuidadoso puede observarse que es incluso más utilizado que el poniente (1.2) dado que mayor cantidad de niños proviene del sudeste de San Cristóbal de las casas, y tendrían que recorrer mas de 100m para llegar a su salón cuando al entrar por ahí llegan directamente a su salón.

## 2 ) ZONA DE AULAS

Espacio	Problemática	Propuesta en conjunto	Propuesta en Objeto Arq	Fotografía
<b>2.1 AULAS COMUNES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hacinamiento de alumnos.</li> <li>• Mobiliario cuestionable</li> <li>• Ventilación insuficiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propuesta de estandarizar mobiliario.</li> <li>• Favorecer ventilación cruzada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propuesta de aula lúdica para clases alternativas.</li> <li>• Ventilación cruzada .</li> </ul>	
<b>2.2 AULA MULTIMEDIA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No funciona como aula multimedia / Sala de proyección</li> <li>• Deficiencia de infraestructura, y mobiliario. (Existen tres computadoras para toda la escuela).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definición del espacio por uso necesario y demandado.</li> <li>• Propuesta de la sala de cómputo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sala de proyección</li> </ul>	
<b>2.3 AULA U.S.A.E.R.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rampa inadecuada, acceso difícil para discapacitados.</li> <li>• No tiene difusión.</li> <li>• No posee mobiliario adecuado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejorar la accesibilidad del aula.</li> <li>• Replantear ubicación para posible expansión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espacio accesible.</li> </ul>	
<b>2.4 PLAZA CÍVICA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vestíbulo a la escuela, problemas de accesibilidad para discapacitados por falta de rampas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acondicionamiento con rampas con correcto desarrollo.</li> </ul>		

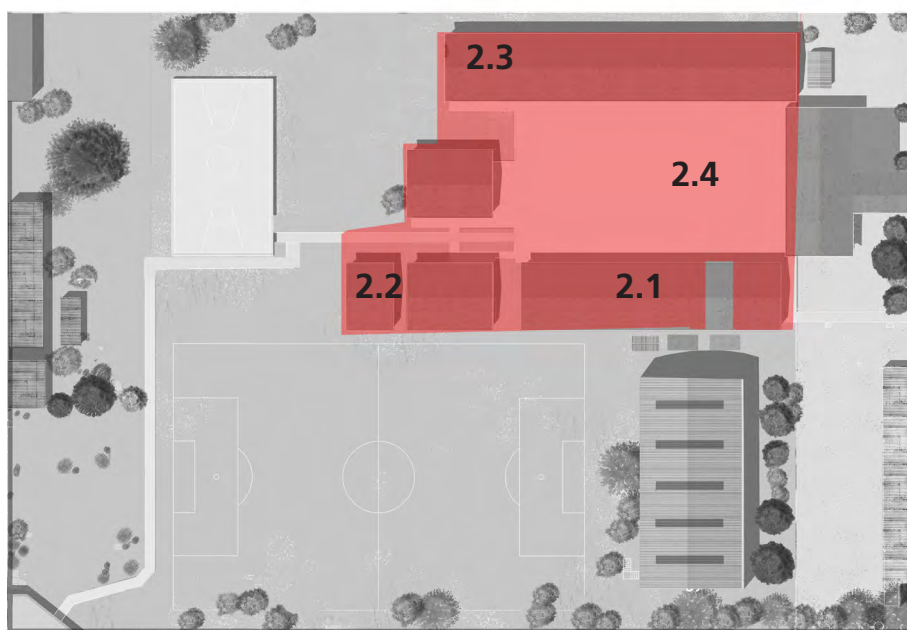
TABLA CONJUNTO 2  
 ◀ Zona de aulas, Tabla C2, elaboración propia.

En esta zona está concentrada la mayor cantidad de servicios educativos, la aulas didácticas, el USAER y la sala de proyección.

Existe un problema de hacinamiento de los alumnos, ya que los 18 grupos de la escuela tienen en promedio 40 niños por aula, ya que también el personal docente es escaso, pues la escuela solo cuenta con alrededor de 20 maestros. En total, la escuela cuenta con un personal de 24 trabajadores, incluyendo dos intendentes y los dos profesores de educación física y el velador.

Los 731 niños divididos en los 18 grupos A,B,C por cada año, no tienen infraestructura suficiente ni mobiliario adecuado, y una de las carencias mas grandes es en equipo de cómputo, pues la escuela cuenta con apenas 3 computadoras para toda la escuela.

Otra situación apremiante es el estado físico de las aulas, que fueron construídas hace mas de 40 años y presentan filtraciones y poco mantenimiento.



CONJUNTO ZONA DE AULAS  
 ◀ Complemento a tabla C2, elaboración propia.

## 3 ) ZONA DEPORTIVA

Espacio	Problemática	Propuesta en conjunto	Propuesta en Objeto Arq	Fotografía
<b>3.1 CANCHA 1 BASQUETBOL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En tiempo lluvioso es difícil de utilizar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cubrir cancha (Buscar programa estatal apropiado para ello).</li> </ul>		
<b>3.2 CANCHA 2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No está definida, funciona como tal durante la clase de educación física y receso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir cancha</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posible ubicación dada cercanía con la zona de aulas.</li> </ul>	
<b>3.3 CANCHA 3 FUTBOL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inundaciones</li> <li>• No hay espacio definido para espectadores.</li> <li>• No hay iluminación para partidos nocturnos</li> <li>• Orientación errónea.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de canalización de aguas pluviales.</li> <li>• Definir espacio cómodo para espectadores.</li> <li>• Colocación de luminarias.</li> <li>• Dividir cancha en dos más pequeñas con orientación correcta, y solo utilizarla completa durante partidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lugar para observar los partidos a cubierto.</li> </ul>	 
<b>3.4 BODEGA DE EQUIPO DEPORTIVO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desorganizada y dispersa</li> </ul>			

TABLA CONJUNTO 3.  
 ◀ Elaboración propia

En la zona deportiva podemos ver que el error mas grande es la orientación de la cancha de futbol (3.3) que se encuentra con una orientación este-oeste. Dentro de las propuestas de conjunto se pretende corregir la orientación, creando dos canchas más pequeñas en dicho espacio.

La cancha de fútbol es una de las características más importantes de la escuela, pues es utilizada también por equipos de futbol locales, así como para sus partidos y sus entrenamientos.

Esta escuela sigue siendo reconocida por sus áreas verdes y deportivas. (5780m<sup>2</sup>). Se propone definir las canchas actuales trazándolas en el césped, y dotándolas de equipo adecuado de iluminación y gradas.

La cancha de basquetbol es de las pocas beneficiadas con algún apoyo gubernamental. Durante 2015, en SCC se destinaron recursos estatales para hacer una cubierta para las canchas de basquetbol de la mayoría de las escuelas en esa localidad.

La bodega deportiva funge también como bodega de todo tipo de enseres, lo que dificulta encontrar las cosas que se necesitan en el momento, puesto que la escuela va generando basura que no se saca del a escuela, supuestamente para reciclar. Sin embargo, va llenando la bodega deportiva de objetos inservibles que saturan un espacio potencialmente útil.



CONJUNTO ZONA DEPORTIVA  
 ◀ Complemento a tabla C3. Elaboración propia



## 4 ) ÁREAS VERDES Y VIVIENDA





Espacio	Problemática	Propuesta en conjunto	Propuesta en Objeto Arq	Fotografía
<b>4.1 ÁREA DE HUERTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poco cuidado a cajones de huerto.</li> <li>• No hay un plan de cuidado.</li> <li>• Tiende a inundarse en época de lluvias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reubicación de huertos.</li> <li>• Plan y estrategia de cuidado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relación directa con el proyecto y talleres.</li> </ul>	
<b>4.2 VIVIENDA VELADOR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asentamiento indefinido.</li> <li>• Tiende a crecer, actualmente cubre un área de 500m<sup>2</sup> dentro de la escuela.</li> <li>• Inseguridad al tener un acceso propio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Delimitar y contener.</li> <li>• Buscar posible demolición, y reubicación de la vivienda del intendente y su familia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integración de los límites al proyecto.</li> <li>• Usar el proyecto como barrera y contención.</li> </ul>	
<b>4.3 ESPACIO "EL ÁRBOL"</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sitio preferido por las niñas a la hora del receso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conexión inadecuada con vivienda del velador.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integración a espacios abiertos del proyecto.</li> </ul>	
<b>4.4 ESPACIO POSTERIOR A LAS AULAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abandonado y residual.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar como extensión de las aulas.</li> </ul>		

TABLA C4.  
◀ Elaboración propia

El área de vivienda del velador es sin duda la más controversial de toda la escuela, pues no corresponde a ninguna parte del programa arquitectónico de la misma. Sin embargo, el velador ha vivido y cuidado la escuela por casi 30 años, y conforme ha crecido su familia ha ido ampliando la precaria vivienda cuarto por cuarto, hasta ocupar más de 500m<sup>2</sup> y contar con acceso y estacionamiento propio. Representa así un peligro para los niños, pero al mismo tiempo, el hecho de que el velador viva en la escuela le da seguridad a la misma por las noche frente a posibles actos delincuenciales.





El huerto fue una iniciativa de la antigua directiva para complementar la educación "ambiental" de los niños, teniendo un espacio para poder cultivar diversas plantas, y un lugar para guardar las herramientas que utilizarán.


Los espacios residuales a lo largo de la escuela, como lo son los que se encuentran en la parte posterior de las aulas o entre edificios se prestan a la acumulación de basura y a actividades indebidas por parte de los niños, por lo que se recomienda aprovecharlos dentro del conjunto o limitar su acceso a ellos. Un ejemplo fue que al espacio entre aulas se incorporaron mesas de comedores con los cuales se intentaba atender a la gran demanda de mesas durante el receso de los niños.



CONJUNTO VIVIENDA Y ÁREAS VERDES  
 ◀ Complemento a tabla C4. Elaboración propia.

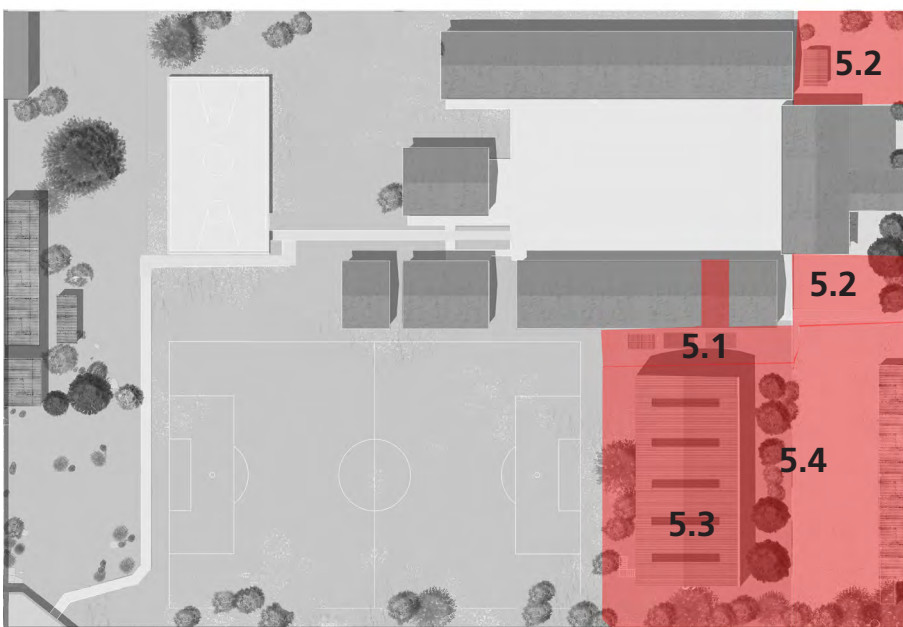
## 5 ) ZONA DE COOPERATIVA Y USOS MÚLTIPLES

Espacio	Problemática	Propuesta en conjunto	Propuesta en Objeto Arquitectónico	Fotografía
<b>5.1 COOPERATIVA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ineficiente.</li> <li>• Espacio insuficiente para la cantidad de niños.</li> <li>• Poca variedad y comida chatarra.</li> <li>• Manejo de residuos ineficiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crear un espacio para propiciar un servicio de venta comunitario, que ayude a colectar fondos para la escuela.</li> <li>• Ofrecer productos nutritivos que fomenten la buena alimentación de los niños.</li> </ul>		
<b>5.2 COMEDORES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizados también como espacio para clases al aire libre.</li> <li>• Dificultades de accesibilidad para discapacitados.</li> <li>• Desvinculados de zonas de abastecimiento de comida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posible vinculación con el área de padres y acceso.</li> <li>• Unificar comedores, creando zona de cocina, utilizando el anexo de biblioteca para dicho fin.</li> <li>• Posibilidad de implementación de bebederos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espacio que favorezca las clases al aire libre.</li> </ul>	
<b>5.3 SALÓN DE USOS MÚLTIPLES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usos indefinidos:</li> <li>• Escolares: Festivales, y actividades apoyo a clases (Inadecuado*), eventos culturales. (Insuficiente)</li> <li>• Públicos: Juntas vecinales y comunales (Espacio insuficiente)</li> <li>• Talleres: (No es adecuado*)</li> <li>• No tiene espacio de guardado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abrir espacio al exterior, crear vestíbulo</li> <li>• Generar bodega adecuada.</li> <li>• Integrarlo al conjunto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espacio para apoyo a clases interactivas.</li> <li>• Espacio para Talleres.</li> <li>• Espacio de guardado para talleres.</li> </ul>	 

	<p><b>5.4 ESPACIO ENTRE REJA Y ESTACIONAMIENTO</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Divide el espacio</li> <li>• Es un espacio residual indefinido.</li> <li>• Recolección de basura descuidada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integración al espacio de usos múltiples.</li> <li>• Crear área de espera.</li> <li>• Trazar cajones de estacionamiento.</li> </ul>		
--	--	---	--	--	---

ANÁLISIS DE CONJUNTO

◀ ▲ Tabla C5, elaboración propia.



La cooperativa en realidad consta de una serie de 6 módulos pequeños (5.1) que venden comida a manera de puesto ambulante. Con algunas excepciones es básicamente comida chatarra, y bloquea la circulación durante el receso al salón de usos múltiples (5.3), quedando frente a la entrada de las filas de niños que ahí compran.

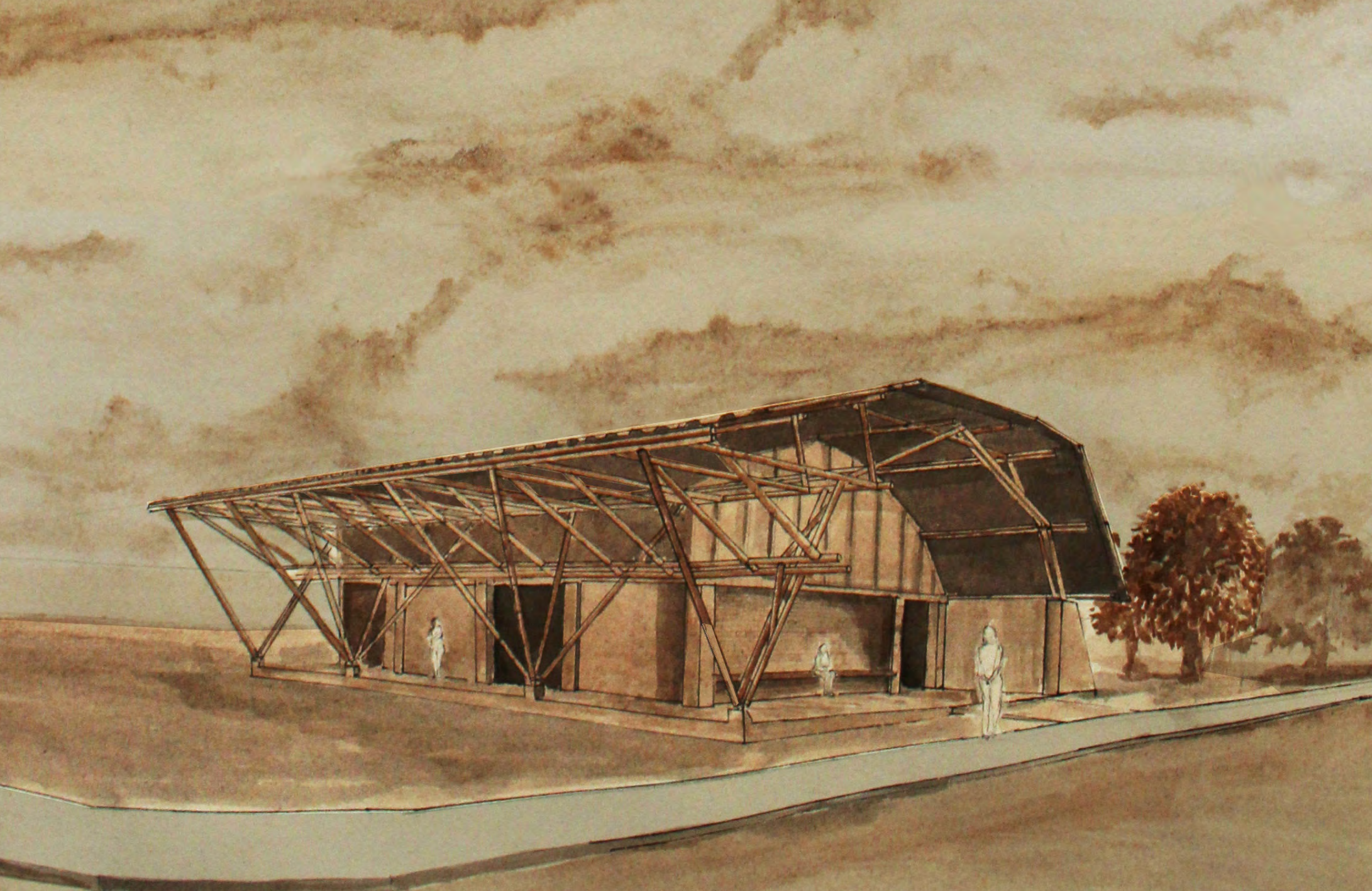
La propuesta es generar un espacio vestibular a la entrada del salón de usos múltiples, reubicando al comercio y creando un comedor en la zona del anexo de la biblioteca, haciendo que funcione correctamente y que logre atender a la enorme cantidad de niños de la escuela.

El estacionamiento que principalmente utilizan los profesores, a excepción de los eventos especiales en el salón de usos múltiples, (por la normatividad analizada en el primer capítulo) actualmente requiere 21 cajones, los cuales de hecho están cubiertos; pero convendría marcarlos y zonificarlos para que el área de depósito de los desechos no ocupe más espacio del estrictamente necesario.

Integración del Salón de usos múltiples al conjunto de aulas.

CONJUNTO VIVIENDA Y ÁREAS VERDES

◀ Complemento a tabla C5. de elaboración propia.



## 6. EL PROYECTO ARQUITECTÓNICO

# DEL DISEÑO ARQUITECTÓNICO

El diseño arquitectónico es un problema de organización espacial integradora. Así pues debemos tratar con las implicaciones de espacio-forma de una amplia gama de necesidades de ejecución que interactúan entre sí, así como con las necesidades físicas y las actividades. El reto consiste en organizar las múltiples propiedades de un edificio de tal manera que satisfagan estas necesidades de una forma óptima.

Las necesidades relacionadas con la actividad a la que está destinada ese edificio son operativas dentro de un ambiente de control que se debe organizar con base a sus requerimientos para su definición física: delimitación física del ámbito, asociación, control climatológico y servicios. Estas necesidades físicas deben considerarse dentro del contexto de un esquema total para organizar la interacción de los espacios de actividad.

Se deben considerar las necesidades simbólicas de los futuros usuarios, de quién va a vivir en el espacio, a actuar dentro del ámbito construido. Tenemos que tomar en cuenta que tienen sus propios valores sociales y estéticos. La construcción no debe ser un lugar indiferente, sino inspirador, debe tener carácter y funcionalidad.

El diseño arquitectónico debe resolver un grupo interactivo de problemas de diseño de manera general con un enfoque de conjunto, creando un sistema espacio-forma en donde uno responda al otro, resolviendo la función requerida.

Se desarrolla el ámbito de un edificio como un sistema total de subsistemas interactuantes e integradores de un espacio. Requerimos para esto un sistema de jerarquías con tres niveles de concepción retroalimentadora: esquemático, preliminar y final.

## MODELO DE INTEGRACIÓN DEL DISEÑO ARQUITECTÓNICO

► Basado en la Figura 1.3 del libro Conceptos y Sistemas Estructurales para Arquitectos e Ingenieros T.Y. Lin y S.D. Stotesbury.

Actitud del diseñador	Acumulación	Composición	Síntesis	Integración
Característica del diseño	Partes agregadas a medida que se reconocen las necesidades	Subordinación de las partes al concepto formal dominante	Coordinación de las partes para su interacción óptima	Integración de las partes en un sistema orgánico total.
Intención organizativa	Reactivo	La forma por su propia razón de ser	La forma obedece a la función	Forma y función son una.

# LISTADO DE NECESIDADES Y PROGRAMA ARQUITECTÓNICO

Después de haber realizado el análisis del conjunto identificando los problemas y las necesidades actuales, podemos realizar un programa arquitectónico que pueda resolver los problemas actuales de la escuela, así realizando un programa general de necesidades.

Este programa no será el definitivo, sino mas bien una aproximación y que servirá para definir el proyecto.

<b>BIBLIOTECA</b>	<b>ESPACIO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DEL ESPACIO</b>	<b>CARACTERÍSTICAS Y REQUERIMIENTOS</b>	<b>INSTALACIONES</b>
	<b>ACERVO</b>	Consultar, guardar y organizar material/ libros	Espacio para guardar libros  Espacio para material didáctico de consulta	Orientación norte  Resguardado	Energía eléctrica
	<b>ZONA DE LECTURA</b>	Consulta / Lectura	Lugar para sentarse  Lugar para apoyarse	Luz natural mínimo 17.5% del área del local 600 luxes  Silencioso (25 dB)	Energía eléctrica
	<b>ZONA DE TRABAJO</b>	Investigación, lectura, y diálogo	Lugar para sentarse	Luz natural  Espacio abierto	Energía eléctrica Contactos

TABLA BIBLIOTECA  
◀ Elaboración propia

AULAS	ESPACIO	ACTIVIDAD	CARACTERÍSTICAS DEL ESPACIO	CARACTERÍSTICAS Y REQUERIMIENTOS	INSTALACIONES
	<b>ENSEÑANZA DE IDIOMAS</b>	Aprender / Enseñar diferentes idiomas	Lugar para sentarse Lugar para apoyarse Lugar de dibujo para todos Espacio para proyectar	Iluminación natural. Mínimo 17% del área del local. 350-400 luxes  Ventilación: Natural cruzada. Mínimo 1/9 del área del local. Espacio "libre"  Temperatura 18° a 25° Celsius.	Energía eléctrica  Fuente de alimentación
	<b>APOYO A CLASES</b>	Aprender / Enseñar conocimientos generales	Lugar para sentarse Lugar para apoyarse Lugar de dibujo para todos Espacio para proyectar	Iluminación natural. Mínimo 17% del área del local.  Ventilación: Natural cruzada. Mínimo 1/9 del área del local.  Espacio "libre"  Humedad relativa: 50%	Energía eléctrica Contactos Agua

TABLA DE AULAS  
◀ Elaboración propia



TALLERES	ESPACIO	ACTIVIDAD	CARACTERÍSTICAS DEL ESPACIO	CARACTERÍSTICAS Y REQUERIMIENTOS	INSTALACIONES
	<b>ARTES PLÁSTICAS</b>	Expresión artística/ Crear	Lugar para sentarse  Lugar para apoyarse  Espacio de guardado  Guardarropa	Iluminación natural  Ventilación natural  Espacio "libre"  Superficie de fácil limpieza	Energía eléctrica Contactos  Agua
	<b>MÚSICA</b>	Aprender a tocar instrumentos musicales	Lugar para sentarse  Lugar para apoyarse  Lugar de dibujo para todos  Espacio de guardado  Espacio para proyectar	Luz natural  Ventilación natural  Espacio "libre"  Acústico	Energía eléctrica  Contactos.
	<b>LITERATURA</b>	Aprender historias de forma lúdica.	Lugar para sentarse. Lugar para leer	Luz Ventilación	Energía eléctrica  Contactos.
	<b>MATEMÁTICAS MAYAS.</b>	Aprender matemáticas de forma lúdica.	Lugar para sentarse. Lugar para escribir.	Iluminación  Ventilación.	Energía eléctrica
	<b>TEATRO-EXPRESIÓN CORPORAL</b>	Bailar, Actividades físicas.	Espacio amplio. Acústico. Relación con el exterior.	Ventilación natural Espacio Superficie de fácil limpieza.	Energía eléctrica  Contactos.

SERVICIOS	ESPACIO	ACTIVIDAD	CARACTERÍSTICAS DEL ESPACIO	CARACTERÍSTICAS Y REQUERIMIENTOS	INSTALACIONES
	SANITARIOS	Lavarse las manos	Privado – WC	Luz natural 200 luxes	Energía eléctrica
		Necesidades fisiológicas	Lavamanos público	Ventilación natural	Agua Drenaje
	BEBEDEROS	Beber agua	Lugar para sentarse  Público	Luz natural 200 luxes  Ventilación natural  Espacio “libre”	Agua potable para consumo
CUARTO DE LIMPIEZA	Guardar instrumentos de limpieza y mantenimiento	Lugar para guardar	Luz	Energía eléctrica	

TABLA SERVICIOS  
◀ Elaboración propia

**Combinando estos cuatro espacios (Biblioteca, Taller, Aula, Servicios) es como se genera el "Aula Dinámica"**, siendo este un espacio híbrido capaz de resolver con los menores recursos posibles las necesidades de la comunidad escolar, creando así un espacio digno para las diversas actividades que debe desempeñar.

De esta manera se define un programa arquitectónico final, como se muestra en las siguientes páginas.

## Programa Arquitectónico Final

NOMBRE DEL ESPACIO		FUNCIÓN O ACTIVIDAD	MOBILIARIO- EQUIPO NECESARIO	DIMENSIONES Y ÁREA	ALTURA	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	N° USUARIOS
<b>ZONA DE ALUMNOS</b>	<b>AULA-BIBLOTECA</b>	Artístico culturales	2 Computadoras, 28 mesas 55 sillas	8.90×9.00=80m <sup>2</sup>	4.5m	360m <sup>3</sup>	50
	<b>SALA DE LECTURA</b>	Ver proyección y lectura.	Repisas de madera integradas a la estructura. Sillones y cojines.	18m <sup>2</sup>	2.6m	46m <sup>3</sup>	10
	<b>ACERVO</b>	Guardar y consulta de libros.	Repisas de madera	9m <sup>2</sup>	3m	27m <sup>3</sup>	15
<b>ZONA DE SERVICIOS</b>	<b>SANITARIOS</b>	Micción Lavado	2 excusados 1 mingitorio 2 lavabos de concreto pulido.	3.20m×3.8m=9.6m <sup>2</sup>	2.2m	21m <sup>3</sup>	8
	<b>BODEGA INSTALACIONES</b>	Control de instalaciones.	1 Tinaco	2.7×0.95=2.7m <sup>2</sup>	2.2m	6m <sup>3</sup>	1
	<b>BODEGA BIBLIOTECA Y PROYECCIÓN.</b>	Almacenamiento	Estantería	1.52×3.12=4.7m <sup>2</sup>	2.2m	10m <sup>3</sup>	2
<b>COMPLEMENTARIAS</b>	<b>PÓRTICO</b>	Espera y vestibular espacios.	2 bancas de madera.	60m <sup>2</sup>	3m	180m <sup>3</sup>	15
	<b>HUERTOS</b>	Siembra y cosecha de víveres		13m <sup>2</sup>	N/A	N/A	7
<b>TOTAL</b>				<b>198m<sup>2</sup></b>	<b>VOLUMEN INT.=470m<sup>3</sup> VOLUMEN TOTAL. =770m<sup>3</sup></b>		

# ZONIFICACIÓN

NECESIDAD NUEVA

- BIBLIOTECA
- CLASES
- EVENTOS
- CURSOS

ZONA DE ALUMNOS:

- SALA DE LECTURA
- ACERVO
- PÓRTICO
- AULA

ZONA DE SERVICIOS

- BAÑOS
- BODEGA
- TINACO
- PROYECCIÓN

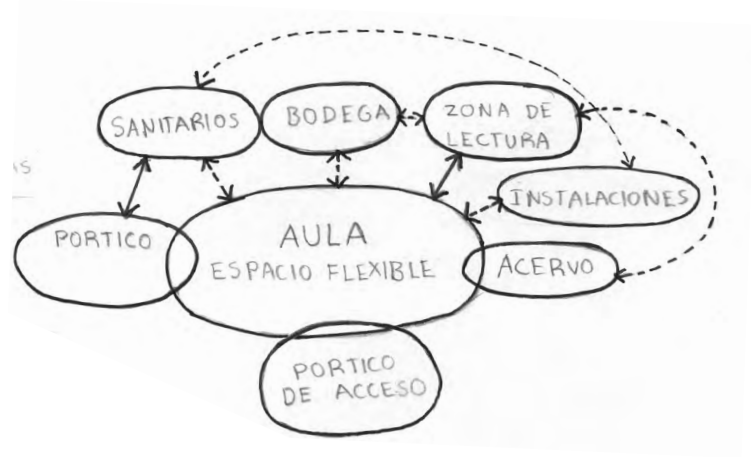
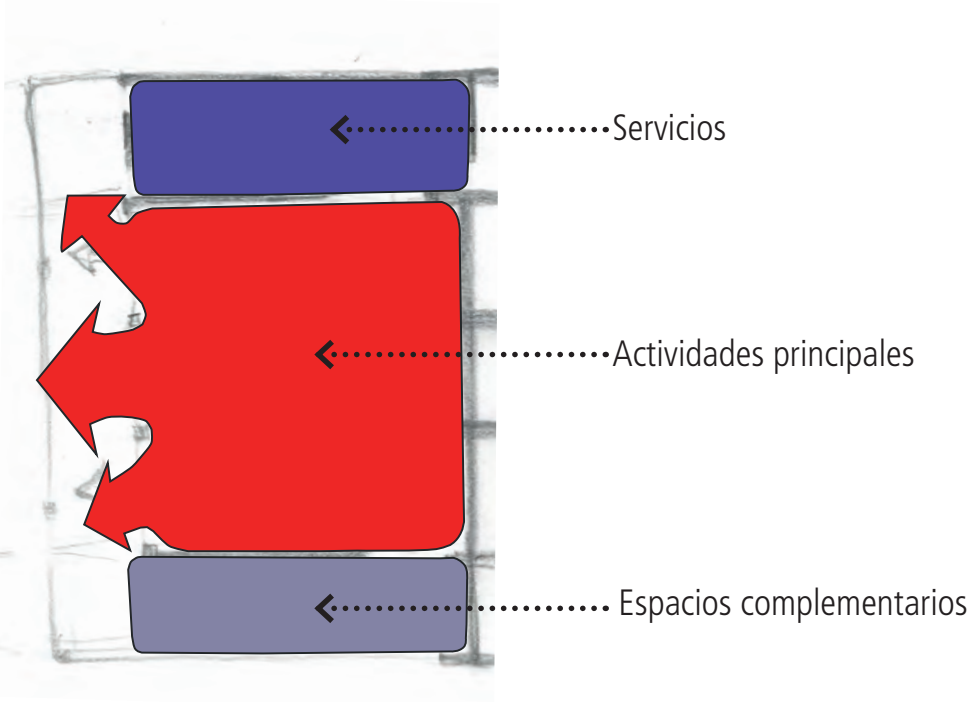
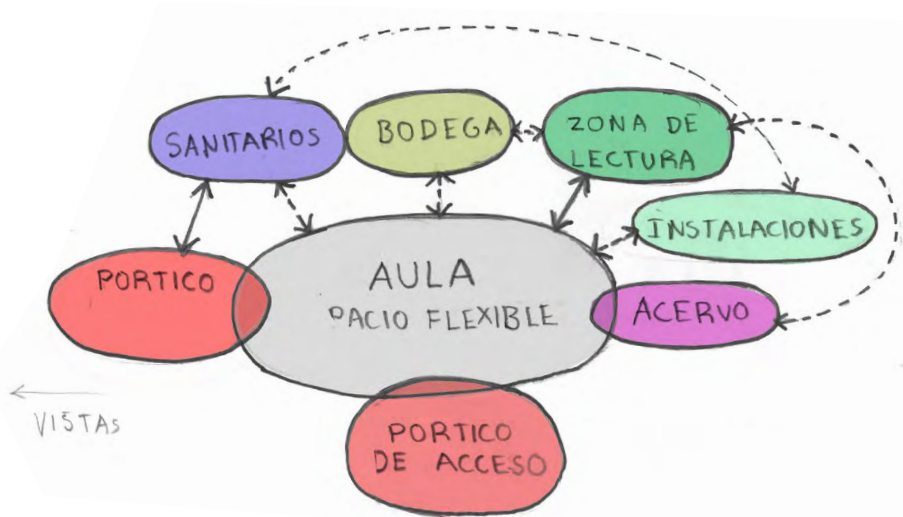


DIAGRAMA de relaciones  
 ◀ Zonas y espacios del proyecto.



Una vez que se obtiene el programa arquitectónico con los requerimientos cualitativos y cuantitativos necesarios para realizar las actividades, se procede a convertir cada espacio marcado en el programa en un espacio arquitectónico habitable con la mejor calidad, orden y confort posible.

Algunos aspectos esenciales a considerar fueron:

- Aprovechar cada espacio al máximo con la mayor flexibilidad en usos, sin que conflictúen entre sí.
- Solucionar los espacios de la forma más sencilla y construible posible.
- Aprovechar la mayor área posible con la altura adecuada.

Según los espacios y necesidades del Aula Dinámica utilizamos un módulo central libre "dinámico" en el cual se pueden generar diferentes usos, y que a su vez se abre al exterior para complementar sus usos con actividades al aire libre, así el proyecto se desarrolla desde un núcleo rígido a uno mas dinámico. En la parte posterior se concentran los servicios.

#### DIAGRAMAS

- ◀ Diagramas de funcionamiento y de amebas.

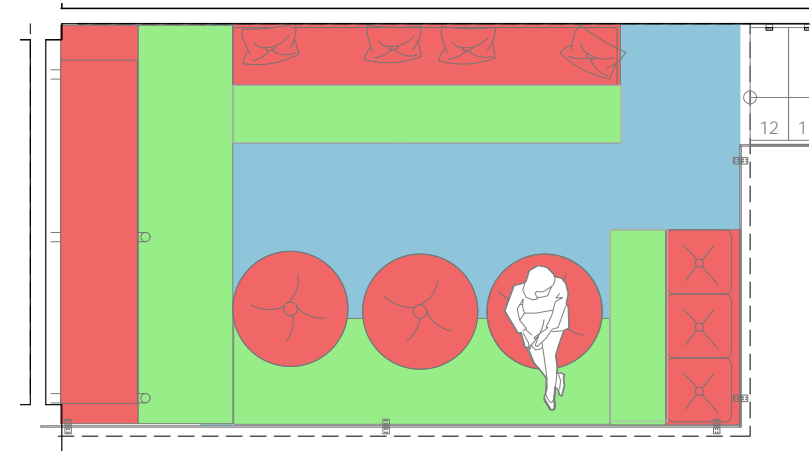
# ANÁLISIS DE ÁREAS

El análisis de áreas se realiza en base al espacio estático que representan los muebles, el área dinámica o de uso. Y el área necesaria para circular en el espacio.

## SALA DE LECTURA

Áreas:

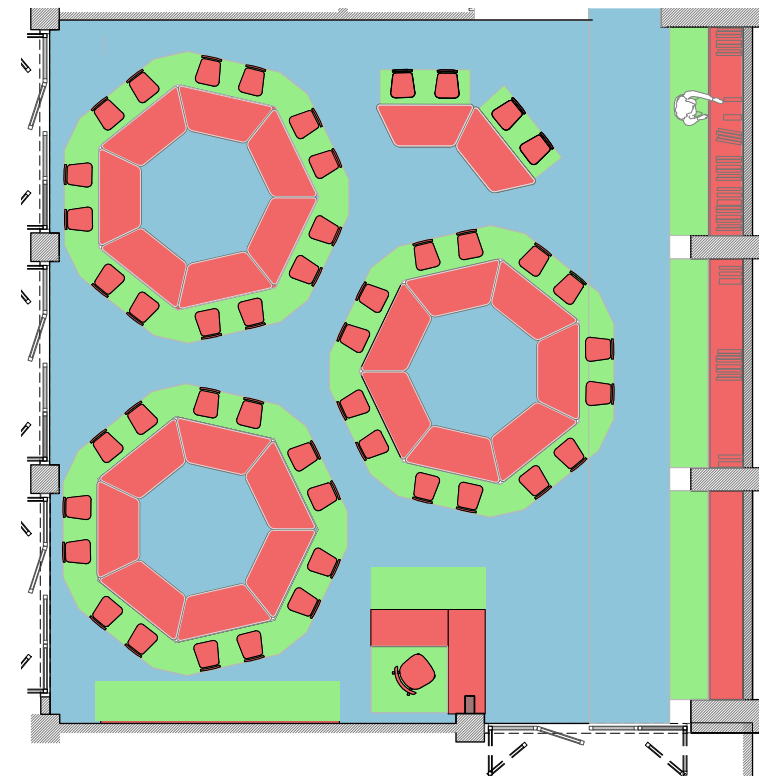
- Área estática: 6.16 m<sup>2</sup>
- Área de uso = 5.29 m<sup>2</sup>
- Área de circulación x = 6.55 m<sup>2</sup>
- Área total = 18 m<sup>2</sup>



## AREA DE TRABAJO Y ACERVO

Áreas:

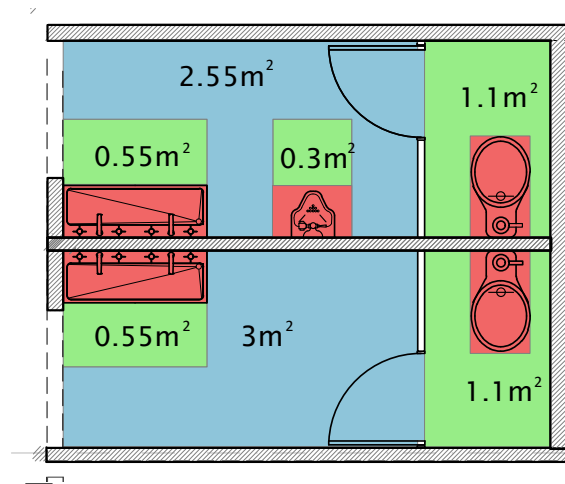
- Área estática: 19.3 m<sup>2</sup>
- Área de uso = 23 m<sup>2</sup>
- Área de circulación x = 37.7 m<sup>2</sup>
- Área total = 80 m<sup>2</sup>



## SANITARIOS

Áreas:

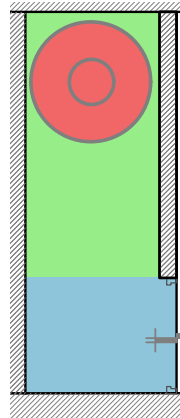
- Área estática:  $1.85 \text{ m}^2$
  - Área de uso =  $3.6 \text{ m}^2$
  - Área de circulación =  $5.55 \text{ m}^2$
- Área total =  $11 \text{ m}^2$



## BODEGA INSTALACIONES

Áreas:

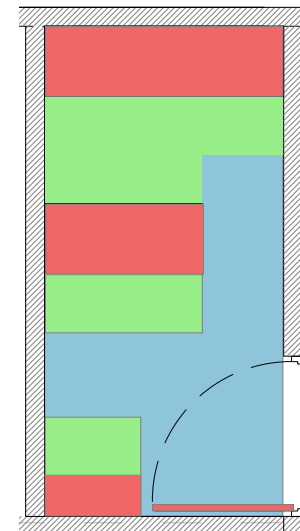
- Área estática:  $0.9 \text{ m}^2$
  - Área de uso =  $0.42 \text{ m}^2$
  - Área de circulación =  $0.95 \text{ m}^2$
- Área total =  $2.27 \text{ m}^2$



## BODEGA

Áreas:

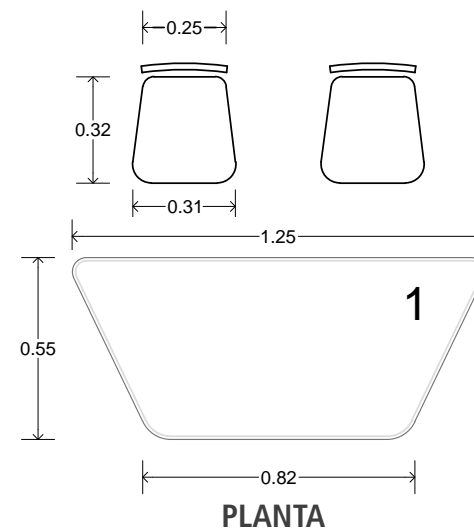
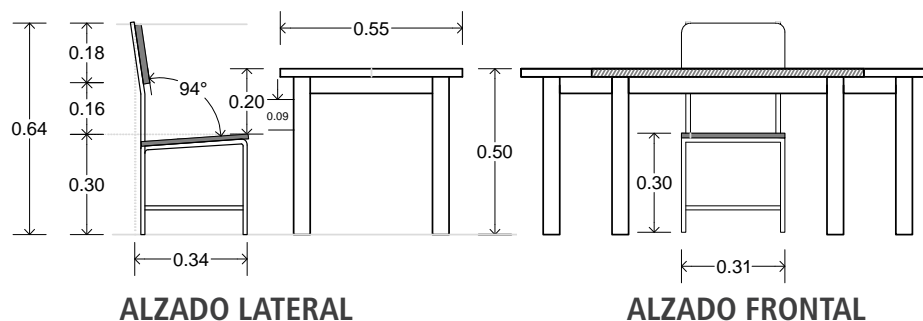
- Área estática:  $1.35 \text{ m}^2$
  - Área de uso =  $1.65 \text{ m}^2$
  - Área de circulación =  $1.75 \text{ m}^2$
- Área total =  $4.75 \text{ m}^2$



# MOBILIARIO

El mobiliario propuesto está diseñado con base al más utilizado en la escuela, variando los ángulos y medias, adecuándolo a los aspectos ergonómicos necesarios según los datos somatométricos de los niños mostrados en las *Normas y Especificaciones para estudios Proyectos Construcción e Instalaciones* del CAPFCE<sup>1</sup>. Así, éste mobiliario se basa en los estudios realizados a niños de 6 a 12 años de primaria, tomando dos medidas de este mobiliario, unas para niños de 8 a 10 años y otros para niños de 6 a 8 años. Se pone especial atención en la silla, el asiento con una inclinación de 5° con respecto a la horizontal, y entre el asiento y el respaldo un ángulo de 94°, poniendo énfasis en la curva lumbar en el respaldo con doble curvatura, y dejando libre el espacio para el coxis.

El mobiliario permite crear disposiciones diferentes dependiendo de las actividades propuestas, siendo así un mobiliario sencillo de utilizar.



## PROPUESTA DE MOBILIARIO

- ▲ Diseño propio basado en ergonomía y practicidad.

## MOBILIARIO EXISTENTE

- ◀ Uno de los mobiliarios de la escuela es de plástico con herrería, siendo de los más utilizados pesa a tener dimensiones inadecuadas.

1 Comité Administrador del Programa Federal de Construcción de Escuelas. 2001. *Normas y Especificaciones para estudios Proyectos Construcción e Instalaciones*. Libro 1 y 2, México. 498 pp.

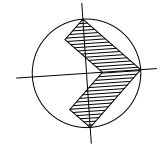


## UBICACIÓN ACTUAL

El emplazamiento del Aula Dinámica se decide a partir del análisis general de la escuela en el cual se observa un abandono de la zona poniente del predio. La intención es reactivarlo a partir de generar vinculación entre el nuevo proyecto (aula), el acceso existente de la escuela y la cancha de fútbol, creando también un espacio libre contenido que será un apoyo para las actividades que se realicen dentro del “aula dinámica”.

Debido a la necesidad de realizar actividades al aire libre, pero dadas las condiciones climáticas se pensó en un espacio exterior cubierto a manera de pórtico, los cuales se encuentran en la fachadas principales del proyecto (fachadas oriente y sur).

En este modelo se permite al intendente continuar con su vivienda dentro de la escuela, sin embargo se limita su crecimiento y contiene su acceso. La anterior es sin embargo la propuesta más real, puesto que la directiva no tiene intenciones de retirar la vivienda al intendente.



### ESCUELA PRIMARIA CONJUNTO

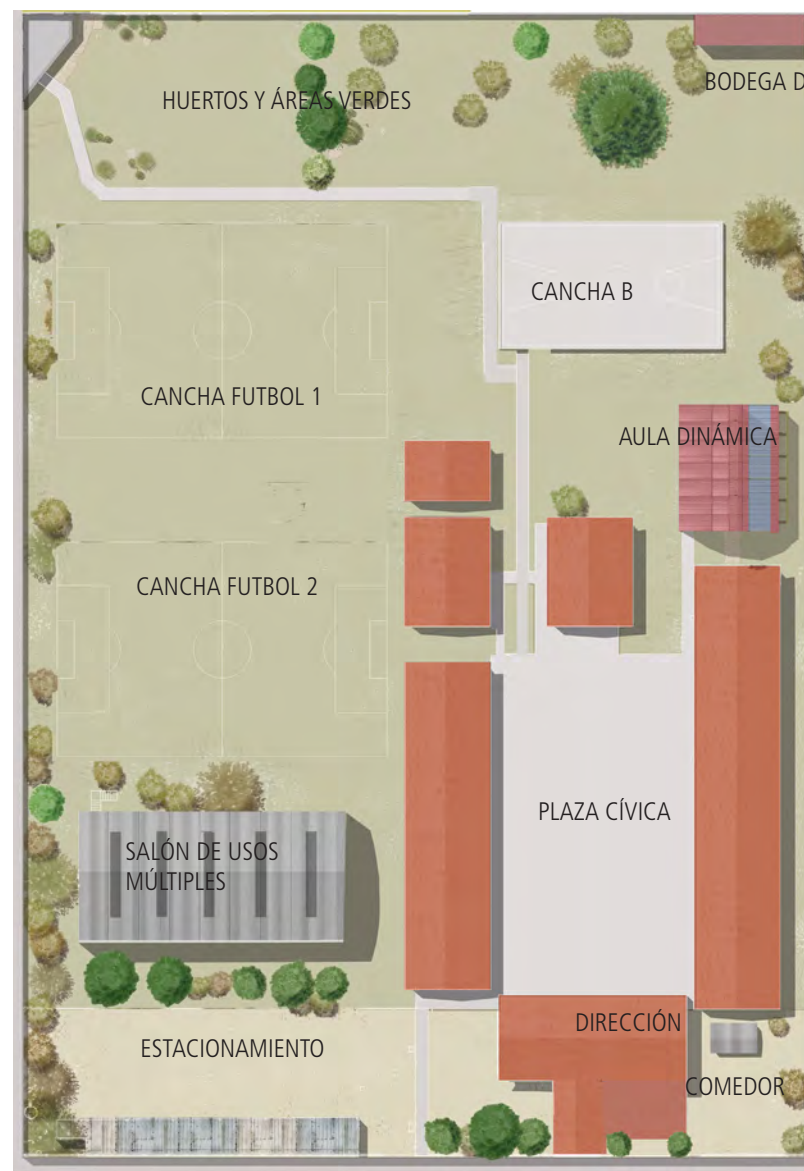
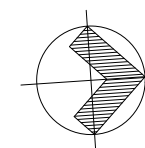
- Este es el estado actual visto con el aula dinámica terminada.

## UBICACIÓN PROPUESTA PARA EL PROYECTO

En esta propuesta se retira al intendente después del análisis general del conjunto y se ubica al Aula Dinámica en la zona de aulas, permitiendo que las áreas verdes y el huerto dominen a la zona donde antes estaba el intendente. Así se revitaliza y permite la apropiación de los niños.

En este modelo también se crea un espacio libre contenido que será un apoyo para las actividades que se realicen dentro del “aula dinámica”. Pues recordemos que todo el espacio debe ser de aprendizaje. Esto no solo se refiere a las aulas. Los espacios al aire libre son fundamentales para dicho propósito.

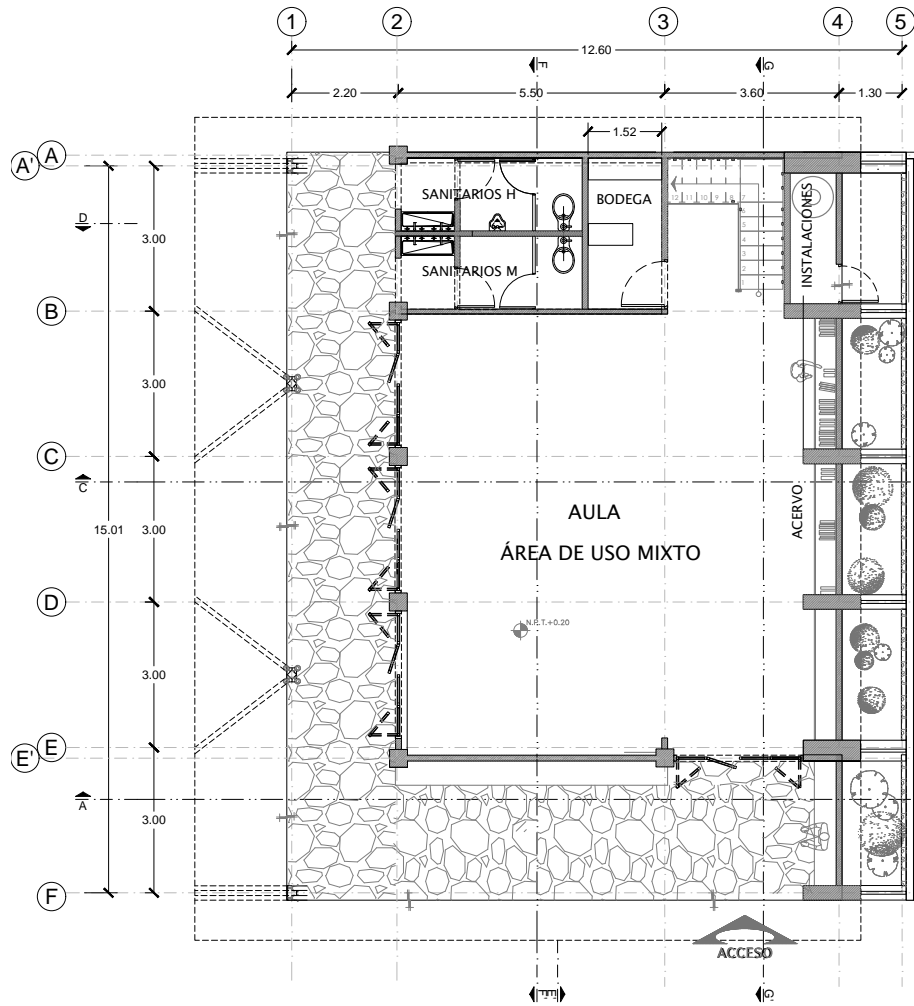
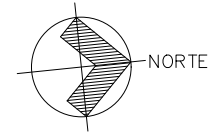
Debido a la necesidad de realizar actividades al aire libre, pero dadas las condiciones climáticas, se pensó en un espacio exterior cubierto a manera de pórtico, el cual se encuentra en la fachadas principales del proyecto (fachadas oriente y sur).



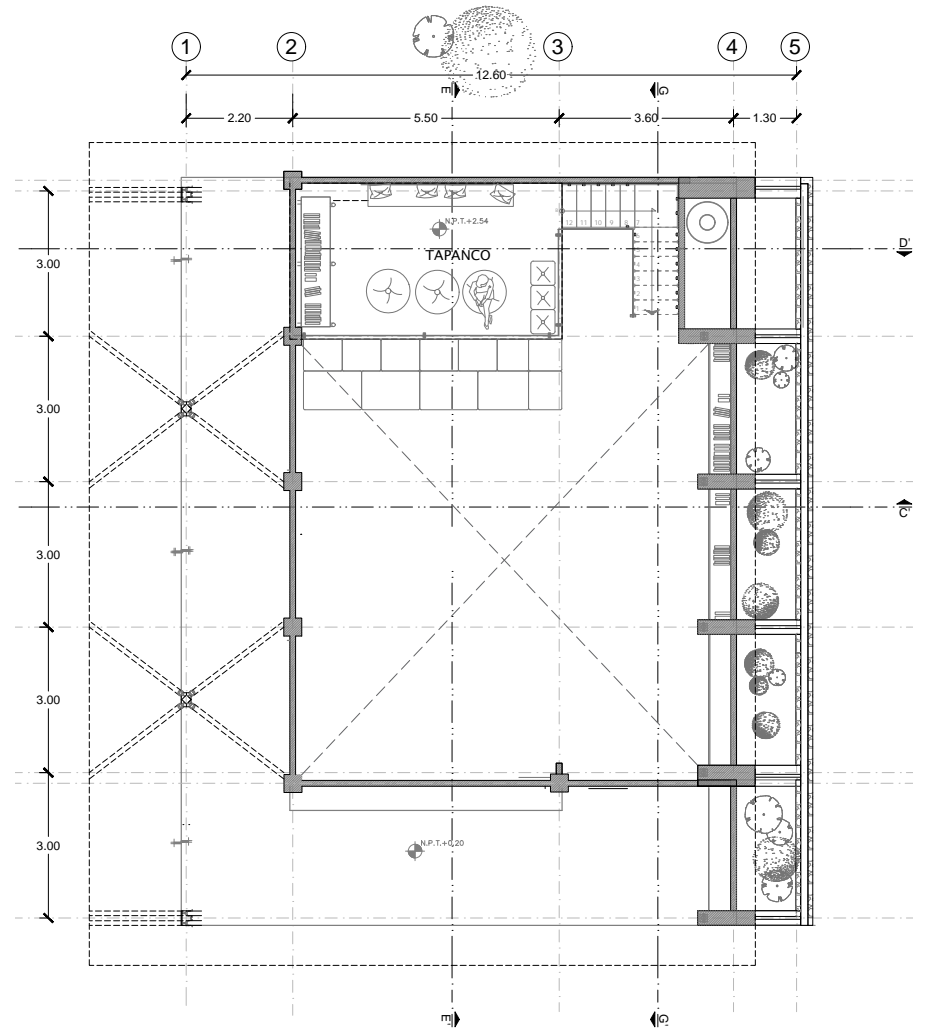
ESCUELA PRIMARIA CONJUNTO

► Se pueden observar las modificaciones propuestas.

# PLANO ARQUITECTÓNICO BASE

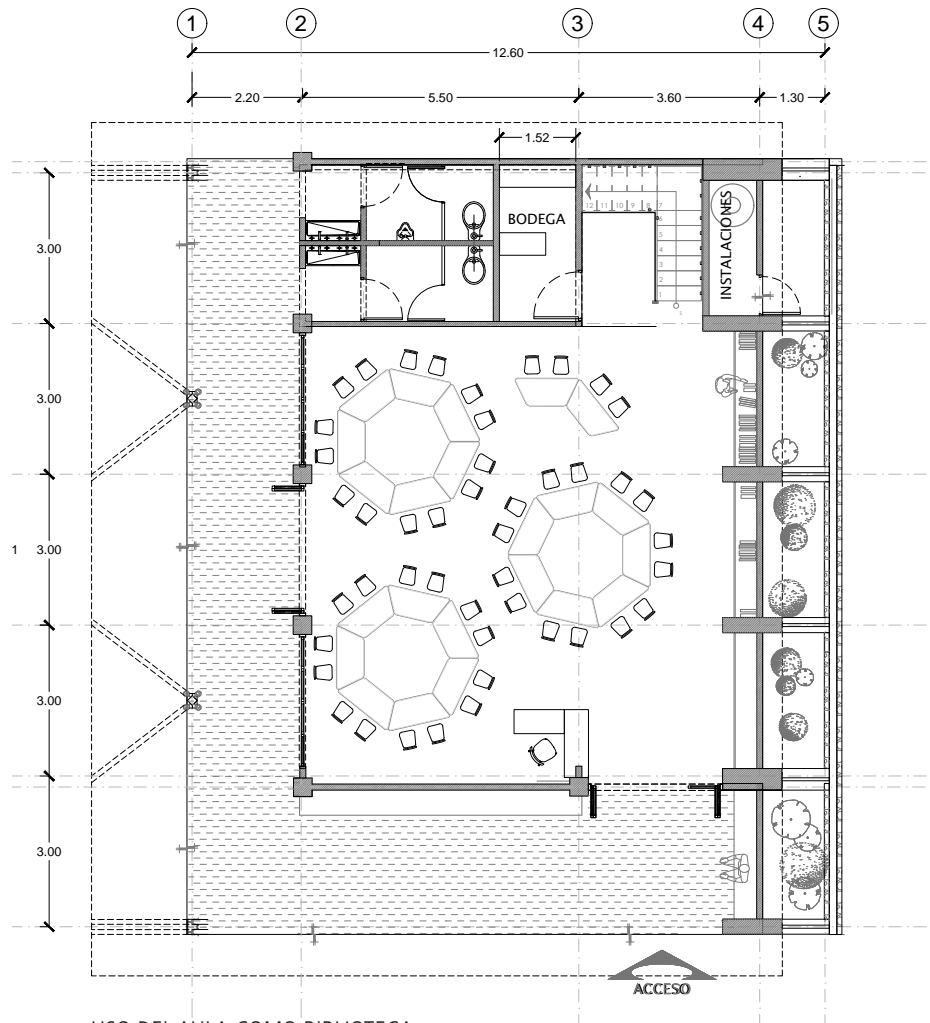


PLANTA BAJA



PLANTA TAPANCO

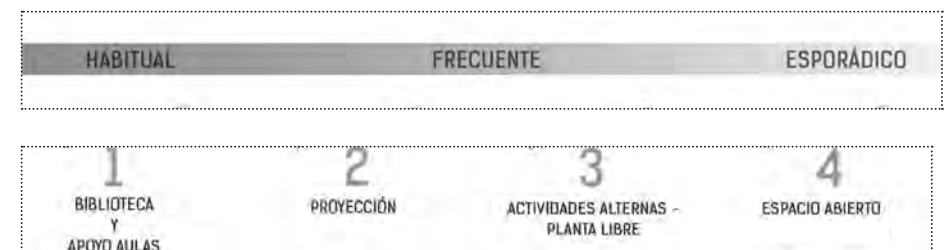
# GUÍA MECÁNICA



En éste modelo la planta funcionaría como sala de lectura, consulta y trabajo, contando con un módulo de préstamo y registro, teniendo solo un acceso para tener control. Para entrar se dejarán las cosas a la entrada en uno de los estantes.

Este uso sería el más frecuente, de 9 am a 2 pm, horario en que los profesores traerán a sus grupos para mostrarles la dinámica de uso. De esta manera se procedería para acercar a los niños a la lectura. Los niños siempre estarían bajo el cuidado de un profesor, bibliotecario u otra persona encargada además de su profesor.

Aquí se describe la frecuencia con que se utilizarán las diferentes disposiciones de cada espacio.



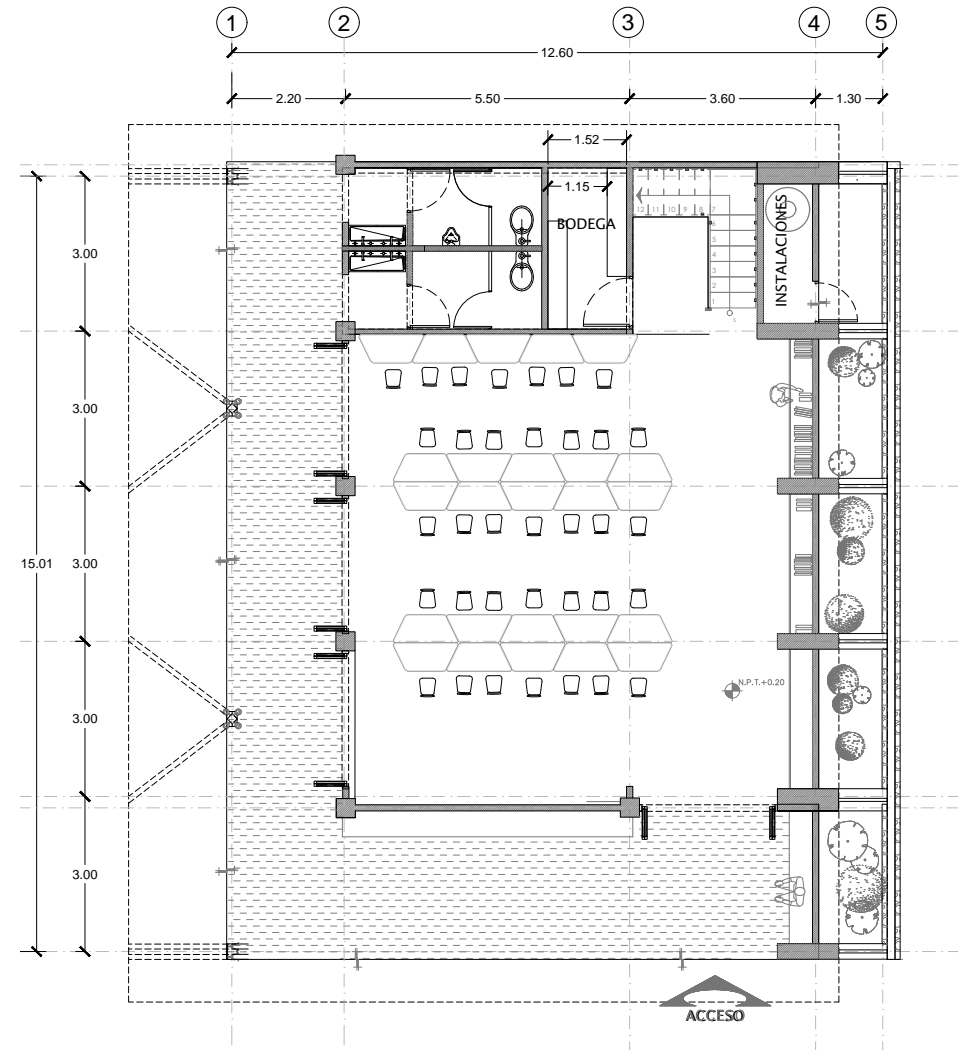
## TALLERES

Esta distribución es para los talleres donde se manejan actividades demostrativas, ya que se cuenta con todo el corredor de acceso libre y los estudiantes pueden voltear hacia dicha parte (es decir que la demostración se haría sobre éste costado y no en la parte frontal del aula). Asimismo, el facilitador tiene oportunidad de sentarse en medio de cada equipo y todos los participantes pueden apreciar lo que se presente o explique. Hay suficiente espacio en el área de circulación para permitir a los niños entrar y salir del aula en los momentos que sea necesario acceder a los servicios, dependiendo del taller, pues así como los del taller de pintura necesitan agua para poder enjuagarse, también en los talleres de física, en donde se realizan experimentos simples, los niños requieren agua.

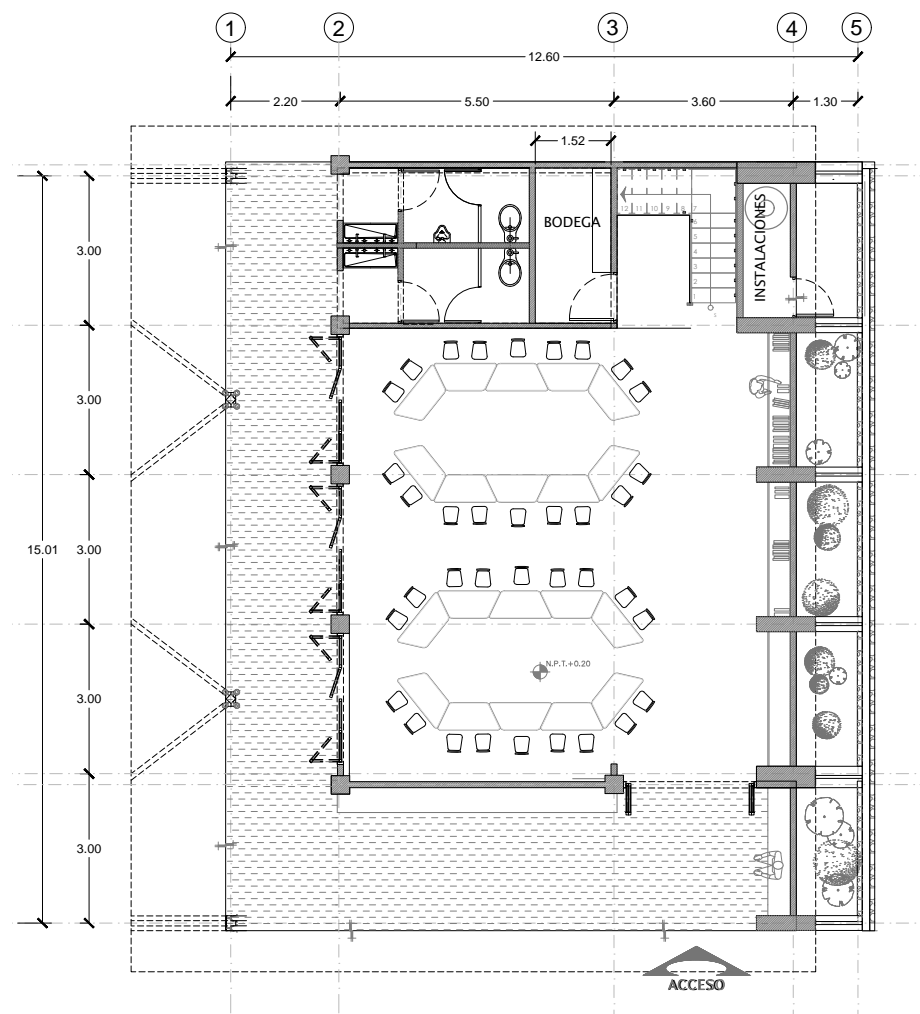
Recordemos que los talleres son dirigidos por 2 o 3 maestros para aumentar la atención proporcionada a los niños, así pues, cada maestro atiende a un equipo asignado en uno de los 3 grupos de cada mesa.

### DISTRIBUCIÓN PARA TALLERES

- Esta disposición funciona para talleres que tengan relación directa con el exterior y los servicios, al poder tener las puertas abiertas y las circulaciones.



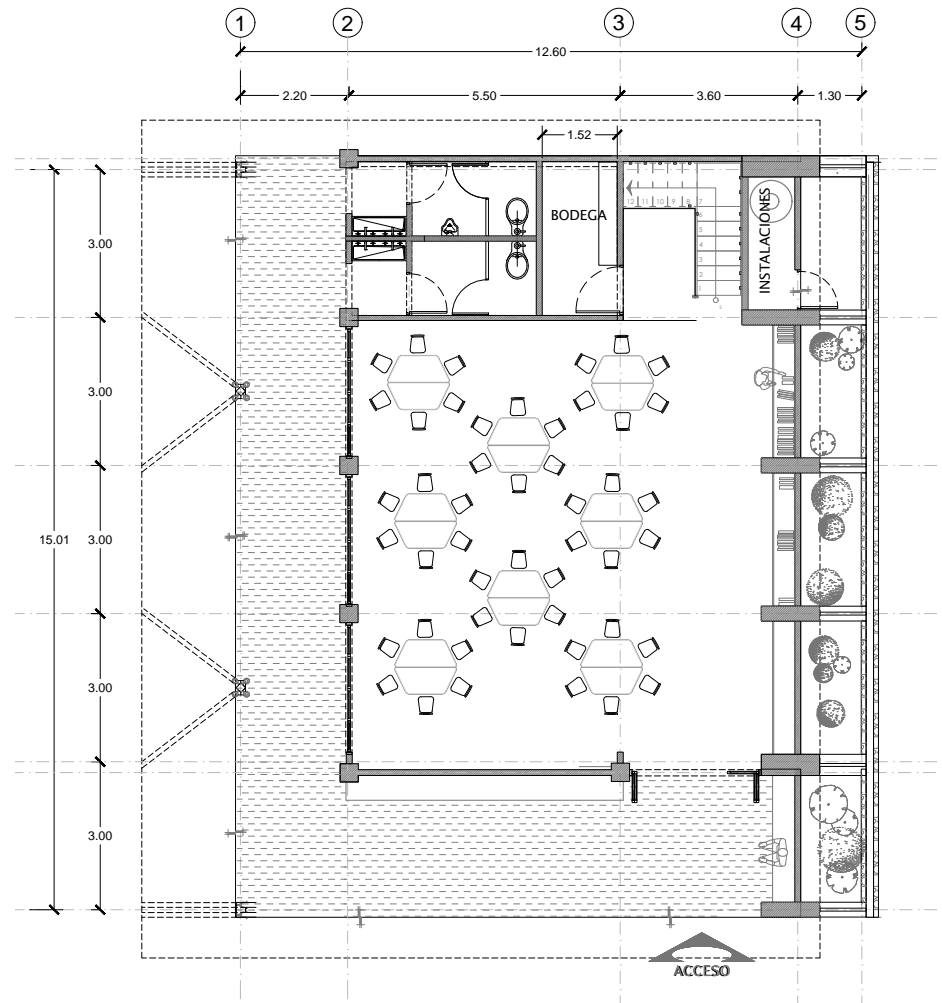
Esta distribución de mobiliario también corresponde a los talleres, pues al realizar actividades donde se debe estar supervisando constantemente lo que cada estudiante está haciendo. Esta disposición tiene la circulación central entre grupos de mesas que permite salir a los servicios para la revisión de las actividades. También es útil si se pretende mostrar algún experimento en particular.



#### DISTRIBUCIÓN PARA TALLERES

- Esta disposición funciona para talleres que tengan relación intermedia con el exterior y los servicios, al poder tener la puerta central abierta.

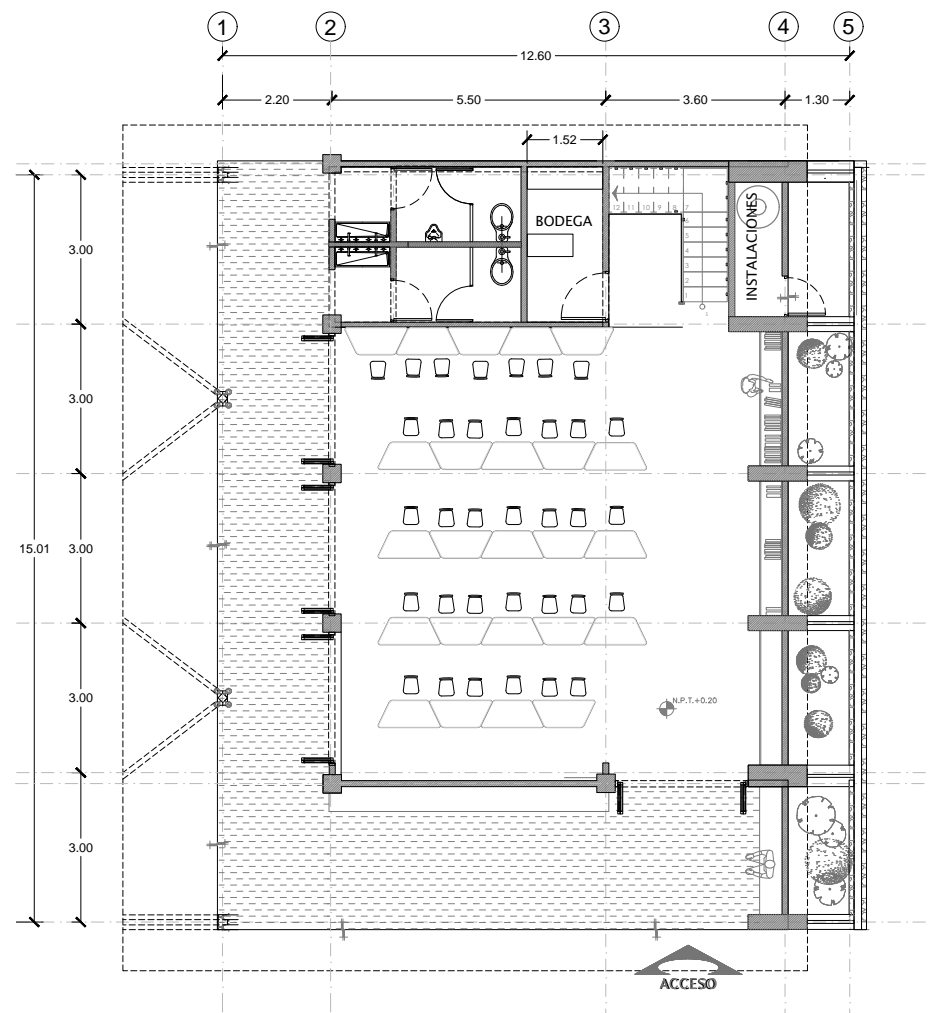
Bajo ésta disposición se pueden conformar equipos de máximo 6 personas. Dentro de las virtudes de este arreglo es que los estudiantes cuentan con un área mayor para manipular sus materiales y observan de forma conjunta el mismo fenómeno. Hay espacio suficiente para trasladarse y ello facilita la supervisión de sus actividades de manera fluida.



#### DISTRIBUCIÓN PARA TALLERES

- Esta disposición funciona para talleres. Admite a grupos pequeños de alumnos, y también permite una relación con el exterior.

Es una de las disposiciones más usadas dentro de los laboratorios y es útil cuando se manejan materiales diversos. Permite dar indicaciones desde la zona frontal cuando los estudiantes están sentados de dicha manera ya que prácticamente todos, a excepción de los cercanos a la bodega, logran observar sin tener que girar sus sillas y pueden seguir visualmente la instrucción o lo que se les esté presentando.



#### DISTRIBUCIÓN PARA TALLERES

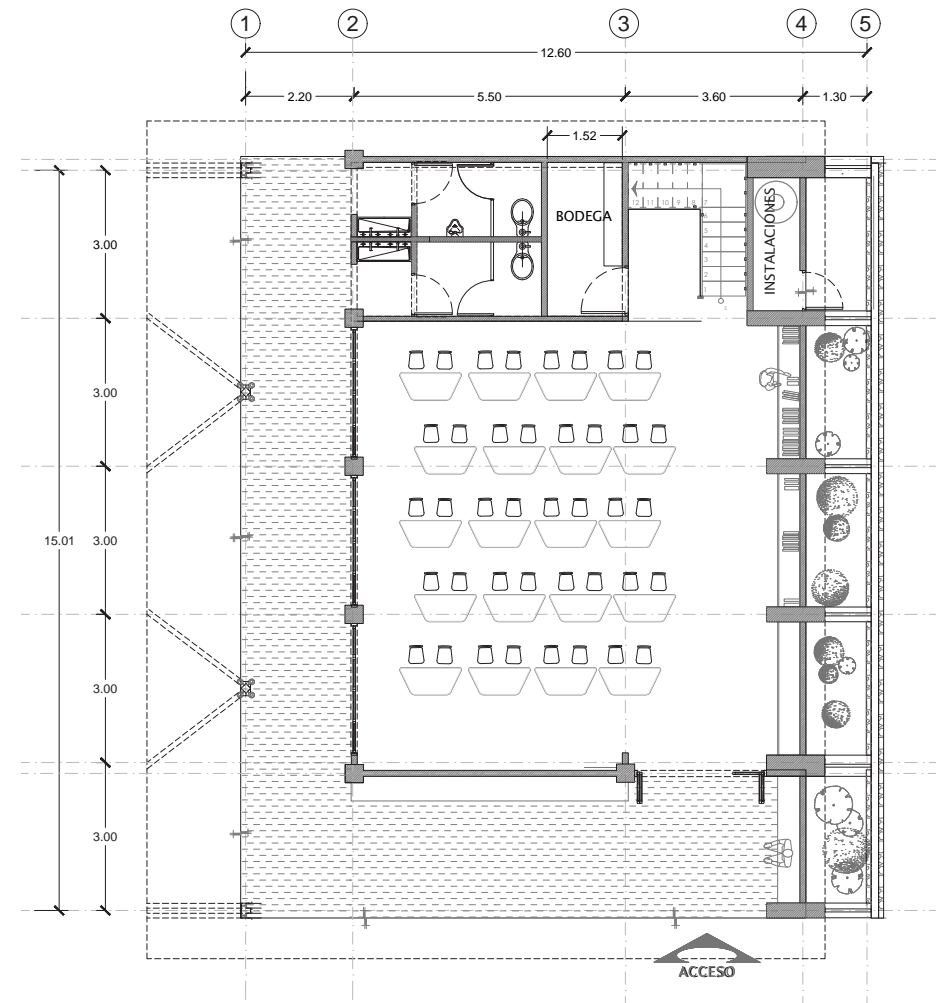
- Esta disposición funciona para talleres. Permite proyectar y realizar ejercicios en las mesas, también permite la relación mas directa con el exterior y los servicios.



## APOYO A CLASES

Esta sería la disposición tradicional en el momento que el aula funcione como apoyo a clases, cuando existan grupos muy numerosos y se necesite un espacio mayor; así como también la disposición para proyectar tanto presentaciones como películas, instrucciones o clases.

Este será el segundo uso más usual después del de salas de trabajo, y también podrá seguir siendo utilizado como biblioteca, sin embargo se puede dejar uno de los accesos abierto a criterio del profesor encargado.



### DISTRIBUCIÓN PARA APOYO A CLASES

- Esta disposición permite proyectar y realizar ejercicios individuales en las mesas, y será la ideal para tomar las clases tradicionales.

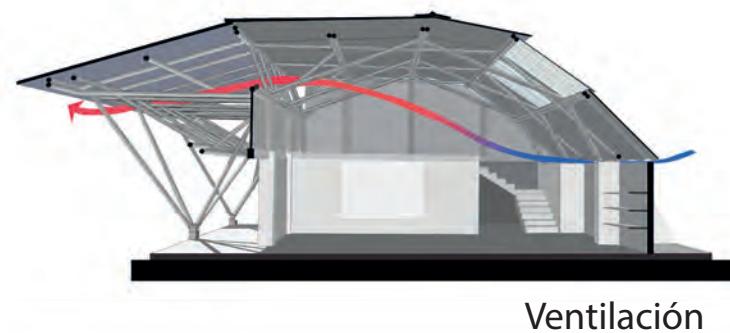
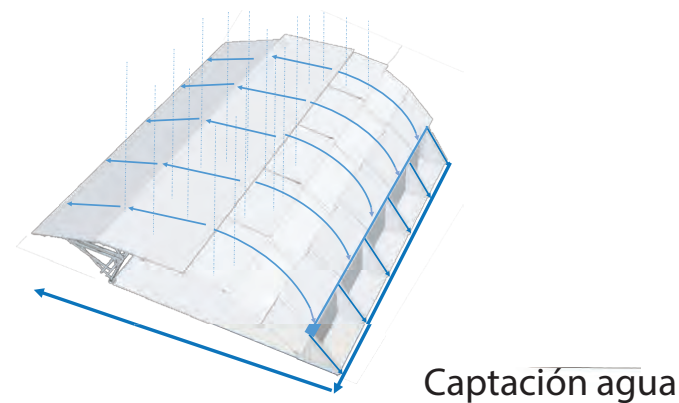
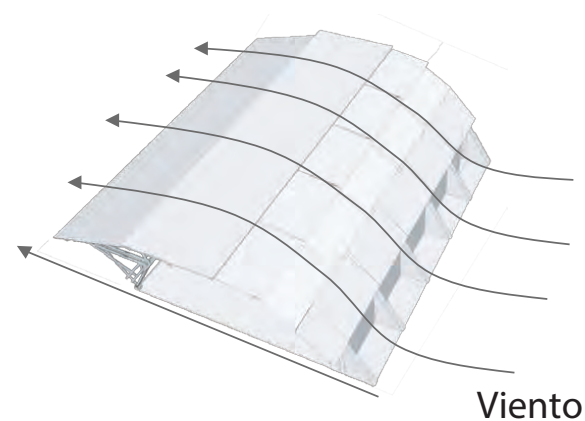
## DISEÑO BIOCLIMÁTICO

Se analiza también la ventilación, asoleamiento y la trayectoria del viento, que seguirá la forma propuesta en la figura de la esquina superior derecha de la siguiente página.

Como vimos anteriormente el viento dominante es del norte, por lo que la forma y disposición del proyecto ayuda a evitar el volteo de la estructura, y así evitar mayores daños. (110km/h vientos máximos durante tornado).

Se propone la captación de agua a través de los canales que se encuentran en la parte posterior del aula, y un sistema de drenaje para evitar la acumulación de la misma. Recordemos que el proyecto se encuentra 20cm sobre el suelo en la parte mas baja, y 40cm en la mas alta, evitando así que éste se inunde.

También se propone un esquema de ventilación cruzada que entra por la parte norte, y que desplaza al aire caliente que sale por la parte sur del proyecto.



Se realiza un estudio de asoleamiento, utilizando los datos básicos del sitio:

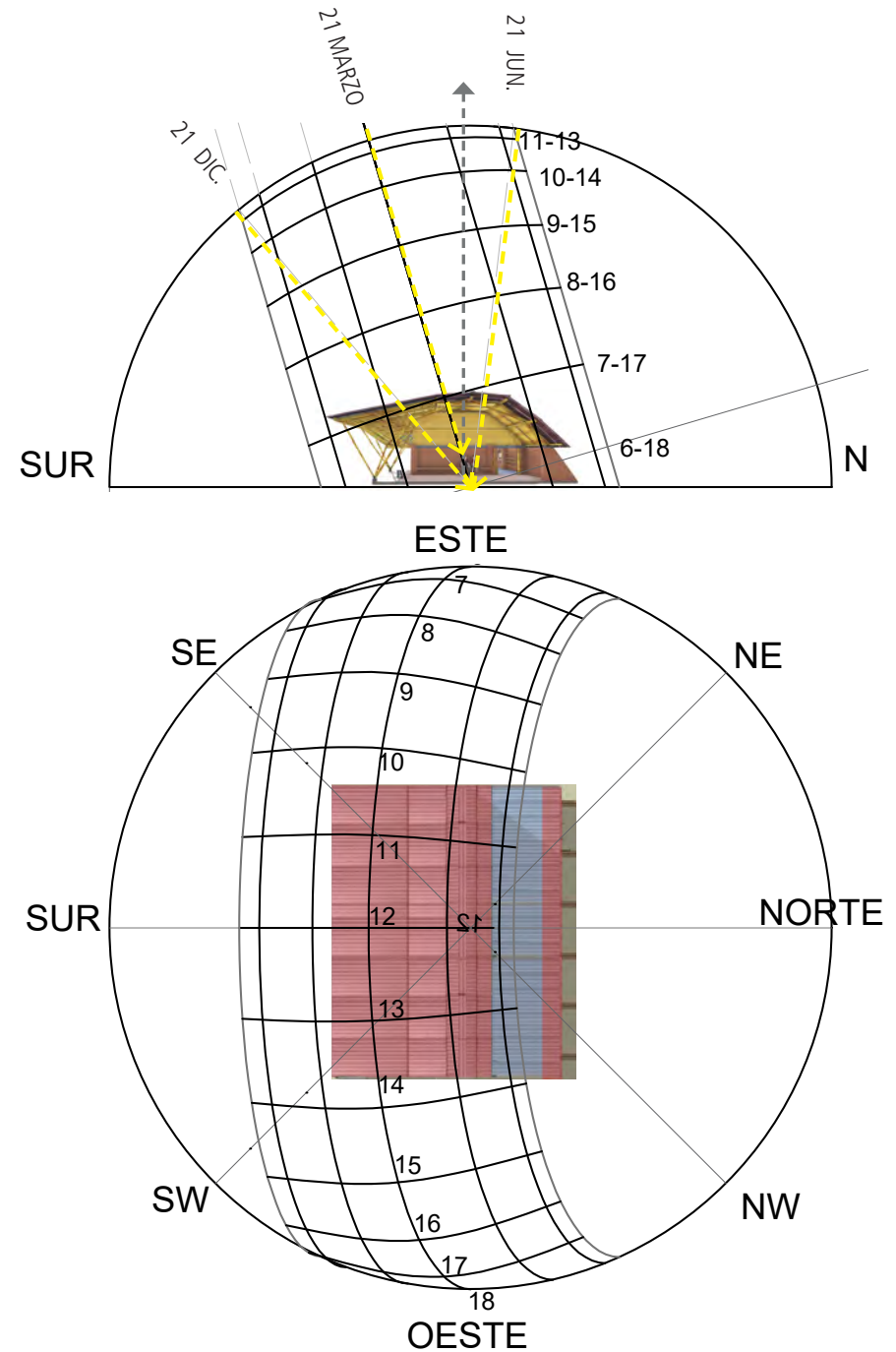
LOCALIDAD: San Cristóbal de Las Casas

LATITUD NORTE: 16°45'

ALTITUD: 2120 MSNM

La iluminación natural llega por el norte a través de lámina translúcida de forma indirecta, en la mayoría de los meses del año.

Durante los meses de Abril, Mayo, Junio, Julio y Agosto. la luz directa logra entrar directamente al aula por el lado Norte a través de la franja de lámina translúcida, sin incidir directamente sobre el acervo de libros.

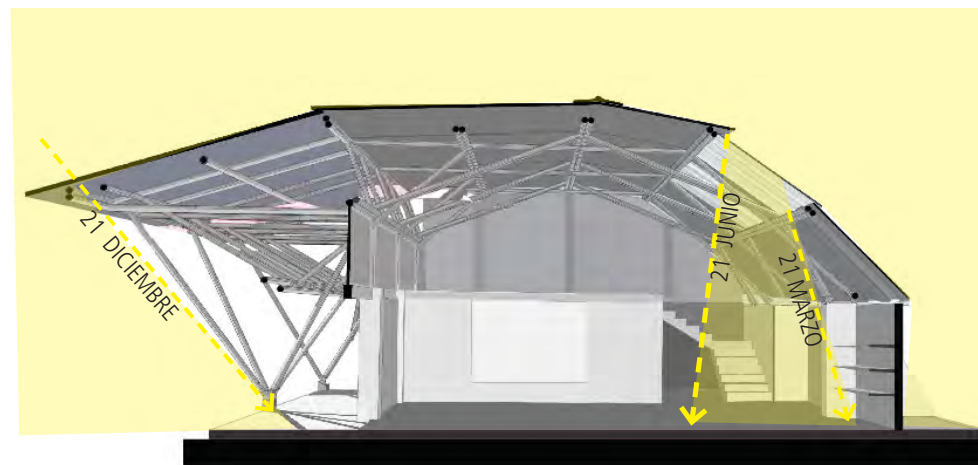


MONTEA SOLAR

► Elaboración propia, trazado en Autocad.

Después del análisis podemos observar que en el proyecto protegemos de la luz directa al bambú y al acervo de libros la mayor parte del año.

La techumbre está expuesta todo el año a los rayos del sol, por lo que se propone un plafón térmico que ayude a que la radiación solar no pase directamente al Aula. En el siguiente capítulo hablaremos sobre los materiales que utilizaremos en el Aula.



#### INCIDENCIA SOLAR SOBRE EL AULA

- ▲ Esquema de elaboración propia a partir de los datos arrojados por la monea solar



# 7. LOS MATERIALES

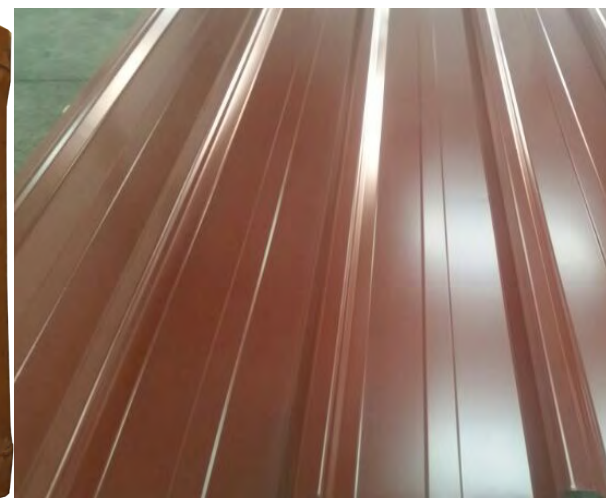
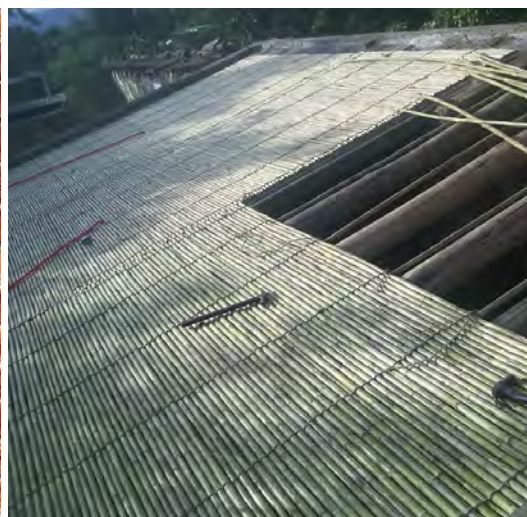
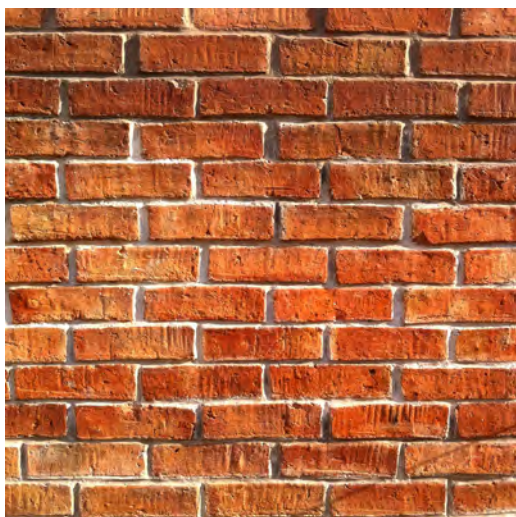
# MATERIALES

---

El sistema estructural tiene dos componentes básicos, muros de tabique rojo recocido y cubierta de bambú. Se utilizó tabique, dado que el barrio contiguo, Barrio San Ramón, cuenta con tabiquerías que se dedican a la producción artesanal, venta y distribución del mismo. La elección del bambú fue debido a la búsqueda de un material alternativo a la madera, pues la mayoría de la madera en SCC es de procedencia ilegal debido a la desmedida deforestación en el lugar, y fue gracias a que se consiguió una **donación de bambú por parte de la empresa AGROMOT S.A. de CV.** que se encuentra en varias zonas del estado de Chiapas. Se nos proporcionó el bambú tratado y especial para su uso estructural. Así, por una parte se disminuyeron costos de transporte con los tabiques, y se redujeron costos con el bambú al conseguir este sin costo.

La utilización de carrizo como aislante térmico redujo los costos al ser un material abundante en la región, por la cercanía del proyecto a los humedales.

La lámina es la cubierta más rápida y sencilla de colocar. Aunque se analizó el uso de otros materiales como la teja y la madera, el costo y el tiempo de colocación son limitantes que no podemos ignorar.



## CUBIERTA DE LÁMINA

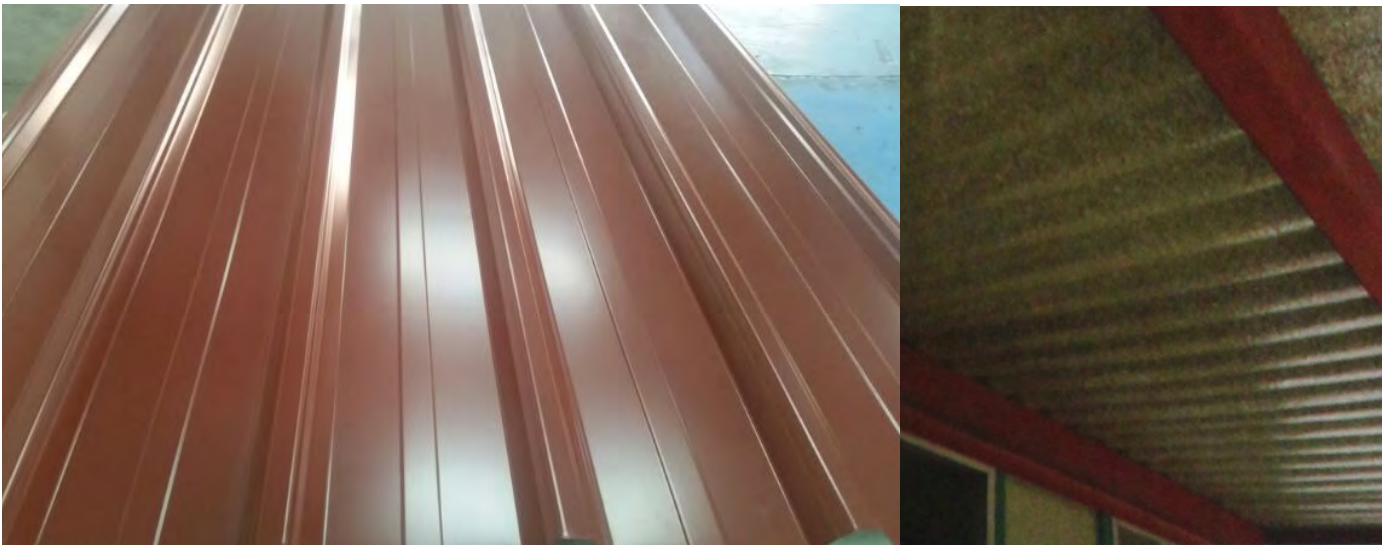
Se plantea la cubierta con lámina metálica para el cálculo, siendo esta la más pesada, sin embargo se busca la posibilidad de donaciones de otro tipo de lámina como los techos ecológicos reciclados con polialuminio de 1x2.44m y 1x3.05m (15kg).

Lámina galvanizada tipo R 101 Y R0 72, calibres de 24 y 26, longitudes comerciales 2.44m 3.05m 3.66m 4.88m 5.49m y 6.1m y 7.32m.

También se plantea la opción de utilizar lámina de la marca Verdek, creada a partir de cajas de Tetrapack, siendo así un techo ecológico de polialuminio, de 1x2.44m y 1x3.05m con 6mm de espesor, fijados con birlos de 10" y con 1/4" de diámetro con tuerca y rondana galvanizada. En caso de recibir algún daño se puede pegar con cualquier tipo de pegamento, poliestireno o silicón.

Aún no existe un convenio con esta empresa, sin embargo se plantean diferentes posibilidades de materiales y precios para que el comité de padres de familia y los directivos de la escuela puedan decidir cual material conseguir.

De ambos materiales se requiere de un mínimo mantenimiento, conservando las superficies limpias de hojas, tierra o granizo, evitando así la proliferación de goteras y acumulación de agua. La lámina galvanizada también puede pintarse para obtener mayor protección de la lámina.



IMÁGENES DE LÁMINA  
 ◀ Lámina galvanizada y Verdek.

## EL CARRIZO

Es de la familia de las gramíneas, al igual que el bambú, el cual más adelante habremos de describir. Existen diferentes especies de carrizo a lo largo del país. El carrizo es más pequeño que el bambú y menos resistente que él. Gracias a la gran cantidad de humedales en SCC, abundan muchas variedades de esta planta, lo que permite utilizarlos como materia prima en la construcción.

El tratamiento que debe llevar es muy similar al del bambú. Después de haberse cortado y deshojado, el carrizo se sumerge en una tina o zanja preparada en una solución de boro con agua durante 11 horas. Finalmente se deja secar a la sombra y se obtiene el material inmune a insectos.

El procedimiento consiste en deshojar al carrizo, utilizando los tallos más

anchos, que se colocarán en hileras paralelas unos con otros y después se amarran con ixtle o alguna fibra natural. Los carrizos también se unen entre sí de punta a punta por medio de otro carrizo más pequeño y apretando ambos carrizos hasta hacer desaparecer al más pequeño. De esta manera quedan colocados, asemejando largueros pequeños. Aunque esta técnica de construcción no es tan usual en Chiapas, sí es utilizada, y es eficaz para crear un plafón autoportante.





## TABIQUE ROJO ARTESANAL

Fabricar ladrillos es un proceso largo. La materia prima que se emplea para hacerlo es la tierra, la cual se obtiene de excavaciones. Una vez que se extrajo la tierra es necesario agregar materias orgánicas como el estiércol para evitar roturas o grietas. Luego comienza el proceso de amasado en posaderos. Después es llevado hasta el lugar de moldeo. El modelado se efectúa a mano introduciendo la arcilla en un molde de madera. Es un bastidor que se asemeja a una caja sin tapa ni fondo. Las dimensiones son poco mayores que las del ladrillo terminado, teniendo en cuenta la retracción de la materia prima, que dependerá de sus componentes; seguidamente. Con una tablilla se retira el barro sobrante y así es llevada

a la cancha de oreo, donde se retira el molde. Una vez que el adobe se ha oreado, tras de un día o dos de exposición, se completa el proceso de secado apilando los adobes, parados y en forma cruzada, para asegurar un secado parejo, los cuales se introducen en un horno. Una vez que el horno se enfrió se procede al desmontaje y a la carga de los ladrillos en camiones, pasando así la incorporación del ladrillo a la construcción.

Este material tiene beneficios térmicos y es incombustible en caso de un incendio.



EXTRACCIÓN DEL BARRO  
◀ Fotografía del barrio de San Ramón

SECADO DEL BARRO  
▶ Aproximadamente un mes.



HORNEADO DE LOS TABIQUES  
▶ Doce horas de cocimiento aproximado.



# EL BAMBÚ

El bambú es de la familia de las gramíneas, pero su característica esencial es que son grandes y robustas a diferencia de otras gramíneas (trigo, arroz, pastos, etc.)

Actualmente se reconocen 90 géneros y 1040 especies de bambúes en el mundo. En México tenemos ocho géneros y 35 especies de bambúes leñosos y tres géneros con cuatro especies de bambusoides herbáceos que habitan principalmente en los estados del sureste, a una altitud que va desde el nivel del mar hasta casi 3 000 m.<sup>1</sup>

Chiapas cuenta con 24 especies de bambú (50% de las especies nativas de México).

Bambú estructural : *Guadua aculeata*, *Guaduinae* (rizomas paquimorfos, 20-25 cm de diámetro y 12-25 de alto, entrenudos de 22 a 30 cm de largos, espinqs en todas las ramas) Hábitat: selvas altas perennifolias y subperennifolios, potreros). Nombre común: tarro.

Los mayores cultivos en México de bambú se encuentran en Reforma, Chiapas con una extensión de 7,000 hectáreas <sup>2</sup>. Una de las principales empresas que lo cultiva en esta zona es AGROMOD, la cual cultiva la especie *Guadua Agustifolia*, la cual aunque es proveniente de Colombia, se ha adaptado muy bien al clima del Sureste Mexicano. Dicha especie es leñosa y es la mas usual para la construcción de estructuras.

## DISTRIBUCIÓN DE LOS BAMBÚES LEÑOSOS EN MÉXICO

- Fuente: Cortés Rodríguez, G.R. 2000. *Los bambúes nativos de México*. CONABIO. Biodiversitas 30:12-15

Bambú no estructural : *Rhipidocladum racemiflorum*, *Arthrostylidiinae* (1 cm de diámetro y culmo de 15 m de largo); *Otatea fimbriata*, *Guaduinae* (3 cm de diámetro) y 7 m de largo); *Guadua paniculata*, *guaduinae* (4 cm de diámetro y 10 a 20 cm de largo); *Chusquea lanceolata*, *Chusqueinae* (1.5 cm de diámetro y 3-4 m de largo); *Aulonemia laxa*, *Arthrostylidiinae* (1 cm de diámetro y 3 m de alto).



<sup>1</sup> Cortés Rodríguez, G.R. 2000. *Los bambúes nativos de México*. CONABIO. Biodiversitas 30:12-15

<sup>2</sup> El Economista. Abril, 2016. "Chiapas, con la mayor plantación de bambú." <http://eleconomista.com.mx/estados/2016/04/03/chiapas-mayor-plantacion-bambu>

## LA GUADUA Y SUS PARTES

En un bosque plantado en proceso de formación, como es el caso de las plantaciones de *Guadua* en Chiapas, se puede encontrar y aprovechar una gran diversidad de tallos de diferentes alturas y diámetros, tallos con alturas comprendidas entre los 2.5m y los 18 m, con diámetros de entre 3cm y 12 cm.

En este bosque se aprovechan comercialmente tallos que poseen alturas de 25m y de diámetro promedio de 12cm.

En cuanto a las construcciones con bambú, se deben tener diversas consideraciones, pues el bambú es vulnerable al sol, humedad y lluvia, que son factores climáticos de acción externa y dependen del lugar donde se ubicará la edificación.

El bambú no debe quedar expuesto al exterior, a la acción directa del sol ni a la humedad del suelo y de la lluvia, por lo que la estructura de bambú debe tener un recubrimiento impermeable al exterior, en algunos casos se barniza, o se le pone un mortero como recubrimiento.

Del mismo modo, el diseño debe contemplar cubiertas con voladizos que den sombra y en caso que se desee, se deben tener piezas de bambú expuestas protegidas por estos aleros. La cubierta debe responder a las características climatológicas de la zona, debe cumplir su función de superficie protectora.

La estructura de bambú no debe estar en contacto con el suelo. Se debe proteger del agua y en caso de que llueva se deben limpiar y se debe de alejar del suelo húmedo, por lo que suele **separarse al menos unos 50cm del suelo** (Rojas, 2010). La NTE E.100 Bambú, sugiere dejar 20 cm de separación como mínimo. Es recomendable levantarlo 40 cm o más con el fin de proteger el bambú del ataque de hongos.<sup>3</sup>

A continuación se describirán las partes que conforman al bambú, tomando como referencia principal la tesis Doctoral de Hernández, H. A. de 1996, UNAM, *Análisis del Otate (Bambusa vulgaris) como material estructural*. Las notas al pie son propias.

## Tallo

El bambú es de forma tubular circular, de superficie lisa, surcado y con ramificaciones. Consiste principalmente en células parenquimatosas medulares con haces de conducción y elementos mecánicos asociados y colocados en toda su longitud a distancias regulares de donde pueden brotar ramas.

Las fibras más cerradas, así como el tejido mecánico se localizan en la periferia de la sección. Esto define la capacidad de compresión y flexión. La parte superior de los otates normalmente tiene menos vacío y por lo tanto el tejido mecánico está más centralizado. Esto señala que la capacidad del otate en esta zona es más efectiva a la fuerza de tracción.

Normalmente la parte inferior del tallo es de mayor sección debido a que en los tejidos de la base se almacenan sustancias nutritivas cuya concentración es proporcional al espesor de la pared, presentando una disminución gradual del diámetro de cada tallo conforme se acerca a la punta, a esta proporción se le denomina *conicidad*; esto indica que la estructura y las propiedades del bambu cambian en función de su altura. Esta combinación regular de entrenudos largos y cortos con paredes delgadas y gruesas a lo largo del tallo hacen una combinación estructural que responde a su propia organización, así como a los cambios producidos por su propia naturaleza.



### TALLOS

- ◀ Fotografía de tallos de bambú en estado natural y cultivados.
- ◀ Fotografía de secado del bambú , y posterior tratamiento con Boro.

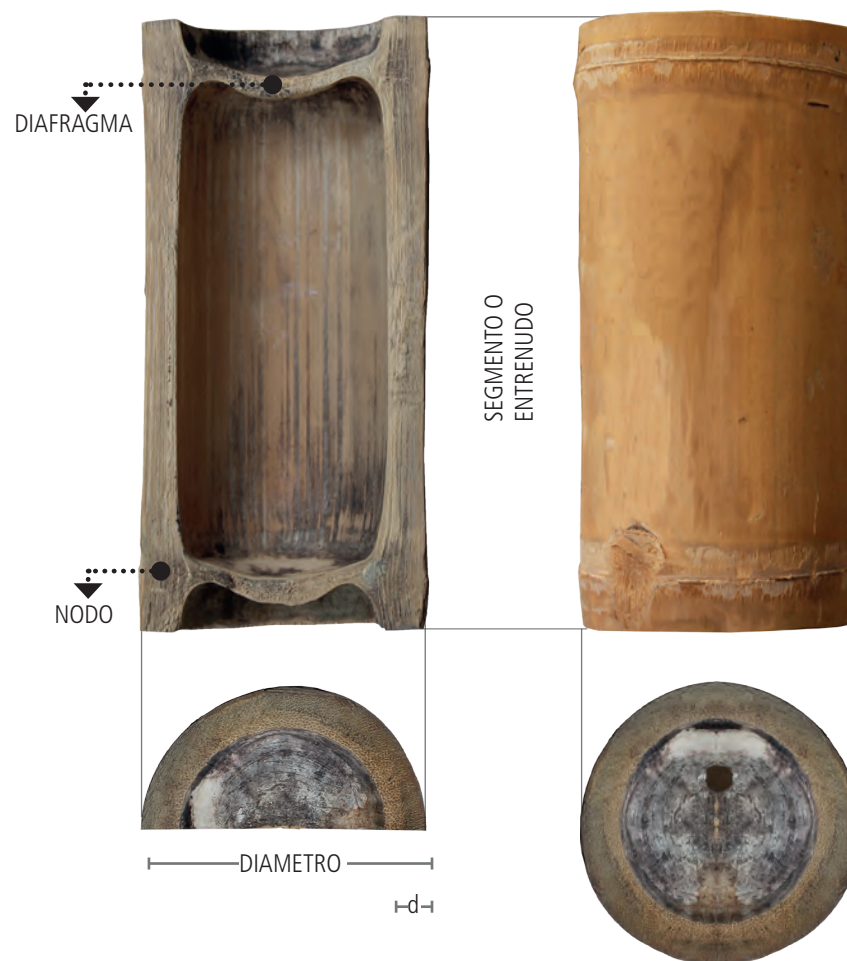
## Entrenudo.

El entrenudo es la fracción del tallo entre nudo y nudo. En cada nudo hay un tabique transversal que separa por completo la cavidad dentro del cuerpo. Este arreglo modular que consiste en zonas huecas, se presenta como una hilera de tubos divididos por diafragmas de pared relativamente delgada que tiene concentrados los elementos de tejido mecánico que le dan al tallo completo una buena elasticidad.

Todas las fibras tienen una protección mecánica por una cubierta perimetral exterior “endormis” muy resistente y cubierto por una capa “epidermis” hacia el vacío. Estas películas que cubren el otate y especialmente cuando está seco. El tallo de la planta está constituido por haces de fibras que son los vasos por donde fluyen el agua y la savia.

## Nodo

Los nudos son elementos localizados entre vacío y vacío, que separan transversalmente un entrenudo de otro. Están conformados por un denso tejido con numerosas capas de células parenquimatosas planas conectadas por filamentos intercelulares. Los nudos tienen fibras en más de dos direcciones que forman un conjunto con el párenquima, esta asociación entre células y fibras componen un tejido mecánico sólido que aporta al otate una gran resistencia y elasticidad.



### BAMBÚ SECCIÓN Y PARTES

▲ Elaboración propia, corte longitudinal y fotografías de segmento de bambú *Guadua Agustifolia*, (muestras proporcionadas por Agromod).

Esta región que normalmente es sólida con un tejido integral de filamentos que se desarrollan dentro del nudo, permite la reorientación de las barras longitudinales y a la vez tiene un gran potencial para dar surgimiento a un nuevo retoño, así mismo conecta las fibras de las ramas con el tallo base.

El tejido del otate es una estructura formada por células y fibras. Estas últimas son normalmente largas y rectas, cuya longitud es de 100 veces su diámetro. En el entrenudo, las fibras se presentan paralelas al sentido vertical y en el nudo tiene un arreglo en dos direcciones, por lo tanto mecánicamente aquí se hace la acción de diafragma, y anatómicamente a partir de aquí se transporta el líquido en sentido horizontal, dando origen a las fibras que llegan a las ramas.

### Células de parénquima<sup>4</sup>

El tejido de parénquima separa las fibras evitando que éstas se toquen pero haciéndolas trabajar como un todo; estas células están colocadas en forma horizontal y funcionan como el aglutinante en el concreto, son las que se encargan de congelar la forma natural del otate. Debido a que las células de parénquima están conectadas por filamentos intercelulares, cuando mueren dejan vacíos intermoleculares, dejando que solamente los nudos unifiquen el trabajo del otate, es por eso que este material es más flexible cuando está en la mata.

Aquí se almacenan los nutrientes, y su tejido es más elevado en el primer tercio interior, disminuyendo en la parte alta, siguiendo una misma dirección en sentido vertical, colocadas una sobre otra en forma de hojuelas.



#### SECCIÓN DE BAMBÚ GUADUA

► Elaboración propia, corte transversal y fotografía de diafragma.

<sup>4</sup> Definiciones obtenidas de la Tesis Doctoral "ANÁLISIS DEL OTATE (*Bambusa vulgaris*) COMO MATERIAL ESTRUCTURAL, del Dr Agustín Hernández Hernández, pag 13.



## 8. DISEÑO ESTRUCTURAL



# DISEÑO ESTRUCTURAL

---

Como lo menciona el doctor y calculista Roberto Meli en su libro *Diseño Estructural*<sup>1</sup>,

**"El diseño estructural consiste en todas aquellas actividades que desarrolla el proyectista para determinar la forma, dimensiones y características detalladas de una estructura, o sea de aquella parte de una construcción que tiene como función absorber las solicitaciones que se presentan durante las distintas etapas de su existencia".**

Como podemos intuir, un requisito esencial para que cualquier construcción cumpla sus funciones es que no sufra fallas o mal comportamiento debido a su incapacidad para soportar las cargas que sobre ella actúan.

Como ya mencionamos en el capítulo de proyecto arquitectónico, una construcción u obra se concibe como un sistema, es decir un módulo de elementos ordenados que interactúan entre si y que tienen determinada función. A su vez, una construcción posee un sistema estructural. Todos los subsistemas interactúan de manera que en su diseño debe tenerse en cuenta la relación que existe entre ellos. Así analizamos cada uno de los elementos sin perder nunca la visión del conjunto.

En esencia se pretende utilizar la creatividad y aprovechar las herramientas de la investigación científica para hacer más eficiente el proceso de diseño.

El diseño se refiere a un proceso creativo mediante el cual se definen las características de un sistema de manera que cumpla en forma óptima con sus objetivos. El objetivo de un sistema estructural es resistir las fuerzas a las que va a estar sometido, sin colapso o mal comportamiento. Las soluciones estructurales están sujetas a las restricciones que surgen de la interacción con otros aspectos del proyecto y a las limitaciones generales de costo y tiempo de ejecución<sup>2</sup>.

La permanencia del proyecto depende esencialmente del acierto que se haya tenido en imaginar un sistema estructural que resulte el más idóneo para absorber los efectos de las acciones exteriores a las que va a estar sujeto. Los cálculos y comprobaciones posteriores basados en la teoría del diseño estructural sirven para definir en detalle las características de la estructura y para confirmar o rechazar la viabilidad del sistema estructural propuesto.

**Por eso, al proyectar, aún cuando sólo sean estructuras, si bien tiene mucho de ciencia y de técnica, tiene mucho más de arte, de sentido común, de afición, de aptitud, de delectación en el oficio de imaginar la traza oportuna, a la que el cálculo sólo añadirá los últimos toques con el espaldarazo de su garantía estático-resistente.<sup>3</sup>**

---

1 Meli. R. 2002. *Diseño Estructural*. Editorial LIMUSA. México DF. pp 13.

2 *Idem.*, pp 19.

3 RAZÓN DE SER DE LOS TIPOS ESTRUCTURALES Eduardo Torroja Mieret. pp 22

Existen tres aspectos en los que se puede dividir el diseño estructural según el Roberto Meli: La estructuración, el análisis y el dimensionamiento.

Se debe fijar, en cada caso, la finalidad y las características de la construcción propuesta, diferenciando en ellas lo esencial de lo conveniente y de lo simplemente accesorio.

**Estructuración:** es la parte del proceso que determina los materiales de los que va a estar constituida la estructura. Las características propias de cada material influyen, pues, en el tipo estructural que se ha de elegir, en el proceso de ejecución, y en los medios a utilizar, en la forma global de ésta, el arreglo de sus elementos constructivos, dimensiones y características más esenciales. Esta parte depende de la creatividad y el criterio. La construcción ha de mantener sus características esenciales un cierto tiempo mínimo. Estas características son sólo las geométricas de la forma. Se requiere que los materiales de que está hecha la construcción, se mantengan frente a todo género de agentes exteriores, para lo que se procede al siguiente paso.

**Análisis:** Determinar los efectos de las cargas que pueden afectar a la estructura durante su vida útil.

a) Modelar la estructura, o sea idealizar la estructura real por medio de un modelo teórico factible de ser analizado con los procedimientos de cálculo disponibles. Los valores supuestos en etapas iniciales del proceso para estas propiedades pueden tener que modificarse e irse refinando a medida que se obtienen los resultados del análisis.

b) Determinar las acciones de diseño. Es un grado de aproximación con que se puede determinar la acción máxima.

c) Determinar los efectos de las acciones de diseño en el modelo de estructura elegido. En esta etapa, que constituye el análisis, se determinan las fuerzas internas (momentos flexionantes y de torsión, fuerzas axiales y cortantes), así como las flechas y deformaciones de la estructura.

No basta que su resistencia aleje el peligro de rotura. Es necesario también

que la construcción sea estable e inmóvil. La función estática es siempre esencial.

**Dimensionamiento:** En esta etapa se define en detalle la estructura y se revisa si cumple con los requisitos de seguridad adoptados.

El proceso de diseño no es un proceso unidireccional, se pasa muchas veces por cada etapa a medida que la estructura evoluciona hacia su forma final.

Así, el diseño y el cálculo que se describirán tienen la función de garantizar la estaticidad, para lo cual se requiere entender algunos principios de mecánica clásica.

# PRINCIPIOS DE MECÁNICA PARA COMPRENDER EL DISEÑO ESTRUCTURAL

Como mencionamos antes, los sistemas estructurales son afectados por diferentes factores, y estos factores físicos pueden explicarse gracias a las tres leyes de Isaac Newton<sup>4</sup> que a continuación se enuncian:

1° Ley de la inercia: Todo cuerpo permanece en su estado de reposo o movimiento rectilíneo uniforme a menos que otros cuerpos actúen sobre él.

$$\Sigma \vec{F} = \vec{F}_n = 0$$

2° Ley de la dinámica: La fuerza que actúa sobre un cuerpo es directamente proporcional a su aceleración, y se puede expresar de la siguiente manera:

$$F = m \cdot a$$

3° Ley principio de acción-reacción: Cuando un cuerpo ejerce fuerza sobre otro, éste ejerce sobre el primero una fuerza igual y de sentido contrario.

$$\vec{F}_{A-B} = -\vec{F}_{B-A}$$

Gracias a estas leyes podemos comprender los diferentes fenómenos: Las cargas, los esfuerzos y deformaciones, la resistencia y el equilibrio.

Fuerza: Es la magnitud que provoca que un cuerpo se mueva o se deforme de su estado o forma inicial. La fuerza que actúa sobre un cuerpo es directamente proporcional a su aceleración. Por lo tanto si aumenta su masa o su aceleración, la fuerza aumentará.

Existen diferentes tipos de fuerzas:

Cortantes: Son perpendiculares al eje centroidal del objeto.

Actuantes: Son fuerzas independientes al objeto.

De reacción: Son las fuerzas que resultan en el objeto.

Gravitatorias: Son fuerzas con que la Tierra atrae a los cuerpos a su centro.

Las fuerzas pueden ser representadas por vectores, con magnitud, dirección y sentido. Así podemos tener fuerzas verticales, horizontales e inclinadas. Estas últimas pueden descomponerse en componentes.

Las cargas son fuerzas que están aplicadas en un cierto punto con su dirección, sentido e intensidad y en un determinado instante. Son invariables. Las cargas son fuerzas externas que modifican el estado inicial de un cuerpo.

$$F_A = W = (m)(g)$$

w=carga

$F_A$  = Fuerza actuante

m= masa

g= aceleración gravitacional

Las cargas pueden ser clasificadas como vivas y muertas<sup>5</sup>.

Tanto para una cosa como para otra, estabilidad o resistencia, lo primero que hay que hacer es fijar bien cuáles son las cargas que van a actuar sobre la estructura.

4 Científico Inglés que sentó las bases de la mecánica clásica, en su obra *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* 1697, enuncia las tres leyes que llevan su nombre.

5 Según RCDF, *Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones*, p.932

Otro concepto fundamental para la comprensión de las estructuras es el de los esfuerzos, que son las fuerzas que se generan dentro de los elementos estructurales, en reacción a las fuerzas externas a éstos, como son la gravedad, los sismos, el viento, cargas accidentales, etc. Cuando estas fuerzas actúan sobre la estructura, ésta tiene a deformarse y al ocurrir esta acción se dice que la estructura está en estado de tensión.

Los **esfuerzos** predominantes en las estructuras son<sup>6</sup>:

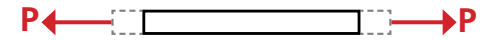
- Compresión
- Tracción<sup>7</sup>
- Flexión
- Cortante<sup>8</sup>

Partimos del supuesto que entre menos tipos de esfuerzos tenga una estructura mejor será su comportamiento (si se mantiene en el rango de compresión o tracción).

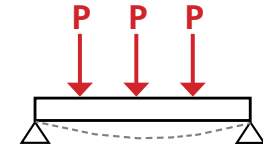
**Compresión**



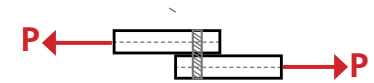
**Tracción**



**Flexión**



**Cortante**



$\sigma$ = Esfuerzo	Ejemplo	Deformación	Nombre	Medición	Propiedad
<b>Compresión</b>	Columna	Lineal	Acortamiento	kg	área cm <sup>2</sup>
<b>Tracción</b>	Tensores	Lineal	Elongación	kg	área cm <sup>2</sup>
<b>Flexión</b>	Vigas	Curva	Deflexión	Momentos kg-cm	inercia cm <sup>4</sup>
<b>Cortante</b>	Muros	Angular	Distorsión Angular	kg	área cm <sup>2</sup>

EJEMPLO DE ESFUERZOS

▲ Durante las clases el doctor AHH las clasifica de esta manera.

TABLA DE ESFUERZOS

◀ Durante las clases el doctor AHH las clasifica de esta manera.

<sup>6</sup> Como se menciona en el libro *Resistencia de materiales* E. Peschard pp. 51.

<sup>7</sup> La palabra tracción también es sustituida por "tensión", mencionado también en el libro de E. Peschard.

<sup>8</sup> El esfuerzo a Cortante también conocido como esfuerzo a tracción de corte, es la tendencia de las partículas de los elementos, a deslizarse paralelamente a un par de fuerzas aplicadas tangencialmente y de sentido contrario.

Condiciones de equilibrio  $\Sigma F_v=0$  (suma de fuerzas verticales es igual a cero),  $\Sigma F_h=0$  (suma de fuerzas horizontales es igual a cero) y  $\Sigma M=0$  (suma de momentos es igual a cero), son las tres premisas que definen la estabilidad, estas condiciones están basadas en la tercera ley de Newton antes descrita.

$$\Sigma F_x = 0$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$\Sigma M = 0$$

A las estructuras que se pueden resolver con el principio del equilibrio se les llama estructuras isostáticas. Aquellas que tengan más incógnitas que ecuaciones propuestas por la tercera ley de Newton son las estructuras hiperestáticas. Refiriendo el concepto de equilibrio, como ya vimos, se asocia a estructuras isostáticas, sin embargo permite trascender esta limitación y atacar condiciones hiperestáticas.

Según el profesor emérito Fernando López Carmona existen tres formas que siguen las estructuras, y cada una responde al tipo de material, dimensiones y cargas sobre de éste<sup>9</sup>.

- a) La forma natural
- b) La forma adecuada
- c) La forma impuesta,

### Diseño, propuesta estructural.

Se basa en el análisis de materiales, cargas, dimensiones y destino del espacio, complementada con su cálculo de estabilidad.

Permite percibir:

- a) La forma natural, que es la que define la trayectoria de las cargas en la masa del elemento mediante técnicas como la del polígono funicular, de donde deduce la superficie de esfuerzos y deriva la doble curvatura.
- b) La forma adecuada. Esta configuración responde a la posibilidad de materializar superficies mediante geometrías y procedimientos controlables.
- c) La forma impuesta se refiere a la manera de realizar los elementos de forma práctica con tecnología y mano de obra disponibles.

**"Las estructuras de la naturaleza son ejemplo de la forma derivada de las cualidades intrínsecas de los materiales, así como también son ejemplo de como utilizar esas formas para satisfacer un programa".<sup>10</sup>**

9 Hernández, H. A. Guzmán, U.X. San Martín C. I. 2010. *Fernando López Carmona arquitecto, 50 años de enseñanza*, p. 75.

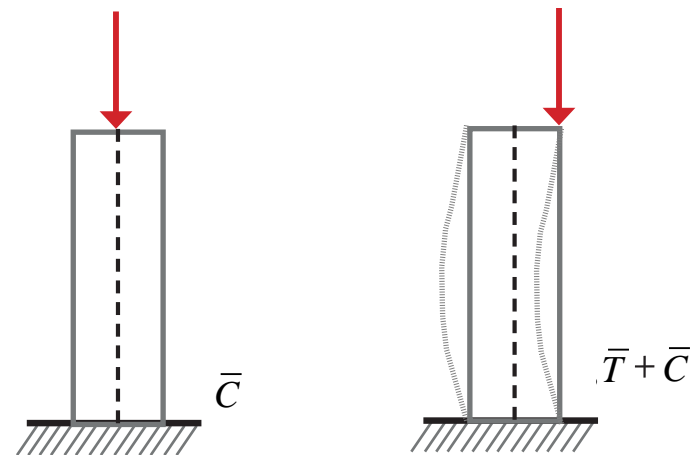
10 *Idem pag. 75*

En este tipo de análisis estructural se le da gran importancia a la excentricidad de las cargas con respecto al eje, pues esto nos dará pauta a definir ejes geométricos en cualquier forma que quisiéramos utilizar para una estructura, siempre y cuando corresponda a una geometría definida.

En el siguiente esquema tomamos como ejemplo una columna recta en donde sometida a una carga vertical, en el primer esquema observamos que es una carga axial, es decir colineal y paralela con el mismo eje geométrico del elemento, la carga con ésta posición solo se produce una sollicitación a compresión.

En el caso opuesto que observamos en el segundo esquema, una carga con una alta excentricidad, es decir un desplazamiento paralelo al eje de la columna, produce sollicitaciones a tracción y compresión.

He aquí la importancia de reducir la excentricidad en la estructura, para así mantener las formas y los elementos trabajando de la forma más sencilla posible, es decir sometidas a esfuerzos simples (tracción o compresión).



#### ESQUEMA DE COLUMNA

▲ Representación del trabajo mecánico óptimo de una columna.  
Elaboración propia.

# INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL MATERIAL

El bambú es un material anisótropo, es decir que ofrece distintas propiedades cuando se examina o ensaya en direcciones diferentes. Está formado por fibras longitudinales unidas.

Se investigan propiedades mecánicas (pruebas a compresión, flexión, y tracción), diámetros, longitudes y el peso por metro lineal.

Las pruebas en primera instancia fueron proporcionadas por la empresa AGROMOD (Misma que dona el material). Sin embargo, la información proporcionada, resultó insuficiente, entonces se decidió complementar los resultados con base al estudio y experiencia del Dr. Agustín Hernández Hernández, profesor de estructuras del Taller Max Cetto de la Facultad de Arquitectura y del Laboratorio de Estructuras de la misma, que se encuentra publicada en la revista ACADEMIA XXI No°13.

## PRUEBAS REALIZADAS AL BAMBÚ

- Documento proporcionado por la empresa AGROMOD



**SERVICIOS INTEGRALES DE INGENIERIA Y CALIDAD, S.A. DE C.V.**  
SUPERVISION, CONTROL DE CALIDAD, MECÁNICA DE SUELOS, INGENIERIA DE COSTOS, INGENIERIA DE PROYECTOS,  
 ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL  
 R.F.C. 88-966782-T88

Villahermosa, Tabasco, a 21 de noviembre de 2002

**SIICSA/GGCC/299/2002**

**AGROFORTE, S.A. DE C.V.**  
**Paseo la Ceiba No. 102 despacho 201,**  
**Col. 1° de Mayo, Villahermosa, Tabasco.**

**A QUIEN CORRESPONDA**

En atención a su solicitud, anexo le presentamos los resultados obtenidos de las pruebas realizadas a diez (10) piezas de bambú guadua de los diámetros 5, 5.1, 8 y 8.5 cm de diámetro, correspondientes a los números de ensayos 5667-5676.

Pruebas realizadas:

- Determinación del Peso por Metro Lineal
- Determinación del % de Absorción con relación al Peso Seco
- Ensaye a Compresión
- Ensaye a Tensión
- Ensaye a Flexión

$E = ?$

Cabe mencionar que las muestras fueron trasladadas a nuestro laboratorio por su personal.

Sin más por el momento me despido de usted.

**Atentamente**

  
**Ing. Makis Vilanor Martínez**  
**Control de Calidad**

c.c.p.- Archivo.  
c.c.p.- Consecutivo.

---

MIEMBRO DE LA ASOCIACIÓN NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCIÓN, A.C. Y DE LA CÁMARA NACIONAL DE EMPRESAS DE CONSULTORÍA  
 CALLE 24 No. 128, COL. FLORIDA, VILLAHERMOSA, TABASCO. C.P. 86049. TEL./FAX: (91 993) 315-15-59 Y 315-43-28. E-MAIL: siicsa@vrsatel.net

# DISEÑO ESTRUCTURAL EN BAMBÚ

Con base al artículo *Metodología para determinar esfuerzos de diseño del bambu*<sup>1</sup>, se analizan los principios del diseño plástico y elástico, así como las graficas esfuerzo-deformación que son fundamentales para cualquier análisis estructural.

Robert Hooke<sup>2</sup> formuló lo que se conoce en la actualidad como la *Ley de Hooke*, originalmente formulada para casos de estiramiento longitudinal. Dicha ley establece que el alargamiento unitario que experimenta un material elástico es directamente proporcional a la fuerza (F) aplicada sobre el mismo. Esta ley es aplicable al investigar los materiales empleados en la construcción, la cual determinó de manera experimental al usar el eje de las ordenadas como escala de los esfuerzos y el de las abscisas para registrar las deformaciones. Al incrementar la carga de manera gradual creó gráficas para vincular de manera directa tanto el esfuerzo como la deformación, cuyas imagenes siguientes ilustran que todos los materiales antes de fallar se deforman.

Al interpretar las gráficas, se distinguen dos zonas, una zona plástica al final y otra elástica en el inicio, donde la relación esfuerzo-deformación unitaria resulta lineal, dicha observación atañe tanto a materiales frágiles como a los dúctiles que se suelen distinguir por su capacidad de desarrollar grandes deformaciones antes de fallar, es decir que la ductilidad significa defromación y no rotura.<sup>3</sup>

## GRÁFICAS

- ▶ Esquemas para interpretar gráficas de esfuerzo-deformación.

## Fórmula de Robert Hooke

$$\sigma = \frac{P}{a} = \text{kg/cm}^2$$

$\sigma$  = Esfuerzo

P = Fuérza o carga

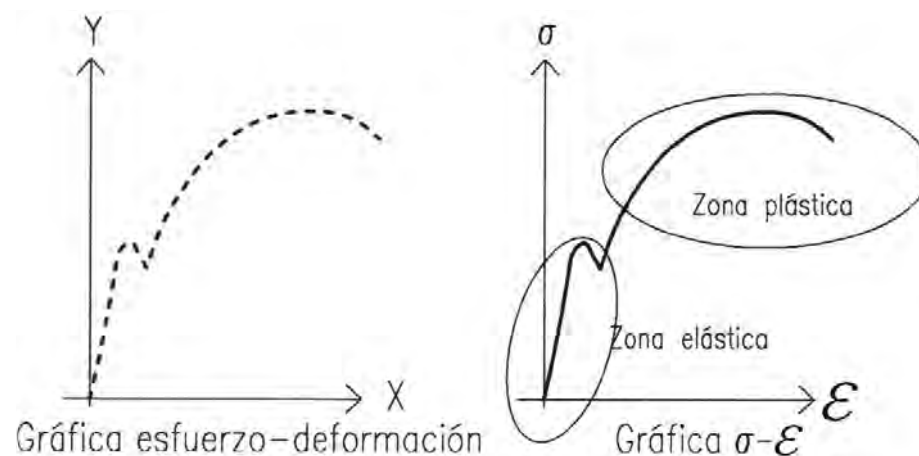
a = área del elemento

$$\text{Épsilon, } \epsilon = \frac{\delta}{l}$$

$\delta$  = Deformación, alargamiento.

l = Longitud original.

$\epsilon$  = Deformación unitaria

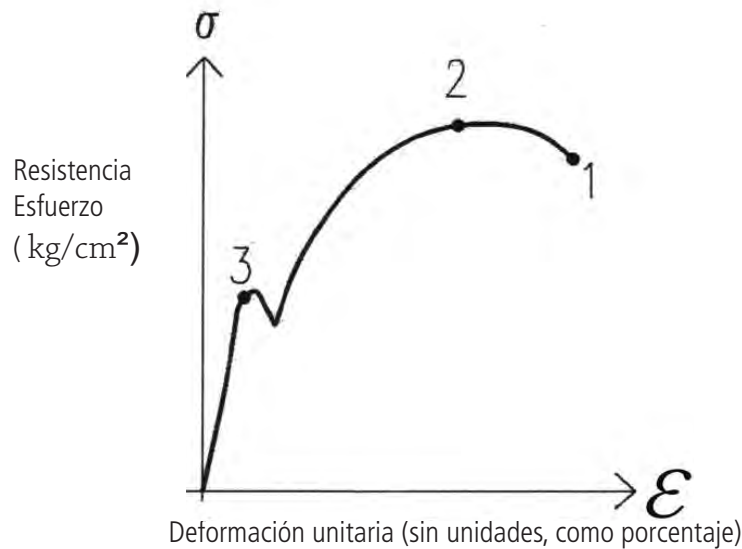


1 Hernández, H. A. 2016. *Metodología para determinar esfuerzos de diseño del bambú*. Facultad de Arquitectura, UNAM. ACADEMIA XXII. 13: pág. 42.

2 Científico Inglés contemporáneo a Newton, que en 1676 sentó las bases de la resistencia de los materiales.

3 *Idem pag. 42*





Otro valor de gran importancia es el módulo de elasticidad establecido por Thomas Young<sup>4</sup>. En este módulo se reconoce como la habilidad del material a deformarse elásticamente en el desarrollo de su rigidez intrínseca para que una estructura se desempeñe acorde al proyecto estructural, su nomenclatura es "E".

Es un parámetro que caracteriza el comportamiento de un material elástico según la dirección en que se aplica una fuerza.

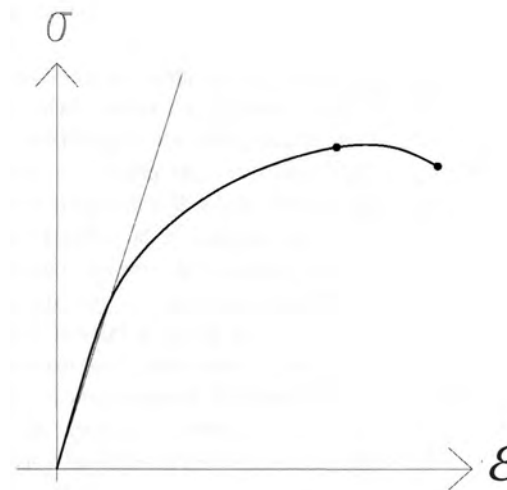
Tanto el módulo de Young como el límite elástico son distintos para los diversos materiales. El módulo de elasticidad es una constante elástica que, al igual que el límite elástico, puede encontrarse empíricamente mediante ensayo de tracción del material.

Calcular dicha constante elástica se realiza a partir de la primera parte de la gráfica, así se refiere a la primera carga tangente correspondiente.

En la interpretación de las gráficas de  $\sigma$ - $\epsilon$ . Siempre hay que poner atención en 3 puntos:

- 1.-Esfuerzo último 0.003 (tres al millar)
- 2.-Esfuerzo máximo
- 3.-Deformación de 0.002 (dos al millar)

Considerando la Ley de Hooke, las tensiones son directamente proporcionales a las deformaciones específicas, por lo que la tensión que experimenta una fibra cualquiera será igual al de todas ellas.



$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

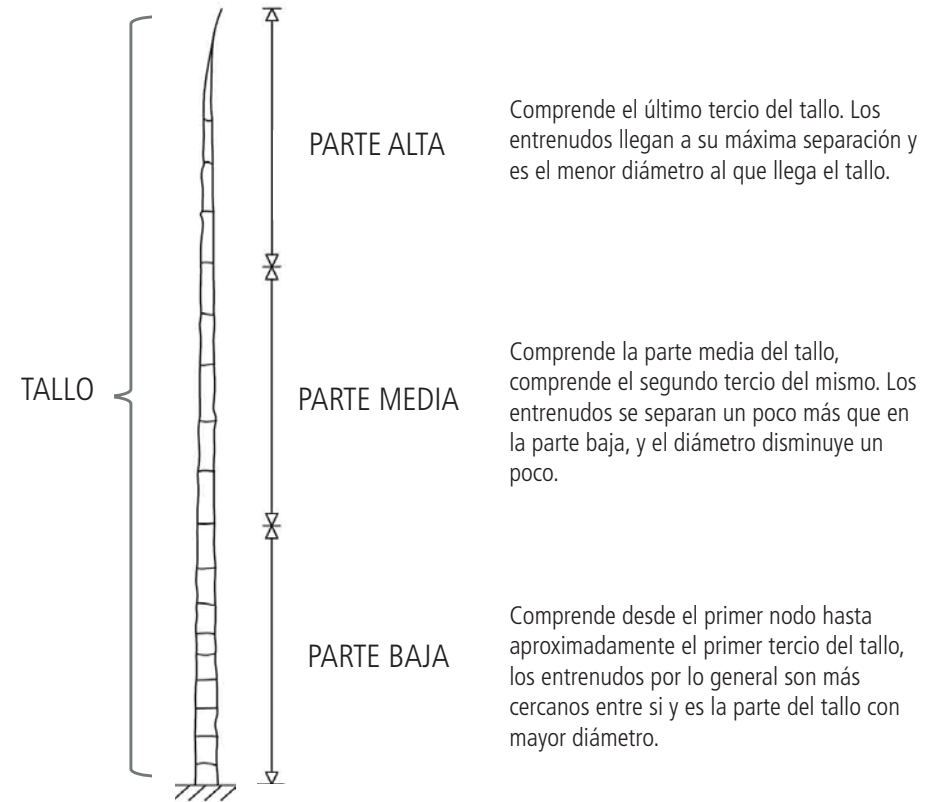
En el diagrama de esfuerzo-deformación, El módulo de Young viene representado por la tangente a la curva en cada punto.

<sup>4</sup> En 1807 el científico inglés Thomas Young desarrolló el módulo de elasticidad.

Con respecto al bambú, se puede aseverar que es del grupo de materiales dúctiles, pues se deforma grandemente antes de fallar, y gracias a las pruebas mecánicas realizadas a este material se puede observar este comportamiento en forma de gráficas.

En el estudio antes citado se realizaron diferentes pruebas, primeramente se dividió en tres secciones a cada tallo (Alta, Media, y Baja), y posteriormente se les aplicaron las siguientes pruebas: **Compresión paralela a la fibra, Tracción paralela a la fibra, y Cortante paralela a la fibra.** A cada una de las especies de bambú se le realizaron al menos 4 pruebas a cada sección del bambú, resultando en 12 pruebas por cada tallo de bambú. Se gráfcaron los resultados obtenidos con cada especie y se obtuvo una gráfica promedio para cada sección y para cada especie de bambú, para así comparar sus características mecánicas.

En las páginas siguientes se realiza una comparación de las gráficas de esfuerzo-deformación de las especies de bambú *Oldhami* y la *Guadua Agustifolia* para así poder observar el comportamiento del material y percatarnos que cada especie de bambú tiene un trabajo mecánico diferente, y que depende de muchos factores, como son la sección de tallo que se esté utilizando para su análisis, así como la densidad de cada especie de bambú.



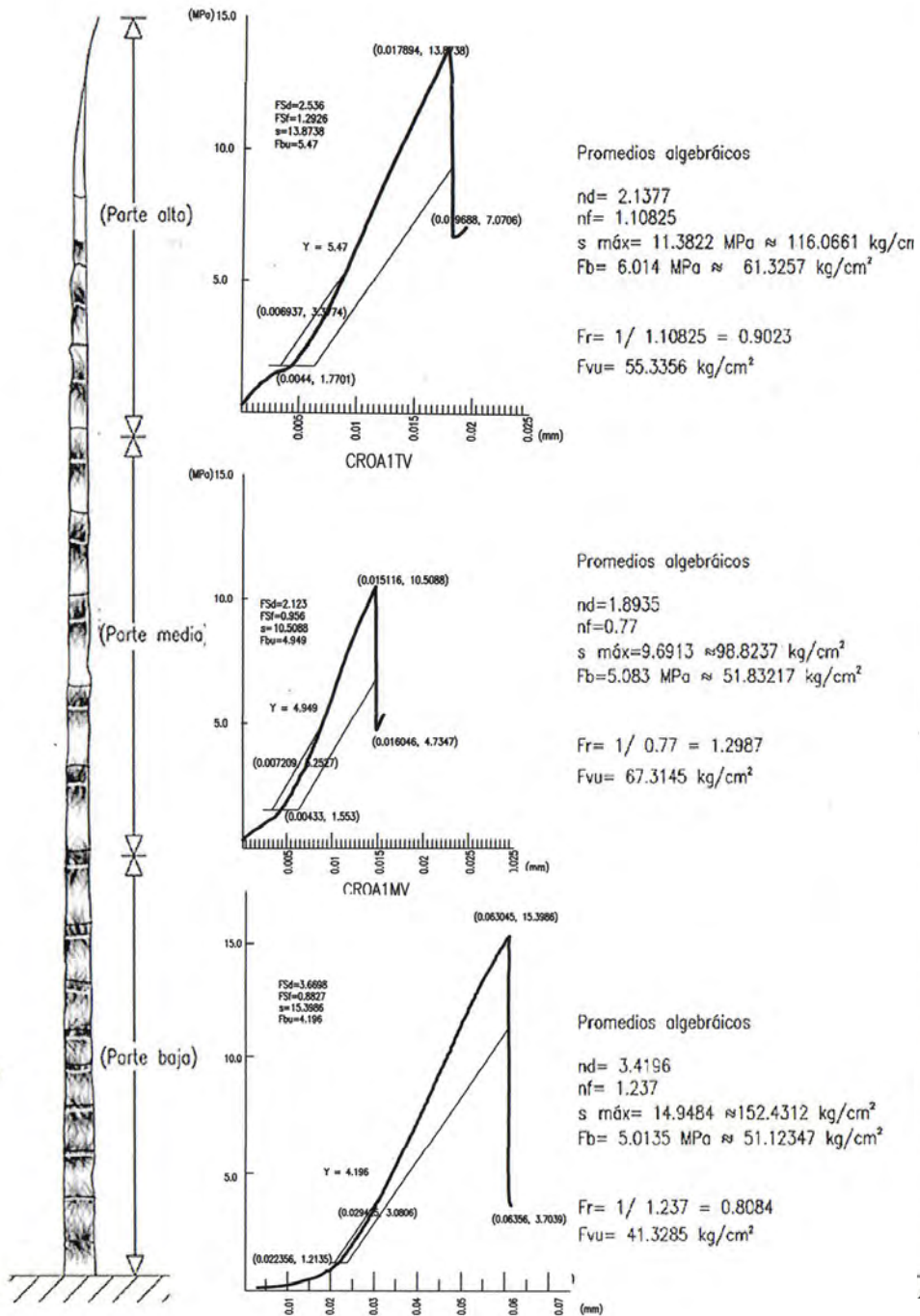
#### SECCIONES DEL TALLO

▲ Esquema ilustrativo de las tres secciones analizadas en el estudio.

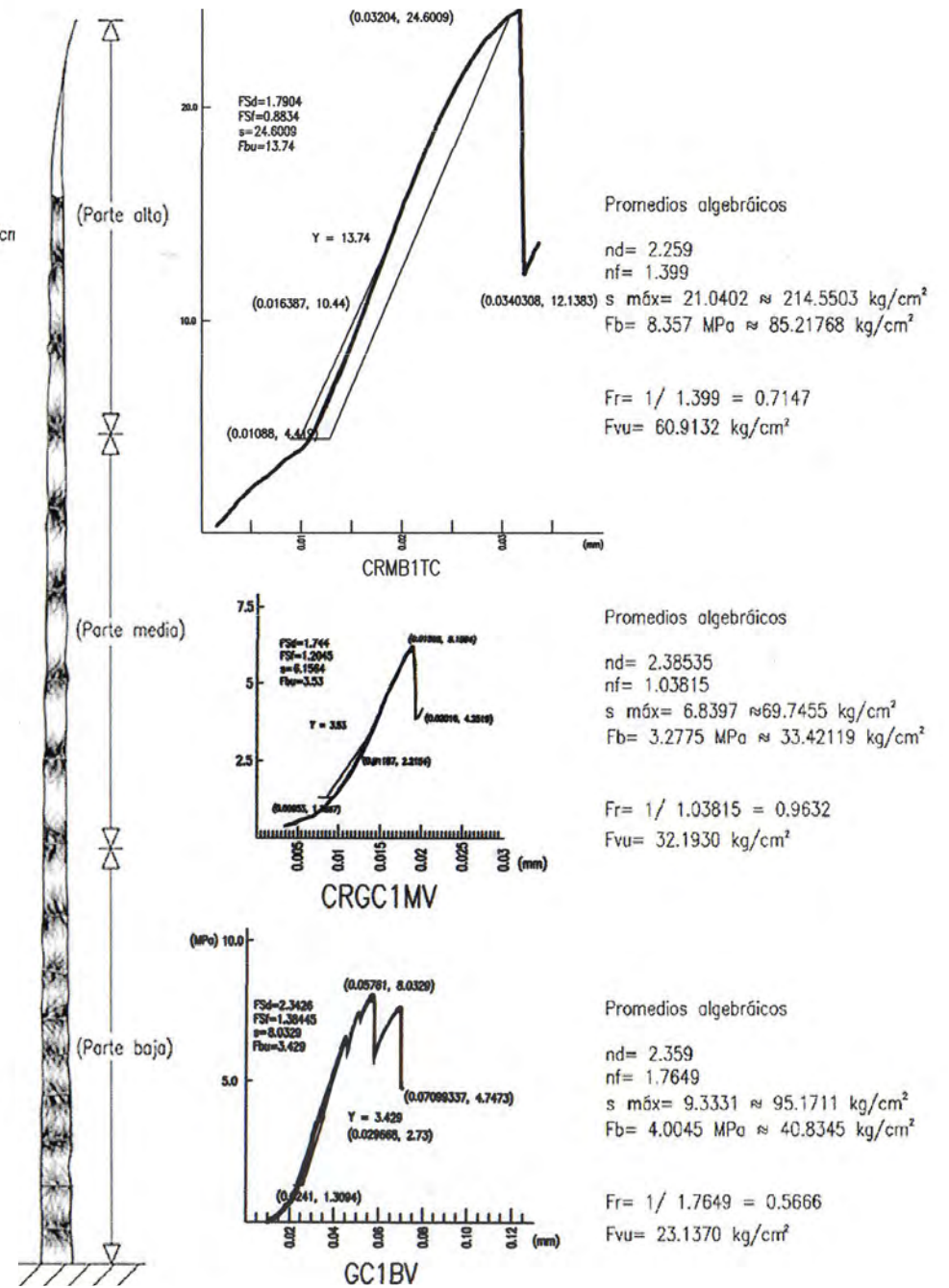
#### COMPARACIÓN DE GUADUA Y OLDHAMI

► Comparación de las gráficas de esfuerzo-deformación unitaria, a esfuerzo cortante paralela a la fibra de las especies de bambú *Oldhami* y la *Guadua Agustifolia*.

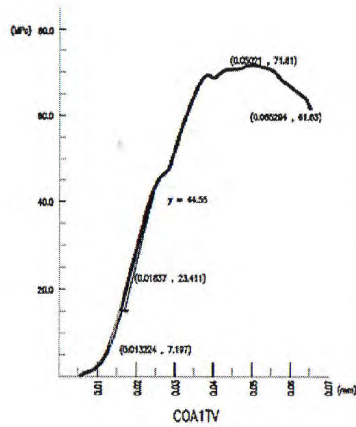
### Especie Oldhami, pruebas a cortante



### Especie Guadua Angustifolia pruebas a cortante



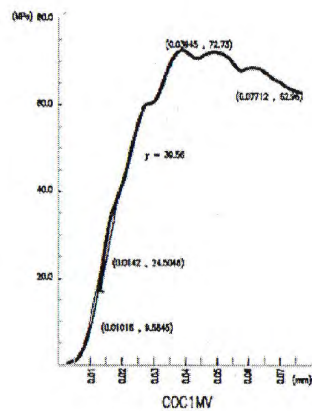
## Especie Oldhami, pruebas a compresión



Promedios algebraicos

nd= 1.34  
nf= 1.2237  
s máx= 74.71MPa ≈ 761.8299 kg/cm<sup>2</sup>  
Fb= 57.555 MPa ≈ 586.8976 kg/cm<sup>2</sup>

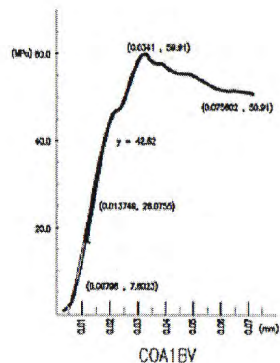
Fr= 1/ 1.2237 = 0.8171  
Fcu= 479.6090 kg/cm<sup>2</sup>



Promedios algebraicos

nd= 1.809  
nf= 1.4516  
s máx= 74.1425 MPa ≈ 756.043 kg/cm<sup>2</sup>  
Fb= 41.5425 MPa ≈ 423.6156 kg/cm<sup>2</sup>

Fr= 1/ 1.4516 = 0.6888  
Fcu= 291.8266 kg/cm<sup>2</sup>

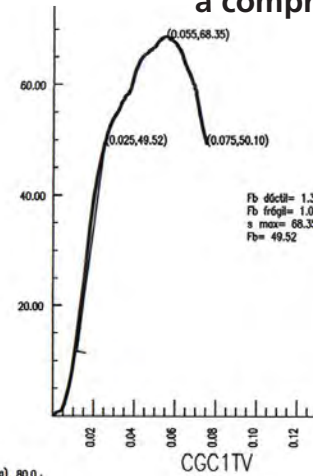


Promedios algebraicos

nd= 1.2702  
nf= 1.0935  
s máx= 59.86 MPa ≈ 610.4021 kg/cm<sup>2</sup>  
Fb= 48.553 MPa ≈ 495.1028 kg/cm<sup>2</sup>

Fr= 1/ 2.2271 = 0.9144  
Fcu= 452.7689 kg/cm<sup>2</sup>

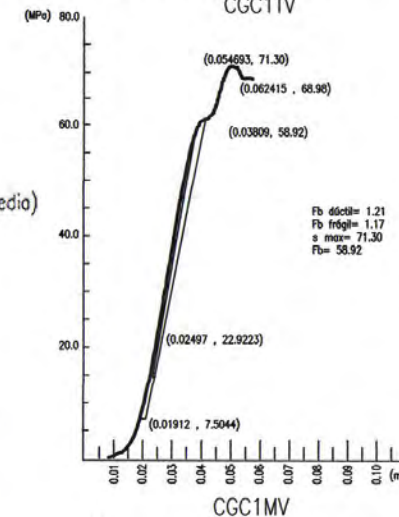
## Especie Guadua Angustifolia, pruebas a compresión



Promedios algebraicos

nd= 1.364  
nf= 1.115  
s máx= 62.775 MPa ≈ 640.126 kg/cm<sup>2</sup>  
Fb= 46.0825 MPa ≈ 469.910 kg/cm<sup>2</sup>

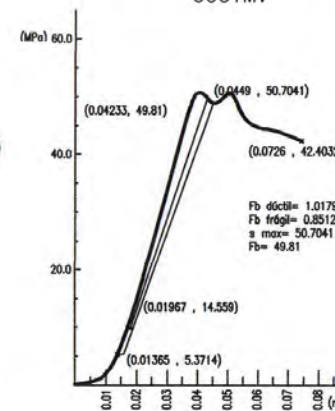
Fr= 1/ 1.115 = 0.8968  
Fcu= 421.415 kg/cm<sup>2</sup>



Promedios algebraicos

nd= 1.1899  
nf= 1.11225  
s máx= 70.1975 MPa ≈ 715.8152 kg/cm<sup>2</sup>  
Fb= 59.0225 MPa ≈ 601.862 kg/cm<sup>2</sup>

Fr= 1/ 2.2271 = 0.8990  
Fcu= 541.1211 kg/cm<sup>2</sup>



Promedios algebraicos

nd= 1.018895  
nf= 0.8  
s máx= 51.9335 MPa ≈ 529.5743 kg/cm<sup>2</sup>  
Fb= 50.945 MPa ≈ 519.4944 kg/cm<sup>2</sup>

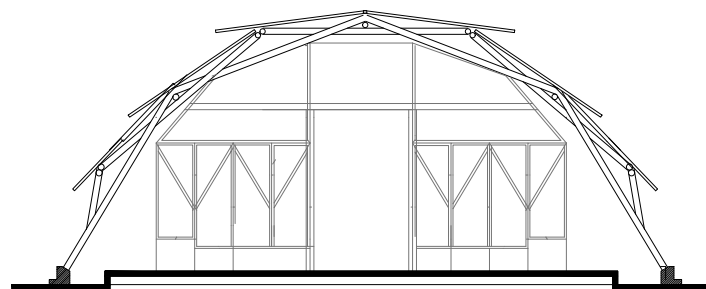
Fr= 1/ 0.8 = 1.25  
Fcu= 649.368 kg/cm<sup>2</sup>

Después de comparar las gráficas de esfuerzo-deformación podemos identificar que la especie Oldhami es mucho más regular en su comportamiento mecánico que la Guadua Angustifolia, sin embargo esta última es la especie más usada dentro del campo de la construcción en Latinoamérica por la gran influencia de las construcciones de bambú “tipo colombianas”, y por ello la mayoría de las plantaciones de bambú en Chiapas son de Guadua, incluyendo las de AGROMOD.

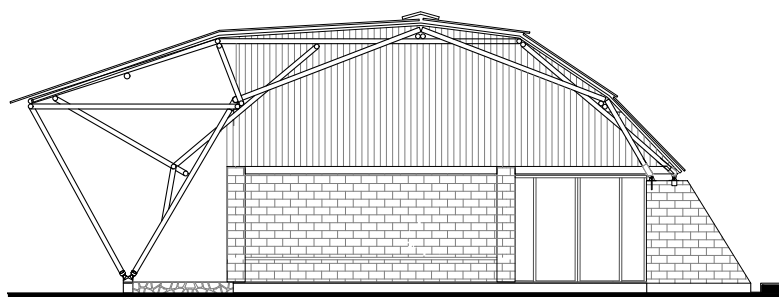
El cálculo estructural busca que el material trabaje sin recibir deformaciones irreversibles, con un factor de seguridad. A este valor modificado se le llama **esfuerzo de diseño**. Sin entrar más en detalle en el tema (el cual se expone en el artículo ACADEMIA XXI N°13), es necesario obtener un valor aproximado al esfuerzo de diseño con las pruebas mecánicas proporcionadas por AGROMOD.

Como ya vimos, al analizar las gráficas de esfuerzo-deformación del Guadua Angustifolia, nos damos cuenta que dichas gráficas varían grandemente dependiendo de la sección del tallo (parte baja, media, o alta) con la que fueron realizadas las pruebas, a tal grado que parecieran diferentes materiales. Ante dicha incertidumbre decidimos alejarnos lo más posible del esfuerzo último (obtenido en las pruebas de AGROMOD).

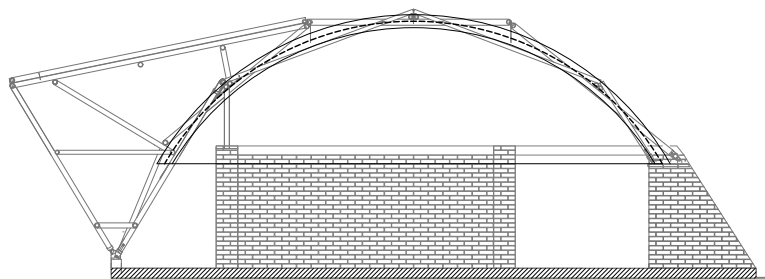
# EVOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA



Primera propuesta en bambú



Segunda propuesta



Tercera propuesta

Se consultó a la asamblea general de la primaria (ALM), donde se rechazó la propuesta del proyecto con madera, y fue aceptada la propuesta con bambú por ser más económica e interesante. Después de esta definición del proyecto, se planteó en primera instancia considerar toda la estructura de bambú.

Después del análisis de la zona geográfica y diversas consultas, se resuelve aislar el Aula que por las condiciones climáticas (clima extremo, tornados etc.) requiere de aislamiento, por lo que se determina tener muros, con la parte norte siendo la más rígida del proyecto hacia la parte exterior abriendo un pórtico. También se considera tener los apoyos lo más cubiertos posible.

Durante el análisis con el Dr. Agustín Hernández Hernández se determinó una directriz congruente, se redujeron elementos innecesarios, se revisaron secciones y cambiaron diámetros de las barras de bambú. También se evaluaron las diferentes posibilidades, llegando al resultado más acorde a las necesidades del proyecto.

A continuación se describirá el proceso de diseño estructural, desde cómo se parte de un proyecto arquitectónico con nociones muy básicas, hasta tratar de llegar a una comprensión total del funcionamiento mecánico de la estructura. Es un proceso lento, sin embargo no hay como el cálculo clásico para dar seguridad en un proyecto.

Solo se realizará el análisis estático, que es el más importante y da la pauta para los demás. Tomando en cuenta los factores de seguridad que planteamos que podrán pasar por diversas solicitaciones que tendrá con el paso del tiempo este proyecto.

En las siguientes páginas se incluirán planos, e imágenes del cálculo realizado a mano en hojas tamaño carta de papel bond, a lápiz, las fórmulas se integran de manera digital, y se intercalarán ambos materiales para ofrecer de manera didáctica el proceso de cálculo.

#### FOTOGRAFÍAS DE LAS MAQUETAS

- A lo largo del proceso de diseño y cálculo, se realizaron diferentes maquetas. En cada una podemos ver la forma de la estructura.



# PROPUESTA ESTRUCTURAL

Teniendo la propuesta estructural:

-Se interpretó la segunda propuesta en bambú con base en los planos arquitectónicos. Para ello fue importante tener el proyecto bien dibujado y escalado.

-Se identifica la estructuración de sus ejes transversales, los cuales son 6 que se encuentran colocados a una distancia de tres metros entre sí.

Los ejes longitudinales son cuatro. Del eje 1 al 4 se libra un claro de 11.30m.

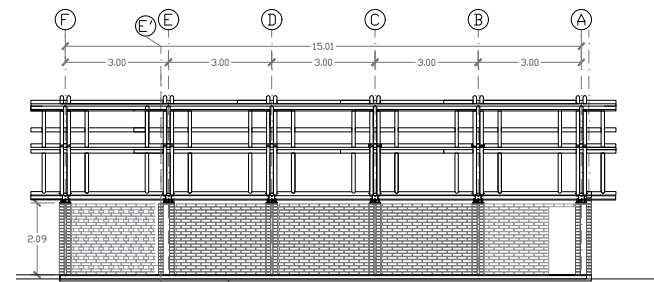
## Apoyos

-Dispuestos del lado Norte se encuentran sobre cartelas unidas a los muros, sobre los 6 ejes principales cada 3m, con una altura de 2.40 m.

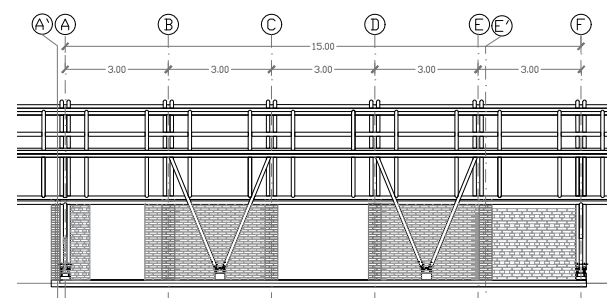
-Dispuestos del lado sur, se encuentran solo cuatro apoyos. En los extremos se encuentran en el eje A y F respectivamente. Los dos apoyos intermedios se encuentran entre el eje B y C, y D y F. a cada 4.5m de los extremos y 6m en la parte interna. Su altura es de 0.20 m.

## PLANOS ESCALADOS

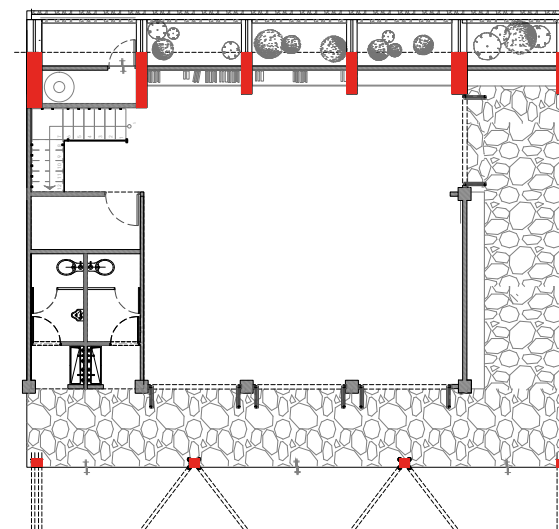
- Se identifican ejes y apoyos en el proyecto.



Fachada Norte



Fachada Sur



Planta

Apoyos ■

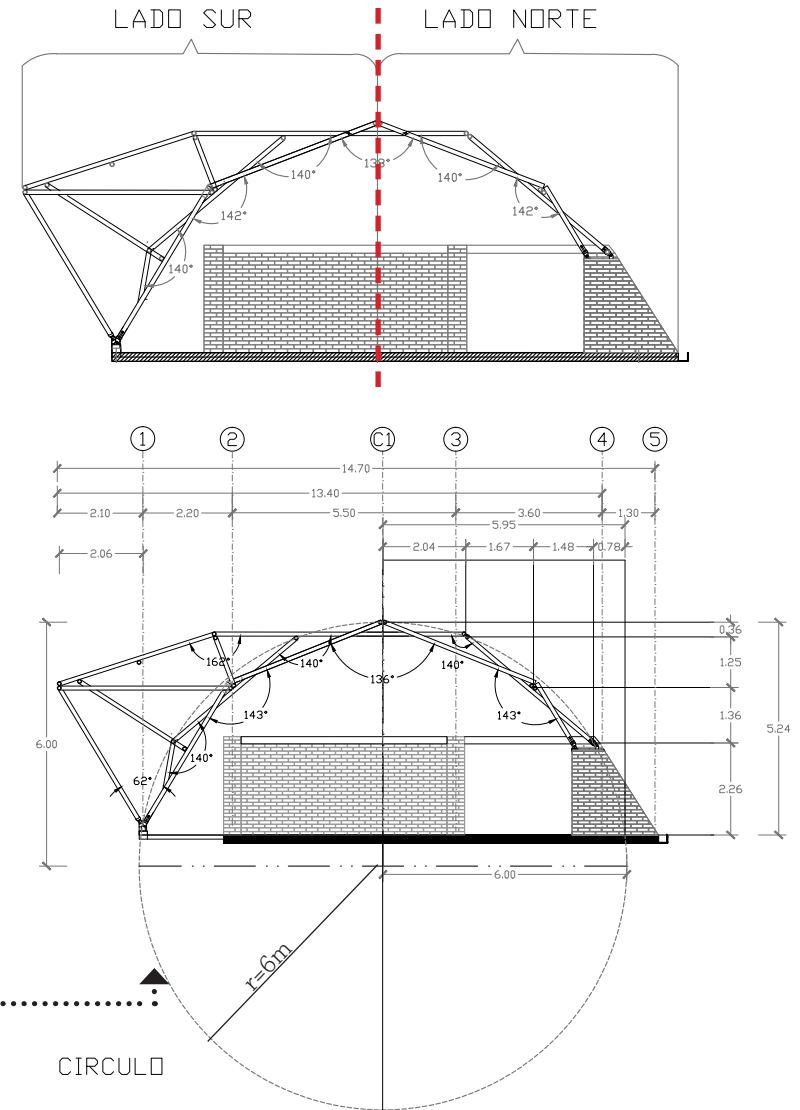


# PRIMERA INTERPRETACIÓN

Como primera interpretación respecto al alzado transversal, se observa que la estructura es asimétrica, por lo que condujo a dividirla en dos partes para empezar el proceso de análisis estructural de manera independiente.

Para determinar las propiedades compositivas, se procedió a geometrizar la estructura con base a una circunferencia trazada con el corte transversal o la fachada Este, debido a que visualmente identificamos que la estructura curva asemeja a un arco circular.

Al realizar la primera aproximación se trató de redibujar la estructura para que los nodos coincidieran con dicha directriz de radio ( $r$ )=6m, con el fin de ubicar la trayectoria del eje estructural del arco, debido a que tanto el análisis geométrico como estructural se hacen a ejes.



## ALZADO TRANSVERSAL

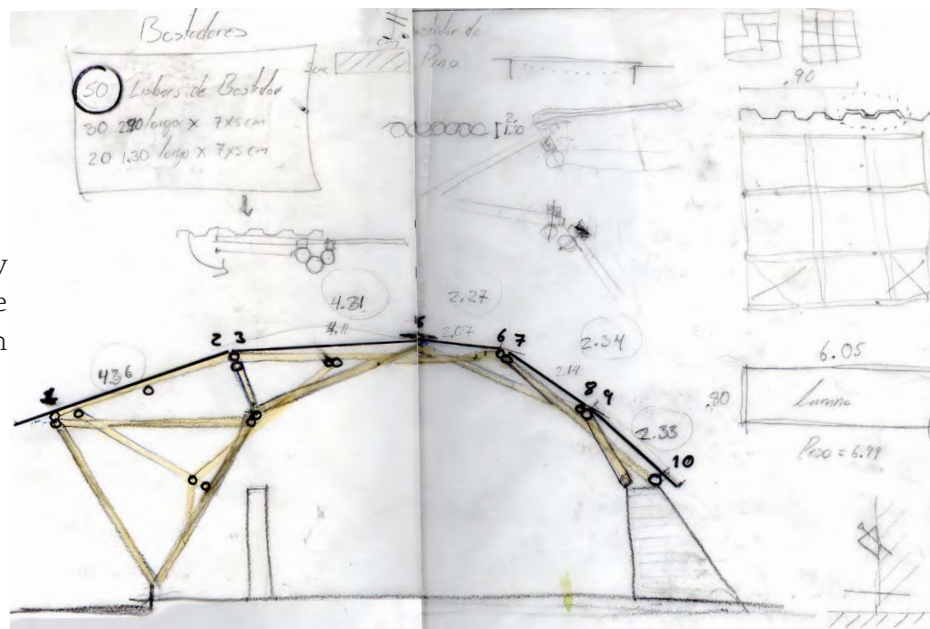
- En ambos esquemas se muestra el alzado con ángulos y su clasificación según su orientación.

# ANÁLISIS DE CARGAS

## Conformación de sistema constructivo cubierta.

- Bastidor de madera de pino de 3cm x 7cm
- Carrizo para alisamiento térmico.
- Lámina metálica calibre 24

Este punto, además de obtener valores numéricos permitió identificar y determinar los elementos que carga en cada zona de la estructura, lo que sirvió de motivo para reflexionar sobre la configuración de la cubierta, con el objetivo de obtener la carga muerta total al final de este análisis.



## ANÁLISIS DE CÁRGAS

- Tabla resumen e imagen del análisis de cada componente.

Con las dimensiones y el peso volumétrico de cada material y las fichas técnicas es posible obtener el peso de cada uno, y al sumarlos obtenemos el peso por metro cuadrado y de toda la cubierta.

Peso M<sup>2</sup> de Lámina  
 Lado Norte  
 2.27 → 62.94 kg  
 2.34 → 64.88 kg  
 2.33 → 64.88 kg  
 192.7 kg - 117.18 m<sup>2</sup>  
 1.644 - 1 m<sup>2</sup>

Lado Sur  
 4.31 → 124.84 kg  
 2.6 → 124.84 kg  
 151.38 m<sup>2</sup>

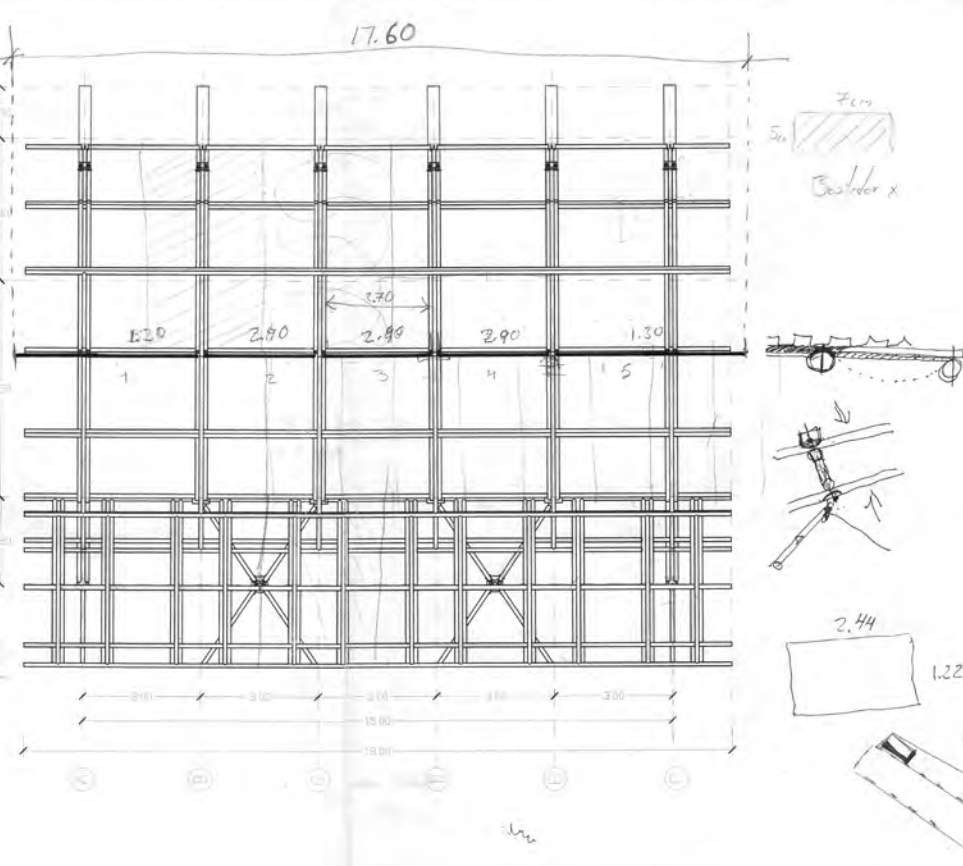
Peso Bastidor Madera  
 Lado Norte Peso 0.25 x 0.05 x 2.5m = 5.25 kg  
 6 ling de 5x7 de los cuales cada uno  
 2.5m → 5.25 kg  
 2.4m → 6.09 kg  
 1.3m → 2.73 kg → 2 ling → 5.46 kg  
 23.73 kg  
 6 vigueras x 23.73 = 142.38 kg → 117.15 m<sup>2</sup>  
 1.215 kg - 1 m<sup>2</sup>

Lámina  
 6.05  
 0.80

17.60 ÷ .75 = 23.46  
 Redondo = 24

4.26 x .80 → 124.8 kg  
 4.31 x .80 → 124.81 kg  
 2.27 x .80 → 62.94 kg  
 2.34 x .80 → 64.88 kg  
 2.33 x .80 → 64.88 kg

442.48 kg



Longitudes  
 F1 3 x 3.7m = 11.1m  
 F2 4 x 4m = 16m  
 F3 2 x 3m = 6m  
 F4 1 x 4.15 = 4.15m  
 F5 2 x 1.3m = 2.6m  
 F6 1 x 1.2 = 1.2m

103.05 ml x 1.7 kg = 175.19 kg/ml  
 175.19 kg/ml (din ip) x 600js = 1051.08 kg/ml

EJE Dado 1 = 199.80ml x 1.7 kg = 339.15 kg/ml  
 EJE (5) parte 2  
 F/2 = 1 x 2m = 2  
 F1 = 3 x 4m = 12  
 F7 = 2 x 1.7m = 3.4  
 Longitudes = 6 x 3.7m = 18.6  
 36 ml x 1.7 kg = 61.2 kg/ml  
 De los 6 Ejes → x6 = 367.2 kg/ml

Lado Norte  
 2.07 x 18 = 37.26 m<sup>2</sup>  
 2.14 x 18 = 38.52 m<sup>2</sup>  
 2.30 x 18 = 41.4 m<sup>2</sup>  
 117.18 m<sup>2</sup>

Lado Sur  
 4.30 x 18 = 77.4 m<sup>2</sup>  
 4.11 x 18 = 73.98 m<sup>2</sup>  
 151.38 m<sup>2</sup>  
 1051.08 kg - 151.38 m<sup>2</sup>  
 6.9433 → 1 m<sup>2</sup>

TABLA RESUMEN DE CARGAS  
 ► Elaborado con base en el análisis de cada material del sistema constructivo "cubierta"

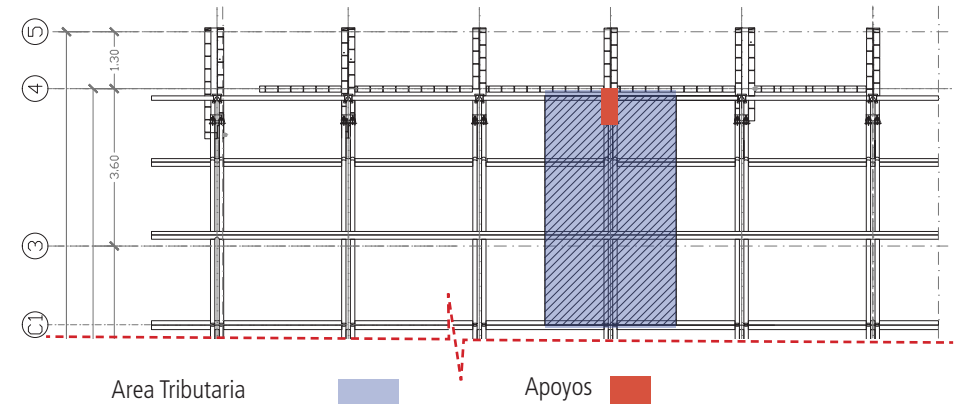
M <sup>2</sup>	M <sup>2</sup> LADO SUR	M <sup>2</sup> LADO NORTE
BAMBÚ	6.943KG	3.133KG
LÁMINA	2.65KG	2.65KG
MADERA	0.783KG	1.21KG
CARRIZO	4.86KG	9.5KG
TOTAL M <sup>2</sup>	15.23KG	16.52KG

# ANÁLISIS DEL LADO NORTE

El lado norte comprende del punto más alto de la estructura desde el nivel del terreno, hasta los 5m de altura entre el eje 3 y el 2, teniendo los 6 ejes (A-F) como apoyos articulados sobre las cartelas.

Se determinan las áreas tributarias, se obtiene el peso por metro cuadrado de ambos lados (carga muerta) sumando la carga por  $m^2$ , aumentándole un 40% como medida adicional de seguridad por tratarse de un edificio público y por ser un material con un alto grado de variabilidad, sumándole la carga viva (obtenida del *Reglamento de Construcciones para el DF* para edificaciones tipo A) multiplicada por el factor de 1.7, la suma de ambos resulta en un **W** de 191.725kg.

El resultado de la carga (w) se divide entre la longitud en metros desde el cual eje 4 (5.24m). Y así obtenemos la carga de diseño (wd) que buscamos.



$$\text{Área Tributaria} = 3m \times 5.24m = 15.72m^2$$

Segun NTC para construccion tipo A la carga viva debe ser 100kg/m<sup>2</sup>  
La carga por m<sup>2</sup> será la suma de carga muerta (CM) y carga viva<sup>1</sup> (CV)

$$15.52kg/m = CM(1.4) = 21.725$$

$$100kg = cv(1.7) = 170kg$$

$$\Sigma CV + CM = 191.725kg/m^2$$

$$w = 15.72m^2 (191.72kg/m^2) = 2875.8kg/m^2$$

$$wd = \frac{2875.8kg/m}{5.24m} = 548.816kg/m$$

## ÁREA TRIBUTARIA DEL LADO NORTE

- Área tributaria para cualquiera de los ejes transversales.

Teniendo la carga de diseño (**wd**) se procede a identificar las fuerzas que actúan en el sistema multiplicando el wd por la longitud de cada una, así la posición de las fuerzas (**F**) corresponden con los largueros.

Con la suma de fuerzas podemos obtener la reacción vertical (**Rv**).

$$F_1 = 1.02m (wd) = 1119.5846 = 559.79kg$$

$$F_2 = 1.855 (wd) = 1018.05368$$

$$F_3 = 1.575 (wd) = 864.385$$

$$F_4 = 0.74 (wd) = 406.123$$

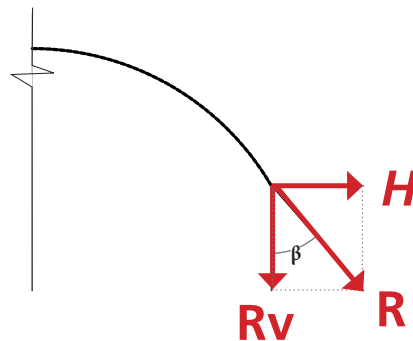
$$R_v = 2848.351$$

Con los datos anteriores podemos obtener los valores del cortante (**V**) y graficarlo, así como las áreas y los momentos (**Mo**).

Con estos datos también podemos obtener la resultante, que en este caso por ser una directriz circular es como un arco y tendrá dos componentes, una que es **Rv** y una componente horizontal denominado coceo identificado por la letra "h" que se obtiene con la siguiente fórmula:

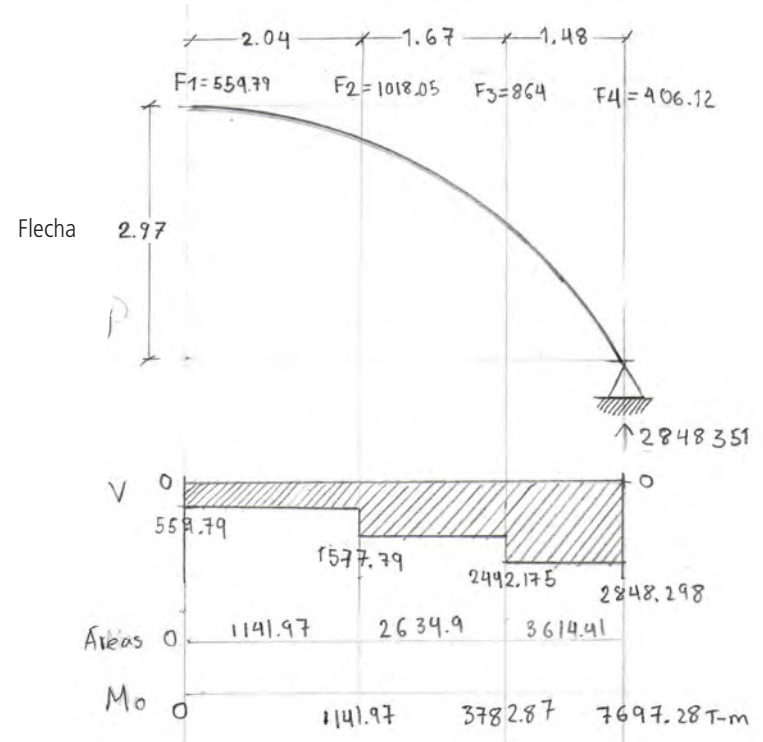
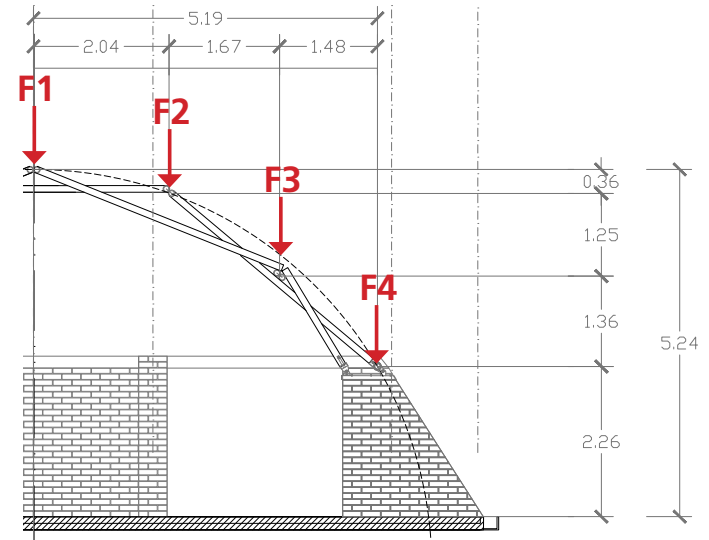
$$H = \frac{m_{m\acute{a}x}}{flecha}$$

$$H = \frac{7397.28}{2.97} = 2490.67kg$$



FUERZAS APLICADAS SOBRE LA DIRECTRIZ

► Análisis de cortante, áreas y momentos.



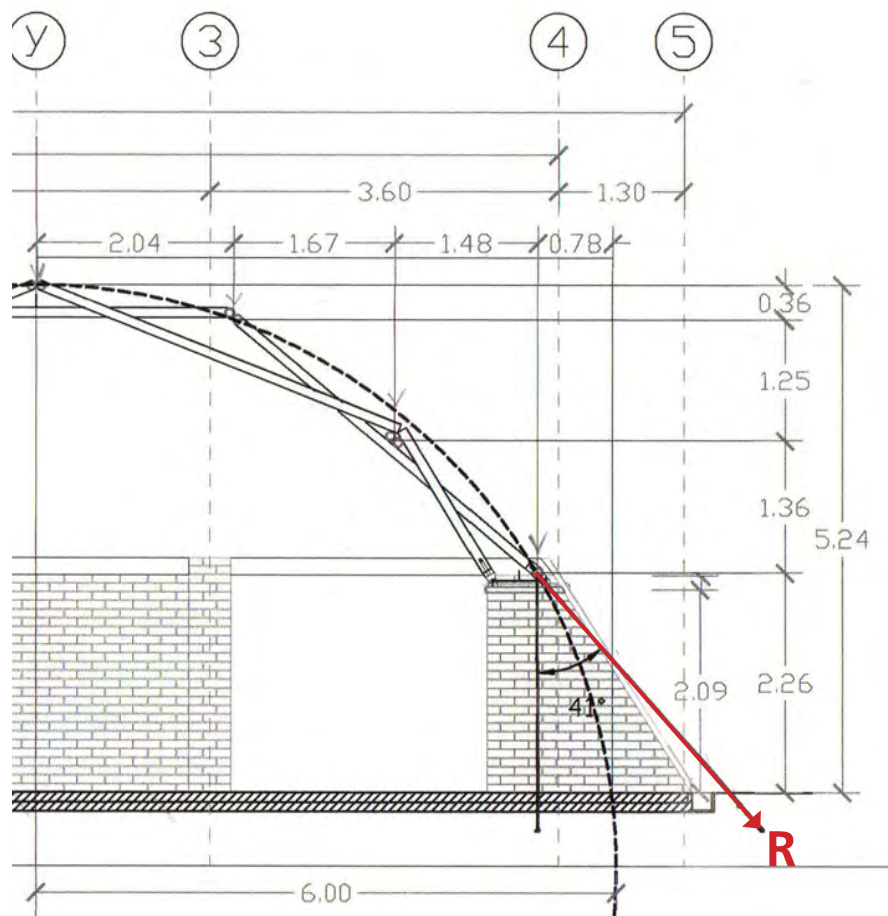
Se determina la resultante (**R**), así como su ángulo, resultando éste de 41° respecto a la vertical. Se observa que dicha resultante sale de la cartela, es decir no coincide con ella, lo que de inmediato nos indica que la directriz propuesta es incorrecta, pues el camino de las cargas deben siempre transmitirse a través del material, dado que de acuerdo con AHH "las cargas no pasan por el aire", y las cargas deben siempre pasar comodamente por el contrarresto (cartela).

El razonamiento anterior resulta en un argumento contundente para probar con otras directrices. Un argumento más es que la directriz debe tener material a ambos lados (superior e inferior), y en la propuesta de arco circular de r=6m, predomina el material en la parte inferior, consecuentemente no podrá utilizar la misma directriz para ambos lados (sur y norte).

$$R = \sqrt{(Rv)^2 + H^2}$$

$$R = 3783.678 \text{ Kg}$$

$$t_y \beta = \frac{2490.67}{2548.298} = 41.167^\circ$$



**RESULTANTE**

- Esquema que muestra el vector resultante se sale de la cartela.

Se propone entonces geometrizar la directriz de la forma mas conveniente, ajustar nodos y cargas con respecto a ésta, con la condición que pase por los apoyos y la clave. Así se probará con directrices circulares de menor radio como la de 5.80 m, y también directrices elípticas. Así es un proceso que toma tiempo pero que es fundamental para poder analizar la estructura.

Para cada prueba con distintas directrices se siguen los siguientes pasos como en el primer caso.

Determinar fuerzas transmitidas a la estructura.

Calcular reacciones

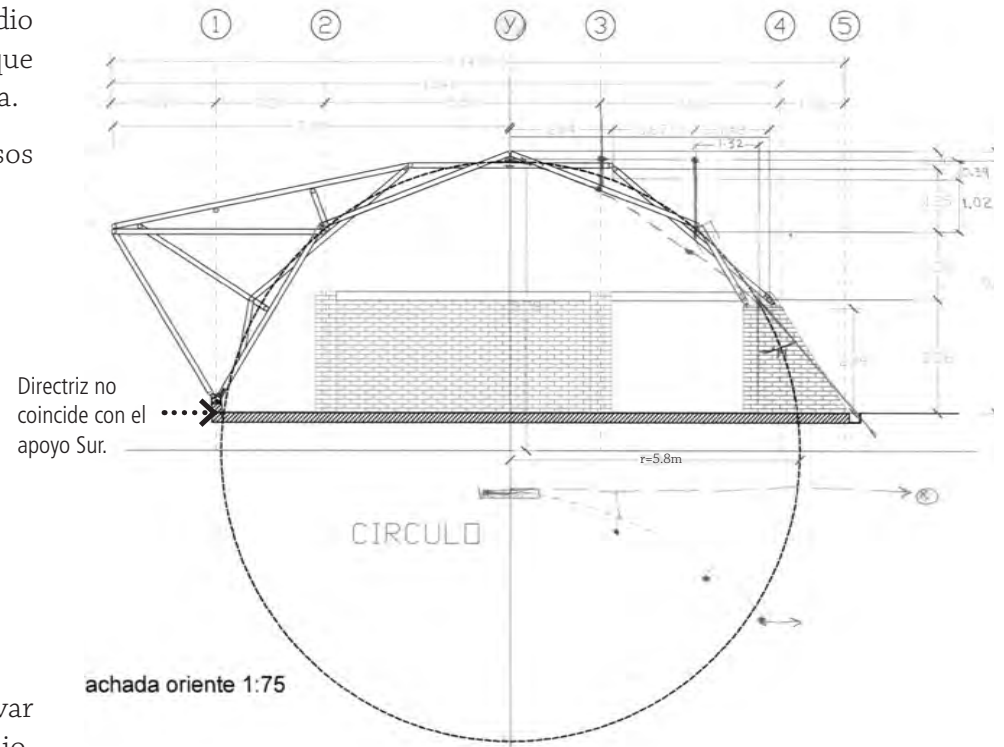
Diagrama de cortantes

Diagrama de momentos

Determinar H para diseñar la estabilidad.

Determinar **R** con su ángulo  $\beta$ .

En este caso con directriz circular con 5.80m de radio podemos observar dos cosas, que la directriz ya no pasa por ambos apoyos al reducir el radio, pero que la **R** ya se encuentra dentro de la cartela, por lo que en dado caso de utilizar esta versión de la directriz circular para el lado norte, tendríamos que utilizar otra directriz con radio diferente cuando analicemos el lado norte.



TRAYECTORIA DE LAS CARGAS

▲ Sector de circunferencia donde se desplaza el eje X del centro hacia la clave.

Así mismo se exploró la elipse y desplazando también la circunferencia hacia el lado interno de la estructura, buscando la directriz mas conveniente., haciéndola coincidir con el arco dibujado pero que pase por los apoyos y la clave. Y se repitió el procedimiento para obtener H y R.

A continuación se mostrará el método de doble integración numérica, de Neumarck, el cual es denominado así porque con este metodo se integran momentos y se integran cortantes. Para realizarlo se necesitan los mismos datos que ya hemos descrito anteriormente.

Notación:

cargas "dv"

Integral de cortante "fv"

Diferencial de momento "dm"

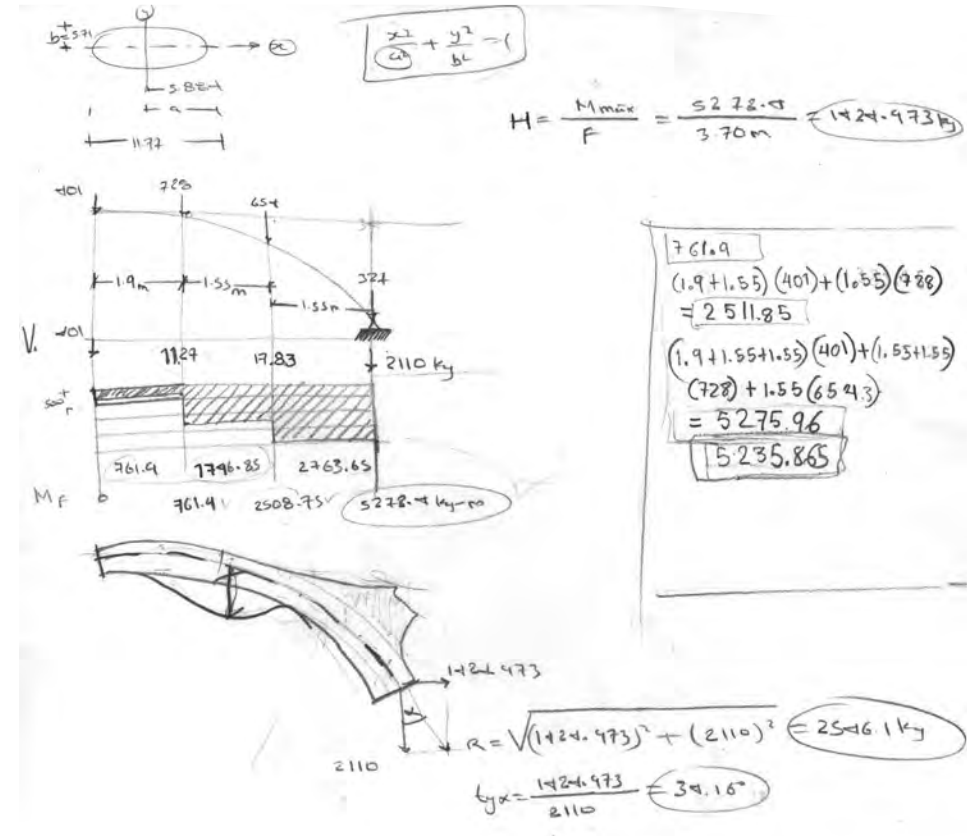
Integral de momento "fdm"

AT=Area Total

Ym= Nos permite construir el polígono funicular analítico.

Ya=distancia de la directriz del arco al eje x

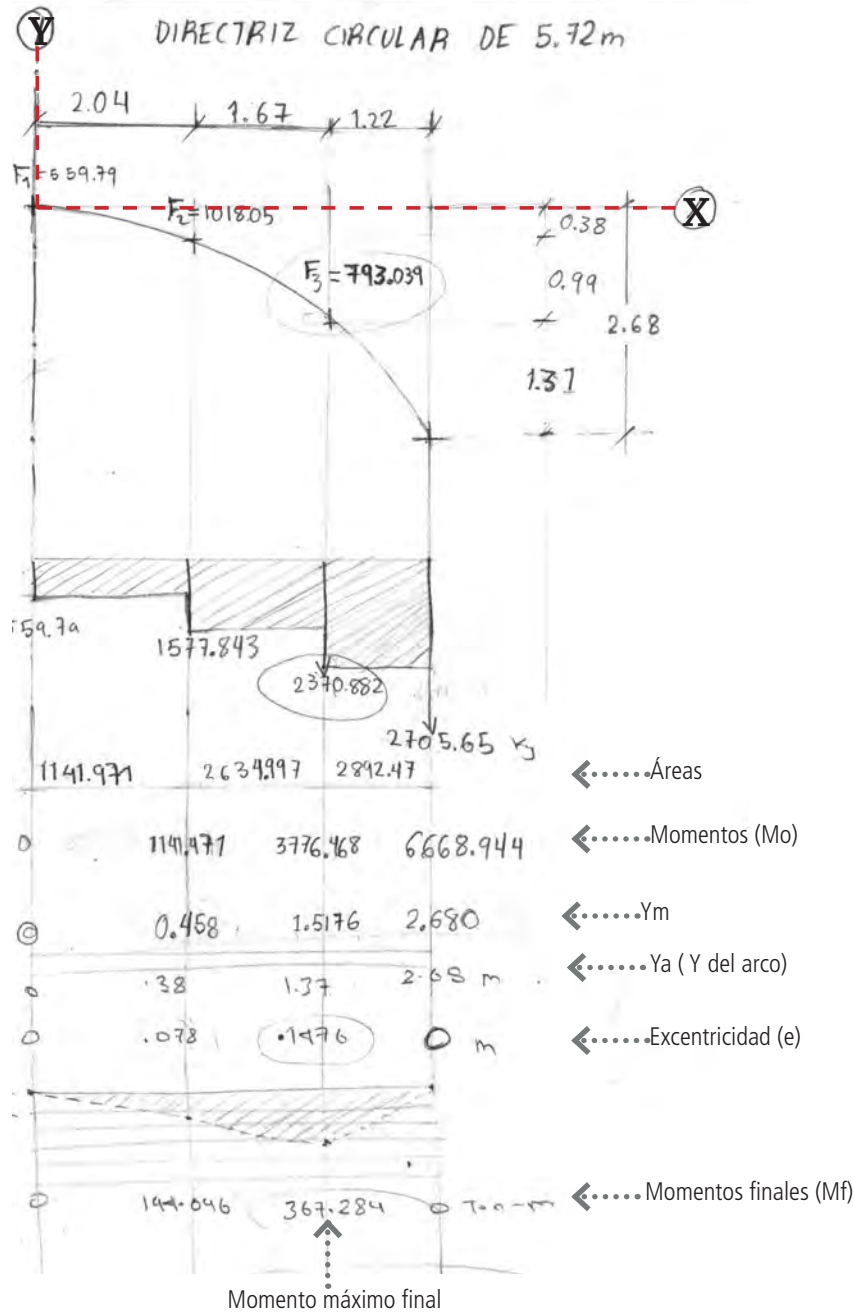
Excentricidad= Al graficar la excentricidad, se coloca el eje partiendo la gráfica por la mitad, así obteniendo momentos positivos y negativos, después se traslada al dibujo sobre el eje geométrico del arco.



PROPUESTA DE ELÍPSE COMO DIRECTRIZ

▲ Elaboración Propia, esquemas y cálculos realizados a mano en hojas bond tamaño carta.





Ejemplo con la directriz circular de 5.72m de radio, siendo la directriz final para este análisis del lado norte.

$$F_1 = 2.04 (wd) = 1119.58 = 559.79$$

$$F_2 = 1.855 (wd) = 1018.0536$$

$$F_3 = 0.61 (wd) = 793.039$$

$$F_4 = 0.61 (wd) = 334.777$$

$$R_v = 2705.656$$

$$H = \frac{M_{max}}{F} = \frac{6668.944}{2.68} = 2488.4119$$

$$R = \sqrt{(R_v)^2 + (H)^2}$$

$$= \sqrt{(2705.656)^2 + (2488.411)^2}$$

$$= 3675.971$$

$$\theta = \frac{2488.4119}{2705.656} = 42.6^\circ$$

Mo= Fuerza por distancia (al eje o directriz)

Y-Y=d

Ym= Nos permite construir el polígono funicular analítico (el camino que siguen las cargas), y se obtiene con la siguiente fórmula.

$$Y_m = \frac{M_{indiv}}{H}$$

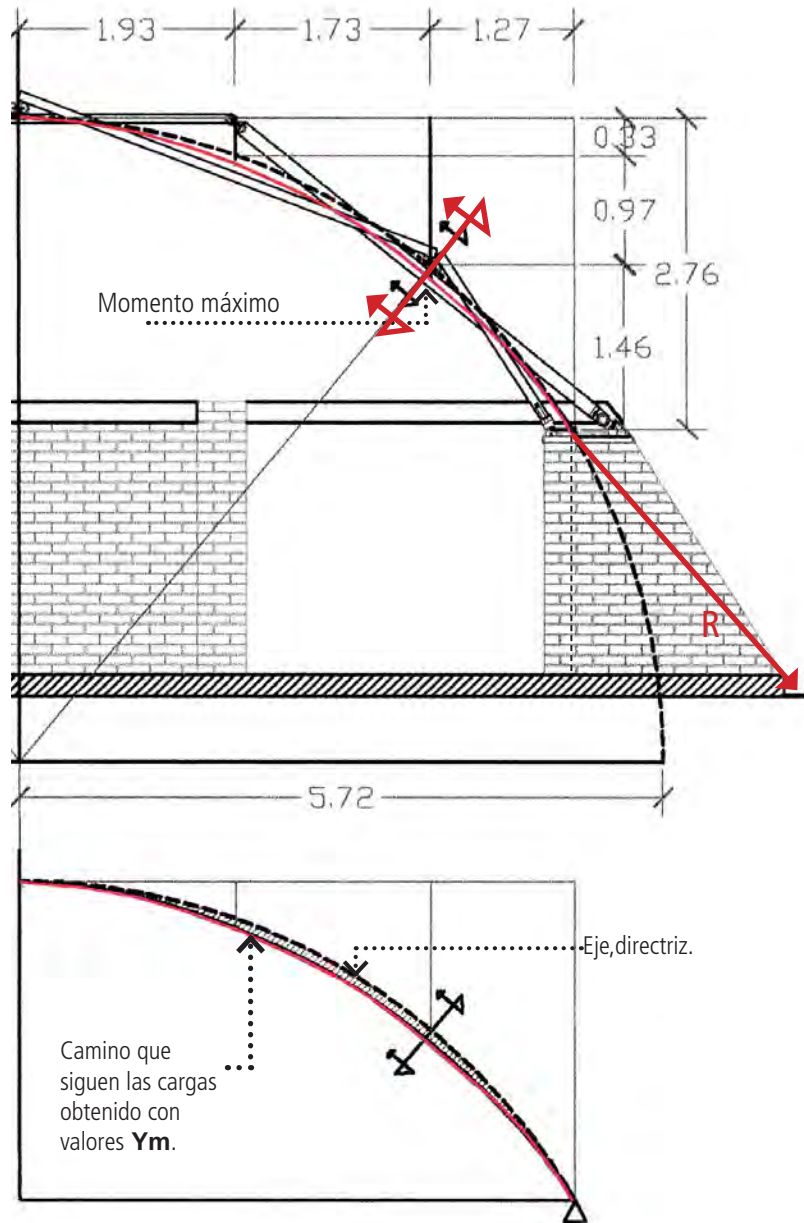
Ya= distancia de la directriz del arco al eje x

Excentricidad= Al graficar la excentricidad, se coloca el eje partiendo la gráfica por la mitad, así obteniendo momentos positivos y negativos, después se traslada al dibujo sobre el eje geométrico del arco. La excentricidad se obtiene con la formula:

$$e = Y_m - Y_a$$

Los momentos finales nos permiten definir la zona del arco donde es más vulnerable y corresponde a mayor excentricidad en el arco. Para obtener los momentos finales podemos utilizar la fórmula:

$$M_f = e \times H$$



Ahora se procede a determinar esfuerzos en los puntos críticos.

Durante dicho proceso se aconseja que la directriz coincida con un tallo en el punto superior, y que siempre exista material por donde pasa la carga, “*buscar la forma correcta*”.

Evaluar el cortante de la sección en los lugares donde se presenta mayor excentricidad.

Para realizar dicho proceso se requiere utilizar la formula de Navier<sup>5</sup> y Hooke, expresada de la siguiente manera:

$$\sigma = \frac{P}{a} \pm \frac{M}{Sx}$$

En donde : **P**= Peso

**M**= Momento

**a**= Área de la sección

**Sx**= Módulo de sección

**CAMINO DE LAS CARGAS Y EJE DIRECTRIZ**  
 ◀ Esquema con directriz y camino de cargas, la diferencia entre ambas es la excentricidad

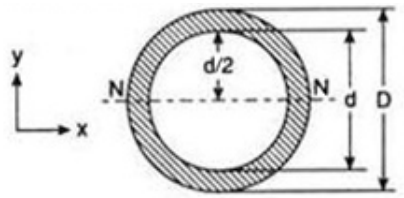
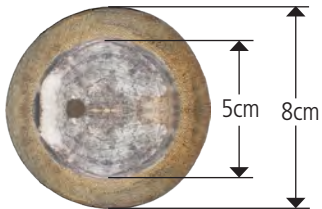
<sup>5</sup> Claude-Louis Navier ingeniero y físico francés del siglo XIX que se especializó en la mecánica, creador de la teoría de la *flexión plana*, su hipótesis constituye el punto de partida para el estudio de los efectos producidos por el esfuerzo axial en una sección. Constituye asimismo una de las hipótesis fundamentales de la Resistencia de Materiales.

# ANÁLISIS DE SECCIONES DE BAMBÚ LADO NORTE

Para revisar los esfuerzos como hemos visto, requerimos varios datos sobre las secciones para poder utilizar la fórmula de Hook y Navier. Así que debemos obtener en primera instancia los valores de una sección de bambú guadua en uno solo de sus tallos. Para posteriormente determinar la sección con el N° de tallos y su posición, para sí obtener las propiedades geométricas de la sección compuesta.

AGROMOD nos proporcionó los diámetros mas comerciales y los que podemos obtener con mayor facilidad, siendo estos bambúes de 8cm a 10cm de diámetro. y de 1.5 a 2cm de espesor. Utilizaremos primero el diámetro de 8cm.

Se idealiza al bambú como una sección cilíndrica tubular, de esta manera se obtiene el área y la inercia de la sección tubular, que después utilizaremos en la sección compuesta que buscamos.



Para obtener área efectiva al área mayor se le resta el área menor de las circunferencias.

$$(A_1 - A_2) = 30.63 \text{ cm}^2$$

$$I = \frac{\pi(d)^4}{64}$$

Fórmula para obtener la inercia de una figura circular obtenidas del libro de Chiumenti, M. 2012. *Momentos de inercia problemas resueltos.*

$$I = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{64}$$

Con la fórmula anterior podemos derivar ésta fórmula, para obtener la inercia de una sección tubular.

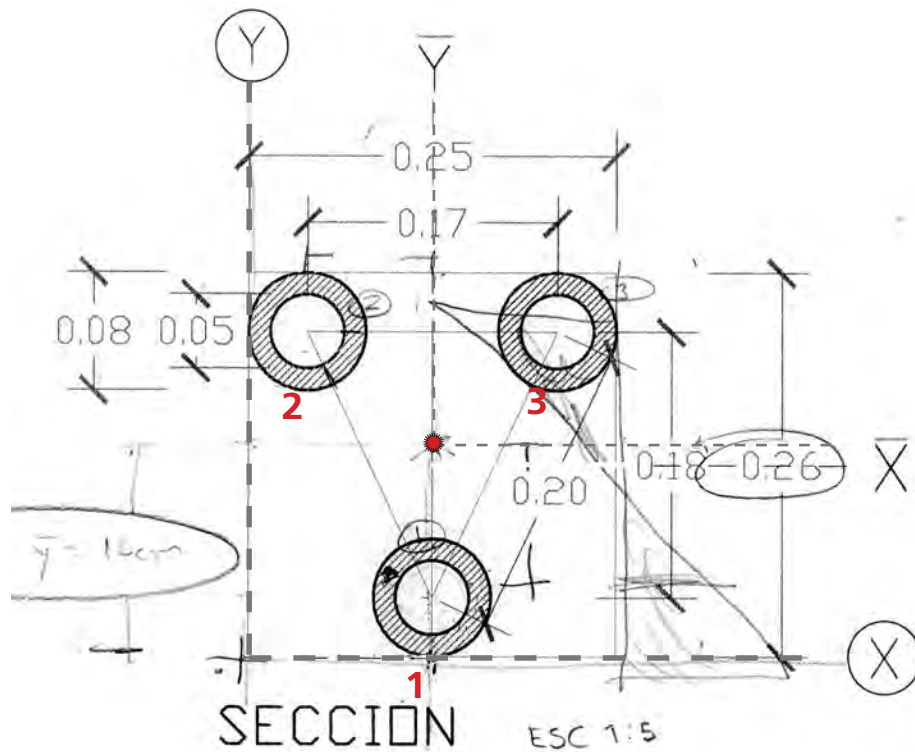
$$I = \frac{\pi(8^4 - 5^4)}{64} = 170.3823$$

## BAMBÚ COMO SECCIÓN TUBULAR

◀ Esquemas ilustrativos para obtener áreas y momentos de inercia de la sección.

$$A = \pi(r)^2 \quad \text{Fórmula para área de un círculo.}$$

$$A_1 = \pi(4)^2 = 50.26 \quad A_2 = \pi(2.5)^2 = 19.63$$



### SECCIÓN COMPUESTA

▲ Dibujo a escala para obtener centroide y propiedades de la sección.

Con el dibujo de la sección se procede a su análisis. Primeramente se debe obtener el centroide de cada tallo, y posteriormente obtener el centroide de toda la sección.

Es decir, se deben calcular las propiedades de la sección compuesta después de haber investigado como se obtienen los valores: Inercia (**I**), Inercia en x (**I<sub>x</sub>**), Inercia en (**I<sub>y</sub>**), **rx**, **ry**, **sx**, **sy** por el *método de ejes paralelos*.

Se comienza por realizar una tabla que relaciona los valores de las figuras.

Figura	Area	x	y	$\Delta x$	$\Delta y$
1	30.63	12.5	4	382.875	122.52
2	30.63	4	22	122.52	673.86
3	30.63	21	22	643.23	673.86
$\Sigma A = 91.89$				$\Sigma A_x = 1148.625 \text{ cm}^3$	$\Sigma A_y = 1470.24 \text{ cm}^3$

A partir de la tabla podemos obtener las coordenadas del centroide de la sección ( $\bar{X}, \bar{Y}$ ) utilizando como referencias los ejes X y Y.

$$\bar{X} = \frac{\Sigma A_x}{\Sigma A} \quad \bar{X} = \frac{1148.625 \text{ cm}^3}{91.89} = 12.5 \text{ cm}$$

$$\bar{Y} = \frac{\Sigma A_y}{\Sigma A} \quad \bar{Y} = \frac{1470.24 \text{ cm}^3}{91.89} = 16 \text{ cm}$$

Los datos anteriores son fundamentales, ya que el sentido de este tipo de cálculo, consiste en reducir la excentricidad, buscar coincidencia de la directriz y el centroide de la sección, es decir que sean concéntricos, y en esto consiste buscar "la forma natural" para identificar por donde pasan las cargas y ver si el material está colocado en dichas coordenadas del espacio.

Procedemos a calcular la inercia en X, en Y, que será la suma de las inercias en X y en Y de cada una de las figuras (1,2,3).

$$I_x = I + A \cdot d^2$$

d= distancia de un centroide a otro (Y,  $\bar{Y}$ ).  
A= Área de la figura.  
I= Inercia de la figura.

$$I_{x1} = 170.3823 + 30.63 (8)^2 = 2130.7023$$

$$I_{x2} = 170.3823 + 30.63 (6)^2 = 1273.0623$$

$$I_{x3} = 170.3823 + 30.63 (6)^2 = 1273.0623$$

$$I_x = 4676.8269$$

$$I_y = I + A \cdot d^2$$

$$I_{y1} = 170.3823 + 30.63 (0)^2 = 170.3823$$

$$I_{y2} = 170.3823 + 30.63 (8.5)^2 = 2383.399$$

$$I_{y3} = 170.3823 + 30.63 (8.5)^2 = 2383.399$$

$$I_y = 4937.1819$$

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_t}}$$

I<sub>x</sub>= Inercia en x.  
A<sub>t</sub>= Área total.

$$r_x = \sqrt{\frac{4676.8269}{91.89}} = 7.1341 \text{ cm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_t}}$$

I<sub>y</sub>= Inercia en y.  
A<sub>t</sub>= Área total.

$$r_y = \sqrt{\frac{4937.1819}{91.89}} = 7.330 \text{ cm}$$

$$S_x = \frac{I_x}{C}$$

I<sub>x</sub>= Inercia en x.  
C= La distancia más larga al centroide.

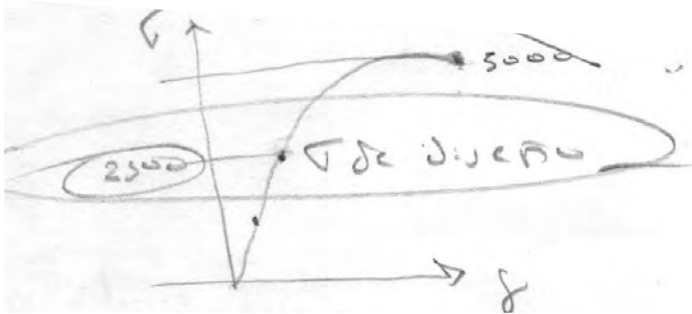
$$S_x = \frac{I_x}{C} = \frac{4676.8269}{16 \text{ cm}} = 292.30 \text{ cm}^2$$

$$S_y = \frac{I_y}{C}$$

$$S_y = \frac{4937.1819}{12.5} = 394.9745$$

Una vez obtenidos todos los valores de la sección, podemos evaluar la sección inicial y modificar con respecto al esfuerzo máximo

En la primera parte vimos que debemos buscar el esfuerzo de diseño. Con las pruebas realizadas al bambú se obtiene solamente el dato del esfuerzo último, promediando las diferentes pruebas con diferentes diámetros. Así realizamos una operación simple para obtener el esfuerzo en kg/cm<sup>2</sup>, con este dato podemos inferir su posición en la gráfica de esfuerzo-deformación ( $\sigma$ - $\epsilon$ ) y los valores aproximados del esfuerzo de diseño.



Así, se determina que para asegurar que estemos dentro del esfuerzo de diseño del bambú, no debemos exceder un rango de aproximadamente 80 kg/cm<sup>2</sup> y es recomendable alejarnos lo mas posible del esfuerzo último (132 kg/cm<sup>2</sup>).

En cambio vemos que para la tracción debemos de mantener un rango de hasta 1000 kg/cm<sup>2</sup> teniendo un margen amplio alejándonos del 2200 kg/cm<sup>2</sup> ( $\sigma$  último).

Es importante notar que esta variación tan grande es debido a la gran variabilidad del material y por tanto de las pruebas, como se describió en la primera sección de este trabajo.

RESULTADOS DE PRUEBAS

- ▶ Pruebas mecánicas a la compresión y tracción , 2002, poporcionadas por AGROMOD.

**MUESTRAS DE BAMBÚ**  
**INFORME DE ENSAYES A LA COMPRESIÓN**

PROBETA No.	1	2	3	4
ENSAYE No.	5671	5672	5673	5674
DIÁMETRO, cm.	8.5	8.5	8.5	8.0
SECCIÓN, cm <sup>2</sup>	27.5	27.5	37.8	35.1
CARGA DE RUPTURA, kg	5000	5000	5000	5000
RESISTENCIA kg/cm <sup>2</sup>	182	182	172	142

$$\sigma = \frac{\text{Carga}}{A} = \frac{5000 \text{ kg}}{37.8 \text{ cm}^2} = 132.27 \text{ kg/cm}^2$$

**MUESTRAS DE BAMBÚ**  
**INFORME DE ENSAYES A LA TENSIÓN**

ENSAYE No.	PROBETA	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )
5667	1	8.5	1600
5668	2	8.5	1400
5669	3	5.1	3000
5670	4	5.1	2800

$\bar{\sigma} = 2200 \text{ kg/cm}^2$

Una vez obtenidos todos los valores de la sección, podemos evaluar la sección inicial y modificar con respecto al esfuerzo máximo.

Utilizando la formula descrita en la sección anterior, obtendremos dos valores de esfuerzo, uno por cada signo, el positivo será a compresión, y el negativo a tracción.

$\sigma_1$  = Esfuerzo a Compresión ( $\bar{C}$ )

$\sigma_2$  = Esfuerzo a Tracción ( $\bar{T}$ )

$$\sigma = \frac{2370.882 \text{ kg}}{98.945 \text{ cm}^2} + \frac{36728.9 \text{ kg-cm}}{2656466}$$

$$\sigma = 23.9616 \pm 138.236$$

$$\sigma_1 = 162.197 \text{ kg/cm}^2 \text{ C}$$

$$\sigma_2 = 23.9616 - 138.236 = 114.274 \text{ kg/cm}^2 \text{ T}$$

De manera preliminar se identifica la necesidad de aumentar la sección a 30 cm debido a que la primera de 0.25X0.26 m, no pasa los esfuerzos admisibles.

#### ANÁLISIS DE CÁRGAS

- Tabla, resumen e imagen del análisis de cada componente.

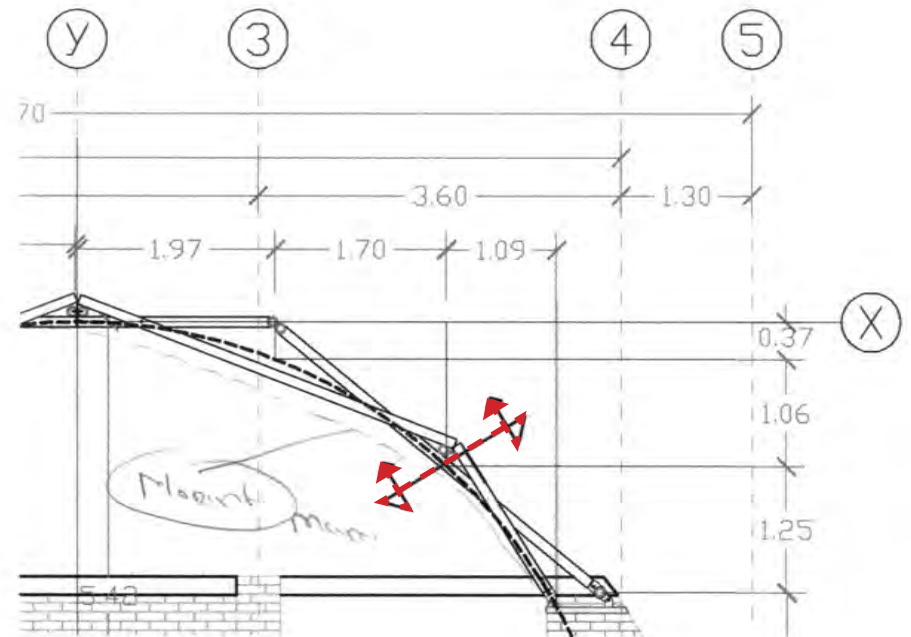
$$\sigma = \frac{P}{A} + \frac{M}{Sx} \quad \sigma = \frac{2370.882 \text{ kg}}{98.945} + \frac{36728.9 \text{ kg-cm}}{292,30 \text{ cm}^3}$$

$$\sigma = 23.961 \pm 125.654$$

$$= 149.615$$

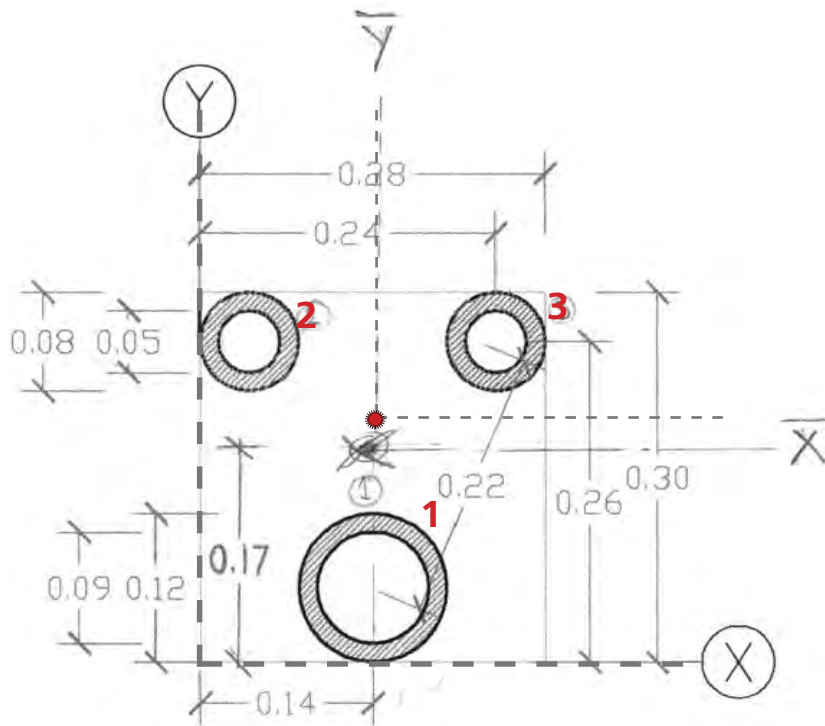
$$\sigma_2 = 23.9616 - 125.654$$

$$= 101.6924 \text{ kg/cm}^2 \text{ T}$$



DETALLE LADO NORTE

Se propone una nueva sección, aumentando el diámetro del tallo inferior a 12.5 cm, para asegurar que los esfuerzos sean aceptables. Así se repite el proceso descrito en las páginas anteriores.



$$A = \frac{\pi(12^2 - 9^2)}{4} = 49.48$$

$$I = \frac{\pi(12^4 - 9^4)}{64} = 695.81$$

Figura	Area	X	y	$\Delta x$	$\Delta y$
1	49.48	14	6	692.72	296.88
2	30.63	4	26	122.52	796.38
3	30.63	24	26	735.12	796.38
$\Sigma A = 110.74$				$\Sigma \Delta x = 1550.36$	$\Sigma \Delta y = 1889.64$

$$\bar{x} = \frac{\Sigma \Delta x}{\Sigma A} = \frac{1550.36 \text{ cm}^2}{110.74} = 14 \text{ cm}$$

$$\bar{y} = \frac{\Sigma \Delta y}{\Sigma A} = \frac{1889.64}{110.74} = 17.063 \text{ cm}$$

$$I_x = I + Ad^2$$

$$I_{x1} = 695.81 + 49.48(11)^2 = 6682.89$$

$$I_{x2} = 170.3823 + 30.63(9)^2 = 2651.412$$

$$I_{x3} = 170.3823 + 30.63(9)^2 = 2651.412$$

$$I_x = 11985.714$$

$$I_{y1} = 695.81 + 49.48(0)^2 = 695.81$$

$$I_{y2} = 170.382 + 30.63(10)^2 = 3233$$

$$I_{y3} = 170.382 + 30.63(10)^2 = 3233$$

$$I_y = 7161.81$$

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{11985.714}{110.74}} = 10.40 \text{ cm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{7161.81}{110.74}} = 8.041 \text{ cm}$$

$$s_x = \frac{I_x}{C} = \frac{11985.714}{17 \text{ cm}} = 705.045 \text{ cm}^2$$

$$s_y = \frac{I_y}{C} = \frac{7161.81}{14} = 511.557 \text{ cm}^2$$

$$\text{Nuevo } \sigma = \frac{2413.258}{110.74} \pm \frac{39754.0}{705.045 \text{ cm}^2}$$

$$= 21.792 \pm 56.38$$

$\sigma_1 = 78.17 \text{ kg/cm}^2$   $\bar{C}$   
 $\sigma_2 = 34.58 \text{ kg/cm}^2$   $\bar{T}$

Esfuerzos dentro del rango plástico cercanos al esfuerzo de diseño.

SECCIÓN COMPUESTA

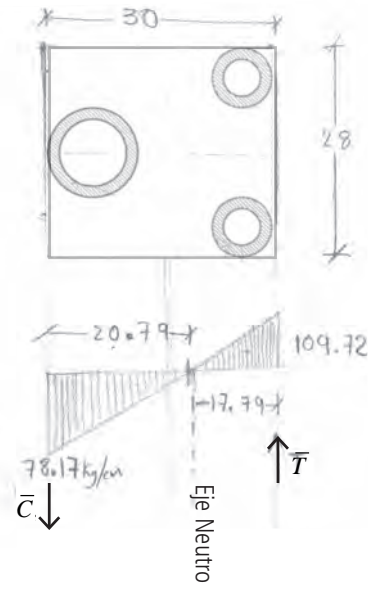
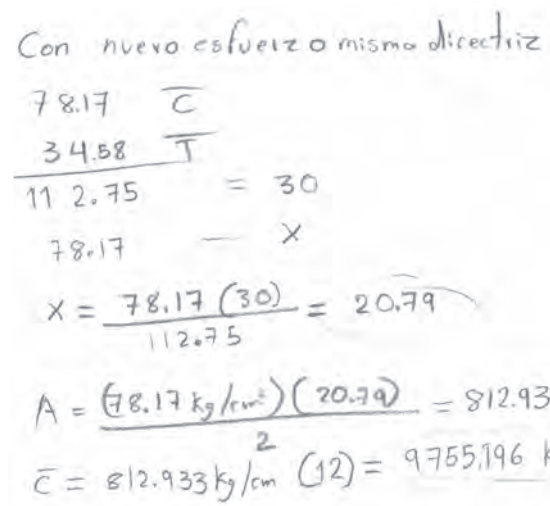
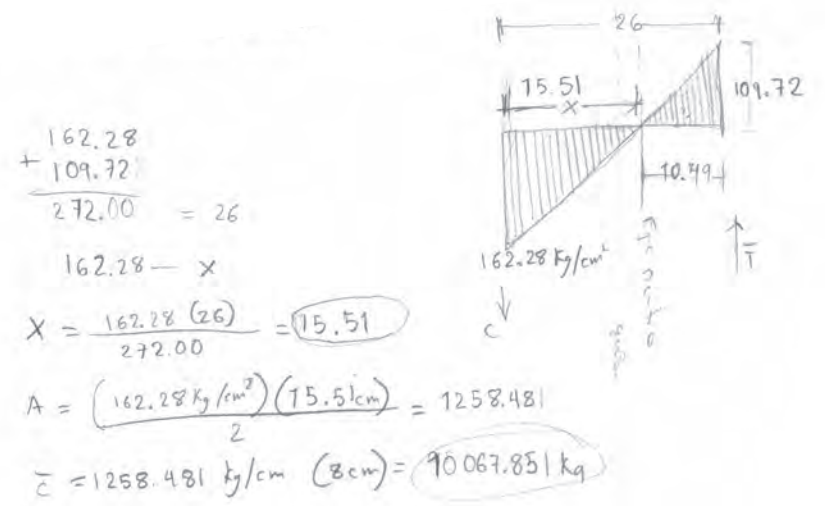
▲ Esquemas ilustrativos para obtener áreas y momentos de inercia de la sección.



En esta parte analizamos la sección individual para determinar la parte de la sección que trabaja a compresión y cuál a tracción. Realizando un diagrama obtenemos lo siguiente:



Se suman los esfuerzos y se igualan a la distancia logitudinal del rectángulo que contiene a la sección, así se obtiene el valor de X para y Y para la gráfica, y con esto se obtiene la posición del eje neutro de la sección. Con los datos anteriores podemos obtener el área y el volumen del diedro, lo que resulta del área se multiplica por 12, que es el diámetro del bambú en esa sección.



Distancia a Eje Neutro →

CÁLCULOS DE SECCIÓN.  
► Esquemas de las secciones.

Hasta este punto hemos concluido que la directriz de la estructura será un arco compuesto por 2 radios, o una elipse y un radio.

El resultado de evaluar la sección en el punto donde se presenta el mayor momento se utilizó para cuantificar la magnitud del mayor esfuerzo, con ello nos percatamos que se encontraba fuera del rango aceptable, con lo que se resolvió aumentar el diámetro de la sección de bambú hasta 12cm, con lo que se repite el procedimiento y se desplazan las barras de los largueros con respecto a la directriz hasta obtener un patrón de esfuerzo menor.

Se identificó la posición del eje neutro de cada sección y su trabajo mecánico con respecto a éste, así como su excentricidad con respecto al eje geométrico, utilizando el método de doble integración numérica.

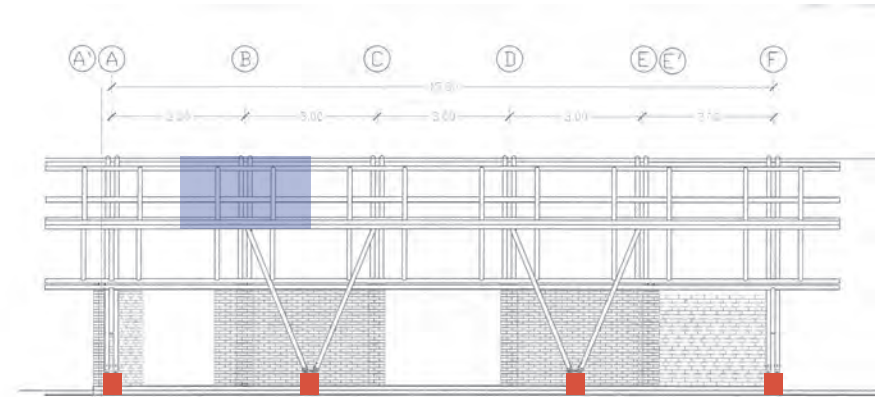
Con esta descripción se termina el cálculo del lado Norte.

En la siguiente sección se describirá el análisis del lado sur, en donde se encontró que había demasiado elementos, y que incluso complicaba la construcción, pues la propuesta estaba sobre diseñada y así el cálculo funcionaria como una herramienta que permitiría sugerir que elementos sobran y en dónde faltan.

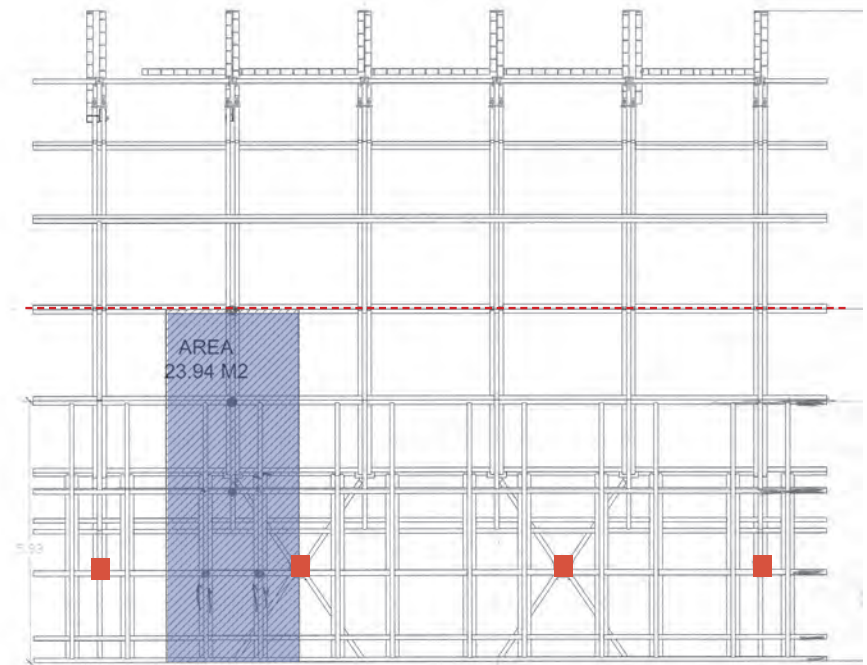
# ANÁLISIS DEL LADO SUR

Este comprende una división imaginaria desde la clave (con 5m de altura) hacia el lado sur, teniendo cuatro apoyos articulados sobre dados de concreto armado.

Se determina el área tributaria en cada eje y se multiplica por el peso por metro cuadrado del sistema, previamente obtenido (**wd**).



Fachada sur 1:100



## ÁREAS TRIBUTARIAS POR CADA EJE

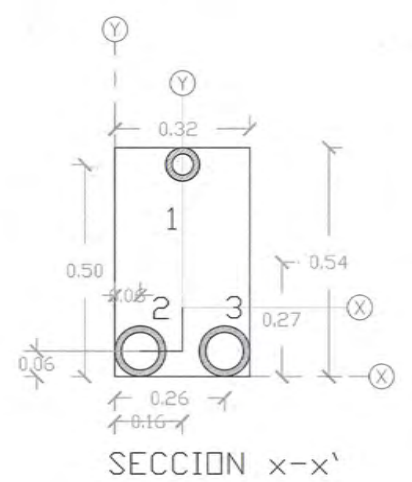
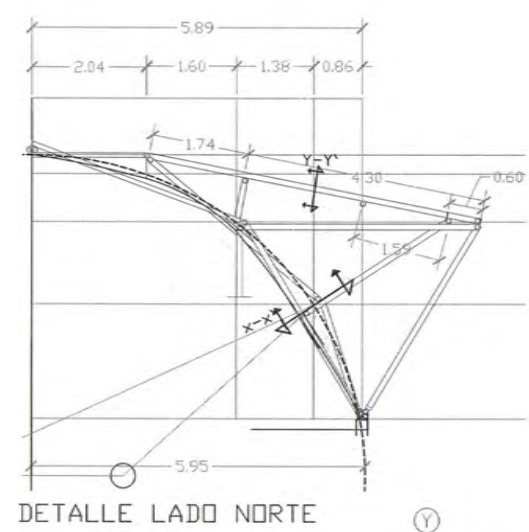
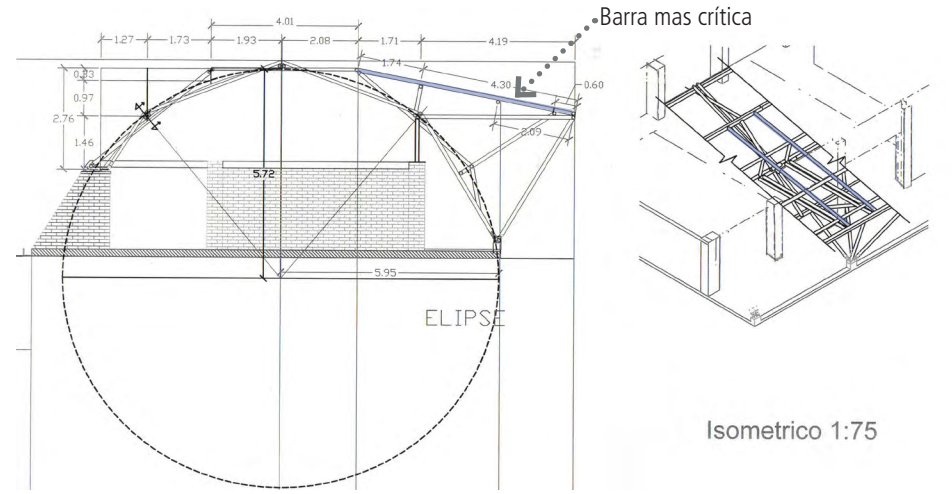
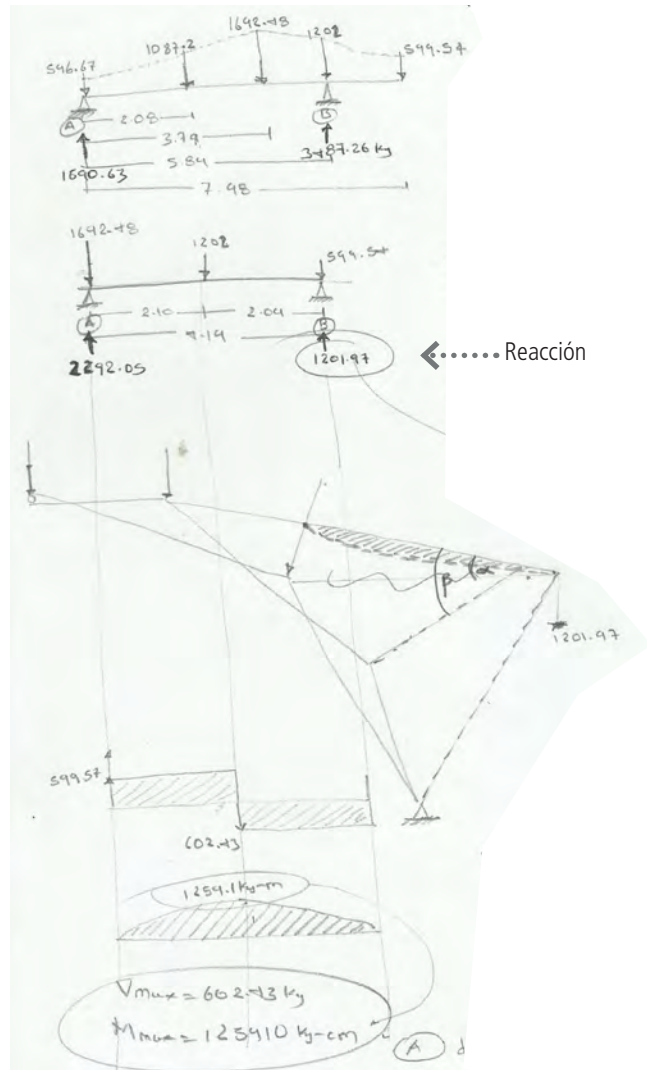
- Área tributaria del lado sur, que tiene más peso según nuestro cálculo, que del lado norte.

Area Tributaria

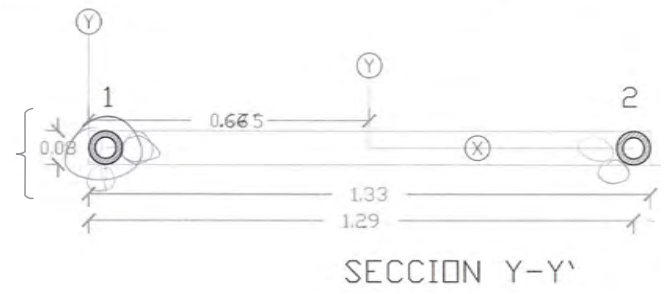
Apoyos

Después al analizar el alzado, se evalúa el elemento más largo, siendo ésta la barra más crítica (de 6m, con apoyo a 4m) la cual se considera como viga.

La sección más crítica se evaluó con la sección propuesta de dos bambúes de 8cm de diámetro.

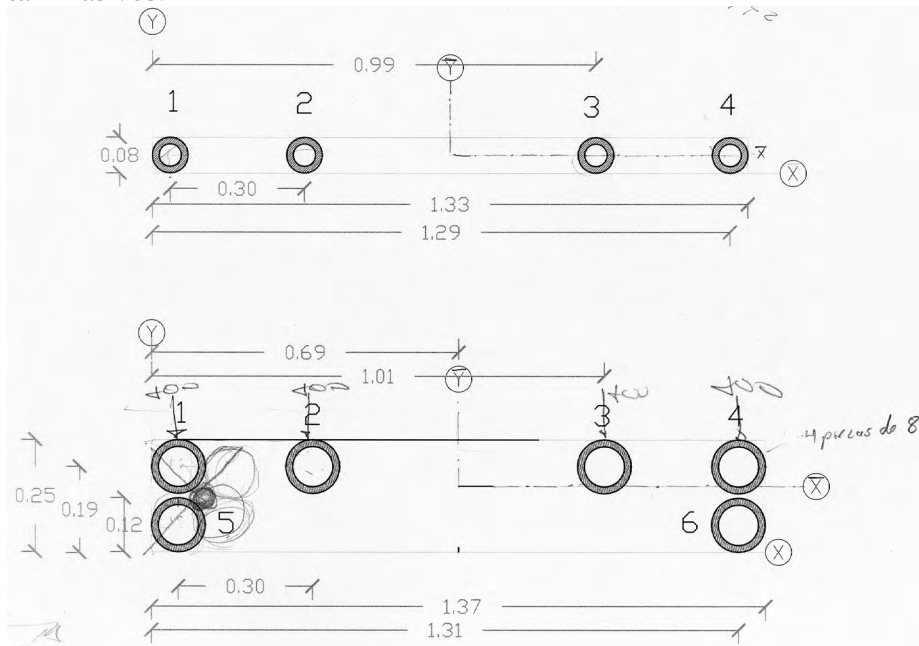


Sección mas vulnerable, con dos tallos de 8cm de diámetro.



A continuación se analiza la sección más crítica con el mismo método descrito en el capítulo anterior.

La primera propuesta consistía en cuatro bambúes que al ser analizados no resultaron funcionales para el tipo de trabajo mecánico, por lo que se propone analizar con seis tallos de 10 cm de diámetro cada uno. Sin embargo el esfuerzo final fue muy alto, por lo que se replantea la sección a 8 bambúes, variando diámetros hasta obtener la capacidad de respuesta a los esfuerzos dentro de un rango aceptable, logrando definir el resultado como una sección de 8 bambúes con un diámetro de 10 cm, colocados contiguos uno del otro para que funcionen como un solo elemento sin ser tan masivos.



SECCIÓN COMPUESTA

▲ Esquemas con secciones propuestas, aumentando cada una en número de tallos y diámetro.

OBTENCIÓN DE PROPIEDADES DE LA SECCIÓN

► Sección de 8 bambúes en con diferentes diámetros para cuerdas mas vulnerables.

PARA SECCIÓN DE 137cm X 25cm

Figura	Área	X	Y	ΔX	ΔY
1	49.8	6	19	298.8	946.2
2	49.8	36	19	1792.8	946.2
3	49.8	101	19	5029.8	946.2
4	49.8	131	19	6523.8	946.2
5	49.8	6	6	298.8	298.8
6	49.8	131	6	6523.8	298.8

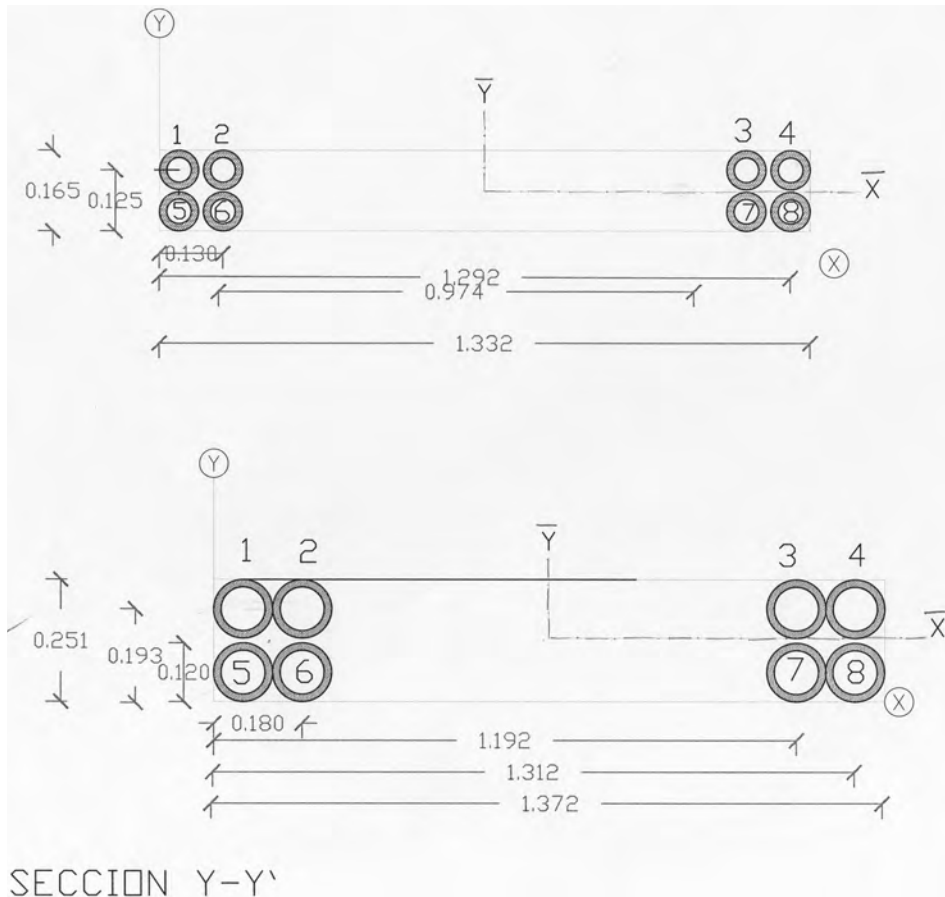
$A = 298.8$   
 $\bar{X} = 68.5 \text{ cm}$   
 $\bar{Y} = 14.66 \text{ cm}$

$I_{x1} = 1630.94$   
 $I_{x2} = 1630.94$   
 $I_{x3} = 1630.94$   
 $I_{x4} = 1630.94$   
 $I_{x5} = 3740.53$   
 $I_{x6} = 3740.53$   
 $I_x = 14004.8 \text{ cm}^4$

$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_T}} = 6.84 \text{ cm}$   
 $r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_T}} = 54.499 \text{ cm}$   
 $S_x = \frac{I_x}{c} = 954.875 \text{ cm}^3$   
 $S_y = \frac{I_y}{c} = 12956.2$

$I_{y1} = 195227$   
 $I_{y2} = 53297.1$   
 $I_{y3} = 53297.1$   
 $I_{y4} = 195227$   
 $I_{y5} = 195227$   
 $I_{y6} = 195227$   
 $I_y = 887502 \text{ cm}^4$

$\sigma = \frac{1202}{298.8} \pm \frac{125910 \text{ kg/cm}}{954.875 \text{ cm}^3}$   
 $\sigma_1 = 135.883 \text{ } \times \text{ } \epsilon$   
 $\sigma_2 = 127.837 \text{ } \mid \text{ } \tau$



SECCION Y-Y'

SECCION COMPUESTA

- ▲ Esquemas ilustrativos para obtener áreas y momentos de inercia de ambas propuestas de sección y-y'.

OBTENCION DE PROPIEDADES DE LA SECCION

- ▶ Seccion de 8 bambúes con diferentes diámetros para cuerdas más vulnerables.

Figura	Area	x	y	Ax	Δy
1	49.48	6	19.3	296.88	954.969
2	49.48	18	19.3	890.64	954.969
3	49.48	119.2	19.3	5898.01	954.969
4	49.48	131.2	19.3	6491.776	954.969
5	49.48	6	6	296.88	296.88
6	49.48	18	6	890.64	296.88
7	49.48	119.2	6	5898.016	296.88
8	49.48	131.2	6	6491.776	296.88
		$\Sigma A = 395.84$		$\Sigma Ax = 27154.62$	$\Sigma Ay = 5007.376$

Diámetro: 12 cm  
 Área 49.48 cm<sup>2</sup>  
 Inercia = 695.81

$$\bar{x} = \frac{\Sigma Ax}{\Sigma A} = 68.6 \text{ cm}$$

$$\bar{y} = \frac{\Sigma Ay}{A} = 12.65 \text{ cm}$$

$$I_x = I + Ad^2$$

$$I_{x1} = I + (49.48)(6.6)^2 = 2883.939$$

$$I_{x2} = 2883.939$$

$$I_{x3} = 2883.939$$

$$I_{x4} = 2883.939$$

$$I_{x5} = 2883.939$$

$$I_{x6} = 2883.939$$

$$I_{x7} = 2883.939$$

$$I_{x8} = 2883.939$$

$$I_x = 23071.51 \text{ cm}^4$$

$$I_{y1} = I + (49.48)(62.6)^2 = 194596.1$$

$$I_{y2} = I + (49.48)(48.6)^2 = 117565.6$$

$$I_{y3} = I + (49.48)(52.6)^2 = 137595.1$$

$$I_{y4} = I + (49.48)(64.6)^2 = 207183.8$$

$$I_{y5} = I + (49.48)(60.6)^2 = 182404.2$$

$$I_{y6} = I + (49.48)(48)^2 = 117565.6$$

$$I_{y7} = I + (49.48)(52.6) = 137595.1$$

$$I_{y8} = I + (49.48)(64.6) = 207183.8$$

$$I_y = 1301689 \text{ cm}^4$$

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = 7.634458 \text{ cm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = 57.34477 \text{ cm}$$

$$S_x = \frac{I_y}{c} = 1823.835$$

$$S_y = \frac{I_x}{c} = 18975.06$$

$$\sigma = \frac{1202}{395.84} + \frac{125910}{1823.835}$$

$$\sigma_1 = 72.07 \text{ Ton/m}^2 \text{ C}$$

$$\sigma_2 = 65.9193 \text{ T}$$

PARA SECCION DE 25 cm X 137cm

Figura	Área	x	y	$\Delta x$	$\Delta y$
1	45.35	5	15.5	226.75	702.92
2	45.35	15.1	15.5	684.78	702.92
3	45.35	121.1	15.5	5491.88	702.92
4	45.35	131.2	15.5	5949.92	702.92
5	45.35	5	5	226.76	
6	45.35	15.1	5	684.78	
7	45.35	121.1	5	5491.88	
8	45.35	131.2	5	5949.92	
	362.8			24706.68	3718.7

$$\bar{X} = 68.1 \text{ cm}$$

$$\bar{y} = 10.25 \text{ cm}$$

$$I_{x1} = 1945.76$$

$$I_{x2} = 1945.76$$

$$I_{x3} = 1945.76$$

$$I_{x4} = 1945.76$$

$$I_{x5} = 1945.76$$

$$I_{x6} = 1945.76$$

$$I_{x7} = 1945.76$$

$$I_{x8} = 1945.76$$

$$15566.155$$

$$I_{y1} = 181261.8235$$

$$I_{y2} = 128083.96$$

$$I_{y3} = 128083.96$$

$$I_{y4} = 181261.823$$

$$I_{y5} = 181261.8235$$

$$I_{y6} = 128083.96$$

$$I_{y7} = 128083.96$$

$$I_{y8} = 181261.823$$

$$1287383134$$

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = 6.55 \text{ cm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = 52.40 \text{ cm}$$

$$S_x = \frac{I_x}{c} = 1518.64 \text{ cm}^3$$

$$S_y = \frac{I_y}{c} = 18170.09$$

$$\sigma = \frac{1202}{362.8} \pm \frac{125910}{1518.649}$$

$$\sigma_1 = 86.22 \text{ (C)}$$

$$\sigma_2 = 79.59 \text{ (T)}$$

Esfuerzos dentro del rango plástico, cercanos al esfuerzo de diseño.

#### OBTENCIÓN DE PROPIEDADES DE LA SECCIÓN

◀ Hasta obtener esfuerzos admisibles y una sección funcional para la estructura.

## REDUNDANCIA DE ELEMENTOS

La *redundancia de elementos* es otra de las revisiones necesarias a una estructura. A la deducción de esta relación contribuyó August Foppl<sup>6</sup>. También se le conoce como la fórmula de número de barras ( **$b=2n-3$** ). Se analiza así como estructura estática indiferenciable.

La condición de estar estáticamente determinada implica una relación entre el número de barras y nudos. Llamemos "b" al número de barras y "n" al número de nudos.

Las condiciones de isostaticidad interna y externa requieren que el número de ecuaciones estáticas linealmente independientes iguale al número de incógnitas:

Al realizar ésta revisión, se comprueba que hay una barra que sobra, por lo que se propone retirar el elemento horizontal, o el tercer apoyo del arco.

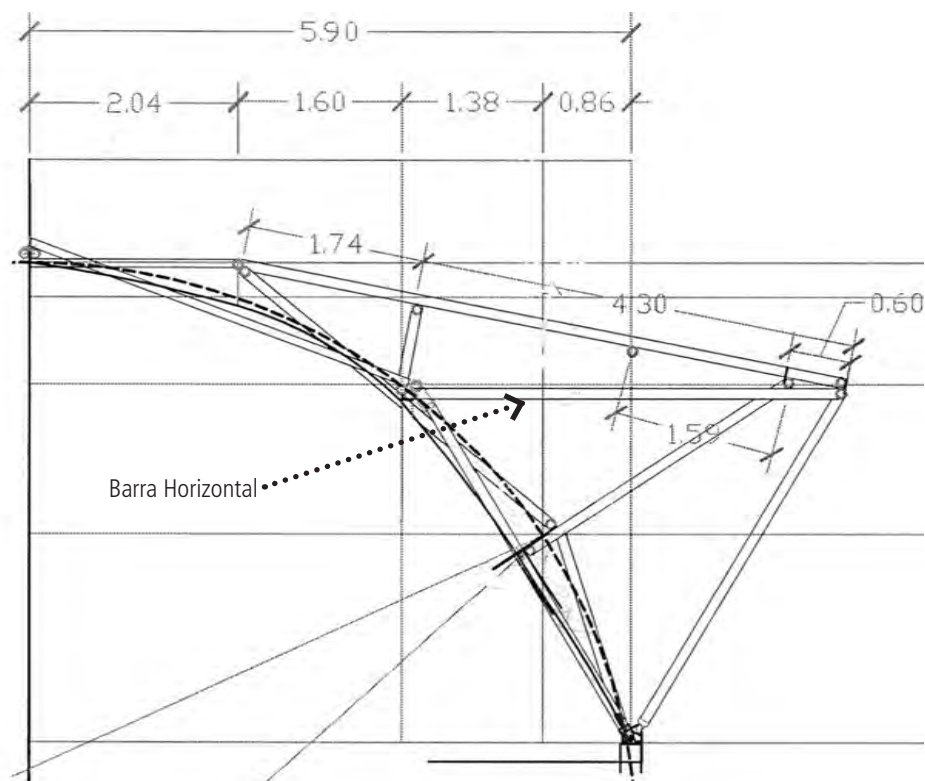
$$\begin{array}{l}
 b = 2n - 3 \\
 b = 2(4) - 3 \\
 \textcircled{b = 5} \\
 \\
 b = 2n - 3 \\
 b = 2(6) - 3 \\
 \textcircled{b = 9}
 \end{array}$$

### ARMADURA LADO SUR

- Se observan las barras y los cortes en la estructura.

Después de evaluar el elemento horizontal que al tener tan poca inclinación ( $11^\circ$ ) con respecto a la cubierta, resulta adverso tenerlo, ya que afecta mecánicamente el funcionamiento de la estructura, pues los momentos resultantes son demasiado grandes.

Se buscará que la estructura trabaje como arco.



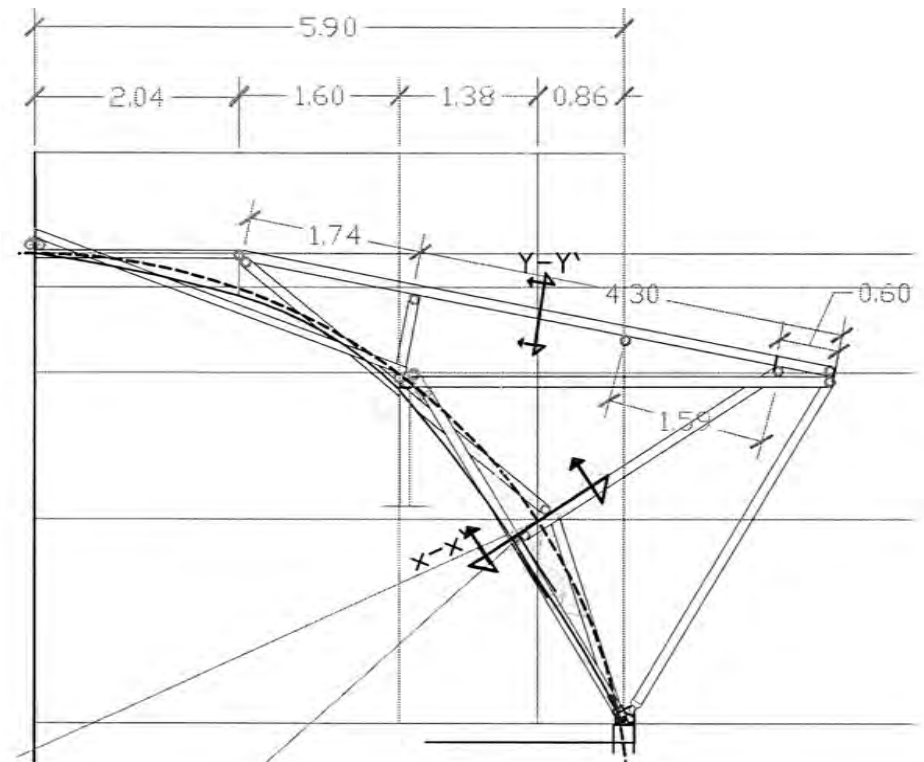
<sup>6</sup> En 1892 el profesor de Ingeniería de la universidad de Múnich, Alemania, contribuyó a establecer la redundancia de elementos.



Todo ello permitirá obtener los valores de la sección nuevamente, para esto debemos considerar a la estructura como una armadura.

Se analizará por diferentes métodos, como el de nodos o el de cramer, buscando determinar la magnitud de las fuerzas en cada barra con base a los ángulos existentes entre cada barra, sin olvidar que el conjunto busca que la estructura trabaje como arco para que funcione de manera similar al lado sur. De esta manera, se evalúa a la directriz circular definida con las cargas sobre ésta, que al no ser verticales se analizará como primer paso las componentes en Y, dejando las fuerzas en X para su posterior análisis.

-Conocer  $R_a$  y  $R_b$  para saber dirección del momento.



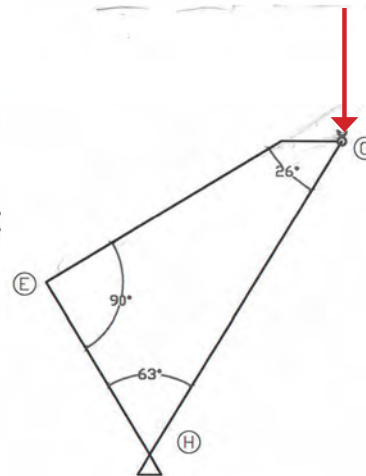
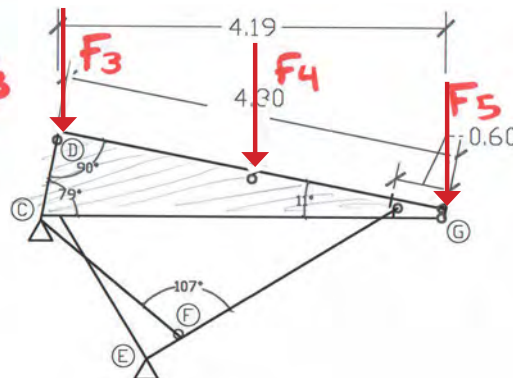
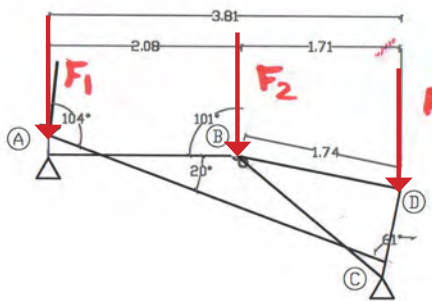
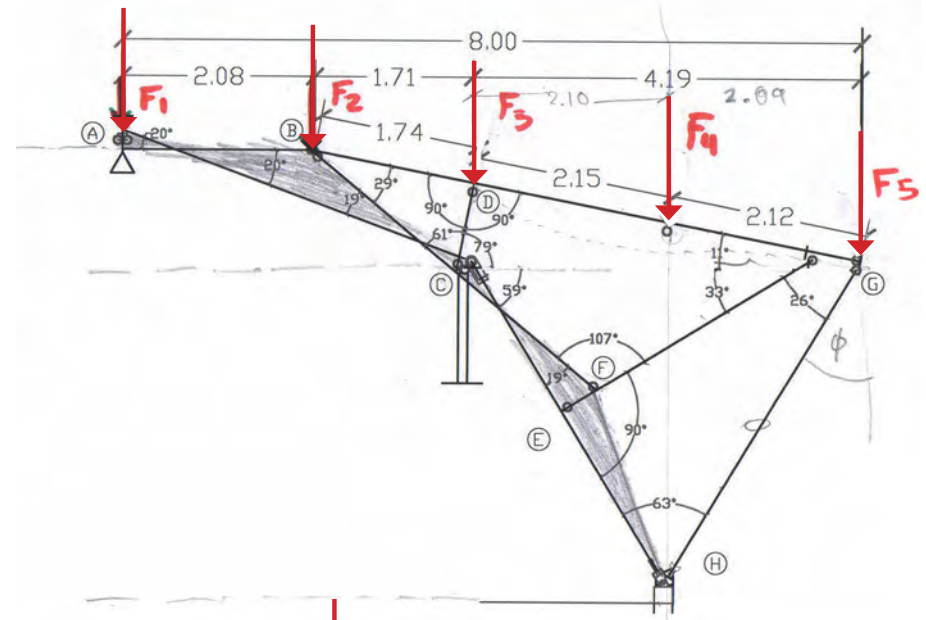
#### ARMADURA SUR

► Se observan las barras y los cortes en la estructura.

Se idealiza la estructura como barras y se descompone en tres partes, para analizar así cada una de las fuerzas que intervienen en la estructura de la misma manera que se ha venido haciendo con el área y el valor de **w<sub>d</sub>**, así intentando analizar la estructura como una armadura.

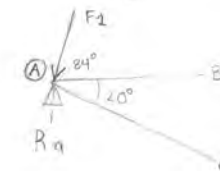
$Area = 23.94 m^2$   
 $w = \frac{23.94 m^2 (191.72 kg/m^2)}{8 m} = 4589.776$   
 $w_d = 573.7221 kg/m$   
 $R_a = 1006.53$

$F_1 = 2.08(w_d) = 1193.34 = 596.67$   
 $F_2 = 1.81(w_d) = 1087.20$   
 $F_3 = 2.95(w_d) = 1692.479$   
 $F_4 = 2.095(w_d) = 1201.94$   
 $F_5 = 2.09(w_d)/2 = 599.539$

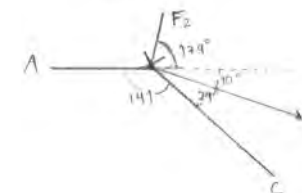


Metodo de Nodos

Nodo (A)



Nodo (B)



DESCOMPOSICIÓN DE ESTRUCTURA EN SEGMENTOS

▲ Se observan las cargas y posteriormente se simplificará la estructura.

Análisis de las fuerzas que pasan a través de las barras y que influyen sobre el arco. Como se mencionó antes, se realiza una síntesis de la estructura como ideal para poder analizar los nodos, las barras y las fuerzas que intervienen en esa zona de la estructura.

Para obtener los valores de cada barra se requiere resolver ecuaciones de dos incógnitas, para lo cual se utiliza el método de Cramer<sup>7</sup>.

Para la resolución de un sistema lineal de dos ecuaciones con dos incógnitas, dado el sistema de ecuaciones,

$$\begin{aligned} ax + by &= e \\ cx + dy &= f \end{aligned}$$

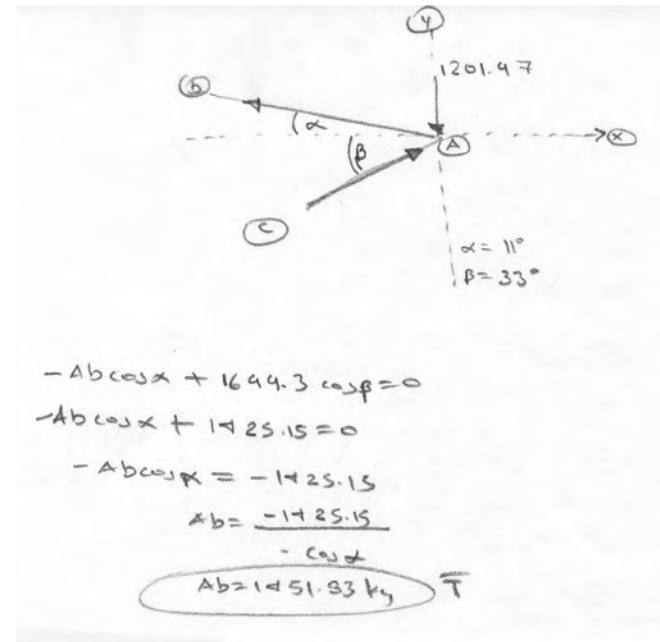
se puede representar matricialmente de la siguiente manera:

$$\begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} e \\ f \end{bmatrix}$$

Entonces las incógnitas  $x$ ,  $y$  pueden ser encontradas con la regla de Cramer, con una división de determinantes, de la siguiente manera:

$$x = \frac{\begin{vmatrix} e & b \\ f & d \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix}} = \frac{ed - bf}{ad - bc}; \quad y = \frac{\begin{vmatrix} a & e \\ c & f \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix}} = \frac{af - ec}{ad - bc}$$

### NODO A



### RESOLUCIÓN DEL NODO A

- ▲ Se analizan los ángulos y la dirección de las cargas, en sus componentes  $x$ ,  $y$ .

<sup>7</sup> Gabriel Cramer (1704-1752), quien en 1750 publicó la regla en su *Introduction à "l'analyse des lignes courbes algébriques"*.

$$\sum F_y = 0$$

$$-1201.47 + Ab \sin \alpha + Ac \sin \beta = 0$$

$$-1201.47 + .14 Ab + .545 Ac = 0$$

$$\boxed{.14 Ab + .545 Ac = 1201.47}$$

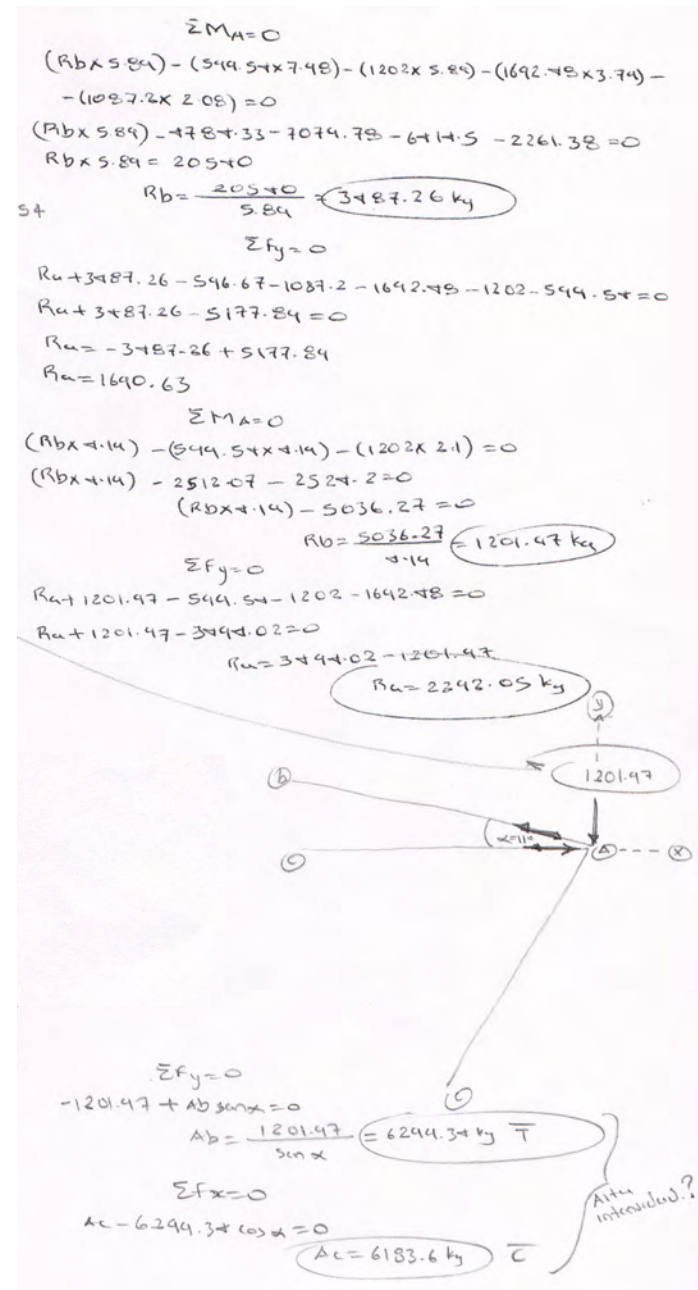
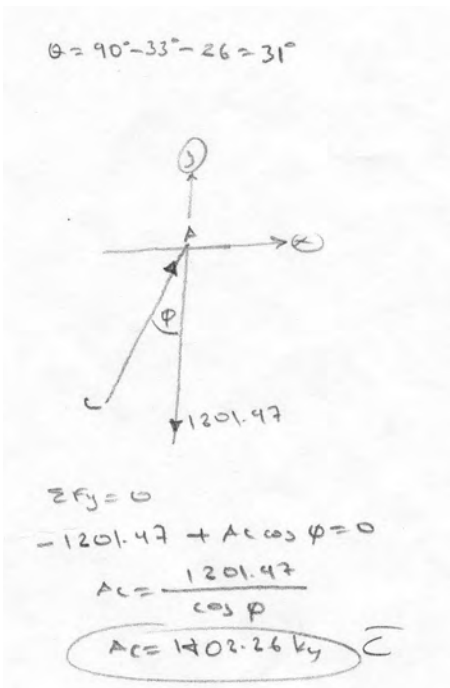
$$\sum F_x = 0$$

$$-Ab \cos \alpha + Ac \cos \beta = 0$$

$$-.982 Ab + .834 Ac = 0$$

(Ab)	(Ac)	
.14	.545	1201.47
-.982	.834	0
	.6446	1180.33

$$\boxed{Ac = 1694.3 \text{ kg}}$$

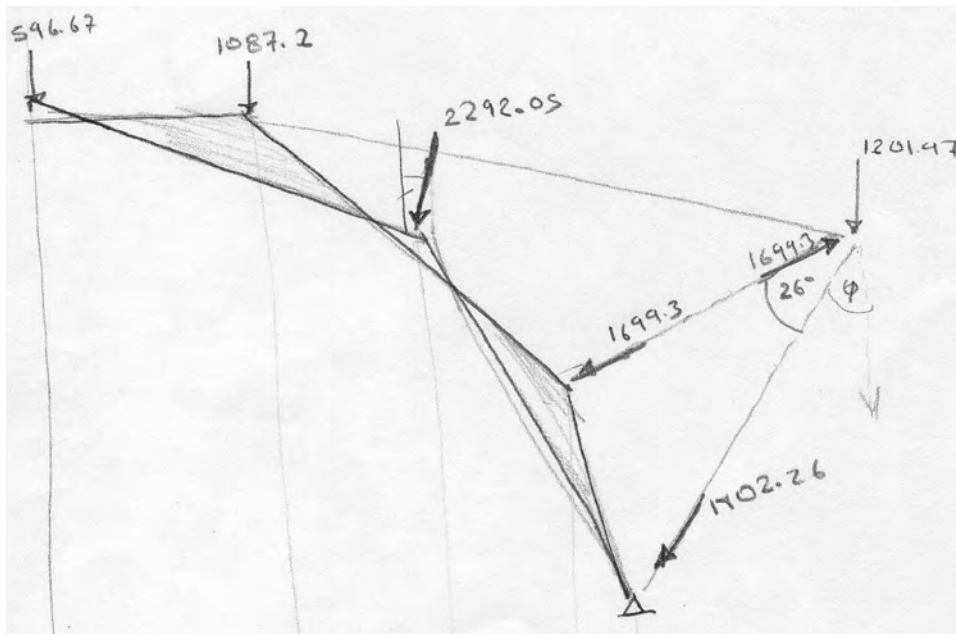


RESOLUCIÓN DEL NODO A

▲ Se analizan los ángulos y la dirección de las cargas, en sus componentes x, y.

Sobre el esquema de la estructura idealizada se representan las cargas que debe soportar, para analizarla posteriormente como un arco de la misma forma que se realizó con el lado Norte.

A continuación podemos ver las fuerzas obtenidas con los resultados del análisis por nodos, así se obtuvieron las fuerzas generalmente diagonales, lo que supone realizar un pequeño cálculo para obtener las componentes de cada una para así poder realizar el análisis del arco.



#### SIMPLIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA

- ▲ Se determinan las cargas que actúan sobre el arco.

Para el siguiente par se procederá a determinar el estado de esfuerzo en puntos críticos. En las siguientes páginas se analizará el arco y la sección x-x' que corresponde al momento máximo del arco, para así determinar si los esfuerzos sobre la sección están dentro del rango admisible.

**F3**

$$F3 = 2292.05$$

$$y = F3 \operatorname{sen} 79^\circ$$

$$= 2295.05 \operatorname{sen} 79^\circ$$

$$= 2249.88$$

**F4**

$$F4 = 1699.3$$

$$y = F4 \operatorname{sen} 31^\circ$$

$$= 875.20$$

**F5**

$$F5 = 1402.26$$

$$y = F5 \operatorname{sen} 59^\circ$$

$$y = 1201.971$$

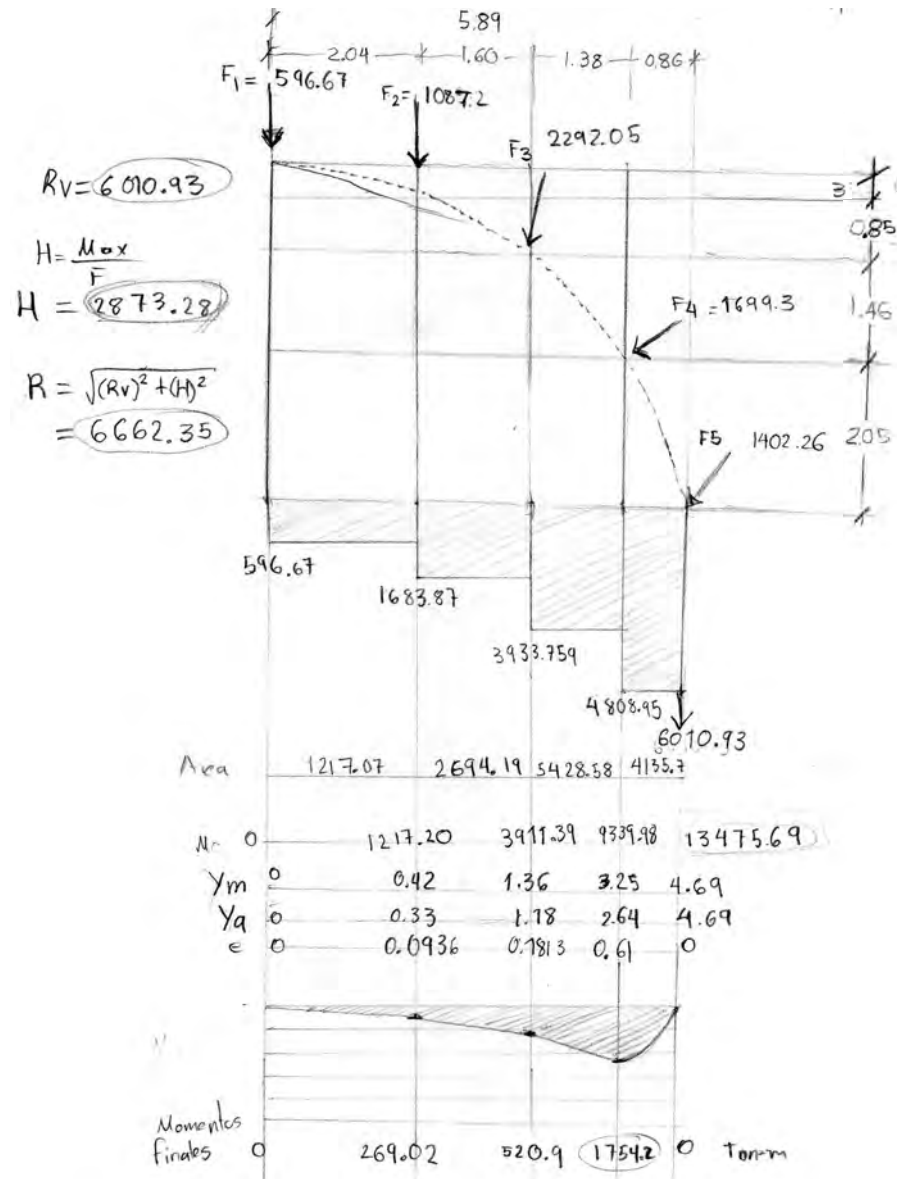
#### SIMPLIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA

- ▲ Obtención de las componentes de las fuerzas, sobre todo la carga vertical (y)

En la siguiente imagen se calcula el arco con fuerzas verticales, dejando las horizontales para un análisis posterior.

Se utiliza una directriz elíptica de 11.89x5.72m para analizar las cargas verticales sobre esta.

Se utiliza el mismo procedimiento descrito en el análisis Sur. Se obtienen todos los valores, gráficas y se pone atención en la parte del mayor momento para obtener el esfuerzo máximo. Los valores del coceo ( $H$ ) serán de importancia en las secciones posteriores para calcular los apoyos.

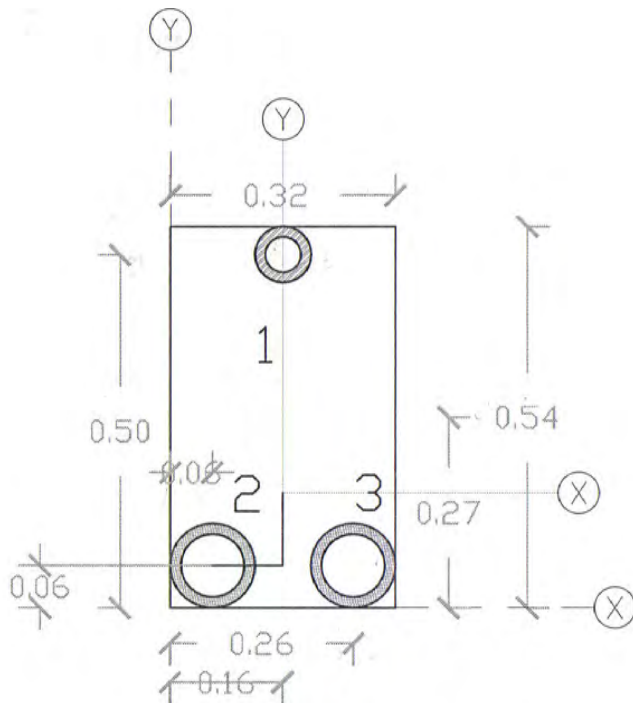


Esfuerzo dentro del rango plástico cercano al esfuerzo de diseño.

$$\begin{cases} \sigma_1 = 37.1 \\ \sigma_2 = 177.933 \\ \sigma_3 = 103.71 \end{cases} > 132$$

Como en el análisis del lado Sur, se buscará:

- Determinar el número de tallos para calcular el área de la sección.
  - Obtener centroide de cada tallo, y obtener centroide de toda la sección estructural.
- Encontrar valores :  $I$ ,  $I_x$ ,  $I_y$ ,  $r_x$ ,  $r_y$ ,  $s_x$ ,  $s_y$ .
- Evaluar sección, y modificar con respecto al esfuerzo máximo.
  - Buscar reducir la excentricidad, es decir buscar que coincida la directriz y el centroide de la sección.
  - Identificar por donde pasan las cargas en el espacio, y ver si el material (barras) está colocado en esos lugares.



SECCION  $x-x'$

Figura	Area	x	y	$\Delta x$	$\Delta y$
1	30.63	16	50	490.08	1531.5
2	49.48	6	6	296.88	296.88
3	49.48	26	6	1286.48	296.88
$\Sigma A = 129.59$				$\Sigma \Delta x = 2073.44$	$\Sigma \Delta y = 2125.26$

$$A = \frac{\pi(12^2 - 9^2)}{4} = 49.48$$

$$I = \frac{\pi(12^4 - 9^4)}{64} = 695.81$$

$$\bar{x} = \frac{\Sigma \Delta x}{\Sigma A} = \frac{2073.44}{129.59} = 16 \text{ cm}$$

$$\bar{y} = \frac{\Sigma \Delta y}{\Sigma A} = \frac{2125.26}{129.59} = 16.399 \text{ cm}$$

$$34 - 16.399 = 17.601$$

$$I_x = I + A d^2$$

$$I_{x1} = 170.3823 + 30.63(33.601)^2 = 34752.48$$

$$I_{x2} = 695.81 + 49.48(10.399)^2 = 6046.53$$

$$I_{x3} = 695.81 + 49.48(10.399)^2 = 6046.53$$

$$I_x = 46845.545$$

$$I_{y1} = 170.382 + 30.63(0)^2 = 170.382$$

$$I_{y2} = 695.81 + 49.48(10)^2 = 5643.81$$

$$I_{y3} = 695.81 + 49.48(10)^2 = 5643.81$$

$$I_y = 11458.00$$

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_T}} = \sqrt{\frac{46845.545}{129.59}} = 19.01$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_T}} = \sqrt{\frac{11458}{129.59}} = 9.40$$

$$s_x = \frac{I_x}{C} = \frac{46845.545}{37.6} = 1245.89$$

$$s_y = \frac{I_y}{C} = \frac{11458.00}{16} = 716.12$$

#### OBTENCIÓN DE PROPIEDADES DE LA SECCIÓN

◀ Hasta obtener esfuerzos admisibles y una sección funcional para la estructura.

Los elementos en forma de “v” o paraguas se evaluarán a manera de columnas con la carga de 1402.97kg (calculada previamente en la página 179, como la barra c).

Se utiliza la teoría del matemático Leonhard Euler<sup>8</sup> para evaluar cada columna.

Con la fórmula que contiene el módulo de elasticidad (E)<sup>9</sup>, obtenemos el esfuerzo admisible. En las pruebas proporcionadas por AGROMOD no encontramos dicha constante por lo que se recurre como ya se mencionó a los estudios de AHH.

El resultado fue adverso, por lo que como arquitectos debemos proceder de la siguiente manera:

Aumentar el número de tallos, o reducir la longitud de la columna.

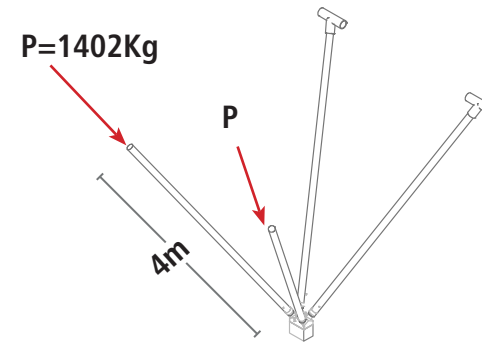
Se toma la decisión de reducir el largo de la columna, pues las preparaciones metálicas entre el bambú y los dados de concreto ya están hechas. Esta medida se toma proponiendo un cinturón para contener los bambúes uniéndolos, reduciendo la longitud en 50cm.

De ello se repite el cálculo hasta obtener un esfuerzo admisible.

En este juego arquitectónico se decide colocar otro marco para reducir aún más la longitud de la columna, permitiendo dejar bambúes con un diámetro de 10cm para evitar cambiar las preparaciones del dado de concreto existente.

#### ÁREAS TRIBUTARIAS POR CADA EJE

- Área tributaria del lado sur, que tiene más peso según nuestro cálculo que del lado norte



**Formula de Euler con la constante de Young (E) y el factor de seguridad.**

$$\sigma = \left[ \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{L}{r}\right)^2} \right] \frac{1}{2}$$

$$\sigma = \left[ \frac{\pi^2 (50092 \text{ Kg/cm}^2)}{\left(\frac{350 \text{ cm}}{3.74 \text{ cm}}\right)^2} \right] \frac{1}{2} = 28.2 \text{ Kg/cm}^2$$

$$P_{adm} = \sigma (A_{iea})$$

$$P_{adm} = 14.11 \text{ kg/cm} (49.48 \text{ cm}^2) = 1396.609 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma = \left[ \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{L}{r}\right)^2} \right] \frac{1}{2}$$

$$\sigma = \left[ \frac{\pi^2 (50092 \text{ Kg/cm}^2)}{\left(\frac{300 \text{ cm}}{3.74 \text{ cm}}\right)^2} \right] \frac{1}{2} = 38.41$$

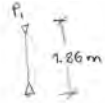
$$P_{adm} = 38.41 \text{ kg/cm} (49.48 \text{ cm}^2) = 1900.52 \text{ Kg/cm}^2$$

<sup>8</sup> Leonhard Paul Euler, matemático y físico Suizo del siglo XVIII, desarrolló la ley que lleva su nombre sobre el pandeo de soportes verticales y generó una nueva rama de ingeniería con sus trabajos sobre la carga crítica de las columnas.

<sup>9</sup> Young trabaja sobre los descubrimientos de Euler, logrando mayor definición de sus principios.



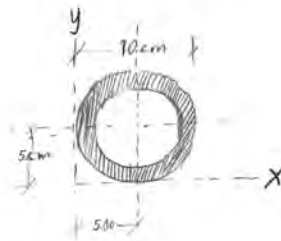
$$A_1 = \frac{\pi (r)^2}{4} =$$



$$P = 2292.05$$

$$\text{Area Bambú } 10\text{cm} = 45.35\text{cm}^2$$

$$\text{Inercia} = 403.2498$$

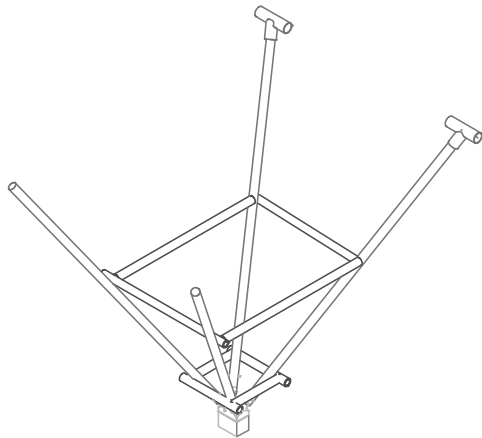


$$\sigma = \left[ \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{L}{r}\right)^2} \right] \frac{1}{2}$$

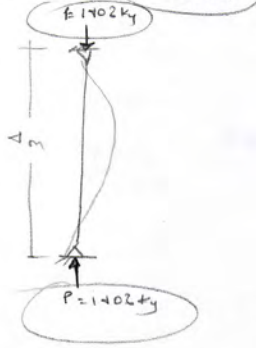
- $\bar{x} = 5\text{ cm}$
- $\bar{y} = 5\text{ cm}$
- $I_x = 403.24$
- $r_x = 2.98$
- $r_y = 2.98$
- $s_x = 80.64$
- $s_y = 80.64$

$$\sigma = \left[ \frac{\pi^2 (50092\text{ Kg/cm}^2)}{\left(\frac{1.86\text{cm}}{2.98\text{cm}}\right)^2} \right] \frac{1}{2} = 63.45\text{ Kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} P_{adm} &= \sigma (\text{Area}) \\ &= 63.45 (45.35\text{cm}^2) \\ &= 2877.544 \end{aligned}$$



Elemento diagonal o  $\bar{C}$  Columna



DISEÑO DEL APOYO FINAL  
 ◀ Se integran dos cinturones que unen a los cuatro tallos que llegan al dado.

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_T}} = \sqrt{\frac{5789}{245.04}} = 4.8605\text{ cm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_T}} = \sqrt{\frac{833484.59}{245.04}} = 58.32\text{ cm}$$

$$s_x = \frac{I_x}{C} = \frac{833484.59}{66.6} = 701.708\text{cm}^3$$

$$s_y = \frac{I_y}{C} = \frac{833484.59}{8.25} = 394.974$$

$$\sigma = \frac{P}{A} \pm \frac{M}{s_x}$$

$$\sigma_1 = \frac{1202}{245.04} + \frac{125910}{701.708} = 184.33\text{ C}$$

$$\sigma_2 = -174.528\text{ T}$$

$$\begin{aligned} \bar{x}_c &= \frac{m}{h} \\ \bar{C} = \bar{T} &= \frac{M}{h} \\ \bar{C} = \bar{T} &= \frac{125910\text{ kg-cm}}{25\text{ cm}} \end{aligned}$$

$$\bar{C} = \bar{T} = 5036.4\text{ Kg}$$

$$\# \text{ tallos} = \frac{5036.4\text{ Kg}}{715.67\text{ Kg}} = 7.05 \approx 8 \text{ tallos}$$

$\left\{ \begin{aligned} \text{Tallo } \phi &= 12\text{cm} \\ &= 4.48\text{cm} \\ \sigma &= \frac{1402\text{ kg}}{4.48} = 28.33\text{ kg/cm} \end{aligned} \right.$   
 falta calcular por fondo.

$$\sigma = \left[ \frac{\pi^2 (50092\text{ Kg/cm}^2)}{\left(\frac{350\text{cm}}{3.74\text{cm}}\right)^2} \right] \frac{1}{2} = 28.2\text{ Kg/cm}^2$$

$$P_{adm} = \sigma (\text{Area})$$

$$P_{adm} = 14.11\text{ kg/cm} (49.48\text{cm}^2) = 1396.609\text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma = \left[ \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{L}{r}\right)^2} \right] \frac{1}{2}$$

$$\sigma = \left[ \frac{\pi^2 (50092\text{ Kg/cm}^2)}{\left(\frac{300\text{cm}}{3.74\text{cm}}\right)^2} \right] \frac{1}{2} = 38.41$$

$$P_{adm} = 38.41\text{ kg/cm} (49.48\text{cm}^2) = 1900.52\text{ Kg/cm}^2$$

# POLÍGONO FUNICULAR

En base al alzado Este y a la directriz se hace un polígono funicular para así determinar graficamente el camino que llevan las cargas y obtener la resultante.

El ejercicio consiste en transmitir las cargas a los puntos "A" y "B". Se debe realizar a escala, y con las fuerzas previamente obtenidas, dibujándolas como vectores una a continuación de la otra (F1 a F4).

Se coloca un polo "P" aleatorio, con el cual se construye un polígono funicular. Este polígono es el primer tanteo.

Posteriormente se une la línea A, y B, dicha recta se hace pasar por el polo "P", en la intersección con "Rv (resultante)" se pasa la recta A B' por dicha intersección, y así se encuentra el Polo P para el polígono funicular real. Se repite el procedimiento revisando que pase el polígono por ambos puntos. Se hacen diferentes tanteos con el mismo procedimiento, así determinando la posición real del polígono de fuerzas. La importancia de este procedimiento se puede comprobar con la siguiente cita:

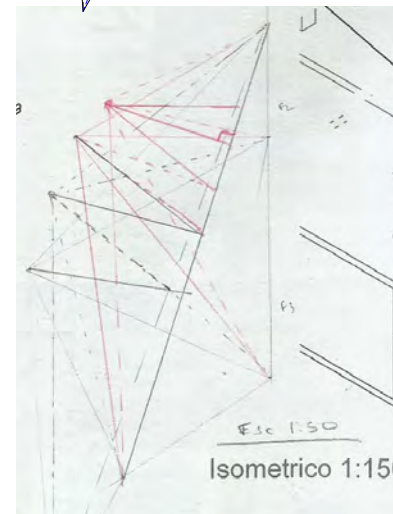
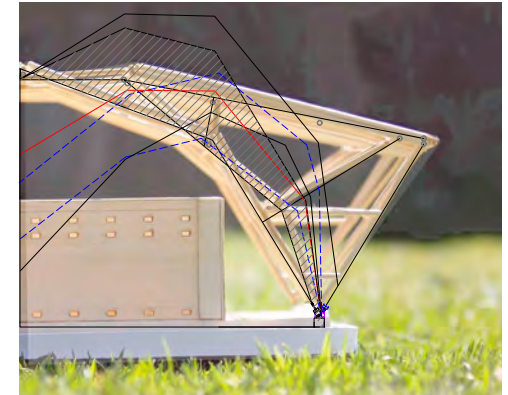
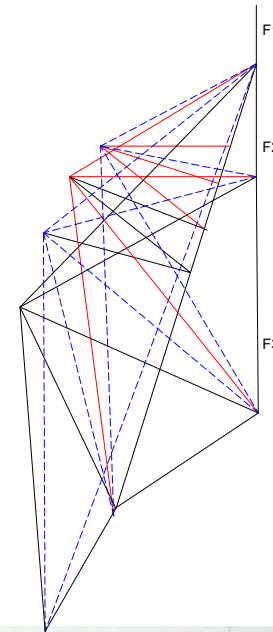
**"En las estructuras planas, arcos de cualquier forma:**

**El funicular de los sistemas de cargas... fue la herramienta que se utilizó para garantizar el trabajo sencillo de las estructuras.**

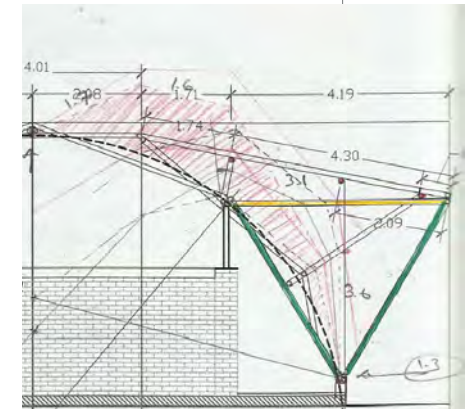
**El funicular es esa línea virtual por donde se conducen las cargas para llegar al suelo y que si actúan sobre una estructura que tenga la misma forma o una forma cercana, esa estructura trabajará cómodamente".<sup>10</sup>**

## TRAZO DEL POLIGONO FUNICULAR

- Imágenes del polígono funicular para el lado sur de la estructura. Realizados a escala sobre el plano con escuadras y posteriormente en AutoCad.



ESC 1:75



## ANÁLISIS AMBOS LADOS

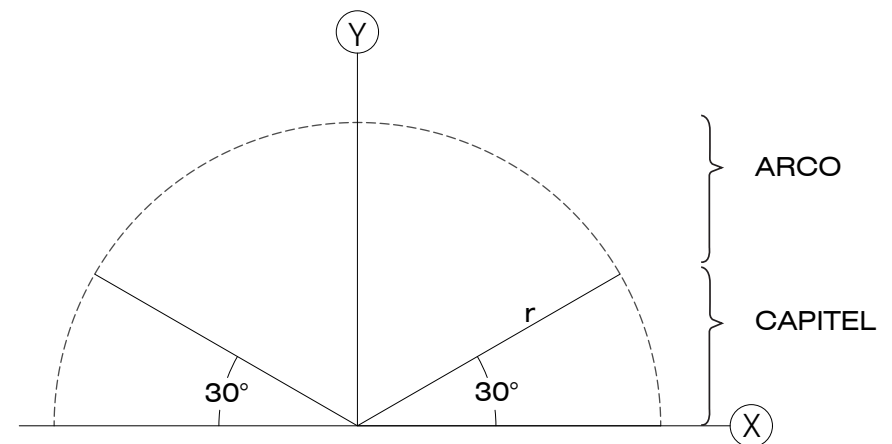
Al hacer la evaluación de la estructura completa incluyendo ambas directrices tanto del lado norte como del lado sur, comparando los valores de H, así como el de Rv, se identifica que por ser asimétrica la estructura y tener mas carga del lado sur, no existe un equilibrio, por lo que utilizaremos una sola directriz y se investiga qué parte el arco está funcionando como tal.



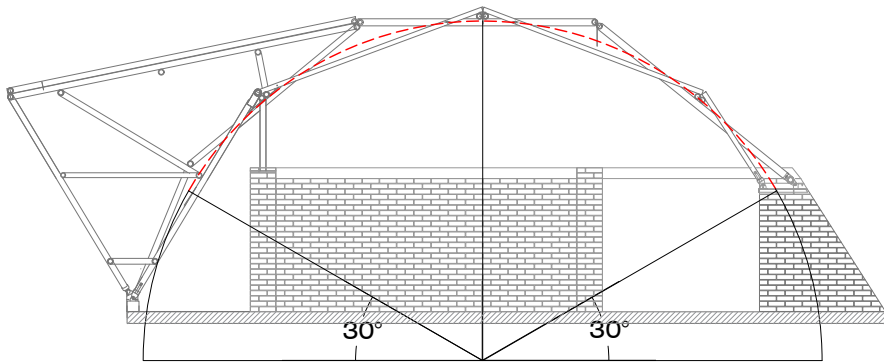
*"En un arco de medio punto, los 30° a partir del arranque casi se consideran como vertical a manera de Capitel, lo demás se considerará arco." <sup>11</sup>*

### ESQUEMA DE UN ARCO

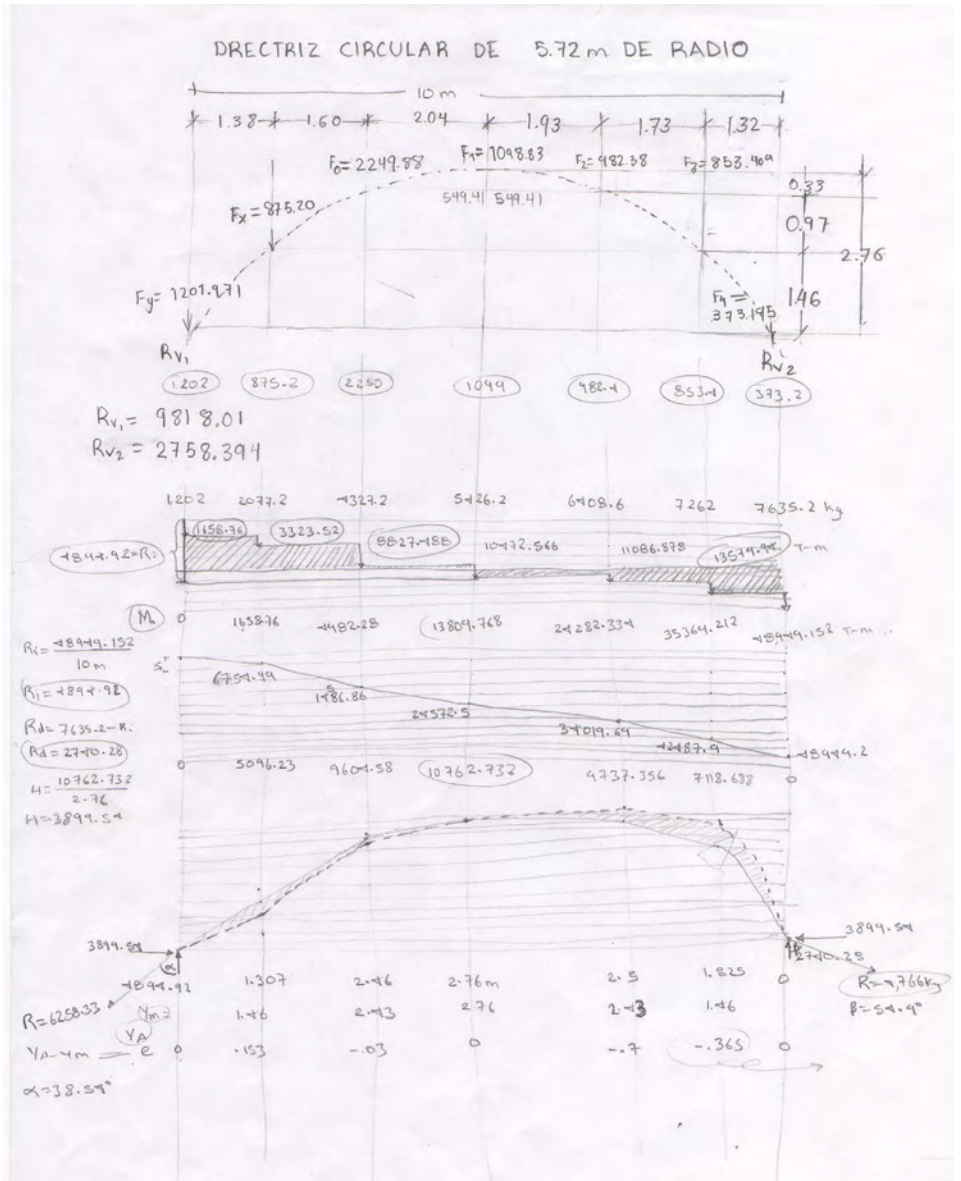
- Esquema ilustrativo de un arco, donde podemos identificar la teoría de Lopez Carmona, donde separa el trabajo mecánico de cada sección del arco a partir de los treinta grados.



<sup>11</sup> Dr. Fernando López Carmona, Doctor en Arquitectura y profesor emérito de la Facultad de Arquitectura de la UNAM.



Aplicando la teoría de Fernando López Carmon a nuestro proyecto, podemos observar que los 30° coinciden con los apoyos del lado norte, se procede a calcular únicamente ésta sección como arco, considerando solo como apoyos lo que resta de la estructura. Con una única directriz para ambos lados, se calcula la resultante (RV) de cada lado y se realiza lo descrito anteriormente en el procedimiento de doble integración, analizando los diagramas de momentos así como el coceo (H) se evalúa hasta qué punto aún son simétricas las cargas y se verifica que efectivamente trabaje como arco esta sección. Después de este análisis se deduce que existe una asimetría en las cargas y se decide reducir aún más el arco dividiendo la directriz hasta los 50° que coincide con los largueros y la sección donde las cargas aún son simétricas.



**ARCO**

- ▶ Cálculo de ambos lados como arco de misma directriz, hasta el apoyo del lado norte. Coincidiendo con los 30° apartir de los cuales se considera como arco.

## Conclusiones

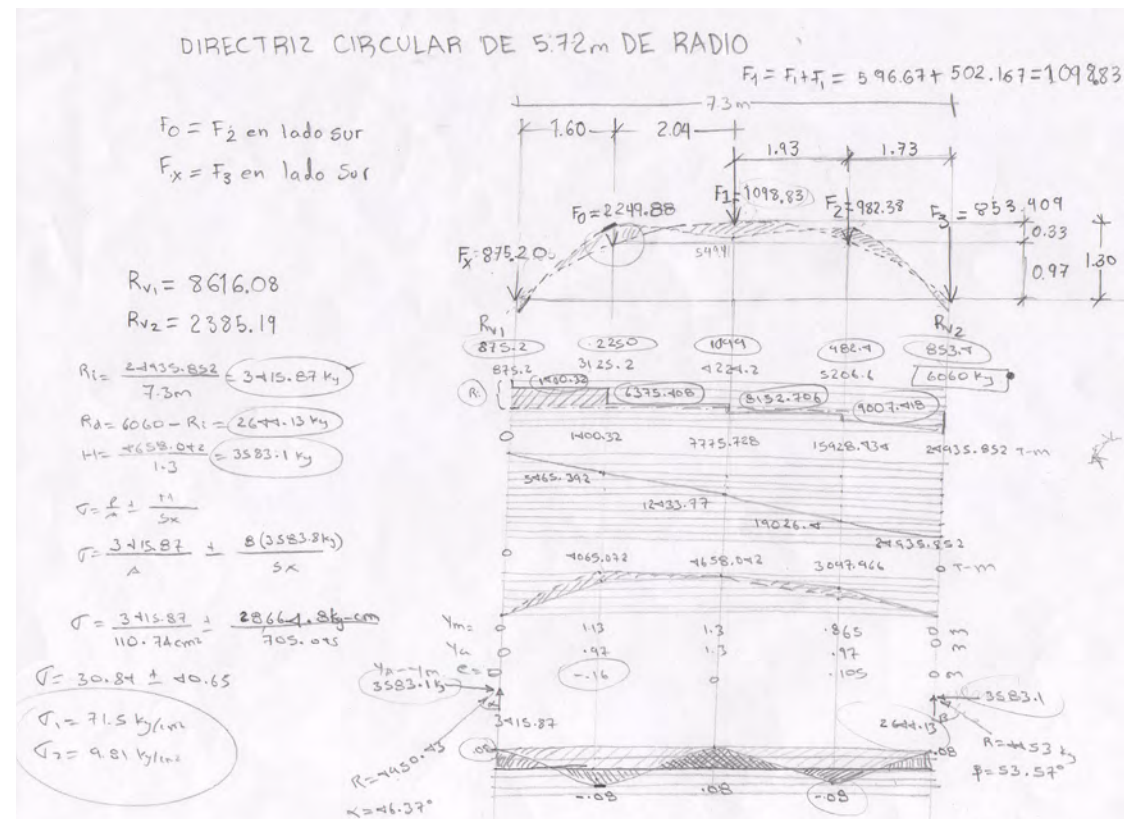
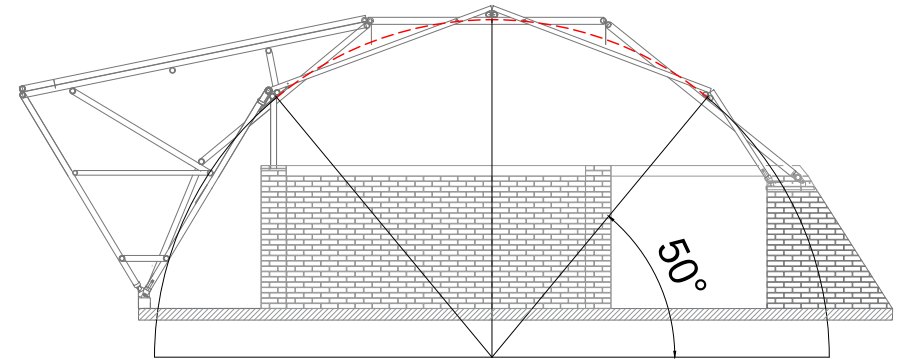
Después del cálculo de los arcos se comprobó que existe una asimetría en cuanto a las cargas, la sección de barras de ambos lados del arco debe ser la misma, ya que debe resistir en ambos casos las sollicitaciones mecánicas a la que es sometido. Las secciones del arco trabajan a tracción en el extradós y a compresión en el intradós. Así coincidiendo con el mayor número de tallos en el caso de la tensión, y así corroborando el diseño con la teoría de Fernando López Carmona.

Al ir realizando el análisis se fueron tomando decisiones, las cuales incluyen los siguientes puntos:

Se analizaron las secciones más críticas, y se decidió aumentar las secciones en número de tallos y en peralte, buscando siempre que las cargas fueran repartidas en esa sección de manera uniforme en los tallos.

Para contrarrestar los 3500 kg del coceo, se requerirán algunos tensores en cada eje, por lo que se propone utilizar dos bambúes o en su defecto tensores metálicos que resistan dicha fuerza.

La estructura se continúa analizando, buscando que trabaje como una superficie, reforzando ciertas zonas, eliminando así la necesidad de tensores. Debido a lo extenso de este procedimiento no es incluido en este trabajo.



### ARCO

- ▶ Cálculo de ambos lados como arco con la misma directriz, zona a partir de los 50° la cual trabaja como arco.

# APOYOS

Los apoyos del lado sur son metálicos sobre una placa base de 30×20cm de acero A-36 de 1/4" unida a la cimentación de concreto armado (una zapata) por medio de espárragos. A continuación se analiza los espárragos de acero A-307 cuerda *standard* que, aunque desde el punto de vista de las estructuras metálicas no es considerado como estructural; en el *Manual de Diseño para la Construcción con Acero*<sup>1</sup> las especificaciones del AISC<sup>2</sup> fijan una serie de casos concretos en que los tornillos y espárragos A-307 no deben usarse:

No se usarán para uniones entre tramos de columnas en estructuras esbeltas:

- a) Que tengan una altura de más de 60 m.
- b) Que tengan una altura de entre 30 y 60 m, cuando la base es menor del 40% de la altura.

No se usará en estructuras que deban soportar travesaños grúa.

No se usarán donde haya máquinas o alguna carga viva que produzca impacto o reversión de esfuerzos.

Sin embargo, en estructuras ligeras en que los problemas mencionados no aparecen, así como en conexiones de elementos secundarios tales como largueros de techo, constituyen una buena solución pues son económicos y su manejo y colocación es muy simple.<sup>3</sup>

Nuestra edificación no se encuentra en ninguna de las situaciones especificadas en el Manual de Diseño para la Construcción con Acero de AHMSA, por lo que procedemos a revisar los esfuerzos a los que está sometido dicho apoyo.

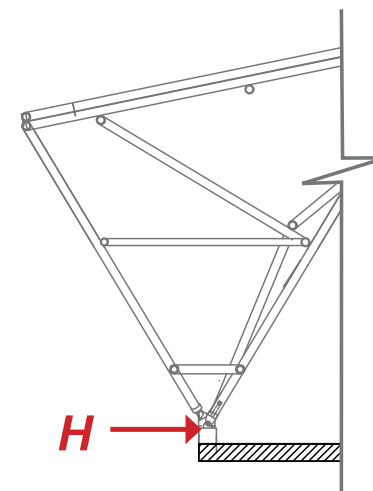


## MAQUETA LADO SUR

- ▲ Fotografía, maqueta donde se observan los apoyos del lado sur.

## APOYO DEL LADO SUR

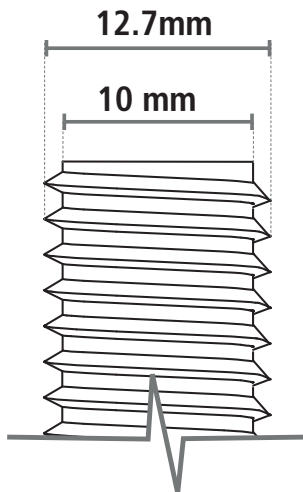
- Apoyo sometido al esfuerzo a cortante mayor  $H$ , calculado en la página 181.



1 Manual de Diseño para la Construcción con Acero, Altos Hornos de México (AHMSA) 2013. · www.ahmsa.com

2 American Institute of Steel Construction (AISC) *Manual of Steel Construction*. 2005.

3 *Idem* págs. 357-358.



### ESPÁRRAGOS

- ▲ Dimensiones, nominal y real (neta), obtenidas con vernier.

### DIMENSIONES

Diámetro del Tornillo	TOTAL		NETA	
	Diám. d	Area	Diám. c	Area
Pulg.	mm	cm <sup>2</sup>	mm	cm <sup>2</sup>
1/4	6.35	0.32	4.72	0.17
5/16	7.94	0.49	6.12	0.29
3/8	9.53	0.71	7.49	0.44
7/16	11.11	0.97	8.79	0.61
<b>1/2</b>	<b>12.70</b>	<b>1.27</b>	<b>10.16</b>	<b>0.81</b>
9/16	14.29	1.60	11.53	1.04
5/8	15.88	1.98	12.88	1.30
3/4	19.05	2.85	16.00	2.01
7/8	22.23	3.88	18.57	2.71

### TABLA DE DIMENSIONES

- ▲ Diámetros para tornillos, de Rosca U.S standard, MANUAL AHMSA, editado en 1993. El subrayado es propio.

Se analizan en esfuerzo a cortante los espárragos A-307 en el apoyo del lado sur siendo éste sometido a los mayores esfuerzos. El acero A-307 tiene esfuerzo permisible a cortante de 700 kg/cm<sup>2</sup>, ahora bien el diámetro nominal planteado de los espárragos es de 1/2", sin embargo se procede a buscar el diámetro efectivo del mismo, al no encontrar dichos datos con los proveedores se consulta las tablas del Manual AHMSA, y el resultado se compara utilizando un Vernier Serie: 500-172-30 - calibre digital, 8"/200mm, con resolución de 0.01mm, el cual nos da el resultado de 10.02 mm, que varía en .015 mm del las tablas AHMSA, así que para el cálculo utilizaremos el valor de 10 mm.

$$H = 2873.28 \text{ Kg} \quad \sigma = \frac{P}{a} \quad \text{despejando el área:} \quad a = \frac{P}{\sigma}$$

$$A = \frac{2873.28}{700} = 4.104 \text{ cm}^2 \quad \text{es el área necesaria en acero A-307.}$$

$$\begin{aligned} \text{Área} &= \frac{\pi (d)^2}{4} \\ &= \frac{\pi (10 \text{ mm})^2}{4} = .78 \text{ cm}^2 \end{aligned} \quad \text{área real de un espárrago.}$$

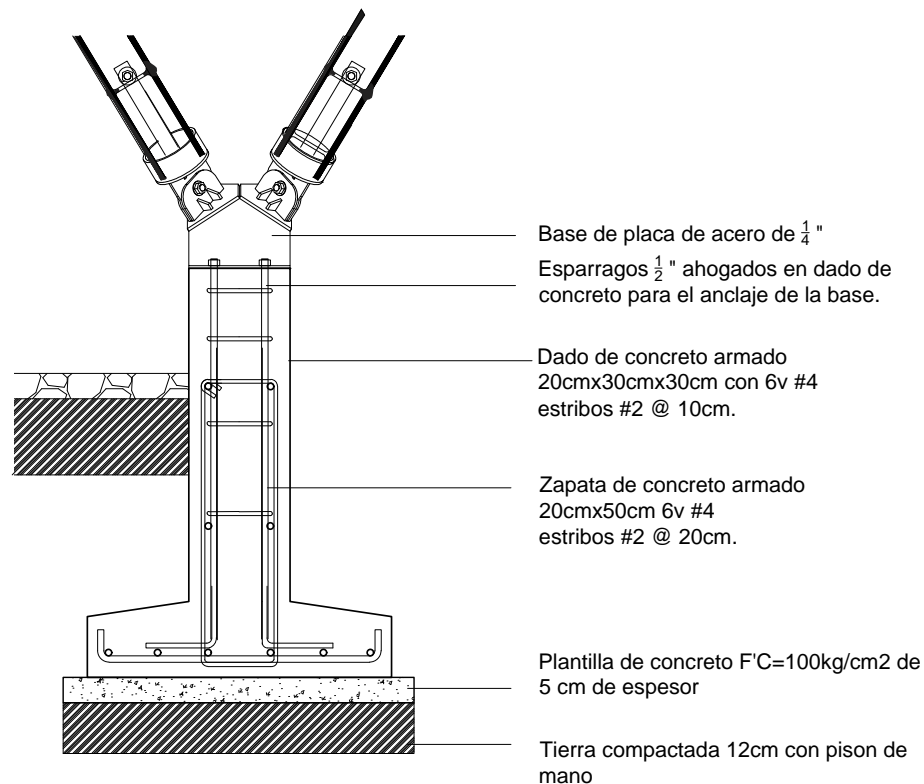
$$\frac{4.104}{.78} = 5.26 \quad \text{Número de espárragos necesarios.}$$

En el diseño se había considerado inicialmente una placa base con 4 pernos, sin embargo el cálculo arroja la cantidad de 5.26 por lo que se pondrán 6 espárragos distribuidos a lo largo de la placa.

Se recomienda utilizar pernos de acero A-36 o A-490 que resiste el doble del esfuerzo a cortante que el A-307. Reduciendo así el número de espárragos y aumentando aun más el rango de seguridad de la edificación.

En este apoyo observamos que los dados sobresalen 20cm de la zapata al nivel de piso terminado del pórtico, la placa es unida al dado de concreto con un dispositivo de acero que recibe los 4 tallos de bambú. Cada tallo es contenido por una especie de "vaso" (formado de una sección de tubo soldado a una placa) que evita que las fibras del extremo del tallo se abran al recibir la carga. A su vez este "vaso" se encuentra articulado al dispositivo de acero.

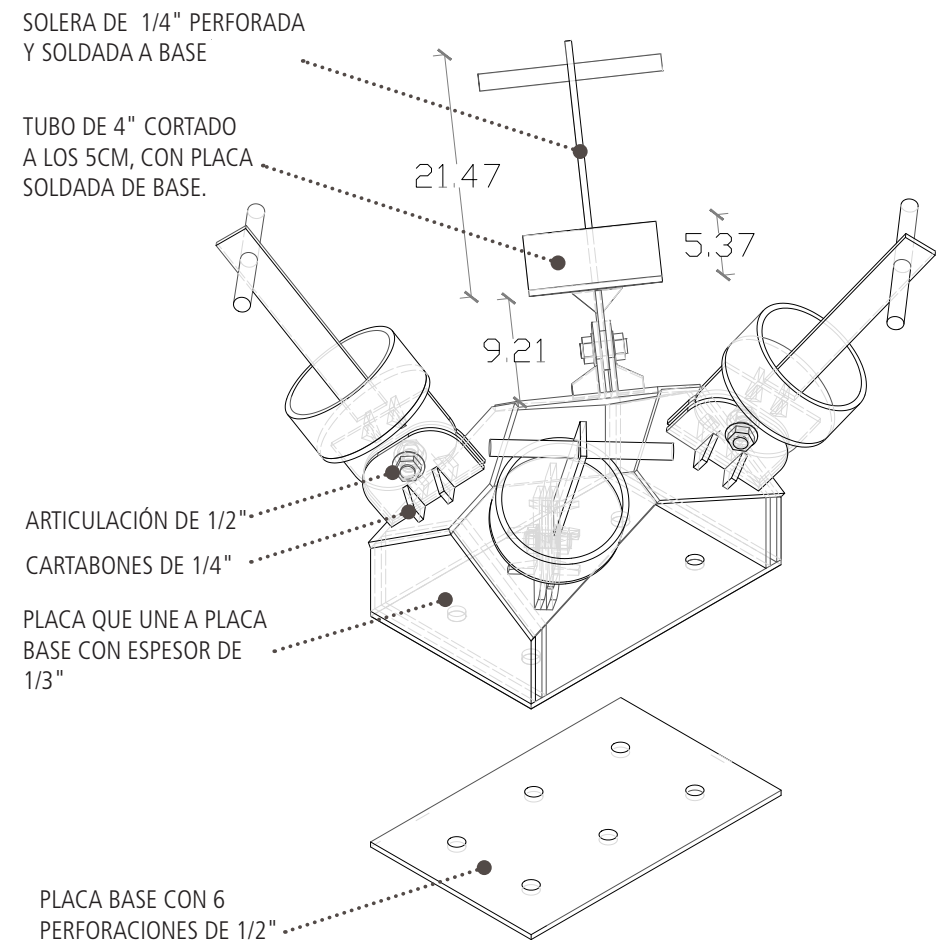
En el siguiente capítulo se detalla el proceso constructivo.



Después del análisis y la experiencia obtenida en este trabajo, se recomienda que las zapatas no sean cuadradas (como actualmente están construidas), sino rectangulares, para ayudar a transmitir la resultante del sistema de fuerzas de forma más directa.

#### DISPOSITIVO DE ACERO

- ▼ Su función es recibir y transmitir las cargas a la cimentación de concreto. Diseñado en conjunto con Valentina Javiera.





# 9. SISTEMA CONSTRUCTIVO



# SISTEMA CONSTRUCTIVO

El sistema constructivo en bambú que a continuación se describe corresponde al proyecto “Vivienda Transitoria para Migrantes” / Tapachula Chiapas 2014, construido por alumnos del Taller Max Cetto. La mayor parte de fotografías corresponden a dicho proyecto, en el cual participé durante su construcción. De la misma forma durante el Taller Vertical 2015 del Taller Carlos Leduc Montaña se construyeron 19 pabellones con el bambú, e este último participé como monitor.

Uno de los principios básicos de esta forma de construir con bambú, es que una de sus mayores cualidades es su resistencia y maleabilidad. Cuando el bambú llega a la cimentación se le inyecta concreto entre los nodos como medida de protección a los espárragos y al bambú para que conserve su

forma y posición. Los espárragos sirven para fijar las piezas entre sí a manera de post-tensado, cuidando que las perforaciones no tengan más de 6 cm de distancia al nodo. Se forman “peines” o “escaleras” para facilitar la construcción dichos elementos serán descritos subsecuentemente.

Cabe destacar que actualmente se está desarrollando otro tipo de uniones y actualmente es una línea de investigación activa en el Laboratorio de Estructuras de la UNAM. Están en proceso de investigación uniones con fibra de carbono, fibra de vidrio y resinas para sustituir el uso del concreto y el acero en las uniones para no lastimar al material como lo hace el uso del acero, y también para poder unir más tallos en un solo nodo sin tener que utilizar complejas uniones de acero (que elevan el costo de un proyecto).



VERTICAL 2015  
 ◀ 19 Pabellones de bambú, escala 1:1  
 Ciudad Universitaria.

VIVIENDA TPM  
 ▶ Vivienda duplex con estructura  
 de bambú y muros divisorios de  
 madera. Soconusco, Chiapas.



Sin embargo, para la presente tesis, se analiza la forma de construcción más usual y probada hasta el momento.

Los espárragos más usuales son de 1/8" y 1/2" de acero A-307 que como vimos en el capítulo anterior, desde el punto de vista de las estructuras metálicas, no es considerado como estructural. Sin embargo, las estructuras de bambú se han construido durante años con uniones simples de cuerda, con el propio bambú o materiales que no serían considerados "estructurales". En México la incipiente construcción con bambú ha normalizado la utilización de espárragos en las uniones emulando países como Colombia donde se construye de esta manera y que actualmente es un referente a nivel internacional<sup>1</sup>.

Para construcciones de mayor tamaño se recomienda utilizar redondos de acero A-36 "cold roled" roscados en un torno, así teniendo un mayor rango de seguridad.

A continuación se describe el proceso constructivo.

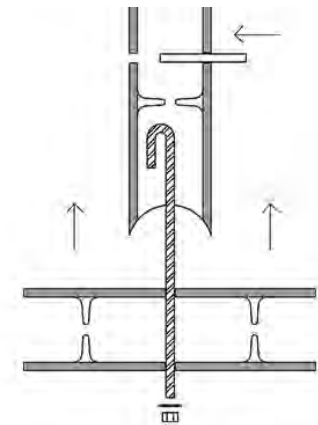


**Unión con fibra de carbono y resina**

**Unión con fibra de vidrio y resina**



**Unión con cuerda**



**Unión con espárragos**

#### UNIONES DE BAMBÚ

- En la parte superior se observan uniones experimentales con resina de alta resistencia, en la parte inferior se observan las uniones más usuales.

<sup>1</sup> El arquitecto Colombiano Simón Vélez, es reconocido internacionalmente por sus construcciones en bambú.

## CLASIFICACIÓN

El bambú tiende a curvarse, ya sea como curva plana o con doble curvatura. Clasificarlos ayuda a definir que uso puede ser mejor para ellos, ya sea como largueros, apoyos, etc. La otra clasificación necesaria es por el diámetro y espesor que tienen los tallos (para esta construcción los diámetros utilizados serán de 8cm a 12cm). Así como identificar la conicidad que es la proporción del diámetro final e inicial de un mismo tallo.



## MEDIDAS DE LAS PIEZAS

El primer paso es medir y marcar cada pieza de bambú según el despiece realizado buscando que los nudos y los diafragmas tengan la suficiente separación para hacer los empalmes (bocas de pescado), cada uno de estos empalmes se deben hacer a mano. Una de las grandes ventajas de este material es que es muy manipulable y una sola persona puede cargar una pieza de bambú de hasta 6 metros con un diámetro de 12cm (siendo éstas las piezas más pesadas).



## EL CORTE

El corte se hace apoyado por una persona para evitar que la pieza de bambú gire, y éste se realiza perpendicularmente a las fibras.

En este caso se busca cortar a mínimo 6 cm de cada diafragma o nudo.

También puede ser realizado con sierra eléctrica, y dependerá de la velocidad aplicada el que se astille o no el Bambú.



## LA BOCA DE PESCADO

Teniendo dos tallos de bambú perpendiculares entre sí, se dibuja el empalme a mano formando el saque llamado coloquialmente "boca de pescado" ya que cada pieza tiene que coincidir con una de zona específica del otro tallo de bambú, este procedimiento corresponde geoméricamente a una intersección de dos cilindros ya sean perpendiculares o con otro ángulo.

Es necesario hacer varias correcciones hasta que la intersección del empalme coincida correctamente con el otro tallo, resultando en una unión perpendicular en la mayoría de los casos.



## DIAFRAGMAS Y NODOS

El siguiente paso es romper los diafragmas de los nodos de bambú para meter los espárragos y poder atornillarlos al larguero. Para esto se utiliza un tubo u otro metal que se introduce con fuerza haciendo un agujero mas grande en el diafragma. Esto solo se realiza en el primero y segundo diafragma que servirá para la unión tipo "boca de pescado".



## EMPALMES Y CORRECCIONES

Cada pieza debe ser cortada en el lugar que le corresponde, para así hacer las correcciones indicadas para cada empalme.



## ESPÁRRAGOS Y ANCLAJES

El siguiente paso es preparar los espárragos:

Se piden espárragos de  $3/8" \frac{1}{2}"$ , de 1m a 3m de largo, que es la medida comercial.

Posteriormente se calcula el número aproximado de ellos para evitar el desperdicio.

Finalmente se doblan con ayuda de un tubo o grifa y una prensa tipo tornillo de banco.



## HORADACIÓN Y ANCLAJES

Con el bambú ya perforado y los espárragos listos podemos apretar los empalmes para que queden en su lugar definitivo, quedando el nodo fijo desde la parte de atrás del diafragma, con una varilla a manera de pasador en donde se fija el gancho.

El corte del espárrago se tiene que realizar lo más cercano a la tuerca, sin lastimar la cuerda del espárrago.

Aplicar el torque a las tuercas para finalizar empalme.



## COLADO DE ESPÁRRAGOS

En estos bambús se realiza un colado para sostener el espárrago que será anclado a la cimentación.

Con ayuda de un amarre de alambre recocido, se fija el espárrago para que su posición sea lo más centrada posible.

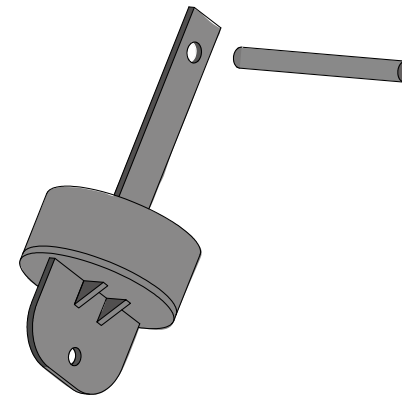
Con ayuda de una varilla colocamos el cartón en el fondo del diafragma y el cual usaremos también para introducirla en el concreto y evitar burbujas (vibrado).

Posteriormente, rellenamos el bambú con ayuda de un vaso o la mitad de una botella, usando guantes para evitar el contacto directo con la piel.

Cada vez que se mete una cantidad de concreto, se procura dar algunos golpes al bambú para evitar burbujas y lograr que el concreto baje más rápido.

Después se les colocan amarres con alambroón para evitar que se abran las fibras durante el fraguado, También se le pueden colocar abrazaderas metálicas en lugar del alambre. Así se dejan fraguar durante un día, antes de colocarlos en la cimentación.

En nuestro caso utilizaremos las piezas de herrería para anclarlas a los apoyos, sea del lado norte o del lado sur, ambos articulados, utilizando el mismo procedimiento antes descrito unicamente que incorporamos estos dispositivos de acero previamente hechos.



## TORQUE DE SECCIONES, EN PEINE O ESCALERA

Se atornillan todos los bambúes de una sección con los de la otra y de preferencia todos al mismo tiempo para que las secciones no tiendan a doblarse. Este conjunto de bambúes se denomina "escalera", o "peine" dependiendo de su disposición. Es una forma coloquial de llamarse, y solo responde a la necesidad de identificar a los elementos constructivos. En la imagen podemos observar que cada uno de los tallos debe acomodarse individualmente para hacer a las *bocas de pescado* coincidir y alinear los esaprragos con los orificios previamente realizados.



### ANCLAJE DE ESCALERA

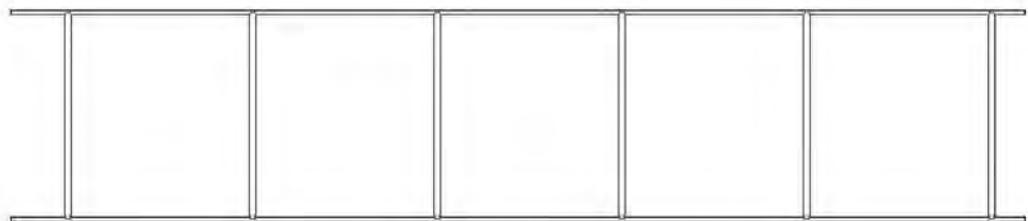
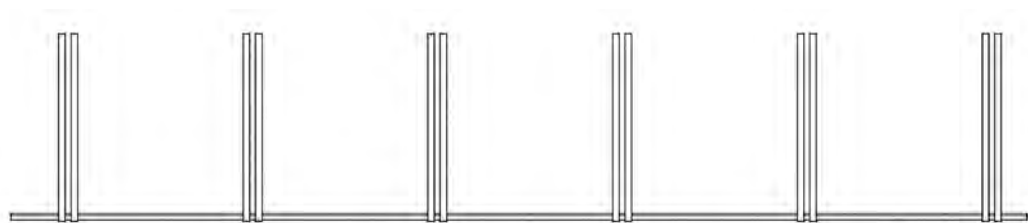
▲ Imagen de la capilla de San Bartolo Coyotepec, Oaxaca.

### PEINE

◀ Peine se le denomina a un larguero unido con elementos perpendiculares sueltos de un lado.

### ESCALERA

◀ Escalera se le denomina a dos largueros unidos entre sí por medio de barras perpendiculares.

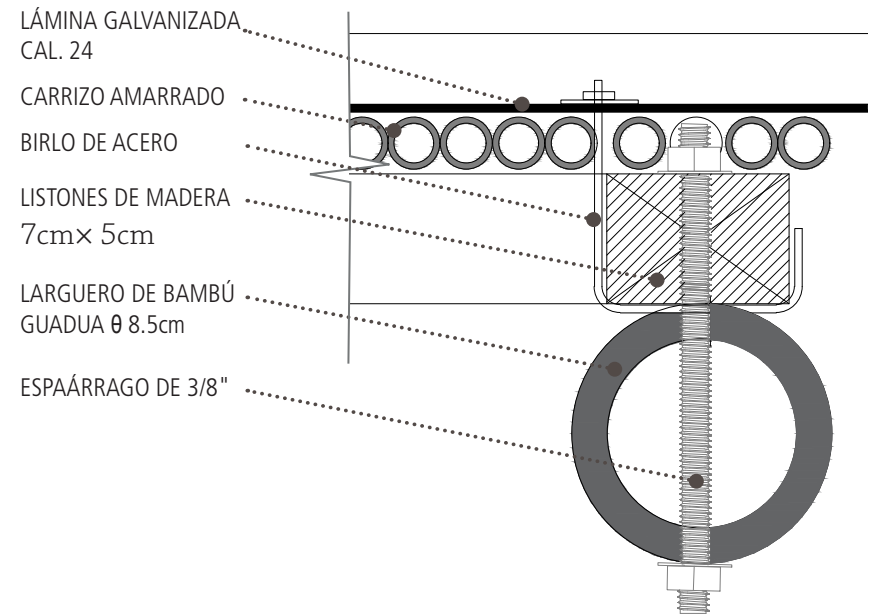




## COLOCACIÓN DE BASTIDOR DE MADERA, CARRIZO Y LÁMINA

Una vez terminada la estructura de bambú se procede a anclar el sistema de cubierta, sobre los largueros de bambú. Primero se coloca un bastidor de madera, realizado con listones de 7cm× 5cm × 2.44m anclandolo con espárragos y tuercas de 1/8" a cada metro, y posteriormente se coloca el carrizo amarrado entre sí por cuerdas naturales (Henequen), y al bastidor.

Finalmente se coloca la lámina calibre 24 con birlos de acero sujetos al bastidor de madera.



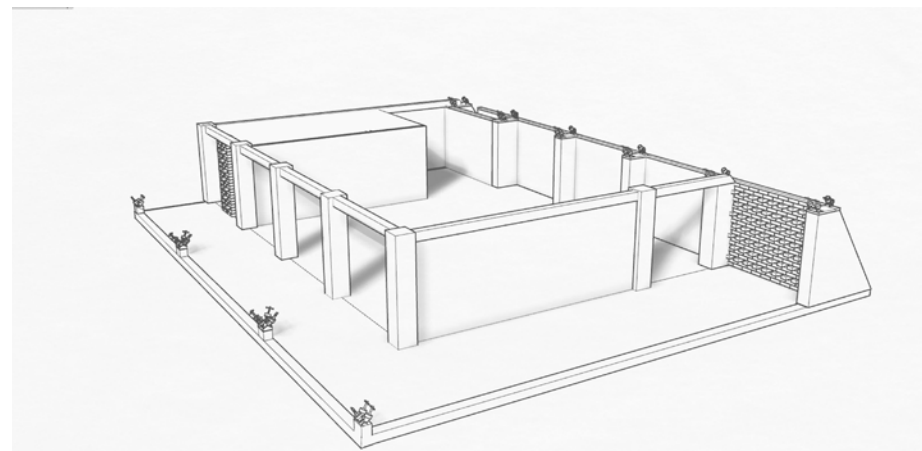
### DETALLE DE TECHUMBRE

▲ Fijación de la cubierta de lámina carrizo y bastidor de madera.  
Elaboración propia.

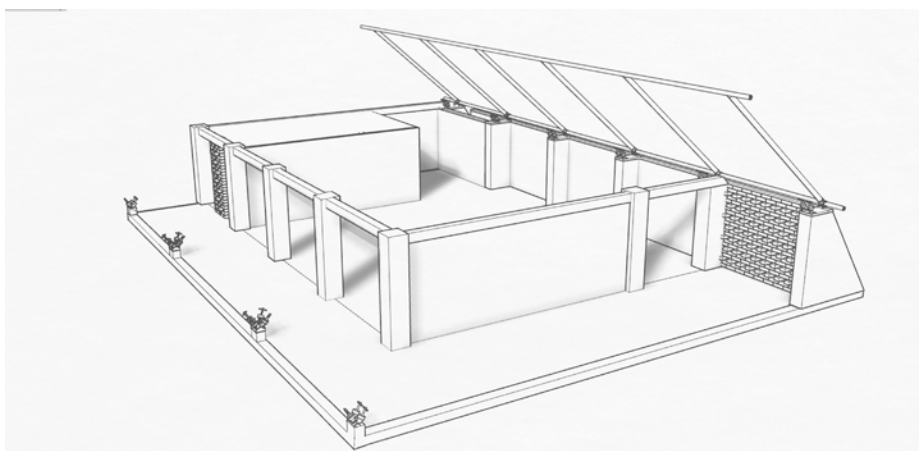
## SECUENCIA CONSTRUCTIVA

La estructura está compuesta por elementos denominados "escaleras" y "peines" descritos en la sección anterior. Estos elementos se arman de forma independiente bajo techo para evitando así exponer el bambú a la lluvia y al sol, lo anterior es posible gracias a que el bambú es un material muy ligero. Posteriormente, estos elementos van colocándose en su posición correspondiente, gracias a que cada elemento toma como referencia la directriz definida.

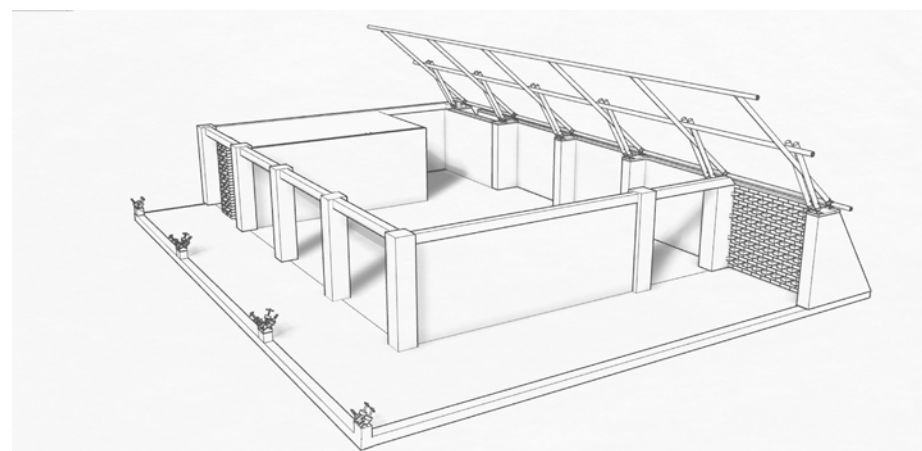
A continuación se ilustran los pasos a seguir según los diferentes elementos constructivos de la estructura de bambú para conseguir así la terminación del Aula.



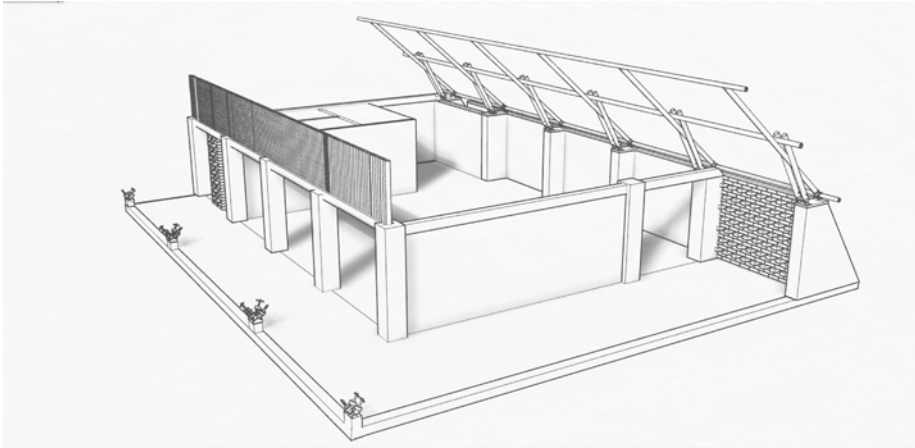
**1.- Dejar las preparaciones y herrería metálica para el bambú.**



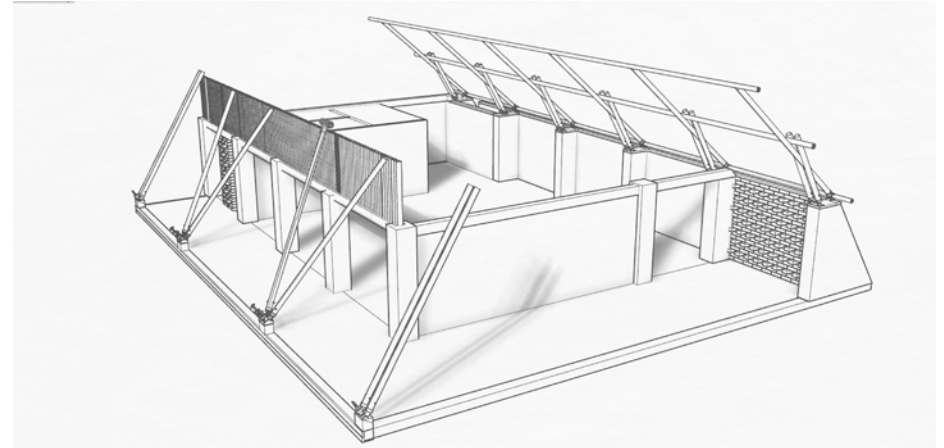
**2.- Se coloca la primera escalera previamente armada y se engancha a la herrería.**



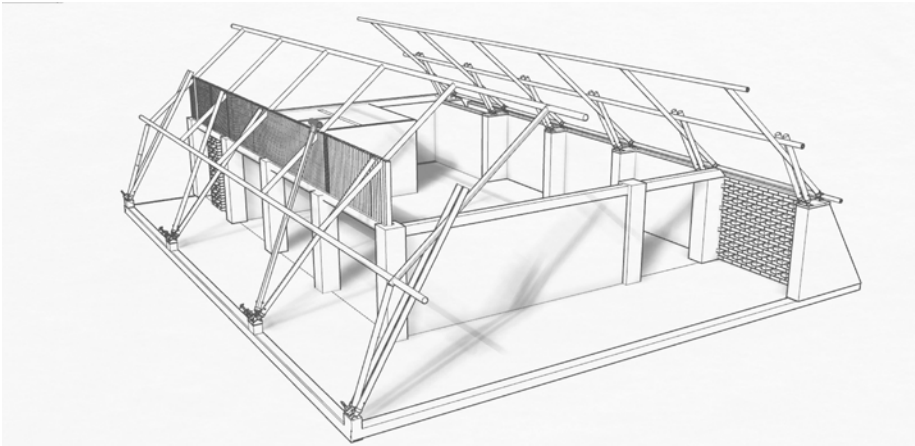
**3.- Colocar primer peine del lado norte, sobre preparaciones de acero.**



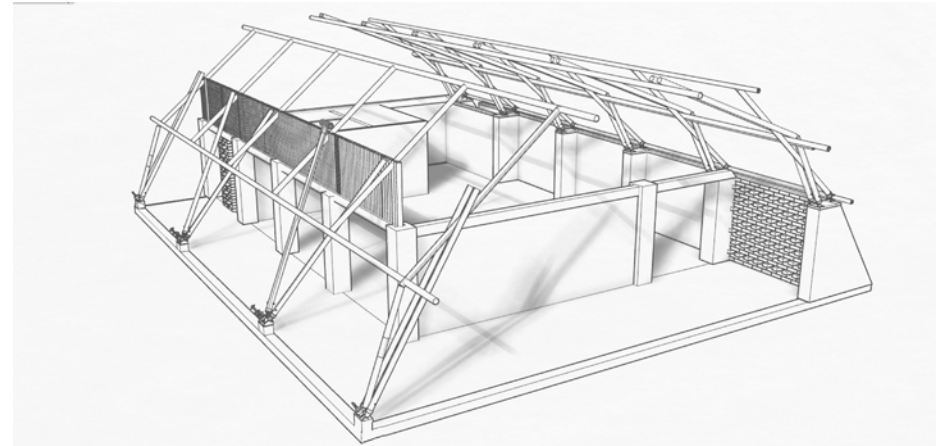
4.-Colocar bastidor de cerramiento



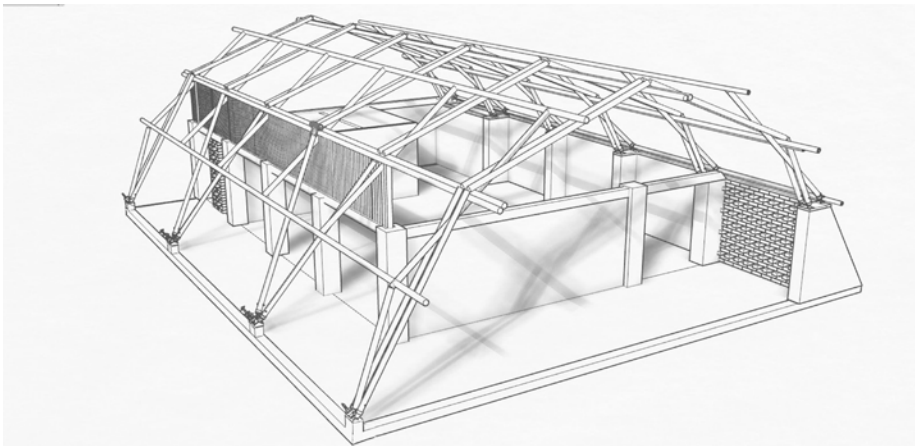
5.-Colocar apoyos del lado sur.



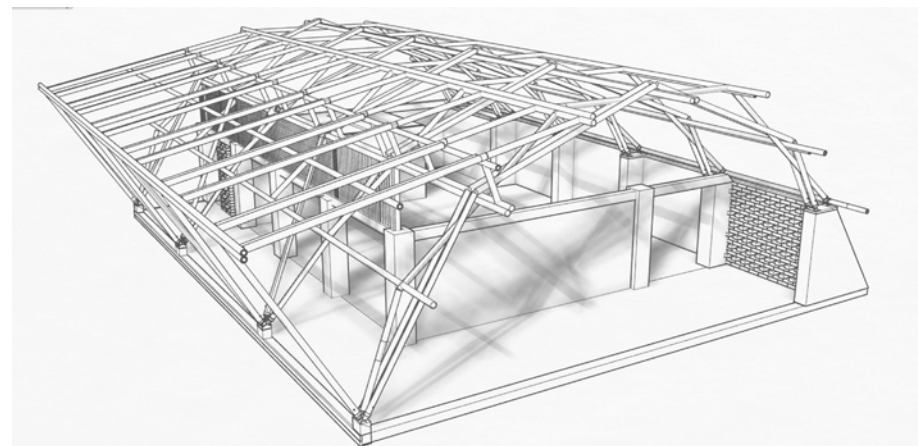
6.-Colocar segunda escalera, lado sur.



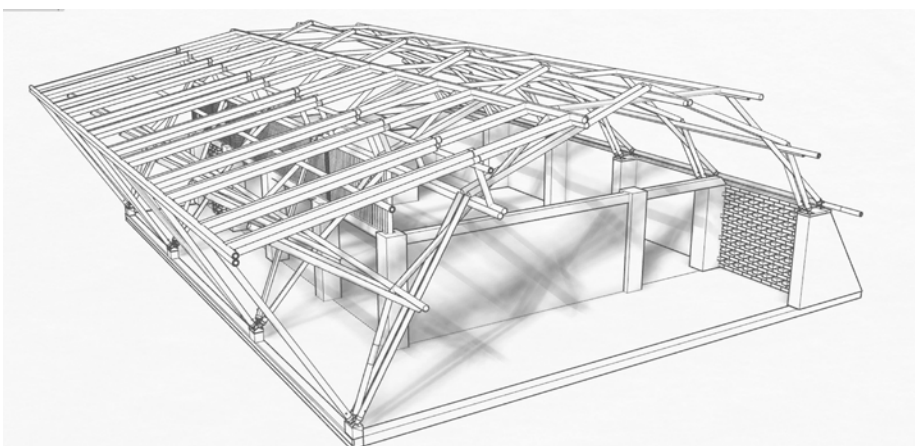
7.-Colocación de segundo peine



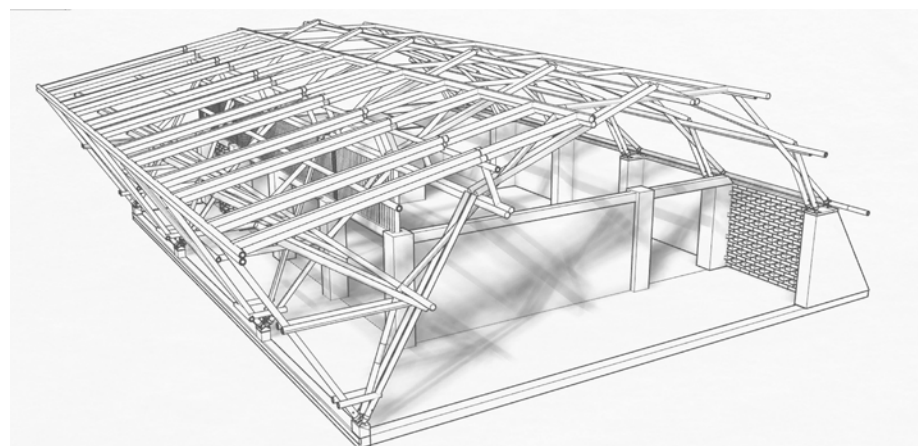
8.-Colocación del tercer peine lado sur.



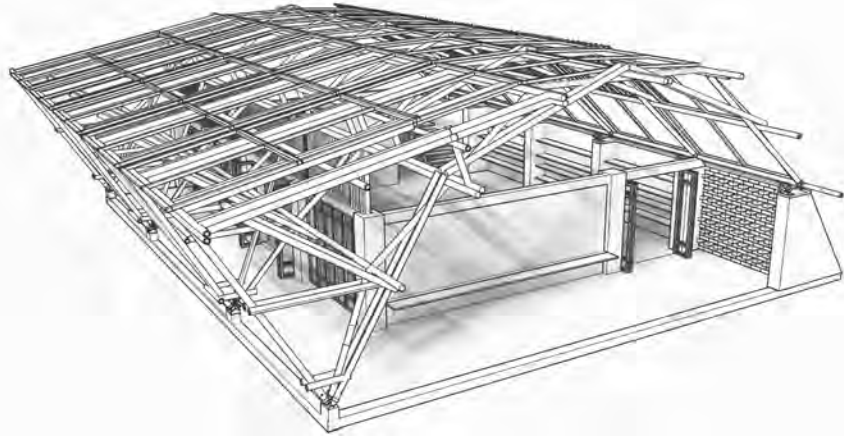
9.-Colocación de tercera escalera sobre apoyos "v" lado sur.



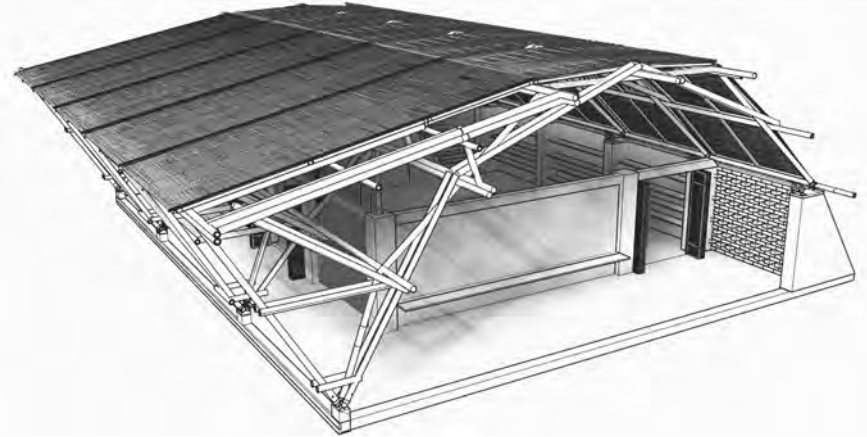
10.-Colocación de tercera escalera doble, cerrando estructura, una vez terminado eso quitar demás andamios y puntales.



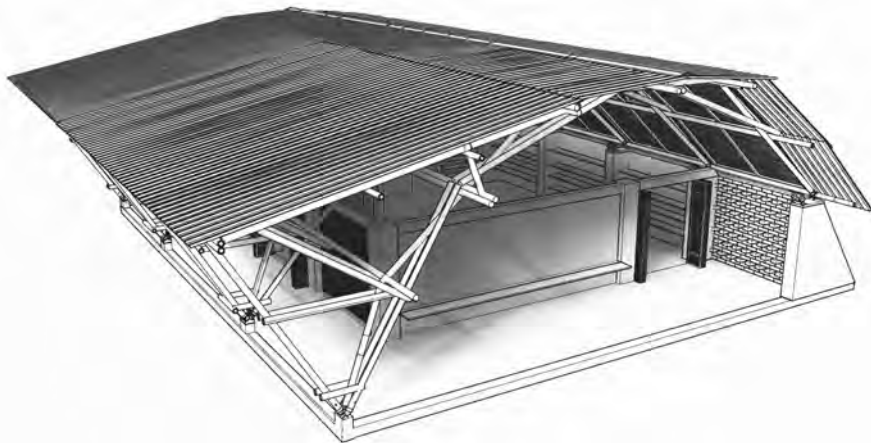
11.-Colocación de cinturones para apoyos "v" del lado sur. Finalmente se colóca una capa de aceite de linaza para proteger al bambú.



12.-Estructura de bambú terminada, se procede a la colocación de bastidores de madera que recibirán al plafón de carrizo.



13.-Se coloca carrizo creando un plafón térmico.

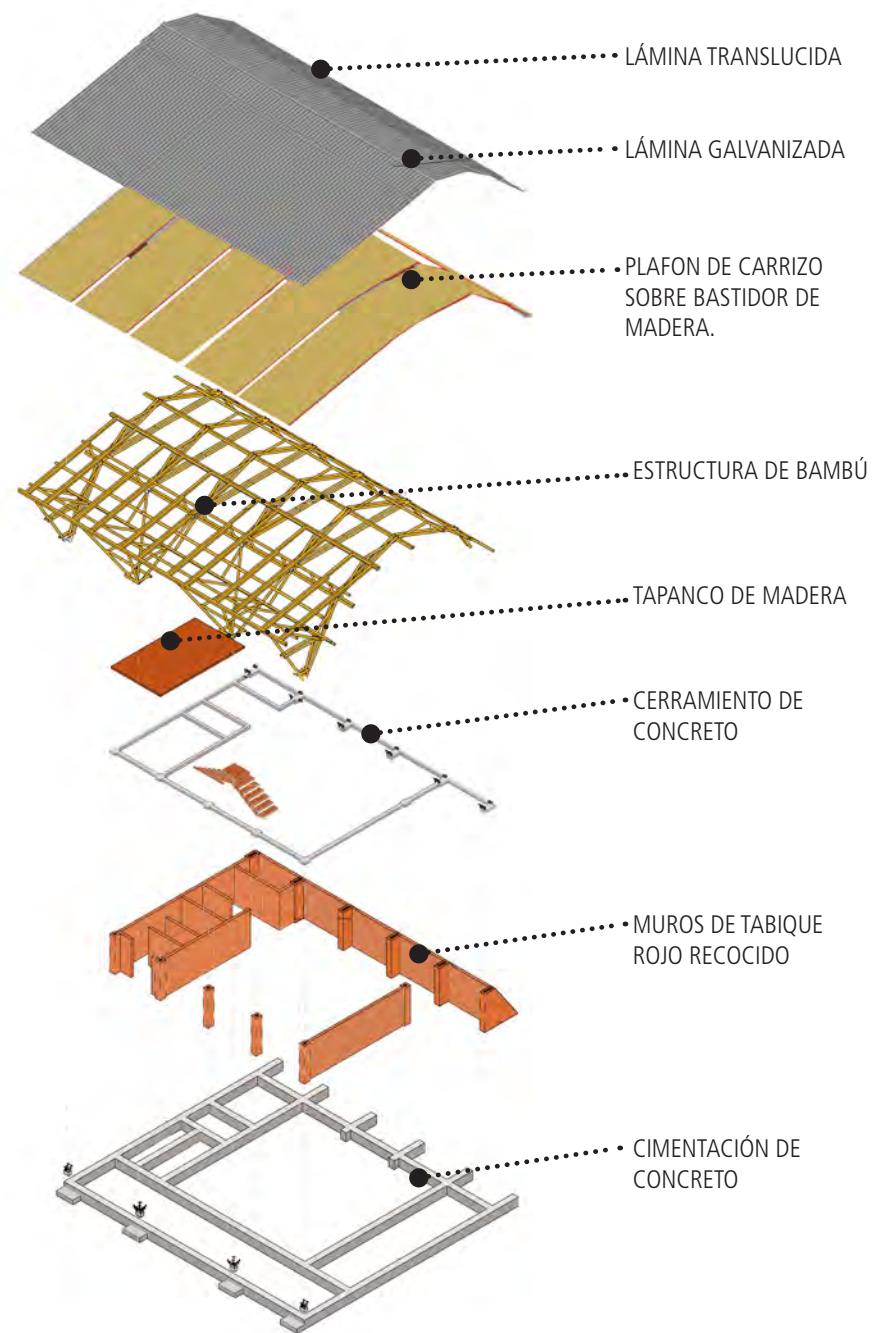


13.-Se coloca lámina galvanizada y translúcida según corresponda.

En el isométrico podemos observar los componentes principales del proyecto en el orden que deben ser colocados:

La cimentación de concreto, los muros de tabique, el cerramiento de concreto, el entrepiso y escaleras de madera, así como la estructura de bambú con su plafón de carrizo y techo de lámina.

El proceso constructivo será controlado por los planos de cada una de las etapas y componentes del proyecto. Éste es un esquema únicamente ilustrativo.



EXPLOTADO

► Esquema ilustrativo de todos los componentes del proyecto.

# VISUALIZACIÓN FINAL DEL PROYECTO



RENDER EXTERIOR  
◀ Vista a la entrada principal.



RENDER EXTERIOR  
◀ Vista a la fachada Sur.



RENDER INTERIOR  
◀ Vista desde la entrada principal.



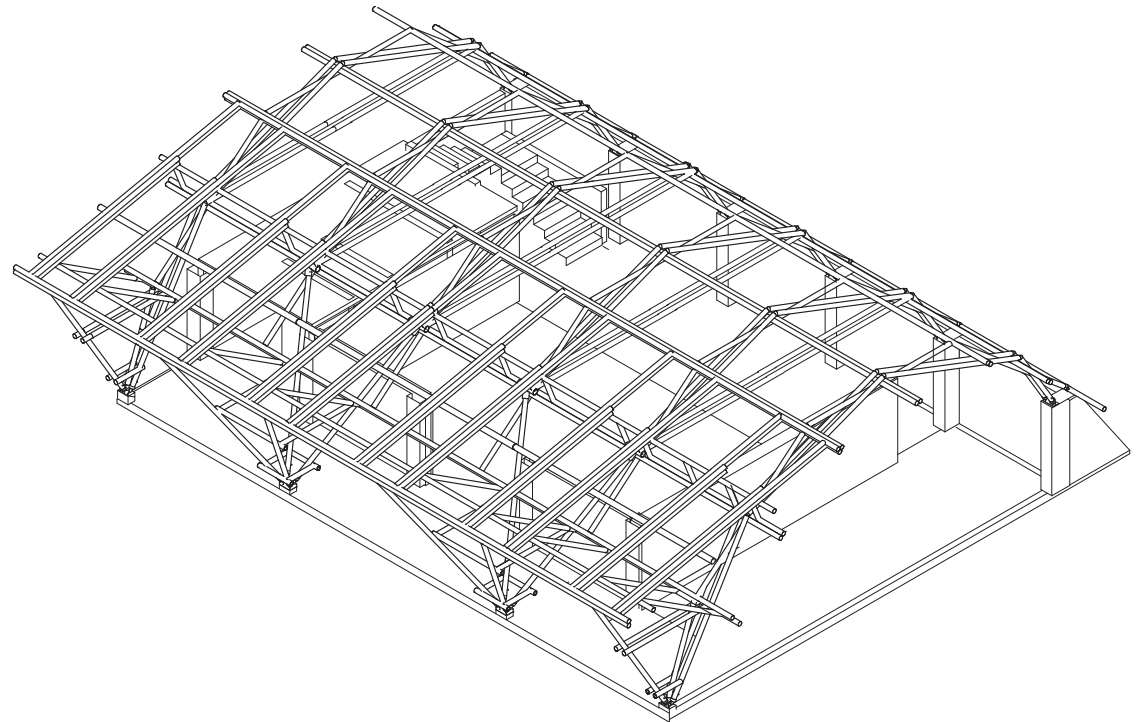
RENDER INTERIOR  
◀ Vista desde el tapanco (sala de lectura).



## POSIBILIDADES DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

El sistema estructural propuesto permite librar un claro y generar un espacio interior flexible, este módulo permite no solo resolver la necesidad actual de biblioteca-aula-taller, sino que la flexibilidad y facilidad constructiva permiten crear un espacio que podría resolver una disposición diversa de mobiliario y hasta de funciones. Es decir, modificando la base arquitectónica y sin modificar la estructura se podrían generar diversas configuraciones que resolvieran las necesidades de un salón, un módulo sanitario (agregando las instalaciones y otros requerimientos), ya que teniendo a disposición el material (bambú) podría darse la oportunidad de utilizar este módulo para la resolución de diferentes necesidades.

No se busca una solución genérica pero si una respuesta rápida, con seguridad estructural, y dado que existe material abundante en ciertas regiones del país, se podría realizarse con cierta facilidad y economía (una vez aprendido el procedimiento constructivo) para así dar una solución viable para múltiples necesidades, incluyendo como refugio o albergue en caso de desastre o emergencia.



ISOMÉTRICO

► Solución estructural del proyecto.

## EL FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO

---

Sin duda el financiamiento ha sido uno de los mayores retos del proyecto, enfrentándose a un contexto en el cual la mayor parte de los gastos son absorbidos por los padres de familia de la escuela primaria, unido al conflicto magisterial nos lleva a entender el retraso de la construcción de dicho proyecto, ya que los padres de familia se encuentran cansados y con desconfianza hacia los profesores y el gobierno.

Después de los gastos de aproximadamente 150 mil pesos en la primera etapa de la construcción, la mala administración y la falta de rendición de cuentas de la persona encargada de la tesorería escolar, fueron otro factor importante para entender dicha desconfianza. Por lo que se convirtió en una necesidad ineludible buscar financiamiento de otras instancias.

Existe la voluntad de alumnos y asesores de la UNAM para continuar con el trabajo y terminar la última etapa del proyecto que comprende la estructura y la cubierta, que actualmente se encuentra pendiente.

Para terminar el proyecto se requieren alrededor de 110 mil pesos, dicha cantidad contempla la lámina, los pernos, el piso y las instalaciones. Actualmente se buscan donaciones de lámina y cemento por parte de empresas, y no se descarta la posibilidad de financiamiento por parte del gobierno; incluso se ha buscado el apoyo de diputados locales que han accedido a financiar el proyecto por medio de asociaciones civiles, sin embargo no se ha llegado a un acuerdo formal. De no proceder de la forma antes mencionada se utilizará una fondeadora de proyectos sociales por internet a nivel nacional e internacional, que recaba donaciones a base de recompensas relacionadas con el proyecto a financiar.

Lo anterior muestra el interés de terminar el proyecto, por parte de asesores y algunos alumnos que participaron, así como otros interesados en relacionarse con proyectos reales para las comunidades.

# PRESUPUESTO

Este presupuesto se refiere a la última etapa de construcción del proyecto y no contempla la mano de obra a menos de que se indique lo contrario. Los beneficiarios del proyecto aportarían la herramienta, Y nosotros aportamos la mano de obra y la supervisión de obra, ya que esta mano de

obra es capacitada y es de alumnos de Arquitectura, profesores y padres de familia principalmente.

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
A	<b>ESTRUCTURA DE BAMBÚ, TECHUMBRE.</b>				
EST-01	Suministro y colocación de anclajes de herrería, a base de placa de acero de 30cm x 20cm x 1/4", tubo de acero de 4" y solera de 1/4" x 5cm" Incluye: materiales, cortes, dobleces, desperdicios, soldadura, primario anticorrosivo a dos manos, pintura, limpieza, retiro de sobrantes, equipo y herramienta.	PZA	32	\$218.00	\$7,000.00
EST-02	Elaboración de largueros, y uniones de cada elemento estructural de P1 (peine) a E1 . Incluye: material (espárragos de 1/2", tuercas y rondanas), desperdicio y andamios, flete del bambú, (no contempla precio de bambú).	m <sup>2</sup>	220	\$30.00	\$6,600.00
EST-03	Barnizado de bambú. Incluye: aplicación de dos capas de aceite de linaza sobre toda la superficie del bambú, repintado en 24 horas sin diluir, materiales, acarreo, desperdicios, retiro de sobrantes, equipo y herramienta.	m	420	\$4.00	\$1,680.00
EST-04	Bastidor de madera de pino de 2.70mx 2.00m, marco hecho a base de listones de 7cm x 5cm. Incluye: materiales, pijas, espárragos de 3/8", acarreo, desperdicios, retiro de sobrantes y andamios.	PZA	32	\$260.00	\$8,350.00
EST-05	Suministro y colocación de plafón de carrizo. Incluye: carrizo tratado con boro diluido, cortes, traslapes, amarres, desperdicios, retiro de sobrantes, andamios.	m <sup>2</sup>	210	\$10.00	\$2,200.00
EST-06	Suministro y colocación de lámina galvanizada acanalada calibre 24. Incluye: Birlos de 3/16" y 8", empaques, tuercas, traslapes, cortes, desperdicios, retiro de sobrantes, elevación, fijación, andamios.	m <sup>2</sup>	200	\$120.00	\$24,000.00
<b>TOTAL ESTRUCTURA=</b>					<b>\$49,830.00</b>

A	ALBAÑILERÍA Y CARPINTERÍA				
ALB-01	Firme de 10 cm de concreto F'C 150 kg/cm <sup>2</sup> reforzado con malla electrosoldada 6-6/10-10, acabado comun. Incluye: materiales, acarrees, preparación de la superficie, nivelación, cimbrado, colado, equipo y herramienta.	m <sup>2</sup>	106	\$130.00	\$13,780.00
ALB-02	Piso de piedra acomodada, incluye: nivelación, limpieza de superficie, cortes, junteado, y piedra laja unida con mortero cemento arena.	m <sup>2</sup>	57	\$100.00	\$5,700.00
ALB-03	Entrepiso de madera para tapanco. Incluye Tablón de madera 30cm x de 1 de grueso Pijas 2" ½ , Clavos, Ángulo 1/8 x 1" x 6m, Taquetes de compresión para concreto 2" ½.	m <sup>2</sup>	17.5	\$220.00	\$3,850.00
ALB-03	Suministro y colocación de escalera, herrería y carpintería. Incluye: tabloncillos de madera, Ángulo 1/8 x 1" x 6m, PTR, Anclaje y Colocación.	m	4.8	\$520.00	\$2,500.00
TOTAL ALBAÑILERÍA=					\$25,830.00

A	INSTALACIÓN ELÉCTRICA				
IE-01	Suministro e instalacion de cable THW cal 10. Incluye: materiales, instalacion, puntas, pruebas, equipo y herramienta.	m	20	\$40.00	\$800.00
IE-02	Construccion de registro de 60x40cm para sistema electrico a base de tabique rojo recocido, junteado con mortero, con tapa a base de marco y	PZA	1	\$1,300.00	\$1,300.00
IE-03	Suministro e instalacion de Tablero mod NQOD-30-4AB11 co principal de 100 amperes., marca SQUARE D en gabinete Nema 1, conciderar materiale y Fijacion con unicanal de 2" x 2"	PZA	1	\$1,000.00	\$1,000.00
IE-04	Colocación de Tubo conduit pared delgada galv. de 21 mm de diametro, mca. Rymco	m	100	\$90.00	\$9,000.00
IE-05	Colocacion de cableado. Cable de cobre tipo THW-LS, 90°C, 600 V. calibre 4 MCA. Condumex o General Cable y cable de cobre desnudo calibre 6.	m	120	\$33.00	\$3,960.00
IE-06	Caja cuadrada galvanizada de 21 mm con tapa, con 2 conectores conduit tipo americano de 21 mm de diametro.	PZA	44	\$30.00	\$1,320.00
IE-07	Colocación de Luminarios colgantes en techo, material aluminio, blanco, lampara Sync suspended LED, modelo 7406lxaqd, de 28 watts, voltaje 120, forma lineal. Incluye: coples.	PZA	18	\$900.00	\$16,200.00
IE-08	Apagador 1 via 15 120/277 V blanco CAT 05601-00W MCA. Considerar: materiales, placa de unidad de aluminio. Incluye: Herramienta, equipo, suministro y colocación.	PZA	5	\$40.00	\$200.00
IE-09	Contacto Dúplex Polarizado modelo 5250M marca Arrow Hart. Considerar: materiales, mano de Obra,Tapa para interperie modelo CAT. 4976-GY, Placa de aluminio para contacto modelo. Incluye: Conexiones con tubo Flexible de 13mm, conectores, suministro y colocación.	PZA	22	\$30.00	\$660.00
TOTAL IE=					\$34,440.00

En este presupuesto no se considera la manutención ni los viáticos.

PRESUPUESTO TOTAL=\$110,100.00

# CONCLUSIÓN

# CONCLUSIÓN

---

La experiencia obtenida en el presente trabajo, permite reflexionar que las carencias de la arquitectura escolar en México son muchas y variadas. Esta tesis pretende dar respuesta utilizando una metodología clara en el análisis arquitectónico y estructural en el encuentro de soluciones. Se analizaron las problemáticas de una escuela primaria y se llegó a proponer y experimentar una solución para un contexto específico. Lo anterior se logró trabajando con diferentes enfoques, conciliando y encontrando una posible solución a un problema a nivel básico en las escuelas públicas en Chiapas y presente en múltiples regiones de México.

Con respecto a los talleres prácticos de construcción, los alumnos son los principales promotores de estos talleres, realizando proyectos que no serían posibles sin el apoyo de la Universidad. La responsabilidad social y material adquiridas, nos permite crecer y desarrollar nuevas capacidades. Hace falta más apoyo y difusión de proyectos similares. El seminario fomenta y promueve el trabajo en equipo tan importante en una facultad cuya organización académica fomenta más la competencia que la cooperación, a pesar de que en cualquier proyecto intervienen muchas personas que dependen unas de otras, por lo que la mediación y el trabajo en equipo es fundamental.

Enfrentarnos como jóvenes arquitectos a la diferencia abismal que existe entre el diseño realizado en computadora o en papel y las implicaciones de realizarlo en una construcción real, (tiempos, costos, el esfuerzo físico y mental que experimenta una persona), permite comprender que de la teoría a la práctica hay una gran distancia y que para vincularlos se requiere de gran habilidad. Sin duda el desarrollo de esta cualidad es necesario para ser un buen arquitecto. Este es uno de los principales beneficios adquiridos por los alumnos con estos proyectos.

Con respecto al diseño del proyecto, podemos apreciar su enorme importancia, ya que utilizando una metodología clara del diseño

arquitectónico y del diseño estructural, podemos garantizar que cada forma esté justificada y responda a una necesidad en concreto con una geometría definida, justificando así el proyecto, a diferencia de tantos otros que solo se quedan en un mero juego estético y en el diseño de geometrías poco viables y carentes de audacia para nuestro contexto nacional.

La cuestión del bambú no es abordada desde la licenciatura, ya que por su extensión y complejidad corresponde al posgrado. Esto constituye un problema muy generalizado que no solamente existe en México, es que la aplicación del bambú en nuestra disciplina es un tema tremendamente actual que está en boga y que apenas se está tratando a fondo.

Actualmente la mayoría de personas, sean arquitectos, ingenieros o simples diletantes, utilizan este material sin un cálculo minucioso, guiándose solamente por pura intuición, y esto refleja que no existe método aún en México para ello, por lo que se utiliza sobre todo en trabajos no estructurales. Esto es un desperdicio de la gran capacidad estructural de dicho material, sobre todo porque en varios estados del país el bambú crece con gran facilidad y sin requerir muchos cuidados. La presente tesis es solo una manera de abordar este problema, la tesis no termina aquí, se descubre apenas uno de los caminos, para analizar, investigar y utilizar un material. Con dicha metodología se pueden tener múltiples posibilidades que sólo la imaginación limita.

Se buscó en este trabajo, resolver una necesidad en un contexto real, así como realizar un proyecto que sirva de precedente para futuras investigaciones de un material tan singular, poco utilizado en nuestro país, de una gran versatilidad como insumo de construcción y que conlleva varios retos al ser utilizado. Asimismo, se logró realizar el análisis estático de la estructura, legando así un documento que pueda servir de guía y consulta para los alumnos interesados en estos temas. Introduciendo una solución estructural que pueda tener múltiples usos.

# BIBLIOGRAFÍA

# BIBLIOGRAFÍA

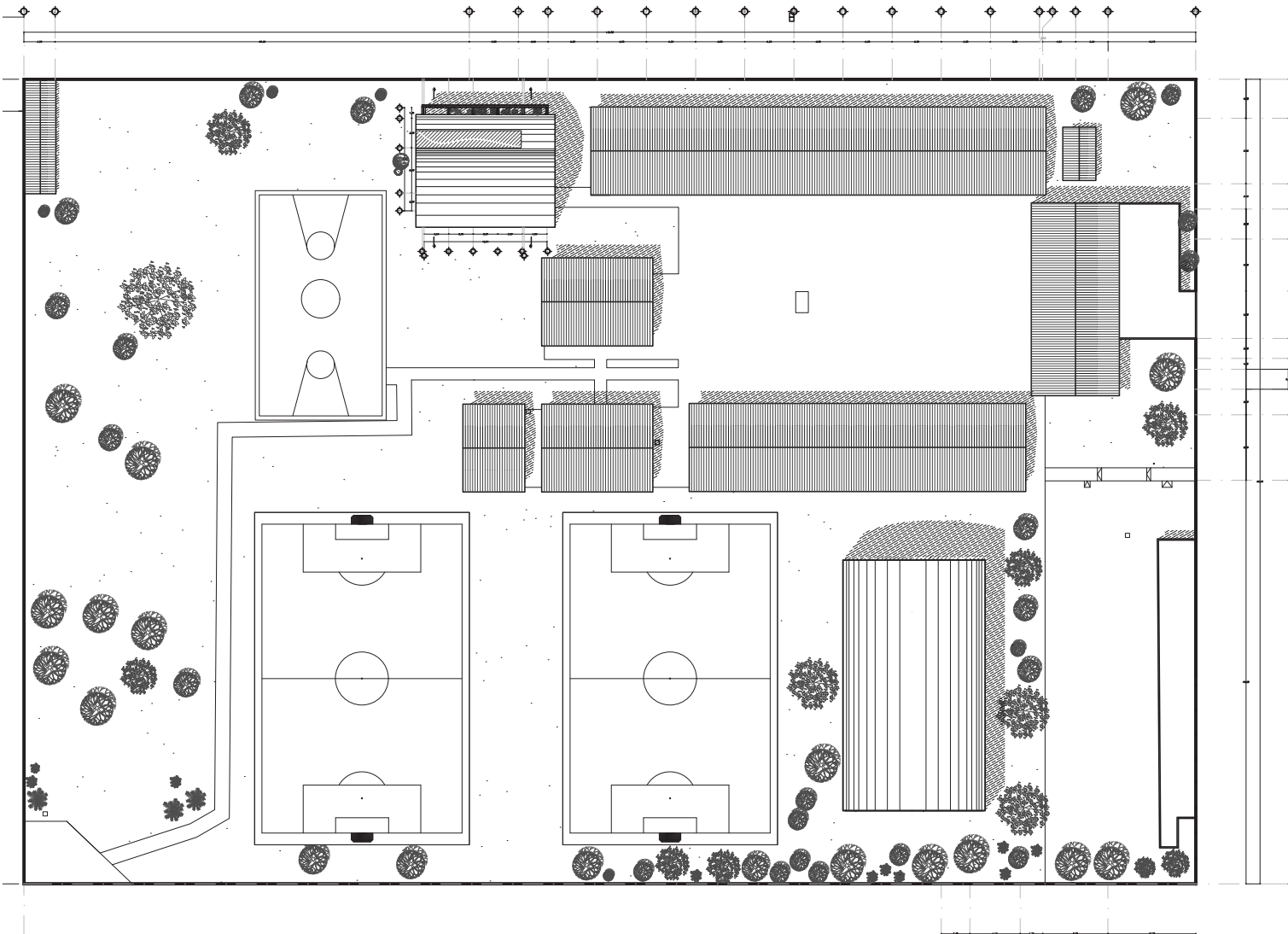
---

- Alfaro, B. (07 de agosto de 2014). *Categoría F0, tornado que dejó sin casas a familias de Chiapas*. UNO TV. Recuperado de: <http://www.unotv.com/noticias/estados/suroeste/categoria-f0-tornado-que-dejo-sin-casas-a-familias-de-chiapas-970681/>
- Arias, M., J. Víctor. 2006. *Juan O´Gorman Arquitectura Escolar 1932*. Raíces, 4. Documentos para la Historia de la Arquitectura Mexicana, Universidad Nacional Autónoma de México. 134 pp.
- Artigas, J. B. 1991 *La arquitectura de San Cristóbal de Las Casas*. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Arquitectura, Gobierno del Estado de Chiapas, 154 pp.
- Cerrón, O. T. 2014. *Manual de construcción de estructuras de bambú*. Ed. Cartolan. Lima, Perú.
- Chiumenti, M. 2012. *Momentos de inercia*. Problemas resueltos.
- Comité Administrador del Programa Federal de Construcción de Escuelas. 1994. Memoria sexenal 1988-1994. *50 años del CAPFCE 1944-1994*, México.
- Comité Administrador del Programa Federal de Construcción de Escuelas. 2001. *Normas y Especificaciones para estudios Proyectos Construcción e Instalaciones* Libro 1 y 2, México. 498 pp.
- Cortés Rodríguez, G.R. 2000. *Los bambúes nativos de México*. CONABIO. Biodiversitas 30:12-15
- Covaleda, S., Susana, A., Alejandro, R., Isabel, M. y Fernando, P. 2014. *Diagnóstico sobre determinantes de deforestación en Chiapas*. Ed. Alianza México para la reducción de emisiones por deforestación y degradación. México. 148 pp
- Cruz, M. J.; Hernández, P. F. 2010. *Los humedales de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas: actores y disputas*. Revista de Geografía Agrícola, núm. 44, enero-junio 2010. Universidad Autónoma Chapingo, México. pp. 91-104
- El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), 2015. *Laboratorio de análisis de información geográfica y estadística*. México. <http://www.ecosur.mx/laige/> (Consulta: Noviembre 2015)
- ECOSUR, 2015. *Monitoreo de bosques y deforestación en Chiapas*. México. <https://sureste.ecosur.ourecosystem.com/interface/>
- Gobierno del Estado de Chiapas, 2013. *Programa Sectorial formulado en el Marco del Comité Planeación para el Desarrollo* (COPLADE) Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 146 pp.
- Gómez, C. A. y Oscar M. D. B. 2013. *Aula para la Equidad*. Tesis de Licenciatura en Arquitectura, Facultad de Arquitectura de la UNAM. 137 pp.
- Head, N. C. 1979. *Análisis elemental de estructuras*. 2ª ed. McGraw-Hill. México. 613 pp.
- Henríquez, E. (09 de junio de 2017). *Daño irreversible por sobreexplotación de materiales pétreos en San Cristóbal* La Jornada, p. 28 Recuperado de: <http://www.jornada.unam.mx/2017/06/09/estados/028n1est>
- Hernández, H. A. 2016. *Metodología para determinar esfuerzos de diseño del bambú*. Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México. ACADEMIA XXII. 13: págs. 39-55
- Hernández, H. A. 1996. *Análisis del otate (Bambusa vulgaris) como material estructural*. Tesis Doctoral. UNAM. 68 pp.

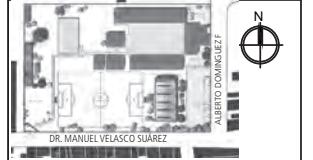


- Hernández, H. A. Guzmán, U.X. San Martín C. I. 2010. **Fernando López Carmona arquitecto 50 años de enseñanza**. Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México. Centro de Investigaciones y Estudios de Posgrado. págs. 199.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2016. **Medio ambiente, indicadores de medio ambiente**. México. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/temas/default.aspx?s=est&c=21385> (Consulta: Diciembre 2016)
- INEGI. 2016. **Chiapas 367 indicadores principales del banco de información**. México. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=7> (Consultado Diciembre 2016)
- Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa (INIFED). 2014. **Criterios de diseño Arquitectónico Tomo I: Diseño Arquitectónico**.
- Instituto Nacional Tecnológico Construcción de vivienda de Bambú. Ed. Dirección general de formación profesional. México
- Lin T.Y. y Stotesbury S.D. 1991. **Conceptos y Sistemas Estructurales para Arquitectos e Ingenieros**. LIMUSA. México D.F. 615pp.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura - UNESCO. 1961. **La Biblioteca de la Escuela Primaria y sus servicios**. 7ª ed. Ed. G.F. Thieme. París. 104 pp.
- Peschard, E. 1992. **Resistencia de Materiales**. Universidad Nacional Autónoma de México. Quinta reimpresión México D.F. 355 pp.
- Restrepo, R. J. 2005. **Influencia de las fases lunares en la Agricultura**. Colombia-Brasil-México. <http://visionagroecologica.blogspot.mx/2011/04/influencia-de-las-fases-lunares-en-la.html>. (Consultado en Abril, 2016).
- Rivera, N. R. **Análisis de las propiedades y características de carrizo para su aplicación como material de refuerzo en la construcción**. Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico de la Construcción, A.C. México D.F
- Sánchez Vidiella Álex. 2011. **BAMBÚ**. Frenchmann Kolón GmbH. Barcelona España. 383 pp.
- Santa Ana Lozada Lucía. 2007. **Arquitectura escolar en México**. Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México. BITÁCORA ARQUITECTURA 17. págs. 70-75
- Secretaría de Desarrollo Social. 1999. Sistema Normativo de Equipamiento Urbano. **Tomo I: Educación y Cultura**. Ed. Dirección General de Infraestructura y Equipamiento y Secretaria de desarrollo Social. México D.F. 180 pp.
- Secretaría de Educación Pública (SEP). 1952. **Instructivo Escuela Rural**. Ed. SEP. México.
- SEP. [http://lectura.dgme.sep.gob.mx/ArchivosIndex/BIBLIOTECAS\\_MEXICO\\_OEI.pdf](http://lectura.dgme.sep.gob.mx/ArchivosIndex/BIBLIOTECAS_MEXICO_OEI.pdf) (Consulta: Diciembre, 2015)
- Simon, A. L. **Reglamento de Construcción del Distrito Federal** En: Betancourt, S. M. Normas Técnicas Complementarias para Edificaciones. Ed. Trillas.
- Torroja, M. E. 2007. **Razón de ser de los tipos estructurales**. Consejo Superior de Investigaciones Científicas 318 pp.
- UNESCO. 2002. Directrices de la IFLA/UNESCO para la **Biblioteca Escolar**. Ed. IFLA-UNESCO. 24 pp. Mary Peacock Douglas
- Escuela Hecha a Mano**, 2016. <http://www.archdaily.com/51664/handmade-school-anna-heringer-eike-roswag>. (Consultado en Diciembre, 2016)
- Laura Quintero, 2016. **Negocio Verde. Chiapas, con la mayor plantación de bambú** <http://economista.com.mx/estados/2016/04/03/chiapas-mayor-plantacion-bambu>. (Consultado en Abril, 2016).

# ANEXO DE PLANOS



LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

ANOTACIONES

- ESTE PLANO DEBERÁ SER UTILIZADO EXCLUSIVAMENTE SEGÚN LO EXPRESADO EN EL NOMBRE DEL PLANO, Y RIGE SOBRE CUALQUIER OTRO REALIZADO POR EXTERNOS.
- LAS DIMENSIONES Y COTAS ESCRITAS EN ESTOS DIBUJOS DEBERÁN TENER PRECEDENCIA SOBRE LA ESCALA.
- NIVELES EN METROS REFERIDOS AL BANCO DE NIVEL +0.00
  - NO SE MEDIRAN COTAS A ESCALA DE ESTE PLANO
  - LAS COTAS SON A PAÑOS DE ACABADOS (VER DETALLES DE ALBAÑILERÍA)
  - ESTE PLANO DEBERÁ VERIFICARSE CON LOS CORRESPONDIENTES DE ESTRUCTURA E INSTALACIONES. CUALQUIER DISCREPANCIA DEBERÁ CONSULTARSE CON EL PROYECTISTA.
  - EL CONTRATISTA RECTIFICARÁ EN EL LUGAR DE LA OBRA LAS DIMENSIONES Y NIVELES INDICADOS EN ESTE PLANO, ANTES DE EJECUTAR CUALQUIER TRABAJO, DEBIENDO SOMETER A LA DIRECCIÓN DE LA OBRA CUALQUIER DIFERENCIA QUE HUBIESE, ASÍ COMO LA INTERPRETACIÓN QUE DE EL PROPIO CONTRATISTA A ESTE DIBUJO.
  - TODOS LOS ACABADOS, ESPECIFICACIONES Y DETALLES SEÑALADOS EN ESTE PLANO DEBERÁN EJECUTARSE DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES CORRESPONDIENTES.
  - ESTE TRABAJO, ASÍ COMO SU CONTENIDO SON PROPIEDAD DE JSA POR LO QUE NO PODRÁ COPIARSE O REPRODUCIRSE TOTAL O PARCIALMENTE PARA OTROS PROPOSITOS QUE EL PERMITIDO ESPECIFICAMENTE POR EL DUEÑO.



PROYECTO: **FABIAN BERNAL OROZCO BARRERA**

UBICACIÓN: **SAN CRISTOBAL DE LAS CASAS CHIAPAS, BARRIO LA ISLA**

PLANO DE: **AULA DINAMICA**

DESCRIPCIÓN: **PLANO ARQUITECTONICO**

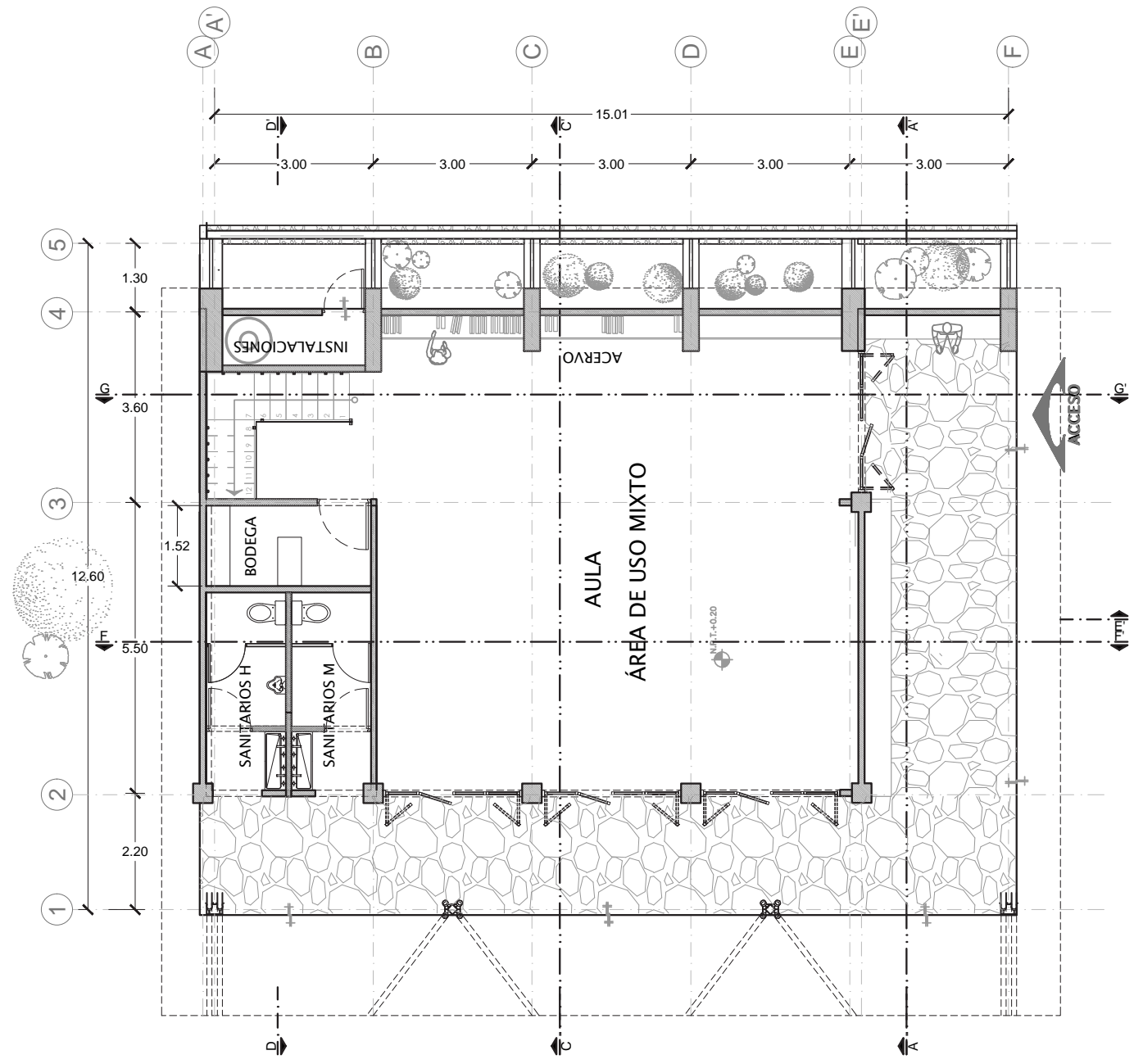
CLAVE: **ARQ-01**

TÍTULO: **Pianos Mobiliario.dwg**

FECHA: **27 junio 2017**

ESCALA: **EN MTS.**

PLANTA ARQUITECTÓNICA



**LOCALIZACIÓN**

DR. MANUEL VELASCO SUAREZ  
ALBERTO DOMÍNGUEZ

**SIMBOLOGÍA**

**ANOTACIONES**

ESTE PLANO DEBERÁ SER UTILIZADO EXCLUSIVAMENTE SEGÚN LO EXPRESADO EN EL NOMBRE DEL PLANO, Y RIGE SOBRE CUALQUIER OTRO REALIZADO POR EXTERNOS.

LAS DIMENSIONES Y COTAS ESCRITAS EN ESTOS DIBUJOS DEBERÁN TENER PRECEDENCIA SOBRE LA ESCALA.

- NIVELES EN METROS REFERIDOS AL BANCO DE NIVEL +0.00
- NO SE MEDIRAN COTAS A ESCALA DE ESTE PLANO
- LAS COTAS SON A PAÑOS DE ACABADOS (VER DETALLES DE ALBAÑILERÍA)

ESTE PLANO DEBERA VERIFICARSE CON LOS CORRESPONDIENTES DE ESTRUCTURA E INSTALACIONES, CUALQUIER DISCREPANCIA DEBERA CONSULTARSE CON EL PROYECTISTA.

EL CONTRATISTA RECTIFICARÁ EN EL LUGAR DE LA OBRA LAS DIMENSIONES Y NIVELES INDICADOS EN ESTE PLANO, ANTES DE EJECUTAR CUALQUIER TRABAJO, DEBIENDO SOMETER A LA DIRECCIÓN DE LA OBRA CUALQUIER DIFERENCIA QUE HUBIESE, ASÍ COMO LA INTERPRETACIÓN QUE DE EL PROPIO CONTRATISTA A ESTE DIBUJO.

TODOS LOS ACABADOS, ESPECIFICACIONES Y DETALLES SEÑALADOS EN ESTE PLANO DEBERÁN EJECUTARSE DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES CORRESPONDIENTES.

ESTE TRABAJO, ASÍ COMO SU CONTENIDO SON PROPIEDAD DE JSa POR LO QUE NO PODRÁ COPIARSE O REPRODUCIRSE TOTAL O PARCIALMENTE PARA OTROS PROPOSITOS QUE EL PERMITIDO ESPECIFICAMENTE POR EL DUEÑO.

PROPIETARIO:

PROYECTO: **FABIAN BERNAL OROZCO BARRERA**

UBICACIÓN: **SAN CRISTOBAL DE LAS CASAS CHIAPAS, BARRIO LA ISLA**

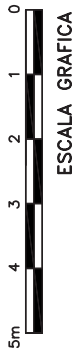
PLANO DE: **AULA DINAMICA**

DESCRIPCIÓN: **PLANO ARQUITECTONICO**

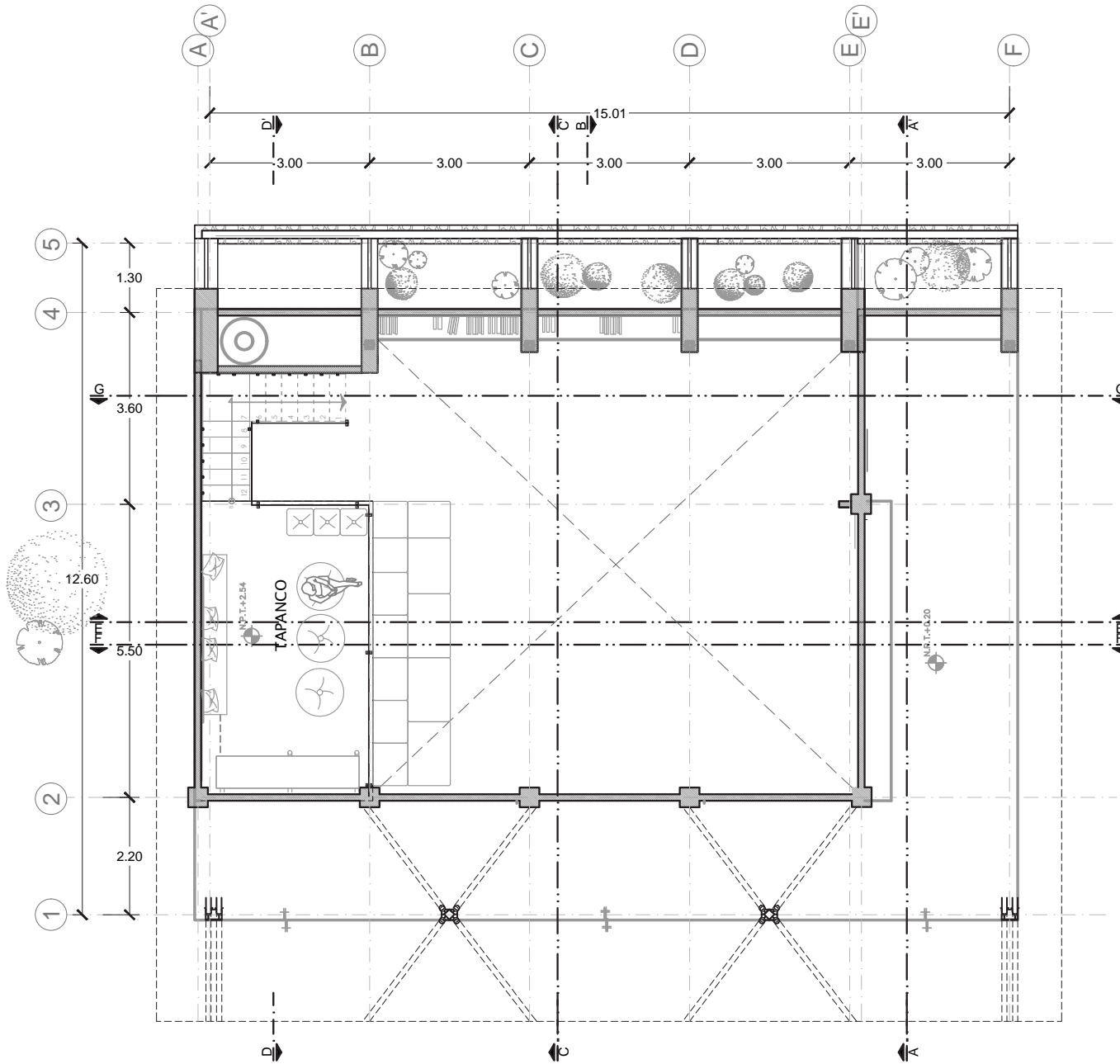
PROYECTO: **Planos Mobiliario.dwg**

FECHA: **27 junio 2017**

ARQ-01



TAPANCO



LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

ANOTACIONES

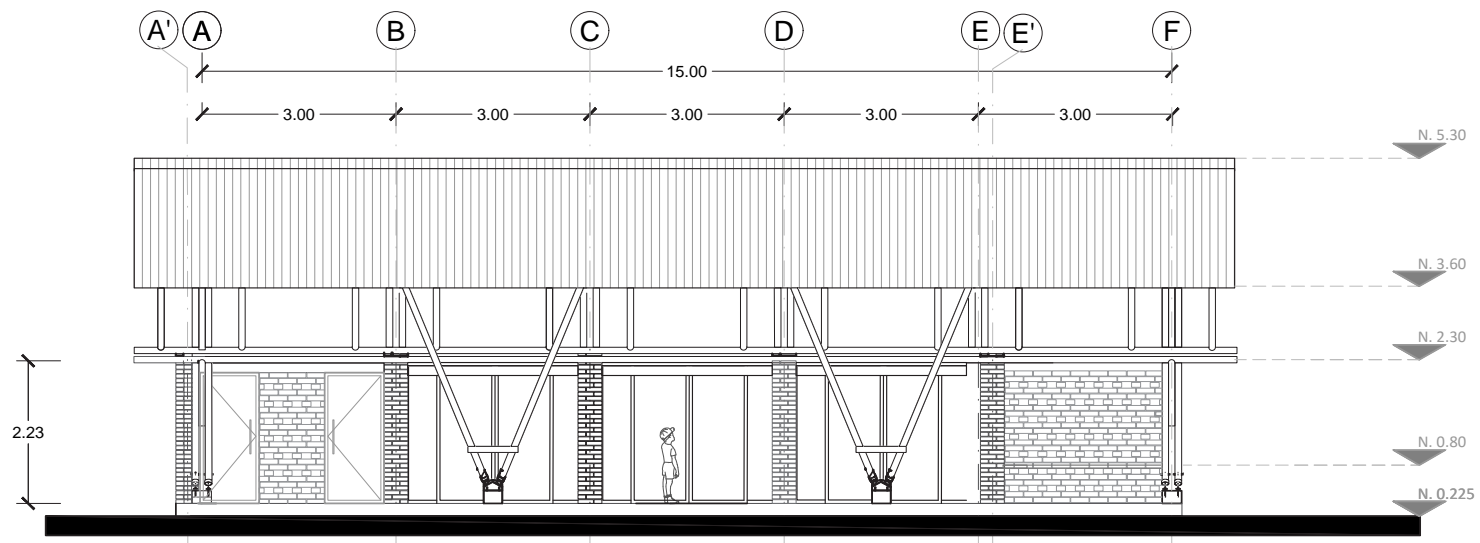
ESTE PLANO DEBERÁ SER UTILIZADO EXCLUSIVAMENTE SEGUN LO EXPRESADO EN EL NOMBRE DEL PLANO, Y RIGE SOBRE CUALQUIER OTRO REALIZADO POR EXTERNOS.

LAS DIMENSIONES Y COTAS ESCRITAS EN ESTOS DIBUJOS DEBERÁN TENER PRECEDENCIA SOBRE LA ESCALA.

- NIVELES EN METROS REFERIDOS AL BANCO DE NIVEL +0.00
- NO SE MEDIRAN COTAS A ESCALA DE ESTE PLANO
- LAS COTAS SON A PAÑOS DE ACABADOS (VER DETALLES DE ALBAÑILERÍA)
- ESTE PLANO DEBERÁ VERIFICARSE CON LOS CORRESPONDIENTES DE ESTRUCTURA E INSTALACIONES, CUALQUIER DISCREPANCIA DEBERÁ CONSULTARSE CON EL PROYECTISTA.
- EL CONTRATISTA RECTIFICARÁ EN EL LUGAR DE LA OBRA LAS DIMENSIONES Y NIVELES INDICADOS EN ESTE PLANO, ANTES DE EJECUTAR CUALQUIER TRABAJO, DEBIENDO SOMETER A LA DIRECCIÓN DE LA OBRA CUALQUIER DIFERENCIA QUE HUBIESE, ASI COMO LA INTERPRETACIÓN QUE DE EL PROPIO CONTRATISTA A ESTE DIBUJO.
- TODOS LOS ACABADOS, ESPECIFICACIONES Y DETALLES SEÑALADOS EN ESTE PLANO DEBERÁN EJECUTARSE DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES CORRESPONDIENTES.
- ESTE TRABAJO, ASI COMO SU CONTENIDO SON PROPIEDAD DE JSa POR LO QUE NO PODRÁ COPIARSE O REPRODUCIRSE TOTAL O PARCIALMENTE PARA OTROS PROPOSITOS QUE EL PERMITIDO ESPECIFICAMENTE POR EL DUEÑO.

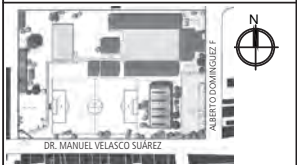


PROPIETARIO	
PROYECTO	FABIAN BERNAL OROZCO BARRERA
UBICACIÓN	SAN CRISTOBAL DE LAS CASAS CHIAPAS, BARRIO LA ISLA
PLANO DE	AULA DINAMICA
DESCRIPCIÓN	PLANO ARQUITECTONICO
MEMBRADO	Planos Mobiliario.dwg
FECHA	27 junio 2017
ESCALA	ARQ-02

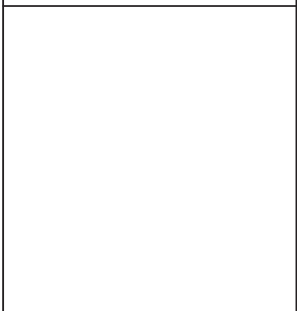


Fachada sur 1:75

LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA



ANOTACIONES

ESTE PLANO DEBERÁ SER UTILIZADO EXCLUSIVAMENTE SEGÚN LO EXPRESADO EN EL NOMBRE DEL PLANO, Y RIGE SOBRE CUALQUIER OTRO REALIZADO POR EXTERNOS.

LAS DIMENSIONES Y COTAS ESCRITAS EN ESTOS DIBUJOS DEBERÁN TENER PRECEDENCIA SOBRE LA ESCALA.

- NIVELES EN METROS REFERIDOS AL BANCO DE NIVEL +0.00
- NO SE MEDIRÁN COTAS A ESCALA DE ESTE PLANO
- LAS COTAS SON A PAÑOS DE ACABADOS (VER DETALLES DE ALBANILERÍA)

- ESTE PLANO DEBERÁ VERIFICARSE CON LOS CORRESPONDIENTES DE ESTRUCTURA E INSTALACIONES. CUALQUIER DISCREPANCIA DEBERÁ CONSULTARSE CON EL PROYECTISTA.

- EL CONTRATISTA RECTIFICARÁ EN EL LUGAR DE LA OBRA LAS DIMENSIONES Y NIVELES INDICADOS EN ESTE PLANO, ANTES DE EJECUTAR CUALQUIER TRABAJO, DEBIENDO SOMETER A LA DIRECCIÓN DE LA OBRA CUALQUIER DIFERENCIA QUE HUBIESE, ASÍ COMO LA INTERPRETACIÓN QUE DE EL PROPIO CONTRATISTA A ESTE DIBUJO.

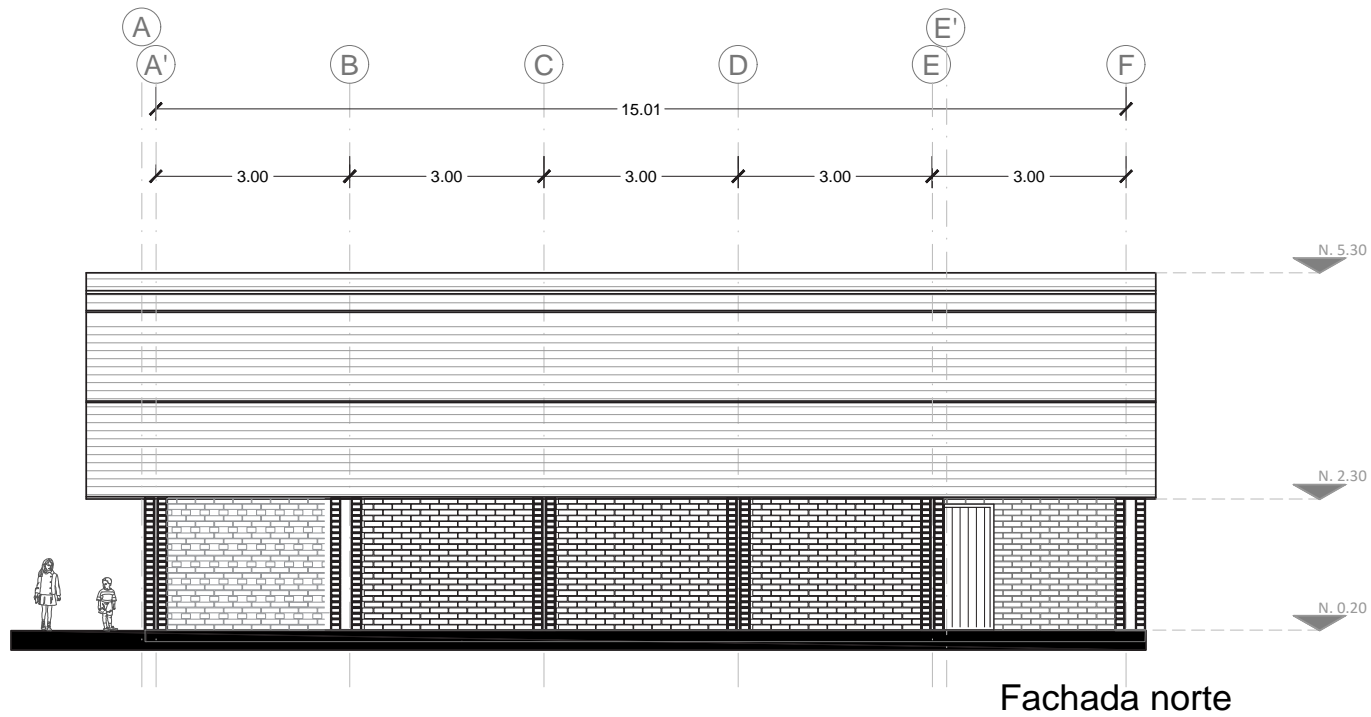
- TODOS LOS ACABADOS, ESPECIFICACIONES Y DETALLES SEÑALADOS EN ESTE PLANO DEBERÁN EJECUTARSE DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES CORRESPONDIENTES.

- ESTE TRABAJO, ASÍ COMO SU CONTENIDO SON PROPIEDAD DE JSA POR LO QUE NO PODRÁ COPIARSE O REPRODUCirse TOTAL O PARCIALMENTE PARA OTROS PROPOSITOS QUE EL PERMITIDO ESPECIFICAMENTE POR EL DUEÑO.

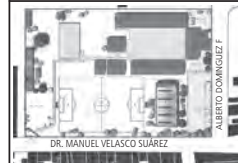


PROPIETARIO:	FES Acatlán
PROYECTO:	FABIAN BERNAL OROZCO BARRERA
UBICACIÓN:	SAN CRISTOBAL DE LAS CASAS CHIAPAS, BARRIO LA ISLA
PLANO DE:	AULA DINAMICA
DESCRIPCIÓN:	PLANO ARQUITECTONICO
ARCHIVO:	CLAVE:
Planos Aula Dinamica ARQ-01.dwg	
REGISTRACIÓN:	FECHA:
EN MTS.	27 Junio 2017
ESCALA:	1:50

ARQ-03



LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

ANOTACIONES

ESTE PLANO DEBERÁ SER UTILIZADO EXCLUSIVAMENTE SEGUN LO EXPRESADO EN EL NOMBRE DEL PLANO, Y RIGE SOBRE CUALQUIER OTRO REALIZADO POR EXTERNOS.

LAS DIMENSIONES Y COTAS ESCRITAS EN ESTOS DIBUJOS DEBERÁN TENER PRECEDENCIA SOBRE LA ESCALA.

- NIVELES EN METROS REFERIDOS AL BANCO DE NIVEL +0.00  
 - NO SE MEDIRAN COTAS A ESCALA DE ESTE PLANO  
 - LAS COTAS SON A PAÑOS DE ACABADOS (VER DETALLES DE ALBANILERÍA)

- ESTE PLANO DEBERA VERIFICARSE CON LOS CORRESPONDIENTES DE ESTRUCTURA E INSTALACIONES, CUALQUIER DISCREPANCIA DEBERA CONSULTARSE CON EL PROYECTISTA.

- EL CONTRATISTA RECTIFICARA EN EL LUGAR DE LA OBRA LAS DIMENSIONES Y NIVELES INDICADOS EN ESTE PLANO, ANTES DE EJECUTAR CUALQUIER TRABAJO, DEBIENDO SOMETER A LA DIRECCION DE LA OBRA CUALQUIER DIFERENCIA QUE HUBIESE, ASI COMO LA INTERPRETACION QUE DE EL PROPIO CONTRATISTA A ESTE DIBUJO.

- TODOS LOS ACABADOS, ESPECIFICACIONES Y DETALLES SEÑALADOS EN ESTE PLANO DEBERAN EJECUTARSE DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES CORRESPONDIENTES.

- ESTE TRABAJO, ASI COMO SU CONTENIDO SON PROPIEDAD DE JSa POR LO QUE NO PODRÁ COPIARSE O REPRODUCIRSE TOTAL O PARCIALMENTE PARA OTROS PROPOSITOS QUE EL PERMITIDO ESPECIFICAMENTE POR EL DUEÑO.





PROPIETARIO: \_\_\_\_\_

PROYECTO: **FABIAN BERNAL OROZCO BARRERA**

UBICACION: **SAN CRISTOBAL DE LAS CASAS CHIAPAS, BARRIO LA ISLA**

PLANO DE: **AULA DINAMICA**

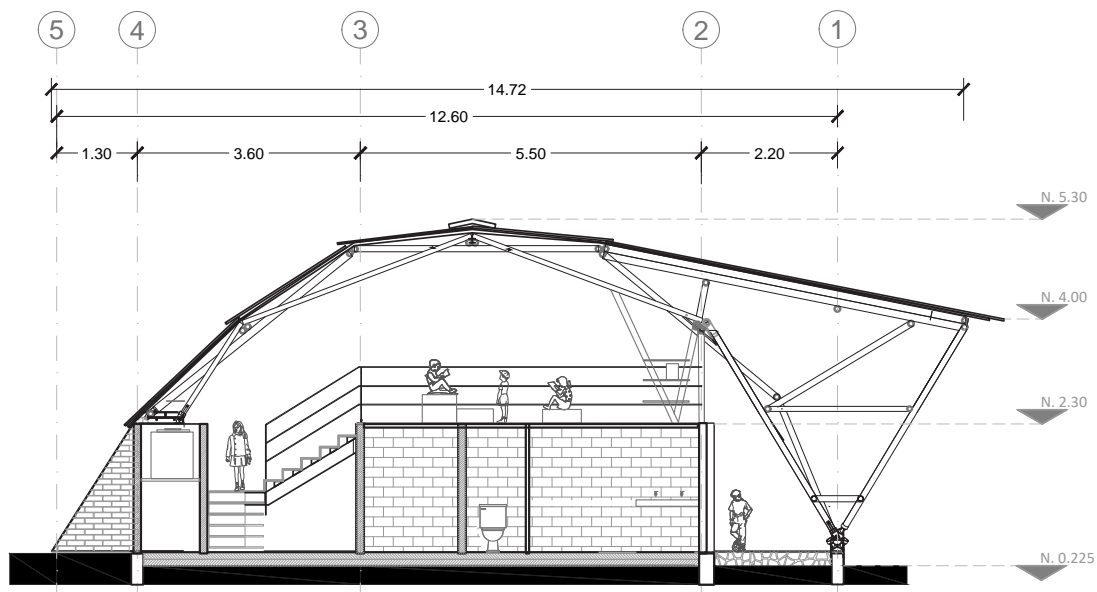
DESCRIPCION: **PLANO ARQUITECTONICO**

ARCHIVO: \_\_\_\_\_

PLANOS: **Planos Aula Dinamica ARQ-01.dwg**

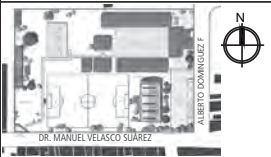
ASISTENTE: **EN MTS.** FECHA: **27 junio 2017** ESCALA: **1:50**

ARQ-02



Corte D - D'

LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

ANOTACIONES

- ESTE PLANO DEBERÁ SER UTILIZADO EXCLUSIVAMENTE SEGUN LO EXPRESADO EN EL NOMBRE DEL PLANO, Y RIGE SOBRE CUALQUIER OTRO REALIZADO POR EXTERNOS.
- LAS DIMENSIONES Y COTAS ESCRITAS EN ESTOS DIBUJOS DEBERAN TENER PRECEDENCIA SOBRE LA ESCALA.
- NIVELES EN METROS REFERIDOS AL BANCO DE NIVEL +0.00
- NO SE MEDIRAN COTAS A ESCALA DE ESTE PLANO
- LAS COTAS SON A PAÑOS DE ACABADOS (VER DETALLES DE ALBANILERIA)
- ESTE PLANO DEBERA VERIFICARSE CON LOS CORRESPONDIENTES DE ESTRUCTURA E INSTALACIONES, CUALQUIER DISCREPANCIA DEBERA CONSULTARSE CON EL PROYECTISTA.
- EL CONTRATISTA RECTIFICARA EN EL LUGAR DE LA OBRA LAS DIMENSIONES Y NIVELES INDICADOS EN ESTE PLANO, ANTES DE EJECUTAR CUALQUIER TRABAJO, DEBIENDO SOMETER A LA DIRECCION DE LA OBRA CUALQUIER DIFERENCIA QUE HUBIESE, ASI COMO LA INTERPRETACION QUE DE EL PROPIO CONTRATISTA A ESTE DIBUJO.
- TODOS LOS ACABADOS, ESPECIFICACIONES Y DETALLES SEÑALADOS EN ESTE PLANO DEBERAN EJECUTARSE DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES CORRESPONDIENTES.
- ESTE TRABAJO, ASI COMO SU CONTENIDO SON PROPIEDAD DE JSA POR LO QUE NO PODRÁ COPIARSE O REPRODUCIRSE TOTAL O PARCIALMENTE PARA OTROS PROPOSITOS QUE EL PERMITIDO ESPECIFICAMENTE POR EL DUEÑO.

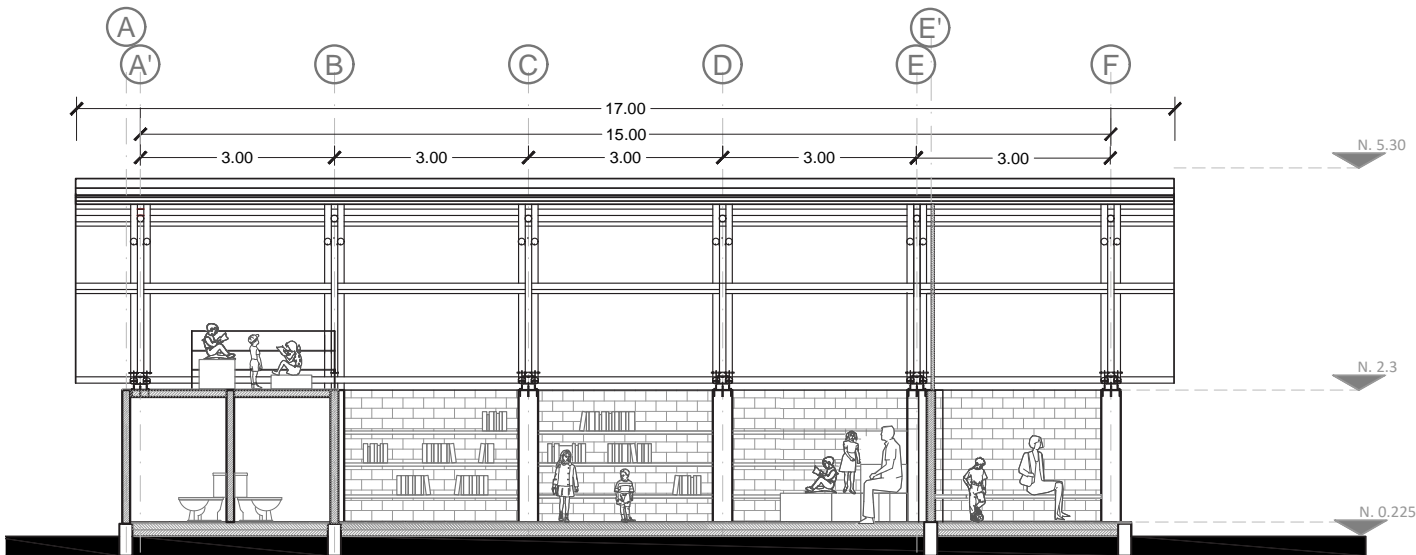




PROPIETARIO:  
 PROYECTISTA:  
**FABIAN BERNAL OROZCO BARRERA**  
 UBICACIÓN:  
 SAN CRISTOBAL DE LAS CASAS CHIAPAS, BARRIO LA ISLA  
 PLANO DE:  
 AULA DINAMICA  
 DESCRIPCIÓN:  
 PLANO ARQUITECTONICO  
 Nombre:  
**Planos Aula Dinamica ARQ-01.dwg**  
 Fecha:  
**EN MTS. 27 junio 2017**  
 Escala:  
**1:50**

ARQ-02





Corte E - E'

LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

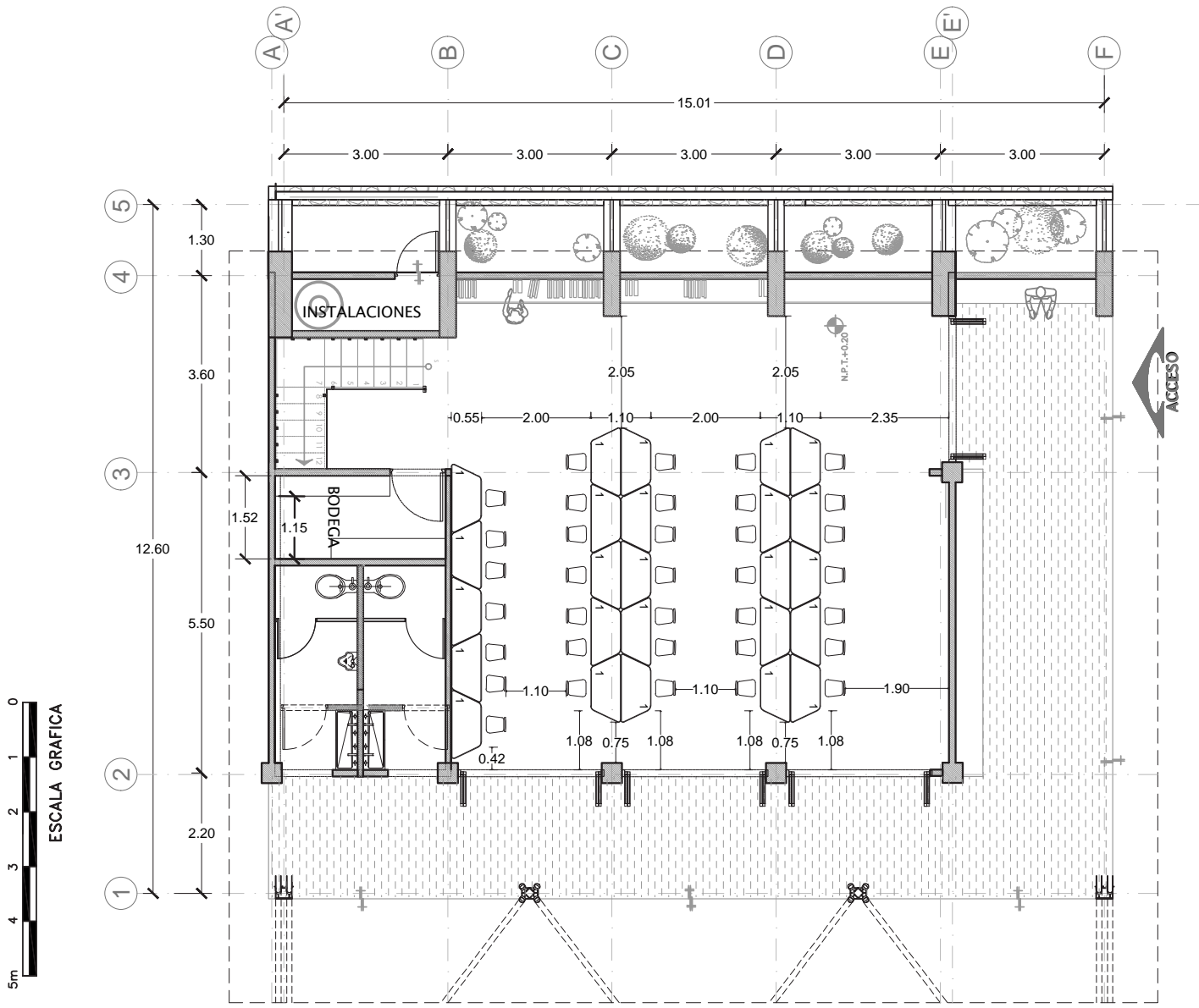
ANOTACIONES

- ESTE PLANO DEBERÁ SER UTILIZADO EXCLUSIVAMENTE SEGÚN LO EXPRESADO EN EL NOMBRE DEL PLANO, Y RIGE SOBRE CUALQUIER OTRO REALIZADO POR EXTERNOS.
- LAS DIMENSIONES Y COTAS ESCRITAS EN ESTOS DIBUJOS DEBERÁN TENER PRECEDENCIA SOBRE LA ESCALA.
- NIVELES EN METROS REFERIDOS AL BANCO DE NIVEL +0.00.
- NO SE MEDIRÁN COTAS A ESCALA DE ESTE PLANO
- LAS COTAS SON A PAÑOS DE ACABADOS (VER DETALLES DE ALBAÑILERÍA)
- ESTE PLANO DEBERÁ VERIFICARSE CON LOS CORRESPONDIENTES DE ESTRUCTURA E INSTALACIONES, CUALQUIER DISCREPANCIA DEBERÁ CONSULTARSE CON EL PROYECTISTA.
- EL CONTRATISTA RECTIFICARÁ EN EL LUGAR DE LA OBRA LAS DIMENSIONES Y NIVELES INDICADOS EN ESTE PLANO, ANTES DE EJECUTAR CUALQUIER TRABAJO, DEBIENDO SOMETER A LA DIRECCIÓN DE LA OBRA CUALQUIER DIFERENCIA QUE HUBIERE, ASÍ COMO LA INTERPRETACIÓN QUE DE EL PROPIO CONTRATISTA A ESTE DIBUJO.
- TODOS LOS ACABADOS, ESPECIFICACIONES Y DETALLES SEÑALADOS EN ESTE PLANO DEBERÁN EJECUTARSE DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES CORRESPONDIENTES.
- ESTE TRABAJO, ASÍ COMO SU CONTENIDO SON PROPIEDAD DE JSA POR LO QUE NO PODRÁ COPIARSE O REPRODUCIRSE TOTAL O PARCIALMENTE PARA OTROS PROPOSITOS QUE EL PERMITIDO ESPECIFICAMENTE POR EL DUEÑO.



PROPIETARIO:	
PROYECTO:	FABIAN BERNAL OROZCO BARRERA
UBICACIÓN:	SAN CRISTOBAL DE LAS CASAS CHIAPAS, BARRIO LA ISLA
PLANO DE:	AULA DINAMICA
DESCRIPCIÓN:	PLANO DE MOBILIARIO
PROYECTO:	PLANOS Aula Dinamica ARQ-01.dwg
ACTUACIÓN:	EN MTS. 27 Junio 2017
ESCALA:	1:75

ARQ-01



**LOCALIZACIÓN**

DR. MANUEL VELASCO SUÁREZ

**SIMBOLOGÍA**

**ANOTACIONES**

ESTE PLANO DEBERÁ SER UTILIZADO EXCLUSIVAMENTE SEGÚN LO EXPRESADO EN EL NOMBRE DEL PLANO, Y RIGE SOBRE CUALQUIER OTRO REALIZADO POR EXTERNOS.

LAS DIMENSIONES Y COTAS ESCRITAS EN ESTOS DIBUJOS DEBERÁN TENER PRECEDENCIA SOBRE LA ESCALA.

**NOTAS GENERALES: MOBILIARIO**

- NIVELES EN METROS REFERIDOS AL BANDO DE NIVEL +0.00
- NO SE MIEDIRAN COTAS A ESCALA DE ESTE PLANO
- LAS COTAS SON A PANGOS DE ACABADOS (VER DETALLES DE ALBANILERIA)
- ESTE PLANO DEBERÁ VERIFICARSE CON LOS CORRESPONDIENTES DE ESTRUCTURA E INSTALACIONES
- CUALQUIER DISCREPANCIA DEBERÁ CONSULTARSE CON EL PROYECTISTA
- EL CONTRATISTA RECTIFICARÁ EN EL LUGAR DE LA OBRA LAS DIMENSIONES Y NIVELES INDICADOS EN ESTE PLANO ANTES DE EJECUTAR CUALQUIER TRABAJO, DEBIENDO SOMETER A LA DIRECCIÓN DE LA OBRA
- CUALQUIER DIFERENCIAL QUE HUBIERE, ASÍ COMO LA INTERPRETACIÓN QUE DE EL PROPIO CONTRATISTA A ESTE DIBUJO
- TODOS LOS ACABADOS, ESPECIFICACIONES Y DETALLES SEÑALADOS EN ESTE PLANO DEBERÁN EJECUTARSE DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES CORRESPONDIENTES
- ESTE TRABAJO, ASÍ COMO SU CONTENIDO SON PROPIEDAD DE USA POR LO QUE NO PODRÁ COPYARSE O REPRODUCIRSE TOTAL O PARCIALMENTE PARA OTROS PROPOSITOS QUE EL PERMITIDO ESPECIFICAMENTE POR EL DUEÑO.

PROYECTADO POR: **FABIAN BERNAL OROZCO BARRERA**

PROYECTO: **FABIAN BERNAL OROZCO BARRERA**

UBICACIÓN: **SAN CRISTOBAL DE LAS CASAS CHAPAS, BARRIO LA ISLA**

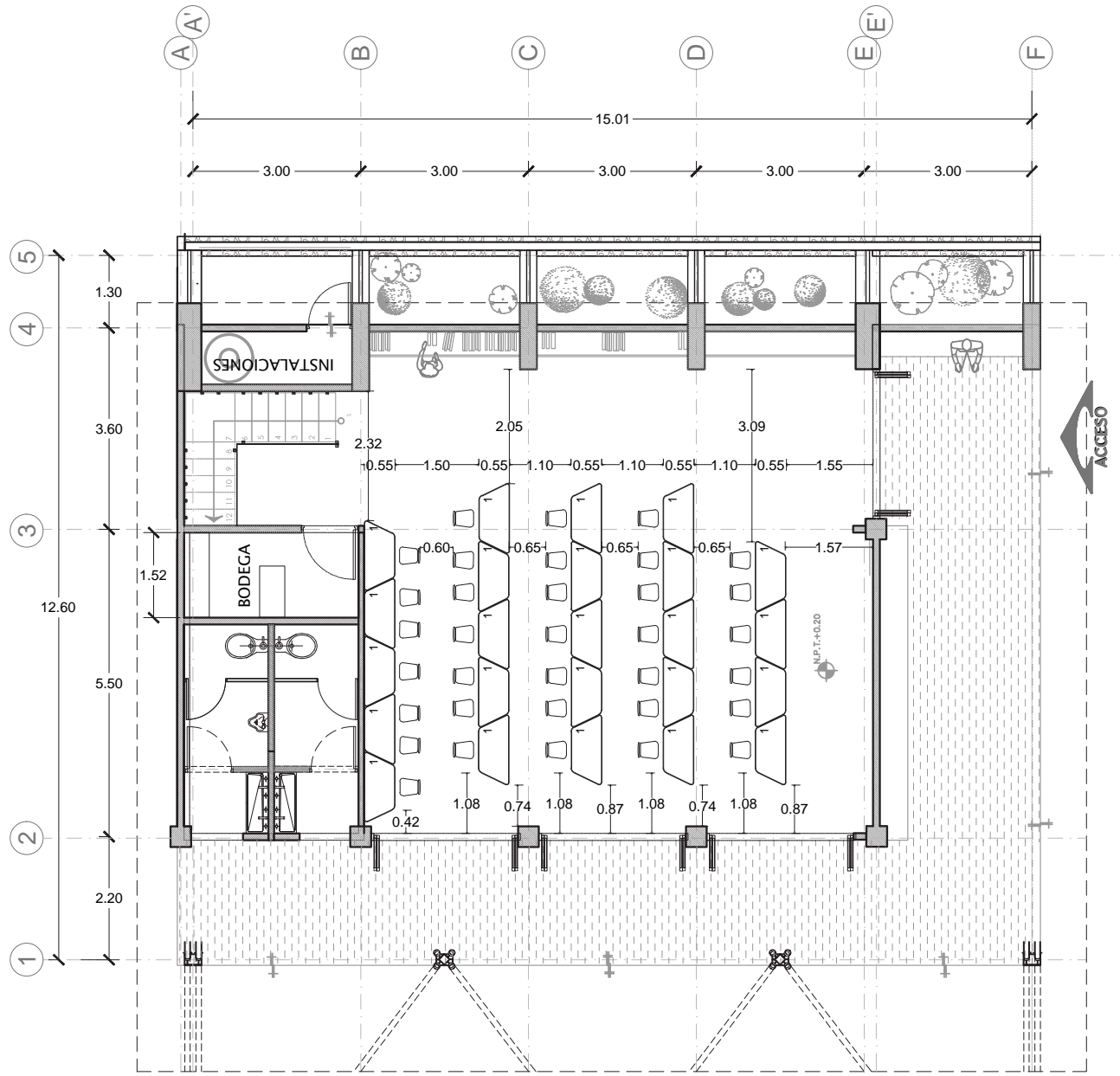
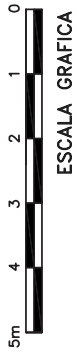
PLANO DE: **AULA DINAMICA**

DESCRIPCIÓN: **PLANO DE MOBILIARIO**

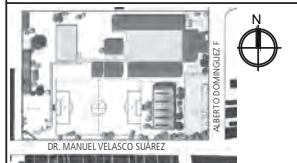
PROYECTO: **Planos Aula Dinamica MOB-01.dwg**

ACERCA DE: **EN MTS.** FECHA: **27 Junio 2017**

MOB-01



LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

ANOTACIONES

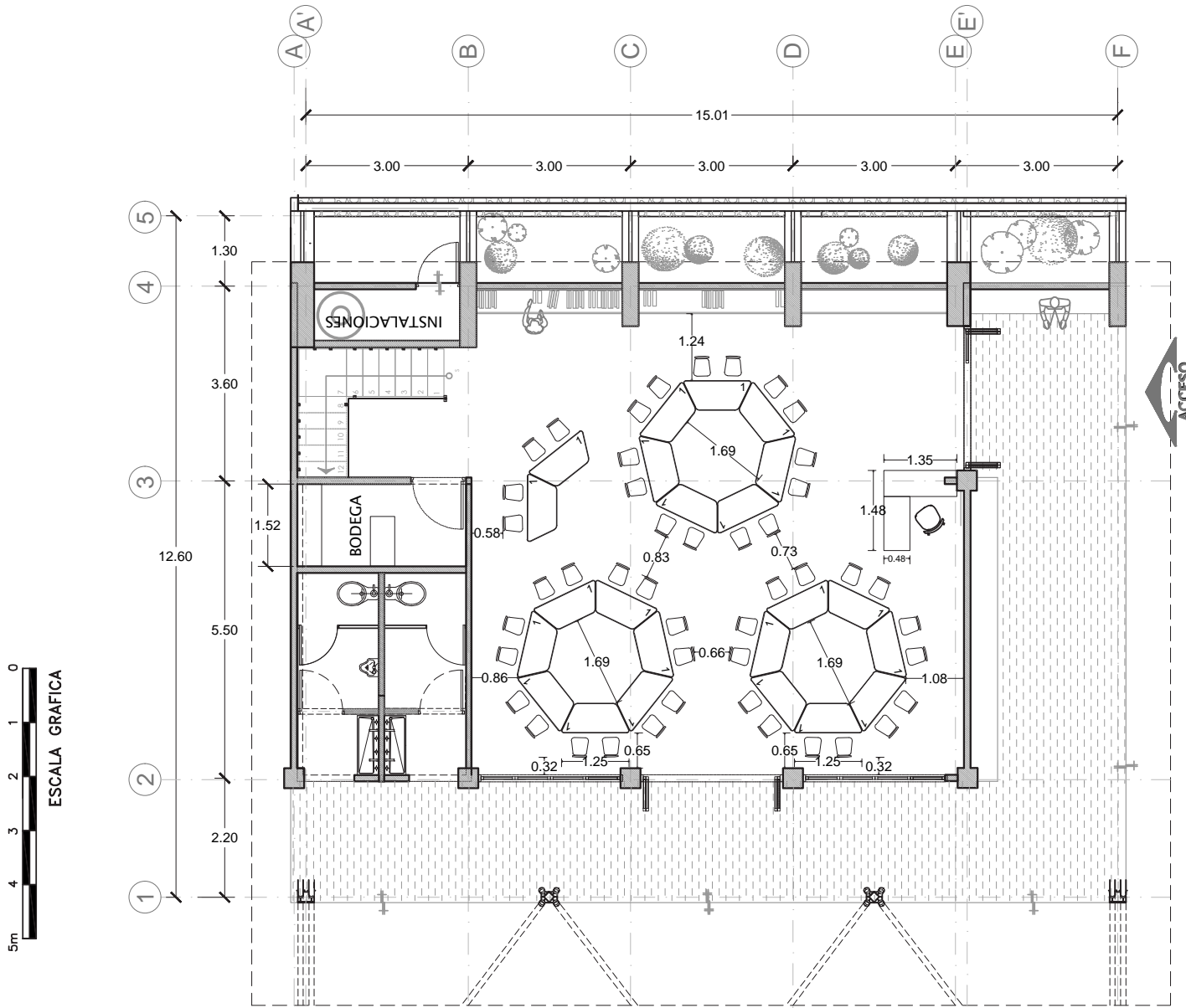
ESTE PLANO DEBERÁ SER UTILIZADO EXCLUSIVAMENTE SEGÚN LO EXPRESADO EN EL NOMBRE DEL PLANO, Y RIGE SOBRE CUALQUIER OTRO REALIZADO POR EXTERNOS. LAS DIMENSIONES Y COTAS ESCRITAS EN ESTOS DIBUJOS DEBERÁN TENER PRECEDENCIA SOBRE LA ESCALA.

NOTAS GENERALES: MOBILIARIO

- NIVELES EN METROS REFERIDOS AL BANCO DE NIVEL +0.00  
- NO SE MEDIRÁN COTAS A ESCALA DE ESTE PLANO  
- LAS COTAS SON A PAÑOS DE ACABADOS (VER DETALLES DE ALBAÑILERÍA)  
- ESTE PLANO DEBERÁ VERIFICARSE CON LOS CORRESPONDIENTES DE ESTRUCTURA E INSTALACIONES.  
- CUALQUIER DIFERENCIA DEBERÁ CONSULTARSE CON EL PROYECTISTA. EL CONTRATISTA RECTIFICARÁ EN EL LUGAR DE LA OBRA LAS DIMENSIONES Y NIVELES INDICADOS EN ESTE PLANO, ANTES DE EJECUTAR CUALQUIER TRABAJO, DEBIENDO SOMETER A LA DIRECCIÓN DE LA OBRA CUALQUIER DIFERENCIA QUE HUBIERE, ASÍ COMO LA INTERPRETACIÓN QUE DE EL PROPIO CONTRATISTA.  
- ESTE DIBUJO...  
- TODOS LOS ACABADOS, ESPECIFICACIONES Y DETALLES SEÑALADOS EN ESTE PLANO DEBERÁN EJECUTARSE DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES CORRESPONDIENTES.  
- ESTE TRABAJO, ASÍ COMO SU CONTENIDO SON PROPIEDAD DE JSA POR LO QUE NO PODRÁ COPYARSE O REPRODUCIRSE TOTAL O PARCIALMENTE PARA OTROS PROPOSITOS QUE EL RESULTO ESPECÍFICAMENTE POR EL DUEÑO.



PROYECTADO:	
PROYECTO:	FABIAN BERNAL OROZCO BARRERA
UBICACIÓN:	SAN CRISTOBAL DE LAS CASAS CHIAPAS, BARRIO LA ISLA
PLANO DE:	AULA DINAMICA
DESCRIPCIÓN:	PLANO DE MOBILIARIO
ARCHIVO:	PLANOS Aula Dinamica MOB-01.dwg
ACOTACIÓN:	FECHA: 27 junio 2017
ESCALA:	MOB-02



LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

ANOTACIONES

ESTE PLANO DEBERÁ SER UTILIZADO EXCLUSIVAMENTE SEGÚN LO EXPRESADO EN EL NOMBRE DEL PLANO, Y RIGE SOBRE CUALQUIER OTRO REALIZADO POR EXTERNOS.

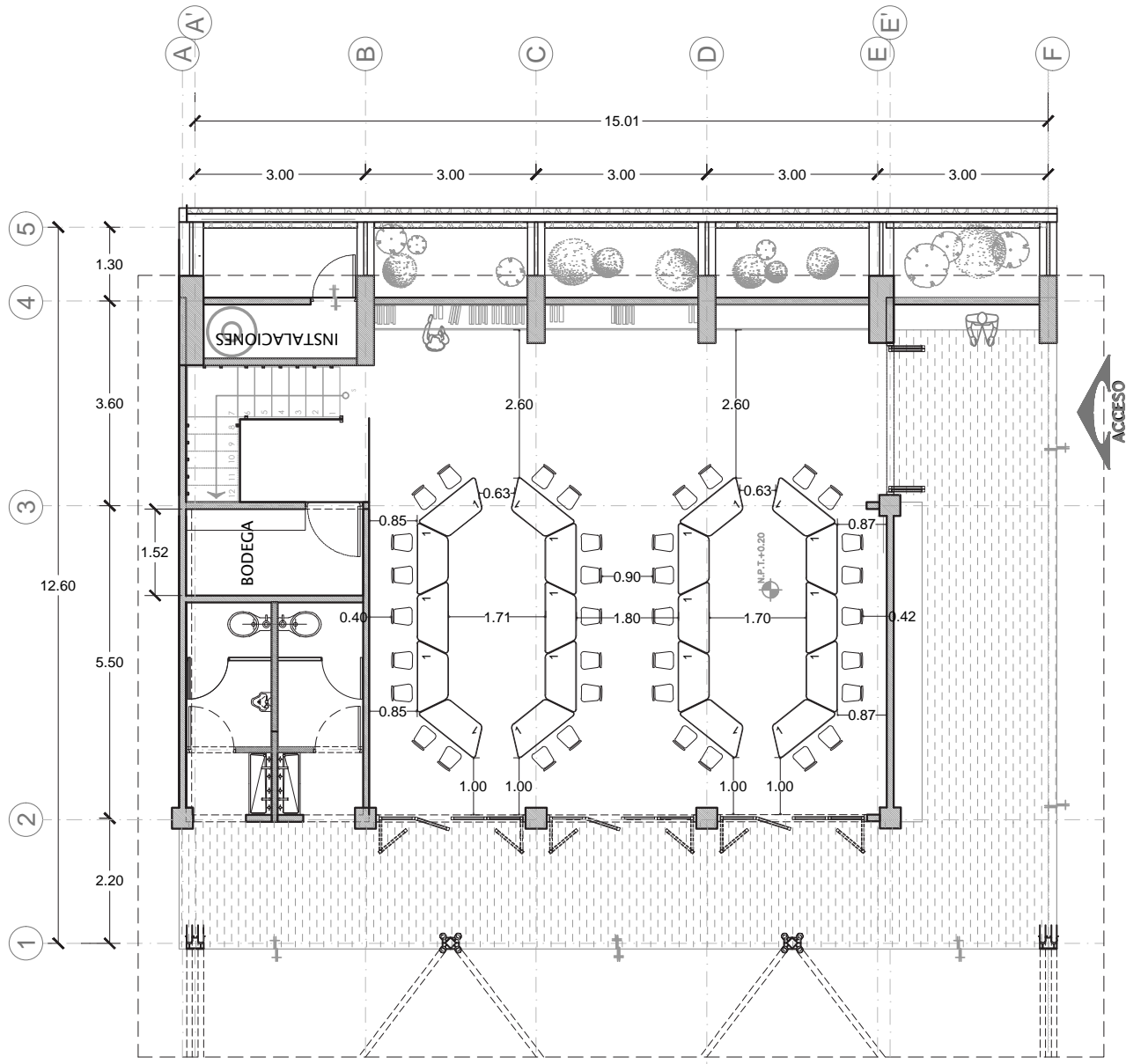
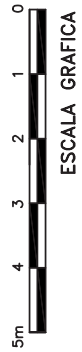
LAS DIMENSIONES Y COTAS ESCRITAS EN ESTOS DIBUJOS DEBERÁN TENER PRECEDENCIA SOBRE LA ESCALA.

NOTAS GENERALES: MOBILIARIO

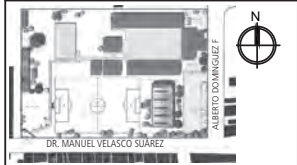
- NIVELES EN METROS REFERIDOS AL BANCO DE NIVEL +0.00
- NO SE MEDIRÁN COTAS A ESCALA DE ESTE PLANO
- LAS COTAS SON A PAREDES DE ACABADOS (VER DETALLES DE ALBANELERÍA)
- ESTE PLANO DEBERÁ VERIFICARSE CON LOS CORRESPONDIENTES DE ESTRUCTURA E INSTALACIONES.
- CUALQUIER DISCREPANCIA DEBERÁ CONSULTARSE CON EL PROYECTISTA.
- EL CONTRATO RESTRICTIVO EN EL LUGAR DE LA OBRA LAS DIMENSIONES Y NIVELES INDICADOS EN ESTE PLANO, ANTES DE EJECUTAR CUALQUIER TRABAJO, DEBIENDO SOMETERSE A LA DECISIÓN DE LA OBRA.
- CUALQUIER DIFERENCIA QUE HUBIERE, ASÍ COMO LA INTERPRETACIÓN QUE DE EL PROPIO CONTRATISTA A ESTE DIBUJO.
- TODOS LOS ACABADOS, ESPECIFICACIONES Y DETALLES SEÑALADOS EN ESTE PLANO DEBERÁN EJECUTARSE DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES CORRESPONDIENTES.
- ESTE TRABAJO, ASÍ COMO SU CONTENIDO SON PROPIEDAD DE JSA POR LO QUE NO PODRÁ COPIARSE O REPRODUCIRSE TOTAL O PARCIALMENTE PARA OTROS PROPOSITOS QUE EL PERMITIDO ESPECIFICAMENTE POR EL DUEÑO.



PROPIETARIO: \_\_\_\_\_  
 PROYECTO: **FABIAN BERNAL OROZCO BARRERA**  
 UBICACIÓN: **SAN CRISTOBAL DE LAS CASAS CHIAPAS, BARRIO LA ISLA**  
 PLANEACIÓN: **AULA DINAMICA**  
 DESCRIPCIÓN: **PLANO DE MOBILIARIO**  
 NOMBRE: **Planos Aula Dinámica MOB-01.dwg** CLAVE: **MOB-03**  
 ADOPTACIÓN: **EN MTS.** FECHA: **27 Junio 2017**  
 ESCALA: \_\_\_\_\_



LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

Blank area for the symbol legend.

ANOTACIONES

ESTE PLANO DEBERÁ SER UTILIZADO EXCLUSIVAMENTE SEGUN LO EXPRESADO EN EL NOMBRE DEL PLANO, Y RIGE SOBRE CUALQUIER OTRO REALIZADO POR EXTERNOS.

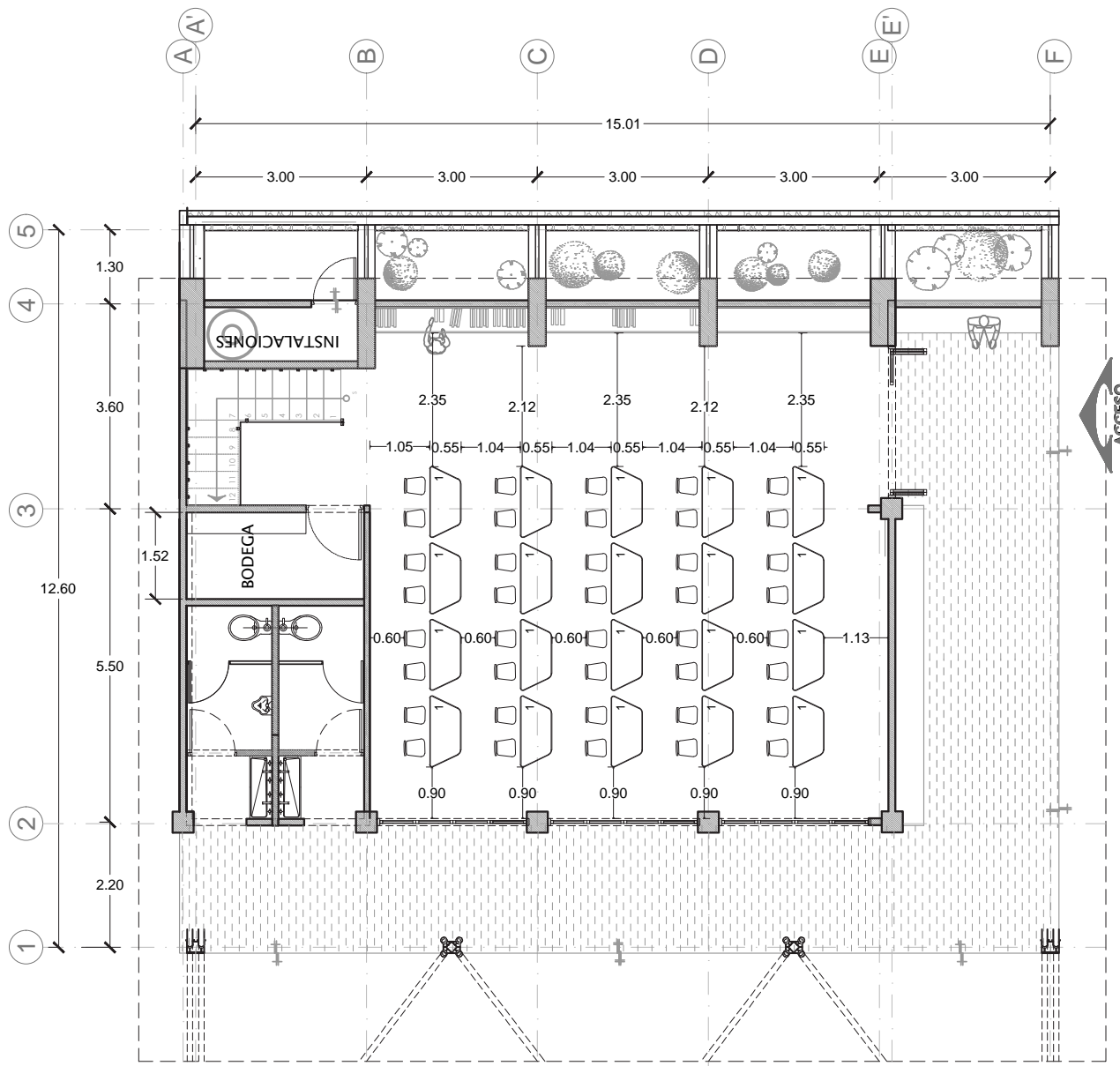
LAS DIMENSIONES Y COTAS ESCRITAS EN ESTOS DIBUJOS DEBERÁN TENER PRECEDENCIA SOBRE LA ESCALA.

NOTAS GENERALES: MOBILIARIO

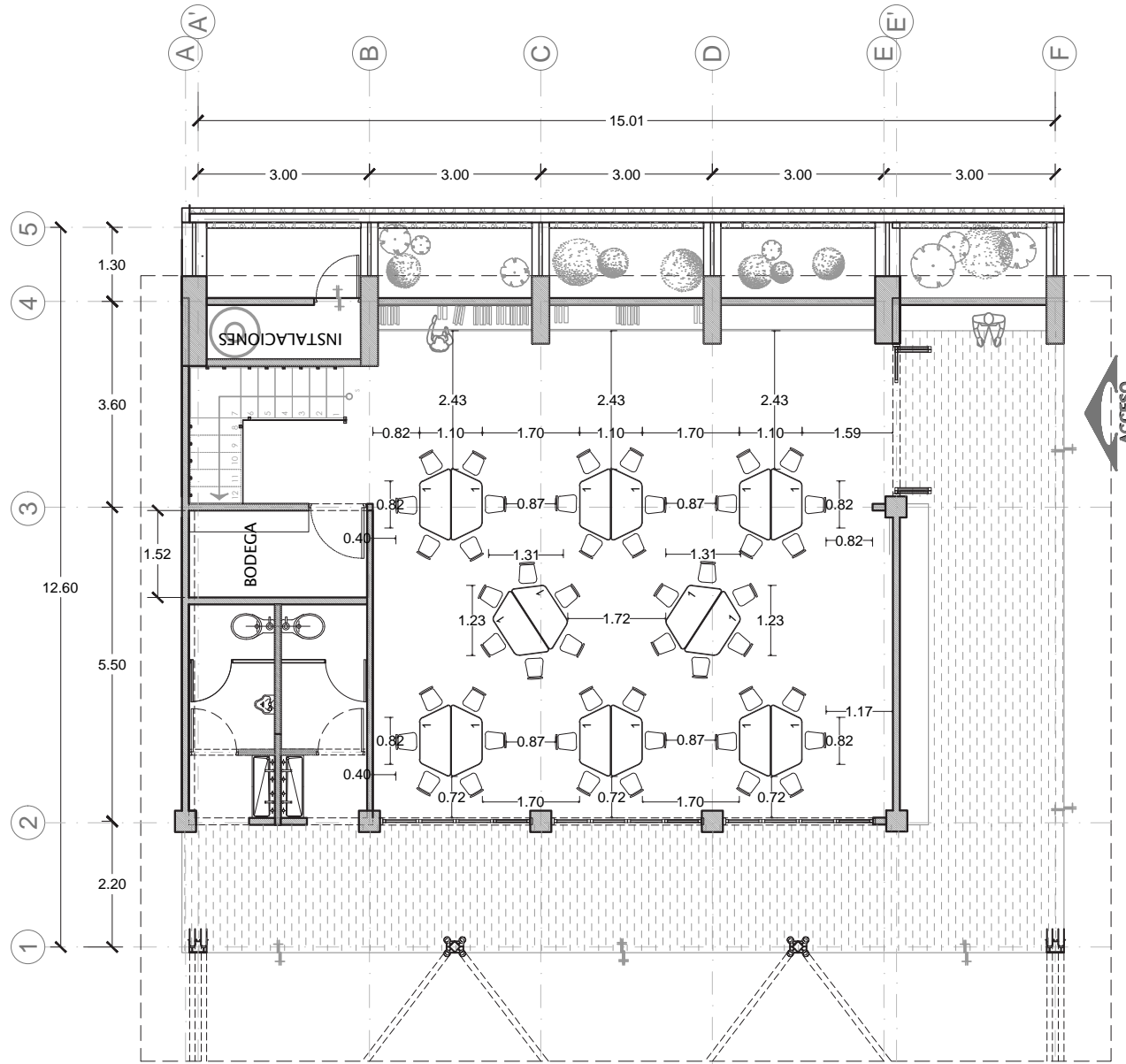
- NIVELES EN METROS REFERIDOS AL BANCO DE NIVEL +0.00
- NO SE MEDIRAN COTAS A ESCALA DE ESTE PLANO
- LAS COTAS SON A PAÑOS DE ACABADOS (VER DETALLES DE ALBAÑILERIA)
- ESTE PLANO DEBERÁ VERIFICARSE CON LOS CORRESPONDIENTES DE ESTRUCTURA E INSTALACIONES.
- CUALQUIER DISCREPANCIA DEBERÁ CONSULTARSE CON EL PROYECTISTA.
- EL CONTRATISTA RECTIFICARÁ EN EL LUGAR DE LA OBRA LAS DIMENSIONES Y NIVELES INDICADOS EN ESTE PLANO, ANTES DE EJECUTAR CUALQUIER TRABAJO, DEBIENDO SOMETER A LA DIRECCIÓN DE LA OBRA CUALQUIER DIFERENCIA QUE HUBIERE, ASÍ COMO LA INTERPRETACIÓN QUE DE EL PROPIO CONTRATISTA A ESTE DIBUJO.
- TODOS LOS ACABADOS, ESPECIFICACIONES Y DETALLES SEÑALADOS EN ESTE PLANO DEBERÁN EJECUTARSE DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES CORRESPONDIENTES.
- ESTE TRABAJO, ASÍ COMO SU CONTENIDO SON PROPIEDAD DE ISSI POR LO QUE NO PODRÁ COPIARSE O REPRODUCIRSE TOTAL O PARCIALMENTE PARA OTROS PROPOSITOS QUE EL PERMITIDO ESPECIFICAMENTE POR EL QUEBRO.



PROPIETARIO:	
PROYECTO:	FABIAN BERNAL OROZCO BARRERA
UBICACIÓN:	SAN CRISTOBAL DE LAS CASAS CHIAPAS, BARRIO LA ISLA
PLANO DE:	AULA DINAMICA
DESCRIPCIÓN:	PLANO DE MOBILIARIO
PROYECTO:	Planos Aula Dinamica MOB-01.dwg
ACTUACIÓN:	EN MTS. 27 Junio 2017
SEÑALA:	MOB-04



<p><b>LOCALIZACIÓN</b></p> <p>DR. MANUEL VELASCO SUÁREZ</p>	
<p><b>SIMBOLOGÍA</b></p>	
<p><b>ANOTACIONES</b></p> <p>ESTE PLANO DEBERÁ SER UTILIZADO EXCLUSIVAMENTE SEGUN LO EXPRESADO EN EL NOMBRE DEL PLANO, Y RIGE SOBRE CUALQUIER OTRO REALIZADO POR EXTERNOS.</p> <p>LAS DIMENSIONES Y COTAS ESCRITAS EN ESTOS DIBUJOS DEBERÁN TENER PRECEDENCIA SOBRE LA ESCALA.</p> <p><b>NOTAS GENERALES: MOBILIARIO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- NIVELES EN METROS REFERIDOS AL BANCO DE NIVEL +0.00</li> <li>- NO SE MEDIRÁN COTAS A ESCALA DE ESTE PLANO</li> <li>- LAS COTAS SON A PANDOS DE ACABADOS (VER DETALLES DE ALBAÑILERÍA)</li> <li>- ESTE PLANO DEBERÁ VERIFICARSE CON LOS CORRESPONDIENTES DE ESTRUCTURA E INSTALACIONES.</li> <li>- CUALQUIER DISCREPANCIA DEBERÁ CONSULTARSE CON EL PROYECTISTA.</li> <li>- EL CONTRATISTA RECTIFICARÁ EN EL LUGAR DE LA OBRA LAS DIMENSIONES Y NIVELES INDICADOS EN ESTE PLANO, ANTES DE EJECUTAR CUALQUIER TRABAJO, DEBIENDO SOMETER A LA DIRECCIÓN DE LA OBRA CUALQUIER DIFERENCIA QUE HUBIERE, ASÍ COMO LA INTERPRETACIÓN QUE DE ESTE DIBUJO.</li> <li>- ESTOS PLANOS DEBERÁN EJECUTARSE DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES Y DETALLES SEÑALADOS EN ESTE TRABAJO, ASÍ COMO SU CONTENIDO SON PROPIEDAD DE JSA POR LO QUE NO PODRÁ COPIARSE O REPRODUCIRSE TOTAL O PARCIALMENTE PARA OTROS PROPOSITOS QUE EL PERMITIDO ESPECIFICAMENTE POR EL DUEÑO.</li> </ul>	
<p>PROYECTADO:</p> <p>PROYECTO: <b>FABIAN BERNAL OROZCO BARRERA</b></p> <p>UBICACIÓN: <b>SAN CRISTOBAL DE LAS CASAS CHIAPAS, BARRIO LA ISLA</b></p> <p>PLANO DE: <b>AULA DINAMICA</b></p> <p>DESCRIPCIÓN: <b>PLANO DE MOBILIARIO</b></p> <p>PROYECTO: <b>Planos Aula Dinamica MOB-01.dwg</b></p> <p>ACOTADO: <b>EN MTS.</b> FECHA: <b>27 Junio 2017</b></p> <p>CLAVE: <b>MOB-05</b></p>	



LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

ANOTACIONES

ESTE PLANO DEBERÁ SER UTILIZADO EXCLUSIVAMENTE SEGUN LO EXPRESADO EN EL NOMBRE DEL PLANO, Y RIGE SOBRE CUALQUIER OTRO REALIZADO POR EXTERNOS.

LAS DIMENSIONES Y COTAS ESCRITAS EN ESTOS DIBUJOS DEBERÁN TENER PRECEDENCIA SOBRE LA ESCALA.

NOTAS GENERALES: MOBILIARIO

- NIVELES EN METROS REFERIDOS AL BANCO DE NIVEL +0.00  
 - NO SE MIDIRAN COTAS A ESCALA DE ESTE PLANO.  
 - LAS COTAS SON A PAVOS DE ACABADOS (VER DETALLES DE ALBAÑILERIA)  
 - ESTE PLANO DEBERÁ VERIFICARSE CON LOS CORRESPONDIENTES DE ESTRUCTURA E INSTALACIONES.  
 - CUALQUIER DISCREPANCIA DEBERÁ CONSULTARSE CON EL PROYECTISTA.  
 - EL CONTRATISTA RECTIFICARÁ EN EL LUGAR DE LA OBRA LAS DIMENSIONES Y NIVELES INDICADOS EN ESTE PLANO, ANTES DE EJECUTAR CUALQUIER TRABAJO, DEBIENDO SOMETER A LA DECISIÓN DE LA OBRA CUALQUIER DIFERENCIA QUE HUBIERE, ASÍ COMO LA INTERPRETACIÓN QUE DE EL PROPIO CONTRATISTA A ESTE DIBUJO.  
 - TODOS LOS ACABADOS, ESPECIFICACIONES Y DETALLES SEÑALADOS EN ESTE PLANO DEBERÁN EJECUTARSE DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES CORRESPONDIENTES.  
 - ESTE TRABAJO, ASÍ COMO SU CONTENIDO SON PROPIEDAD DE JSA POR LO QUE NO PODRÁ COPARSE O REPRODUCirse TOTAL O PARCIALMENTE PARA OTROS PROPOSITOS QUE EL PERMITIDO ESPECIFICAMENTE POR EL DUEÑO.



PROPIETARIO:	
PROYECTO:	FABIAN BERNAL OROZCO BARRERA
UBICACIÓN:	SAN CRISTOBAL DE LAS CASAS CHIAPAS, BARRIO LA ISLA
PLANO DE:	AULA DINAMICA
DESCRIPCIÓN:	PLANO DE MOBILIARIO
ARCHIVO:	PLANOS Aula Dinamica MOB-01.dwg
FECHA:	27 Junio 2017
ESCALA:	EN MTS. MOB-08