

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
LICENCIATURA EN ARQUITECTURA

"Arquitectura vernácula de tapial, escuela en Sololá"

PROYECTO DE GRADO

JOAQUIN OLIVARES SUEIRAS

CARNET 12658-12

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, JUNIO DE 2018

CAMPUS CENTRAL

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
LICENCIATURA EN ARQUITECTURA

"Arquitectura vernácula de tapial, escuela en Sololá"

PROYECTO DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y DISEÑO

POR
JOAQUIN OLIVARES SUEIRAS

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE ARQUITECTO EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, JUNIO DE 2018
CAMPUS CENTRAL

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

DECANO: MGTR. CRISTIÁN AUGUSTO VELA AQUINO
VICEDECANO: MGTR. ROBERTO DE JESUS SOLARES MENDEZ
SECRETARIA: MGTR. EVA YOLANDA OSORIO SANCHEZ DE LOPEZ
DIRECTOR DE CARRERA: ARQ. MANFREDO JAVIER CORADO LÓPEZ

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

ARQ. SANTIAGO TIZON CHOCANO

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. JOSÉ DAVID HERNÁNDEZ PRERA
MGTR. MANUEL EDUARDO CHIN VALLADARES
ARQ. HORACIO ESTUARDO CIFUENTES ALONZO

Guatemala, 25 de noviembre de 2016

Señores
Consejo de Facultad
Facultad de Arquitectura y Diseño
Universidad Rafael Landívar

Honorables Miembros del Consejo:

Por medio de la presente les informo que he asesorado el Proyecto Arquitectónico de Grado realizado por la estudiante: JOAQUIN OLIVARES SUEIRAS, carnet 1265812 titulado: **"ARQUITECTURA VERNÁCULA DE TAPIAL, ESCUELA EN SOLOLÁ"**.

Dicho trabajo cumple con todos los requisitos para su presentación ante la terna evaluadora. Por lo que lo someto a su consideración para que se realicen los procedimientos administrativos y académicos correspondientes.

Sin otro particular y agradeciendo la atención a la presente, quedo de ustedes.

Atentamente,



Arq. Santiago Tizón Chocano
Catedrático Asesor



Universidad
Rafael Landívar

Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
No. 031319-2018

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Proyecto de Grado del estudiante JOAQUIN OLIVARES SUEIRAS, Carnet 12658-12 en la carrera LICENCIATURA EN ARQUITECTURA, del Campus Central, que consta en el Acta No. 03185-2018 de fecha 20 de abril de 2018, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

"Arquitectura vernácula de tapial, escuela en Sololá"

Previo a conferírsele el título de ARQUITECTO en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 21 días del mes de junio del año 2018.



MGTR. EVA YOLANDA OSORIO SANCHEZ DE LOPEZ, SECRETARIA
ARQUITECTURA Y DISEÑO
Universidad Rafael Landívar

Resumen ejecutivo.

Arquitectura vernácula de tapial, escuela en Sololá.

El centro Arquitectura de tapial, es una propuesta de un centro educativo dirigido al departamento se Sololá, que busca dos cosas:

1. Dar a conocer el uso de materiales alternativos y ecológicos para la arquitectura.
2. Entregar una propuesta para un centro educativo de grado técnico, que ayude a desarrollar a las personas locales un grado de educación en el que al graduarse, puedan aportar conocimiento profesional y económico a la región.

El proyecto consta en una serie de edificios, en los que se levantan muros en planos seriados de “tapial” los cuales dividen los ambientes, estos se cubren con una estructura ligera de bambú y lamina termo acústica.

La idea de diseñar esta propuesta con estos materiales, es poder obtenerlos de las cercanías, aun bajo costo y de la manera menos contaminante posible. Por otro lado se tomaron en consideración los siguientes factores de diseño:

- Soleamiento.
- Ventilación cruzada.
- Paisaje.
- Sistemas ecológicos de recolección de agua.
- Eficiencia en la energía eléctrica.

El proyecto se entrega en un plan maestro por lo que todos los cálculos (estructurales, hidráulicos, eléctricos, Etc.) estarán pendientes de ser estudiados y pasado a planos.

ÍNDICE

ARQUITECTURA VERNACULA DE TAPIAL
ESCUELA EN SOLOLÁ

Tabla de contenido

1. INTRODUCCION.....	1
INTRODUCCIÓN	1
2. METODOLOGIA.....	2
2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
2.2. USUARIOS	4
2.3. OBJETIVO GENERAL	5
2.4. OBJETIVOS ESPECIFICOS	6
2.5. ALCANCES Y LIMITES	7
3. TEORIA Y CONCEPTOS.....	8
3.1 ARQUITECTURA VERNÁCULA	¡Error! Marcador no definido.
3.2 TAPIAL.....	10
3.2.1 BENEFICIOS DEL TAPIAL.....	11-12
3.2.2 PROPIEDADES DEL TAPIAL	13
3.3 MATERIALES CONSTRUCTIVOS	14
3.3.1 MATERIALES DE FACHADAS Y DE CUBIERTAS	14
3.3.2 CUBIERTAS TERMOACUSTICAS.....	15
3.3.3 BAMBÚ.....	15
3.4. ILUMINACIÓN EN AULAS	16
3.5. PISCOLOGÍA Y LENGUAJE DEL COLOR	16
3.6. SISTEMAS ECOLÓGICOS EN EDIFICACIONES	17
3.6.1 RECICLAJE DE AGUA	17
4. CASOS ANALOGOS.....	19
4.1, COLEGIO SECUNDARIA, “EDIFICIOS VERNÁCULOS DEL HIMALAYA”	20
4.2. ESCUELA DE ARTES VISUALES OAXACA	23
4.3. RICOLA KRAUTERZENTRUM	25
4.4. TABLA NO.1	27
4.5. TABLA No. 2	28
4.6. CONCLUSIONES DE CASOS ANÁLOGOS	29

5 ENTORNO Y CONTEXTO	30
5.0 ENTORNO	31
5.1 DIVISION ADMINISTRATIVA DE GUATEMALA	35
5.2 CLIMAS Y VEGETACIÓN	32
5.3 ASPECTOS GEOGRAFICOS Y AMBIENTALES DE SOLOLA	34
5.3.1 LÍMITES DEL DEPARTAMENTO SOLOLA	34
5.3.2 TEMPERATURA	34
5.3.3 VIENTOS	35
5.3.4 SOLEAMIENTO	35
5.3.5 PRECIPITACIÓN PLUVIAL	36
5.4 CONTEXTO	37
5.4.1 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS	37
5.5 ANÁLISIS URBANO SOLOLÁ	38
5.6 USUARIOS	39
5.7 UBICACIÓN DEL PROYECTO	40
5.8 PLANO DE VIENTOS	41
5.9 CARTA SOLAR EN SOLOLÁ	41
6. PROYECTO.....	43
7. CONCLUSIONES.....	44
8. RECOMENDACIONES.....	46
9. FUENTES DE INFORMACION Y CONSULTA.....	48
9.1 FUENTES DE INFORMACION Y CONSULTA.....	49
9.2 FUENTES DIGITALES DE INFORMACION	50
10. Glosario.....	52

1. INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

El proyecto surge a partir de un problema, el cuál debe ser solucionado por una propuesta que cumpla o sobrepase las necesidades a solucionar. En este caso, la solución debe ser presentada mediante un planteamiento arquitectónico.

Las palabras clave en las que se basa el proyecto son: “educación, arquitectura, adaptación al medio, contexto social y económico, recursos y materiales”. Existe una cantidad sumamente elevada de personas que no poseen una educación adecuada para lograr el desarrollo de Guatemala. El problema al no tener una educación en la población, lo sufre toda la República de Guatemala.

Para poder aportar una pequeña solución a las miles de personas/niños que sufren esta situación, el proyecto tiene como objetivo proponer un anteproyecto en donde las personas puedan asistir y desarrollarse como profesionales así al salir del centro educativo se pueden desarrollar como personas productivas ayudando así al desarrollo de Guatemala en el sentido económico, educativo, social y profesional.

Sololá es el lugar donde se basa el proyecto, debido al gran potencial que tiene la zona tanto a nivel demográfico como geográfico.

En el desarrollo conceptual del proyecto, se toma como elemento constructivo principal “el tapial” (tierra compactada) técnica utilizada en casi todo el mundo desde hace miles de años, el cual por medio de técnicas modernas, ha podido adaptarse a las necesidades actuales del usuario y a los códigos técnicos de estructuras en varios países del mundo. Convirtiendo al tapial con sus propiedades naturales, en un material sumamente ecológico y económico. El elemento constructivo secundario para el concepto del proyecto educativo es el bambú laminado, material natural y renovable.

2. METODOLOGÍA

2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema en Guatemala es que no hay educación técnica ni educación superior, por lo que no hay inversión extranjera e incluso nacional para que exista la posibilidad de industrializar el país.

Cuando la población recibe educación, el Estado se beneficia ya que las oportunidades aumentan. La educación es una inversión para el Estado debido a que la cantidad que el Estado invertiría lo recuperaría en impuestos (largo plazo).

“La inversión pública es esencial para alcanzar los objetivos de desarrollo de Guatemala. Sin embargo, la falta de recursos persiste en el país, mientras el gobierno recauda el menor porcentaje de ingresos públicos en el mundo en relación con el tamaño de su economía.

Impulsar el crecimiento dependerá de reformas continuas para movilizar una mayor inversión privada, al igual que de la movilización de ingresos para financiar inversiones en infraestructura y capital humano que fomenten el crecimiento.”¹

“Datos de la Cámara de Comercio Guatemalteco Americana (Amcham) citan que: Mientras que en México se subsidia la mano de obra y el Estado paga la capacitación de los empleados por varios meses según el sector, y exoneran a los inversionistas de impuestos de

20 a 30 años, explican fuentes de la entidad.”²

“Juan Pablo Carrasco, presidente de Amcham, refirió que en el país hay una política para eliminar los incentivos fiscales y eso genera que el país pierda en la región. “Con pena hemos visto como amigos se llevan a la inversión directa (a otros países).”³

“Sin embargo, la falta de mano de obra calificada es una de las principales barreras de las empresas en Guatemala. En 2011, 22 de los 25 sectores productivos consultados en los Talleres Consultivos llevados a cabo en el marco del Proyecto Guatemaltecos Mejoremos Guatemala, identificaron como uno de los problemas más importantes en su desarrollo, aspectos relacionados a capital humano. Por otra parte, la encuesta de competitividad del WEF, llevada a cabo en FUNDESA en 2011, identifica como uno de los cinco primeros factores más problemáticos para hacer negocios en Guatemala la mano de obra con calificación inadecuada.”⁴

¹ BANCO MUNDIAL. Grupo Banco Mundial. El Banco Mundial en Guatemala. 2017. Disponibilidad: <http://www.bancomundial.org/es/country/guatemala/overview> Acceso: 9/04/2018

² REPÚBLICA. s.a. ¿Por qué se aleja la inversión de Guatemala?. Guatemala. 2016. Disponibilidad: <http://republica.gt/2016/09/04/por-que-se-aleja-la-inversion-de-guatemala/> Acceso: 9/04/2018

³ *Loc. cit.*

⁴ *Loc. cit.*

ÁREAS GEOGRÁFICAS DEL PROYECTO

El proyecto se va a definir en la ciudad de Sololá, departamento de Sololá, Guatemala.

2.2 USUARIOS

Como se menciona en el planteamiento del problema, la industria en Guatemala es escasa debido a 2 factores:

1. Incentivos del gobierno
2. La formación técnica de la población.

Por lo que en este proyecto se enfocara en la temática correspondiente, la que consiste en brindar un anteproyecto de un centro de formación técnico.

Los usuarios a los que va enfocado este proyecto serán personas de 17 años en adelante que deseen especializarse y que puedan ejercer como técnicos profesionales, pudiendo contribuir a la industria y la economía de la región.



Escuela primaria y secundaria, públicas en Guatemala.
Foto por:
http://d3ustg7s7bf7i9.cloudfront.net/mmediafiles/pl/12/12221cd6-fca7-40dd-82c2-97d69b696020_749_499.jpg



Escuela Intecap, educación superior.
Foto por: <http://www.intecap.edu.gt/centrozacapa/css/images/slide-img.png>

2.3 OBJETIVO GENERAL

El objetivo del proyecto es poder diseñar y entregar el anteproyecto de un centro técnico en el área rural de Guatemala en donde las personas de Sololá puedan optar a una educación de formación técnica.

El proyecto se diseñara para que el tapial sea el material de construcción principal, en complemento con materiales obtenidos de las cercanías, que sean ecológicos, renovables y de fácil acceso para el proyecto.



Escuela Superior en Chile.
Foto por: Pablo Banco Barros



Escuela superior México
Foto por: Onnis Luque

2.4 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Diseñar un anteproyecto de un centro educativo de educación técnica, para la ciudad y departamento de Sololá, en el que las personas que han logrado acabar sus estudios en grado primaria y superior, puedan especializarse en educación técnica.

2. El proyecto busca retomar la construcción con tierra y de bajo impacto, control térmico, ecología, rapidez constructiva, adaptación al medio y belleza natural. Pero tratando de reducir sus inconvenientes (sismo resistencia, estandarización, controles de calidad etc.), por medio de técnicas modernas.



Código de colores, biblioteca.
Foto por. Arq. Herzog y De Meuron.



Casa construida con la técnica de tapial.
Foto por: Luigi rosselli

2.5 ALCANCES Y LÍMITES

- Ocupacional: Según la UNESCO Y MINEDUC los centros de formación técnica podrán fijar el número de alumnos por aula, tomando en cuenta un máximo de 45 alumnos por espacio. Pero dependerá de la demanda de la comunidad y el espacio de cada aula. El centro educacional está diseñado para albergar a una población estudiantil de entre 300 y 450 estudiantes por jornada, esto quiere decir que en el transcurso del día, el edificio albergara alrededor de 700 a 900 personas.
- Área geográfica: Como el proyecto se ubicará en la ciudad de Sololá, busca que sus estudiantes sean principalmente de la ciudad de Sololá y de los pueblos de alrededor del lago de Atitlán. Para que su desarrollo vaya enfocado en el crecimiento económico, cultural y ecológico del lago.
- Materiales de construcción: Como el principal enfoque del proyecto es la construcción de tapial, los materiales serán estrictamente naturales en el levantado y cubierta, mientras que en los encaminamientos y piso en el interior se usara un material moderno y colorido para crear un contraste entre lo nuevo y lo vernáculo, ayudando al usuario a sentirse en un ambiente limpio, seguro y adecuado para el aprendizaje.
- Paisaje: Como el proyecto se encuentra en el límite exterior de la ciudad de Sololá, debe tener mucha relación con el paisaje. Esto implica que los parámetros de diseño deben estar más

cercanos a una arquitectura de paisaje rural, que a una urbana.



Escuela construida con tapial, Asia
Foto por: archide

3. TEORÍA Y CONCEPTOS

3.1 TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS CON TIERRA

En Guatemala existen varias técnicas de construcción con tierra, las cuales son elegidas según los materiales mas abundantes y el microclima de cada región. Estas técnicas son:

BAHAREQUE:

Es el sistema de construcción que se crea a partir de una estructura de palos y cañas, la cual se rellena con barro.



Ejemplo de estructura construida con bahareque.
Foto por: <https://www.veoverde.com/2015/03/las-caracteristicas-y-ventajas-del-bahareque/>

ADOBE:

La técnica de adobe consiste en una pieza única semejante al ladrillo pero a diferencia que ésta se seca al sol, los materiales que la conforman son: arcilla, arena y paja. Sus dimensiones varían según la carga estructural que estos reciban.

Los bloques de adobe se colocan uno sobre otro sin mortero, reforzando la estructura con madera y/o concreto armado, el cual ha sido probado y utilizado de forma experimental desde los años 70 (con concreto armado).



Proceso de construcción de adobe.
Foto por: <http://www.ecosur.org/>

3.2 TAPIAL

Es la construcción de muros con tierra compactada (monolíticos), su composición principal es: arcilla en polvo, barro, arena y piedrín, estabilizándolo con aditivos y/o cemento al 5-7%. Este a su vez se refuerza con varillas de acero en su interior ancladas a una solera inferior, en donde se apoya el muro y una solera de corona, que sirve para esfuerzos sísmicos.

Historia del tapial.

Las primeras construcciones de tapial se remontan a la época del neolítico, alrededor de hace 5,000 años en Asia. En donde debido al comercio, esta técnica se fue difundiendo desde Asia hasta Europa (ruta de la seda). Los Romanos fueron la civilización que se encargó de hacer muchas construcciones con este material y hacerla conocer en todo el territorio europeo, norte de África y medio oriente, utilizaron la técnica con el nombre de "pise", se basaba en la utilización de paredes con barro muy arcilloso y muy húmedo, mezclado con paja o pelo de caballo, compactado con pisones y paletas, adentro de encofrados de altura baja y alineados.

En España durante la invasión árabe, posterior a los romanos, el tapial fue una técnica sumamente utilizada y desarrollada, por la cultura nazarí adoptada de los romanos en las áreas de Castilla y León, Aragón, Cataluña, Andalucía y Extremadura. Posteriormente la técnica se exportó a América donde recibe el nombre de Tapia.

En esta región la técnica de tapial ya era utilizado por los indígenas, pero especialmente difundido en zonas secas, el yacimiento con mayor notoriedad es el de "palo blanco" de hace 2,000 años de antigüedad. Pero a partir de la llegada de los españoles se crea un boom con la utilización del tapial y adobe.

Ventajas de la construcción del tapial

- Belleza natural del material de tierra apisonada.
- Paredes estructurales con gran capacidad de carga sin mantenimiento.
- Alto grado de aislamiento aprueba de fuego
- Diseñado para los terremotos.
- Alta resistencia acústica - interior y exterior aprueba de insectos hormigas carpinteras, etc.
- Aprueba de roedores.
- Masa térmica - estabiliza la temperatura del aire.
- Libre de fungicidas y pesticidas.
- Espesor de las paredes da una sensación sólida al edificio.
- Escudos de campos electromagnéticos nocivos y radiación
- Utiliza materiales locales para paredes.
- Costo comparable al de construcción convencional.
- Mejor calidad del aire interior.

Proceso constructivo del tapial:

A la hora de construir con tapial se debe tomar como primer punto la protección de la estructura contra la humedad, debido a que esta puede sufrir desgaste debido a la lluvia. Diciendo esto se debe de construir un cimiento corrido en el cual el muro pueda ser levantado, este dependiendo del diseño puede requerir o no de elementos externos de soporte (columnas, marcos rígidos, etc.) de otros materiales, como concreto y acero.

1. Para empezar con el levantado se debe de crear un encofrado de madera o plywood dependiendo del acabado final que se le quiera dar al muro.
2. La mezcla de la tierra es preparado aproximadamente:

Arcilla: 10-15%

Arena y piedrín: 50-70%

Cemento: 5-7%

Barro: 15-20%

Esta puede variar según los requerimientos de los cálculos del ingeniero. Los códigos de construcción del tapial son:

-Código de nueva Zelanda NZS 4299

-Código australiano "standards Australia" 2002.

-Alemania, houben&guillaud, 1994.

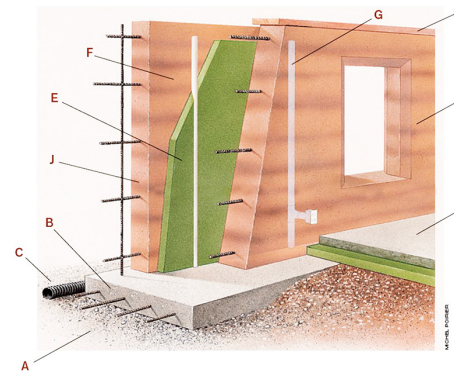
-España, ministerio de obras publicas y transportes, 1992.

-USA, New México building code, 1992.

-Zimbabwe, SAZS 724:2001.

3. Se procede a agregar capas del material de 30-40 cm y compactadas éstas quedarán de 12-20 cm.

Durante este proceso, a cada capa se le podrán agregar pigmentos y diferentes piedras decorativas en los rostros de los muros para que esta quede con un acabado final único.



Estructura muro de tapial.

a. terreno preparado.

b. cimiento corrido

c. drenaje francés

d. marco de ventana

e. aislamiento

f. muro de tapial

g. instalaciones

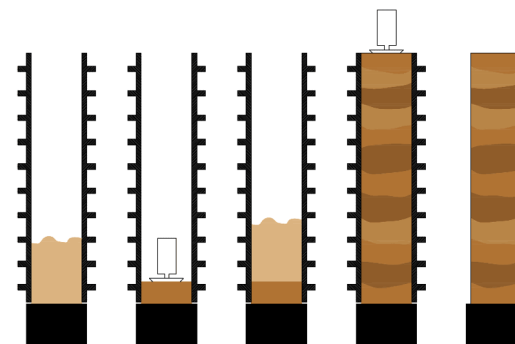
h. solera de corona

i. piso interior

j. varillas de acero

Esquema de tapial.

Foto por: sirewall



Proceso de compactación de tapial.

Foto por: Rammed Earth, Earth and Construction

3.2.1 BENEFICIOS DEL TAPIAL

- **Masa térmica:** Debido a que los muros de tapial tienen un mínimo de 30cm de espesor, proveen una excelente protección contra climas extremos. Por la densidad y grosor de los muros, estos se calientan o enfrían muy lentamente, haciendo que la temperatura interior del edificio se mantenga estable, con el resultado que en verano permanezca fresco en el interior y en invierno el calor del sol se transmita al interior durante las noches, cuando la masa térmica libera el calor.
- **Reducción de sonido:** El grosor y la densidad del muro, anulan prácticamente las ondas sonoras. Esto es muy útil cuando se quiere disminuir el sonido del tráfico o cuando son viviendas adjuntas. Eso provoca que en el interior se sienta un ambiente protegido, especialmente en climas severos y con mucha contaminación auditiva.
- **Durabilidad:** Investigación, códigos técnicos y miles de años de historia, han demostrado que el material es sumamente durable, desde antiguas murallas romanas, medievales etc. a palacios como la alhambra, se puede observar la gran durabilidad del material de tapial.
- **Mantenimiento reducido:** Una vez los muros de tapial son construidos y sellados, no se debería de prestarles atención hasta dentro de 10-20 años. En el cual los muros necesitaran de otra capa de sellador. Debido a la belleza del material no es necesario aplicarles pintura, a menos que deseen aplicarle otra textura esta podrá ser tratada con estuque convencional.

- **Aprueba de incendios:** Por sí sola la tierra no prende fuego, por eso es un material ideal para la construcción de protección contra fuego, o en áreas susceptibles a incendios. Estos superan los requerimientos legales para la protección contra fuego a las estructuras.
- **Ecológico:** El tapial es un material no tóxico, no contaminante y su proceso de fabricación no deja residuos, ni envía co2 al ambiente, por lo que si el proyecto tiene un enfoque ecológico, es el material idóneo para su construcción, bajo impacto ambiental.



Casa construida con muros de tapial
Foto por: <http://www.rammedearthhomes.com/>

3.2.2 PROPIEDADES DEL TAPIAL

- **Densidad de tapial:** ⁴Según estudios del Instituto de Tapial de Australia, con pruebas realizadas desde 1995 a 2002 se ha logrado ver que la densidad varía según la composición de barro en la mezcla, variando de 1700 kg/m³ a 2200 kg/m³.
- **Prueba de compresión:** En pruebas de campo, realizadas con muestras obtenidas de las mezclas aplicadas en estructuras, se han obtenido los siguientes resultados: Los cilindros de pruebas son muy similares en cuanto a tamaño de los de concreto, 150 mm de diámetro.

Códigos de diseño de tapial:⁵

Código de Middleton, 0.7 N/mm²

Código de Australia 0.6 N/mm²

Código de nueva Zelanda 0.5 N/mm²

Código de estados unidos 2.07 N/mm² (300 psi)

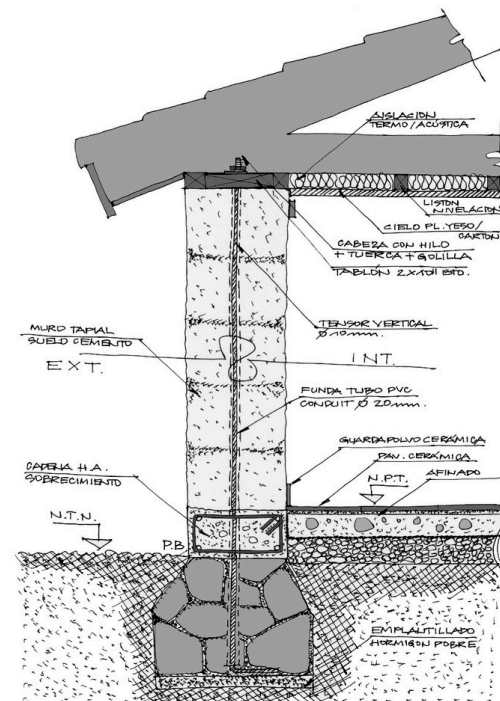
- **Propiedad térmica:** El almacenaje de calor, “según estos códigos”, claman que para el tapial es de : 1830 J/mt³ °C
- **Estabilización por medio de cemento:** La principal ventaja de utilizar cemento en la mezcla, es que el tapial adquiere mayor resistencia, mejorando también sus propiedades de protección y reduciendo la erosión

⁴ Walker, Peter; Maniatidis, Vasilios. “A Review of Rammed Earth construcción”. 2003. Archivo PDF Inglaterra. Pagina: 25 Consulta: 19/10/17

⁵ ibíd. 36.

del material. Una de las principales desventajas de la estabilización por medio de cemento es la reducción de impermeabilización y debido a su producción el resultado final no sería tan ecológico.

- **Estabilización por medio de fibras:** La utilización de fibras sirve para incrementar la capacidad térmica del material y a su vez permite una mayor flexibilidad en el muro que si no las tuviera. En lugares de mucha actividad sísmica esto es muy recomendable. La desventaja de agregar fibras naturales al material, es que reducen su capacidad de compresión.
- **Estabilización por medio de silicato de sodio (vidrio soluble):** Con cantidades de alrededor de 5% para que actúe como un agente de unión para incrementar su compresión en suelos con mucha arena y limo. El periodo de curación incrementa a 7 días.



Escantillón muro de tapial post-tensado

3.3 MATERIALES CONSTRUCTIVOS

3.3.4 MATERIALES DE FACHADAS Y DE CUBIERTAS.

Vidrio laminado:

El vidrio laminar consiste en la unión de capas de vidrio por medio películas de materiales sintéticos. Estos permiten que el vidrio adquiera propiedades específicas para el uso que se le va a dar. Si el vidrio va a ser estructural se adhiere con películas resistentes y varias capas para este propósito, si es para protección UV se adhiere con películas protectoras que evitan el paso de os rayos UV. Sus usos son infinitos y dependen de la creatividad del arquitecto. Estos se adhieren al edificio mediante una estructura separada a la del edificio, usualmente de madera o acero.

En el proyecto se utilizará vidrio laminado para eliminar los rayos ultravioleta dañinos para el ser humano, así como para el mobiliario. También en caso de emergencias en las cuales los vidrios se llegaran a romper , la película laminada permite que se queden en su posición y no sean peligrosos para la personas.

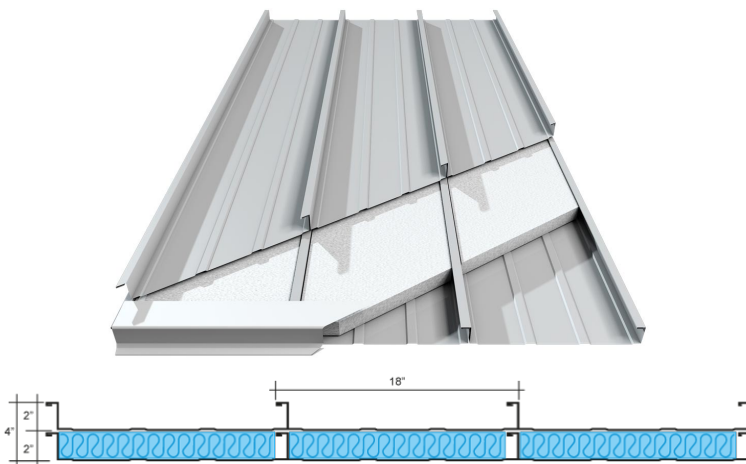


Edificio recubierto por vidrio laminado.

Foto por: <http://www.archvidrio.com/>

3.3.3 Cubiertas termo acústicas

Paneles de aluminio o acero tipo sándwich rellenos con un material aislante de sonido y calor. Por lo que es ideal para lugares con mucha radiación solar y lluvia. Creando en el interior un ambiente con una temperatura agradable y sonido reducido del exterior. Debido a sus propiedades es un material ideal para el proyecto educativo. Ya que es barato (en comparación con lamina tradicional + cielo falso + aislante de fibra de vidrio) y tiene muy buenas propiedades para crear un ambiente propicio para el aprendizaje.



Componentes de panel termo acústico.
Foro por: <http://www.cindu.com.gt>

3.3.4 bambú

El bambú es un planta que crece en todo el mundo en climas cálidos y con abundante agua (ente los trópicos). Se caracteriza por ser una planta muy larga, recta y bastante resistente. Este material se emplea mucho en la construcción local debido a que es fácil de sembrar, crece rápido y su bajo mantenimiento hace a que sea un material barato para la construcción.

Características:

- Liviano
- Económico
- Ecológico
- Antisísmico
- Flexible
- No requiere de mano de obra especializada
- Duradero

Los países donde mas utiliza el bambú para la construcción y en donde se ha desarrollado con mas ciencia son:

- China
- Tailandia
- Vietnam
- colombia

3.4 ILUMINACIÓN EN AULAS

Todos los ambientes de trabajo requieren de un nivel de iluminación especial para que la vista no sea forzada al momento de realizar las actividades que se desea hacer. La medida que se utiliza para esto es "LUX" que equivale a "Lumen/m²" y en base a esto se calculan las luminarias necesarias para cada ambiente. Estos datos posteriormente servirán para hacer un estudio formal de iluminación y poder determinar el tipo y la cantidad de luminarias.

Según Neufert y Time Saver Standards, la iluminación necesaria en los centros educativos es de:

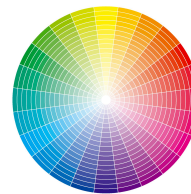
- Alumbrado General en aulas: de 350 a 1000 lux.
- Alumbrado General en aulas de plástica y talleres: de 500 a 1000 lux
- Gimnasios: de 250 a 500 lux
- Laboratorios: de 250 a 1000 lux.
- Pizarras: de 300 a 700 lux.
- Salas de conferencias: entre 200 y 1000 lux.
- Zonas de paso: entre 150 y 700 lux.
- Vestuarios, lavabos: entre 50 y 300 lux.
- Bibliotecas y salas de estudio: entre 300 y 750 lux.

3.5 PSICOLOGÍA Y LENGUAJE DEL COLOR

En el proyecto se busca que los ambientes tengan un color que los identifique, en base a esto los usuarios se podrían ubicar dentro del lugar de acuerdo al color que cada espacio tenga. El proyecto tiene en cada ambiente el color

que más le favorece de acuerdo a las actividades que se realizan en cada uno de ellos.

- Azul cielo: -Calma -Constancia -Descanso -Serenidad -Confianza -Libertad -Infinidad.
- El color violeta inspira: -Contemplación -Meditación -Intuición -Misterio -Encanto.
- El color verde inspira: -Bienestar -Vida -Relax -Exuberancia -Luminosidad -Descanso -Salud.
- El color amarillo brillante inspira: Positivas: -Luz -Alegria -Calor -Vida -Amistad -Energía -Estímulo -Sorpresa -Precaución. Negativas: -Cobardía -Amenaza -Traición.
- El color marrón tierra (**TAPIAL**) inspira: -Crecimiento -Preparación -Solidez -Salud -Calidez -Naturaleza -Seguridad -Durabilidad -Tradición -Apoyo -Arraigo -Refugio.
- El color naranja inspira: Positivas: -Diversión -Capricho -Niñez -Felicidad -Brillantez -Actividad -Sociabilidad -Amistad -Bondad -Expansión -Seguridad en uno mismo -Persuasión.
- El color rojo inspira: Positivas: -Excitación -Energía -Sexualidad -Pasión -Calor -Dinamismo -Estímulo -Provocación -Dramatismo -Poder -Coraje -Magnetismo -Asertividad -Impulsividad -Aventura.



Ruleta del color.

Foto por: <http://www.itos.com.mxw1500.jpg>

3.6 SISTEMAS ECOLÓGICOS EN EDIFICACIONES

3.6.1 RECICLAJE DE AGUA

Guatemala es el país con mayores acuíferos de Centro América, los cuales en su mayoría, debido a una escasa reglamentación, se encuentran contaminados y no aptos para el uso doméstico.

Las actividades humanas requieren de muchos galones de agua al día por persona, siendo la ducha la principal, el regadío de jardines y por último la consumición personal. Estas son las 3 principales actividades en las que se consume el agua en una vivienda

Las tres principales formas para tratar el agua y cuidarla son:

AGUA DE LLUVIA

uno de los métodos más sencillos y nunca utilizados para aprovechar el agua es el agua de lluvia. Esta directamente no es potable para el consumo humano pero con un mínimo tratamiento puede convertirse en potable.

Al aprovechar el agua de lluvia hay que tomar en cuenta que cierto porcentaje de la obtenida en las cubiertas debe ser re introducida a cierta profundidad para mantener un balance con los mantos freáticos de la región.

TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES

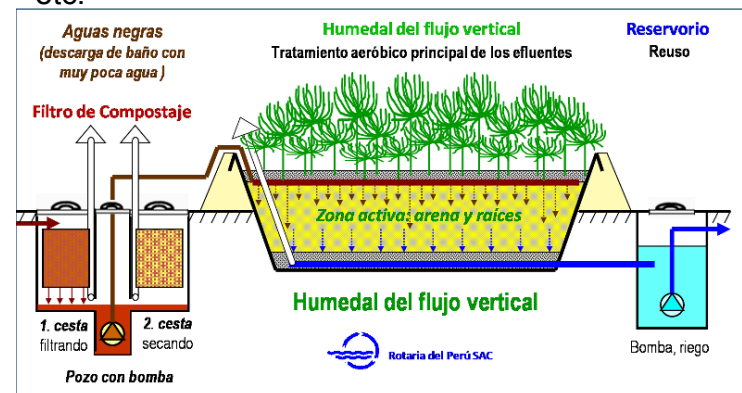
Con un sistema de filtrado sencillo se puede conseguir una depuración del agua lo suficiente para reintroducirla al sistema de la edificación,

utilizándola para el riego de jardines. Pero no para el consumo personal.

TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS

El método mas económico, sencillo y ecológico para

el tratamiento de aguas residuales es el método por digestión anaeróbica, consta de microorganismos que descomponen la materia biodegradable en ausencia de oxígeno, es un proceso que imita la naturaleza pero aumenta la rapidez y eficacia, pasándola por plantas eficaces para la depuración después de haber pasado por la digestión anaeróbica. La eficacia de este sistema es de un 80 a 90% pero la etapa final pasándola por humedales y filtros completa la purificación de agua en un 100%. Este proceso a su vez produce gas metano, el cual puede ser captado y utilizado para su posterior uso, como en la cocina, calentadores de agua, etc.



Esquema de tratamiento de agua por humedales.

Foto por: <http://www.rotaria.net>

ALJIBES O ALBERCONES

Los albercones son complejos hidráulicos para el almacenamiento de agua que a su vez utilizados en la época nazarí, estos estaban al descubierto para embellecer el paisaje y a su vez cumplían la función de cisternas. Los albercones en la actualidad se encuentran debajo de la tierra y cubiertos, perdiendo la belleza natural que otorga el agua a un espacio creado por el humano.



Albercones en la alhambra
Foto por: Mayte M. Caro

4. CASOS ANÁLOGOS

4.1 COLEGIO SECUNDARIA, “EDIFICIOS VERNÁCULOS DEL HIMALAYA”

Arquitectos: Firma Archide, República Checa.

Ubicación: Montañas del Himalaya.

Altitud: 3500 msnm

Temperaturas: Verano +30C°, invierno -30C°.



Escuela en el Himalaya
Foto por Archide

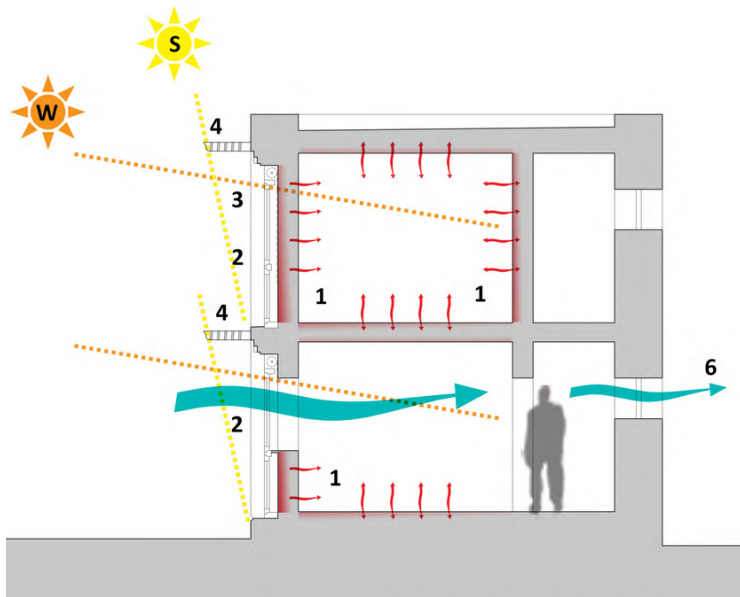
“Con la ubicación de la región de difícil alcance y una temporada de construcción que dura sólo de cuatro a seis meses, los materiales de importación se convierten en una, si no imposible tarea costosa. Afortunadamente, con la ayuda de la firma de arquitectura Checa Archide, los residentes fueron capaces de encontrar que el mejor material para el trabajo fue uno que se encuentra justo fuera de sus puertas: “tapial”. Los edificios de la zona están construidos con ladrillos de barro, con pisos y techos de madera, y techos planos de arcilla,

aunque recientemente las tendencias arquitectónicas han incluido estructuras de hormigón con revestimiento de ladrillos de barro y tejado de láminas corrugadas. Sin embargo, los arquitectos encontraron más inspiración en estructuras de paredes de barro tradicionales, una vez utilizados ampliamente en la región, pero ahora se utilizan principalmente sólo como paredes de jardinería. El método tapial cayó en desgracia debido a resultados imprecisos e inconsistentes que darían como consecuencia el agrietamiento y resistencia insuficiente, pero los arquitectos vieron capacidades térmicas y estructurales inherentes del material, y se dispusieron a desbloquear esas cualidades a través de una técnica de construcción reinventada y diseño de estrategias de diseño pasivo” firma Archide.



Encofrado de tapial
Foto por: archide.

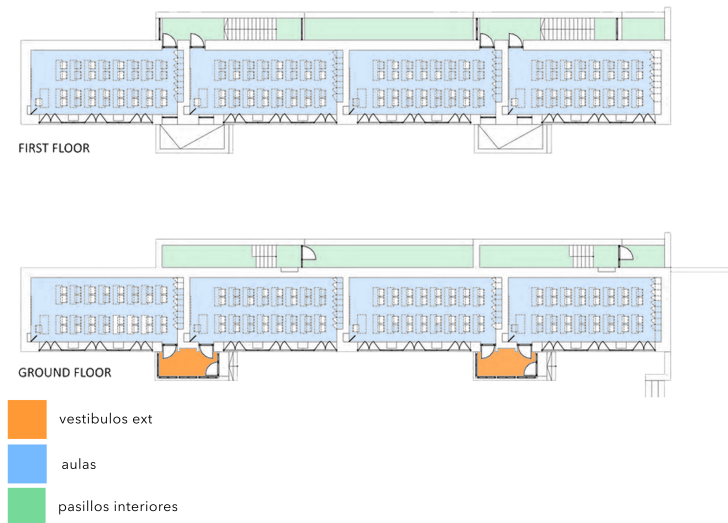
Como primer paso, se decidió utilizar un encofrado de plywood fenólico y costillas de acero para el acabado de las superficies y la resistencia que se le puede aplicar al compactar. Posteriormente se reformularon las mezclas de tierra, el conjunto de estas mejoras permitió mejores conexiones entre los muros de tapial y los otros elementos estructurales de la construcción, creando una estética mas limpia.

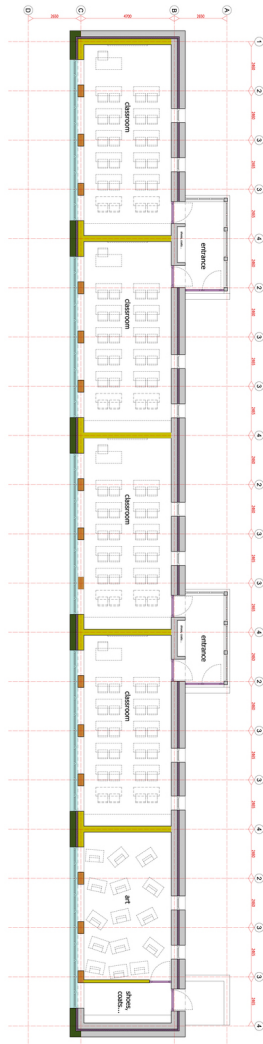


Sección de edificio
Foto por: Archide.

El ancho del edificio se pensó para aprovechar al máximo el sol de invierno y poder llegar a calentar lo más profundo de ésta, los muros del lado norte se pusieron los más gruesos para evitar la pérdida de calor durante el invierno.

1. Masa térmica.
2. Protección solar en verano.
3. Vidrios dobles.
4. Voladizos con función solo en verano.
5. Sol de invierno y de verano.
6. Ventilación cruzada en verano.

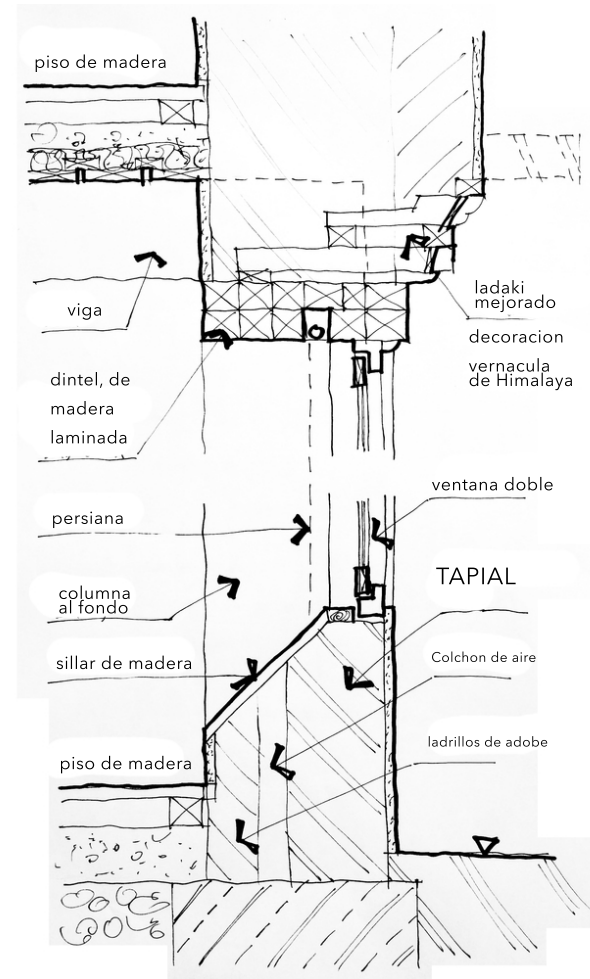




”Uso de espacios en la noche empujan la masa térmica de la orientación sur de la pared del edificio, donde se acumula el calor durante todo el día, y poco a poco libera el calor en el interior después de que el sol se ha puesto. El diseño también requiere un inodoro de compostaje solar, que utiliza la energía del sol para crear una chimenea de ventilación y para ayudar a secar los residuos y convertirlos en abono”⁵

Como se observa en planta, la simplicidad del diseño se ve reflejado en un elemento rectangular, que busca adaptarse al medio de una manera eficiente, haciendo uso de materiales vernáculos técnicas modernas y adecuado posicionamiento.

° ARCHDAILY. Patrick Lynch. “How Rammed Earth Walls Were Given a New Lease of Life in Vernacular Himalayan Buildings”. 2016. Disponibilidad: <https://www.archdaily.com/781897/how-rammed-earth-walls-were-given-a-new-lease-of-life-in-vernacular-himalayan-buildings> Consulta: 19/10/17



Sección de muros con ventana
Foto por: Archide.

4.2 ESCUELA DE ARTES VISUALES OAXACA

Arquitectos: Taller de arquitectura-Mauricio Rocha

Ubicación: Oaxaca MX

Área: 2270 mt²

Año: 2008



Muros de tapial

Foto por: Luis Gordo

Según, taller de arquitectura-Mauricio Rocha: “La escuela tiene dos tipos de edificios. Los construidos en piedra para conservar los bancos de tierra y proporcionar terrazas utilizables, que tienen sus orientaciones correspondidas con las caras de los bancos, y sus patios y ventanas que están en función de su uso: el área administrativa y la biblioteca de medios tienen vistas hacia el sur, y las aulas tienen puntos de vista sobre todo en los patios hacia el oeste y el este. Los otros edificios son independientes de los bancos de tierra y todos

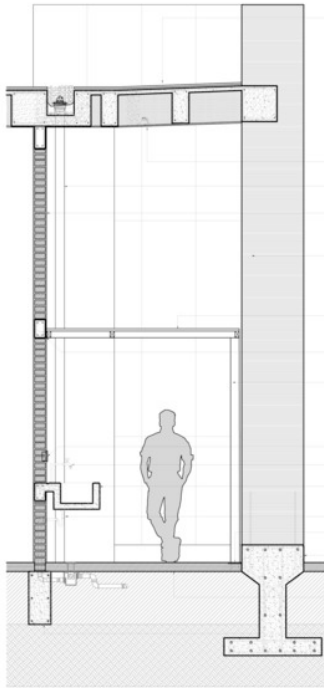
miran al norte, con excepción de la galería y sala de conferencias principal, que mira hacia el norte-sur y su construcción se hizo con tierra compactada. Este material orgánico no sólo le entrega a los edificios carácter con sus irregularidades y texturas, sino que también proporciona un sistema constructivo que contribuye a crear un microclima que es perfecto para las extremas condiciones climáticas de la ciudad de Oaxaca, así como el aislamiento acústico de las aulas.”



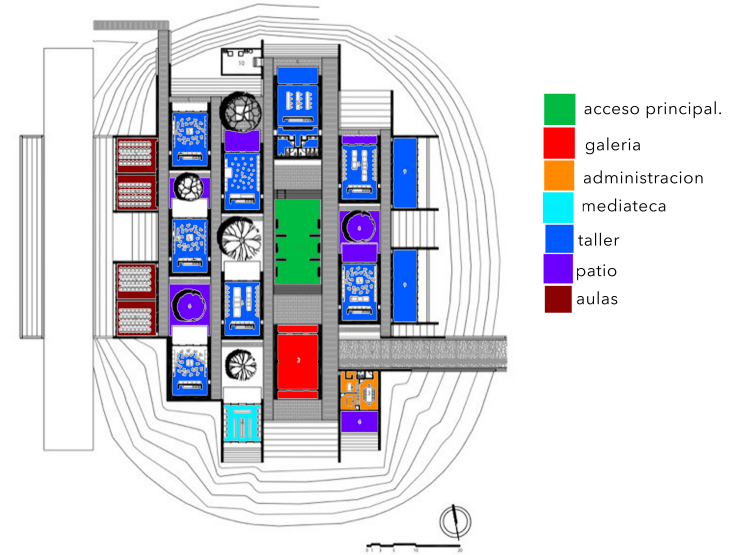
Planta baja de escuela, muros de tapial en negro

Foto por: Luis Gordo

Como se puede observar en planta, los muros se disponen en los ejes X y Y, en trazos rectos. Esto se debe a la simplicidad de la construcción y a los acabados que se desean en los muros. También para su resistencia hacia los sismos.



Sección, muros de tapial
Foto por: Luis Gordo



Planta baja de escuela, muros de tapial en negro
Foto por: Luis Gordo

Los cimientos de los muros, para ahorrar concreto no se realizan del ancho del muro, se coloca el cimiento corrido a 1.2 mts de profundidad y la conexión entre este y la solera de amarre se realizan de concreto de 40 cm de ancho, en lugar de hacer un cimiento de los 80 cm del muro de tapial. El ancho del muro de tapial se debe a la altura de los ambientes, la sismo resistencia y la capacidad térmica del material, debido a los climas extremos de la región.

4.3 RICOLA KRAUTERZENTRUM

Arquitectos: Herzog y de Meuron
Ubicación: Laufen, Suiza
Año: 2014



Según Jacques Herzog:
"Arquitectura como Paisaje

El Kräuterzentrum se construye en gran parte con tierra de origen local; es como un segmento geométrico del paisaje con sus propias dimensiones, y el impacto arcaico es intensificado por medio de la elección radical del material. Las hierbas y tierra definen el propósito de lo construido, el distintivo carácter del centro sigue los pasos de otros edificios de Ricola: El edificio de almacenamiento de 1987 es totalmente automatizado, el edificio de producción y almacenamiento, de 1993, en Mulhouse-Brunstatt, Laufen, cuenta con una fachada serigrafiada y su sede de comercialización con una fachada

acristalada. Estos edificios no sólo encarnan la filosofía y el compromiso excepcional de Ricola con el medio ambiente, cada uno de ellos hace una notable contribución a sus ubicaciones."



Estructura de concreto y recubrimiento de tapial.
Foto por: Ricola.

Los muros de la fachada son monolíticos prefabricados en un región cercana a la del proyecto, obteniendo la materia prima de las excavaciones de los cimientos y la obra en general. Los cuales son producidos en encofrados de aluminio y transportados a la obra solo para ser colocados uno sobre otro, sujetos a la estructura de marcos rígidos.

Según Stefan Marbach: “La energía y la sustentabilidad no son simplemente tratadas como auxiliares técnicos; fueron diseñadas como parte de la arquitectura y son características esenciales del proyecto en su conjunto. La tierra es un material que regula la humedad, teniendo entonces un efecto positivo y sustentable en el uso de la energía y el control global del clima. El uso de módulos fotovoltaicos en el techo como también el uso del calor residual en el cercano centro de producción contribuyen a mejorar el equilibrio ecológico de la Kräuterzentrum. Los visitantes podrán ver el procesamiento y la mezcla de las hierbas en un centro especial para los visitantes en la planta superior.”

El tapial es el material más ecológico y sustentable para la construcción así como la madera. No es de sorprenderse que en los proyectos verdaderamente ecológicos sean utilizados, tanto en la construcción como en el aspecto bioclimático de la edificación.



Elaboración de segmentos de tapial.
Foto por: Ricola



Saneamiento de juntas
Foto por: Ricola

Cuando se decide utilizar el tapial para la construcción de una edificación, usualmente por la belleza de este material se deja visto el acabado. Por su color tierra este se disimula muy bien con el ambiente, haciendo de este un elemento integrado al paisaje en el que sea construido.

TABLA No. 1




4.4	Secundaria en Himalaya	Escuela de bellas artes	Ricola y capacitaciones
Ubicación	Himalaya	Oaxaca, México	Laufen, Suiza
Función	Educativa	Educativa	Industria y educativa.
Forma	Planta lineal, y sección angosta. Para aprovechar el soleamiento, en invierno.	Muros principales en un sentido, formando cubos y paralelepípedos de tapial y vidrio.	Paralelepípedo, conformado por estructura de marcos rígidos de concreto. Recubiertos de muros de tapial.
Materiales	Tapial, madera y paja	Tapial, concreto y vidrio.	Tapial y concreto
Diseño sostenible	Adecuada adaptación de la edificación al medio con su posicionamiento y materiales naturales en la fabricación.	Utilización del tapial para el control climático en altas temperaturas.	Paneles solares para producción de energía y tapial para el control climático en el interior y adaptación al paisaje en el exterior.
Fotografías			

TABLA No. 2

4.5 TABLA EVALUATIVA	Secundaria en Himalaya	Escuela de bellas artes	Ricola
¿El diseño arquitectónico es coherente con el contexto?	5/5	4/5	4/5
¿Los materiales constructivos ofrecen una solución al problema?	5/5	5/5	5/5
¿La forma mantiene una relación adecuada y agradable para el usuario?	5/5	4/5	4/5
¿El uso de los materiales es el correcto, teniendo en cuenta la sostenibilidad?	5/5	4/5	4/5
¿El proyecto aprovecha los aspectos de orientación y emplazamiento para el diseño bioclimático? (iluminación, ventilación, climatización)	5/5	5/5	5/5
¿El proyecto se integra de una manera adecuada al entorno?	5/5	5/5	5/5
¿Emplea tecnologías y sistemas constructivos adecuados para el tipo de proyecto que va dirigido? ¿Manteniendo costos bajos y fácil construcción?	5/5	5/5	5/5
	35/35	32/35	32/35

4.6 CONCLUSIONES CASOS ANÁLOGOS

- De acuerdo al análisis de los proyectos se puede observar la gran variedad de soluciones que el tapial ofrece, según el tipo de necesidades que el proyecto requiera. El arquitecto puede elegir un sin fin de opciones técnicas agregadas al tapial, las cuales se deciden dependiendo del tipo de uso que este vaya a tener. Pudiendo brindar ejemplos como los mencionados anteriormente, estos se pueden aplicar perfectamente al proyecto propuesto.
- Observando desde una manera sostenible estos casos análogos, presentan soluciones adecuadas que permiten el ahorro de materiales, aprovechamiento de ventilación y luz, también un bajo impacto en el ambiente. Convirtiéndolos en buenos ejemplos de arquitectura sostenible y bioclimática.

5. ENTORNO Y CONTEXTO

5.0 ENTORNO

5.1 DIVISIÓN ADMINISTRATIVA DE GUATEMALA.

En la República de Guatemala se establecen 8 regiones según su situación geográfica y cada región se divide en los siguientes departamentos:

-Región 1, metropolitana: Departamento de Guatemala.

-Región 2, norte: Departamento de Alta Verapaz y Baja Verapaz.

-Región 3, norte-oriental: Departamentos de Chiquimula, Zacapa, Progreso e Izabal.

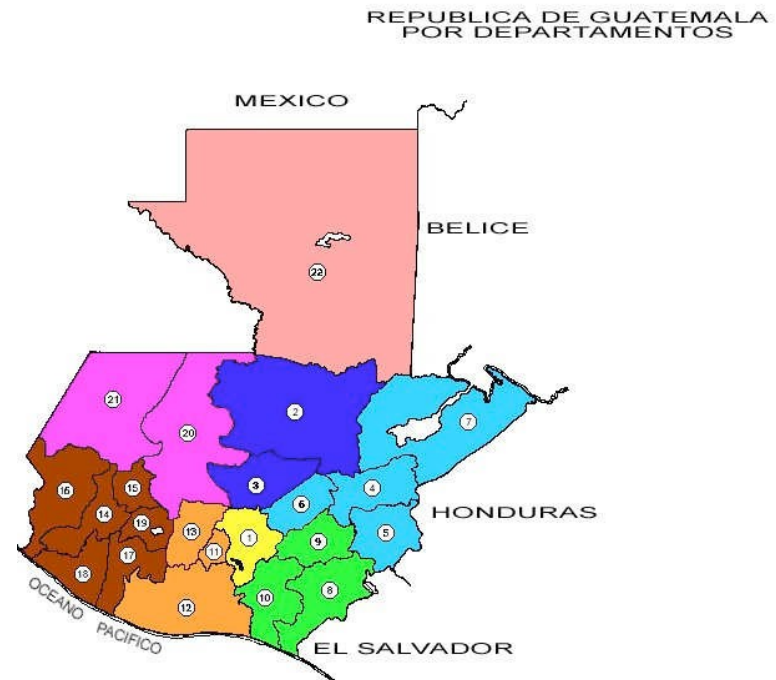
-Región 4, sur-oriental: Formada por los departamentos de Jalapa, Jutiapa y Santa Rosa.

-Región 5, central: Formada por los departamentos de Chimaltenango, Escuintla y Sacatepéquez.

-Región 6, sur-occidental: Formada por los departamentos de Quetzaltenango, Retalhuleu, San Marcos, Sololá, Suchitepéquez y Totonicapán.

-Región 8, Petén: Formada por el

departamento de Petén.



Mapa con las regiones de Guatemala

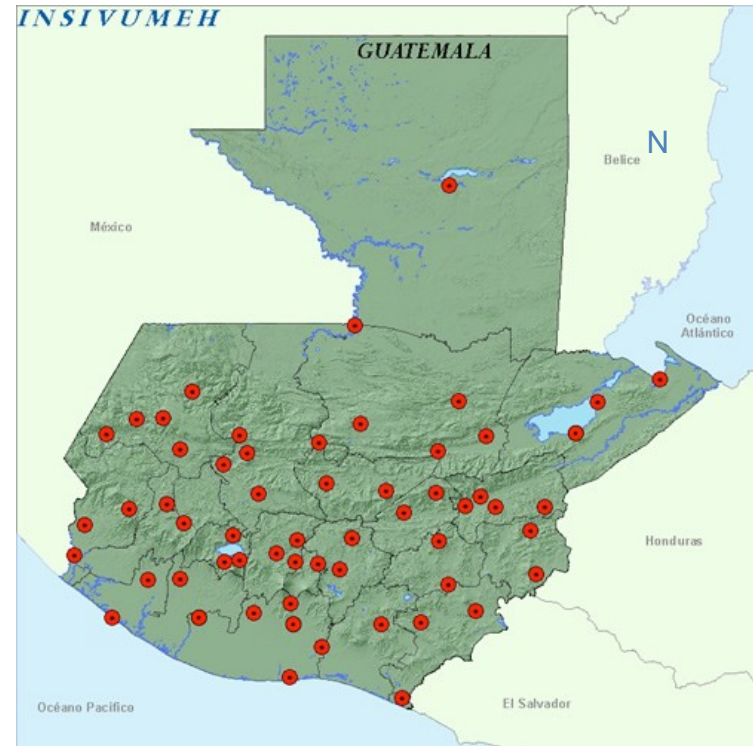
Fuente: <http://regionalizacionguatemala.blogspot.com.es/>

5.2 CLIMAS Y VEGETACIÓN.

La geografía de Guatemala y sus suelos tan variados provoca que en el territorio nacional existan varias zonas climáticas y muchos tipos de microclimas:

- **Planicies del norte:** Abarca Petén, norte de Quiché, Alta Verapaz e Izabal. Sus elevaciones oscilan de 0 a 300 msnm, mientras sus temperaturas van de 20 a 35 grados centígrados.
- **Franja transversal del norte:** Esta se define por la sierra de los Cuchumatanes, Sierra del Chama y las Minas. Su elevación es de 300 hasta 1400 msnm. Una zona muy boscosa y selvática.
- **Meseta y altiplanos:** En su mayoría los departamentos de Huehuetenango, Quiché, San Marcos, Quetzaltenango, Totonicapán, Sololá, Chimaltenango, Guatemala y las Verapaces. Tienen una topografía muy variada y su altura tiene un promedio de 1500 msnm.
- **La boca costa:** Esta zona atraviesa el país desde San Marcos hasta Jutiapa manteniendo una altura de 300 a 1500 msnm, sus características geográficas y su cercanía al mar hacen de esta la zona mas lluviosa del país.
- **Zona oriental:** Se caracteriza por ser la más seca del país con paisajes casi desérticos y muy calurosos. Abarca los municipios del

Progreso, Jalapa, Jutiapa, Chiquimula y Zacapa. Su elevación varía de 200 a 500 msnm.



Estaciones de meteorología en el país.
Fuente: inisvumeh.

Vegetación de Sololá:

Este departamento cuenta casi en su totalidad de montañas y pertenece a la sierra madre, habitado por dos principales tipos de bosques:

- **Bosque húmedo subtropical:** Este bosque se caracteriza por estar entre los trópicos de cáncer y capricornio, su temperatura anual promedio va de los 17° a los 24° centígrados y sus precipitaciones pluviales son menores que en uno tropical.



Bosque húmedo subtropical en Guatemala
Fuente: Conap.

-**Bosque húmedo de montaña:** este bosque se encuentra en zonas tropicales y se caracteriza por la influencia de las montañas y su altitud variable.

Zonas templadas: Más arriba del trópico.

Zona tropical: Este tiene mayor altura pudiendo llegar hasta los 4000 msnm. En los bosques de la Sierra Madre la vegetación predominante son los pinos y encinos que van de 1800 hasta los 4000m. Este tipo de bosque cubre un área de 13,200 km² en toda América Central.



Bosque de montaña faldas del volcán atitlan.
Fuente: De Joe from Boston - [1], CC BY 2.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8860871>

5.3 ASPECTOS GEOGRÁFICOS Y AMBIENTALES DE SOLOLÁ.

5.3.1 LÍMITES DEL DEPARTAMENTO SOLOLÁ

Cabecera: Sololá

Municipios: 19

Población: 427,145 habitantes

Coordenadas: 14°46'26"N 91°11'15"O

Clima: Frío



Departamento de Sololá

Fuente: De TUBS - adaptados de esta: Guatemala locación map.svg (por Spischot)., CC BY 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=17235205>

Como se puede observar en la imagen anterior Sololá limita con los departamentos de :

- Chimaltenango
- Suchitepéquez
- Quetzaltenango
- Totonicapán
- Quiché

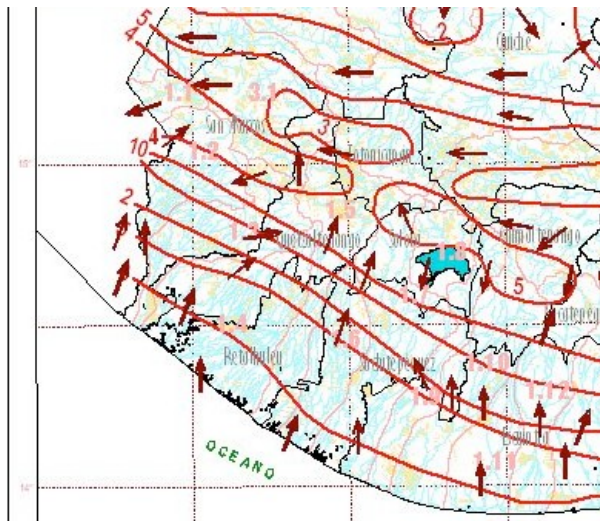
5.3.2 TEMPERATURA

Estos datos son tomados de los registros históricos de la estación "El Tablón" situada en el municipio Sololá, durante el año de 2007 hasta 2010.

	2007	2008	2009	2010
Temperatura promedio abril/mayo	22.5 C°	21.21 C°	23.2 C°	21.9 C°
Temperatura promedio diciembre/enero	17.5 C°	18.2 C°	17.7 C°	19.2 C°

5.3.3 VIENTOS

La dirección del viento en el departamento de Sololá casi todo el año pero especialmente durante los meses de febrero a mayo predomina el viento suroccidente, mientras que en la época de invierno de noviembre a enero suele predominar el viento noroccidente. Ésta región sufre de grandes corrientes de viento ya que sufre de un efecto embudo creado, por los volcanes que rodean al lago de Atitlán.



Dirección de vientos predominantes, Sololá.

Fuente: Insivumeh

5.3.4 SOLEAMIENTO

Como se puede observar en la imagen, ésta muestra el soleamiento que tiene el departamento de Sololá durante todo el año, con un azimut promedio al amanecer de 87° y al atardecer de 273° . En su punto inferior marca el solsticio de invierno que significa el punto mas al sur del sol y en la parte superior el solsticio de verano en donde el sol llega a su punto mas al norte.

La cantidad de radiación que llega a este departamento por metro cuadrado es de entre 900 a 1100 wats/mt2 en un día soleado.



Soleamiento en Sololá

fuelle por:

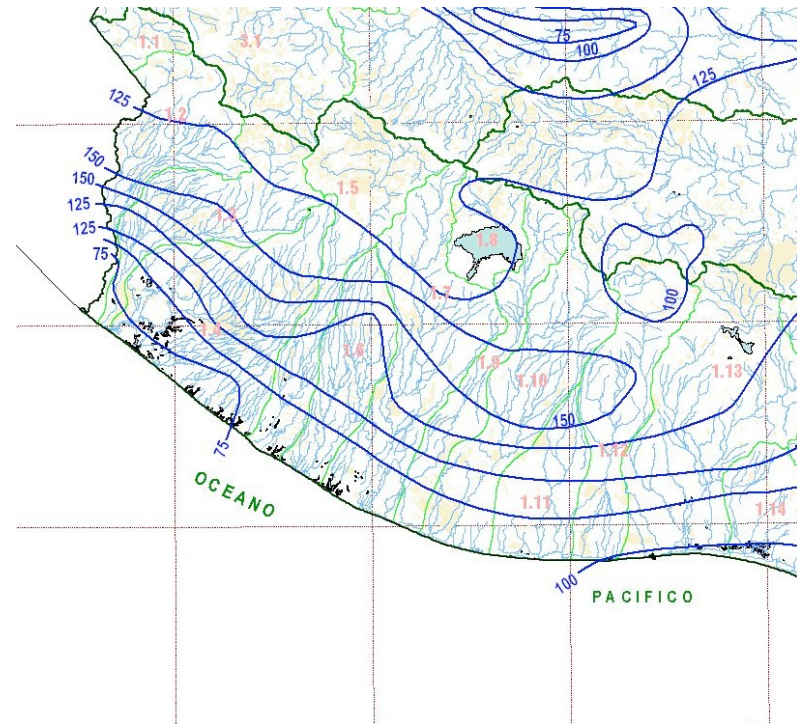
http://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=es#annual



Lago Atitlán volcán Tolimán (izq) , fondo volcán Atitlán fuente: Joaquin Olivares.

5.3.5 PRECIPITACIÓN PLUVIAL

El departamento de Sololá se encuentra en una situación geográfica de bosque de montaña y bosque subtropical, debido a esto las precipitaciones son elevadas pero no llegan a ser iguales que las selvas tropicales. En un registro del Insivumeh de 20 años registró un promedio anual de entre 750 mm hasta 1440 mm para el huracán Mitch.



Número de días de lluvia al año
Foto por: Insivumeh.

5.4 CONTEXTO

5.4.1 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

Población: 437,140 habitantes.

Idiomas: Kiche, Kaqchikel, Tzutujil.

En Sololá la principal fuente económica es el lago de Atitlán, como un gran punto focal para los turistas y a su vez como ruta comercial entre los pueblos de alrededor del lago, porque debido a su topografía accidentada, es más económico transportarse por medios acuíferos.



Baile moros y cristianos

Fuente:

<http://k34.kn3.net/taringa/1/5/9/4/1/7/42/ingentech1/DFE.jpg?6599>

en la que le café se encuentra como la de mayor producción, pero también se cultiva: Maíz, frijol, trigo, azúcar, legumbres, papa, etc.

En el departamento de Sololá la cultura, costumbres y tradiciones indígenas aún están muy presentes en la población del departamento. Debido a esto se fabrican productos artesanos y la economía entre ellos todavía esta presente de cómo era hace 200 años.

La segunda fuente de economía es la agricultura,

5.5 ANÁLISIS URBANO

SOLOLÁ

La estructura urbana de la ciudad de Sololá se aprecia de esta manera:

- USOS DEL SUELO URBANO:

Residencial: Amarillo

Comercial: Rojo

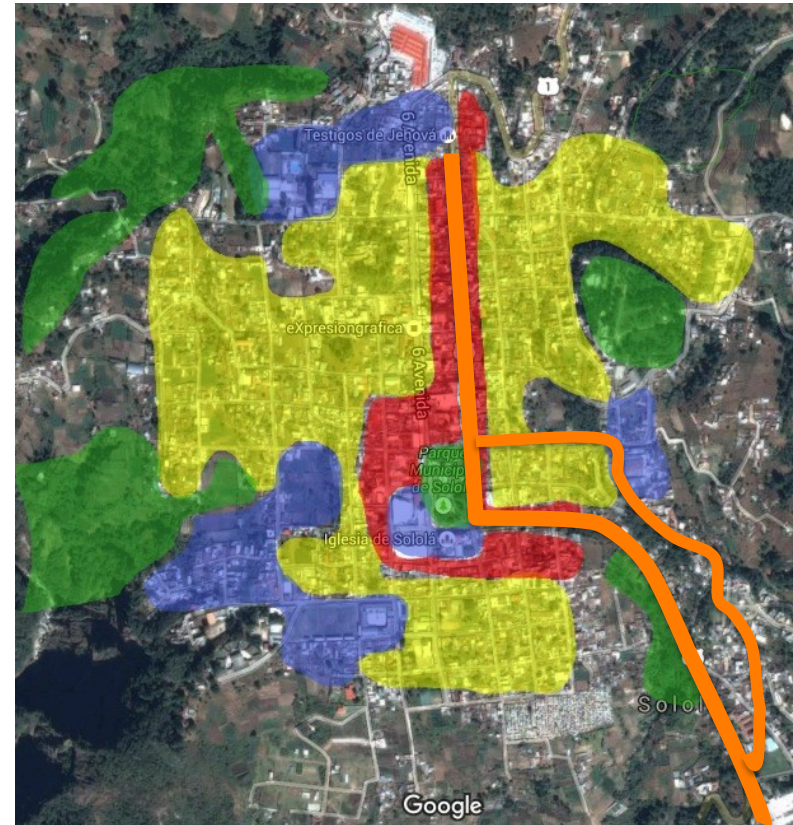
Industrial: Morado

Institucional: Azul

Espacios verdes: Verde

- SISTEMA VIAL(anaranjado): Red vial mas importante.

-6ta avenida y carretera ca-1 hacia Panajachel.



Plano de: usos de suelo Fuente: Google Maps

5.6 USUARIOS

A los usuarios a los que va dirigido este proyecto son los estudiantes, que quieran optar a un grado superior y/o técnico, el rango de edades va de los 17 a 30 años aproximadamente. Las materias que se impartirán en el centro educativo estarán enfocadas en las áreas de trabajo necesarias para la inversión extranjera y nacional. Con esto se busca poder ayudar al crecimiento productivo de esta área en particular.

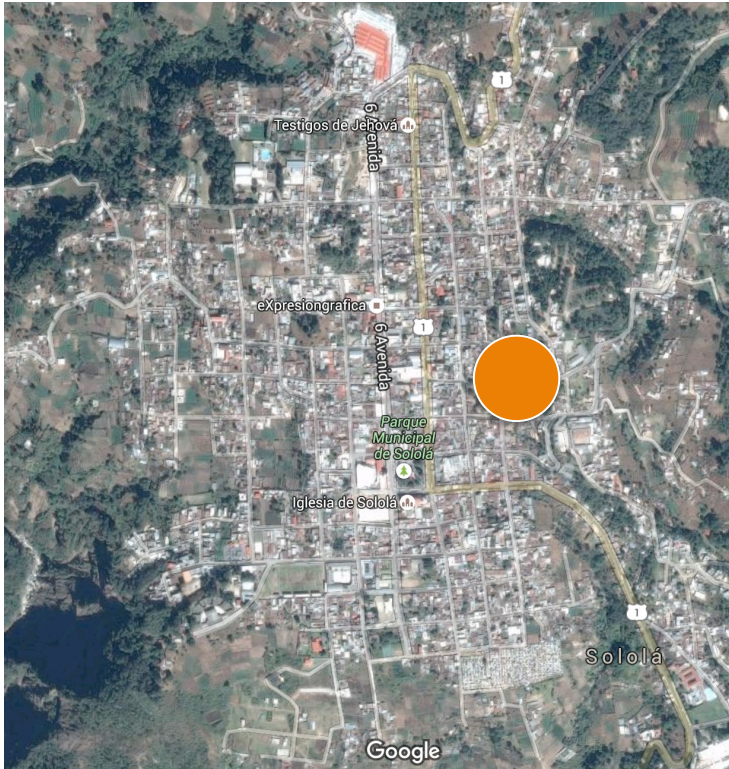
Las materias a impartir recomendadas según la cámara de industria con las cuales se puede lograr mayor inversión extranjera serán:

- Carpintería
- Agricultura
- Artesanías
- técnico en turismo sostenible
- ecología
- conservación del patrimonio
- comercio/economía
- mecánica
- idiomas
- construcción
- computación

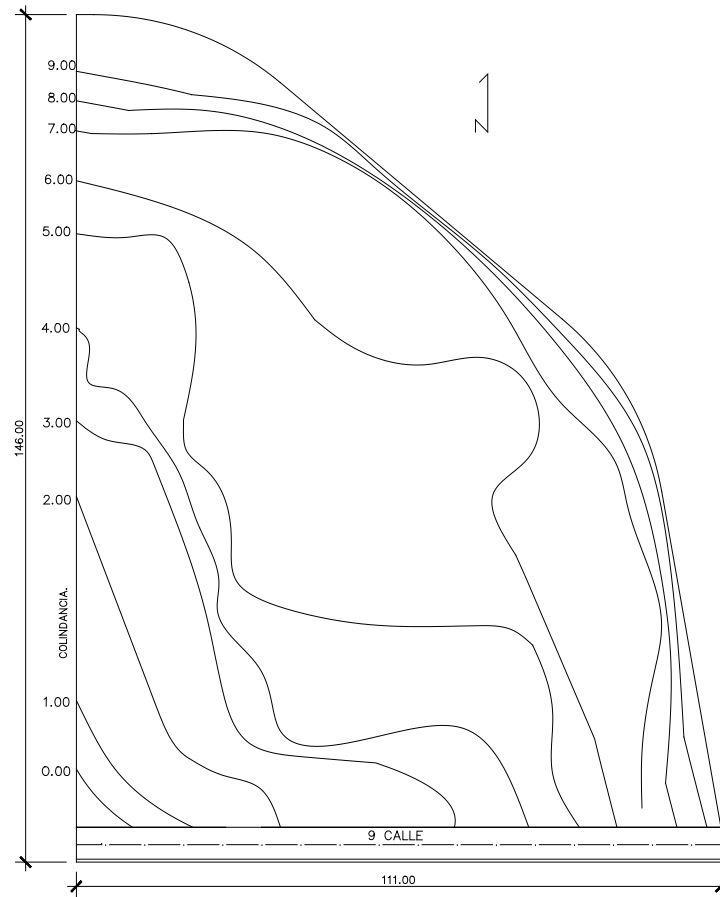
Estas son las materias con más campo de trabajo en el área rural del país.

5.7 UBICACIÓN DEL PROYECTO

GUATEMALA, SOLOLA, SOLOLA.



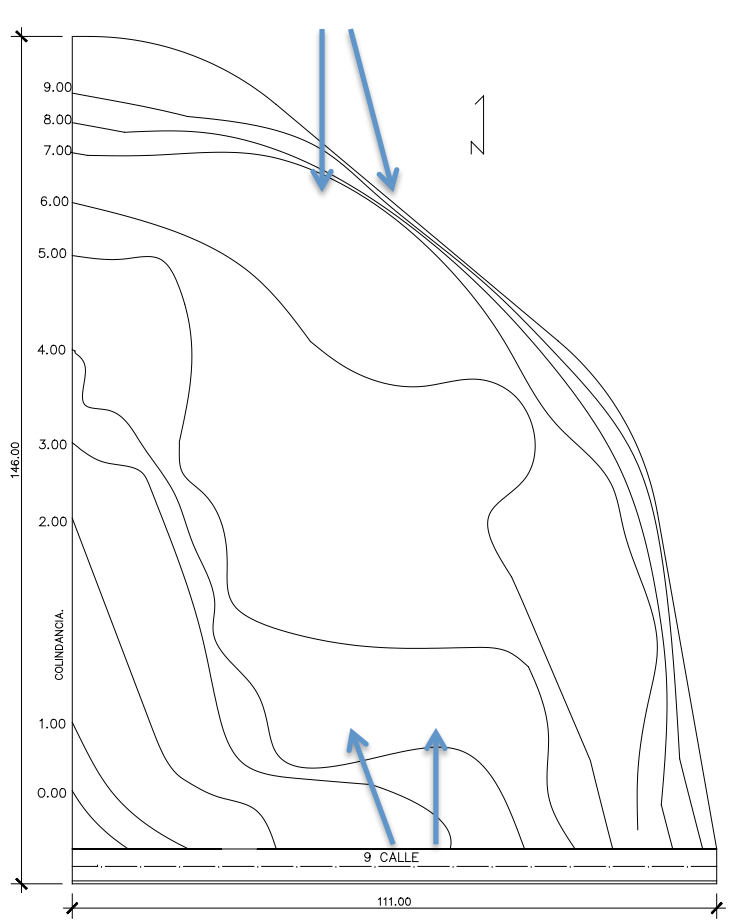
Ubicación del proyecto, ciudad de Sololá.
Coordenadas: 14° 46' 21.959" N 91° 10' 51.941" W
Foto por: Google Maps



Terreno del proyecto. Plano topográfico.
14,206 mt²

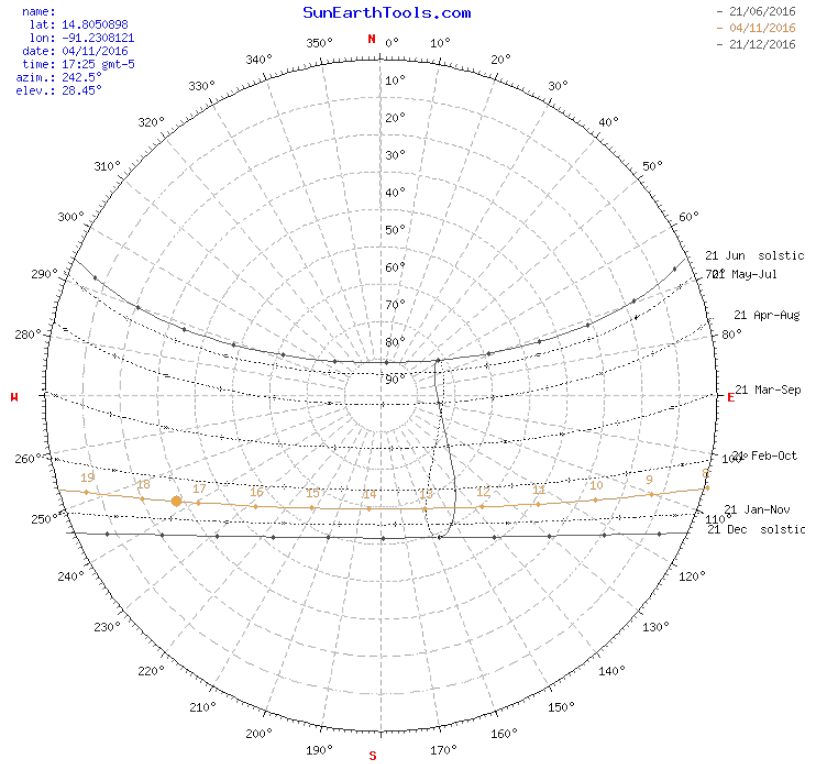
5.8 PLANO DE VIENTOS

Dirección de viento norte/oeste



Dirección de viento sur/este.

5.9 CARTA SOLAR EN SOLOLÁ



5.10 FOTOS DEL TERRENO



Coordenadas
14° 46' 14.199" N 91° 10' 43.830" W



6. PROYECTO

6.1 MEMORIA CONCEPTUAL

Las carreras propuestas para que se impartan en el centro de educación superior, consideradas de gran utilidad y de mayor campo laboral en el área son:

- Carpintería
- Agricultura
- Artesanías
- Turismo
- Ecología
- Conservación de patrimonio
- Comercio/economía
- Mecánica
- Idiomas
- Construcción
- Computación



CONCEPTO GENERADOR

Factores externos:

- Ubicación: Sololá, Sololá, Guatemala.
- Altitud: media, 2,114 m.s.n.m
- Clima: frío
- Población: (2014) 427,145 habitantes
- Temperatura promedio anual: 18 C°
- Temperatura máxima absoluta 30 C°
- Temperatura mínima absoluta 3.6 C°

Soleamiento:

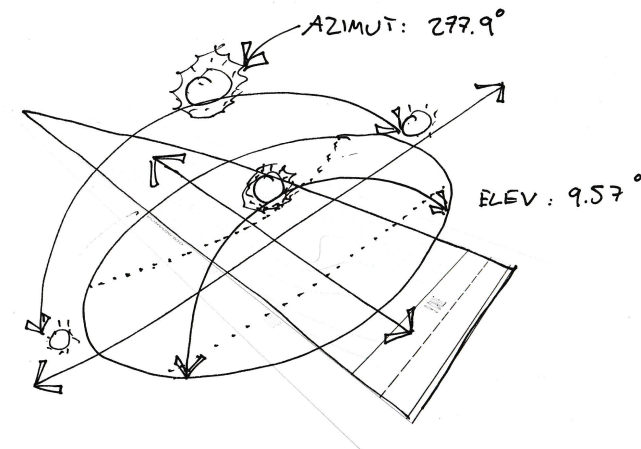


Gráfico polar solar.

Máxima radiación solar: 900 - 1100 watts/mt²

Vientos: viento predominante dirección sur-occidente y norte-occidente.

Precipitación pluvial promedio anual: 750mm

Días de lluvia anuales: 125 días.

Factores internos

- Rango de edades: 17-30 años
- Cultura/etnias: indígena, 85% ladina 15%
- Idiomas: español, kiche, tzutujil.

6.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ARQUITECTURA PROPUESTA

El centro educacional, estará desarrollado por los principios de la arquitectura con tierra, esto quiere decir que será construido con materiales locales y ecológicos, propios del departamento de Sololá.

Los materiales principales en la construcción serán:

Cimientos: concreto armado.



Levantados de muros: tapial / rammed earth



Estructuras de cubiertas: bambú



Funcionamiento:

El proyecto buscará organizarse de manera que puedan, todas las aulas, tener una relación directa con la naturaleza, vistas hacia el lago y relaciones naturales entre el centro educativo, buscando el mayor confort e interacción con el medio en el que se vive, no creando espacios aislados del exterior.

El centro educativo en cierta manera deberá ser autosustentable, en cuanto a la administración de recursos energéticos, pluviales y desechos. Maximizando la eficiencia del uso de cada uno de estos puntos, ya sea utilizando técnicas pasivas o activas, adaptando la edificación al medio, de la manera mas adecuada y ética posible.

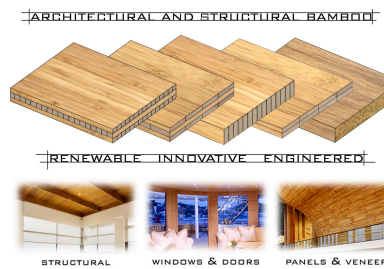
Acabados generales:

En el exterior, al tener como punto focal del proyecto, “el tapial”, y el “bambú” los acabados finales del proyecto deberán estar potenciados en los materiales principales. Estos materiales tienen que estar vistos y adecuadamente protegidos contra las inclemencias del tiempo.

Debido a que el costo debe ser bajo en los interiores del proyecto se utilizara un recubrimiento transparente de selladores en las paredes y en los suelos se utilizara concreto coloreado, para crear un código de colores, en donde los usuarios se puedan ubicar por medio de estos. Manteniendo los costos de los acabados bajos.

Acabados específicos:

Bambú laminado con acabado color natural y protegido con barniz marino.



Muros de tapial hacia el exterior, acabado natural, con diferentes pigmentos entre cada capa. El acabado final, del pavimento en el interior del proyecto, será de concreto portland coloreado pulido. Cumpliendo con el código de colores establecido. (plano #1 conjunto)

Relación con el medio ambiente.

El centro educativo esta pensado para tener la mayor relación posible con el medio ambiente, desde los materiales a utilizar en la construcción del proyecto, implantados de la manera mas natural posible. Bambú, tapial etc. hasta el impacto que va a tener el proyecto con el medio ambiente de alrededor, tratando de que este esté lo mejor posible adaptado al medio, con su captación de energía, manejo de desechos, utilización del agua de lluvia, impacto visual. Etc. La relación entre el usuario, edificación y paisaje, trata de que sea una conexión muy cercana, tomando como puntos de referencia, la estructura integrada con el entorno y paisaje.



Relación en el medio ambiente
Render proyecto de grado.

6.3 Proceso de diseño

6.3.1 Programa de arquitectura

se investigo en la municipalidad de Sololá sobre las normas de construcción y el único requerimiento es que se aprobado por los "cocoos"

Pero según estándares arquitectónicos(neufert/time saber standards) el tamaño del instituto se debe dar de la siguiente manera, para tener un espacio adecuado para el estudio la relación espacio y estudiante debe ser, de 22-25 mt2 de terreno por estudiante. Esto, según el terreno establecido, requiere de una población a habitar de 480/500 estudiantes. Entre sesión matutina y vespertina, 250 c/u. Las áreas a llevar serán:

	Mt2	Altura en M
1. Talleres	500	4.0
2. Aulas	400	3.5
3. Salón audiovisual	120	4.0
4. Biblioteca	180	4.0
5. Baños	60	3.0
6. Área administrativa	120	3.0
Área directiva		
Salón de maestros		
7. Cafetería	270	4.0
Comedor /exposiciones		
8. Mantenimiento	90	3.0
Conserjería		
Área de limpieza		
9. Área de agricultura(aire libre)	500	
10. Guardarropas	105	3.0
Bodegas		
Cuarto de maquinas		
Total construido	1845	

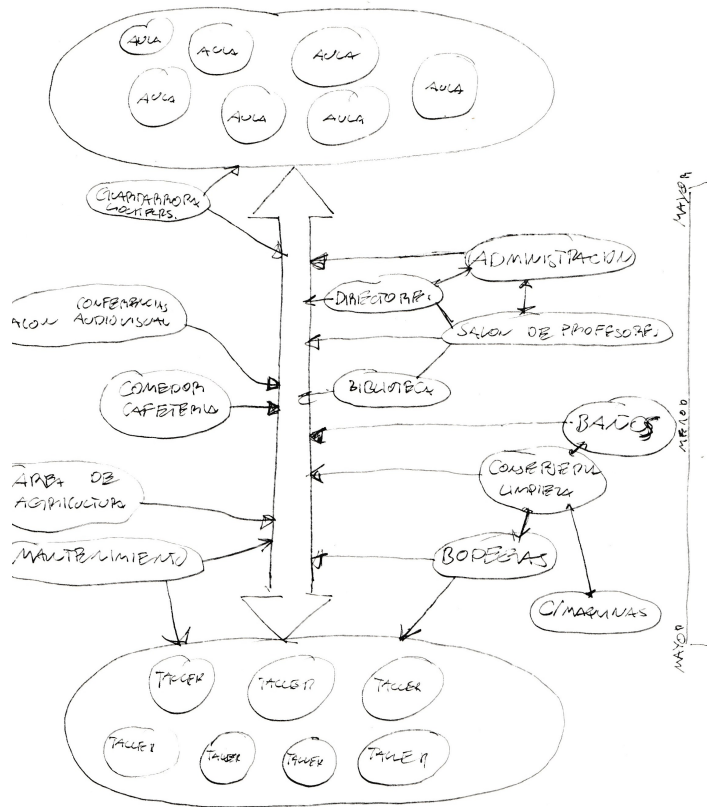
Equipo especial en los talleres:

- Torno
- Sierra de cinta
- Filtración de aire
- Sierra de mesa
- Mezcladora
- Ensayo de tensión
- Ensayo de compresión
- Maquinas de coser
- Sala de computación
- Compresores
- Pluma hidráulica

6.3.2 METODOLOGÍA DE DISEÑO

Diagrama de Relaciones

DIAGRAMA DE RELACIONES

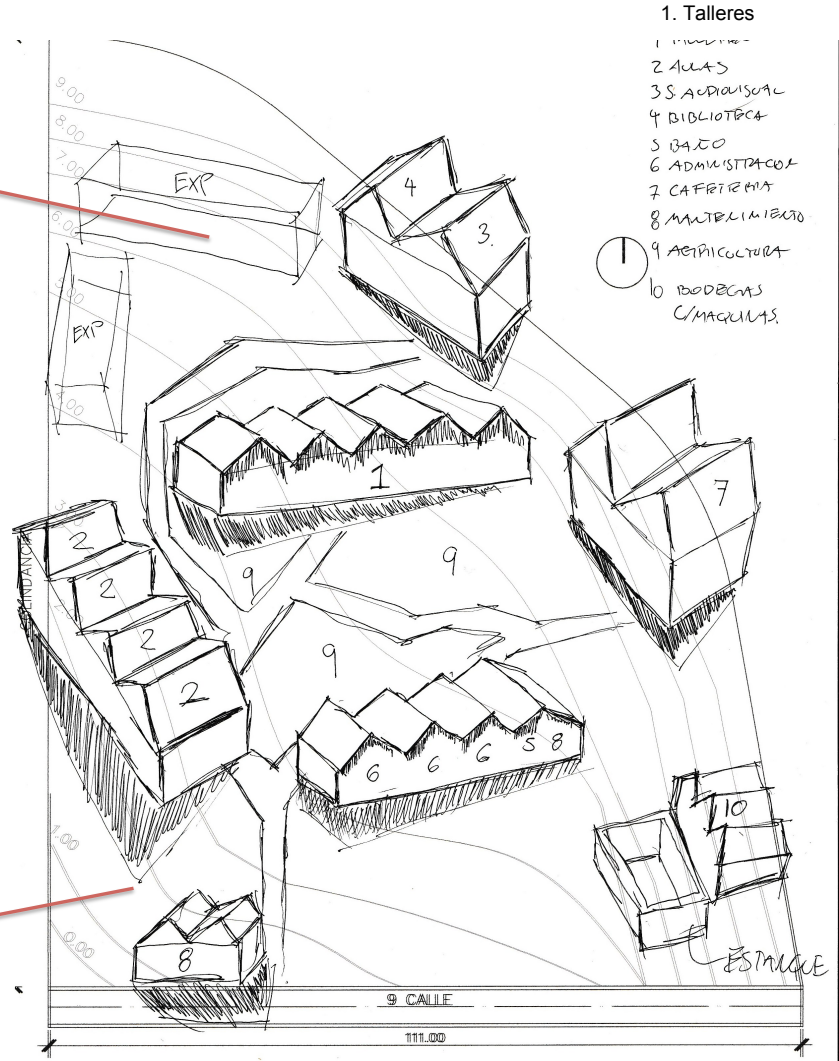
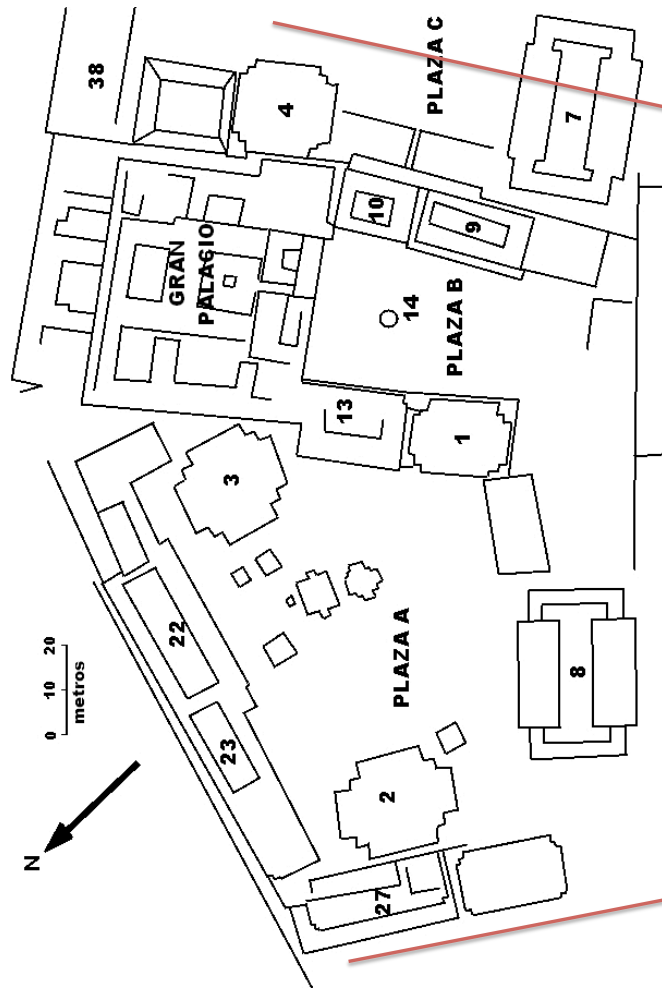


Matriz de doble entrada

	talleres	aulas	Salón audiovisual	biblioteca	baños	Área administrativa	cafetería	mantenimiento	agricultura
Aulas	Relación directa								
Salón audiovisual	Relación media	Relación directa							
biblioteca	Relación media	Relación directa	Relación directa						
baños	Relación media	Relación media	Relación media	Relación baja					
Área administrativa	Relación baja	Relación baja	Relación baja	Relación media	Relación baja				
cafetería	Relación baja	Relación baja	Relación baja	Relación baja	Relación directa	Relación media			
mantenimiento	Relación baja	Relación baja	Relación baja	Relación media	Relación baja	Relación baja	Relación baja		
Área de agricultura	Relación media	Relación baja	Relación baja	Relación baja	Relación baja	Relación baja	Relación baja	Relación media	
guardarropas	Relación baja	Relación baja	Relación baja	Relación media	Relación baja	Relación media	Relación media	Relación baja	Relación media

- Relación directa
- Relación media
- Relación baja

Idea de implementación de bloques 3D



1. Talleres
- 1 TALLERES
 - 2 AULAS
 - 3 S. ADMINISTRACION
 - 4 BIBLIOTECA
 - 5 BAÑO
 - 6 ADMINISTRACION
 - 7 CAFETERIA
 - 8 MANTENIMIENTO
 - 9 AGRICULTURA
 - 10 BODEGAS C/MAGAZAS

Ciudad de Iximche, Guatemala.
Idea de conjuntos arquitectónicos, alrededor de plazas

Diagrama de interacciones

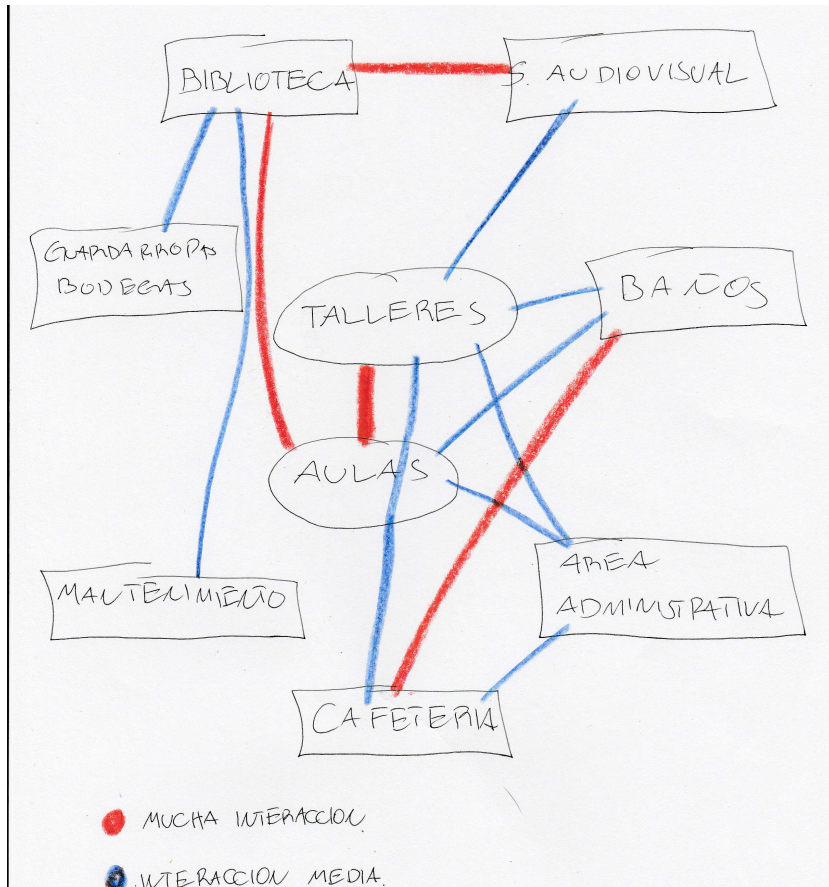
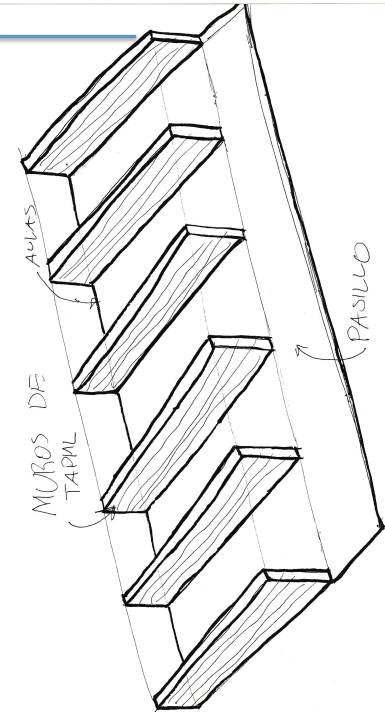
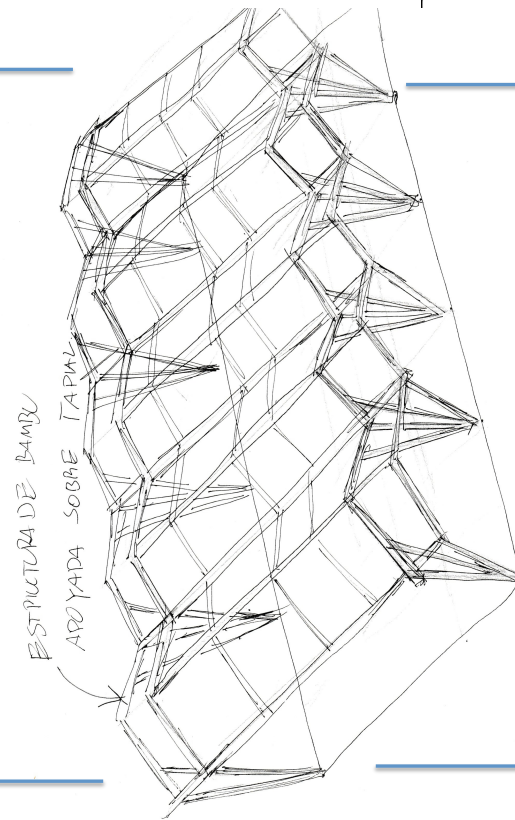
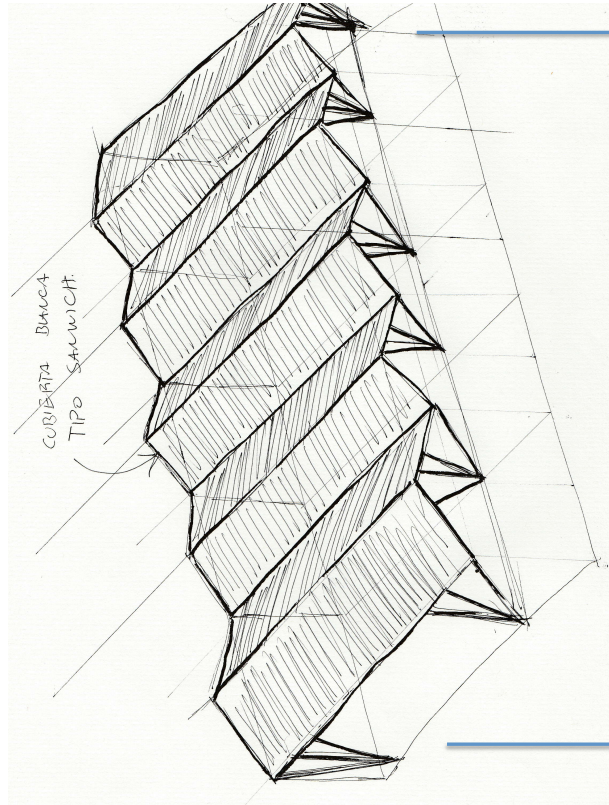


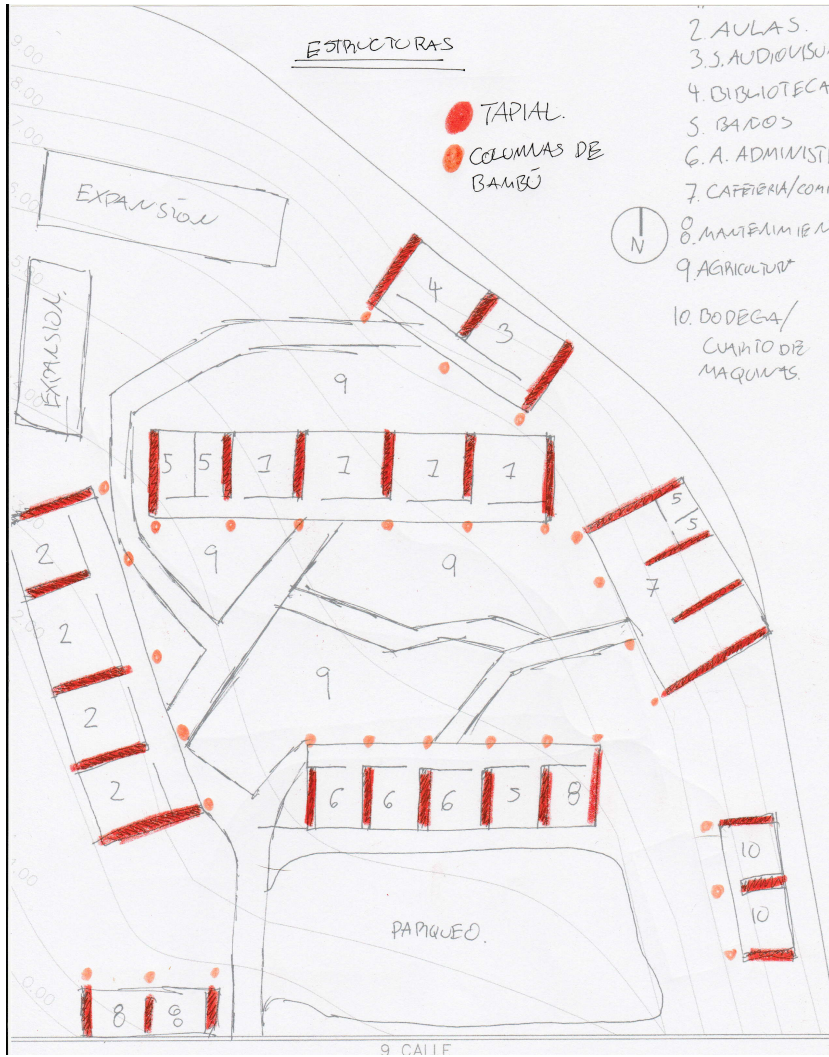
Diagrama de bloques.



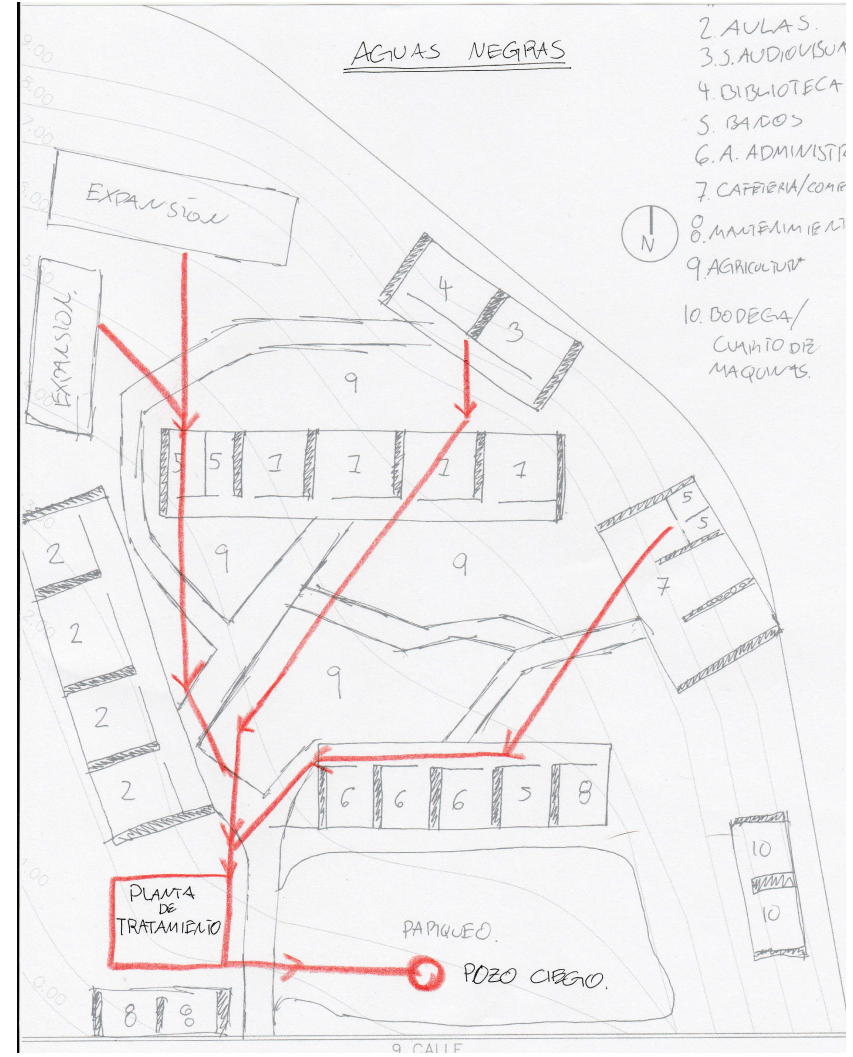
Esquema Estructural



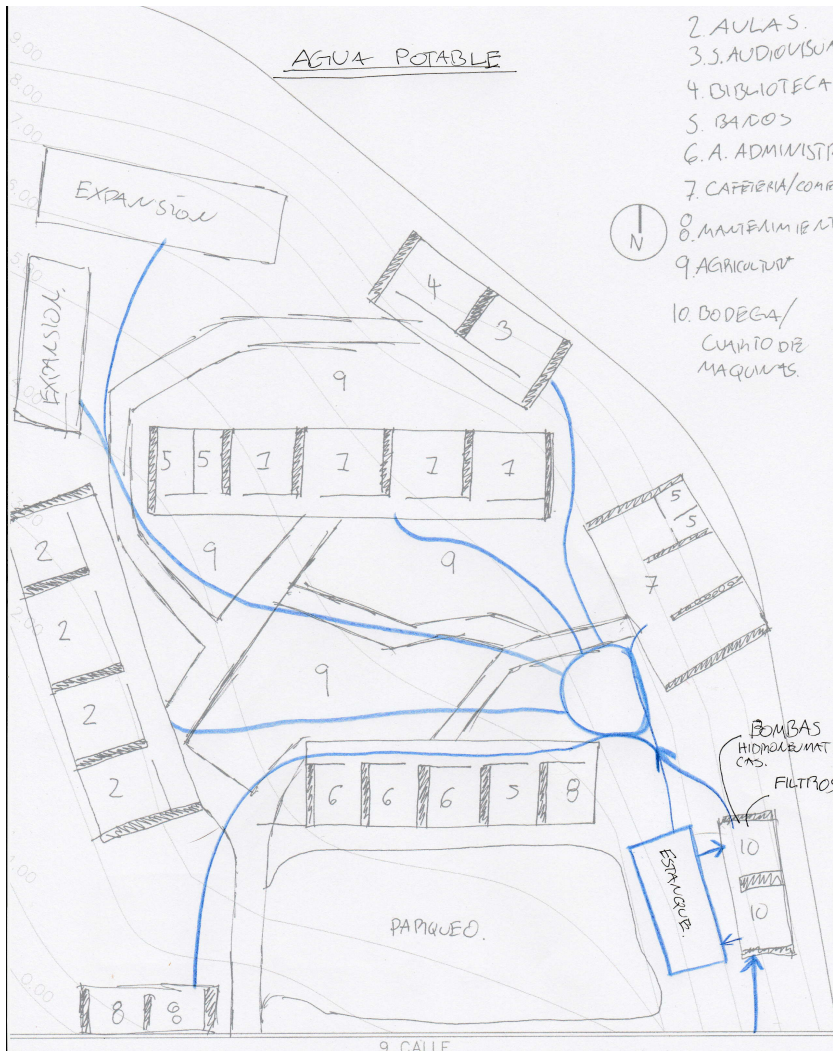
Esquemas de estructuras



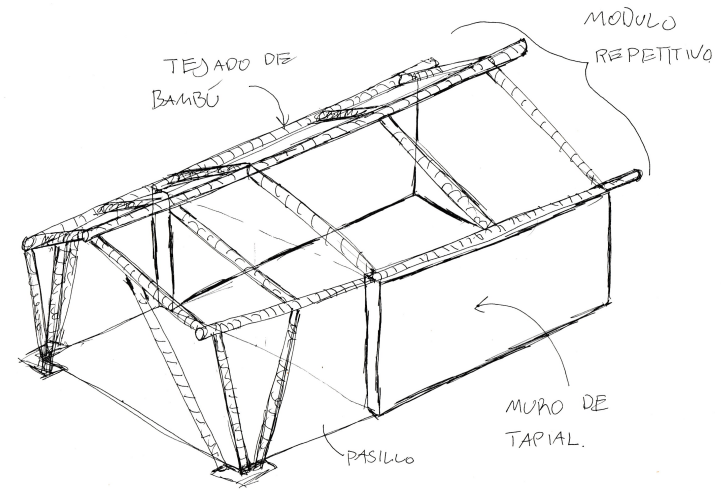
Esquemas de instalaciones



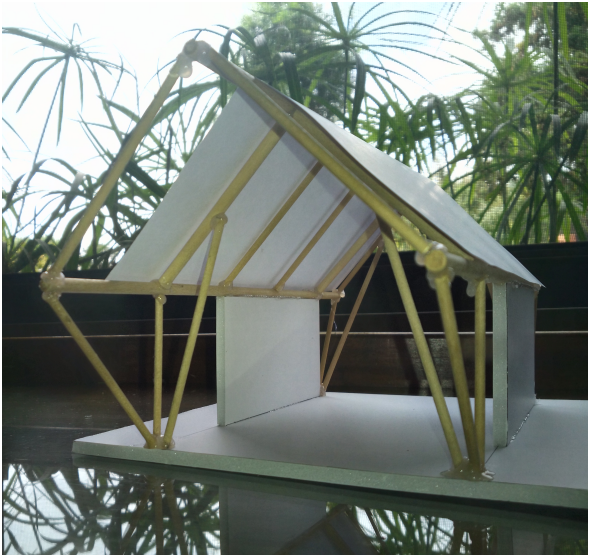
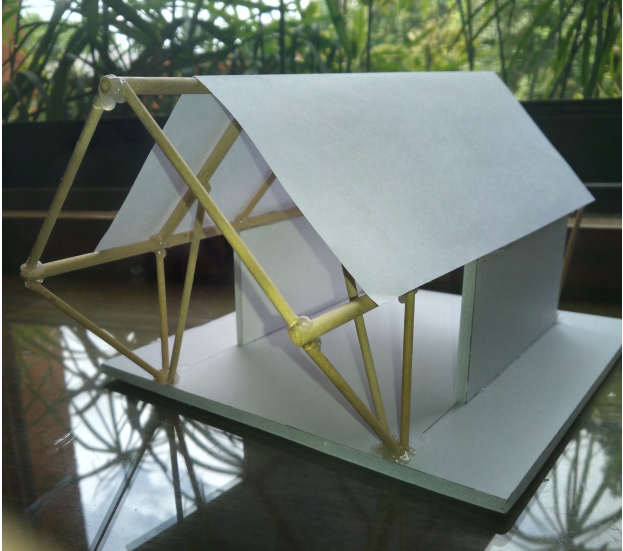
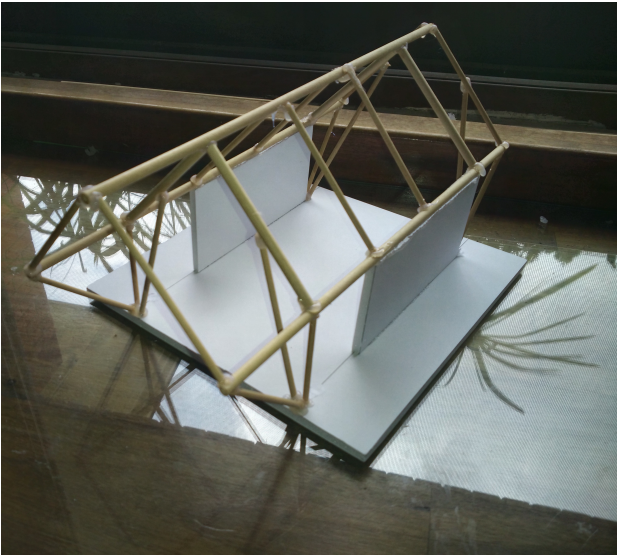
Esquemas de instalaciones



Módulos planos seriados.



Maqueta, módulos-planos seriados.





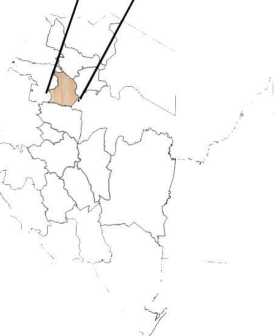
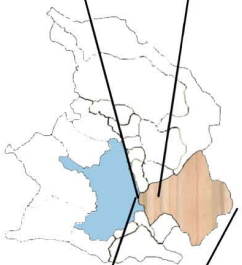
6.3.3 Planimetría del Proyecto

6.3.4 Planos de Criterio Estructural

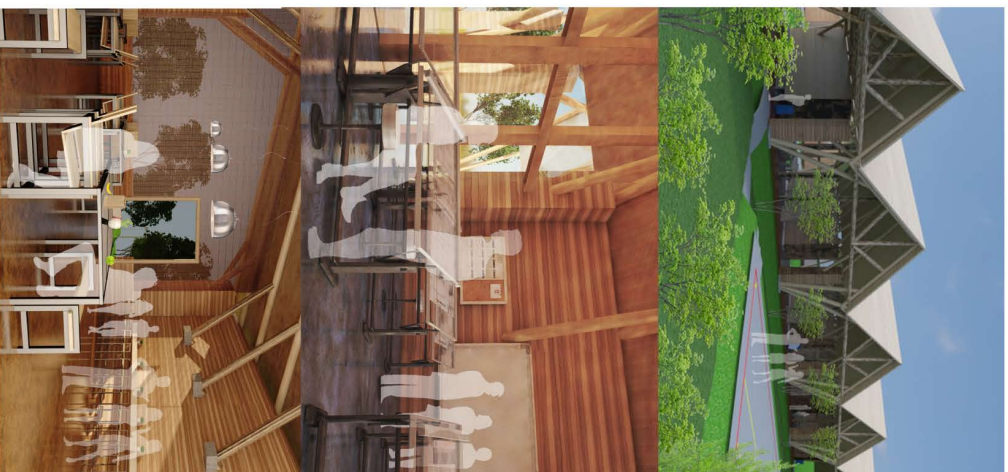
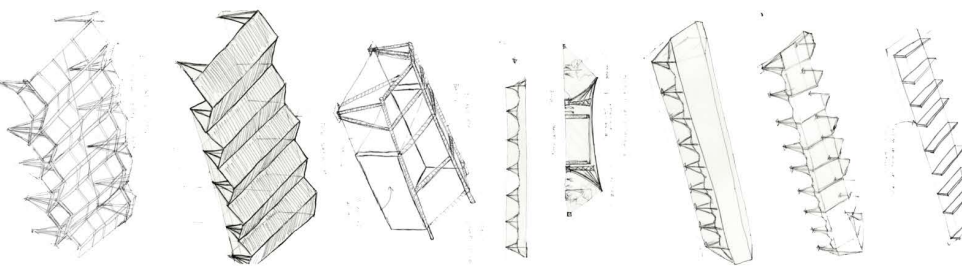
6.3.5 Plano de Concepto de Instalaciones



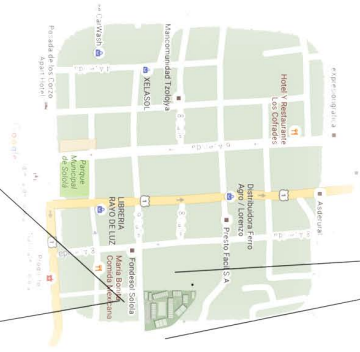
ciudad de solola



proceso de bocetaje del proyecto



ARQUITECTURA DE TAPIAL

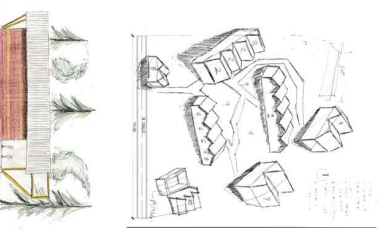
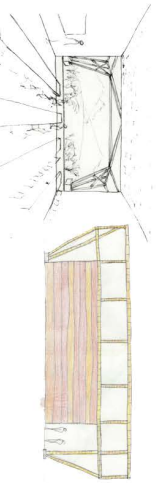


centro de ciudad, solola



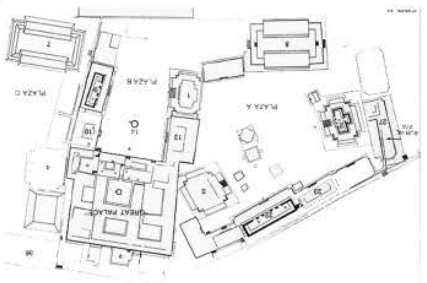
- 1. aulas magistrales
- 2. modulo de talleres y laboratorios
- 3. ampliacion, talleres y laboratorios
- 4. biblioteca
- 5. audiovisuales
- 6. cocina y comedor
- 7. area administrativa

- Planta de tratamiento por digestion anaerobica
- concreto pulido, areas de servicio y parqueo
- ladrillo tayvivo, de colores distintos



plano de conjunto.





Distribucion de planta

Inspirada en las ruinas de Iximche, debido a la distribución de edificios al rededor de plazas. Para crear un efecto visual 360° de vegetación.

Ambientes

1. Cisternas
2. Talleres
3. Biblioteca
4. Audiovisuales
5. Módulo de baños.
6. Aulas Magistrales
7. Cafetería
8. Cocina
9. Administración
10. Plaza Cívica
11. parqueo
12. Bodega
13. Casilleros
14. Cuarto eléctrico y bombas
15. Garita y mantenimiento



Plano de conjunto

ESC 1/400

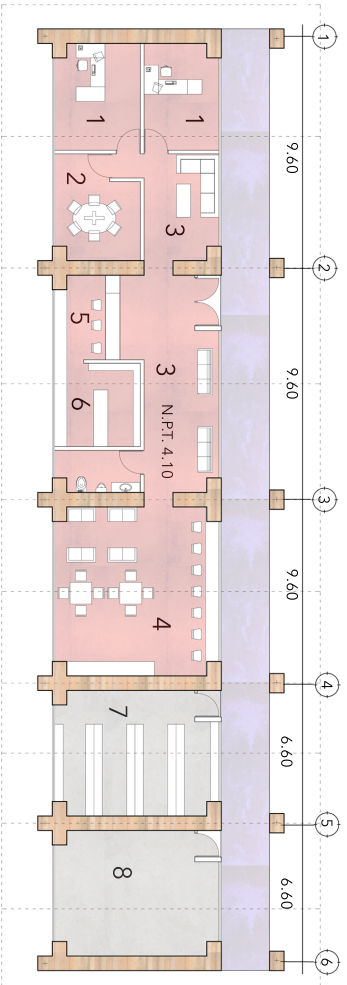
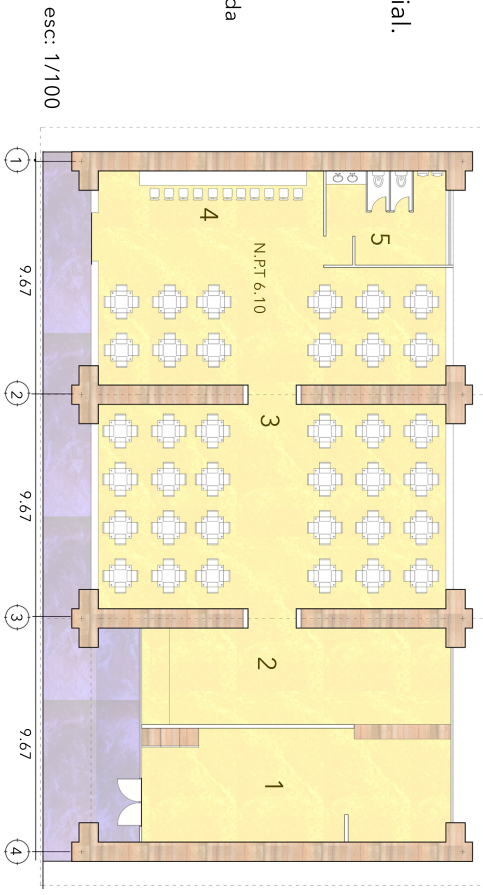


ACABADOS EN SUELO.
SOBRE CONCRETO
código de colores



muros de tapial.
+6.10 NPT.

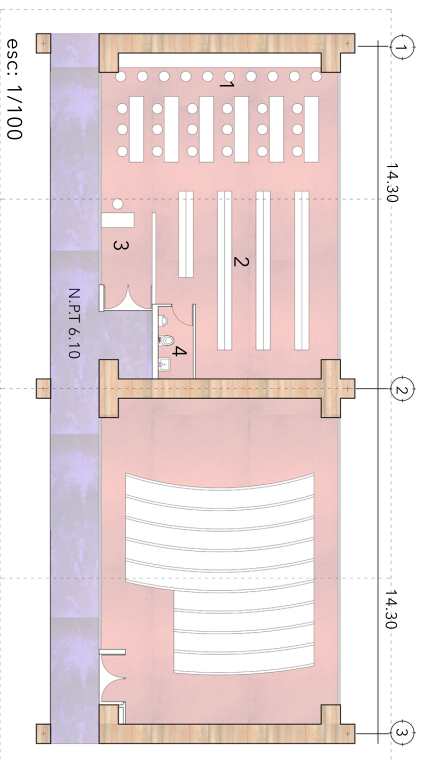
1. Módulo cocina y comedor.
1. cocina
2. área de recepción de comida
3. comedores
4. barra
5. aseos



esc: 1/100

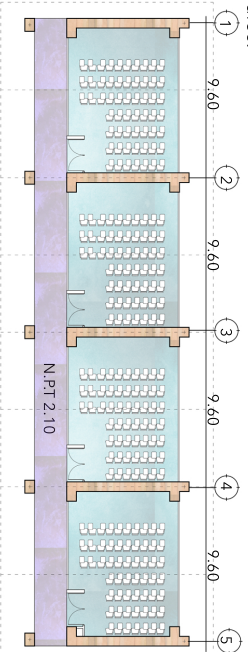
3. Módulo, biblioteca y auditorio
+6.10 NPT

1. área de lectura y estudio
2. área de libros
3. recepción
4. aseo
5. butacas
6. escenario



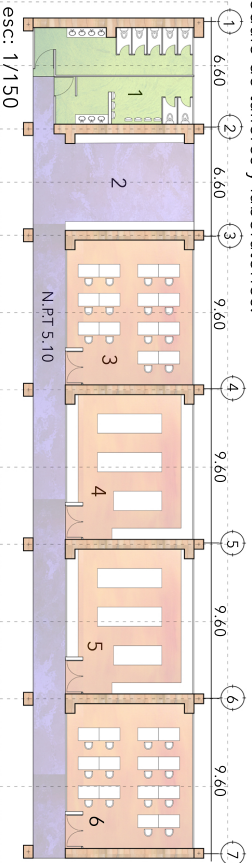
esc: 1/100

4. Módulo aulas magistrales.
+2.10 NPT.



esc: 1/150

5. Módulo de talleres y laboratorios.

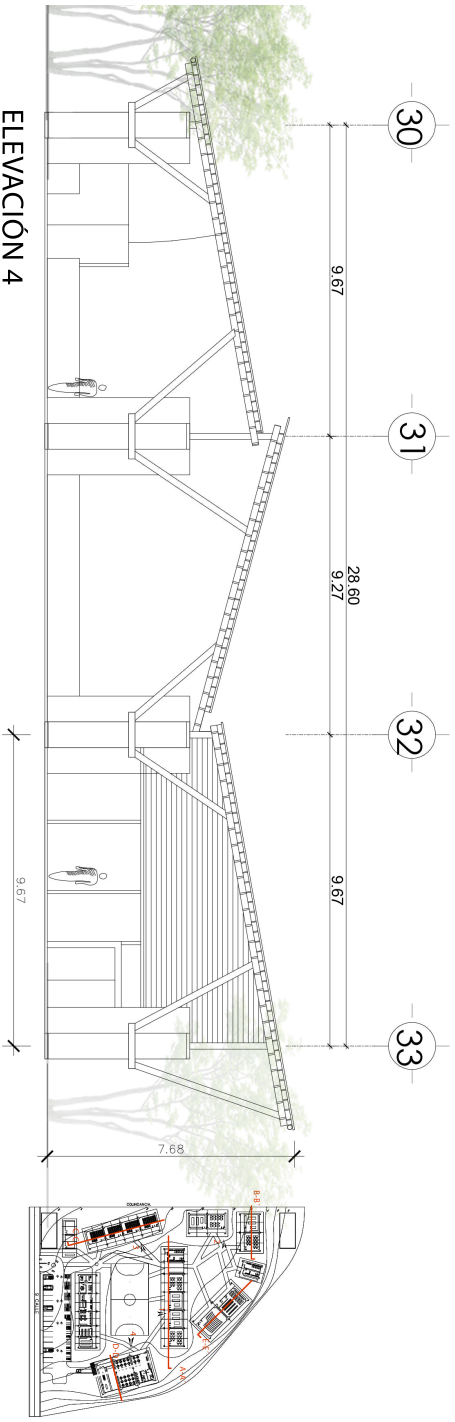
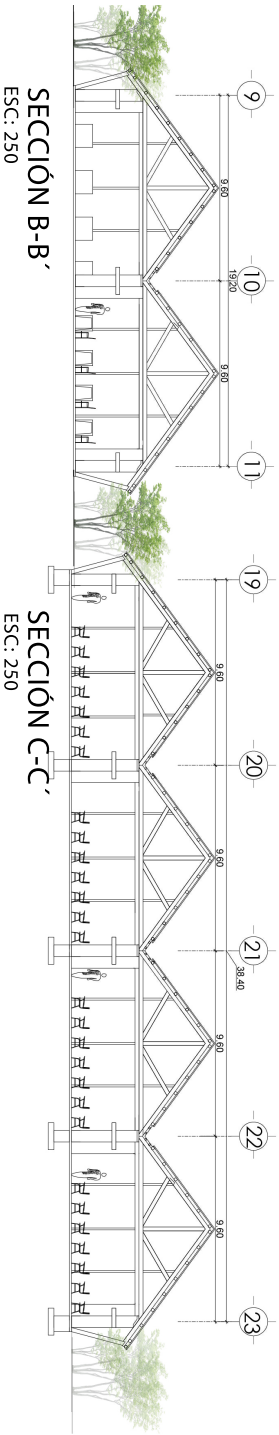
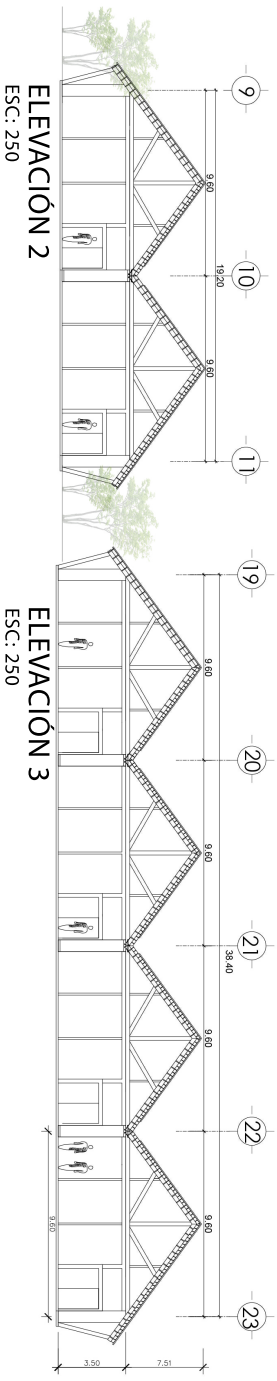
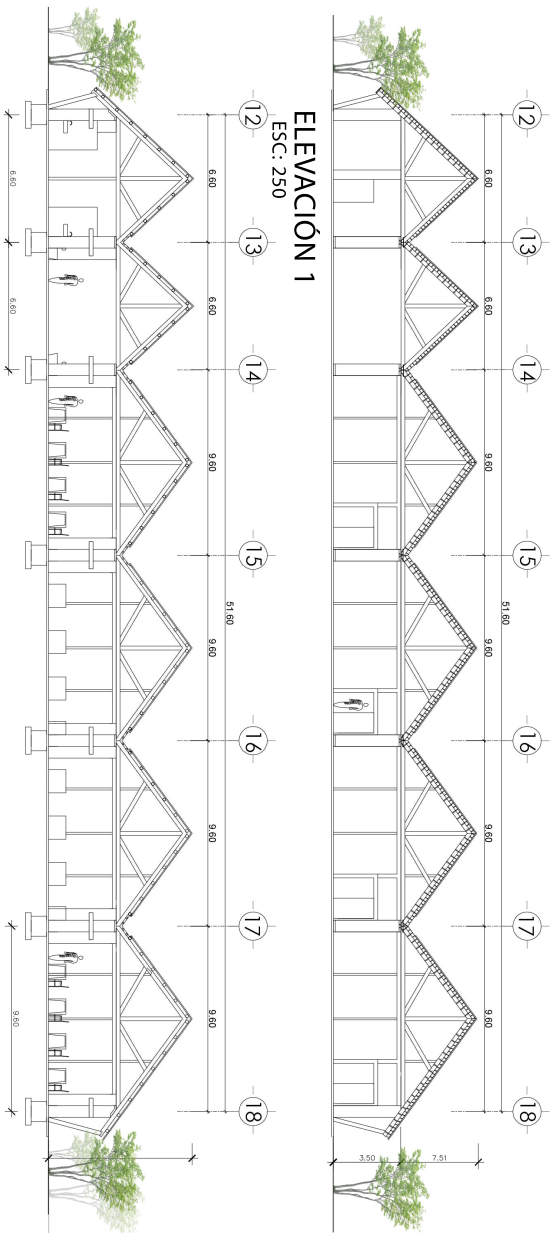


esc: 1/150

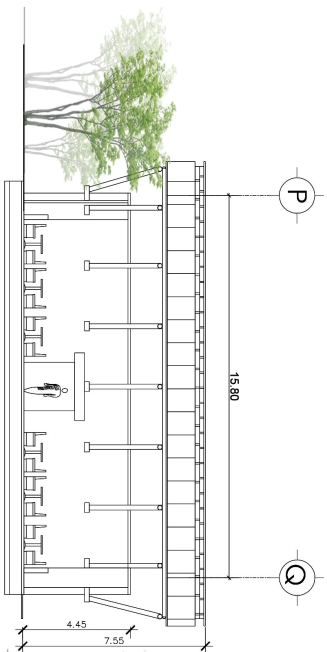
1. aseos tipo.
2. vestíbulo techado
3. taller de carpintería
4. laboratorio de agricultura
5. taller de artesanías
6. taller de mecánica.



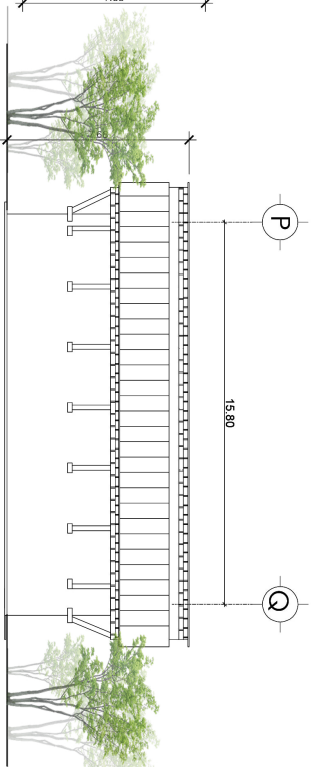
plantas amuebladas y acabados



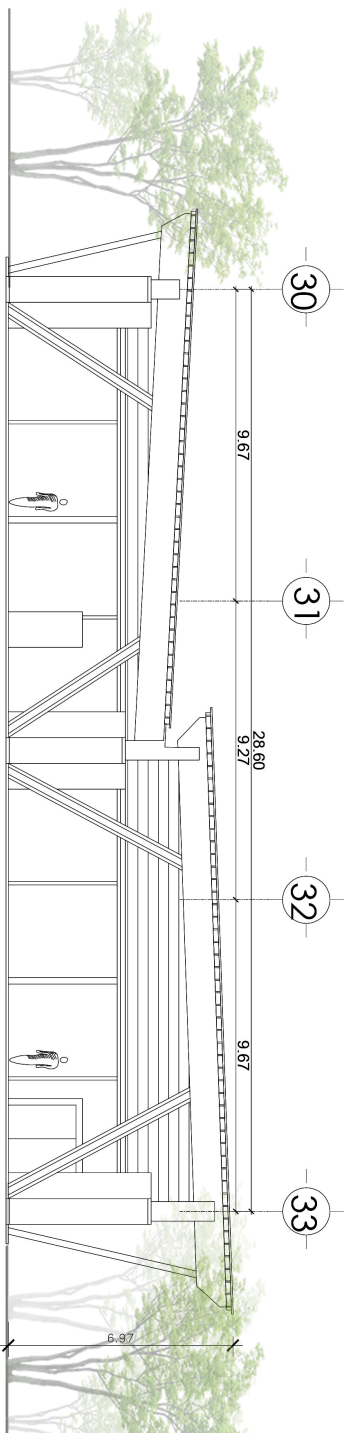
ELEVACIONES Y SECCIONES



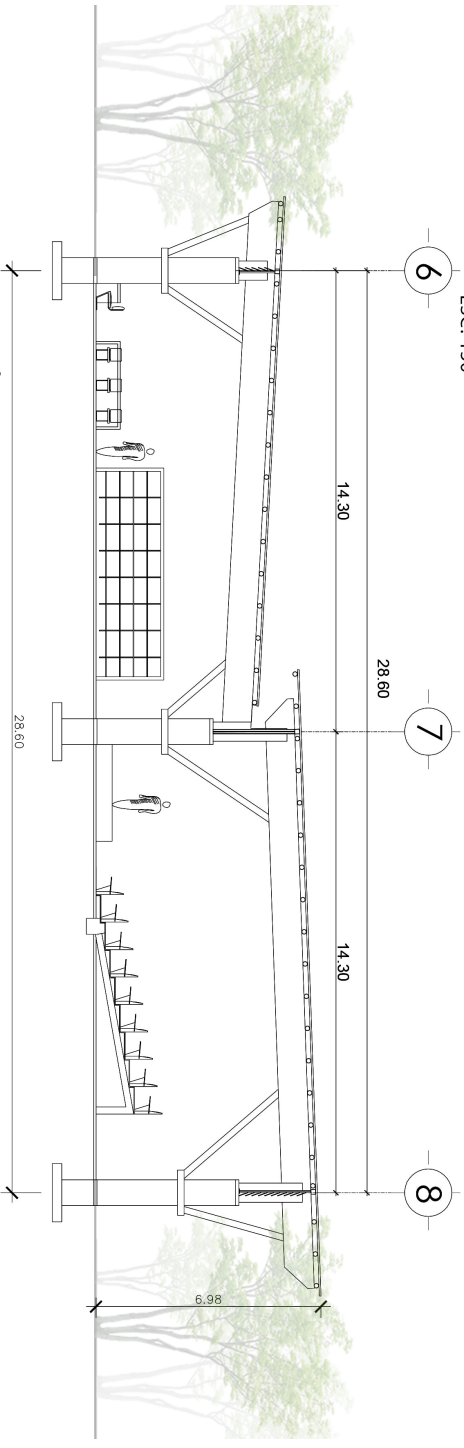
SECCIÓN D-D'
ESC: 250



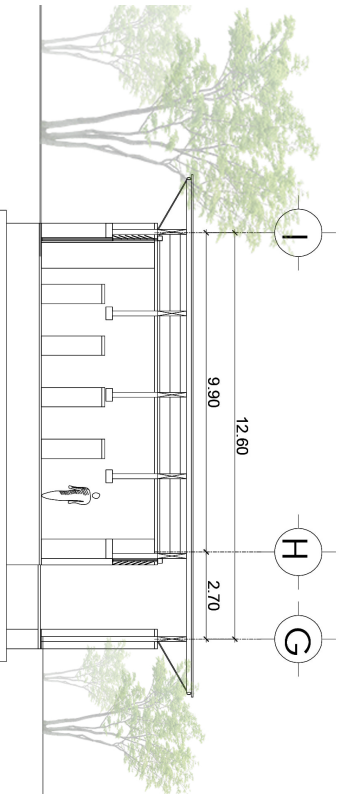
ELEVACIÓN 6
ESC: 250



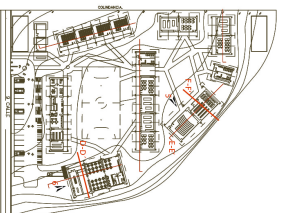
ELEVACIÓN 5
ESC: 150



SECCIÓN E-E'
ESC: 150

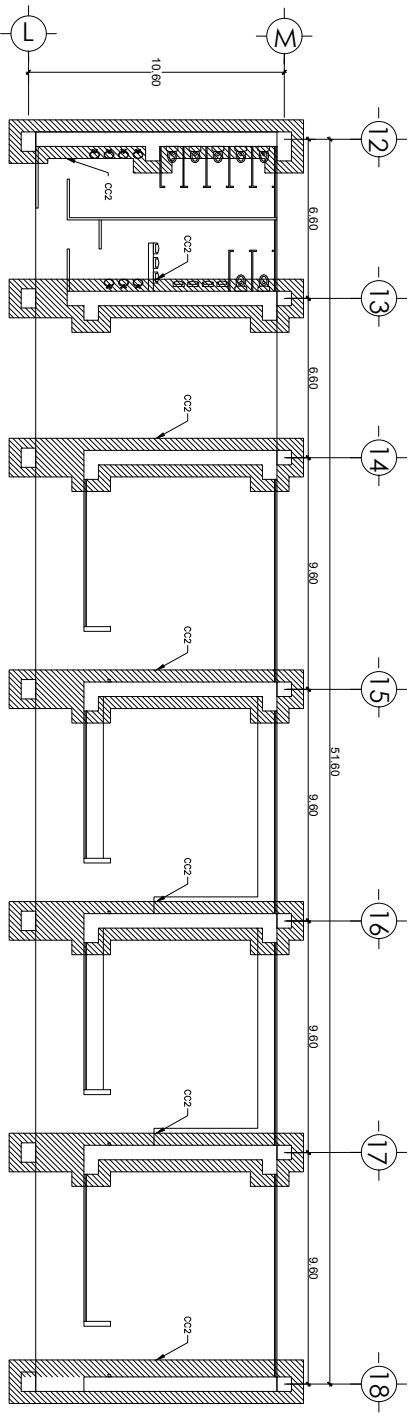


SECCIÓN F-F'
ESC: 150



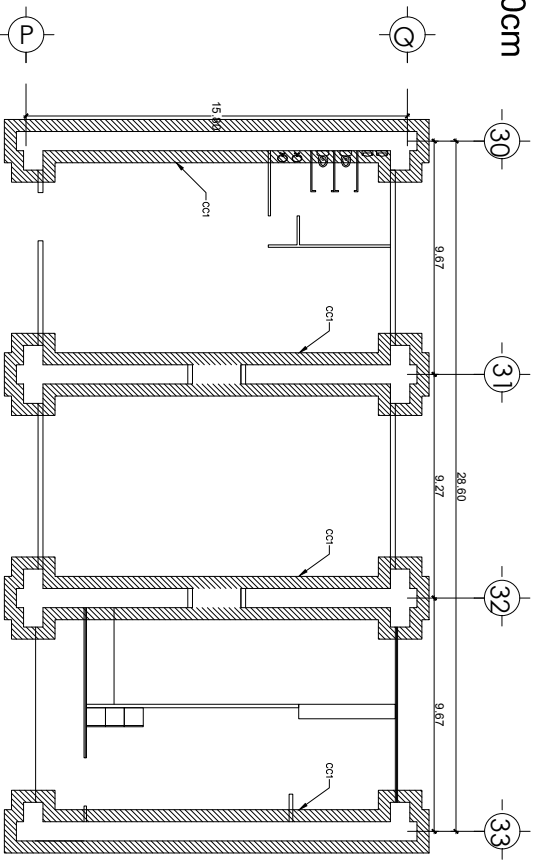
INTERIORES AULAS

ELEVACIONES Y SECCIONES



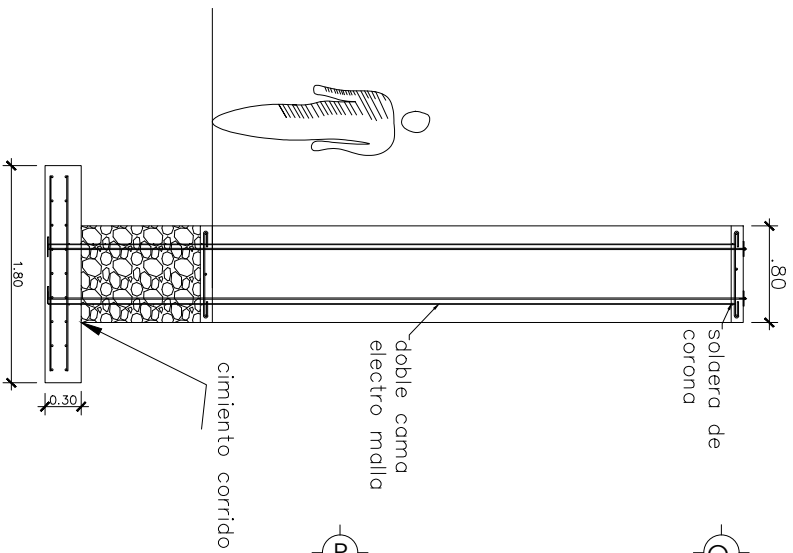
Cimientos y muros tipo 2.60cm

ESC 1/200



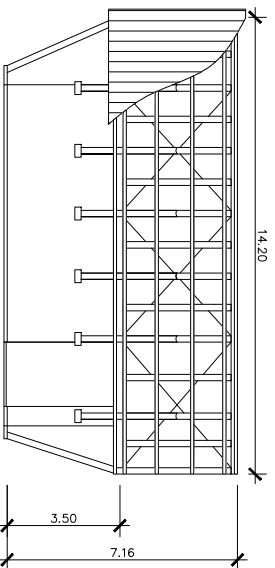
Cimientos y muros tipo 2.60cm

ESC 1/200



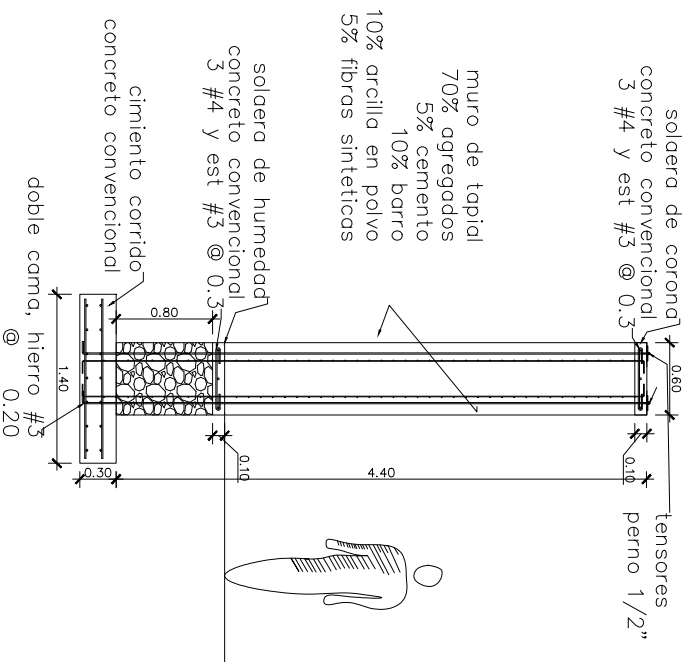
Cimiento Corrido y Muro "tipo" 1

ESC 1/40



Esquema estructura de tejados

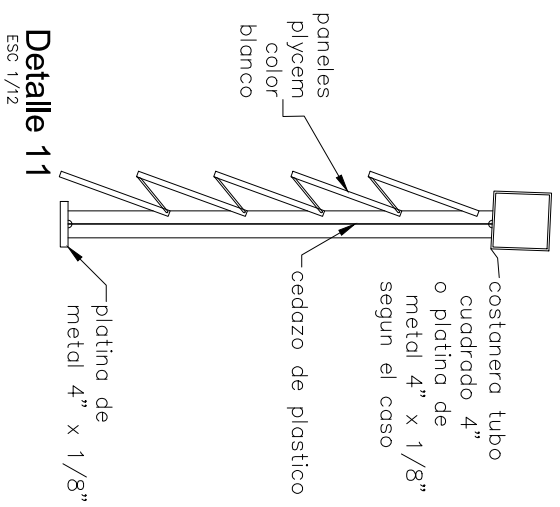
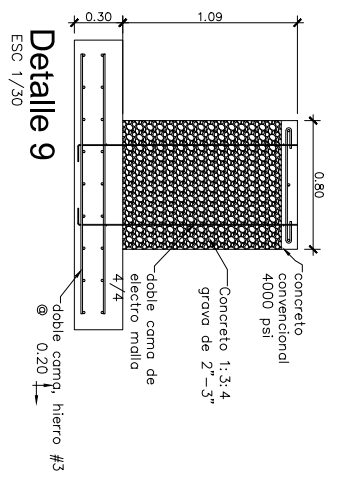
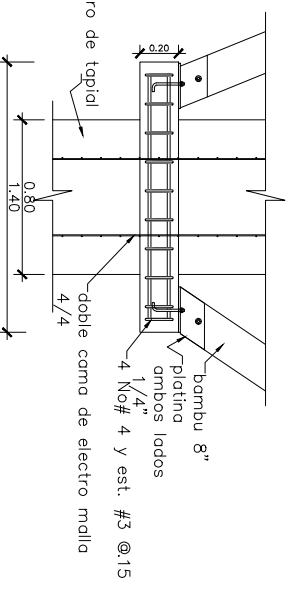
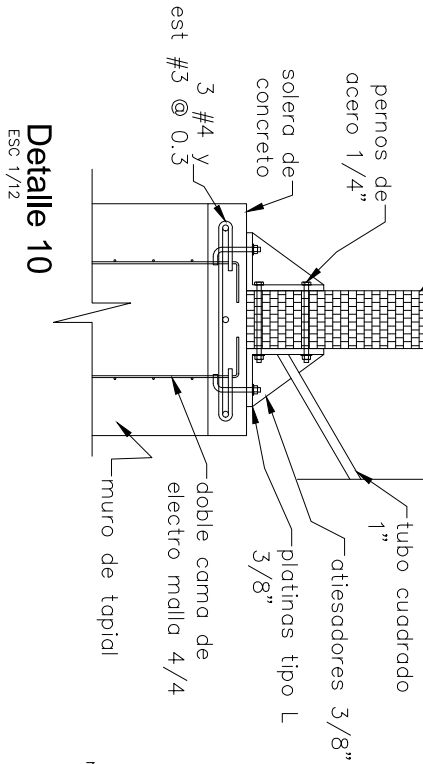
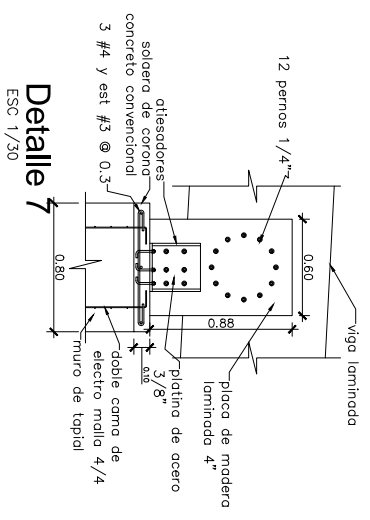
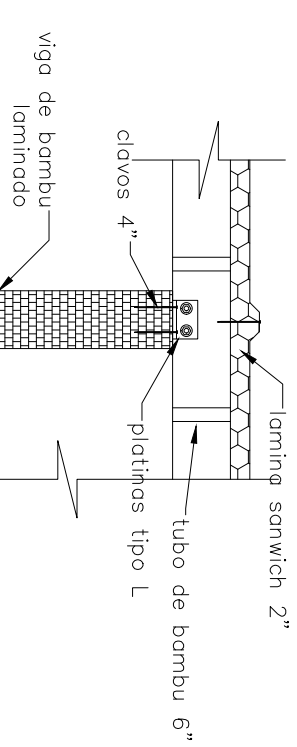
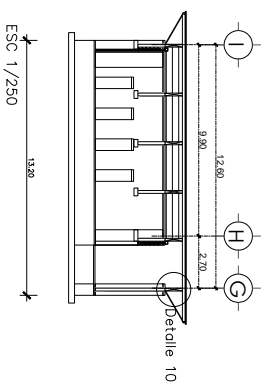
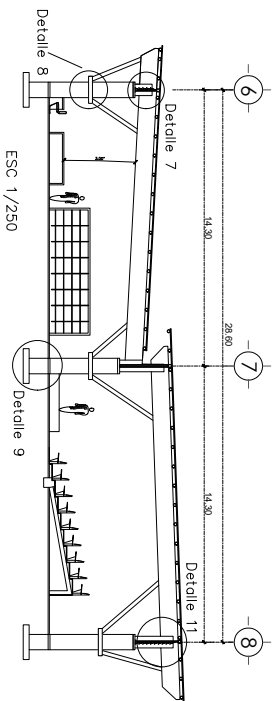
ESC 1/150



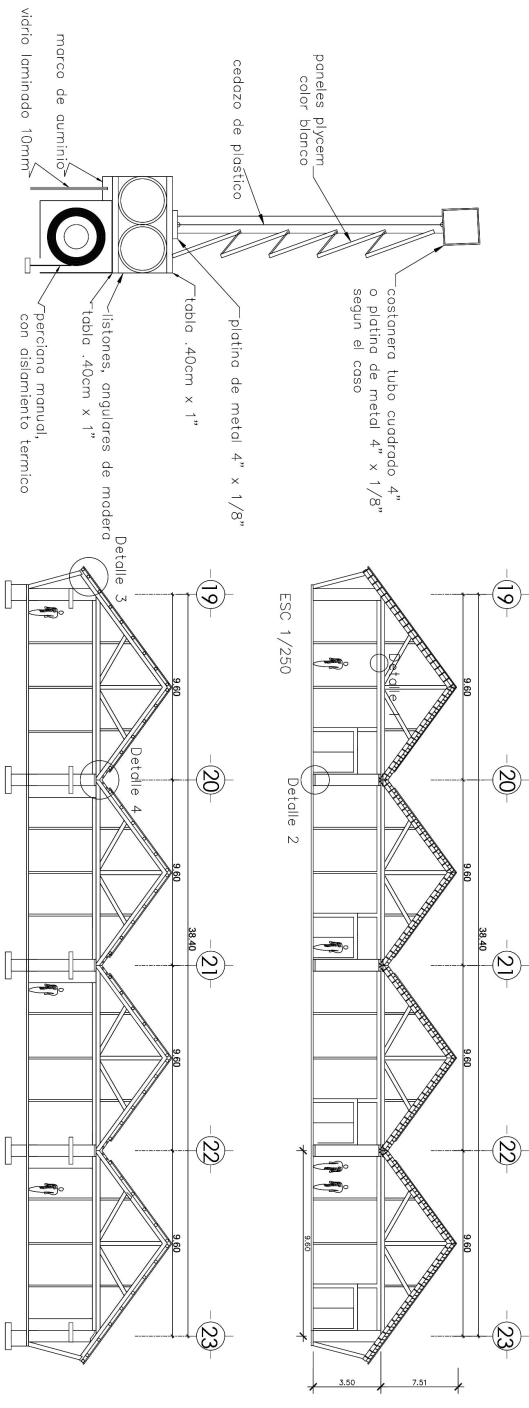
Cimiento Corrido y Muro "tipo" 1

ESC 1/40

PLANO DE CIMIENTOS Y MURO "TIPO"

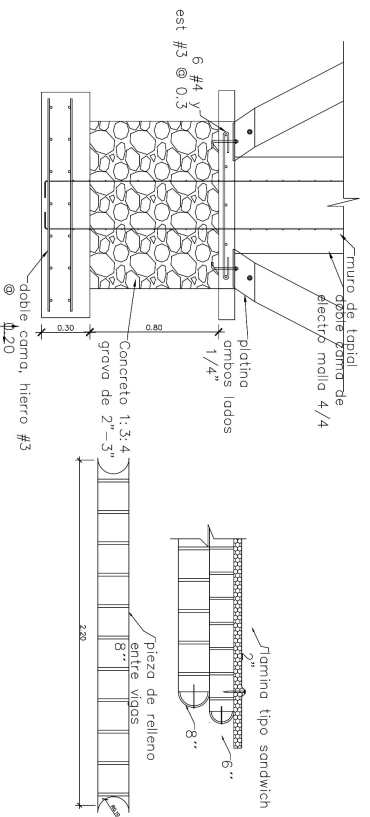


PLANOS DETALLES ESTRUCTURALES



Detalle 1

ESC 1/30

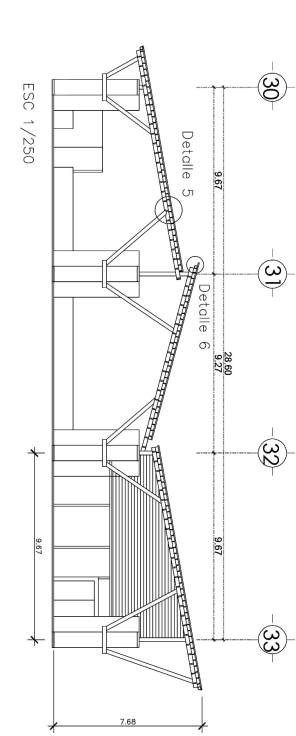


Detalle 2

ESC 1/30

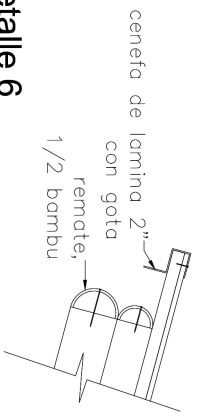
Detalle 3

ESC 1/30



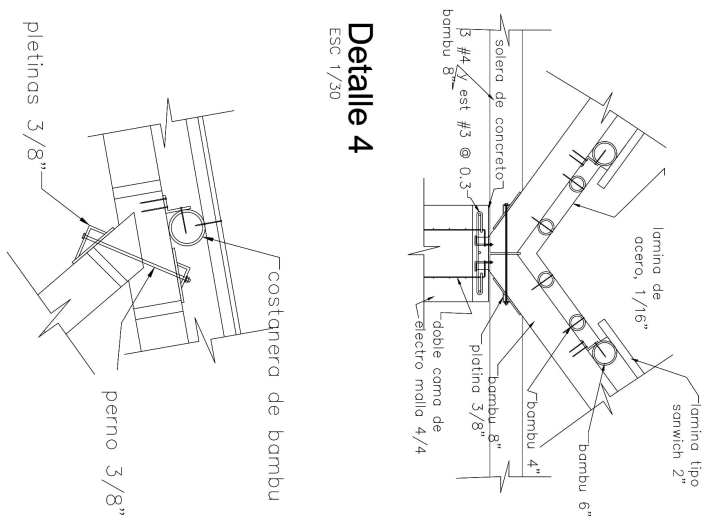
Detalle 5

ESC 1/20



Detalle 6




ESC 1/20

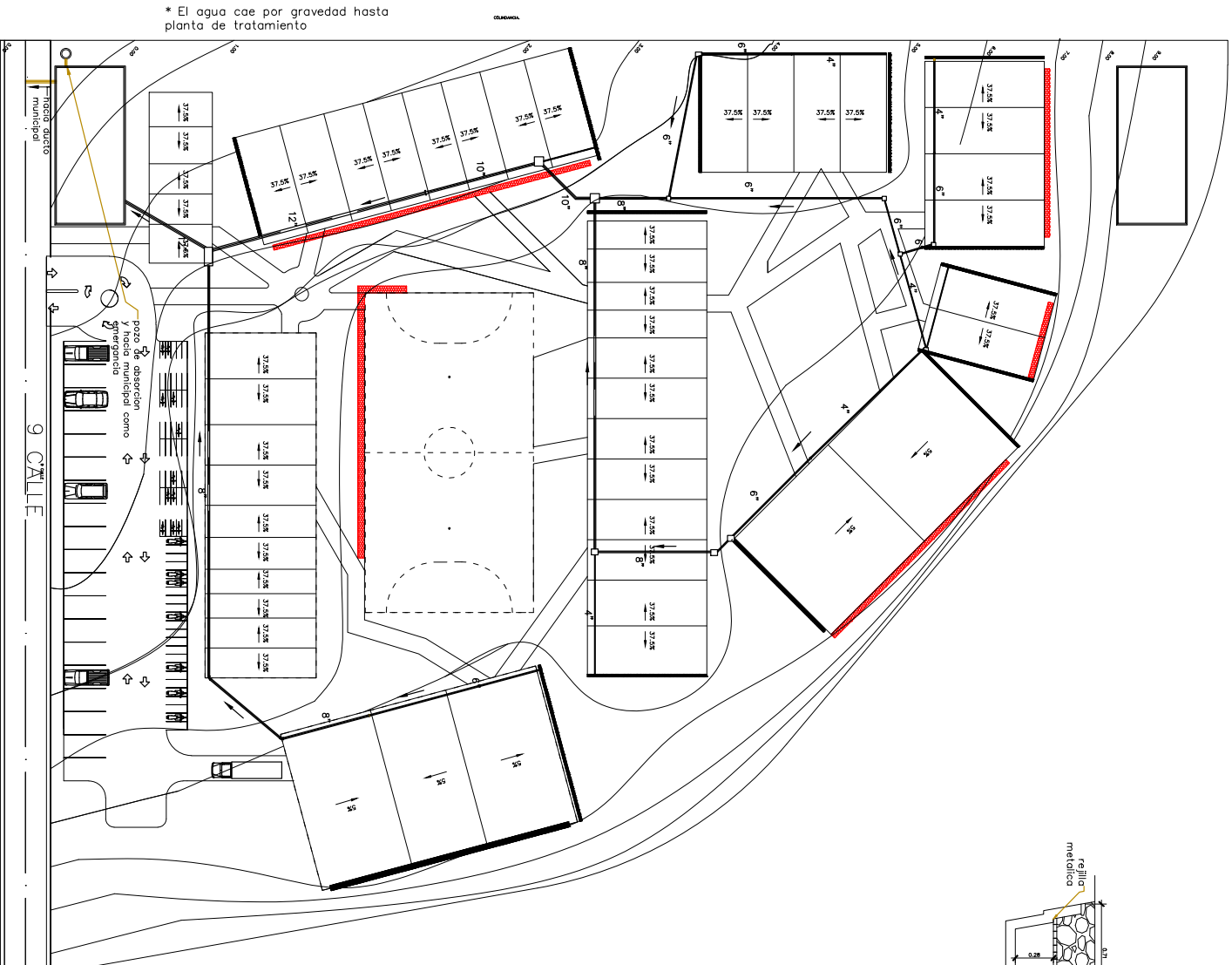
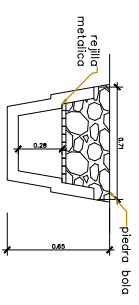


Detalle 4

ESC 1/30

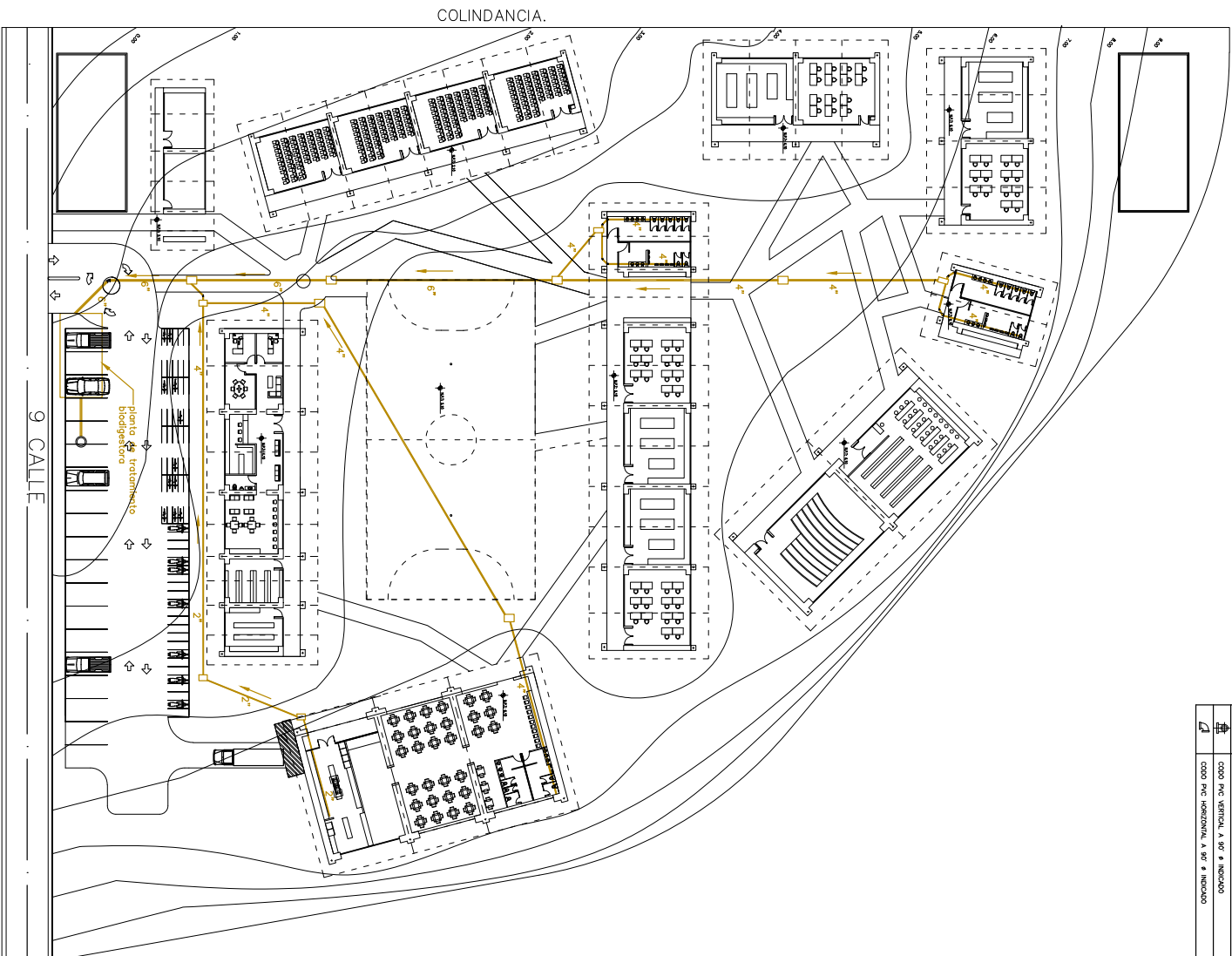
PLANOS DETALLES ESTRUCTURALES

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	RECOLECCION DE AGUA DE LLUVIA
	CAJAS DE REGISTRO
	TIERNA, DIAMETRO INTERNO



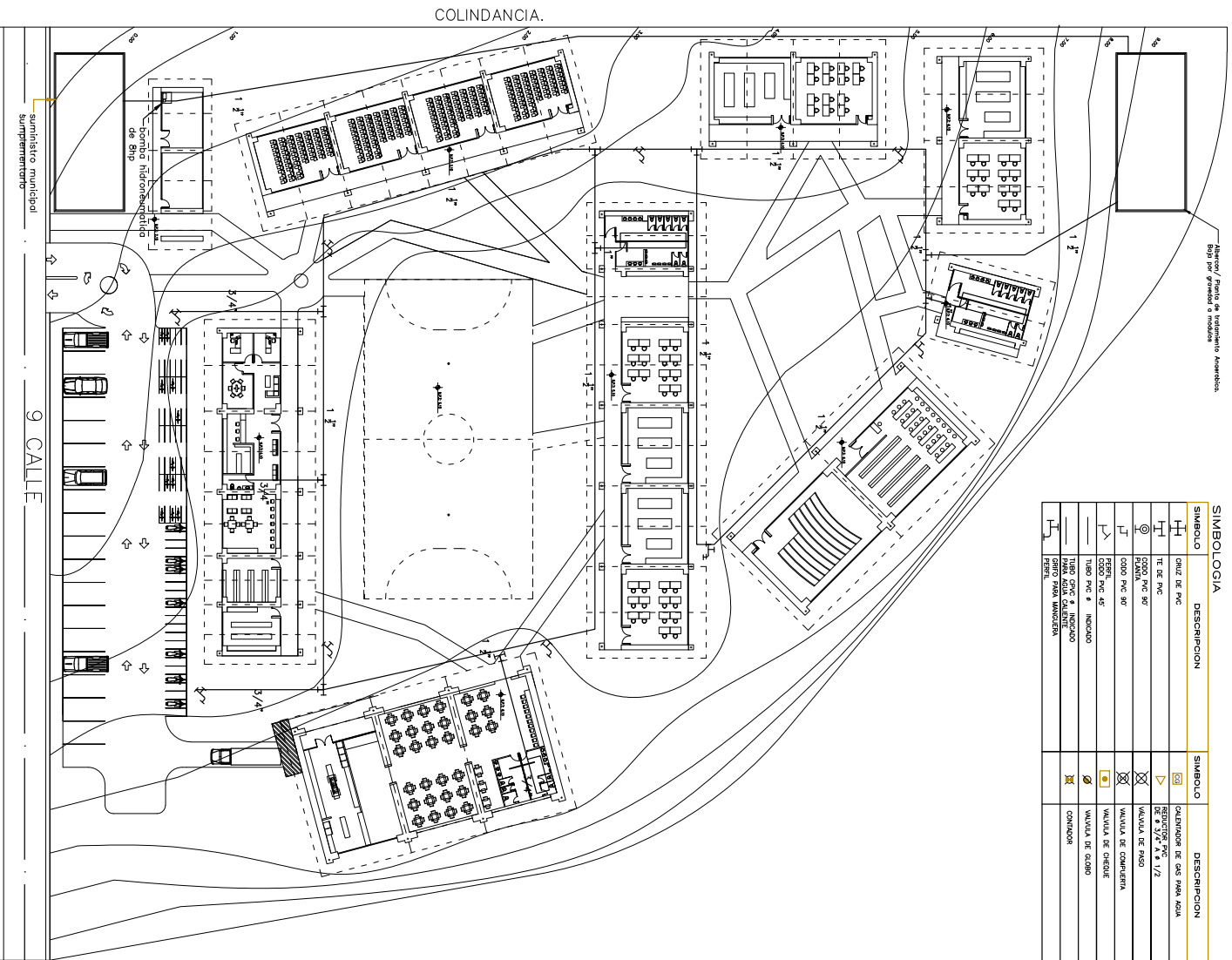
* El agua cae por gravedad hasta planta de tratamiento

Agua pluvial ESC. 1/500
 PLANOS INTALACIONES HIDRÁULICAS



SIMBOLOGIA DRENAJE

Simbolo	Descripción
	TUBERIA DE PVC # INCHADO
	CAMA DE RESISTO
	REDUCTOR PVC DE 4" A 4"
	0000 PVC VERTICAL A 90° # INCHADO
	0000 PVC HORIZONTAL A 90° # INCHADO



Almacén/ Tanque de tratamiento Anulación
BIP por gravedad a módulos

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CRUZ DE PVC		CALENTADOR DE GAS PARA AGUA
	TE DE PVC		REDUCTOR PVC DE 3/4" A 1/2"
	CODO PVC 90°		VALVULA DE PASO
	VALVULA FUNDIDA		VALVULA DE COMpuERTA
	CODO PVC 90°		VALVULA DE CERRIJE
	PIPER PVC 45°		VALVULA DE CARGO
	UNION PVC 9° INCLINADO		COMPONOR
	VALVULA DE INYCCION		
	VALVULA DE ALIVIO		
	VALVULA PARA MANUVERA		
	VALVULA DE CERRIJE		

COLINDANCIA.

9 CALLE

Agua Potable

Esc 1/500

PLANOS INTALACIONES HIDRÁULICAS

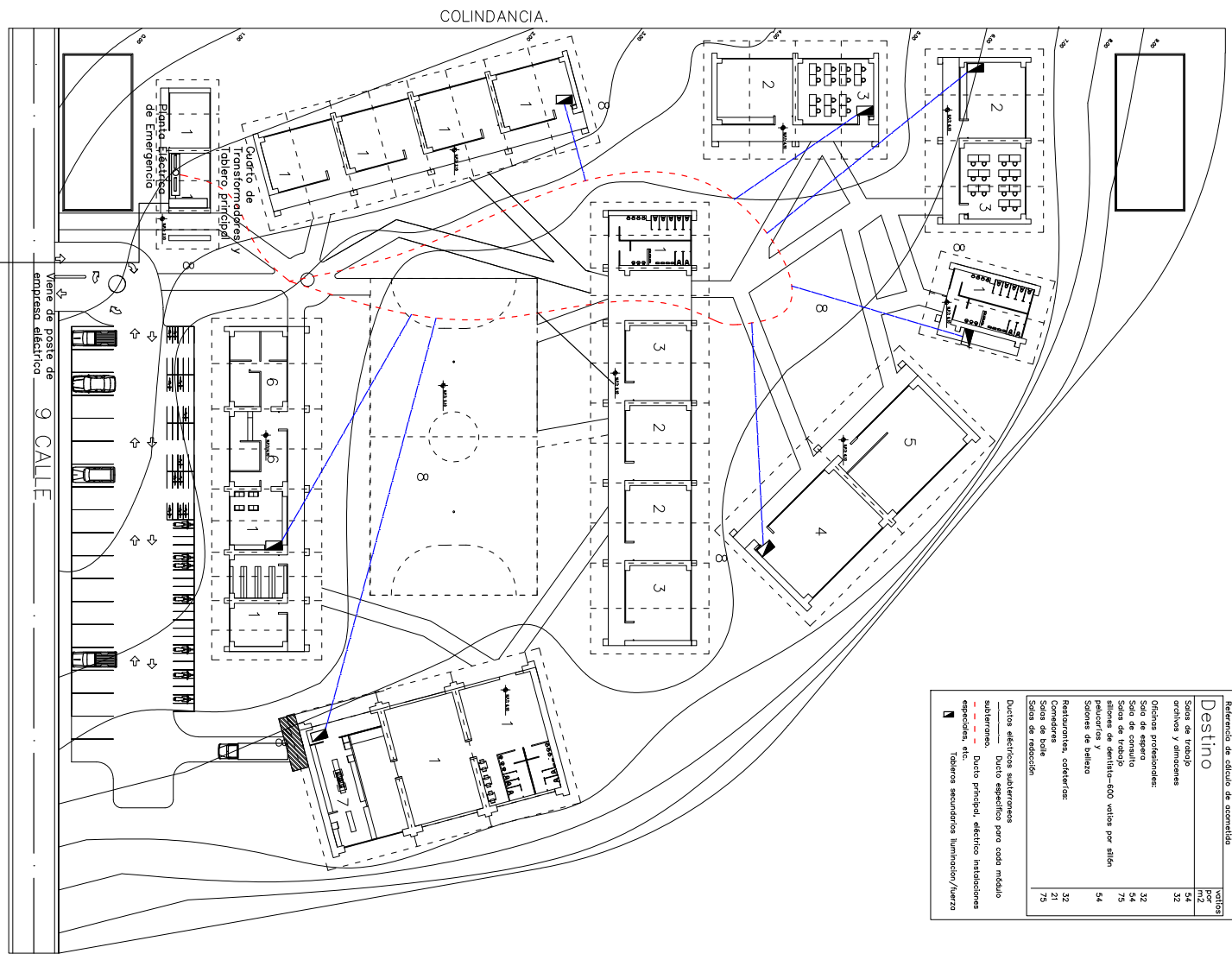
fuerza(por ambiente)				
#	ambiente	K/watts	watts	potencia (amp)
1	aula	5	110	24
2	aula	5	110	19
3	laboratorio	2	40	19
4	audiobusca	2	110	31
6	auditeon	2	110	19
7	comida	5	110	46
8	exterior	1	110	9.1

Referencia de calculo de acomoda

Destino	watts por
Sala de trabajo	42
archivos y almacen	32
Oficinas profesionales:	
Sala de espera	32
Sala de recepcion	42
Sala de trabajo	75
salones de dentista-500 waltos por silln	54
peluqueros y	
Salones de belleza	54
Restaurantes, cafeterias:	
Comedores	32
Sala de baile	21
Sala de recepcion	75

Ductos electricos subterranos

- Ducto especifico para cada modulo subterranos.
- espaldas, etc.
- Ducto principal, electrico instalaciones
- espaldas, etc.
- Tubos secundarios iluminador/fuerza

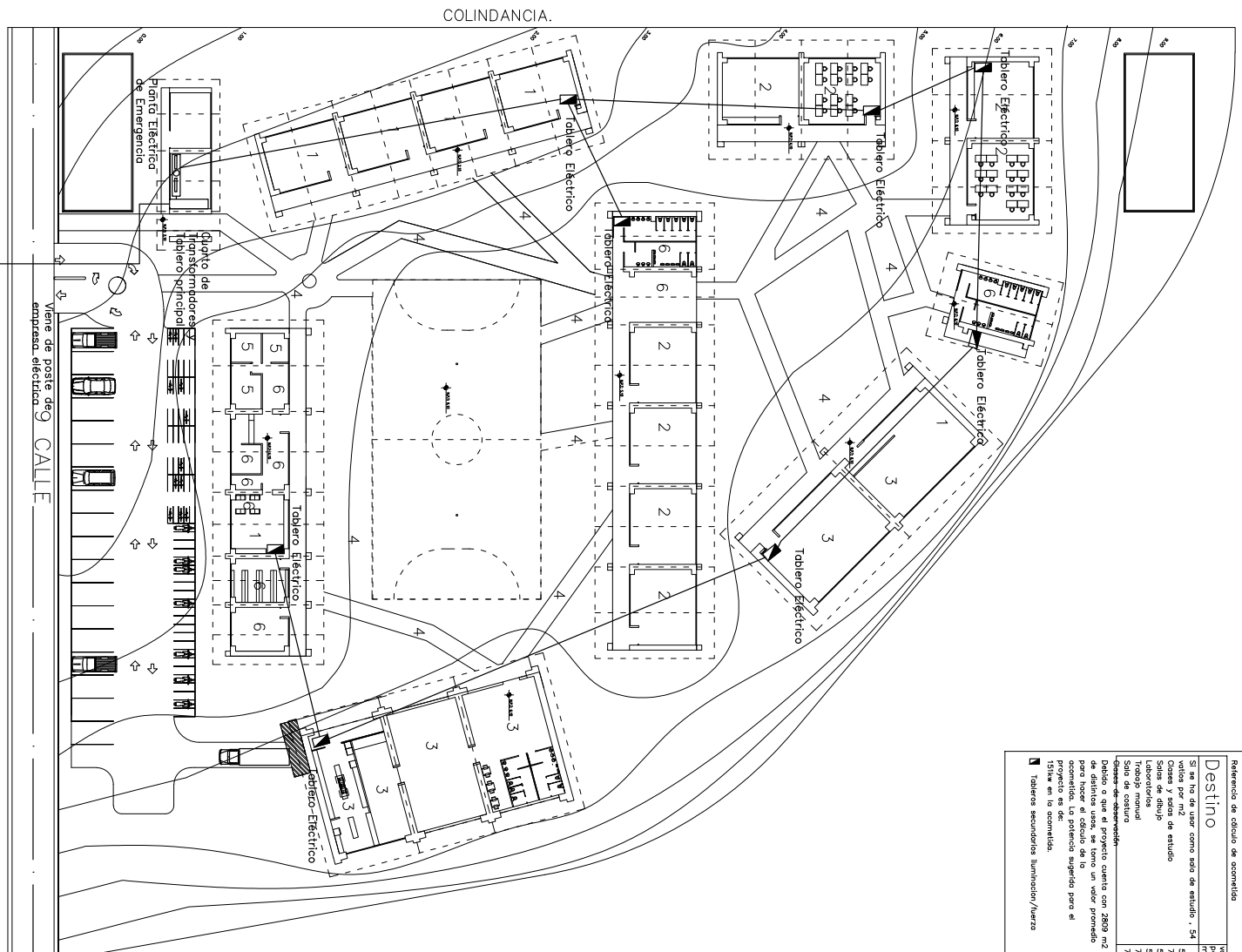


LUX(Lx) = LUMEN / MT2 (POR AMBIENTE)		
1	aulas	700 lx
2	laboratorios y talleres	1000 lx
3	biblioteca, auditorio, comedor	400 lx
4	circulación	100lx
5	oficinas	500 lx
6	estancia	300 lx

Referencia de cálculo de acústica	
Destino	votación
Si se ha de usar como sala de estudio	54
velos por m2	54
Cuases y salas de estudio	75
Sillas de dibujo	54
Sillas de aula	54
Talleres artes	75
Talleres manual	75
Sala de costura	75

Dado a que el proyecto cuenta con 2889 m2 de superficie construida, se ha considerado para hacer el cálculo de la acústica, la potencia sugerida para el proyecto es de:
 151kw en la acústica.

Talleres secundarios iluminación/luarzo





Exterior modulo de talleres



Exterior administración y cafetería



Interior cafetería



Exterior salón audiovisual, biblioteca y posterior modulo de talleres



Interior biblioteca



Interior aulas



Interior salón audiovisual

ARQUITECTURA DE TAPIAL
TECNICO EN SOLOLÁ

6.3.5 Instalaciones

La alimentación eléctrica en el proyecto, será proporcionada por la red eléctrica del país en un porcentaje pequeño y el resto, serán instalados paneles solares, debido a la gran área de los tejados, podrá proporcionarle un gran porcentaje de la electricidad requerida por el proyecto.

Los sistemas de iluminación serán naturales, utilizando aberturas bastante amplias y por medio de sistemas como (solatube,) será introducido por el tejado la graduación adecuada de lúmenes en cada habitación, cuando el sol debido a las inclemencias climáticas, no pueda aportar la cantidad de lúmenes necesarios, estos sistemas (solatube) automatizados, entraran a activarse la iluminación LED, graduada para el ambiente.

Lúmenes necesarios:

Según neufert la cantidad de lúmenes recomendados para cada ambiente son:

Caminos y zonas de trabajo exteriores	50 lux
Orientación es salas de estancia breve	150 lux
Área para trabajo (estudio)	750-1000 lux
Áreas de trabajo (talleres)	750-1500 lux

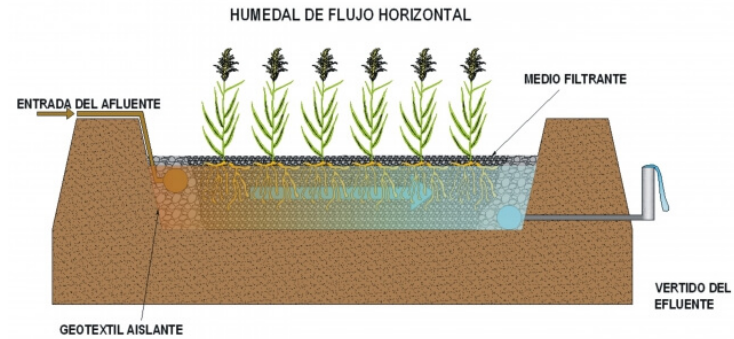
Agua potable y aguas negras sistema:

Primero:
el agua de lluvia y municipal, serán recolectados, haciéndolos pasar por un filtro para eliminar residuos solidos y depositados en albarcones exteriores. Esto se hace para aprovechar la belleza del agua y no enterrarla en cisternas, donde las personas no podrán apreciar el efecto visual y de tranquilidad que el agua aporta.



Segundo:

El agua al ser absorbida por las bombas(solares) serán pasadas por un sistema de filtros(biodigestores) para la purificación de esta, haciéndola potable. Por osmosis.



Tercero:

Esquema, Planta de tratamiento biodigestora
<http://www.crupy-uach.org.mx>

El agua de lluvia y residual, al ser utilizada por los usuarios del proyecto, será enviada a una planta de tratamiento, para lograr que esta llegue a eliminar los residuos contaminantes y poder ser insertada en el manto freático del suelo.



Planta de tratamiento biodigestora
<http://www.crupy-uach.org.mx>

6.3.6 Presupuesto aproximado

El precio de la construcción en tapial por metro cuadrado, se baso en referencias externas, estas se tomaron de casos análogos construidos en países como: Ecuador, México, Chile, Perú. Por lo que el precio estaba dado en dólares. En esta propuesta se usara esa moneda. El precio verdadero por metro cuadrado en Guatemala, variara según mano de obra y el precio de los materiales. Por lo que los precios son los siguientes establecidos para este proyecto educacional, incluyendo el equipamiento para cada área.

Áreas:

- Administración: 397 mt2
- Laboratorios: 440 mt2
- Aulas: 397 mt2
- Talleres: 456 mt2
- Comedor: 488 mt2
- Biblioteca y audiovisuales: 388 mt2
- Baños: 164 mt2
- Áreas exteriores: 2382 mt2
- Áreas de servicio: 151 mt2

Detalle presupuesto aproximado:

OBRA CIVIL

- Cimientos tipo : 310 metros lineales / Q1000 mt /l = Q 310,000.00
- Muros de Tapial: 1240 mt2 / Q 2,500 mt2: Q 4,650,000.00
- Estructura de bambú y lamina termo acústica: 2,882 mt2 / Q650 mt2 = Q1,872,650.00
- Ventanas 2,530 mt2 / Q750mt2 = Q1,897,500.00
- Piso concreto pulido: 2,882 mt2 / Q300 mt2 = Q864,600.00
- Caminos y pavimento exterior : 2382 mt2 / Q300 = Q714,600.00

TOTAL: Q10,309,350.00

INSTALACIONES

- Iluminación: 195 luminarias / Q2,200 c/u = Q429,000.00
- Fuerza: 272 unidades / Q450 c/u = Q122,400
- Instalaciones especiales: 50 unidades / Q1000 c/u = Q50,000.00
- Agua potable: 65 unidades / Q2,000 = Q130,000.00
- Drenajes: metros lineales 1500 / Q250 = Q375,000.00
- Tratamiento de agua: cisternas de 10,000 galones = Q80,000.00
- Sistemas de bombeo bombas principales y secundarias = Q65,000.00
- Planta eléctrica: 50kw : Q40,000.00
- Cocina: mt 138mt2 / Q1800.00 = Q 248,400.00

TOTAL: Q 1,539,800.00

MOBILIARIO/EQUIPAMIENTO

- Pupitres: 200 unidades / Q500 c/u = Q100,000.00
- Escritorios de taller: 50 unidades / Q2500 c/u = Q125,000.00
- Equipamiento biblioteca: 100 mt2 / Q1500 mt2 = Q150,000.00
- Equipamiento auditorio: 125 mt2 / Q3000 mt2 = Q 375,000
- Equipamiento de talleres: 656 mt2 / Q1600 mt2 = Q1,049,600.00
- Comedores y sillas: 40 unidades / 2500 c/u = Q 100,000.00

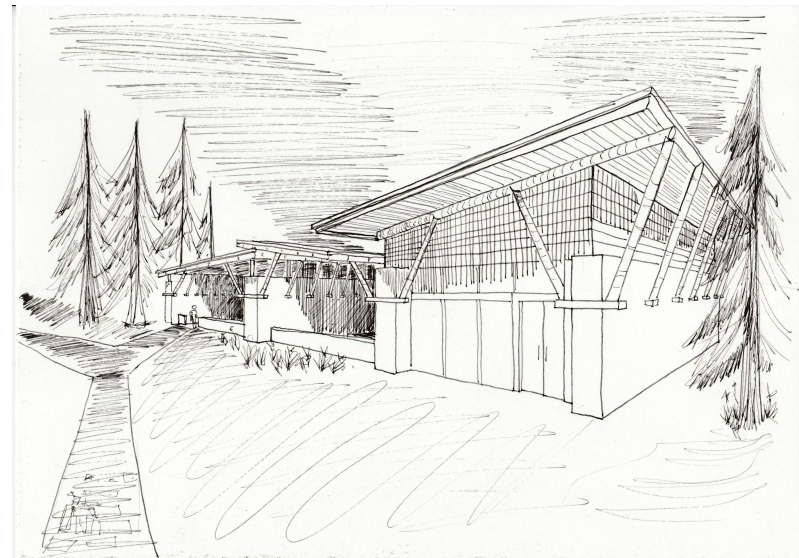
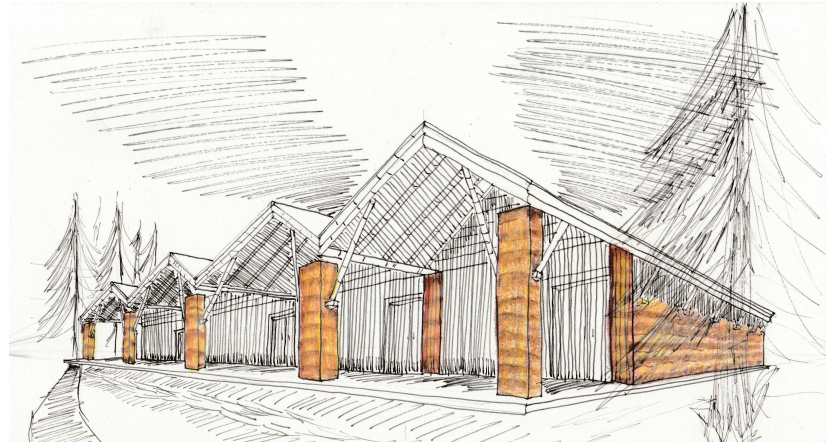
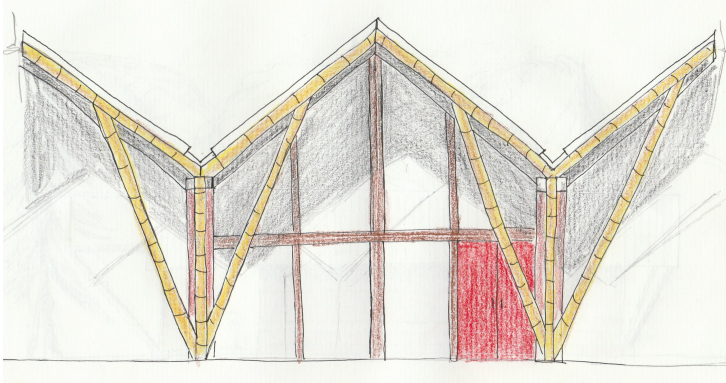
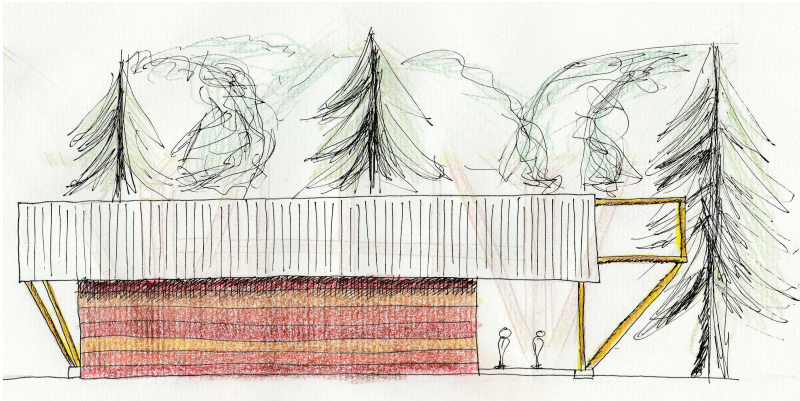
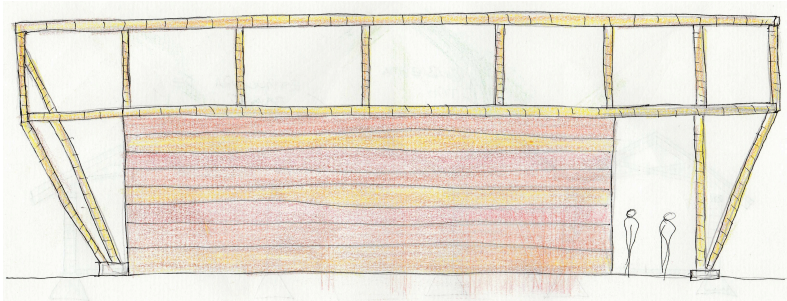
TOTAL: Q 1,899,600.00

TOTAL APROXIMADO: Q 13,748,750.00



Renders Centro Técnico "entre muros", proyecto de grado

Proceso de bocetaje



7.CONCLUSIONES

7. Conclusiones

1. La arquitectura con tierra es el ejemplo más acertado a lo que hoy se conoce como "Arquitectura Bioclimática" esto se debe a los materiales naturales que se utilizan y el confort térmico que estas edificaciones proporcionan a los humanos. Estas técnicas que se pierden con el tiempo, deben ser retomadas para evitar el exceso de recursos y contaminantes que la industria de la construcción produce para el entorno.
2. La ciencia de los materiales en estas décadas es de lo que más ha evolucionado. lograr una armonía entre costos, ecología, economía y arquitectura bioclimática, es la clave para que el proyecto sea viable y atractivo para el grupo de la población a la que va dirigido.
3. Las condiciones climáticas en Guatemala, en un diagrama bioclimático nos confirma que durante todo el año la temperatura oscila entre un rango de confort para los humanos. Esto quiere decir que con un buen diseño de ventilaciones y adecuado aislamiento "Arquitectura Pasiva" los gastos energéticos en climatizar la edificación deben ser nulos.
4. Los materiales y diseño de edificaciones bioclimáticas, se adaptan de una excelente forma a la arquitectura pasiva. Con una correcta proyección, no es necesario recurrir a materiales costosos para poder llegar a los mismos resultados de confort en el interior.
5. La solución del proyecto final tiene como propósito ofrecer una escuela con las comodidades adecuadas y ambientes necesarios para la enseñanza de estas materias, mencionadas anteriormente.
6. El diseño del proyecto permite que los materiales utilizados puedan resaltar su importancia estructural y paisajística en el proyecto.

8. RECOMENDACIONES

1. Se instruye al usuario del centro educativo que durante la vida de este en la edificación, el posible mantenimiento que se le puedan efectuar se tenga en consideración, la línea de arquitectura vernácula, materiales, diseño, soleamiento y ventilación. Para seguir con la misma propuesta de arquitectura adaptada al medio.
2. Se recomienda buscar una ayuda económica internacional para poder hacer llegar este proyecto viable a la población que puede necesitarlo.
3. Se propone instalar una planta de tratamiento de desechos sólidos, ésta debe poder limpiar el agua lo suficiente para poder usarla en riego y necesidades personales. Este es un plus básico en el proyecto que debe ser construido o instalado para poder considerarla auto sostenible.
4. Se recomienda el uso de los materiales no vernáculos en este proyecto que sean de un ámbito ecológico y fabricados en una distancia razonable de las áreas a las que está pensado el proyecto, así se reducen costos y huella de carbono.
5. Se recomienda, para el uso sostenible del agua, solo tener un pozo propio en

lugares en donde no llegue el agua de la municipalidad. Sin embargo el agua recibida por el tejado debe ser en un 75% reintroducida al subsuelo junto con el agua tratada por la planta y el otro 25% almacenada para su uso en la época de verano.

6. Durante el proceso de construcción de la estructura debido a los sismos, lluvias, diferentes condiciones del terreno que puedan llevar a la estructura a sufrir desgaste, grietas o colapso, se recomienda que los materiales vernáculos estén trabajados adecuadamente como se proporciona en el capítulo del proyecto.

9. FUENTES DE INFORMACIÓN Y CONSULTA

9.1 BIBLIOGRAFÍA

- Neufert, Ernest. Neufert Architects`Data. Blackwell Publishing Ltd (2012) 4 th edition.
- De Chiara, Joseph; Panero, Julius; Zelnik, Martin. Time saver standards, for interior design and space planning. USA. McGraw-Hill, LLC. 2001 (2nd edition).
- Torres Moskovitz, Julie. Superinsulated and passive house design, “The Greenest Home”; NY Princeton Architectural Press 2013.
- Minke, Gernot. Manual De Construccion En Tierra; UY. Editorial fin de siglo, 2005. Segunda edición.
- Salvadori, Mario. Estructuras para arquitectos / Structures in Arquitectura. Nobuko. Paperback. 2005. Spanish Edition.
- Glassi, Henry. Vernacular Architecture. USA. Indiana University Press. 1999.
- Weber, Willi; Yannas, Simos. Lessons from Vernacular Architecture. OX, USA. Edt Routledge, 2014. Primera edición.
- Ballard Bell, Victoria; Rand, Patrick. Materials for design. NY. Princeton architecture press, 2014.

Documentos y revistas.

- Artículo 25, apartado 1, articulo1. Pacto internacional de derechos económicos, sociales y culturales. Delaracion universal de los derechos humanos.
- Decreto 90-97, normativa reguladora leyes y normas relacionadas con el manejo de los desechos solidos. Ministerio de salud publica.
- Walker, Peter; Maniatidis, Vasilios. “A Review of Rammed Earth construcción”. 2003. Archivo PDF Inglaterra.

9.2 FUENTES DIGITALES DE INFORMACIÓN

- Datos del clima; disponible en:
http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/mapa_estaciones2.htm.

- Socioeconómica; disponible en:

BLOGGER. Angel. "Un poco de historia de Guatemala". Guatemala, 2009.

Disponibilidad:

<http://sistemasocioeconomicoguatemala.blogspot.com.es/2009/09/un-poco-de-historia-de-guatemala.html> Consulta: 2017

- Socioeconómica; disponible en:

<http://www.fao.org/docrep/007/j0605s/j0605s02.htm>

- Economía; disponible en:

MINISTERIO DE TRABAJO. Disponibilidad:
<http://www.mintrabajo.gob.gt/index.php/salariominimo.html>. Consulta: 2016.

- Ecología en el edificio; disponible en:

ECOLOGÍA VERDE. Disponibilidad:

<http://www.ecologiaverde.com/tag/viviendas/>

Consulta: 2017

- Sistemas pasivos y activos; disponible en:

GESTOR ENERGÉTICO. s.a.
"Presentación Sistemas Pasivos de Climatización. Arquitectura Bioclimática". España. 2018.
Disponibilidad: <http://www.gestor-energetico.com/sistemas-pasivos-de-climatizacion-arquitectura-bioclimatica/>
Consulta: 2018.

- demografía; disponible en:

DATOSMACRO. s.a. “Indicadores Económicos y Sociodemográficos”. Guatemala. s.f. Disponibilidad: <http://www.datosmacro.com/demografia/poblacion/guatemala> Consulta: 2017

- Cultura Guatemala; disponible en:

MINISTERIO DE CULTURA Y DEPORTES. Guatemala. Disponibilidad: <http://mcd.gob.gt/> Consulta: 2017

- Ejemplo de arquitectura sostenible; disponible en:

ARCHDAILY. Santos, Sabrina. “AIA Names Top 10 Most Sustainable Projects of 2016”. 2016. Disponibilidad:

<http://www.archdaily.com/786171/aia-names-top-10-most-sustainable-projects-of-2016> Consulta: 2017.

- Casos Análogos; disponible en:

ARCHDAILY. s.a. “The Geoff Handbury Science and Technology Hub/ Denton Corker Marshall”. 2018. Disponibilidad:

<http://www.archdaily.com/>

Consulta: 2018

- Soleamiento; disponible en:

SUNEARTHTOOLS. s.a. Disponibilidad: <http://www.sunearthtools.com/> Consulta: 2017

10. GLOSARIO

1. **Arquitectura pasiva:**

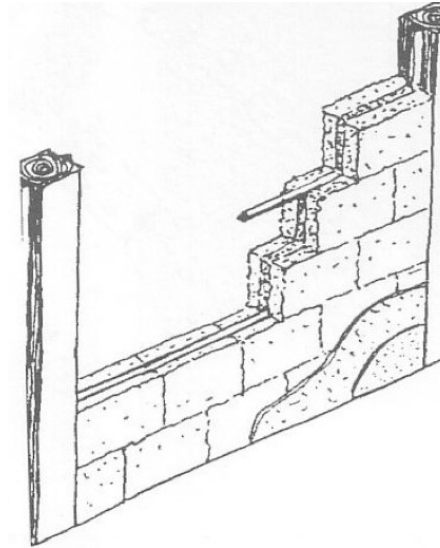
Es el adecuado diseño de la arquitectura bioclimática, su objetivo es mantener un control natural de ventilaciones, soleamiento, humedad, etc., para que los usuarios mantengan un confort en la edificación todo el año. Evitando en lo posible la necesidad de instalar: aire acondicionado, calefactores, deshumificadores, para mantener un balance energético ayudando a reducir costos y por consiguiente lograr un proyecto sostenible.

2. **Adobe:**

Es un material de construcción curado al sol, fabricado con arcilla, arena y paja. Se utiliza desde hace miles de años para la construcción, sus dimensiones son variadas pero suele oscilar entre 6x15x30-6x20x60.

3. **Estructura muros de abobe:**

Los muros de adobe suelen ser reforzados con marcos y soleras de madera. Estos se apoyan sobre una base de piedra o de concreto para evitar el contacto con la humedad.



Estructura muros de adobe

Fuente: "manual de construcción en tierra"

4. **Estructura muros de tapial:**

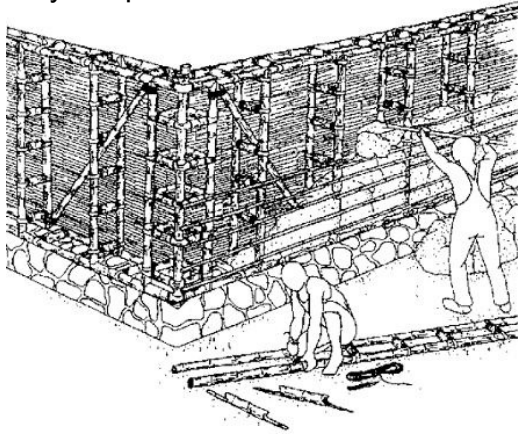
La tapia o tapial son muros fabricados con un compuesto de arcilla, arena y paja que se apelmazan en un encofrado para crear el muro. Este debido al ancho no necesita ser reforzado con madera, solamente en la parte superior.

5. **Encofrado de tapial**

El encofrado para crear los muros tradicionalmente era de madera, pero ese sistema requería de mucho tiempo para montarlos y desmontarlo, así como a su vez la vida útil de este era corta. Ahora son fabricados de aluminio, que tiene una vida útil muy larga y el acabado final tiene mayor calidad.

6. Estructura muro de bajareque

Este sistema consiste en una estructura de palos de pequeño diámetro o cañas de bambú entretejidos, revistiéndolo de barro para crear una estructura sólida con capacidades térmicas muy adecuadas para climas cálidos y templados.



Esquema: Muros de bajareque

fuelle: <http://arquitecturanatural.com/blog/casas-de-bajareque/>.

7. Pinturas de cal

Pintura a base de óxido de calcio producido de la roca caliza, ésta se caracteriza por ser un producto ecológico, antiséptico y transpirable. Con las nuevas tecnologías y aditivos esta pintura ya es más resistente al desgaste de la humedad.

8. Marcos rígidos

Es un sistema estructural que facilita la proyección de

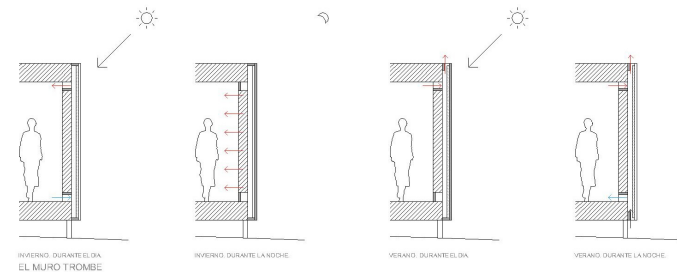
edificios estandarizados, con la posibilidad de llegar a cubrir grandes luces. Estos están formados por columnas y vigas, unidas de forma rígida. Los materiales que se emplean son madera, acero y concreto.

9. Arquitectura adaptada al medio

O comúnmente conocida como arquitectura bioclimática, donde se busca que el diseño tenga la armonía con el medio en donde va a ser edificada. Su principal objetivo es lograr un confort térmico en el interior. Su diseño implica los materiales, soleamientos, ventilación, etc., para lograr esto.

10. Muro trombe

Es un muro con orientación hacia el sol, su principal característica es calentar el aire entre el muro y el cristal, creando corrientes de aire que son introducidas a la vivienda en invierno y en verano succionando el aire adentro de la vivienda y expulsándolo al exterior, creando ventilaciones adentro de la edificación.



Esquema de muro trombe. Fuente:

<https://edificacionbioclimatica.files.wordpress.com/2012/12/murotrombeesquema1.jpg>

11. Control solar activo.

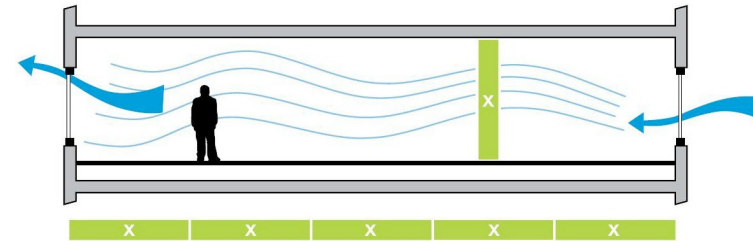
El control solar activo son sistemas manuales o automáticos en las edificaciones capaces de adaptarse al posicionamiento del sol, ayudando a crear confort térmico en la edificación.



Control solar activo. fuente:
<http://www.persianasystores.com/persianas-de-aluminio/>

12. Ventilación cruzada

Es la definición utilizada por la arquitectura, como una forma de adaptación al medio. Es el método de ventilación de los edificios de forma natural y con eficacia, sin generar gastos para el enfriamiento de este con aire acondicionado o sistemas de ventilación mecánica.



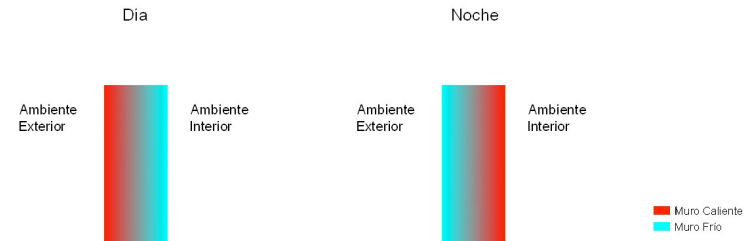
Regla de la ventilación cruzada - arriba de 5 veces el ancho de la altura del suelo al techo.

Esquema de ventilación cruzada. Fuente:

<https://gramaconsultores.wordpress.com/2012/06/25/ventilacion-cruzada/>

13. Inercia térmica

Es la propiedad del material que indica la cantidad de energía (calor) que puede absorber y en “x” cantidad de tiempo que la libera, esto depende de varios factores del material: masa térmica, calor específico, coeficiente de conductividad.



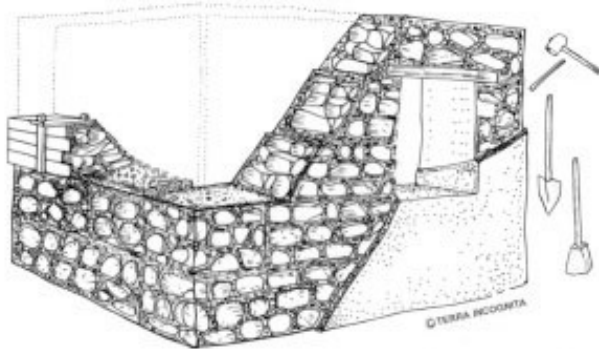
Esquema del funcionamiento ideal de muro con buena inercia térmica.
Foto por: sirewall

14. Mortero baja retracción

Es un conglomerado cuya función principal es la unión de mampostería y revestimiento de muros (estuco). Es el tipo de mortero que sufre poca o nula retracción de su volumen al enfrentarse al proceso de fraguado, evitando las grietas en los muros de adobe y tapial.

15. Mampostería

Es el sistema tradicional en todo el mundo para la construcción, se conforma de la colocación de piedras, ladrillos, block de cemento unidos por medio de un mortero, conformando la estructura del edificio, que suele ser de 1 nivel.



Esquema de muro de mampostería.
Fuente: <http://www.restapia.es/59515/la-tapia>

16. Concreto armado

El hormigón armado o comúnmente llamado concreto, es la unión de una estructura metálica de acero con el concreto, esto se debe a que el acero y concreto trabajan juntos para funcionar bien en fuerzas de compresión tensión.



Ejemplo de concreto armado.
Fuente: Oicolumbia cl

17. Vernácula

Lo que es de una región, en arquitectura es la edificación que constituye una tradición que nace en los poblados de cada región, y dan respuesta a sus necesidades de ambiente.



Arquitectura vernácula moderna, en Vietnam
Fuente: <https://www.flickr.com/photos/61341732@N04/56541937>

18. Prefabricación

Es el sistema que opera cuando se diseña y se producen los componentes en una fábrica, para ser transportados, montados y fijados en obra ahorrando costos. La prefabricación de casas mejora su calidad y perfección.



Montaje de casa prefabricada.

Fuente: <http://casasprefabricadas-viviendas.blogspot.com.es/2013/03/prefabricacion-de-casas.html>

19. Fibrocemento

Material impermeable, utilizado para el recubrimiento de estructuras, se compone de aglomerante, silicato, sílice, material calcáreo y se refuerza con fibras. Su característica principal es el fácil manejo en obra y precio.



Tejados de fibrocemento

Fuente: Estudio ravenk Brasil

20. Madera tratada

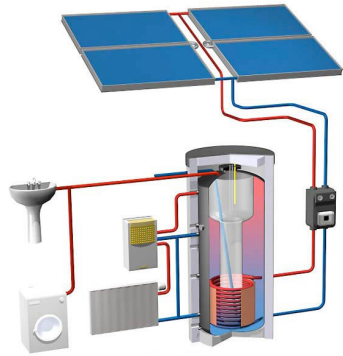
Es la madera que por medio de un autoclave se le inyecta bajo presión químicos y aditivos para protegerla del agua, sol e insectos. Estos procesos le dan a la madera una vida útil de hasta 60 años sin mantenimiento.



Madera tratada recién salida del autoclave. Fuente: <http://www.tractia.com/>

21. Panel solar .

También conocidos como paneles fotovoltaicos, están formado por muchas células fotovoltaicas, éstas producen la luz del sol en energía eléctrica. Los paneles térmicos tienen como función el calentamiento del agua, ésta al ser calentada pasa a un depósito aislado que mantiene el agua caliente, reduciendo los costos en las facturas de energía eléctrica y ayudando al medio ambiente.



Esquema de panel solar térmico.
Fuente: Solar triatum.

22. Aislante térmico

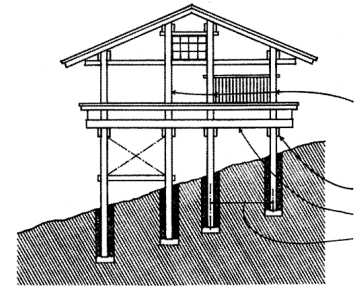
Es el material usado en la construcción e industria caracterizado por su gran resistencia a la radiación, esta funciona como una barrera del calor entre dos ambientes. Es un elemento fundamental en la construcción de una vivienda pasiva.



Instalación de aislante térmico en vivienda pasiva fuente: Renueva verdes .inc

23. Pilotes

Es el elemento constructivo utilizado para la cimentación de una estructura y poder nivelarla con respecto a un plano. Su función es transmitir las cargas verticales al suelo por fricción con el suelo.



Cimentación de pilotes
Fuente:<http://www.elconstructorcivil.com/>

24. Huertos urbanos

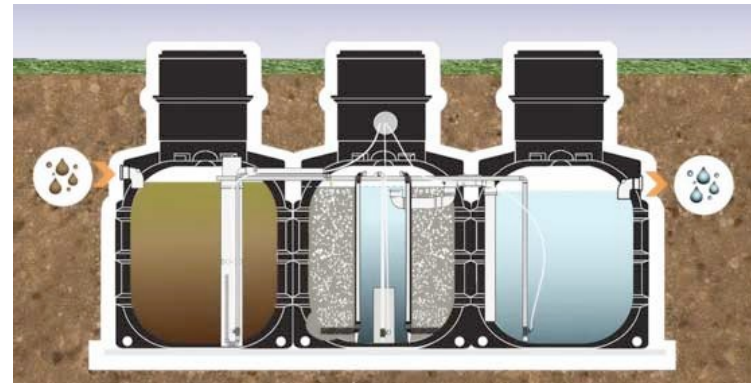
Su función es llevar los cultivos a la ciudad, su principal objetivo es crear comunidades autosustentables, que puedan producir su propio alimento de una manera orgánica y ecológica.



Huerto urbano en terraza de edificio, argentina.
fuente: facundo carrillo

25. Plantas de tratamiento de agua

Las plantas de tratamiento fueron desarrolladas para captar el agua residual de una edificación y expulsarla limpia y puede llegar a ser hasta potable en algunas ocasiones. Lo más común es que pasen por un proceso rápido de 3 etapas y poder reutilizarla en la casa.



Esquema planta de tratamiento casera.
Fuente: <http://www.tuberiamoreno.com/>