

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Arquitectura. Taller Max Cetto



Tesis para obtener el título de Arquitecto



Vivienda progresiva de bambú. Una propuesta

Karla Colmenares Lizárraga

Director de tesis
Arq. Alejandro Suárez Pareyón
Sinodales
Arq. Miguel Hierro Gómez
Arq. Olivia Huber Rosas



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

*El espíritu está vivo en tu ser.
Si quieres reconocerlo,
mira tus raíces.*

CHIEH

A mi padres, gracias por su amor, por ser quienes son: lo más grande de mi vida y a quienes agradezco con todo mi corazón su apoyo y confianza en cada uno de mis pasos, en cada una de mis locuras.

A mis hermanos Katya y Diego por su amor, apoyo, críticas y sugerencias. Diego gracias por la compu.

A José por su amor, paciencia y apoyo constante, así como por compartir y aprender conmigo en este largo camino y que es solo el principio del viaje.

Al Arq. Alejandro Suárez Pareyón, gracias por tu claridad, paciencia y confianza en este proyecto, que sabes fue difícil concebirlo, aterrizarlo y luego detenerlo por el mundo que se abrió ante mí. Gracias por tu apoyo.

A Fabián con quién inicié este proyecto, gracias por tu apoyo y por compartir este trabajo conmigo.

A mis amigos, María y Fer, gracias por ayudarme, por presionarme con ese encerrón de tesis y por darme un lugarcito en su espacio; Paquito, que haría yo sin tí, gracias por tus complicadas e incansables preguntas y por ser tan grandiosa personita; Esteban (mijo), gracias por traerme hacia estas tierras, por crecer conmigo, por tu corazón y energía y por hablarme del bambú; a los otros personajes del Taller de Xalapa: Mauricio (papalote) y Alfredo; a mis amigos que me acompañaron en la escuela, en diversas etapas (algunos huyeron): Mau, Inge, Magnolia, Pedro, Uli, Afro, Paco; a mis amigas xalapeñas, Isadora y Alma, gracias por los ánimos.

A mis sinodales la Arq. Olivia Huber y al Arq. Miguel Hierro; al Arq. Francisco Martínez por su apoyo y su gran interés en conocer y experimentar la aplicación del bambú en la arquitectura; al Ing. Enrique Álvarez por sus enseñanzas sobre la construcción con bambú y por compartir su trabajo y experiencia conmigo; a la Arq. Sylvia Almeida por invitarme a colaborar junto con ella en el proyecto de bambú de la organización UCISV-VER y CENVI, así como por su apoyo e interés en este trabajo; al Arq. Agustín Hernández, al Ing. Victor Ordóñez, al Arq. Jorge Morán, por responder a mis dudas sobre la tecnología con bambú y darme ánimos con mis experimentos.

Al maestro Luis y familia y al maestro Eugenio quiénes me ayudaron a construir el módulo de bambú, experiencia en la que todos aprendimos y de la que seguiremos aprendiendo.



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
I. UBICACIÓN: XALAPA, VER.	10
1. 1 Localización física	
1. 2 Contexto histórico	
II. EXPANSIÓN URBANA Y VIVIENDA	16
2. 2 Xalapa	
2. 2. 1 Crecimiento urbano	
2. 2. 2 Vivienda	
III. ZONA DE ESTUDIO: RESERVA TERRITORIAL (COLONIA MOCTEZUMA)	27
3. 1 Evolución histórica	
3. 2 Estructura espacial	
3. 3 Vivienda progresiva en la Colonia Moctezuma	
IV. EL BAMBÚ Y LA CONSTRUCCIÓN	38
4. 1 Características generales del bambú	
4. 1. 1 Estructura física	
4. 1. 2 Distribución geográfica y por especie del bambú, en el estado de Veracruz	
4. 1. 3 Tratamientos	
4. 1. 4 Propiedades físicas y mecánicas	
4. 2 Antecedentes de construcción con bambú	

V. HACIA UNA PROPUESTA DE VIVIENDA PROGRESIVA DE BAMBÚ	58
5. 1 Condiciones para un modelo progresivo de bambú	
5. 1. 1 Condiciones básicas para fundamentar un modelo progresivo	
5. 1. 2 Condiciones del bambú	
5. 1. 3 Condiciones estructurales del modelo progresivo de bambú	
5. 2 Construcción del módulo espacial base. Normas y parámetros	
5. 2. 1 Reporte fotográfico de la construcción del módulo espacial base	
5. 3 Costo del módulo espacial base	
VI. APLICACIÓN DEL MODELO PROGRESIVO DE BAMBÚ	94
COMENTARIOS FINALES	124
GLOSARIO	126
BIBLIOGRAFÍA	127

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo constituye una propuesta de vivienda para la población de escasos recursos en la Colonia Moctezuma, localizada en la ciudad de Xalapa, Veracruz. Dicha colonia forma parte de la reserva territorial Nueva Xalapa, ubicada al sureste de la ciudad, que pretende, por un lado, frenar el crecimiento anárquico de la ciudad mediante la oferta de suelo urbano, previniendo así el fenómeno de irregularidad de la tenencia de la tierra y, por otra, activar la construcción masiva de vivienda. Sin embargo, la reserva territorial si bien organiza la vivienda institucional, no inhibe la expansión de la ciudad hacia otras zonas, debido a que la percepción salarial de la mayoría de la población no alcanza para pagar las acciones promovidas por el Estado.

Dentro de este marco se inicia la búsqueda para ofrecer una propuesta, a partir de entender a la vivienda como un proceso y no como un producto terminado, dadas las circunstancias que enfrenta la población de escasos recursos como son, el acceso al financiamiento, al suelo, a los materiales y a los servicios urbanos; factores que repercuten en la consolidación de su vivienda de manera inmediata. En un entorno económico y social en que el actual modelo de vivienda se encuentra cada vez más cuestionado, no sólo en sus aspectos de funcionalidad sino también en la aplicación de los materiales que lo constituyen.

Dadas esas circunstancias y considerando las necesidades de la población de escasos recursos, resultó oportuno replantear y entender soluciones existentes, para ello tuve que pasar por diversos procesos de aprendizaje, que fueron desde el estudio de la ciudad, su configuración, la vivienda, los materiales que la constituyen y predominan, desde materiales transitorios como cartón, lámina, etc., hasta materiales permanentes; así como el estudio de la composición familiar, sus necesidades y expectativas.

De lo anterior surge la idea de contribuir al mejoramiento de la vivienda reexaminando los materiales y sistemas constructivos existentes y explorar la posibilidad de utilizar materiales de la región, como el bambú. Sin embargo, no se pretende presentar al bambú como una panacea que resolverá el déficit habitacional, pero sí como una alternativa para la construcción de viviendas en aquellos lugares donde pueda disponerse del material. Por ello, cabe mencionar, que en Xalapa, las estadísticas muestran que no obstante estando el recurso disponible, la gente y quienes construyen no han orientado su visión ante esa posibilidad de construcción por diversas causas, destacando, entre otras, el desconocimiento de la potencialidad estructural del bambú, así como el estigma que se le atribuye como material representativo de la pobreza.

El interés por considerar este material responde a la apremiante necesidad ecológica de utilizar recursos sostenibles y renovables. En su caso, el bambú crece rápidamente, lo que permite un gran nivel de aprovechamiento en un tiempo reducido y, para su uso en la construcción solo requiere una maduración de 4 a 5 años aproximadamente. Por lo anterior, el bambú puede ser una alternativa a bajo costo, segura, aprovechando los recursos producidos en la región.

El reto se presenta desde el inicio de la investigación del material, es decir, desde entender el bambú, las partes que lo constituyen, los requerimientos para su uso y sus aplicaciones en el contexto arquitectónico, siendo estas herramientas claves en mi proceso de diseño, en el cómo diseñar en función del material, para así demostrar su viabilidad y aplicación en la construcción de vivienda a bajo costo. Para ello, realicé actividades de investigación documental y de experimentación. Estas últimas, las consideré como una necesidad imperativa en este proceso, dado que la construcción de modelos a escala natural, permitió mediante las pruebas, comprobar y

reforzar las propiedades del material descritas teóricamente a fin de poderlas aprobar o ajustar.

En ese sentido, se diseñó y construyó un módulo de 3 X 3 m, el cual, es la base espacial y del sistema constructivo que se aplica en un proyecto de vivienda progresiva para una familia de la Colonia Moctezuma en un terreno de 7 X 15 m.

El módulo consta de elementos con ciertos criterios de prefabricación y de coordinación modular, dado que el bambú por sus características físicas, estructurales y de manejo, es un material susceptible a ser aplicado bajo dichos criterios.

El trabajo está conformado por cinco capítulos, estructurados de manera que el primer acercamiento a la investigación se da a partir de un conocimiento general e histórico sobre la ciudad de Xalapa, a un conocimiento particular, la Colonia Moctezuma y el proyecto de vivienda progresiva.

En el capítulo I se analizan las características físicas del lugar sobre el cual se asienta la ciudad de Xalapa, así como la ubicación e importancia económica y urbana de la ciudad dentro del estado de Veracruz. Eventos y circunstancias determinantes que incidieron en su configuración espacial y por ende en su desarrollo como ciudad hasta nuestros días.

En el capítulo II se abordan los temas del crecimiento urbano de la ciudad de Xalapa y su vivienda, con el objetivo de entender, por un lado, las causas de la expansión de la ciudad y las repercusiones en el uso de suelo de la ciudad, de los ejidos y de los municipios colindantes. Y por otro lado, el análisis de la vivienda, que nos revela el tipo de construcción predominante de Xalapa y sus características, como resultado de su disposición dentro del contexto urbano, esto ligado a una realidad económica.

El capítulo III trata sobre la zona de estudio del presente trabajo, la Colonia Moctezuma, localizada dentro de la reserva

territorial Nueva Xalapa y cuya población es de escasos recursos. En este capítulo se analiza la evolución histórica y estructura espacial de la Colonia Moctezuma, asimismo, se refiere a cómo la gente de esta colonia enfrenta su necesidad de vivienda y cómo concibe su evolución, casi siempre dentro de un enfoque empírico de progresividad.

El capítulo IV está enfocado al estudio del bambú y su aprovechamiento en la construcción. Se analizan las características generales de la gramínea, los elementos básicos sobre los cuales se fundamentan su potencialidad, requerimientos y usos. Asimismo, damos una mirada a diversos ejemplos del enfoque de otros pueblos con respecto a la aplicación del material en la construcción, mismos que sustentarán la propuesta de la utilización del bambú en el quehacer arquitectónico.

El capítulo V expone las condiciones básicas espaciales para fundamentar un modelo progresivo, que sumadas a las condiciones del bambú en la construcción, dan como resultado un módulo espacial inicial, que como su nombre lo indica, será el fundamento del modelo progresivo de bambú y, el cual fue desarrollado y construido a escala 1:1. Asimismo, se analizó el costo del módulo.

En el capítulo VI se aplica el modelo progresivo de bambú sobre un terreno plano de 7 X 15 m para una familia de cuatro miembros: padre, madre y dos hijos. La progresividad del proyecto consta de tres etapas, siendo de vital importancia la terminación de cada una de ellas debido a las características de la estructura y del material. En el proyecto, el módulo espacial juega un papel muy importante, ya que es el principio de las partes que constituirán la vivienda, no sólo en el aspecto espacial sino también por las funciones estructurales establecidas por las condiciones del bambú en la construcción.

Cristalizar a este nivel la presente investigación ha sido un camino difícil, ya que la formación universitaria no ha contemplado dentro de sus planes de estudio, el estudio de

materiales vernáculos de manera profunda, existiendo una limitada investigación sobre ellos. Espero que este trabajo, que representó para mí un gran esfuerzo por la escasa información y experiencia existentes en nuestro país sobre la aplicación de este material, resulte de utilidad como una opción práctica, segura, estética y costeable, para dar prioridad al aprovechamiento del bambú en el diseño y producción de la vivienda social, tal como se demuestra en otros países como Colombia y Ecuador.



I.UBICACIÓN: Xalapa,Ver.

1. 1 Localización y características físicas

Veracruz se encuentra en el sureste del país ocupando una larga franja costera sobre el Golfo de México. Su capital es Xalapa-Enríquez, localizada en el municipio del mismo nombre. Esta ciudad se encuentra en la región central del estado sobre la vertiente norte del Cofre de Perote, en el paralelo 19° 32' de latitud norte y el meridiano 96° 55' de longitud oeste, con una altitud de entre 800 a 1,650 msnm.¹

El municipio de Xalapa colinda al norte con los municipios de Banderilla y Jilotepec, al sur con Emiliano Zapata y Coatepec, al este con Actopan y Tlanelhuayocan, al oeste con las faldas del Cofre de Perote, al noreste con Naolinco y al noroeste con Acajete.

Xalapa posee un clima semicálido-húmedo, sin embargo, por sus irregularidades topográficas se pueden encontrar diferentes microclimas al interior de la localidad. La temperatura media anual de la ciudad es de 19°C, aunque en el mes de mayo, pueden registrarse temperaturas mayores a los 35°C, descendiendo notablemente durante invierno debido a los vientos del norte.

La ciudad se encuentra en la vertiente del Golfo de México, siendo esta la región más húmeda del país, sin embargo, la barrera montañosa del oriente impide la penetración directa de los vientos húmedos, por ello la precipitación anual es inferior a los 1500 mm. Registrando un 41% de los días del año con precipitaciones, presentando lluvias abundantes en verano y principios de otoño.²

Esta región se encuentra en un terreno excesivamente abrupto, debido a que está enclavada en la vertiente baja oriental del Cofre de Perote, por lo que posee una complejidad geológica que es producto de los repetitivos eventos volcánicos que arrojaron lavas, cenizas y flujos tectónicos y piroclásticos. La topografía de la ciudad es irregular, sin embargo, poco accidentada, asentada sobre las faldas del cerro Macuiltépetl (con una altura de 1,580 msnm), uno de los cráteres de volcanes satélites que abarcan una gran zona extendiéndose entre Coatepec, Teocelo, Xalapa y Xico.

Por lo que, la base geológica sobre la cual se asienta la ciudad de Xalapa en su mayor parte está constituida por rocas volcánicas basálticas. En las direcciones norte y sur se estableció sobre rocas calizas y depósitos de areniscas,



¹ Véase, INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, *Cuadernito Estadístico Municipal*, Xalapa, Ver., 1996

² Véase, UCISV-VER-CENVI A.C, *Programa de Mejoramiento Urbano de las Colonias Periféricas de Xalapa*, Marzo, 1991, p.p. 12-13

respectivamente. Con relación a su composición edafológica, los suelos sobre los que se estableció la ciudad son susceptibles a la erosión (luvisoles crómicos) y suelos arcillosos expandibles (vertisoles crómicos). Al oeste y al sureste se presentan suelos colapsables (andosoles húmicos y mólicos).

Con respecto a la vegetación, básicamente en la zona se identifican cuatro tipos de vegetación: bosque caducifolio, encinar de mediana altitud, selva baja caducifolia y vegetación acuática y subacuática; así como vegetación riparia (encino, liquidámbar, olmo, pino, haya, etcétera). La región era casi en su totalidad bosque de niebla, sin embargo, gran parte del bosque mesófilo de montaña ha desaparecido y los remanentes permanecen como parches entre pastizales, cafetales o en tierra dedicada a otro uso con diferentes grados de perturbación.

Otro aspecto importante que cabe mencionar es la distribución de la precipitación y el comportamiento del escurrimiento de la zona. El municipio de Xalapa se ubica dentro de diez cuencas hidrológicas, dos de las cuales son las más importantes dentro del centro del estado de Veracruz, la cuenca del río Actopan y la cuenca del río La Antigua. Dentro de estas áreas confluyen escurrimientos superficiales en varias direcciones y que llegan a unirse en las partes bajas de la ciudad o hacia sus principales cuerpos de agua, como lo son los ríos Sedeño, Carneros y Sordo. Ríos que actualmente se encuentran con un alto grado de contaminación debido a los desechos que vierten sobre ellos los asentamientos humanos y algunas industrias, principalmente la de café.



Vista panorámica. Centro



Vegetación



Cerro Macuiltepetl

1. 2 Contexto histórico

El origen de la palabra Xalapa, deriva de Xallapan que significa en lengua náhuatl "lugar de las aguas arenosas". Su fundación ocurrió hacia el siglo XII de nuestra era por migraciones totonacas, quienes se establecieron al norte. Su organización territorial derivaba de los manantiales alrededor de los cuales se constituyeron los primeros asentamientos.

Cuatro grupos indígenas se fueron estableciendo en la zona, fundando los pueblos de Xallitic al norte por los totonacas, Techacapan al oriente por los chichimecas, Tecuanapan al sur por los toltecas chichimecas, y Tlalnecapan al suroeste por los teochichimecas. Al crecer estos cuatro asentamientos se juntaron dando origen a una sola población llamada Xallapan.

En la segunda mitad del siglo XV, Xallapan fue sometida por el imperio mexica que permaneció bajo el yugo azteca hasta que éste fue conquistado por los españoles en 1521. Sobre esa base, los conquistadores españoles construyeron un nuevo orden urbano. Así la ciudad, a fines de la época colonial se dividía en cuatro barrios, destruyendo los templos indígenas para construir otros templos como lo fueron: San José al oriente (Techacapan), Santiago al poniente (Tlalnecapan), Calvario al norte (Xallitic) y San Francisco en el área central, justo en el cruce de los ejes que unían las cuatro poblados originales.

"En trescientos años de dominio español todo indicio de organización indígena había desaparecido con excepción del trazo urbano intuitivo determinado por el fácil acceso a mantos acuíferos; este factor aunado a las condiciones topográficas del lugar, al espíritu urbanista español y a los ejes carreteros que prácticamente dividían en tres sectores a la ciudad, configuraron un patrón estructural que se mantiene hasta nuestros días."³

Durante la época colonial, la ciudad adquirió relevancia y empezó a crecer ya que su posición geográfica constituía un enlace entre el Puerto de Veracruz y la ciudad de México, y con el tiempo fue adquiriendo mayor importancia porque el calor y la insalubridad del Puerto de Veracruz obligaron a utilizar dicha localidad como residencia temporal. La población de inmigrantes españoles provenientes del puerto se asentaron en el sureste, centro y suroeste de la ciudad, desplazando a los indígenas del centro hacia el norte.

En el siglo XVII con la apertura de la ruta México-Orizaba-Veracruz se restó importancia a la ciudad de Xalapa como lugar de tránsito, por tal circunstancia la población se estancó y no tuvo un crecimiento considerable.



San Francisco - Cruce de los cuatro pueblos



El Calvario - Xallitic



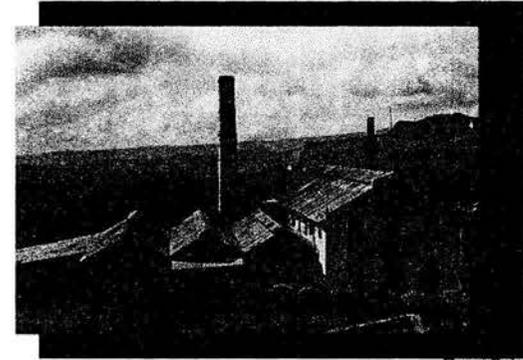
San José - Techacapan

³ Véase, Rodríguez Herrero, Hipólito, *Movilidad social y espacio urbano en dos ciudades del Golfo de México*, Tesis de doctorado en Ciencias Sociales, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, Universidad de Guadalajara, Abril, 1996

Al término de la época colonial, Xalapa permaneció como centro económico de su región. El comercio y la actividad agrícola del entorno inmediato, especializada en cultivos de renta en haciendas, hicieron de Xalapa un buen lugar para asentar la capital de la entidad federada. El siglo XIX significó una lenta consolidación urbana, acelerada únicamente por la construcción del ferrocarril. Durante ese siglo Xalapa experimentó una limitada industrialización, fundamentalmente orientada hacia la producción textil. Sin embargo, a diferencia de otras ciudades de la región, la actividad industrial en Xalapa nunca creció. Sus establecimientos fabriles prosperaron sólo durante un breve periodo que abarca el final del siglo XIX y principios del XX.

Si bien Xalapa dejó de contar con un capital industrial nativo, recibió el capital proveniente de hacendados y rancheros que al momento del reparto agrario (1930-1940), reubicaron parte de su capital en bienes raíces, comercio y servicios urbanos.

De esta forma, desde las primeras décadas de este siglo, Xalapa se constituyó en centro de comercialización y de servicios para la producción primaria de su región y, parcialmente, del procesamiento industrial de la misma (principalmente café, productos lácteos y productos alimenticios).



Beneficio



Estación ferroviaria



Industria cervecera

II. EXPANSIÓN URBANA Y VIVIENDA

2. 2 Xalapa

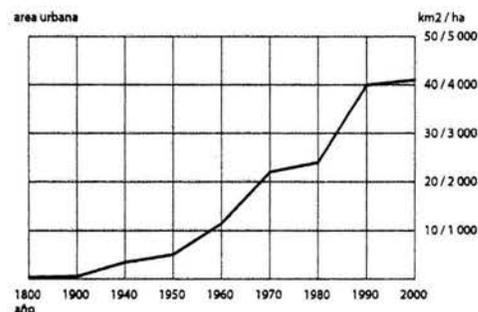
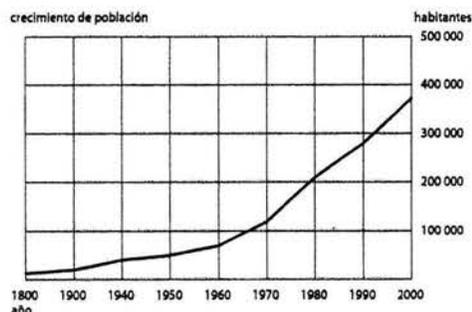
2. 2. 1 Crecimiento Urbano

La organización territorial de Xalapa derivó de manantiales alrededor de los cuales se establecieron los primeros asentamientos (totonacas, siglo XII de nuestra era), así como de las condiciones topográficas del lugar. Sobre esa base, la ciudad colonial se adecuó a la configuración del asentamiento pre-hispánico, constituyéndose un nuevo orden urbano.

Al término de la época colonial, la ciudad se dividía en cuatro barrios, San José al oriente (Techacapan), Santiago al poniente (Tlalnegapan), Calvario al norte (Xallitic) y San Francisco en el área central, contando con aproximadamente 13 mil habitantes. Hacia 1895 la población aumentó a 22 mil habitantes, duplicándose el total de la población y ocupando apenas una superficie urbana de 170 ha. Este acelerado ritmo de crecimiento determinó que ya en 1940 Xalapa contará con 40 mil habitantes y con una extensión casi de 400 ha. Al mismo tiempo, la ciudad experimenta un proceso de desaparición de la industria textil, mientras aumentan las funciones político-administrativas, comerciales y culturales, actividades que dominarán la economía de la ciudad.

En efecto, de 1950 a 1966 se manifestó una tasa de crecimiento demográfico del 3.9% y, desde entonces se observan tasas de crecimiento notablemente altas. (Ver cuadro 1). A este periodo corresponde una ampliación de la ciudad de proporciones similares, manifestándose en una tasa anual de crecimiento del 3.4%, con un aumento de población de 46 mil habitantes aproximadamente, por lo que prácticamente se duplicó la extensión de la superficie urbana, que en 1950 era de 644 ha. para alcanzar 1,126 has. en 1966. (Ver cuadro 2). Esta expansión urbana de las primeras décadas del siglo pasado, se consolidaría posteriormente en lo que hoy constituye el sector central de la ciudad.

Para 1960, la población asciende a casi 70 mil habitantes. De 1960 a 1970 se registró una tasa anual de crecimiento demográfico del 5.9%, la más alta de toda la historia de la ciudad. Mientras que, entre 1966 y 1975, tanto la población como la superficie urbanizada casi se duplicaron y alcanzaron tasas del 5.9% y 6.7% respectivamente. A esta expansión correspondió el inicio de la conurbación con el municipio de Banderilla. Prácticamente fue en este periodo cuando la expansión urbana de Xalapa tuvo sus repercusiones más importantes e irreversibles sobre las actividades primarias del municipio, al transformar drásticamente los usos de suelo,



Fuente: Censo General de Población 2000; El Jarocho Verde N°15, Xalapa entre los Siglos XVIII y XX: Expansión de la ciudad y lógicas de libramiento vial urbano, mayo 2002; Programa de Mejoramiento Urbano de las Colonias Periféricas de Xalapa, UCISV-VER-CENVI, sept-mzo 1991

Cuadro 1
Crecimiento demográfico y expansión urbana

Año	Población urbana	Superficie
1950	51,109	644
1966	97,062	1,126
1975	169,185	2,115
1980	212,769	2,246
1981	-	2,363
1982	-	2,482
1987	214,679	3,052
1990	288,454	4,090
1995	370,000	4,904
2000	390,590	-

asimismo, se inició la afectación de los ejidos colindantes con la ciudad. Por otra parte, entre 1975 y 1981 se notó un notable descenso en el ritmo de crecimiento demográfico, que bajó al 3.9%, siendo más marcado aún en la expansión de la ciudad que se redujo a una tasa del 1.8%. Sin embargo, la superficie urbanizada casi se había triplicado, rebasando las dos mil hectáreas.

Las tasas de crecimiento de los sesentas a los ochentas se explican por la captación de un número significativo de población migrante proveniente de las áreas rurales, con el objetivo de obtener mejores ingresos. No obstante, Xalapa sigue siendo un núcleo urbano de atracción demográfica permanente a nivel regional y supraregional, a consecuencia del importante peso y gran diversidad que tiene el sector terciario en esta ciudad.

Para 1990 el área urbana era ya de cuatro mil hectáreas, albergando las colonias periféricas al 46% de la población.⁴ En 1992, el Centro de la Vivienda y Estudios Urbanos, A.C. había calculado que para el año 2000 la ciudad podría alcanzar una superficie de 4,134 ha. y una población aproximada de 372,000 habitantes, en donde 35% de ellos permanecerán en condiciones de segregación urbana. Entre 1995-1997, según las autoridades municipales, la cantidad de pobladores de zonas marginadas llegaba al 60% del territorio urbano.



Cuadro 2
Tasas de crecimiento

Período	Población	Superficie (ha)
1950-1966	3.9	3.4
1966-1975	5.9	6.7
1975-1981	3.9	1.8
1981-1987	2.7	5.0
1990-1995	2.8	-

Fuente: Cuadro 1

Como en otras ciudades del país, el desarrollo de la trama urbana tiene como punto de partida un centro construido durante la colonia y el S. XIX, el cual, al sobrevenir la industrialización durante el Porfiriato, es refuncionalizado por nuevas necesidades creadas por el desarrollo económico.⁵ Xalapa se inserta dentro de esta realidad. Para 1907, a la ciudad se integra la red ferroviaria nacional y al mismo tiempo surgen numerosas fábricas textiles, definiendo a principios de siglo las líneas básicas del crecimiento de la ciudad, hacia las zonas sur, sureste y noroeste.

Para la década de los cincuentas del siglo XX, la ciudad continúa su expansión hacia el norte, este y oeste del núcleo central de la ciudad y aunque se observa un desarrollo no controlado, la ciudad se extiende todavía sobre zonas aptas para el crecimiento. Hacia finales de esa década, la producción de espacios habitacionales responde a la saturación de las áreas centrales y a la promoción de unidades habitacionales privadas o del Estado en la periferia de la ciudad. Al mismo tiempo se empiezan a observar irregularidades en la ocupación del suelo al oeste de la ciudad, generándose asentamientos en terrenos inapropiados para el desarrollo, así como en terrenos ejidales de la zona norte.

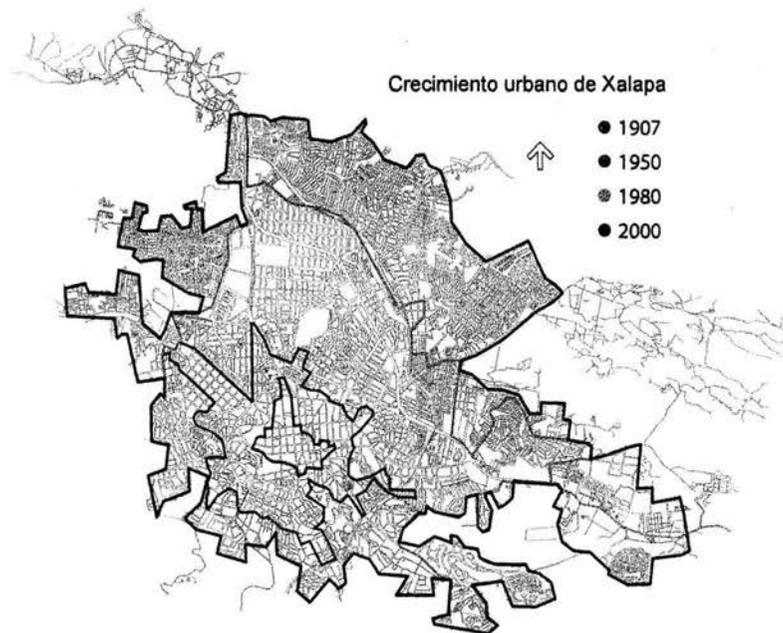
En un lapso de quince años (1975-1990), las áreas destinadas al crecimiento urbano se saturaron, incorporándose nuevas superficies, siguiendo una expansión concéntrica hacia todos los puntos de la ciudad. Durante este último periodo el patrón de conformación de la ciudad continuó bajo un modelo de crecimiento agregado impuesto desde los años cincuenta; lo que significa que las nuevas superficies urbanas se agregaron a las ya existentes siguiendo una incorporación concéntrica desde todos los puntos de la ciudad. Este tipo de crecimiento se ha observado durante más de treinta años, a pesar de las condicionantes naturales de la ciudad que dificultan su trazo continuo.

⁴ Véase, Suárez Pareyón, Alejandro, *Plan de mejoramiento urbano para las colonias de la periferia de Xalapa, Ver.*, Centro de la Vivienda y Estudios Urbanos A.C., México, Julio, 1994

⁵ Véase, Rodríguez Herrero, Hipólito, op cit, p. 210

Para 1980 la expansión urbana se orientó fundamentalmente en dos direcciones, hacia el norte y noreste de la ciudad, zonas que por sus características físicas se convirtieron en aptas para el desarrollo urbano en zonas ejidales. De esta manera, la expansión urbana se llevó a cabo a costa de estas áreas. Aunque ya para entonces, la tierra urbana tenía en un 75% un origen ejidal. (INDECO, 1980:27). En su conjunto la superficie ejidal asimilada sumó 446 ha., equivalente prácticamente a la cuarta parte del espacio urbanizado en esos años. Mientras que al poniente la ciudad se desarrolla aportando un 12% de suelo urbano y por su parte sur y sureste incorporan el 28% restante.

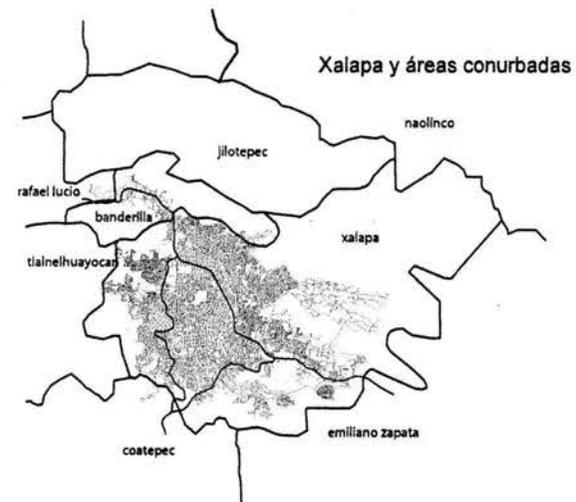
En los 15 años siguientes, ocurre finalmente la conurbación con el municipio de Banderilla, al mismo tiempo que se ven afectados los ejidos de dicho municipio a causa de la expansión urbana tanto al norte como al poniente. En todo este sector, excluyendo la cabecera de Banderilla, se presenta un crecimiento no regulado que se extiende sobre las ya escasas



porciones del plano inclinado que penetran al pie de monte del municipio de Tlalnehuayocan y que, de hecho, frenan las posibilidades de crecimiento hacia el suroeste y oeste. No obstante, hacia el sur el crecimiento regulado continúa.

Aunado a lo anterior, dentro del Programa de Ordenamiento Urbano de la Zona Conurbada de Xalapa, que actualmente está vigente, se plantea la existencia de áreas aptas para el desarrollo urbano hacia el este de la ciudad, donde se ubican zonas menos abruptas que facilitan la introducción o ampliación de las redes de infraestructura y por ser terrenos firmes y resistentes para efectos de crecimiento. Asimismo, en una parte de la zona sur casi llegando al Lencero, se consideró que existían áreas aptas para el desarrollo, constituyendo una alternativa de reserva territorial. Para efectos de esta reserva se desincorporó del régimen ejidal una fracción del ejido La Estanzuela del Municipio Emiliano Zapata, con una superficie ejidal de 472 ha.

Por lo que se observa que dado al acelerado crecimiento de Xalapa, la ciudad ha rebasado su territorio municipal involucrando ya a dos de los municipios de la zona conurbada, Banderilla hacia el norte y Emiliano Zapata hacia el sur; como es



evidente, las tendencias de expansión van llevando consigo la interacción con otras localidades rebasando la capacidad de la ciudad para abastecer las necesidades de la población. Todo lo anterior ejerce presión sobre suelos no aptos para el desarrollo.

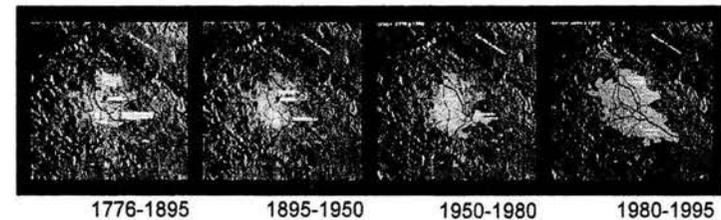
En términos generales, dentro del programa se distinguen áreas de crecimiento hacia el noreste, este y sureste, que por sus características son consideradas como zonas de desarrollo, sin embargo, se ha dado una incontrolable expansión de colonias periféricas en la zona norte. Hacia el lado oeste se detectan elevados relieves topográficos, así como corrientes superficiales que dificultan la expansión, sin embargo, ahí es donde se han ubicado asentamientos precarios.⁶ No obstante, existen condicionantes naturales en estas zonas que no han sido considerados plenamente para el desarrollo de la ciudad, siendo estos topográficos, de preservación del medio ambiente y de seguridad.

La topografía representa un primer limitante para continuar extendiendo el área urbana hacia el norte, oeste y sur, ya que son áreas que cuentan en su mayoría con pendientes mayores al 25% haciendo muchas veces problemáticas las obras de dotación de infraestructura básica, igualmente la configuración topográfica hace de la zona sureste susceptible de inundaciones frecuentes. La segunda limitante natural se refiere a las áreas con actividades agrícolas y forestales; bosques de liquidámbar y encinos se localizan todavía al noroeste y oeste del núcleo urbano, asimismo, se ubican en las áreas de recarga de acuíferos más próximas a la ciudad. Además, al norte, este, sur y sureste se localizan áreas de alta productividad agrícola, cuya conservación se necesita ya que en los últimos años se ha acentuado la progresiva disminución de las actividades primarias en el municipio. La tercer limitante se refiere a la identificación principalmente de dos zonas de riesgo: al sureste, donde la composición de los suelos hace proclive a esta zona a sufrir colapsos, y al este, en

donde los suelos con alta composición de andosoles sin base firme basáltica pueden ser también colapsables.⁷

El proceso urbano en las últimas décadas del siglo XX se dio por el alto crecimiento demográfico, al mismo tiempo las áreas periféricas fueron asimiladas por la mancha urbana en donde pequeñas localidades anteriormente rurales que se hallaban en los límites de la ciudad fueron absorbidas, generando un descontrolado desarrollo del espacio urbano. Asimismo, se ha detectado cómo las diferentes zonas que integran la ciudad tienen diversos índices de conglomeración, así como diversos niveles de aprovechamiento en la ocupación del suelo, fenómeno generado por aspectos socioeconómicos que inciden en la orientación y utilización del espacio urbano y que determinaron una gigantesca expansión de la ciudad en el siglo XX.

Xalapa: expansión territorial



2. 2. 2 Vivienda

El analizar la vivienda dentro del contexto urbano permite revelar el tipo de construcción predominante, como efecto de la realidad socioeconómica de las ciudades. En Xalapa, la distribución espacial de los diferentes tipos de vivienda dentro del espacio urbano, muestra una zonificación social bastante evidente, con una significativa cantidad de vivienda popular y precaria habitada por la gran mayoría de la población, en contraposición a un mínimo número de viviendas en condiciones más favorables.

El Programa de Ordenamiento Urbano de Xalapa clasifica la de vivienda según sus características de la siguiente forma:

a. *Vivienda residencial.* Ubicada en su mayoría en la zona periférica de la ciudad y en la zona intermedia urbana, que en épocas pasadas formaba parte de la periferia, alojando a un 4% de la población. Son viviendas construidas con materiales y acabados costosos, con todos los servicios y equipamiento urbano.

b. *Vivienda media.* Ubicada básicamente en el centro urbano, sin embargo, aunque su cantidad es mayor a la de la vivienda residencial, sigue siendo significativamente menor a la extensa superficie que ocupa la vivienda popular y precaria. Sus materiales son permanentes, sin los acabados de la vivienda residencial.

c. *Vivienda popular.* Localizada en las áreas intermedias de la ciudad, delimitada hacia el norte por zonas de tipo precario, en tanto que hacia el sur se prolonga hasta la periferia. Esta vivienda generalmente se construye en etapas por la falta de recursos para su edificación, ya sea de autoconstrucción o bien contratando mano de obra.

d. *Vivienda precaria.* Se establece principalmente en la periferia de la ciudad, ocupando generalmente terrenos de propiedad privada, sobre los cuales se construyen viviendas efímeras, utilizando materiales perecederos sin ninguna clase de servicios y a la espera de la regularización de los terrenos. Estos asentamientos constituyen un 63% aproximadamente y se localizan en terrenos de origen rural.

Hacia 1970, la ciudad contaba con 25,746 viviendas, mientras que en 1990 las viviendas sumaban ya 63,655. Es decir, que en sólo dos décadas la ciudad añadió 38 mil viviendas a su espacio construido. Para el año 2000, se contabilizó un total de 100,789 viviendas, por lo que en tan sólo diez años se observó un aumento de 37 mil viviendas, casi el mismo número de las dos décadas pasadas.

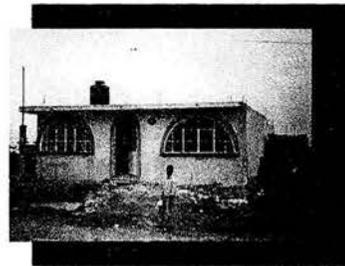
Para 1980 se encontraban bajo el régimen de propiedad privada el 60% de las viviendas, mientras que los inmuebles de arrendamiento constituían el 39.4%, por lo que en el transcurso de diez años se notó una disminución porcentual del número de viviendas de alquiler (48.5% en 1970). En 1990 el porcentaje de vivienda propia fue del 70.3% y del 29.7% la



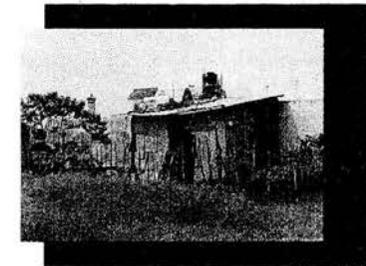
Residencial



Media



Popular



Precaria

Cuadro 3
Evolución de la vivienda en Xalapa

	1970		1980		1990		2000	
	Vivienda	Porcentaje	Vivienda	Porcentaje	Vivienda	Porcentaje	Vivienda	Porcentaje
Propia	13,252	51.2%	24,442	55.8%	44,010	74.9%	71,157	70.6%
Alquiler	12,464	48.5%	19,361	44.2%	14,745	25.1%	29,632	29.4%
TOTAL	25,746	100%	43,803	100%	63,655	100%	100,789	100%

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2000

vivienda de alquiler, observándose esta proporción casi constante para el año 2000. (Ver cuadro 1)

En cuanto a su distribución espacial, se considera que un amplio margen de población con bajos ingresos y una marcada reducción del poder adquisitivo, están en aparente contradicción con la gran cantidad de vivienda en propiedad. Un primer análisis estaría orientado hacia la recurrencia de los sectores más pobres de la ciudad a la ocupación o adquisición de tierras en zonas de la periferia, para lo cual, más que propietarios se convirtieron en poseedores del suelo y de viviendas precarias, aún a costa de carecer de servicios básicos.⁸

En cuanto a la oferta de vivienda en alquiler se refiere, el área central es la que responde a este tipo de demanda en su mayoría, en promedio este tipo de vivienda oscila entre el 33 y 44% del total de la vivienda en esta área. No obstante, cabe observar, que también una porción al norte de la ciudad ofrece sus construcciones a arrendamiento.

Con relación a las características generales de vivienda, se evalúan varios aspectos, principalmente sus características constructivas y la disponibilidad de los servicios básicos: agua entubada, drenaje y energía eléctrica. (Ver cuadro 4)

Para evaluar la calidad de la vivienda se acotarán tres elementos constructivos en cuanto a materiales: muros, techos y pisos. Con respecto a los muros, la vivienda afectada por el uso de materiales provisionales (material de desecho, lámina de cartón, lámina de asbesto y metálica) en 1990 era

de un 7.5 %, para el año 2000 el porcentaje disminuyó a un 4.9%. Mientras que los muros con materiales permanentes (tabique, block, piedra, etc.) son utilizados en un 94.2%. En cuanto a los techos, cabe observar que el área central casi no presenta techos de calidad precaria, mientras que en las áreas periféricas las viviendas con esta clase de techo llegan a representar entre el 60% y 80%. Según los datos del Censo General de Población y Vivienda de 2000, el 19.4% de las viviendas presenta techumbres precaria, mientras que el 78.6% cuenta con techos permanentes. Con relación a la calidad del piso con que cuentan las viviendas, se observa una situación similar a la de los techos, en donde casi toda el área central posee viviendas con pisos de cemento o mosaico, mientras que en la periferia suelen encontrarse hogares con piso de tierra; en un tercio, y a veces hasta más de la mitad, de las construcciones. Representando en el año 2000 el 5.7%. (Ver cuadro 4)

Respecto a los componentes anteriores de la vivienda, clasificados en muros, techos y pisos, se obtiene que el predominio de materiales corresponde a tabique y block en muros con un 94.2%, losa de concreto en techos con un 78.6% y piso de mosaico con un 56.6%. Por lo que conjuntando dichos componentes, se obtiene que la vivienda tipo en el contexto de Xalapa corresponde en un alto porcentaje a la construida con muros de tabique o block, losa de concreto y piso de mosaico.

Al mismo tiempo, el análisis de los materiales utilizados en la construcción de viviendas interrelacionado con la zonificación social del espacio urbano, nos muestra que la mayor parte de

Cuadro 4
Características generales de la vivienda. 2000

	Vivienda	Porcentaje
Viviendas particulares	99,875	100%
Tipo de material en techo		
Definitivo	79,993	80.1%
Provisional	19,596	19.6%
No especificado	286	0.3%
Tipo de material en muro		
Definitivo	94,177	94.3%
Provisional	5,385	5.4%
No especificado	261	0.3%
Tipo de material en piso		
Definitivo	93,932	94.0%
Provisional	5,665	5.7%
No especificado	278	0.3%
Disponibilidad de agua		
Con agua entubada	93,932	94.0%
Sin agua entubada	5,948	6.0%
Disponibilidad de energía		
Con energía eléctrica	94,671	94.7%
Sin energía eléctrica	5,204	5.3%
Disponibilidad de drenaje		
Con drenaje	98,747	98.8%
Sin drenaje	1,128	1.3%

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2000

viviendas construidas con materiales permanentes se ubica a partir del centro urbano hacia la periferia. En la zona periférica no residencial, continúa utilizándose block o tabique en muros, con pisos de mosaico o cemento y losa de concreto o techo de lámina. Mientras que en la periferia extrema, se ubica la vivienda construida con materiales perecederos, misma que se va incorporando a la estructura urbana al sustituir estos materiales por permanentes.

Las cifras estadísticas referentes a la utilización de materiales de construcción podrían mostrar que el problema habita-

cional no es tal, dado que la mayoría de la población cuenta con una vivienda construida con materiales permanentes, sin embargo, si se consideran otros aspectos como la participación de los usuarios en la construcción de las viviendas, la legalidad de la tierra sobre la que se construye, así como la funcionalidad espacial de las viviendas, veremos que la realidad es otra.

Sobre la funcionalidad de la vivienda a través del número de habitaciones, podemos observar, que en 1990, las viviendas con un cuarto representaron el 16.4% del total de viviendas construidas habitadas y se localizaron fundamentalmente en las zonas periféricas. Mientras que en el área norte y área sur representaron del 20% al 40%. El resto de la ciudad no sufre de estas condiciones de hacinamiento, pues en el área central menos del 20% de las viviendas se limitan a un cuarto. Ello es congruente con el análisis histórico de la formación urbana, pues en general, el habitante de la periferia suele levantar su vivienda gradualmente, añadiendo progresivamente habitaciones al cuarto principal. Sin embargo, es significativo que algunas zonas que ya tienen más de diez años de existencia, como la parte norte y la parte sur, aún posean una proporción importante de viviendas con una sola habitación.

Referente a la infraestructura, considerando el drenaje como uno de los aspectos primordiales. De 100,789 viviendas, 94,671 cuentan con drenaje conectado a la calle, es decir, el 94% del total. El resto de las viviendas censadas (6,118,), es decir, el 6% sólo cuenta con fosa. A medida que nos alejamos del centro y nos acercamos a la periferia más reciente, el déficit en estructura de saneamiento crece hasta representar el 75% de las viviendas.

Acerca de las viviendas que cuentan con agua entubada, estas suman 93,927, el 93% del total. La distribución espacial de estas viviendas muestra nuevamente que las áreas centrales se encuentran bien equipadas, mientras que la periferia reciente y no tan reciente sufre un marcado rezago en ese

aspecto. En las áreas norte y sur de la ciudad, que ya cuentan con cerca de veinte años de existencia, entre el 40% y el 60% de las construcciones carece de agua entubada en la vivienda; en las zonas noroeste y noreste, de origen reciente, apenas el 20% de las viviendas posee esta infraestructura. (Ver cuadro 4)

El análisis global de la vivienda en Xalapa muestra un tipo predominante de vivienda caracterizado por la utilización de materiales permanentes, con uno o dos cuartos y con la dotación de todos los servicios. Sin embargo, considerando el área total de la ciudad es perceptible la problemática de un mínimo de espacio habitable, el cual no supera los dos cuartos en su mayoría. No obstante, en la periferia aunque se sigue mostrando la problemática de la espacialidad, siendo este un problema más a nivel urbano, se observa también la carencia de servicios, principalmente de drenaje, dado que este servicio cubre preferentemente las viviendas ubicadas al interior del área urbana, en tanto que hacia la periferia hay un déficit de servicios: agua entubada, drenaje y electricidad.

III. ZONA DE ESTUDIO: RESERVA TERRITORIAL
(COLONIA MOCTEZUMA)

Dentro del Plan Nacional de Desarrollo para el período 1995-2000 se instrumentó un programa a nivel nacional llamado Desarrollo Urbano de las Cien Ciudades Medias, impulsado por el gobierno federal a través de la SEDESOL. Este programa establecía la constitución de reservas territoriales para dar posibilidad de un crecimiento urbano ordenando a cien ciudades, incluida Xalapa, escogidas por el tipo de crecimiento, no llegando a ser metrópolis y con una población de entre 200 mil y 300 mil habitantes, además por ser polos de atracción de migrantes. Por otra parte, las características de la vegetación, uso y valor del suelo, accesibilidad, tenencia de la tierra y factibilidad de introducción de servicios, habrían de sustentar conjuntamente criterios para la selección de las reservas territoriales. Dichas reservas se pueden crear sobre la base de terrenos ejidales, comunales y de propiedad federal.

Así, en Xalapa como en otras ciudades medias del país, según los planes de gobierno, la solución al problema habitacional lo constituiría la reserva territorial; en el caso de Xalapa constituidas sobre tierras ejidales. En donde la reserva es el nuevo concepto en materia de desarrollo urbano y vivienda que va a solucionar dos problemas: primero, el crecimiento anárquico de la ciudad, mediante la adquisición de una superficie que se supone va a satisfacer las necesidades de suelo de la mayoría de la población, en donde se permite al sector público contar con una oferta de suelo urbano para evitar la especulación del mismo, previniendo así el fenómeno de irregularidad en la tenencia de la tierra; y el segundo, el déficit habitacional, mediante la construcción masiva de vivienda.

No obstante, la realidad social activa el espacio urbano de otra forma. Basta observar la expansión de la ciudad sobre suelos irregulares, producto de migraciones constantes y la incapacidad económica de la población para la obtención de un predio. Por lo que la reserva territorial, si bien va a organizar la vivienda institucional, no va a inhibir la expansión de la ciudad hacia otras zonas o hacia suelos irregulares,

dado que la percepción salarial de la mayorías no compite con las acciones promovidas por el Estado y aunque en el área de reserva existen programas para diferentes grupos de población no son atendidos preferentemente los sectores de menores ingresos que son la mayoría.

El acelerado crecimiento de Xalapa ha rebasado su territorio municipal, involucrando así a varios de los municipios de la zona conurbada en demanda de suelo para la urbanización, de modo que dicho fenómeno ha conducido al establecimiento de las reservas territoriales, en su mayoría, fuera del ámbito municipal de Xalapa con diferentes plazos de incorporación al desarrollo de la ciudad. Precisamente, en 1994, se localizó un espacio con carácter de reserva al nororiente del municipio de Banderilla como oferta de suelo para la incorporación al desarrollo de grupos poblacionales de más bajos ingresos. De igual forma, entre 1994 y 1998, dentro del municipio de Xalapa, al oriente de la mancha urbana, se planteó el carácter de reserva a los últimos predios ejidales que permanecían vacantes y que por sus condiciones contiguas a la mancha urbana se encontraban expuestos a una ocupación habitacional no planeada. Además, se observa que la búsqueda de incorporación de dichos predios se realizó con la finalidad de darle continuidad a la estructura vial de la ciudad hacia el oriente.

Por otra parte, en 1994 se reconoció como reserva el espacio ocupado por Nueva Xalapa, la reserva patrimonial del gobierno estatal, así como los predios adyacentes a la carretera que conducen a Veracruz, estos últimos establecidos en 1998, bajo el criterio de baja densidad. Sin embargo, la mayor concentración de suelo con carácter de reserva habitacional se ubica como un anillo concéntrico de la ciudad de Xalapa, separado de ella por una reserva ecológica que rompe la inercia de crecimiento de la mancha urbana. Dicho anillo, cuyo crecimiento se previó para el periodo 2000-2013, nace desde el oriente, a la altura de la reserva Nueva Xalapa y la localidad Julio Castro; se desprende hacia el sur, siguiendo el trazo

de la carretera que conduce a la localidad de la Estanzuela, para continuar hacia el occidente y absorber las localidades de Pancho Nuevo, Nacaxtle, Pacho Viejo y la Laguna. Con respecto a la ubicación de este último poblado, la reserva territorial se encuentra a tres kilómetros aproximadamente de la mancha urbana de Xalapa, y a distancia similar del municipio de Coatepec.

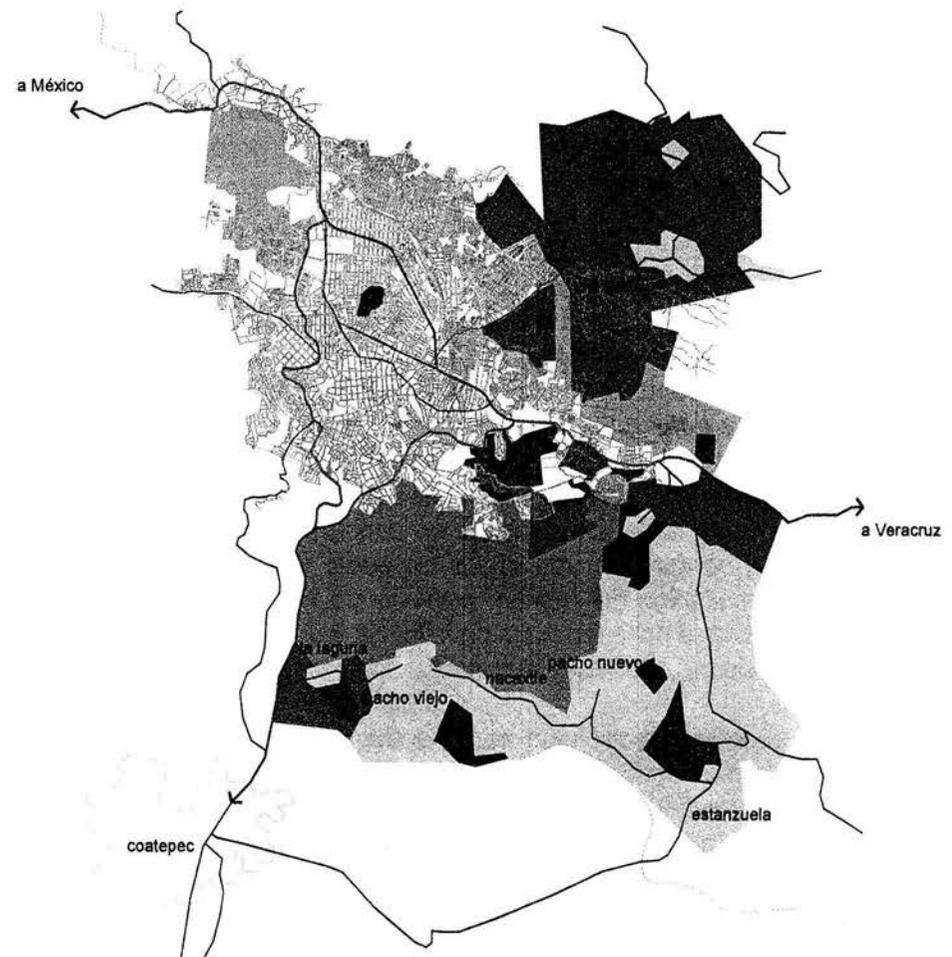
No obstante, al no señalarse controles más específicos sobre las construcciones y para los cambios permitidos en el uso del suelo, se está propiciando un descontrol en el manejo del borde de la reserva ecológica, por lo que no se está planteando un crecimiento de manera ordenada hacia la reserva territorial sur.

La búsqueda de suelo urbanizable como podemos observar en el Programa de Ordenamiento Urbano se sitúa predominantemente hacia el sur y sureste de la mancha urbana, en los municipios de Coatepec y Emiliano Zapata. Sin embargo, en la actualidad, la siguiente reserva urbana está planeada para desarrollarse en la zona noreste de la ciudad, en el ejido El Tronconal ubicado dentro del municipio de Xalapa y otra reserva sigue estando orientada hacia el sureste en el municipio Emiliano Zapata.

Ubicación de las reservas territoriales

- | | |
|---|---|
|  área verde |  reserva habitacional corto plazo 1998 |
|  desarrollo controlado |  reserva habitacional largo plazo 2013 |
|  reserva ecológica | |
|  poblaciones | |

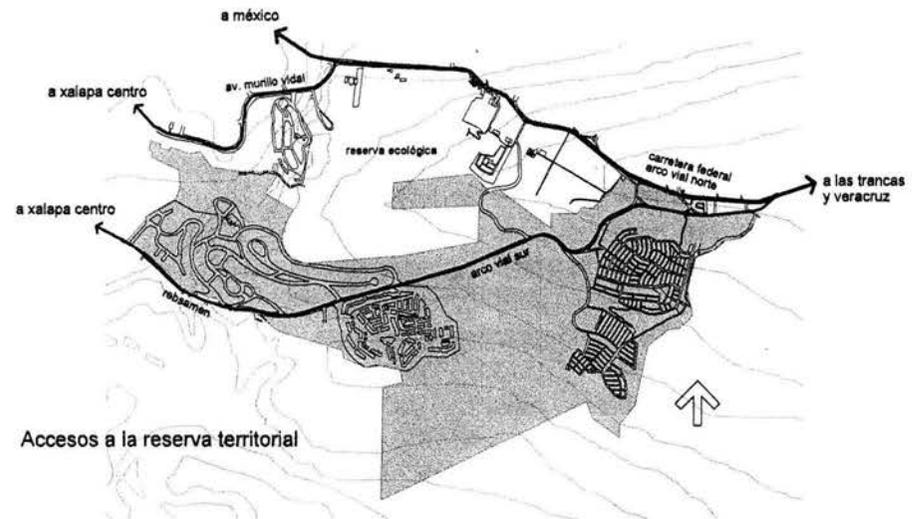
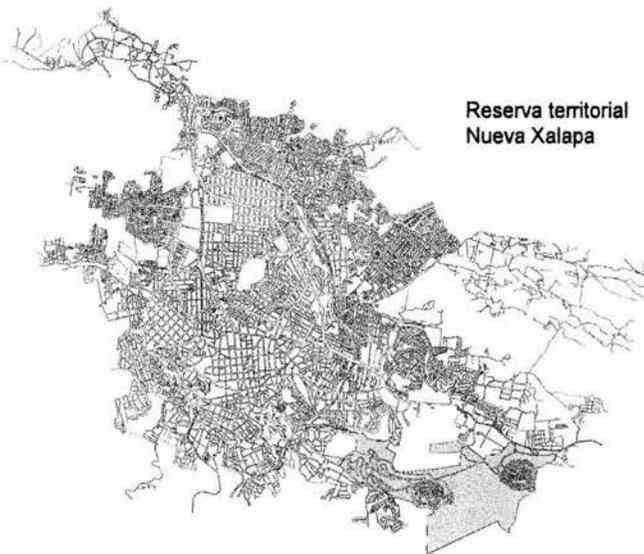
Fuente: Programa de Ordenamiento Urbano del Área Metropolitana Xalapa-Banderilla-Coatepec-Emiliano Zapata-San Andrés Tlalnahuayocan, 1998



3. 1 Evolución histórica

La reserva territorial Nueva Xalapa en la zona sureste de la ciudad se constituye en 1991 como propuesta del gobierno estatal para el desarrollo urbano controlado de Xalapa, con aproximadamente 472 ha. de superficie destinadas a diversos usos, principalmente el habitacional. En un inicio sólo se contaba con una superficie aproximada de 266 ha. y posteriormente se sumarían 206 ha. provenientes de la desincorporación del régimen ejidal de una fracción del ejido La Estanzuela del municipio de Emiliano Zapata.

La reserva se estructuró a través de dos vialidades principales, el Arco Vial Norte y Arco Vial Sur; el primero parte de la avenida Murillo Vidal y se desarrolla al lado de la reserva ecológica para entroncarse con la carretera federal. El segundo arco inicia su recorrido en la calle de Rébsamen, bordea la reserva hacia su límite sur y entronca con la carretera federal a Veracruz a la altura de Las Trancas.



Según el Plan Maestro de Desarrollo Urbano Habitacional Nueva Xalapa de 1990, la reserva se planeó para ser dividida en ocho zonas a manera de barrios con un subcentro urbano alternativo en el centro de la misma. Excluyendo la zona de reserva ecológica decretada y considerando exclusivamente las ocho zonas previstas para uso habitacional. De acuerdo con el tipo de vivienda planteada, se obtiene una densidad bruta promedio de 37.01 viv/ha, en donde se consideran tres tipos de densidad.¹ Asimismo se preveía la introducción de servicios relacionados con el comercio y la administración, así como educación, salud, comunicaciones, deporte, recreación y cultura. No obstante, dichos servicios no existen hoy en su totalidad, solamente se encuentran sobre el Arco Vial Sur algunas escuelas de educación media y superior.

Por otro lado, una gran parte de la reserva se destinó para vivienda de sectores medios, el fraccionamiento Xalapa 2000 es un ejemplo de vivienda media que se otorgó a trabajadores del Estado. Únicamente 79 ha., es decir, casi el 17% de la reserva Nueva Xalapa fueron destinadas a población de menores recursos, formando lo que hoy conocemos como Colonia Moctezuma.

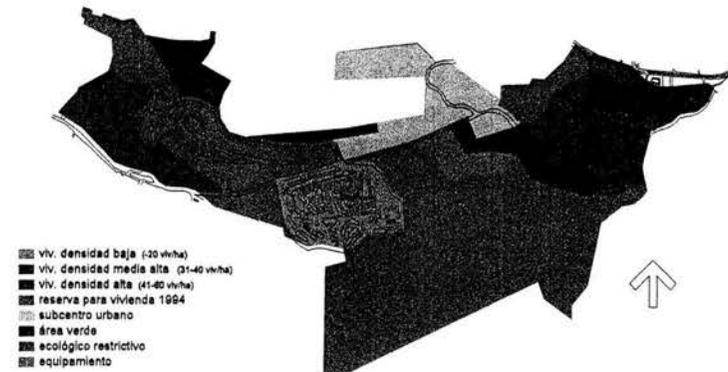
¹ Densidades: Baja -20 viv/ha, Media alta 31-40 viv/ha, Alta 41-60 viv/ha

La Colonia Moctezuma es un fraccionamiento promovido por el gobierno del Estado de Veracruz, quién ofertó el suelo con urbanización progresiva, ofreciendo 3,500 lotes con todos los servicios, en su mayoría de 128 m² (8 X 16 m). Asimismo dotó de áreas para equipamiento y áreas verdes dentro de la planeación, sin embargo, el mismo gobierno bajo presiones sociales ha continuado lotificando dichas áreas y en algunos casos ha habido invasiones, por lo que se han ido perdiendo poco a poco.

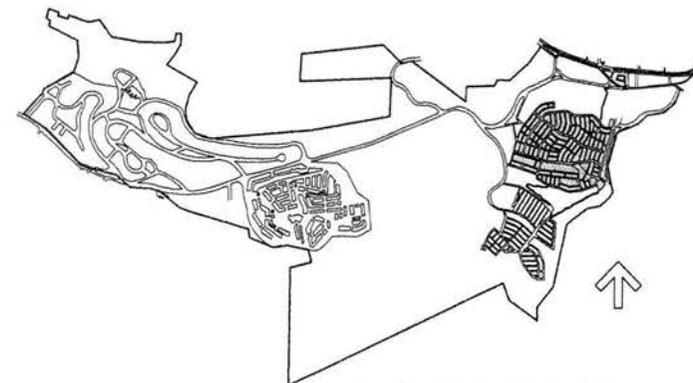
La oferta inicial fue de lotes con servicios, sin embargo esto no fue así, tardaron entre dos y tres años en hacer gestión para el acceso al suelo y finalmente el gobierno ofertó lotes únicamente trazados, sin ningún servicio. A partir de entonces la gente tenía que tomar posesión de sus lotes, ya que la venta de terrenos se realizó dentro del marco de la Ley de enajenación de predios de interés social. Dicha ley establece que si en dos años de asignarse un lote no ha sido habitado, se cancela el contrato y se asigna a otra persona, por lo que la compra de suelo a crédito tiene que ser seguida, en forma prácticamente inmediata por la construcción de la vivienda, evitando así la especulación dentro del mercado inmobiliario.

Existen dos maneras para acceder a los lotes, la primera es a través de alguna organización social y la segunda es de manera individual. La realidad es que más del 90% de los casos se dieron a los que estaban organizados. Dentro de la colonia existen organizaciones sociales de diferentes tipos, las que están afiliadas con algún partido político y las que son independientes, por lo que es claro que gran parte de la compra de lotes se realiza a través de organismos sociales y no a partir de los mecanismos del mercado inmobiliario. Cabe mencionar que gracias al impulso generado por el proceso político de apertura entre el Estado y las organizaciones, es que la población ha podido satisfacer su demanda de vivienda siendo una realidad que ninguna comunidad de escasos recursos ha encontrado alternativas a corto plazo para acceder a la vivienda dependiendo únicamente de sus recursos.

Fue un proceso de mucha dificultad para las familias que les fueron asignados lotes en la etapa en la que no había los servicios de electricidad, redes de agua potable y drenaje sanitario y debían habitarlos casi de inmediato. Sin embargo, el desarrollo de la colonia se basó en la confianza de los pobladores de que las viviendas contarían con infraestructura, siendo este un problema serio pero momentáneo.



Usos de suelo de la Reserva Nueva Xalapa



Localización de la Colonia Moctezuma

El acceso a los lotes se dio en 1995 contando solamente con vialidades. Durante dos años, el gobierno estuvo llevando el agua en pipas y hasta el año 2000 se introdujo el agua entubada, que viene al igual que Xalapa del Cofre de Perote y de la red de Huitzilapa, Puebla. La energía eléctrica también tardó en llegar, se introdujo para 1997. En el caso del drenaje actualmente está la red general ya instalada y funcionando, sólo en la primera etapa de la colonia, sin embargo, falta el depósito de captación de aguas y muchas de las conexiones, por lo que la gente sigue utilizando en muchos casos, el drenaje de hoyos a cielo abierto. Esta forma de eliminación de excretas ha generado como consecuencia la contaminación de los mantos freáticos y de los cuerpos de agua.

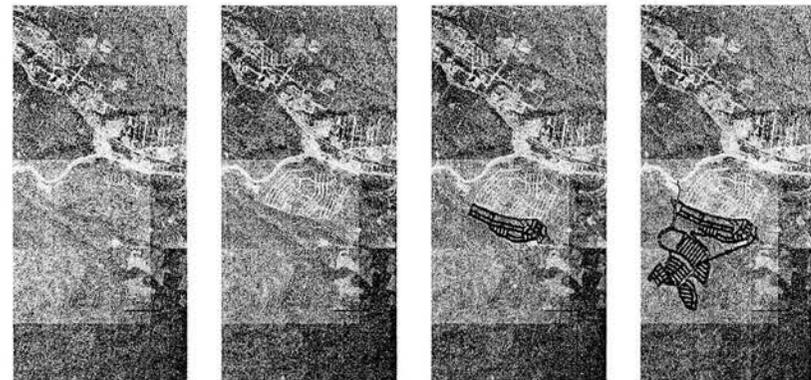
El proceso de poblamiento de la reserva ha sido lento, ya son 12 años desde que se decretó esta zona como reserva, en 1991, y los primeros pobladores llegaron a partir de 1995. Sin embargo, para entender este proceso de población y de construcción de vivienda, así como la organización posterior, hay que señalar la existencia de grupos con intereses específicos que no necesariamente estuvieron en el tenor del apoyo para el desarrollo habitacional, sino más bien en términos de intereses electorales o políticos. En este proceso la asignación de terrenos se planteó de manera dispersa para todas las organizaciones, no obstante, no siempre se dio de esta forma, sino más bien se manejó dentro de un cerco de carácter político.

La gente que empezó a poblar la colonia llegó porque ya no podía seguir pagando renta o porque las condiciones en las que vivían eran precarias, aunque no podemos decir que sus condiciones cambiaron sustantivamente, ya que se instalaron sin servicios ni equipamiento y sus primeras construcciones fueron de manera precaria. Sin embargo, aún con la introducción de los servicios básicos es evidente que siguen generando grandes problemas de saneamiento dentro de la colonia la utilización del drenaje a través de pozos negros, la inexistencia de drenaje pluvial, la falta de pavimentación, el

tratamiento inadecuado de los desechos sólidos, así como la proliferación de animales domésticos sin cuidados, la deforestación, etc.

La reserva que constituye la Colonia Moctezuma, era un modelo que parecía ser bueno, creada a partir de la decisión del gobierno sobre la incorporación de una reserva territorial a la urbanización de la ciudad, así como del favorecimiento de la compra de sus terrenos por parte de los sectores de bajos ingresos, gracias al subsidio y el crédito. Asimismo, iba a ser controlada, y en donde se pretendía evitar el mercado de compra venta inmediato para asegurar que la gente que solicitaba el lote con servicios lo habitara.

Sin embargo, actualmente, la realidad es otra, no obstante que la población tiene la posibilidad de convertirse en comprador y propietario de su lote y que su seguridad inmobiliaria es total, ha habido muchos problemas en cuanto al crecimiento no planeado que se ha empezado a generar en sus alrededores. La reserva está constituida sobre tierras ejidales, y con la reprivatización del ejido, se ha abierto el acceso a un mercado irregular barato; la venta de tierra ejidal destinada a la producción agrícola se está dando de manera irregular en los límites de la colonia y los ejidatarios empiezan a fraccionar y a vender sus tierras rebasando los límites de la reserva ya decretada.



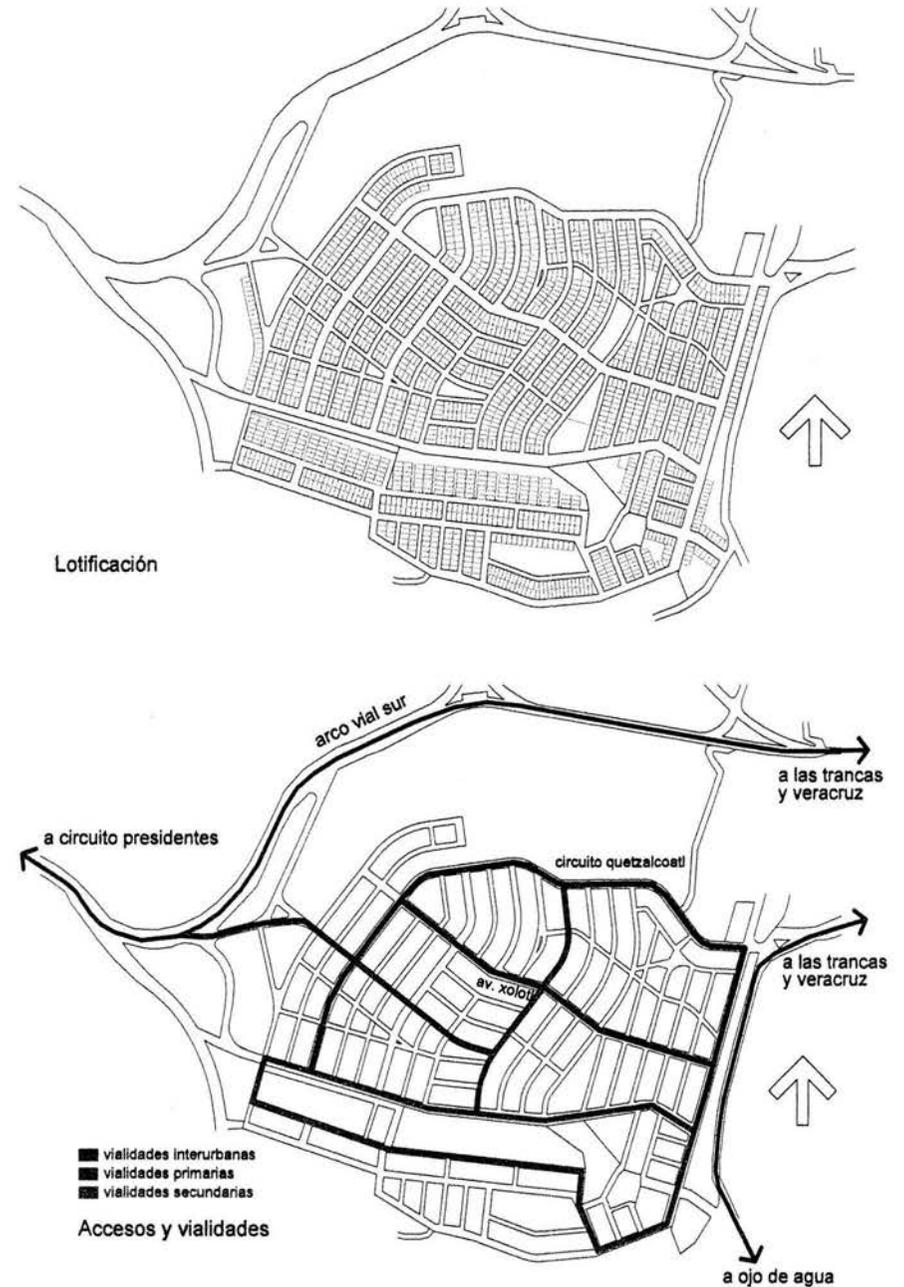
Evolución de la Col. Moctezuma

3. 2 Estructura espacial

La Colonia Moctezuma se ubica al sur de la ciudad de Xalapa colindando con la mancha urbana y sobre la porción noroeste del municipio Emiliano Zapata. Existen dos accesos principales a la colonia, el primero es por la calle Rébsamen hasta entroncar con el Arco Vial Sur y el segundo es por la carretera federal Xalapa-Veracruz, a la altura de las Trancas, donde entronca en el Arco Vial Sur.

La traza responde básicamente a un esquema reticular, de lotes de 8 X 16 m en su mayoría y de 7 X 15 m. El predio es más o menos una fracción rectangular de suelo que se conecta por uno de sus lados con una circulación de uso público, y colinda en sus otros tres lados con otros predios. Esta lotificación exige una red de servicios previos, a pie de cada lote, como lo son el agua potable, drenaje, energía eléctrica y alumbrado público por un lado, y la superficie destinada y construida de pavimentos, guarniciones y banquetas, mismos que no se han visto satisfechos en su totalidad.

El gobierno inicialmente pretendía fraccionar la reserva atendiendo a las características físicas de los terrenos, en una búsqueda porque estos fueran aptos para la construcción de viviendas, y en caso de que los terrenos no cumplieran con dichas características la autorización de construcción iba a ser rechazada. Sin embargo, todos esos buenos propósitos no se llevaron a cabo, el fraccionamiento no obedece a la topografía ni respetó la vegetación existente en el terreno, por lo que el proyecto Nueva Xalapa, en el ámbito de la Colonia Moctezuma, se ha circunscrito a una simple lotificación, lo cual no es una respuesta urbana adecuada, ya que no se percibe una planeación integral. Además, no existe una lectura clara de sus áreas verdes, ya que las autoridades las han ido cambiando poco a poco, por lo que no hay un aprovechamiento óptimo del paisaje y la naturaleza ha sido absorbida por la urbanización.



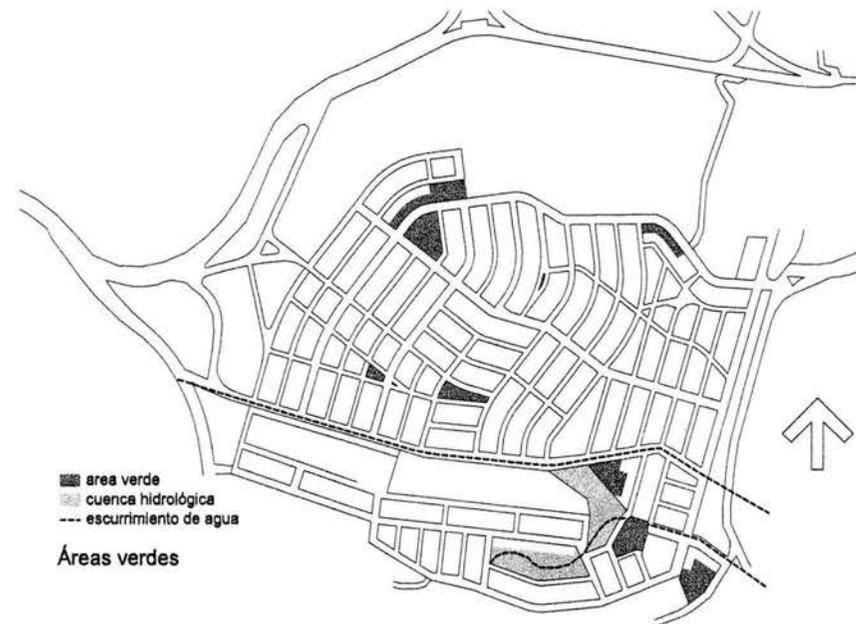
En cuanto a recursos naturales existen dos arroyos formados por los escurrimientos pluviales dentro de la reserva, uno de ellos es afluente del río denominado Dos Ríos. Sin embargo, en la actualidad se encuentran contaminados como resultado de descargas de aguas residuales domésticas y no hay ningún plan para recuperarlos, como sucede con la mayoría de los ríos que existen en Xalapa.

Por lo anterior se expresan fuertes contradicciones dentro de la perspectiva del desarrollo y la conservación de sus recursos, al construirse espacios donde únicamente importa la ubicación de grandes masas de población sin tener en cuenta la falta de vocación urbana del suelo, los accidentes topográficos, así como los remanentes de vegetación y campos de cultivo que funcionan como elementos estabilizadores de las cuencas hidrológicas y del clima regional.

Por otra parte, un porcentaje de superficie de la reserva supone estar destinada a alojar equipamientos comunitarios mínimos, tales como escuelas, mercados, hospitales y parques, entre otros. No obstante, en la colonia solo existen una primaria, un jardín de niños y gran cantidad de tiendas de abarrotes. No hay servicios de salud, y como área recreativa sólo existe un campo de fútbol.

El estado físico actual de las vialidades es de terracería y muchas de ellas no responden al trazo y a la topografía, hay calles trazadas que por su pendiente se convierten en peatonales, lo cual es un problema para la gente que tiene vehículo o para el transporte urbano, asimismo, los grandes accidentes topográficos impiden o hacen muy costosa la introducción de los servicios municipales.

La vivienda de la Colonia Moctezuma en la mayoría de los casos se da de manera progresiva, hay pocas viviendas terminadas, y en gran parte se encuentran dentro de un proceso de construcción, con diversas soluciones habitacionales. La



lógica en que la gente mueve sus recursos y como los va proyectando en el tiempo se ve reflejado en la evolución de las viviendas, no sólo en el aspecto constructivo sino también en el de su crecimiento.

En esta colonia el 85% de las viviendas son autoconstruidas, de las cuales, el 25% están hechas de materiales perecederos o de desperdicio, un 20% son de mampostería y madera y el 45% restante de mampostería y concreto. Los materiales predominantes de las viviendas son los siguientes: cimientos de mampostería de piedra; muros de materiales de desecho, lámina de cartón, lámina de zinc, madera, block y tabique; cubiertas de lámina de cartón, lámina de zinc, lámina de asbesto y losa de concreto; y pisos de tierra y cemento.

En la asignación de lotes y en la prestación de servicios solo se está resolviendo la parte formal, reduciendo toda la significación de una vivienda progresiva o asentamiento progresivo en sólo una fragmentación del espacio, no se entiende el complejo proceso social que hay detrás, el cómo se articulan los demás elementos que conforman la colonia (la subdivisión de tierra, las redes de comunicación, la propia tipología de vivienda, la apropiación, etc.), el cómo se construye el territorio.

La vivienda efectivamente es una de las bases de la iniciación del proceso de desarrollo de las comunidades, a la cual se le atribuyen entre otras varias funciones económicas, la vivienda como comercio, la vivienda como generadora de renta, etcétera. Por lo que podemos observar este fenómeno no sólo en la colonia, sino en cualquier comunidad, en donde la

vivienda se manifiesta como uno de los puntos de acceso a la economía urbana.

Acceso peatonal de la Colonia Moctezuma



Colonia Moctezuma

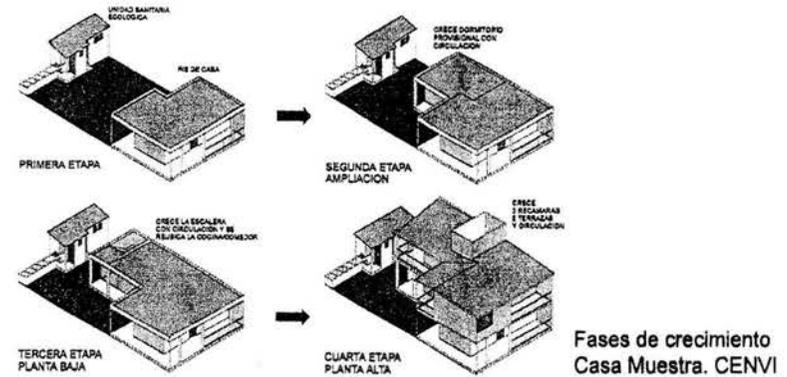


3.3 Vivienda progresiva en la Colonia Moctezuma

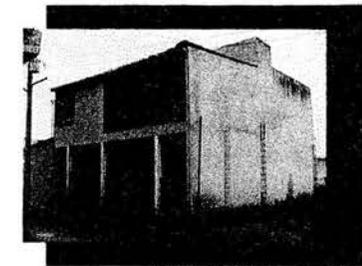
El concepto de vivienda progresiva, eje para el desarrollo de nuestro proyecto, concibe a la vivienda como un proceso con sucesivas alteraciones a lo largo del tiempo y no como un producto terminado. Por lo que la vivienda será pensada en función de la construcción por etapas y que estas etapas sean lo suficientemente flexibles para permitirle a la familia mejorar su casa según su capacidad y sus necesidades.¹⁰

No obstante que la vivienda progresiva permite el acceso flexible al proceso de construcción de la vivienda, la construcción progresiva se desarrolla muchas veces como una solución adaptada a la ausencia de crédito a largo plazo. Cabe mencionar que el proceso progresivo no sólo está caracterizado por la construcción de la vivienda sino también por la discontinuidad en el tiempo de las diferentes etapas constitutivas del acceso a la vivienda para la gente de bajos recursos como lo son, el acceso a financiamiento, acceso al suelo, acceso a los materiales y construcción de la vivienda, así como el acceso a los servicios urbanos.

Entre 1996 y 1997, UCISV-VER y CENVI¹¹ inician en la Colonia Moctezuma un programa de vivienda progresiva como una propuesta inmediata a la constitución de la reserva territorial y a la venta de 1,600 lotes, de los cuales 160 fueron asignados a miembros de UCISV-VER. Asimismo, se cumplía el plazo de dos años desde que el Gobierno de Veracruz había entregado los lotes por lo que la población enfrentaba el riesgo de perderlos, en el caso de que no hubiese una ocupación de los mismos, ya que la compra de suelo a crédito tiene que ser seguida en forma prácticamente inmediata de la construcción de la vivienda. Dicha construcción por razones financieras, sólo puede ser progresiva, dado el peso significativo del pago del terreno. Hasta ese momento había ya algunas casas construidas con materiales de concreto, block, tabique, etc., pero no eran la mayoría. A la fecha, existen más de seis casas por manzana en una sola etapa, es decir, dis-



Vista interior



Casa Muestra. CENVI

ponen de uno o dos cuartos terminados.

Dentro del programa de vivienda se aprecian en la colonia pocas casas terminadas, alrededor de cinco en un proceso iniciado desde 1997, por lo que es evidente que dicho proceso de la vivienda va a tardar en materializarse en una vivienda terminada. En donde las formas de progresividad van desde la construcción de un espacio inicial (núcleo básico mínimo de vivienda habitable) para la ocupación del lote, la ampliación de construcciones ya existentes, así como el mejoramiento de las condiciones de habitabilidad de las viviendas.

CENVI diseñó y construyó entre 1996 y 1997, un prototipo de vivienda progresiva. La intención era mostrar a los habitantes la construcción de una vivienda de crecimiento progresivo y

¹⁰ Véase, *La Vivienda Evolutiva*, Arq. Julia Ferrero

¹¹ Organización social Unión de Colonos, Inquilinos y Solicitantes de Vivienda de Veracruz (UCISV-VER); Centro de la Vivienda y Estudios Urbanos A.C. (CENVI)

terminación en etapas, que inicia con una unidad mínima de usos múltiples de 16 m² (un cuarto) y su unidad sanitaria. Reconociendo que la mayor parte de los habitantes de la Colonia Moctezuma son gentes de escasos recursos, con ingresos que no rebasan los tres salarios mínimos, situación que los coloca frente a la dificultad de lograr consolidar en el corto plazo viviendas terminadas, CENVI adoptó finalmente un modelo flexible a las necesidades de cada familia, su disponibilidad de recursos, así como a las condiciones de cada lote.

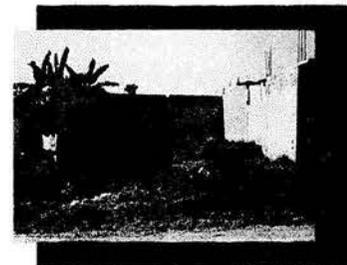
En la realidad, la gente concibe la evolución de su vivienda dentro de otra perspectiva, prefieren tener dos cuartos en obra negra que tener un cuarto terminado, lo cual es determinado por sus necesidades y por una cuestión cultural, por lo que es diferente la lógica en que la población de bajos ingresos mueve sus propios recursos y los proyecta en el tiempo. Dicha concepción, se logró apreciar fehacientemente con los resultados de una encuesta a 12 familias ubicadas en esta colonia, al reconocer en su totalidad como requerimiento mínimo básico la cocina, dos recámaras y el baño.¹²

En efecto, la mayoría de las viviendas tanto en la colonia, como en la región, se caracterizan por que siempre están en proceso de obra, lo cual tiene su explicación ya que es mayor su apremio por la necesidad de que la familia se distribuya aunque sea en espacios no terminados. Es decir, sacrifican la posibilidad de disponer de un espacio totalmente terminado y con calidad.

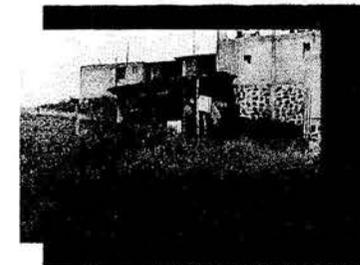
En los hechos, los asentamientos suburbanos están inmersos en un proyecto de vivienda progresiva, pero que en el tiempo se sitúan sin límites, prácticamente interminables. En el caso de esta colonia, después de ocho años de que se inició el proceso de poblamiento, menos del uno por ciento cuenta con una vivienda terminada, por lo que la colonia presenta una imagen de obra continua. El elevado costo de los materiales de la construcción y los bajos ingresos económicos de

los habitantes obstaculiza que el proceso de la vivienda llegue a su término.

En la Colonia Moctezuma es visible que aún aplicando empíricamente el concepto de vivienda progresiva, con la tecnología disponible (cemento, block, tabique, varilla, etc.) y el esfuerzo social que los habitantes han hecho, los resultados han sido mínimos en el sentido de la obtención de una vivienda terminada.



Lote 7X15 m



Ocupación inmediata



Primer crecimiento



IV. EL BAMBÚ Y LA CONSTRUCCIÓN

4.1 Características generales del bambú

4.1.1 Estructura física

El bambú es una planta perteneciente a la familia de las gramíneas y de acuerdo a su estructura física esta constituido por los siguientes órganos: rizoma, culmo, ramas, hojas caulinares, hojas de follaje, y en forma muy ocasional pueden presentar flores.¹³

Los rizomas corresponden a un sistema de tallos horizontales subterráneos y cumplen la función de almacenamiento, absorción y conducción de nutrientes. Están constituidos por tres componentes: rizoma, raíces y raicillas. El rizoma está provisto de yemas que pueden o no activarse, sin embargo, cuando lo hacen, dan origen a las raíces (rizomas en potencia) de donde emergen los nuevos tallos aéreos. Asimismo, cumple la función de soporte y anclaje. Las raíces en su parte inferior, generan raicillas encargadas de la absorción del agua y nutrientes que son transportados a los rizomas donde son almacenados como reserva alimenticia.¹⁴

Morfológicamente se distinguen tres tipos de rizomas, los cuales por su ramificación son los siguientes: el paquimorfo (simpodial), el leptomorfo (monopodial) y el anfipodial.¹⁵

El grupo paquimorfo se caracteriza por tener rizomas cortos y gruesos y con un crecimiento generalmente radial, por lo que los culmos se desarrollan de manera aglutinada. Las yemas laterales del rizoma producen nuevos rizomas y posteriormente culmos.

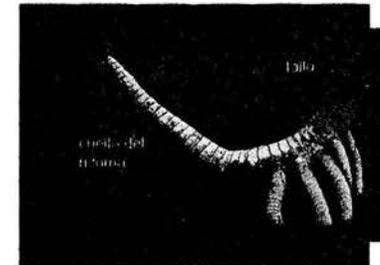
El grupo leptomorfo se caracteriza por tener rizomas largos, delgados y en forma cilíndrica y sólida. Debido a este desarrollo los culmos crecen de manera aislada. Sus yemas laterales por lo general solamente producen culmos, no obstante

también llegan a producir nuevos rizomas.

El grupo anfipodial se caracteriza por tener rizomas que presentan una ramificación combinada de los dos grupos principales, por lo que las yemas pueden producir en una misma planta rizomas paquimorfos y/o leptomorfos.



Rizoma leptomorfo



Rizoma paquimorfo

Los culmos o tallos emergen por lo general con el mismo diámetro que tendrán en su época de maduración. Se caracterizan por tener forma cilíndrica con entrenudos generalmente huecos y separados transversalmente por nudos que le imparten mayor resistencia, dureza y flexibilidad. Los nudos se distribuyen a lo largo del tallo y se caracterizan por formar en su parte externa una zona abultada con un acanalamiento y en su parte interna se desarrolla como un tabique transversal que interrumpe la cavidad.

El culmo está protegido por hojas caulinares que lo recubren completamente durante su crecimiento inicial, asimismo, se forman en cada uno de los nudos con la función de proteger las yemas que originan las ramas.

Las ramas crecen a partir de las yemas de los nudos; por la posición de las ramas en el culmo se han clasificado en ramas

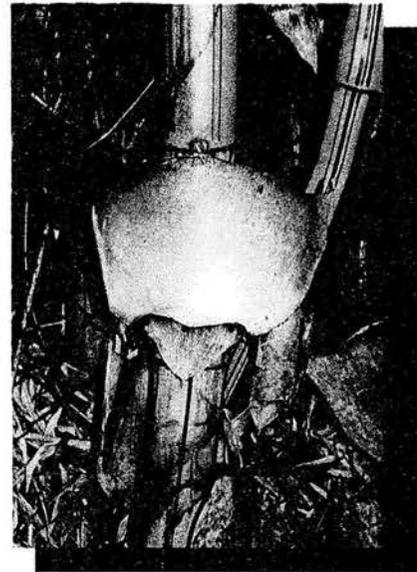
¹³ Véase, Corporación de Investigación Tecnológica de Chile, *Bambú en Chile*, Universidad Austral de Chile, FONDEF, Santiago, 2003

¹⁴ Véase, Giraldo Herrera, Edgar y Sabogal Ospina, Aureliano, *Una Alternativa Sostenible. La Guadua. Técnicas de cultivo y manejo*, Corporación Autónoma Regional del Quindío. C. R. Q., Colombia, 1999

¹⁵ Véase, Hidalgo López, Oscar, *Nuevas Técnicas de Construcción con bambú*, Estudios Técnicos Colombianos, Colombia, 1978

basales y ramas apicales. Algunos culmos poseen ramas muy grandes y prominentes, mientras otros tienen ramillas dispuestas alternadamente en espigas densas. El número de ramas que crecen en cada nudo pueden ser un indicador útil para determinar los géneros. Las hojas de follaje brotan de las ramas y su importancia esencial es realizar la función clorofílica.

Los culmos difieren según la especie, en su altura, diámetro, espesor de sus paredes y formas de crecimiento. Las especies del grupo leptomorfo llegan a su máxima altura entre los 30 y 80 días aproximadamente, y el grupo paquimorfo entre los 80 y 180 días aproximadamente. Entre los 4 y 12 primeros meses el bambú es muy blando y flexible, y a medida que va madurando la fibra se vuelve dura y resistente, aproximadamente entre los 3 y 6 años. Después de su maduración máxima el culmo comienza a secarse perdiendo así sus propiedades físicas y mecánicas.



Hoja caulinar

4.1.2 Distribución geográfica del bambú, por especie, en el estado de Veracruz

El bambú puede encontrarse a lo largo del territorio veracruzano, desde el Pánuco hasta Coatzacoalcos y en todo lo largo de la costa hasta regiones como el Valle del Pico de Orizaba. El rango de altitud dentro de el cual se encuentran las especies del Estado oscila entre los 0 m hasta los 2,700 m, por lo que debido a estos diferentes rangos de altitud son diversos los climas en los que crece el bambú, desde cálidos hasta templados con sus subclimas correspondientes; siempre y cuando haya un régimen de lluvia anual apreciable.



Cuadro 5
Localización del bambú en el estado de Veracruz

Especie	Municipio o localidad de colecta
● <i>Bambusa aculeata</i>	Jesús Carranza, Tepetzintla, Joteapan, Juchiqu de Ferrer, Paso de cedro, Tantoyuca, Tamarindo, Vega de Alatorre, Catemaco, Jalancingo
● <i>B. amplexifolia</i>	Cardel, Vega de Alatorre, Tempoal, Ejido Nicolás Bravo
● <i>B. langifolia</i>	El Remolino, Jicaltepec, Jesús Carranza, Mecayapan
● <i>B. paniculata</i>	Las Cazuelas, Papantla
● <i>B. vulgaris</i>	El Remolino, Jicaltepec, Jesús Carranza
● <i>B. olhamii</i>	Xalapa, Coatepec, Monte Blanco
● <i>Chasquea langeolata</i>	Xalapa, Plan de Sedeño
● <i>Chasquea muelleri</i>	Orizaba, La Piedra, Coscomatepec
● <i>Olmeca recta</i>	Dos Amates, Catemaco, La Laguna
● <i>Olmeca reflexa</i>	La Laguna, Jesús Carranza, Hidalgotitlán, Plan de Arroyos
● <i>Otatea acuminata</i>	El Coyol, Camapa, Jalcomulco, El Palmar
● <i>Phyllostachys Aurea</i>	Xalapa
● <i>Rhipidocladum R.</i>	Totutla, Ejido de Coetzalán

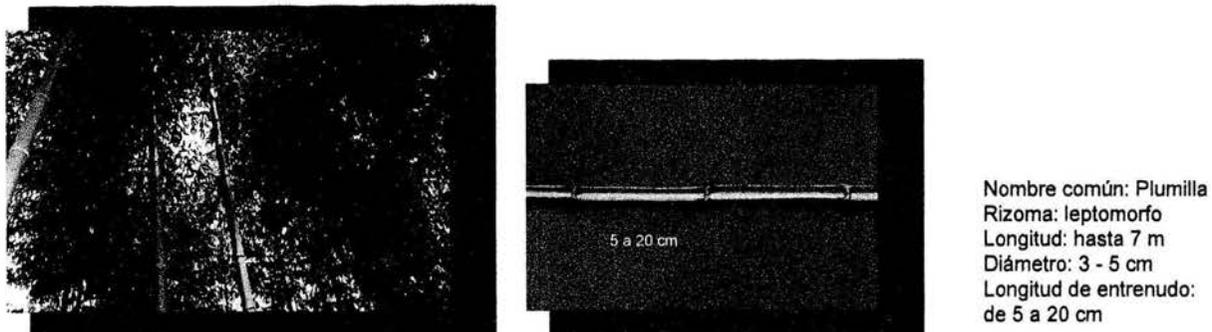
Fuente: Instituto de Ecología de Xalapa

El presente estudio se centra básicamente en la utilización de las especies *Bambusa Oldhamii* y *Phyllostachys Aurea*, que crecen en Xalapa y sus municipios conurbados. Y de las cuales existen estudios detallados realizados por el Ing. Victor Ordóñez (Investigador del Instituto de Ecología de Xalapa) acerca de sus comportamientos físico-mecánicos para determinar sus usos y capacidades constructivas.

Cuadro 6. Características de la especie *Bambusa Oldhamii*



Cuadro 7. Características de la especie *Phyllostachys Aurea*



4. 1. 3 Tratamientos

El bambú una vez cortado¹⁶ y en particular un tallo joven se ve expuesto constantemente al ataque de una serie de agentes naturales y biológicos, que al actuar sobre él, pueden alterarlo, transformarlo e incluso destruirlo. Su contenido de almidón y de azúcares así como el de humedad deben ser reducidos¹⁷, por lo que es necesario aplicar tratamientos de inmunizado ya sean químicos y no-químicos para su protección y preservación. No obstante que el inmunizado no significa la protección total contra los efectos ambientales, el bambú no debe exponerse al sol, al agua o estar en contacto directo con la tierra después de su corte, ya que estos factores también disminuyen su vida útil.¹⁸

4.1.3.1 Tratamientos no químicos

a) *Fase lunar de “menguante”*: en esta fase, el bambú tiene contenidos de humedad bajos, debido a que parte de su agua es llevada al rizoma o transferida al suelo y por ende con concentraciones bajas de los compuestos bioquímicos en sus paredes; así que el corte debe realizarse entre la media noche y el amanecer. Una baja cantidad de humedad mejorará su desempeño.

b) *Curado en mata*: se realiza el “sangrado” o “vinagrado” en la mata; después del corte se dejan los tallos con ramas y hojas en posición vertical apoyados en los bambúes que no se han cortado, aisladas del suelo y apoyadas sobre el entrenudo del tallo que queda unido al rizoma por un tiempo de 4 a 8 semanas, después de lo cual se cortan sus ramas y hojas y se deja secar; el objetivo es conseguir la mayor sequedad posible y disminuir su contenido de almidón.

c) *Lixiviación*: el bambú debe quedar sumergido en agua,

de corriente preferentemente, para que los almidones se laven, en caso de bambúes recién cortados por unos cuantos días y por un tiempo no mayor a 4 semanas para bambú parcialmente seco. Este método ha sido hasta ahora el más utilizado, sin embargo, puede no ser muy efectivo ya que los tallos se manchan y si rebasan el tiempo establecido para su lavado pierden resistencia y se vuelven quebradizos.

4.1.3.2 Tratamientos químicos

a) *Impregnación*: los tallos deben quedar sumergidos ya sea horizontal o verticalmente dentro de un depósito con la sustancia conservadora a utilizar. El tiempo de inmersión varía según la sustancia conservadora, la especie a tratar, edad, grosor y la absorción que se quiera obtener, sin embargo, dentro del rango de un tiempo no menor a las 12 horas, en el caso de los tallos y de 2 horas en el caso de la esterilla.

b) *Procedimiento Boucherie*: en este caso, la sustancia conservadora penetra en el bambú por gravedad o por aire a presión desde un recipiente que por medio de tubos conectados a cada pieza de bambú distribuye la sustancia; para el método por gravedad el recipiente debe estar elevado a unos diez metros de altura y el bambú en posición vertical, para posteriormente llenar su entrenudo superior con el preservativo, hasta que este descienda por su pared. El método de presión es similar al anterior, sin embargo, el preservativo es aplicado por presión, el recipiente puede o no estar colocado en el suelo. La solución del tratamiento debe ser de tipo hidrosoluble y sólo es aplicable en bambúes verdes.

c) *Procedimiento casero*: se usa soplete para eliminar la celulosa del bambú en su mayor porcentaje, después se hacen perforaciones de 1/8” a unos 7 cm de cada nudo y se le inyecta una solución de aceite quemado y diesel en proporción de

¹⁶ El corte debe realizarse a una altura aproximada de 15 a 30 cm del suelo, arriba del primer nudo para evitar el almacenamiento de agua e insectos que afecten el tallo y a su vez el rizoma

¹⁷ El contenido de humedad de los tallos debe reducirse hasta alcanzar entre el 10% y 15%

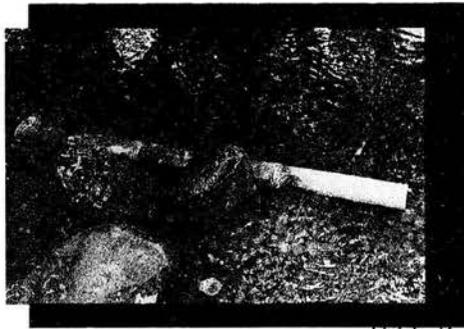
¹⁸ Según estudios de la Universidad Nacional de Colombia, la eficiencia del inmunizante, en cuanto a su absorción es mayor en las zonas media-alta que en la zona basal; de ahí que se requiera mayor mantenimiento en la parte basal y acometer alguna protección por diseño arquitectónico, que garantice el aislamiento del material.

Véase página de internet: <http://www.icfes.gov.co/revistas/ingenve/No.38/Art2.html>

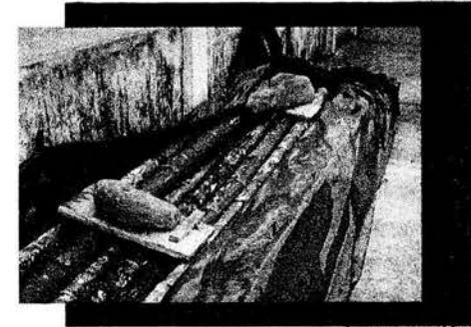
1:1 por vara. Posteriormente se coloca un tapón de bambú a cada una de las perforaciones esperando la impregnación interna y el escurrimiento del sobrante en aproximadamente 15 días. Este procedimiento cambia la apariencia del material y debido a las características propias del aceite, en el caso de temperaturas altas puede haber escurrimientos de aceite posteriores al tratamiento, lo cual afecta la apariencia del material terminado.



Luna menguante



Lixiviación



Impregnación



Boucherie



Procedimiento casero

4. 1. 3. 3 Preservativos utilizados de acuerdo a la aplicación final del bambú

Aplicación del bambú tratado	Preservativo	Duración del tratamiento en horas	Años de duración esperada
<p>Uso a la intemperie y en contacto con el suelo</p> <p>1. Postes para cercas, andamios</p>	<p>1. Peróxido de arsénico Sulfato de cobre cristalizado Dicromato de sodio 1:3:4</p> <p>Sales de Boliden</p> <p>Sulfato de cobre Dicromato de sodio Ácido acético 5,6:5,6:0.25</p>	3-4 horas	10-15 años
<p>Construcción de viviendas</p> <p>1. Cerchas, columnas 2. Persianas, cielos rasos, paneles</p>	<p>1. Peróxido de arsénico Sulfato de cobre cristalizado Dicromato de sodio 1:3:4</p> <p>Sales de Boliden</p> <p>Sulfato de cobre Dicromato de sodio Ácido acético 5,6:5,6:0.25</p> <p>Ácido bórico Sulfato de cobre cristalizado Dicromato de sodio 1,5:3:4</p> <p>Cloruro de zinc Dicromato de sodio 1:1</p> <p>2. Cloruro de Zinc Dicromato de sodio 5:1,5</p> <p>Ácido bórico Bórax Dicromato de sodio 2:2:0.5</p> <p>Ácido bórico Bórax 1:1</p>	<p>1. 2-3 horas 2. 1 hora</p>	<p>1. 15-20 años 2. 10 años</p>
<p>Protección del fuego</p> <p>1. Interior de la vivienda 2. Exterior</p>	<p>1 y 2. Composición antiséptica a prueba de fuego:</p> <p>Ácido bórico Sulfato de cobre cristalizado Cloruro de zinc Dicromato de sodio 3:1:5:6</p>	1 y 2. 6-8 horas	<p>1. 15-20 años 2. 10-15 años</p>

Fuente: Hidalgo López, Oscar, *Manual de construcción con bambú*, Estudios técnicos Colombianos Editores, Universidad Nacional de Colombia, CIBAM, Bogotá, Colombia, 1981

Los químicos que se emplean en el tratamiento de los bambúes pueden ser utilizados en cualquiera de los tratamientos y deben tener las siguientes cualidades:

Deben ser lo suficientemente activos para impedir la vida y el desarrollo de microorganismos interiores y exteriores. Sin embargo, su composición química no debe afectar los tejidos del bambú de tal manera que altere sus propiedades físicas y mecánicas. Al momento de su aplicación deben encontrarse en estado líquido para su fácil impregnación, así como ser solubles al agua o al aceite, no obstante, su solubilidad no debe ser tal que una vez tratados sean lavados por la lluvia o la humedad, y finalmente, que no alteren el color del bambú.

Para el tratamiento del bambú, según el medio de disolución de los preservantes se diferencian dos grupos:

- Preservantes oleosolubles, tales como el aceite y los pentaclorofenoles.
- Preservantes hidrosolubles; son sales disueltas en agua y que entre sus activos se encuentran: el cloruro de zinc, el dicromato de sodio, compuestos de boro (ácido bórico y bórax), el peróxido de arsénico y el sulfato de cobre.

En la mayoría de las aplicaciones del bambú para la construcción, es factible tratar el bambú como si se tratara de una madera, en cuyo caso los tratamientos con pentaclorofenoles son muy populares. Con respecto a los tratamientos señalados en el cuadro anterior en su mayoría se trata de reactivos químicos de fácil acceso en el mercado, sin embargo los derivados del arsénico, por tratarse de un reactivo muy venenoso deberán usarse con mucha precaución durante su aplicación y de ser posible sustituirlos por sales de otras familias, como los sulfatos o los dicromatos.

La manera en que actúan varía desde la oxidación, deshi-

dratación, como funguicidas, insecticidas, fijadores y en algunos casos la diferencia de presión osmótica es lo que hace que mueran los microorganismos. Los dicromatos actúan como oxidantes, el peróxido de arsénico como insecticida, el sulfato de cobre como fungicida, el cloruro de zinc como fijador, el ácido acético como oxidante y fungicida, los compuestos de boro actúan como protectores contra agentes atmosféricos y contra el fuego y el pentaclorofenol como insecticida y fungicida.

Por otro lado, la aplicación de lacas, barnices y otros recubrimientos, son también una forma de preservar el bambú, porque si bien pueden cambiar la apariencia del material, también sirven como barrera de protección contra el ataque de microorganismos o de las condiciones del ambiente. Además de servir como barrera para que el tallo del bambú mantenga un contenido de humedad equilibrado que evite que se reseque y agriete.

Cabe decir que, no sólo hay que tener en cuenta los aspectos relacionados con la efectividad del reactivo, sino también el manejo del producto y el costo de su aplicación.

4.1.4 Propiedades físicas y mecánicas

El conocimiento de las propiedades que caracterizan a los materiales, en este caso, del bambú, nos ayudan a determinar su capacidad, por lo que para ser aplicado en este estudio como estructura deberá conocerse la especie, la edad y se tendrán las siguientes consideraciones:

- *Contenido de humedad.* El contenido de humedad en el bambú decrece proporcionalmente con la altura de los culmos a partir del suelo. Los culmos viejos (6 a 9 años) contiene menos humedad que los jóvenes (6 meses a 1 año) que presentan un coeficiente de humedad mayor. Sin embargo, la diferencia por edad no es mayor como por las estaciones del año. Las variaciones del contenido originario de humedad provocan la contracción de los bambúes, por lo que es muy importante el secado de las piezas antes de su aplicación.

- *Peso.* El peso específico del bambú varía de 0.5 a 0.79 gr/cm², con un promedio de 0.65 aproximadamente.

Las características físicas de un mismo tallo son variables, ya que la forma natural del tallo es ligeramente cónico, el diámetro y espesor de la pared disminuyen con la altura, asimismo la separación de sus nudos va aumentando conforme se acerca a la punta. Por lo tanto, la parte basal posee mayor diámetro y espesor y sus nudos se encuentran más próximos, por lo que se emplea para elementos sometidos a esfuerzos de tracción y compresión, siendo más resistente que la parte superior. Esto quiere decir, que la parte basal, intermedia y superior tienen, en este caso que es la construcción, aplicaciones distintas.

- *Resistencia.* Las variaciones de resistencia difieren según las especies, edad, condiciones de crecimiento, contenido de humedad, así como la disposición de los nudos a lo largo de los culmos. Asimismo se analizarán sus comportamientos mecánicos que son igualmente variables dependiendo

de las propiedades físicas de cada bambú. Destacando lo siguiente:

Cuadro 8
Bambusa Oldhamii en condición verde (kg/cm²). Paralelo a la fibra

Zona del bambú	Basal	Media	Extremo
Cortante (sin nudo)	69	80	73
Cortante (con nudo)	77	81	86
Compresión Emax MOE	445 127,776	489 121,082	543 134,376
Tensión	887	1,205	1,412
Flexión MOR MOE	733 174,660	758 201,578	843 211,015

Fuente: Ing. Víctor Ordóñez. Lab. de pruebas del Instituto de Ecología de Xalapa

Cuadro 9
Bambusa Oldhamii en condición seca (kg/cm²). Paralelo a la fibra

Zona del bambú	Basal	Media	Extremo
Cortante (sin nudo)	113	79	98
Cortante (con nudo)	85	98	89
Compresión MOE	169,095	176,701	184,761

Fuente: Ing. Víctor Ordóñez. Lab. de pruebas del Instituto de Ecología de Xalapa

Cuadro 10

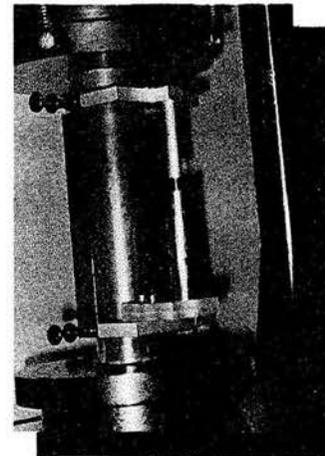
Phyllostachys Aurea en condición verde (kg/cm²). Paralelo a la fibra

Zona del bambú	Basal	Media	Extremo
Cortante (sin nudo)	49	61	-
Cortante (con nudo)	48	51	-
Compresión Emax MOE	496 153,864	596 178,551	-
Tensión	1,216	1,084	-

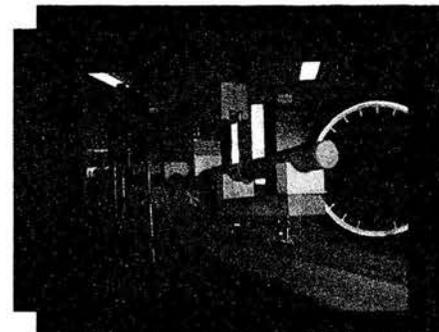
Fuente: Ing. Victor Ordóñez. Lab. de pruebas del Instituto de Ecología de Xalapa

Estos resultados son los valores promedio de las resistencias registradas en las pruebas realizadas por el Ing. Victor Ordóñez y se tomarán como válidas para sustentar el proyecto de vivienda.

- *Aprovechamiento.* Por sus propiedades físicas y mecánicas, el bambú se adecua fácilmente a las condiciones físicas y topográficas de todo tipo de terreno, lo cual le da una gran versatilidad y ventaja frente a otro tipo de materiales por la diversidad y dificultad para disponer de terrenos planos suficientes para desarrollar una vivienda integral.



Prueba a compresión



Prueba a flexión

4. 2 Antecedentes de construcción con bambú

El hombre ha conocido y empleado el bambú desde tiempos prehistóricos. "... aparece como elemento más o menos abundante en la vegetación natural de muchas partes de las regiones tropicales, subtropicales y de temperatura moderada de todo el mundo, desde el nivel del mar hasta los 4,000 metros. La mayor concentración de bambúes y el más alto desarrollo de su empleo se encuentra en los confines sudorientales de Asia y en las islas adyacentes. Esta zona se extiende desde la India a China, en el continente, y desde el Japón a Indonesia entre las islas. En África se han registrado unas veinte especies de bambú y muchas de ellas se emplean en la construcción de casas. Australia tiene quizás media docena de especies nativas; Europa, ninguna. En el hemisferio occidental, la distribución natural del bambú se extiende desde el sur de los Estados Unidos a la Argentina y Chile."¹⁹ No obstante que Europa es el único continente que no presenta formaciones naturales de bambú, durante el S. XVIII se introduce la gramínea al continente y desde entonces ha presentado una progresiva evolución.²⁰

Ya en los años 60's y 70's con experimentos de estructuras llevados a cabo por la India, Indonesia, Filipinas y Colombia se fue definiendo al bambú como un material de bajo costo apto para la construcción. En Asia, los mayores centros de producción y consumo son la India, Indonesia, China, Pakistán, Japón y Filipinas. En América tiene gran importancia en Colombia, Ecuador, Costa Rica, Venezuela y Guatemala. Siendo África en donde ha tenido menor importancia económica.²¹

El uso intenso del bambú se debe a que se presenta como una alternativa ante materiales más costosos y tal vez en el futuro su utilización sea en forma masiva, como fuente de energía y de reemplazo de madera de árboles, por tratarse de un material fácilmente renovable.

El bambú presenta una amplia gama de aplicaciones que van desde la alimentación, vivienda, usos en la agricultura, caza, música y entre otros. Lo que demuestra la gran importancia que puede llegar a tener esta gramínea, aún poco conocida por occidente. Por lo que cabe remarcar que el uso del bambú en varias partes del mundo no es únicamente influenciado por las condiciones climatológicas, sino que tanto factores económicos y políticos inciden también en su importancia.

En el mundo, más de 1 billón de personas habita en casas de bambú, alcanzando en algunas regiones una enorme importancia, tal es el caso de Bangladesh donde el 73% de sus habitantes habita este tipo de viviendas. Otro ejemplo es la ciudad de Guayaquil, Ecuador donde el 50% habita también en viviendas construidas con este material.

Las propiedades antisísmicas del bambú, han contribuido a valorizarlo desde el punto de vista estructural. En el caso de Colombia, después del terremoto del año de 1998 en la zona de Armenia, las viviendas que registraron menores daños fueron las construidas con bambú, lo que significó un auge para este tipo de construcción. Por otra parte, recientemente en Alemania estudios de Normas Técnicas de Construcción, han aceptado dentro de las estrictas normativas, la utilización del bambú como material de construcción.²²

En México, las aplicaciones de este material son muy diversas, van desde la artesanía, muebles, bardas, construcciones provisionales y viviendas rurales. No obstante, su uso no rebasa los estratos rurales y marginales de la población, que han utilizado el bambú como un elemento constructivo al alcance de sus recursos, más no como una solución definitiva a sus necesidades.

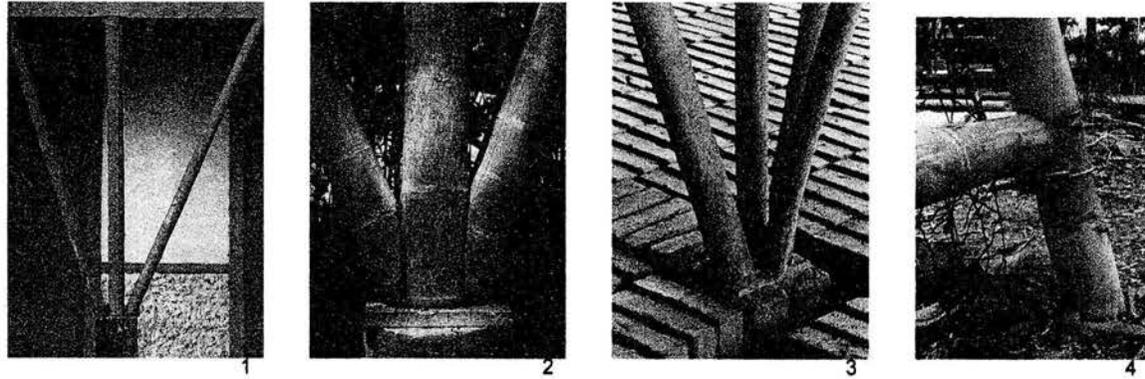
¹⁹ Véase, F. A. Mc Clure, *Bamboo as a Building Material*, United States Department, Washington, D.C., 1953

²⁰ Véase, *Bambú en Chile*, op. cit. p. 9

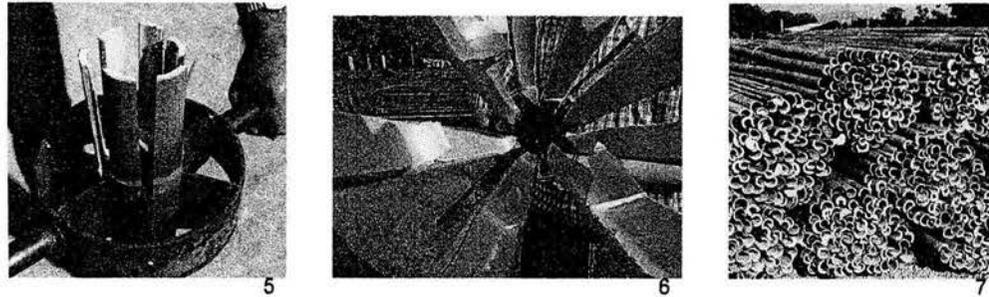
²¹ Véase, ONU, *Utilización del bambú y la caña en la construcción*, Nueva York, 1972

²² Véase, página de internet Red Chilena del Bambú, *El rol económico del bambú*, Chile

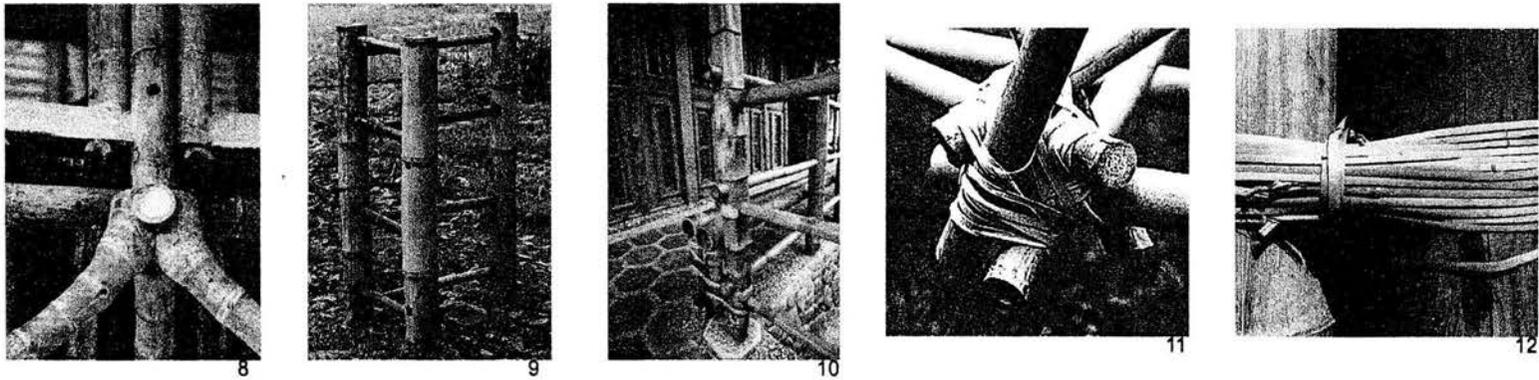
A continuación se muestran algunos ejemplos del uso del bambú en la construcción vernácula y contemporánea, divididos en: sobrecimientos, esterilla, uniones, muros, losa de entrepiso, cubiertas, proyectos de vivienda y proyectos varios.

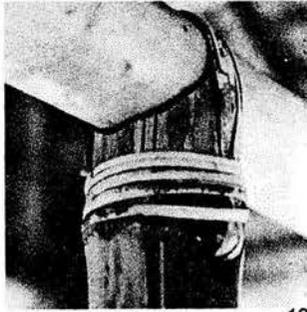


Bases (sobrecimientos)
 1-4. Detalles de apoyo que arriostan y dan rigidez a las construcciones. Colombia

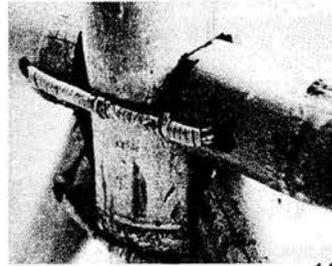


Esterilla (lata)
 5-6. Cortador radial
 7. Esterilla de bambú (lata)

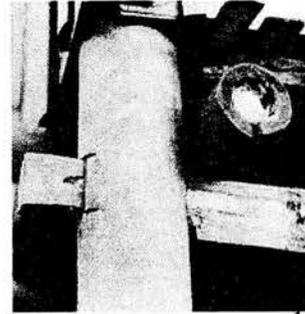




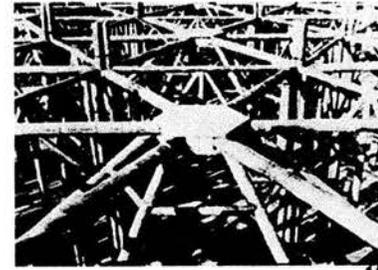
13



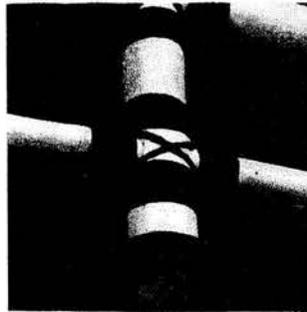
14



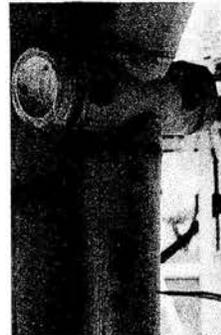
15



16



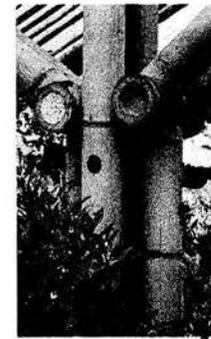
17



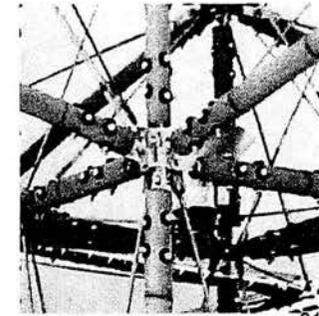
18



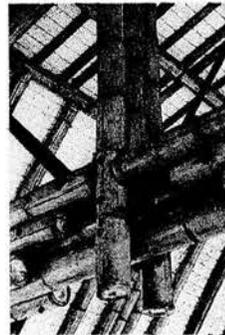
19



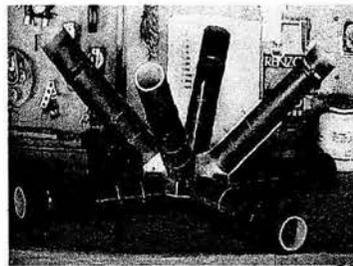
20



21



22



23

Uniones

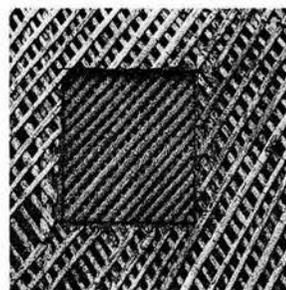
- 8. Detalle de unión con raíces de guadua y uniones pernadas
- 9. Detalle de ensamble
- 10. Detalle de bambú cuadrado y ensamble. Japón
- 11. Detalle de unión con cuero
- 12. Detalle de amarre con tiras de bambú
- 13. Detalle de unión To boca de pescado con amarre de bejuco
- 14. Amarre de bejuco
- 15. Detalle de pasador de unión y soporte
- 16. Detalle de unión de estructura de bambú diseñada por Johannes Peter Staub, Zurich, 1984
- 17. Detalle de ensamble y amarre con hilo
- 18-20. Detalles constructivos de uniones en guadua a partir de diseños del arq. Simón Vélez
- 21. Conexión con tubos de acero y tensores por el arq. Shoei Yoh
- 22. Detalle de cercha. Colombia
- 23. Conexión con elementos especial de acero y amarres de alambre del arq. Renzo Piano



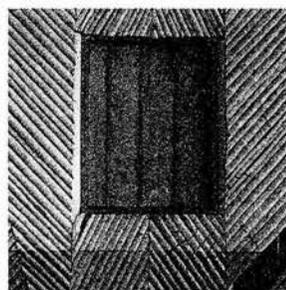
24



25



26



27



28



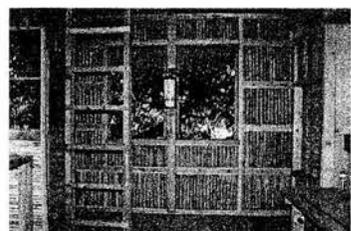
29



30



31



32

Muros

24-25. Detalles de muros y cerramientos en guadua completa. Esta es una forma de construcción reciente

26-27. Detalle de fachadas y ventanas con celosías en diagonal en lata de guadua. Colombia

28. Detalle de muro simple en lata de guadua

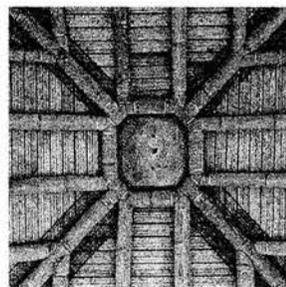
29. Muro y puerta en celosía construída en lata de guadua

30-31. Sistema constructivo conocido como bahareque, que consiste en tierra embutida entre un esqueleto compuesto por bambú como elementos verticales y diagonales, y lata de bambú en los horizontales

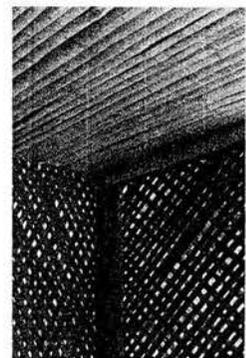
32. Panel de bambú. Veracruz, Ver



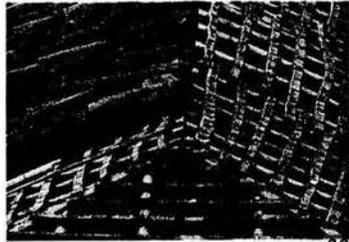
33



34



35



36



37



38



39



40

Entrepiso y cubiertas

33. Entrepiso de bambú. Coatepec, Ver.

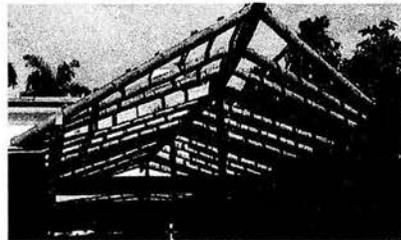
34. Detalle de convergencia para cubierta de malla metálica, cemento y teja de barro, resuelto con un anillo de compresión en guadua. Simón Vélez

35. Detalle de celosía y cielo raso en latas de guadua de diferentes anchos. Colombia

36-38. Detalles de distintas maneras de utilización de la guadua en estructuras de soporte de cubiertas de teja de barro. Para soportar las cubiertas de teja de barro se utilizan diversas formas de estructuras en guadua. En una de ellas se ponen guaduas por pares con la separación necesaria para soportar una teja en su cara convexa entre ambas guaduas, en el sentido de la pendiente. En otra, se colocan guaduas en el sentido de la pendiente con una separación mayor que la anterior y se clavan las latas de guadua encima, en le sentido perpendicular a la pendiente para colocar la teja de barro encima



41



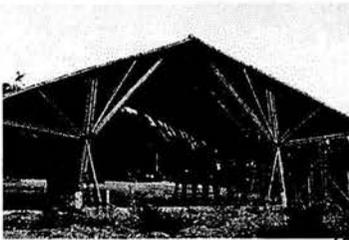
42



43



44



45



46



47



48



49



50

Cubiertas

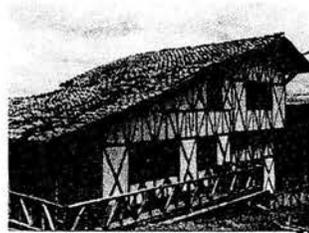
- 41. Cubierta de bambú y palma
- 42. Estructura de Timothy Ivory
- 43-44. Terraza de bambú de casa habitación
- 45. Cubierta de bambú de galpón industrial
- 46. Cubierta de bambú
- 47. Cubierta del ZERI pavillion Hannover 2000
- 48-49. Casa en Colombia, Simón Vélez, 1998
- 50. Naijju Residential Center y Kindergarden en Chikuho, Japón, Shoei Yoh, 1995



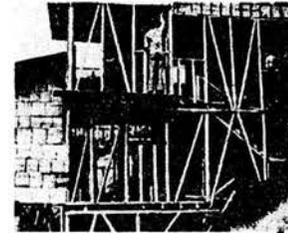
51



52



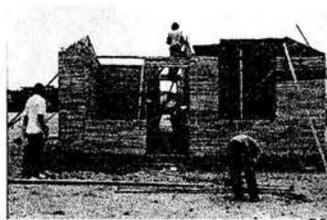
53



54



55



56



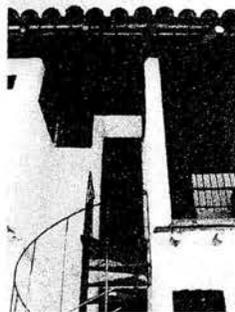
57



58



59



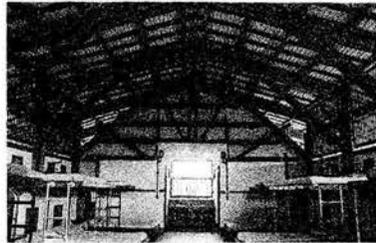
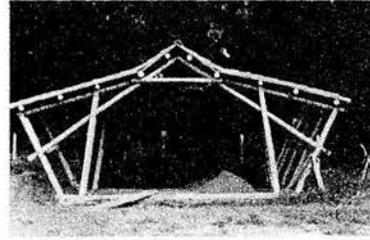
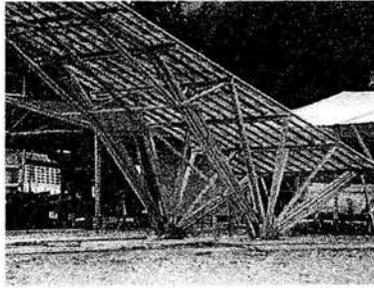
60



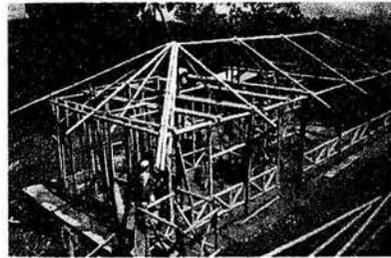
61

Proyectos de vivienda

- 51. Vivienda en Ecuador
- 52. Casa en Quebrada, Quindío, J.A. Velázquez
- 53. Casa en guadua, Colombia, Guillermo Palta
- 54. Proyecto residencial de viviendas, Malabar, Colombia
- 55. Viviendas en Manizales, Colombia
- 56-57 Vivienda a bajo costo construida en lata de bambú
- 58. Vivienda a bajo costo. Quindío, Colombia
- 59. Vista interior de vivienda a bajo costo
- 60. Vivienda a bajo costo. Cerritos, Risalda, Colombia
- 61. Vivienda rural. Colombia



Proyectos varios



V. HACIA UNA PROPUESTA DE VIVIENDA PROGRESIVA

En la Colonia Moctezuma, lugar en que se ubica la propuesta de vivienda progresiva de bambú, una de las condiciones que establece el gobierno para que los habitantes adquieran los terrenos es la ocupación inmediata de los mismos. Por lo tanto, la población tiene que depender de sus propios esfuerzos y recurrir a diferentes formas de acción, siendo la solución más viable para los pobladores la construcción de su vivienda de manera progresiva, ya que no tienen los recursos suficientes para la construcción total. Las familias deciden el tipo de ampliaciones o mejoras que desean realizar, el tamaño y destino de sus espacios, los materiales, así como las etapas de construcción de acuerdo a su capacidad de pago.²³

Cabe mencionar que la preferencia hacia ciertos materiales y sistemas constructivos y los precios del mercado de los mismos, condicionan de manera importante la construcción de las viviendas. En una búsqueda por estimular la construcción con materiales a bajo costo, al alcance de los ingresos de los pobladores, que posibiliten la utilización de mano de obra no especializada y la progresividad de la vivienda, es importante explorar la utilización de materiales como el bambú para la construcción. La experiencia en otros países ha demostrado la viabilidad de su uso para la construcción.²⁴

En el estado de Veracruz, algunas de las variedades existentes son propicias para su uso y explotación, por lo que la utilización de esta gramínea va dirigida al aprovechamiento de las potencialidades de este material y hacia el desarrollo de una tecnología apropiada y apropiable. Se trata de un recurso sostenible y renovable, crece rápidamente, por lo que permite un gran nivel de aprovechamiento en un tiempo reducido (madura de 4 a 5 años aproximadamente) y sus propiedades físico-mecánicas demuestran que tiene gran resistencia para ser usado en la construcción.

Por lo anterior, la construcción con bambú puede ser una

alternativa de bajo costo, segura, aprovechando recursos renovables y producidos en la región, que bajo esta concepción de vivienda progresiva podría erradicar el concepto o estigma reduccionista de que es un material para construcciones provisionales. El uso intenso del bambú se presenta como una alternativa ante materiales más costosos y tal vez en el futuro su utilización sea en forma masiva, como fuente de energía y de reemplazo de madera de árboles.



²³ La ausencia de una política de vivienda, reflejada en la falta de desarrollo y planeación de la colonia, también se manifiesta en la carencia de esquemas de financiamiento que apoyen los proyectos actuales de construcción con materiales del mercado, lo que hace interminable en el tiempo la conclusión de sus viviendas

²⁴ Colombia y Ecuador, han sido los países latinoamericanos que tradicionalmente han utilizado en grandes zonas diferentes tipos de bambú (guadua) para la construcción de vivienda popular. Asimismo, en Costa Rica desde hace una década el bambú tiene una importante vigencia en los programas de vivienda

5.1. Condiciones para un modelo progresivo de bambú

5. 1. 1 Condiciones básicas para fundamentar un modelo progresivo

Para sustentar la propuesta de espacios y sus dimensiones a considerar para una vivienda mínima se tomó como referencia lo establecido por Infonavit ²⁵, por el Reglamento del D.F. y por el Arq. Carlos González Lobo.²⁶

La propuesta que presento, toma como base el estudio y la justificación de dimensiones del Arq. González Lobo, ya que los espacios planteados por el Infonavit y el Reglamento del D.F. resultan excesivamente reducidos. En efecto, el total de metros cuadrados de mi propuesta asciende a 50.75 (sin considerar circulaciones), un 3% inferior a la del Arq. González, un 36% superior a la del Infonavit y un 52% superior a la del Reglamento.

Para el dimensionamiento total de los espacios de la vivienda mínima, considero una célula espacial básica de 3.00X3.00 m, porque permite variaciones más adecuadas a las necesidades de una familia, en coincidencia a lo sustentado por el Arq. González Lobo.

Es importante reconocer que, en base a los resultados de una encuesta a 12 familias localizadas en la Colonia Moctezuma realizada el 16 de diciembre de 2002, se aprecia la siguiente visión de requerimientos mínimos:

- Ninguna familia establece como requerimiento la estancia o una sola recámara
- La cuarta parte del total de familias establece como requerimiento el comedor
- Las doce familias reconocen como requerimiento la cocina, dos recámaras y el baño
- El 58% establece como requerimiento el patio de servicio

Adicionalmente al estudio de los espacios por parte de especialistas, a los mínimos requerimientos establecidos reglamentariamente y a las aspiraciones de las familias, es necesario reconocer la realidad que condiciona sus aspiraciones. Debido a sus escasos recursos económicos las viviendas de las familias parten, en muchos casos, de una infraestructura inicial mínima y prioritaria y con posibles servicios mínimos, la cual va creciendo de acuerdo a sus posibilidades económicas y prioridades, muchas veces por autoconstrucción o por mano de obra no especializada, por lo que estas condicionantes son, en los hechos, una de las bases de inicio para la concepción del modelo progresivo de vivienda.

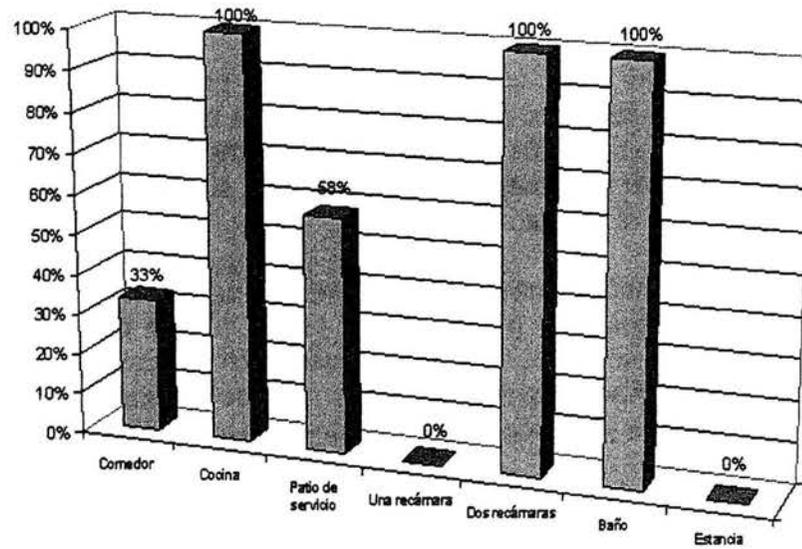
Cuadro 11
Análisis comparativo de espacios mínimos para la vivienda progresiva (m2)

Descripción	Infonavit	G. Lobo	Reglamento DDF	Propuesta
Estancia	7.29	8.40	7.30	9.00
Comedor	7.29	9.15	6.30	9.00
Cocina	1.62	5.30	3.00	5.00
Patio de servicio	3.24	6.00	1.68	6.25
Una recámara	7.29	10.24	7.00	9.00
Dos recámaras	7.29	10.56	6.00	9.00
Baño	3.24	3.00	2.00	3.75
Total	37.26	52.65	33.28	50.75

²⁵ Véase, INFONAVIT, *Necesidades de espacios mínimos y mobiliario para la vivienda*, México

²⁶ Véase, González Lobo, Carlos, *Vivienda y Ciudad Posibles*, Ed. Escala, Colombia, 1998

Cuadro 12
Requerimientos de espacio de habitantes en la Colonia Moctezuma
(encuesta a 12 familias)



Fuente: Datos de la encuesta realizada el 16 de diciembre de 2002

5. 1. 2 Condiciones del bambú

El bambú a utilizar en la construcción debe ser un material local de alta resistencia, económico y disponible, lo cual se cumple en las condiciones de Xalapa y sus alrededores.

Los bambúes propuestos para utilizar son el *Bambusa Oldhamii*, previamente tratado, y el *Phyllostachys Aurea*. El primero, con un diámetro de 8 a 9 cm y, el segundo, que por su estructura química no requiere tratamiento, de 3 a 5 cm, con una maduración no menor a los tres años.

Por las características físicas del *Bambusa Oldhamii*, la parte basal del bambú se empleará para elementos sometidos a esfuerzos de tracción y compresión, vigas y columnas; asimismo, se empleará para muros divisorios. El *Phyllostachys Aurea* tiene gran resistencia al aplastamiento, al cortante, a la tensión y a la compresión, sin embargo, sus longitudes son relativamente cortas por lo que se utilizará para refuerzos de muros y de grapa estructural.

Por sus características mecánicas el bambú permite una unidad máxima estructural de 50X50 cm en el sentido vertical, por lo que los postes no pueden estar a una distancia mayor a los 50 cm, siempre y cuando no se formen estructuras compuestas y una unidad máxima de 3X3 m en el sentido horizontal, en el que las vigas no pueden exceder claros mayores a los 3 m sin requerir un apoyo ya que las vigas tenderían a flexionarse.

Los bambúes que se utilicen como vigas deben cortarse de tal forma que quede un nudo en cada extremo o próximo a él, de lo contrario las cargas verticales transmitidas por las columnas apoyados en los extremos de la viga pueden producir aplastamientos. De no ser posible debe introducirse en éste un cilindro de madera o una sección corta de bambú que tenga uno o dos nudos.

Las especificaciones anteriores son primordiales para el diseño estructural ya que la especie *Bambusa Oldhamii* tiene como característica entrenudos de 60 cm o más de longitud en edad adulta y, son estos los que le permiten al bambú alcanzar mayor resistencia a la flexión, esta propiedad decrece con la distancia.

Por otra parte, con el fin de evitar su deterioro al contacto con la humedad y el agua, el bambú a utilizar deberá estar aislado del suelo a una distancia mínima de 20 cm en caso de tener un recubrimiento y, de 40 cm, si se encuentra totalmente expuesto.

El bambú permitirá el ensamblaje de sus piezas, así como su desmontaje parcial o total por lo que se podrá dar el crecimiento progresivo y la consolidación de sus partes de manera sencilla, sin requerir de mano de obra especializada, siempre y cuando cuente con un corto proceso de capacitación.



Bambusa Oldhamii



Phyllostachys Aurea

5. 1.3 Condiciones estructurales del modelo progresivo de bambú

A partir de las condiciones del modelo progresivo y del bambú se definió una unidad base de 0.50X0.50 m y un módulo espacial base de 3.00X3.00 m, dentro del cual se generarán modulaciones posibles. Cabe mencionar que para seleccionar las dimensiones del modelo progresivo de bambú debe existir una vinculación entre la unidad base, sus series sistemáticas y los requerimientos de funcionalidad. El prototipo de vivienda se dará con base al análisis de las variaciones posibles dentro del módulo espacial base.

- Unidad base de 0.50X0.50 m



- Módulo espacial base de 3.00X3.00 m



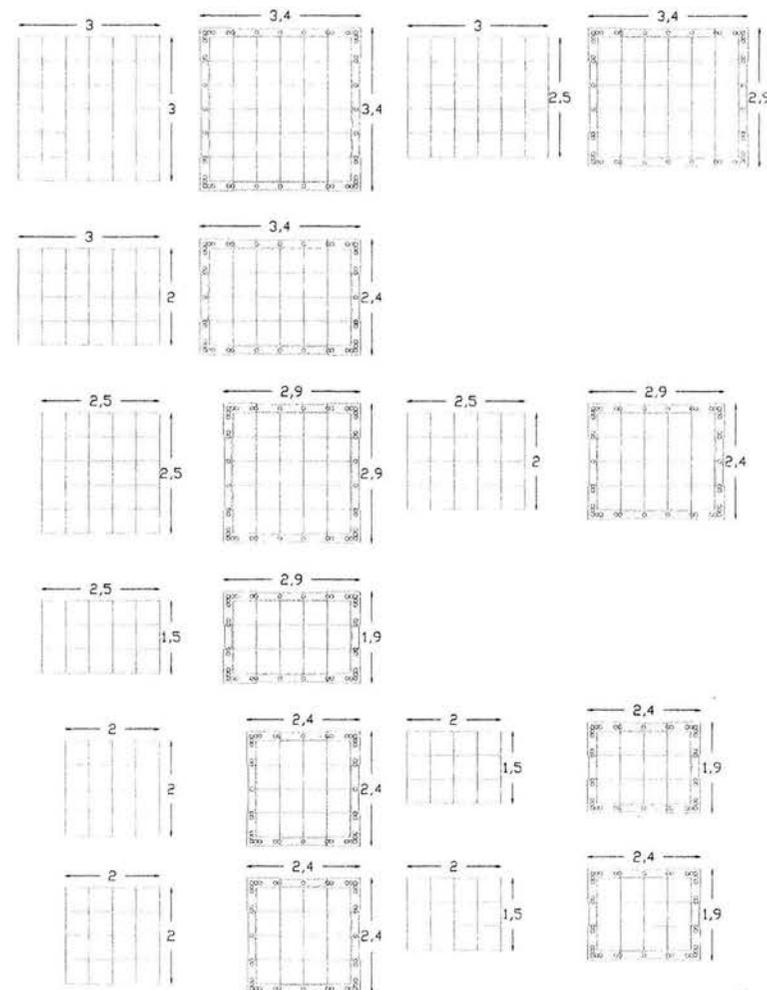
- Modulaciones posibles a partir de la unidad base y dentro del módulo espacial base aplicando el sistema constructivo de bambú

3.00X3.00 m (módulo base) interior y 3.40X3.40 m exterior

1. 3.00X2.50 m interior y 3.40X2.90 m exterior
3.00X2.00 m interior y 3.40X2.40 m exterior
2. 2.50X2.50 m interior y 2.90X2.90 m exterior
2.50X1.50 m interior y 2.90X1.90 m exterior
2.50X2.00 m interior y 2.90X2.40 m exterior
3. 2.00X2.00 m interior y 2.40X2.40 m exterior
2.00X1.50 m interior y 2.40X1.90 m exterior

La modulación trata de establecer las dimensiones óptimas que deben tener los elementos y espacios que constituyen la vivienda, esto implica un análisis combinatorio de las posibles modulaciones, así como de sus tolerancias. El problema de las tolerancias surge ante la imposibilidad de darle a un elemento dimensiones exactas, sin embargo, las dimensiones variarán dentro de ciertos límites.

Modulaciones posibles



Las modulaciones factibles a utilizar, determinadas por las condiciones del modelo progresivo, son las siguientes:

3.00X3.00 m interior y 3.40X3.40 m exterior para las áreas de sala, comedor y recámara

3.00X3.50 m interior y 3.40X3.90 m exterior para recámara

2.50X2.50 m interior y 2.90X2.90 m exterior para el área de cocina

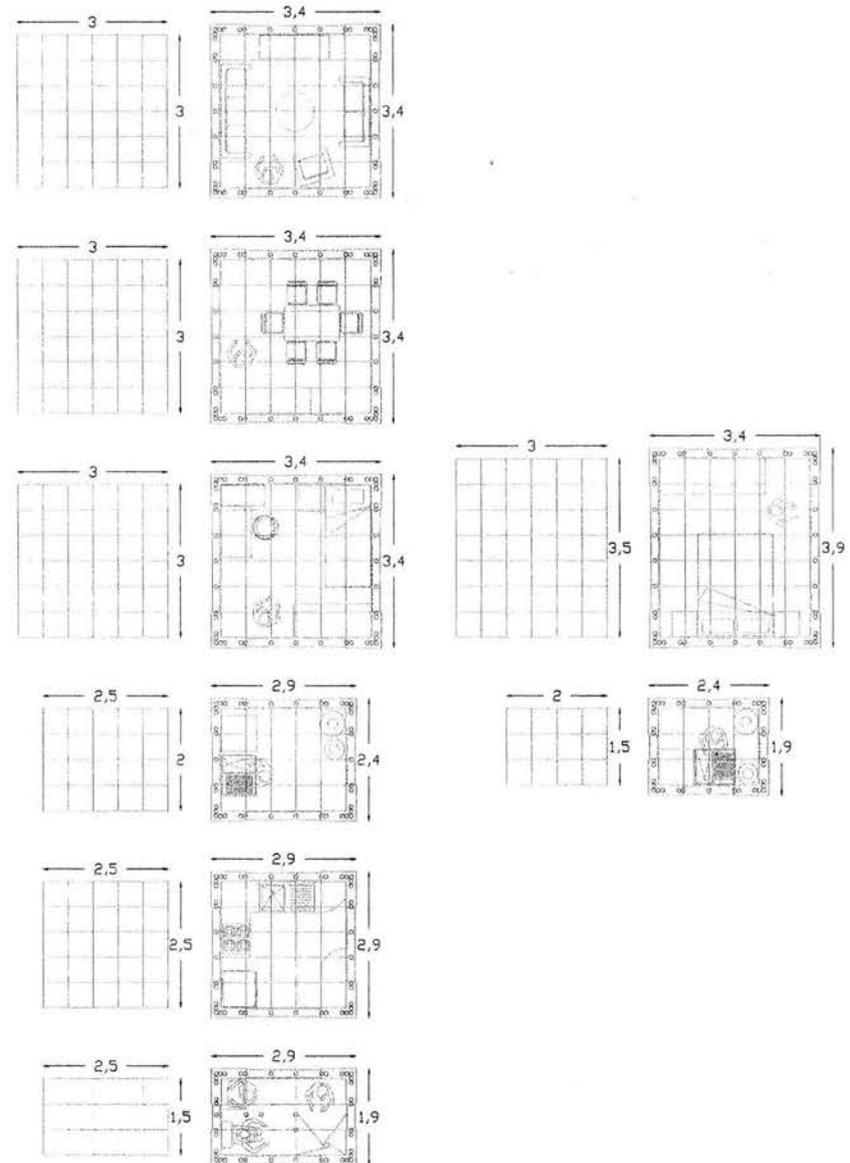
2.00X1.90 m interior para el área de patio de servicio

2.50X1.50 m interior y 2.90X1.90 m exterior para el módulo de instalaciones sanitarias

Debido a las tolerancias o ajustes de diseño estas retículas modulares pueden crecer o decrecer siempre y cuando no se rebase la unidad base de 0.50X0.50 m. Asimismo, por la aplicación del módulo a los diversos elementos integrantes de la vivienda, se logrará una coordinación de sus partes, diseñando y fabricando los elementos constructivos que la conforman dentro de un sistema dimensional modular.

Por otra parte, aún cuando el bambú es un material flexible y resistente, nos da la posibilidad de explorar otras formas teniendo siempre en cuenta las propiedades físicas y mecánicas de cada especie de bambú a utilizar, ya que como sistema constructivo responderá a las condiciones del modelo progresivo y a la modulación.

Modulaciones factibles



5. 2. Construcción del módulo espacial base (3X3) Normas y parámetros

Debido a las características físicas y mecánicas del bambú, así como a su necesidad de aislamiento se deben tener los siguientes elementos a considerar en el diseño del módulo espacial base: cimentación, muros, conexiones, entrepiso y cubierta.

Cimentación. El sistema a utilizar está compuesto por un cimiento corrido de piedra brasa y piezas en L y T prefabricadas de concreto y un sobrecimiento²⁷ que puede ser de materiales varios como piedra, tabique y concreto que permiten aislar las estructuras de bambú del suelo evitando de esta manera alteraciones en el material por contacto con la mampostería, el suelo y la humedad.

En los estudios hechos en la Universidad de Colombia sobre la inmunización del bambú se encontró que el contenido de humedad en las zonas basales del bambú resulta mayor a las zonas media y superior; esto significa que la parte basal es más propensa al ataque de hongos e insectos. De ahí que se requiera mayor mantenimiento en la parte basal acometiendo alguna protección por diseño arquitectónico, que garantice el aislamiento del material de los posibles focos de humedad; con el uso de los prefabricados de concreto y el sobrecimiento se garantiza el aislamiento requerido.

Es importante señalar que previamente a la construcción de los elementos que constituyen el módulo de bambú hay que proceder a una cuidadosa normalización de los diámetros de las especies de bambú a utilizar que van de los 8 a 9 cm en el *Bambusa Oldhamii* y de 3 a 5 cm en el *Phyllostachys Aurea*. Las medidas de las especies señaladas han sido seleccionadas por ser bambúes de fácil acceso, y muy importante, por cumplir con el trabajo de esfuerzos requerido conforme al diseño de los componentes constructivos.

Muros. El sistema primario está compuesto por una estructura de carga de columnas compuestas en forma de L²⁸ dentro de un módulo de 59X59 cm y estructuras horizontales de *Bambusa Oldhamii* conformando marcos y por paneles de *Phyllostachys Aurea* como elemento de unión entre dichas columnas, los cuales constituyen una grapa estructural. El sistema secundario está compuesto por paneles móviles modulares de *Bambusa Oldhamii* y refuerzos en sentido longitudinal de *Phyllostachys Aurea*. Estos sistemas son procesos de construcción parcialmente prefabricados debido a que están formados por componentes modulares prearmados.

Se utilizan estos dos sistemas, por la necesidad de componentes que respondan al módulo espacial base. El bambú es un material apto para adaptarse a una modulación, por lo que se pueden producir componentes en muros valiéndose de una coordinación modular que va desde la constitución de elementos estructurales compuestos, en este caso, hasta la definición de los paneles modulares como panel ciego, panel puerta y panel ventana.

Los elementos estructurales en el plano vertical denominados grapa estructural son parte de marcos prearmados y piezas fundamentales para la configuración de los espacios. Dichos elementos estructurales deben conectarse a los cimientos, sin embargo, como el bambú no debe estar en contacto directo con el suelo, la mampostería o el concreto, se anclan al prefabricado de concreto. Las estructuras horizontales que conforman el marco constan de secciones dobles de bambú, uno encima del otro, apernados entre sí para tener mayor rigidez y evitar así la flexión del material. Estas secciones se apoyan y fijan sobre la grapa estructural.

En el caso de los paneles, por ser elementos menos determinantes para la formación del espacio, permiten una flexibilidad espacial. Estarán apoyados en sobrecimientos de tabique y se fijarán por uniones perñadas a las columnas compuestas que definen a la grapa estructural.

²⁷ Véase cap. 4.3. Antecedentes de construcción, Sobrecimientos

²⁸ Véase prueba de comportamiento de sección de grapa estructural

Conexiones. El diseño de la conexión es según el uso de los elementos estructurales o divisorios. Las uniones traslapadas y sujetas con alambre, cuerdas de nylon, fibras naturales o de cuero²⁹ son las más comunes, sin embargo, esta propuesta busca suprimir los amarres utilizando uniones pernadas, con ensamblajes³⁰ y abrazaderas, en una búsqueda por minimizar las fases en el proceso de la producción y la construcción, disminuyendo el costo y el tiempo de elaboración y aumentando la eficiencia de las estructuras.

Dentro de las uniones pernadas se diferencian dos tipos: espárragos ahogados en mortero y soleras de acero con tornillos ahogados en mortero. Ambas uniones trabajan a diferentes esfuerzos, la primera a tracción y la segunda a compresión. En el trabajo a compresión las uniones no tienen mayor problema dado que la falla se daría solamente por aplastamiento y a tracción, aunque los bambúes presentan una buena resistencia, se utilizará un sistema que se basa en la capacidad que tiene el nudo del bambú a la ruptura, rellenando los cañutos con mortero, en donde la resistencia de las varas de bambú unidas entre sí con conectores específicos, dependen de los esfuerzos que se desarrollen internamente en el mortero de relleno y en la resistencia del nudo a la compresión. Por lo que todos los cañutos a través de los cuales se atraviesen pernos deben rellenarse con mortero de cemento para evitar la fisuración o fallas importantes en los bambúes perforados al momento que se ven sometidos a dichos esfuerzos. El mortero debe ser lo suficientemente fluido para penetrar completamente dentro del cañuto. Las uniones pernadas y el vaciado de cemento son de uso popular en la actualidad³¹, ya que este nudo ha demostrado tener un comportamiento estructural adecuado a los esfuerzos requeridos para una vivienda.

En cuanto al uso de abrazaderas, unión que a la fecha no se encuentra técnicamente estudiada, tiene un comportamiento positivo sobre las características físicas del bambú reduciendo

en algunos casos las uniones que tienden a rajar el bambú en su sentido longitudinal. Asimismo, reduce los amarres con alambre de las estructuras mientras se vacían o clavan las uniones, reduce también la perforación de los huecos para los pernos, el vaciado de los nodos con cemento y evita la nivelación de las estructuras en cada fase de la construcción.

Entrepiso y cubierta. La estructura estará constituida por bambúes dobles, uno encima del otro, apernados entre sí, haciendo de viga y colocadas entre vigas a una distancia de eje a eje no mayor a los 50 cm. Encima de las vigas de bambú se apoyan dovelas planas prefabricadas de ladrillo armado y una capa de compresión de concreto ligero de 5 cm de espesor. En el caso de la cubierta, después de la capa de compresión de concreto ligero se apoyan tejas de barro. La cubierta debe tener una pendiente del 30% y estará apoyada y unida sobre cerchas triangulares de bambú, mismas que van apernadas a la estructura principal.

El desarrollo del módulo espacial base busca sistematizar una estructura que pueda combinarse con otros materiales, desarrollarse parcialmente, permitir el crecimiento progresivo y no requerir de mano de obra especializada. Asimismo, el sistema de componentes modulares prearmados permite múltiples alternativas de composición arquitectónica y de rapidez de montaje en obra, constituyendo una alternativa para programas de vivienda, dado que facilita la participación del usuario.



Vaciado de concreto

²⁹ Véase cap. 4.3. Antecedentes de construcción, Uniones

³⁰ Ibid

³¹ En Colombia y Costa Rica se aplican este tipo de uniones

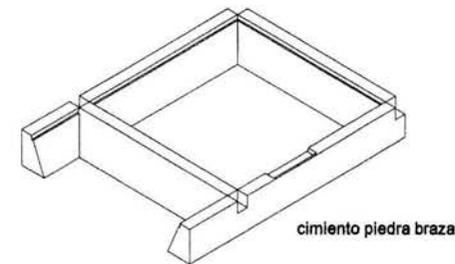
A continuación se dan las especificaciones de la construcción del módulo espacial base, desarrollando el sistema de elementos a utilizar y sus conexiones, para posteriormente aplicar dichos principios a un proyecto de vivienda progresiva.

Cimentación:

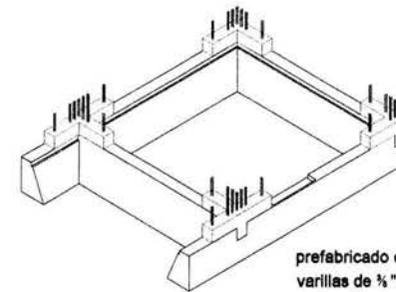
La cimentación consiste en una base de piedra braza. El ancho de la parte superior del cimiento estará dado por el ancho de la piedra y no será menor a 30 cm, con 60 cm de profundidad y 60 cm de base. Anclados al cimiento van cuatro elementos prefabricados de concreto armado f'c 200 kg/cm² en forma de L y T, de 0.20X0.20X0.70 m, con 21 varillas ahogadas de 3/8" de 40 cm de longitud, tres para cada bambú, con la finalidad de fijar los postes de la grapa estructural a la cimentación.

Asimismo, sobre el cimiento descansa un sobrecimiento de 0.14X0.21X2.00 m, que puede ser de materiales varios: piedra, tabique y/o concreto; para este proyecto se propone de tabique rojo recocido (7X14X21), sobre el cual se apoyan los paneles de bambú. El cimiento lleva una capa de impermeabilizante en su cara superior para evitar pasar la humedad del suelo al sobrecimiento y de ahí a la estructura. Por otra parte, anclado a su vez al cimiento y sobre el relleno de tierra apisonada va un firme de concreto nivelado f'c 100 kg/cm² de cinco centímetros de espesor, sobre el cual se coloca el acabado final.

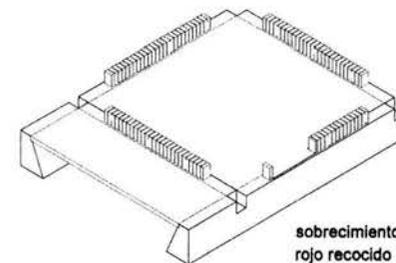
Los elementos estructurales se relacionan directamente con la cimentación, sin embargo, el bambú no debe estar en contacto directo con el suelo, la mampostería o el concreto. De tal manera que el prefabricado de concreto y el sobrecimiento de tabique permiten aislar la estructura de bambú, evitando así la pudrición o deterioro al contacto con la humedad y el agua.



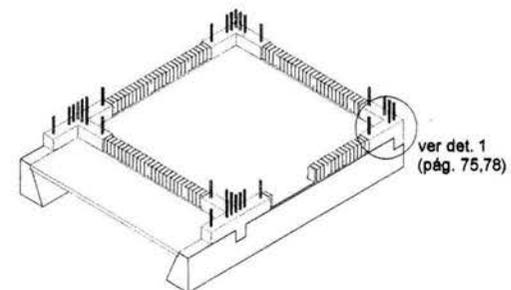
cimiento piedra braza



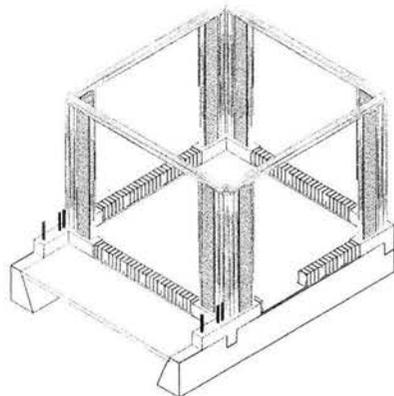
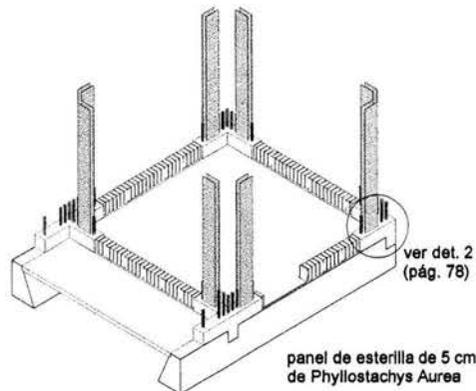
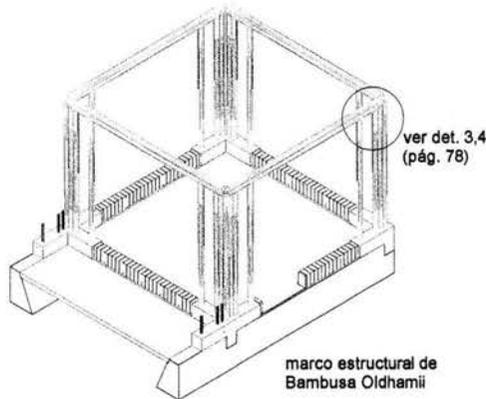
prefabricado en L y T con varillas de 3/8" (en caso de expansión de la unidad básica)



sobrecimiento de tabique rojo recocido (apoyo de los paneles)



ver det. 1 (pág. 75,78)



Muros

Marco estructural. Grapa estructural y cerramiento

La grapa estructural consta de dos estructuras en L de bambú conformadas cada una por siete culmos de *Bambusa Oldhamii* de nueve centímetros de diámetro colocados verticalmente. El poste principal mide 2.55 m de altura y los secundarios 2.17 m, amarrados entre sí por espárragos de 3/8" a cada 40 y 50 cm. Los dos postes secundarios que cierran la L, conformándola dentro de un módulo de 59X 59 cm, se unen por medio de un panel de *Phyllostachys Aurea* de 38 cm. Cada uno de los bambúes estarán anclados a la L prefabricada de concreto por medio de las tres varillas de 3/8" y un vaciado de mortero cemento-arena proporción 1:2 en el entrenudo base con la finalidad de que el prefabricado y el bambú se comporten como una estructura integral.

El cerramiento o estructura horizontal consta de una sección doble de *Bambusa Oldhamii* de ocho centímetros de diámetro y 3.11 m de longitud, apernados entre sí con espárragos de 3/8", así como a cada una de las secciones "L" de la grapa estructural por medio de la unión boca de pescado.

- Elementos que forman el marco estructural

Estructura de grapa. Dos *Bambusa Oldhamii* de nueve centímetros diámetro y 2.50 m de longitud, 12 *Bambusa Oldhamii* de nueve centímetros de diámetro y 2.17 m de longitud. Los elementos de unión entre el bambú principal y los secundarios son diez espárragos de 3/8" y 30 cm de longitud aproximadamente, con sus respectivas tuercas y rondanas y dos paneles de *Phyllostachys Aurea* de tres centímetros de diámetro y 38 cm de longitud.

Estructura de cerramiento. Dos *Bambusa Olhamii* de ocho centímetros de diámetro y 3.11 m de longitud, tres espárragos de 3/8" y 18 cm de longitud aproximadamente, con sus respec-

tivas tuercas y rondanas, para la unión entre los dos bambúes. En cuanto a la unión a las secciones en "L" de la grapa se necesitan seis espárragos de 3/8" en forma de gancho y 25 cm de longitud aproximadamente, con sus respectivas tuercas y rondanas, así como dos espárragos de 3/8" y 13 cm de longitud aproximadamente, con sus respectivas tuercas y rondanas, para unir las secciones dobles a los postes secundarios; dos espárragos de 3/8" en forma de gancho y de 15 cm de longitud, con tuercas y rondanas, para unir las secciones dobles a los postes principales.

Acabados. La grapa estructural y cerramiento de bambú se plantean con un acabado en el exterior e interior, con la posibilidad de dejar algunas piezas de bambú aparente. Se recubre en este caso la grapa y cerramiento con tela asfáltica con el objetivo de impermeabilizar la estructura. Posteriormente se amarra una malla de gallinero calibre 22 con abertura de 13 mm que permite darle mayor rigidez a la estructura sobre la cual se aplica el revoque de cal hidratada-arena-cemento con proporciones 1: 6 ½:1/4 de 2 cm de espesor. A la mezcla se puede agregar pintura.

- Prueba de comportamiento de sección de grapa estructural

Se realizó un modelo de una de las estructuras en L de bambú³² que conforman la grapa estructural con el fin de observar el comportamiento de la estructura, de cada una de las piezas y de sus uniones, así como de su viabilidad de construcción con herramientas básicas.

Para dicho modelo se seleccionaron siete piezas de la especie *Bambusa Oldhamii* de nueve centímetros de espesor y 33 cm de longitud y dos piezas de la especie *Phyllostachys Aurea* de tres centímetros de diámetro y 39.5 cm de longitud. Como elementos industrializados de unión se utilizaron espárragos de 1/4" y 28 cm de longitud, con sus respectivas tuercas y rondanas del mismo calibre.

Se concluyó que el calibre del espárrago no fue el adecuado, no obstante la búsqueda se enfocó principalmente al comportamiento del bambú después de una perforación, sirvió para rectificar la resistencia de los espárragos.

El nodo del poste principal y los postes 2, 3, 2' y 3' de *Bambusa Oldhamii* están ligados entre sí por los espárragos de 28 cm de longitud y los postes 3, 4 así como los 3' y 4' están ligados respectivamente por medio de ensambles pernaos de *Phyllostachys Aurea* de 39.5 cm de longitud.

Previamente a la unión de los postes de bambú se hicieron dos pruebas del corte boca de pescado en los postes 4 y 4', este corte permite ensamblar piezas verticales y horizontales; en el caso del modelo, la estructura de la grapa recibe a los postes de cerramiento. La unión de los dos elementos se llevó a cabo con una abrazadera U de solera fijada al poste en sentido vertical.

El modelo se construyó el 6 de abril del presente año; el 18 de abril se reforzaron los postes 2' y 4' con abrazaderas sinfin, el poste 3 con mortero y los postes 1, 2, 2', 3' y 4 se dejaron sin reforzar, con el fin de observar su comportamiento. A principios de mayo se comenzó a observar una fisura en el poste 4 en la zona de la perforación de 3 cm de diámetro y el poste 1 muestra una fisura longitudinal de 5 cm que parte de la perforación superior. Los postes reforzados no muestran deformación alguna.

No obstante, cabe mencionar que el bambú utilizado en la prueba se encontraba en estado verde, lo que nos permitió observar su cambio volumétrico debido a las variaciones de contenido de humedad conforme se va secando. Este proceso fue importante ya que se observó que al estar el bambú contrayéndose poco a poco las abrazaderas dejan de funcionar. En el caso de la unión T, unión de elementos verticales y horizontales, es más relevante ya que dicha unión fijada con la abrazadera U dejaría de funcionar en su totalidad, por lo

³² Prueba realizada por Karla Colmenares y José Jáuregui en Xalapa, Ver., abril de 2003

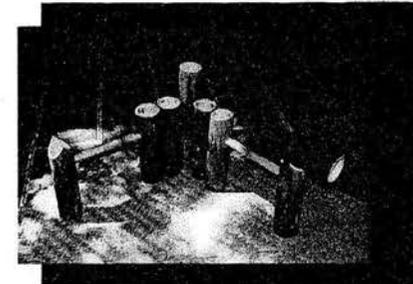
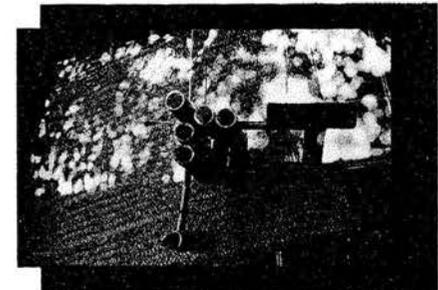
que habría que replantearse la conexión. Para llevar a cabo cualquier tipo de construcción el bambú debe encontrarse en estado seco, sin embargo, hay que prever contracciones o expansiones del material.

Asimismo, es importante señalar que cualquier tipo de corte o perforación debe realizarse lo más cerca posible del nudo, con el fin de aprovechar su rigidez y evitar agrietamientos en el sentido longitudinal, debido a que la mayor capacidad de esfuerzo se encuentra en esta zona. En el modelo no se previó dicha condicionante por lo que nos permitió observar el debilitamiento de las piezas, en este caso se presentó fisura, pero también se pueden producir aplastamientos en las secciones de vigas.

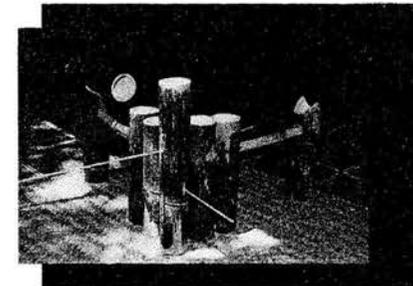
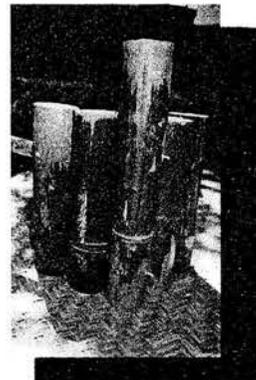
El modelo es viable siempre y cuando se especifiquen los calibres adecuados de los elementos de unión y refuerzo en los nodos de conexión.

Asimismo, se determinó que el uso del *Phyllostachys Aurea* como elemento de liga entre los postes de la estructura principal no es el más adecuado porque al realizar una perforación de cualquier diámetro se debilita la estructura del bambú y requiere refuerzos como se mencionó anteriormente, por lo que siendo esta la estructura de soporte se debe buscar otra alternativa de liga.

Este ejercicio permitió reforzar y descartar ideas sobre el comportamiento del bambú, el diseño de la estructura, de las conexiones y la construcción de la grapa estructural.



Sección de grapa estructural
Primera propuesta



Panel

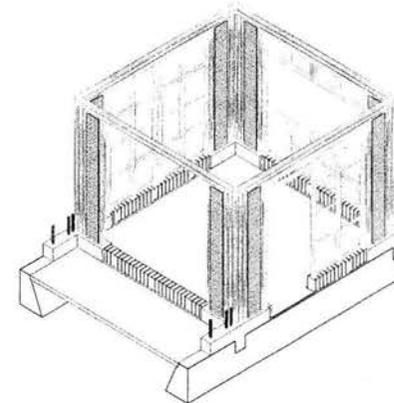
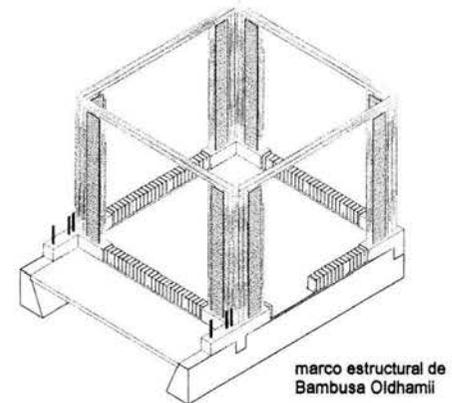
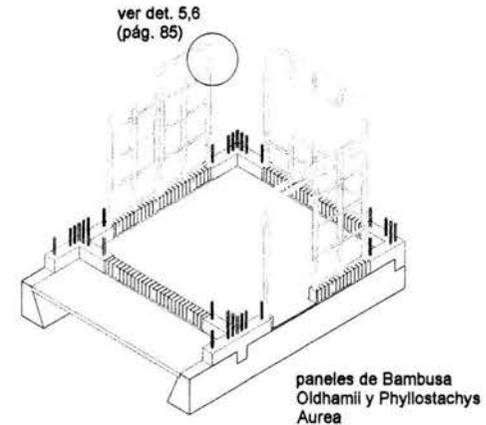
Unidades modulares móviles de 2.08X2.13 m y de 1.00X2.13 m formadas por elementos verticales de la especie *Bambusa Oldhamii* de nueve centímetros de diámetro, una viga superior de ocho centímetros de diámetro. La especie *Phyllostachys Aurea* de cinco centímetros de diámetro se utilizará como elemento de amarre de los postes en sentido horizontal a cada 50 cm, formando un entramado de bambú.

Los postes de *Bambusa Oldhamii* tienen un corte de boca de pescado para recibir a la viga de cerramiento, misma que se fija a los postes; los *Phyllostachys Aurea* se ensamblan y fijan por medio de un taquete de caña brava a cada uno de los postes de *Bambusa Oldhamii*.

Se proponen tres tipos de panel: panel ciego, formado por dos paneles de 1.00X2.13 m; panel, ventana y panel puerta. Los paneles tendrán la posibilidad de ser fabricados, manipulados y montados por mano de obra no especializada, y por su peso que es máximo de 80 kg facilita la participación del usuario y la rapidez de montaje.

- Elementos que forman panel ciego (dos paneles)

Estructura. Módulo de 1.00X2.13 m: tres *Bambusa Oldhamii* de nueve centímetros de diámetro y 2.08 m de longitud, un *Bambusa Oldhamii* de ocho centímetros de diámetro y 2.08 m de longitud y cuatro *Phyllostachys Aurea* de cinco centímetros de diámetro y 1.00 m de longitud. Las uniones boca de pescado se fijan por medio de seis espárragos de 3/8" en forma de gancho y de 17 cm de longitud, con sus respectivas tuercas y rondanas, seis espárragos de 3/8" y 13 cm de longitud aproximadamente, con sus respectivas tuercas y rondanas. Los ensambles con el *Phyllostachys Aurea* se fijan con taquetes de caña brava. Los dos paneles se fijan entre sí con cuatro espárragos de 3/8" y 20.8 cm de longitud, con sus respectivas tuercas y rondanas.



- Elementos que forman panel ventana

Estructura. Tres Bambusa Oldhamii de nueve centímetros de diámetro y 2.08 m de longitud, dos Bambusa Oldhamii de nueve centímetros de diámetro y 1.27 m de longitud, un Bambusa Oldhamii de 8 centímetros de diámetro y 2.08 m de longitud, cuatro Phyllostachys de cinco centímetros de diámetro y 2.10 m de longitud y un Phyllostachys de cinco centímetros de diámetro y 60 cm de longitud. Las uniones boca de pescado se fijan por medio de cinco espárragos de 3/8" en forma de gancho y de 17 cm de longitud, con tuercas y rondanas, cinco espárragos de 3/8" y 13 cm de longitud aproximadamente, con tuercas y rondanas. Los ensambles con el Phyllostachys Aurea se fijan con taquetes de caña brava.

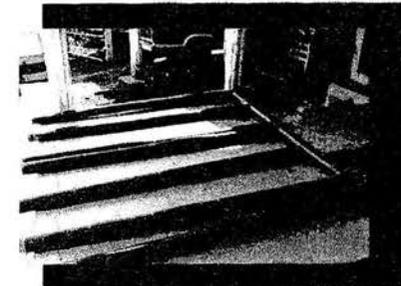
- Elementos que forman panel puerta

Estructura. Cuatro Bambusa Oldhamii de nueve centímetros de diámetro y 2.08 m de longitud, un Bambusa Oldhamii de nueve centímetros de diámetro y 50 cm de longitud, un Bambusa Oldhamii de ocho centímetros de longitud y 2.08 m de longitud, un Phyllostachys de cinco centímetros de diámetro y 2.10 m de longitud, cuatro Phyllostachys de cinco centímetros de diámetro y 85 cm de longitud. Las uniones boca de pescado se fijan por medio de cinco espárragos de 3/8" en forma de gancho y de 17 cm de longitud, con sus respectivas tuercas y rondanas, cinco espárragos de 3/8" y 13 cm de longitud aproximadamente, con sus respectivas tuercas y rondanas. Los ensambles con el Phyllostachys Aurea se fijan con taquetes de caña brava.

- Acabados

Los paneles de bambú se proponen con acabado exterior e interior. Se recubren los paneles con tela asfáltica con el objetivo de impermeabilizar la estructura. Posteriormente se coloca una malla de gallinero calibre 22 con abertura de 13 mm que permite darle mayor rigidez a la estructura sobre

la cual se aplica el revoque de cal hidratada-arena-cemento con proporciones 1:6 ½:1/4 de dos centímetros de espesor. A la mezcla se puede agregar pintura.



panel ciego



panel ventana



panel puerta

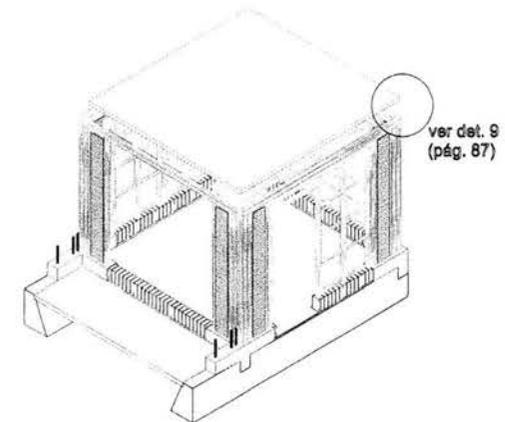
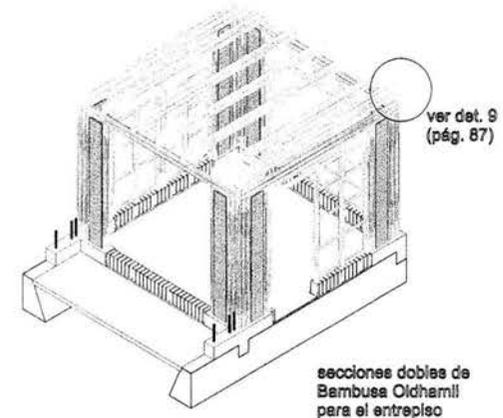
Losa de entrepiso

Está constituida por una estructura de dos culmos de Bambusa Oldhamii de nueve centímetros de diámetro, uno encima del otro y unidos entre sí por espárragos de 3/8". Las secciones dobles están colocadas entre ellas a una distancia no mayor a los 50 cm de eje a eje. Cada viga doble se fija a la estructura horizontal que conforma el marco estructural por medio de espárragos de 3/8".

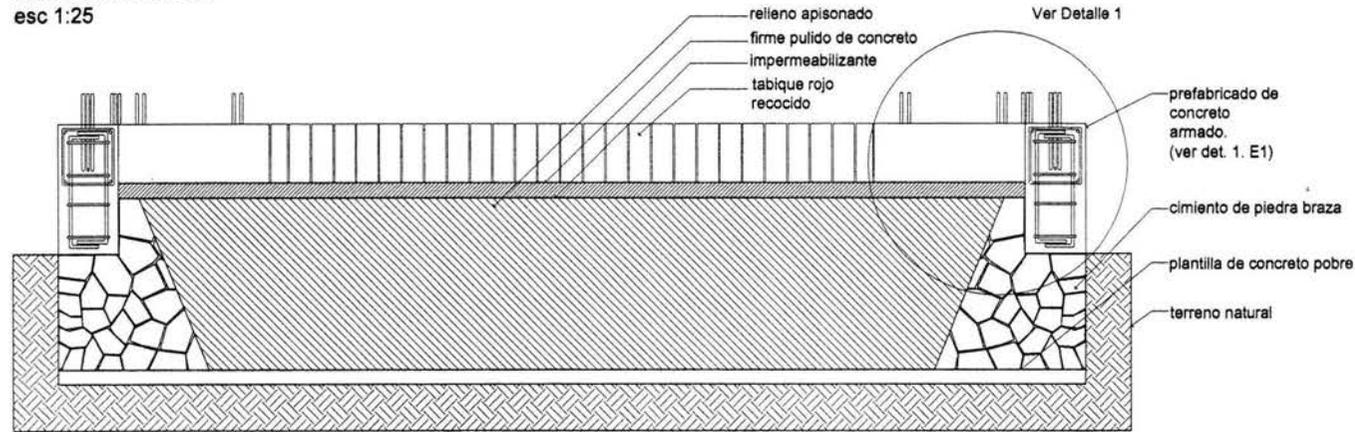
Sobre las vigas dobles de bambú se apoyan dovelas planas prefabricadas de ladrillo (1.5X11.25X23). La dovela está compuesta por dos hileras de ladrillo en torno a una junta de concreto de 1.5 cm de espesor y una varilla de 1/4" ahogada en la junta. Los ladrillos alineados tienen una junta de un centímetro, en la cual se aloja un torzal de alambre recocido de tres hilos para amarrarse a las siguientes piezas.

Encima de las vigas de bambú se coloca un varilla de 3/8" que se liga con las puntas con gancho de la varilla de 1/4" de la dovela. Posteriormente se coloca una malla electrosoldada 6-6-10-10 sobre las dovelas y se amarran las puntas de los torzales de los prefabricados entre sí y a la malla. Finalmente se cuele sobre las dovelas un firme de concreto nivelado f'c 160 kg/cm² de cemento-arena-perlas de poliestireno (aligerante de concreto) en proporción 1: 4 ½*: 1 ¾ de cinco centímetros de espesor.

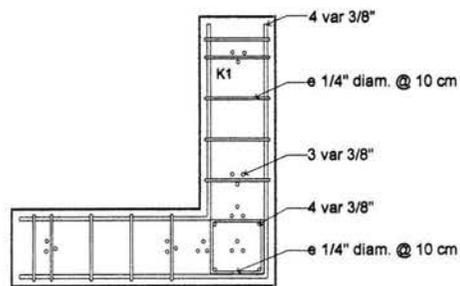
Se realizó una prueba de una dovela prefabricada de 24X59 cm con un colado de cinco centímetros de espesor de cemento-arena-grava para determinar el peso de la pieza, el cual fue de () kg. Posteriormente se realizó una prueba con una pieza igual en el sentido de la dovela pero con un colado de cemento-arena- perlas de poliestireno y el mismo espesor que la anterior, la cual pesó () kg. La utilización del aligerante es debido a la búsqueda de un entrepiso ligero, optimizando la potencialidad de la estructura de bambú.



Corte de cimentación
esc 1:25



Detalle 1a. Armado de prefabricado de concreto
esc 1:20

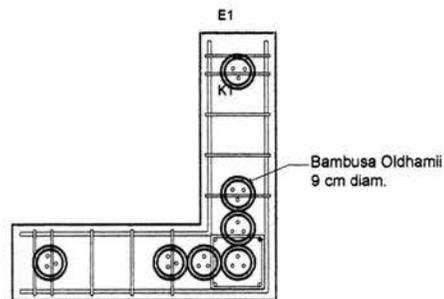


E1. Prefabricado de concreto armado de (21X70X20) f'c 200 Kg/m² con 8 var 3/8" y e 1/4" @ 10 cm

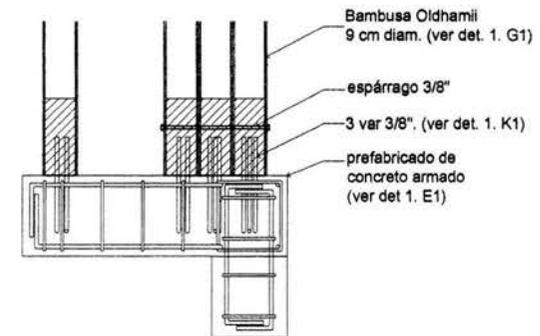
K1. Armado de 3 var 3/8" ahogado en mortero cemento-arena prop. 1:2, de 20 cm en ambos sentidos con escuadra a 10 cm

Nota 1. Concreto f'c 200kg/ m² hecho en obra y 3/4" agregado para usar en cimientos

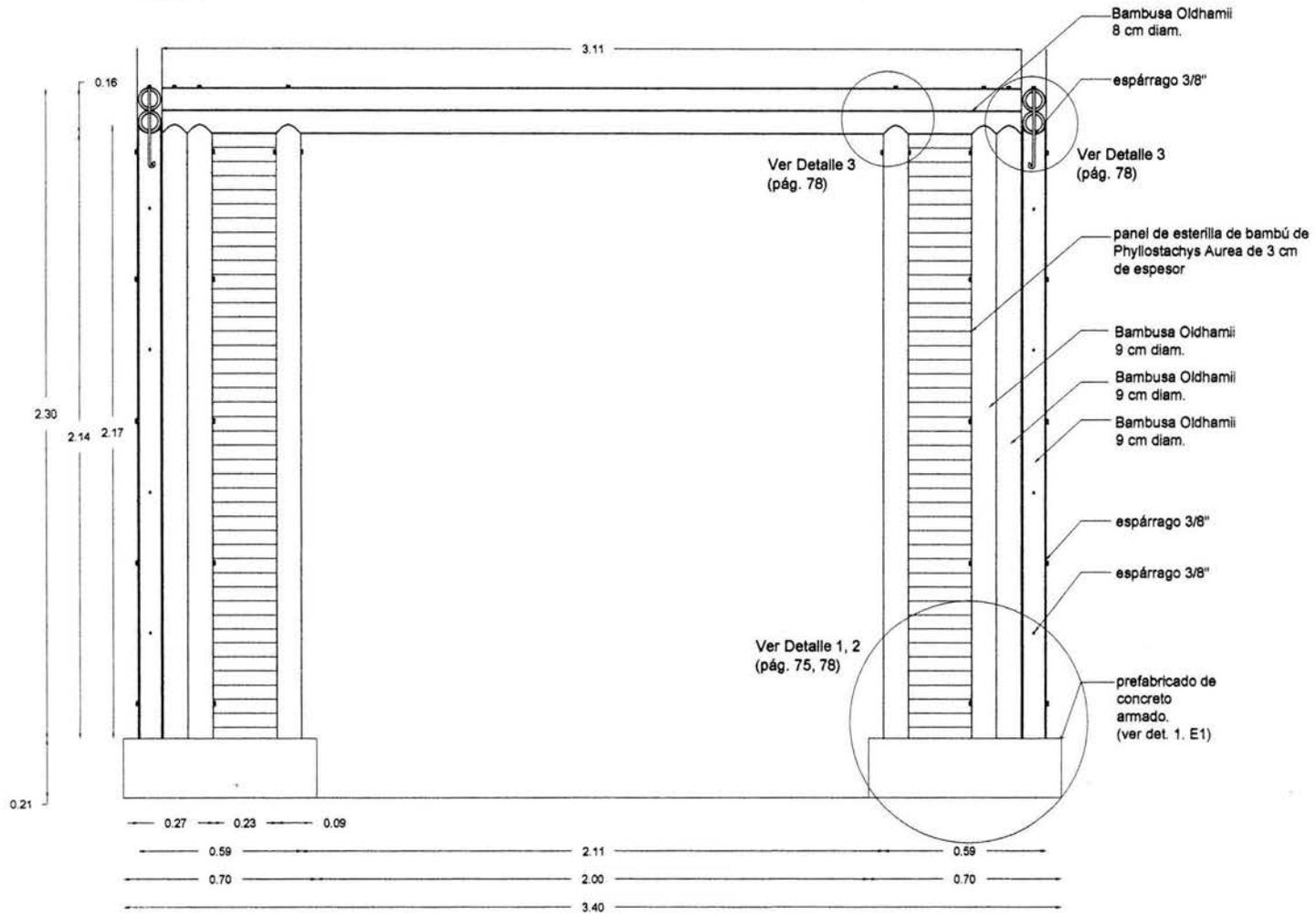
Nota 2. Tabique rojo recocido 7X14X21 cm asentado con mortero



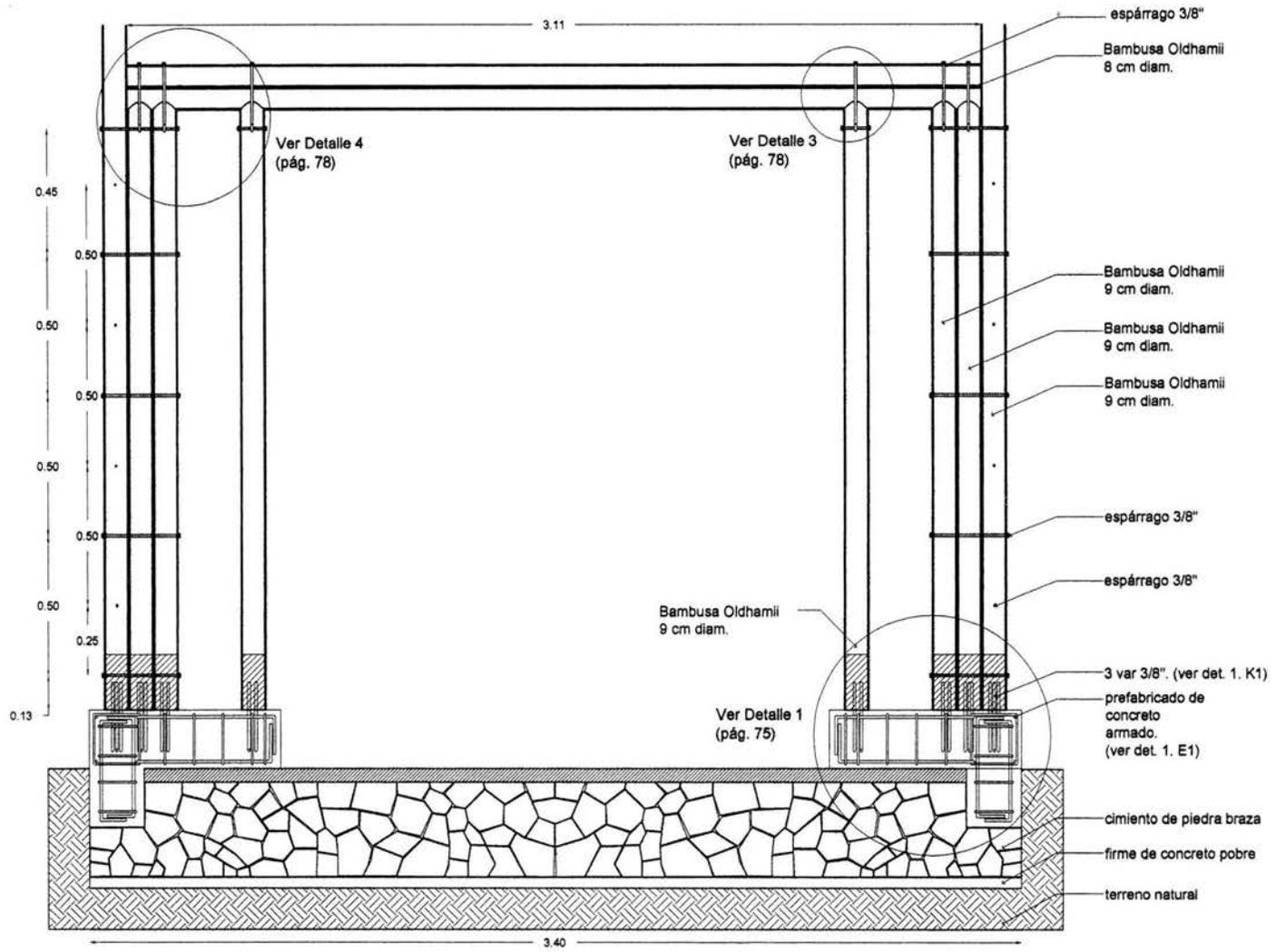
Detalle 1b. Corte de prefabricado y anclaje
esc 1:20



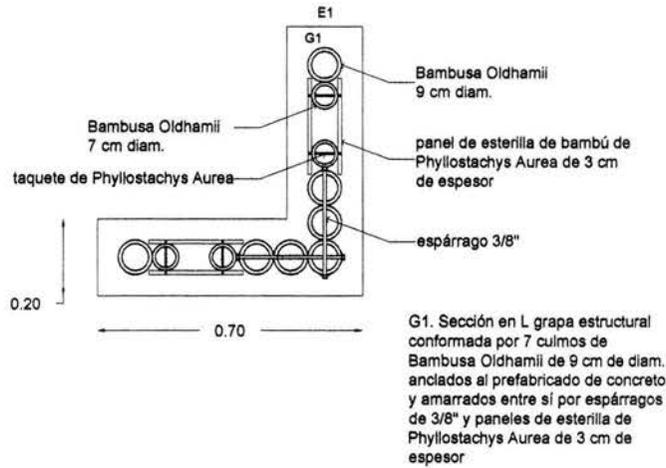
Vista frontal de marco
estructural
esc 1:25



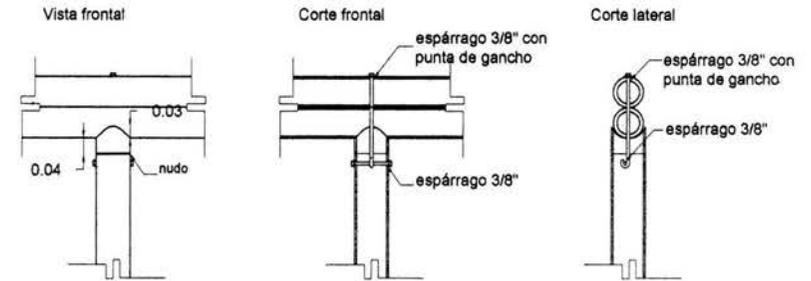
Corte de marco
estructural
esc 1:25



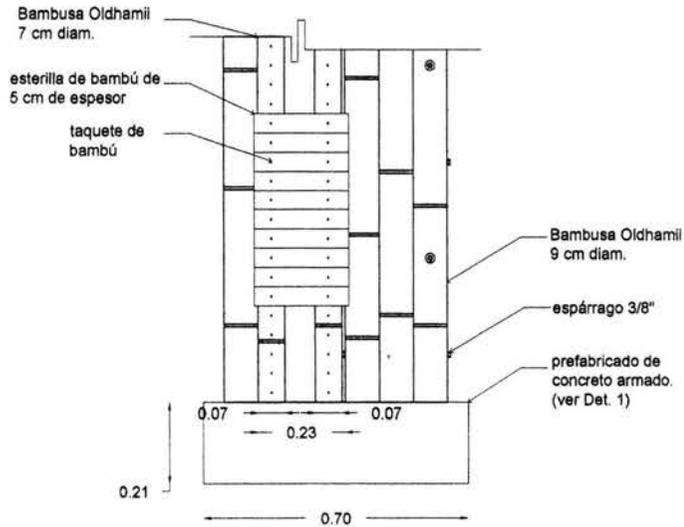
Detalle 1c. Planta de sección L de grapa estructural
esc 1:20



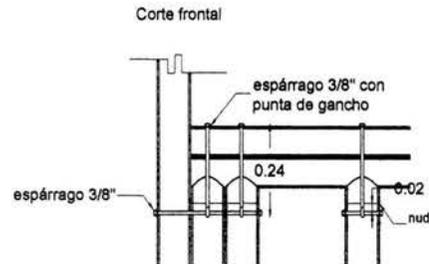
Detalle 3. Unión T de Bambusa Oldhamii que conforma el marco estructural con perno tensor
esc 1:20



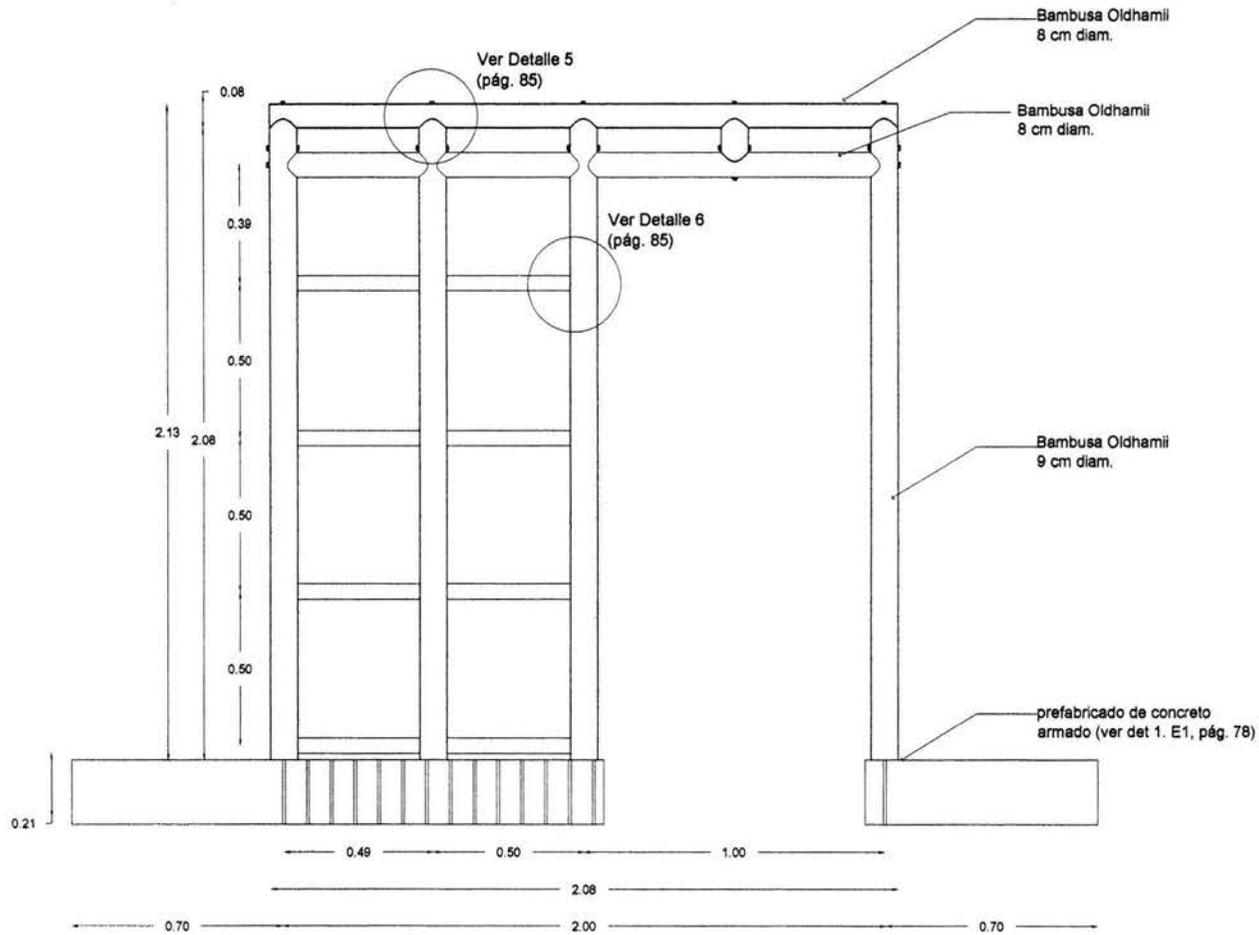
Detalle 2. Panel de Phyllostachys en sección L de grapa
esc 1:20



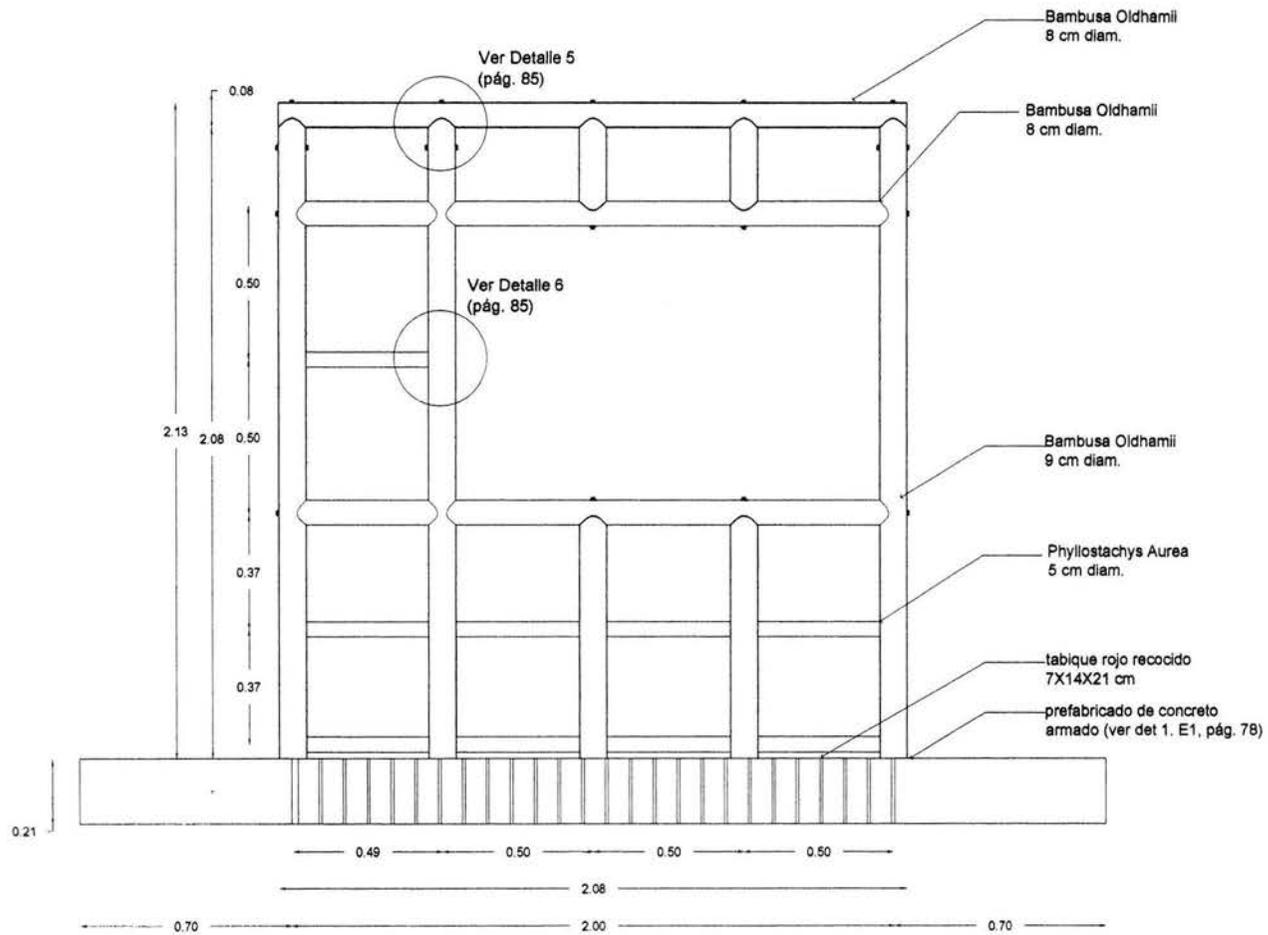
Detalle 4. Unión T de Bambusa Oldhamii con pernos tensores que conforman el marco estructural
esc 1:20



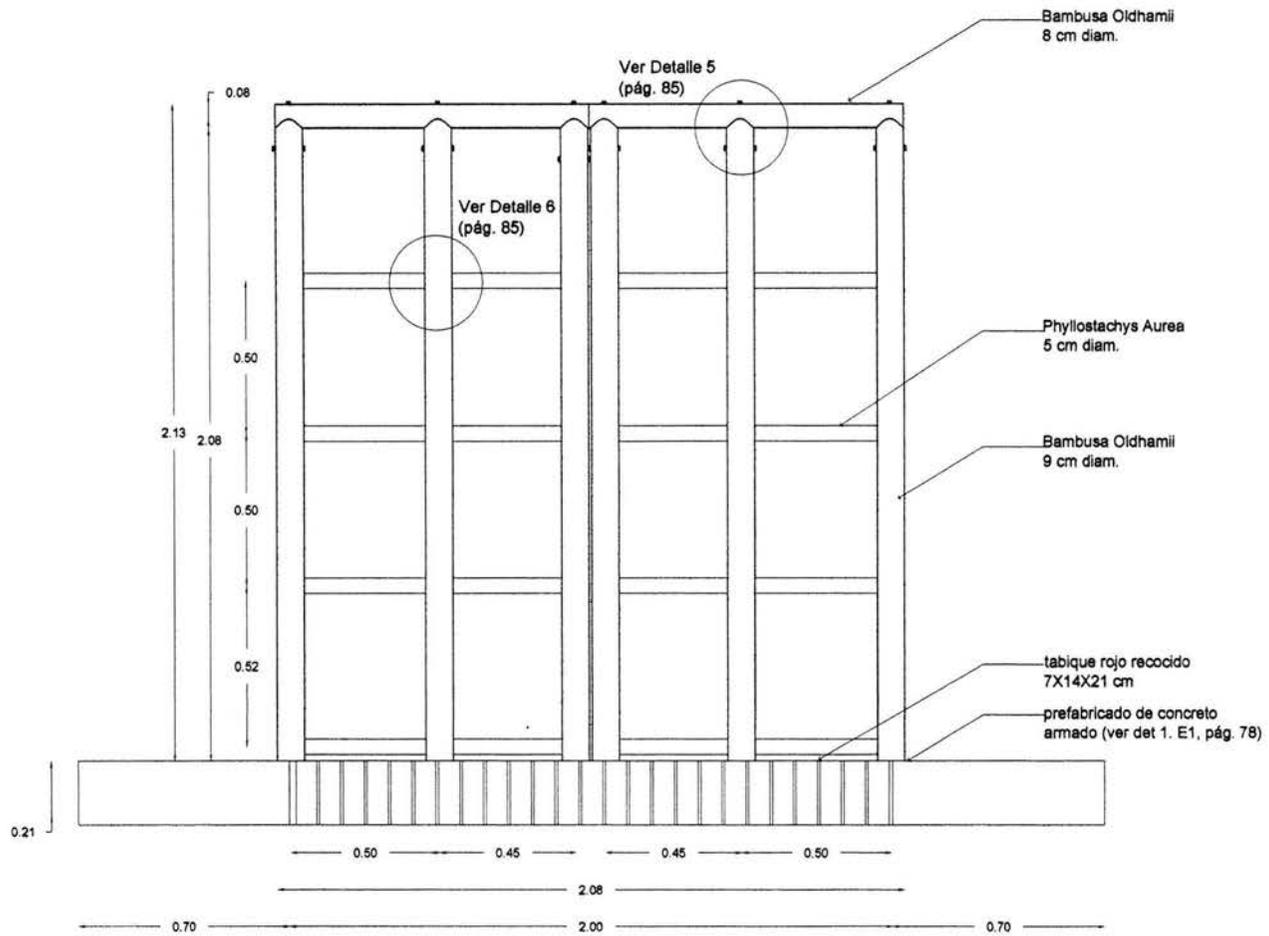
Vista frontal de
panel puerta
esc 1:25

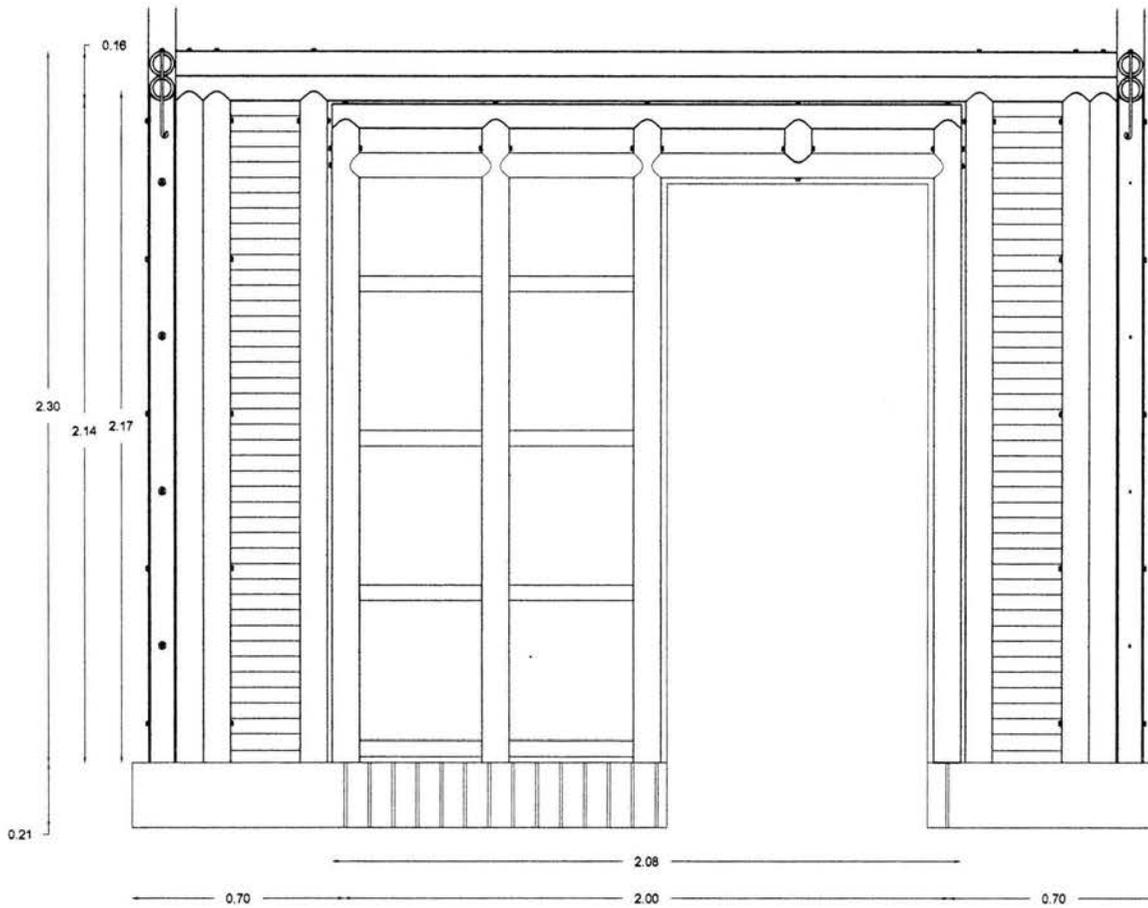


Vista frontal de
panel ventana
esc 1:25



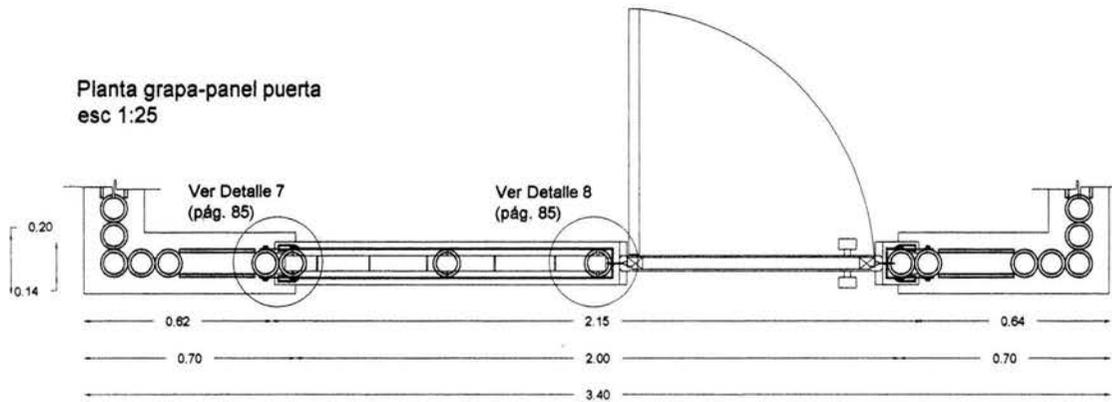
Vista frontal de
panel ciego
esc 1:25



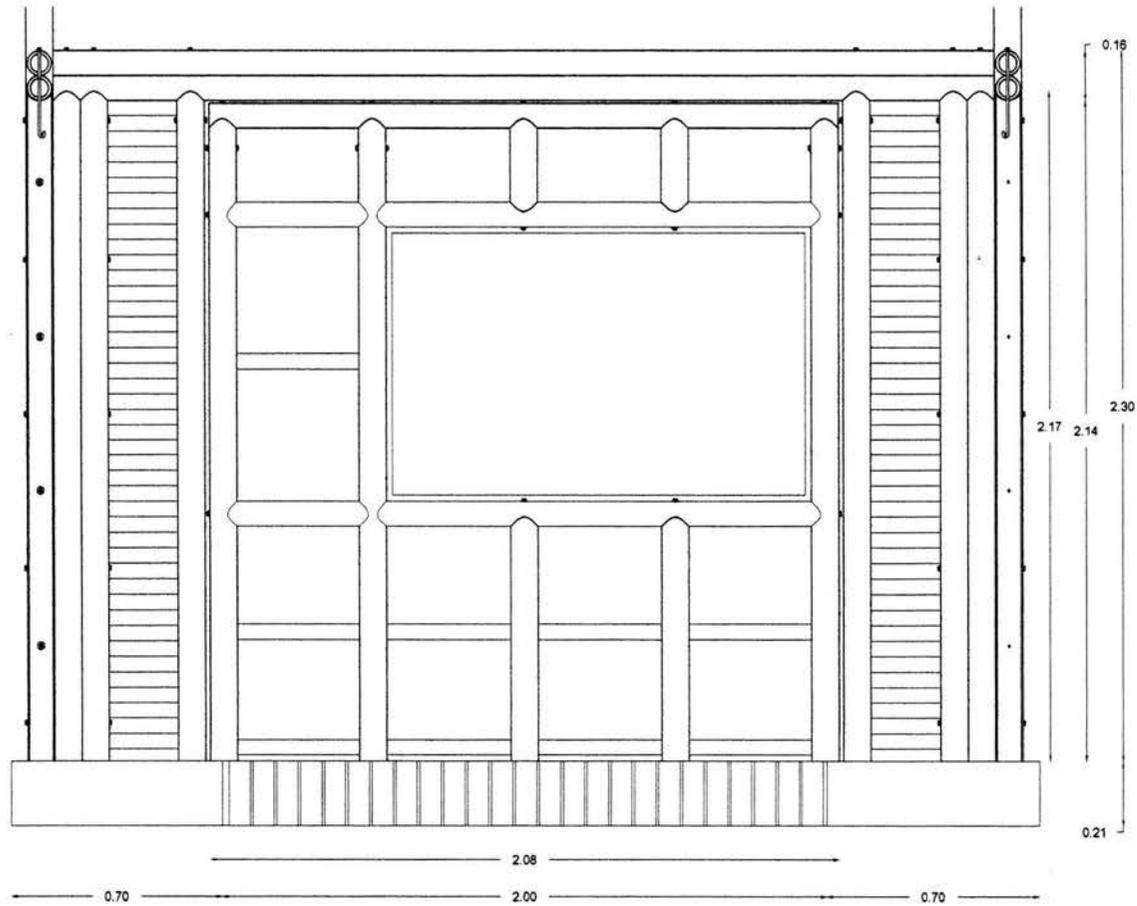


Vista frontal de marco-panel puerta
esc 1:25

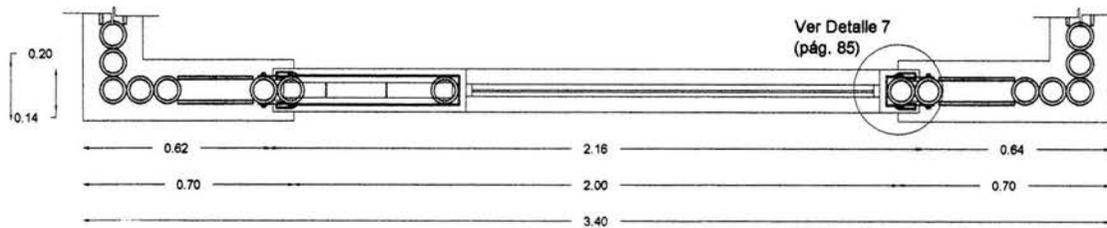
Planta grapa-panel puerta
esc 1:25

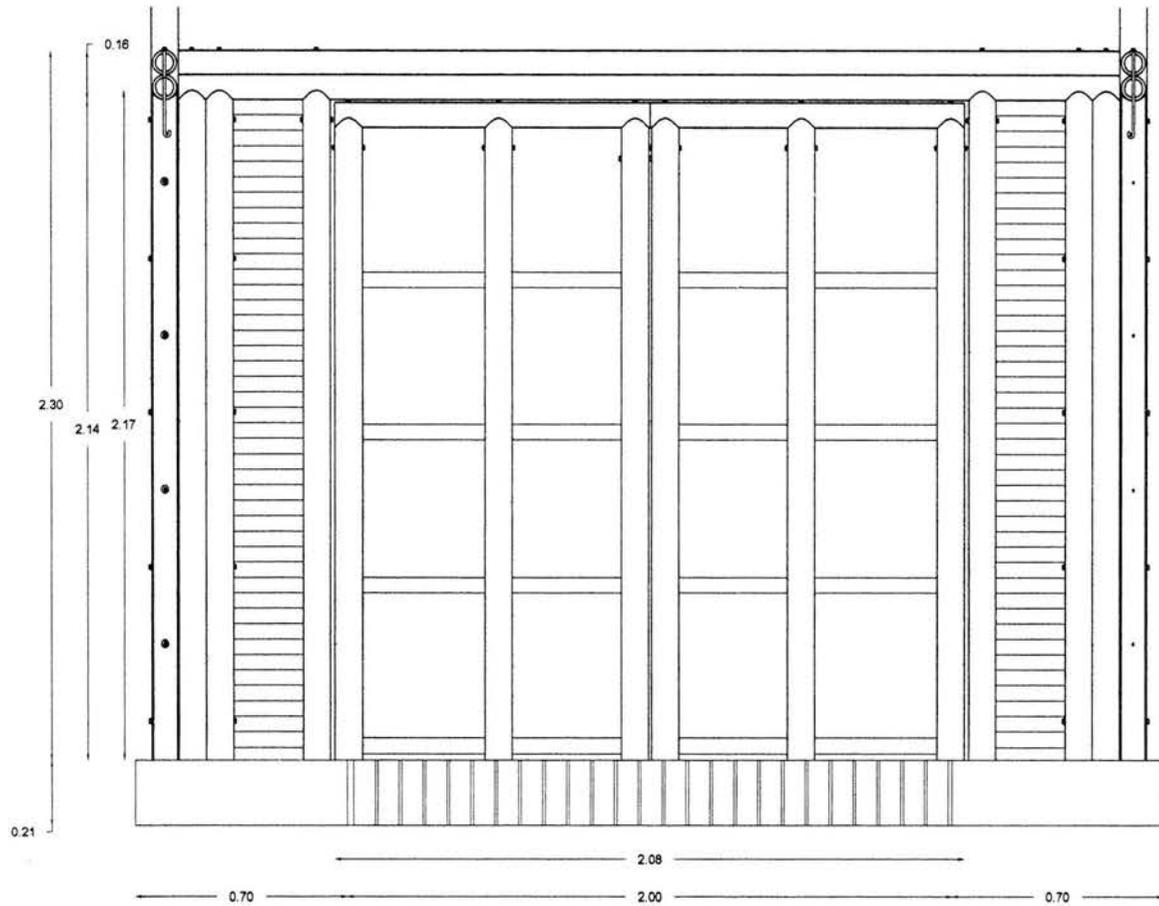


Vista frontal de
marco-panel ventana
esc 1:25



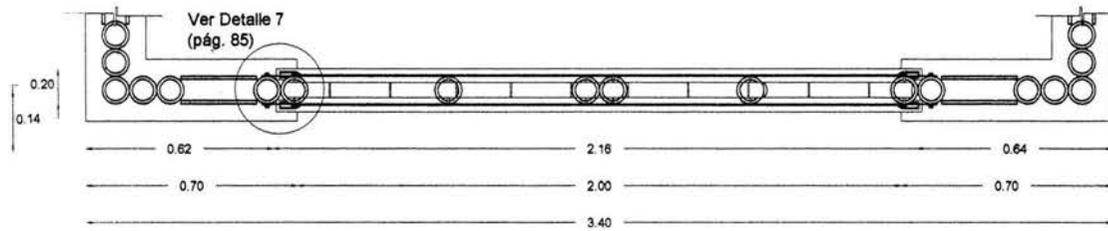
Planta grapa-panel ventana
esc 1:25



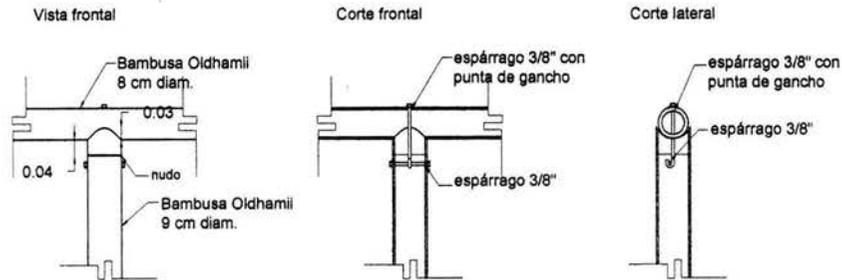


Vista frontal de
marco-panel ciego
esc 1:25

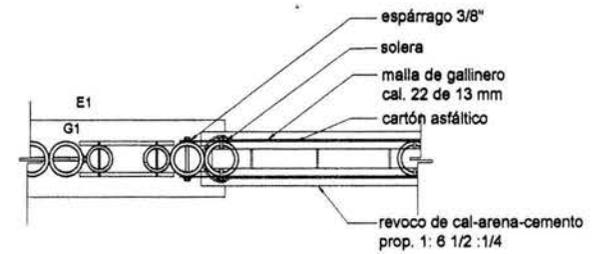
Planta grapa-panel ciego
esc 1:25



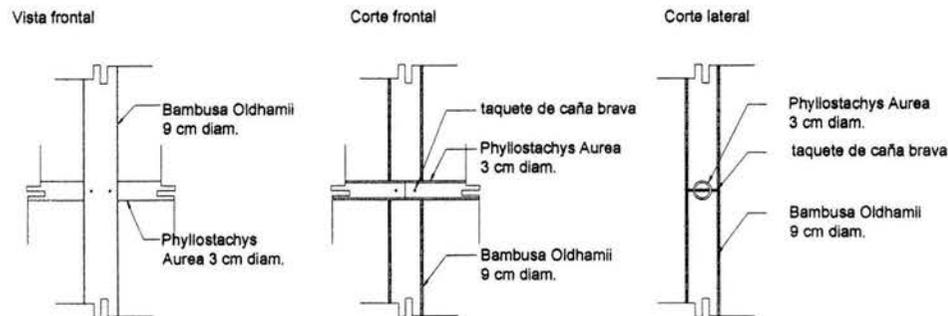
Detalle 5. Unión T de Bambusa Oldhamii que conforman los paneles
esc 1:20



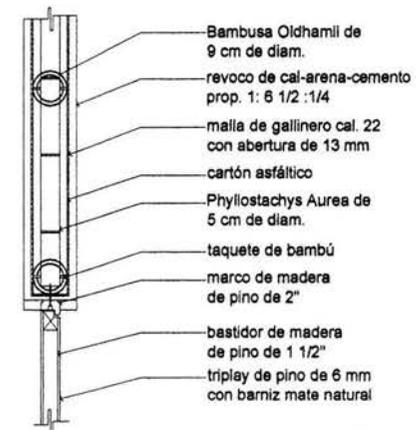
Detalle 7. Unión de grapa estructural y panel
esc 1:20



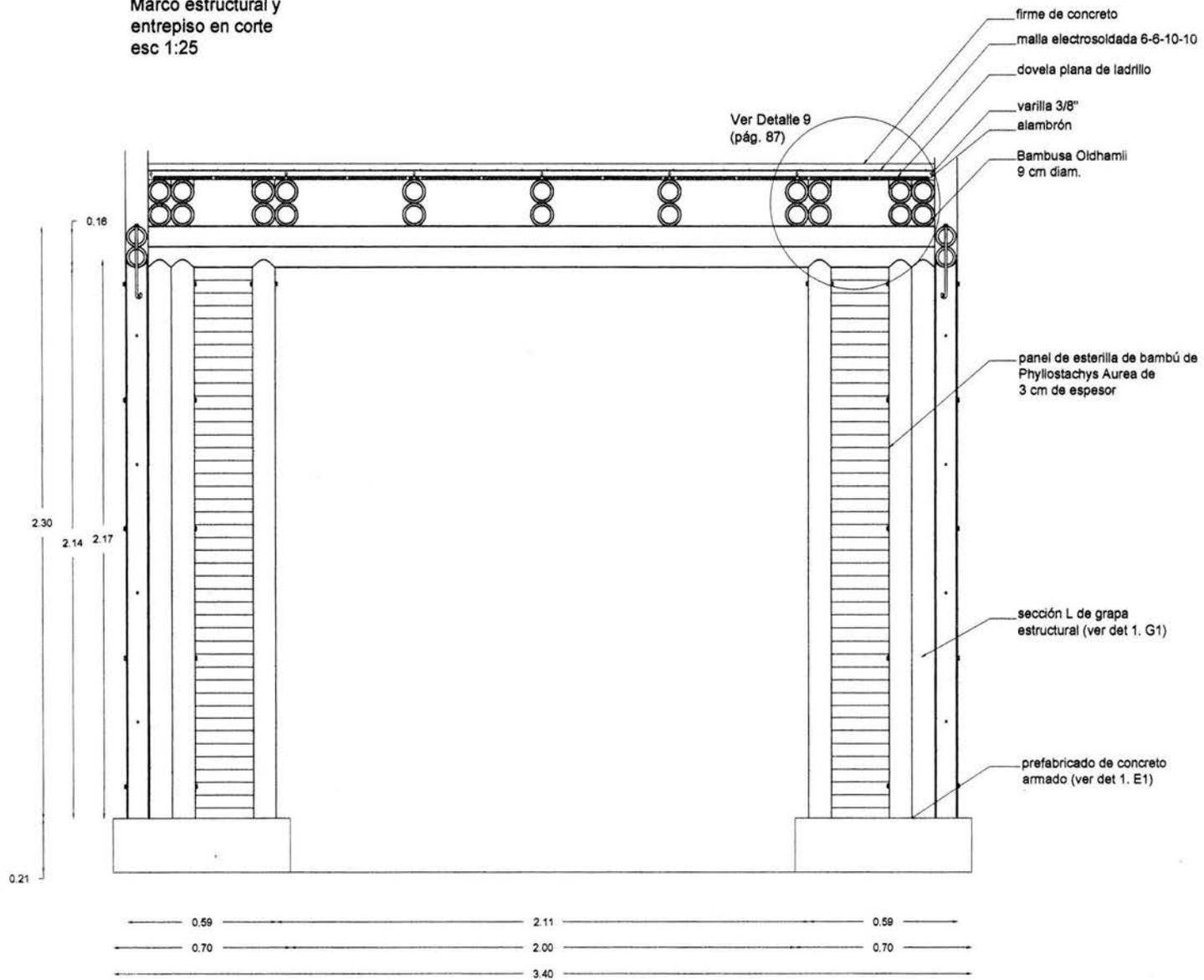
Detalle 6. Ensamble de Bambusa Oldhamii y Phyllostachys Aurea
esc 1:20



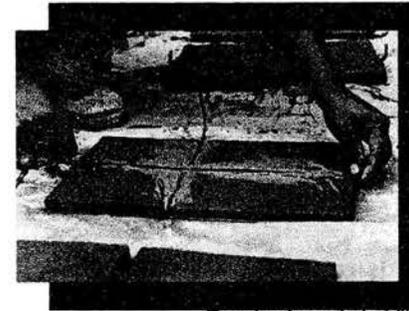
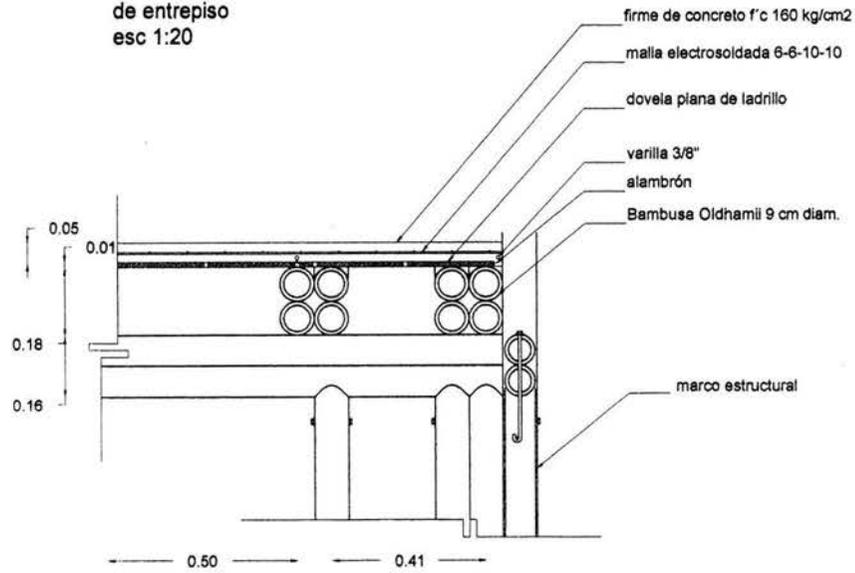
Detalle 8. Anclaje de puerta a panel
esc 1:20



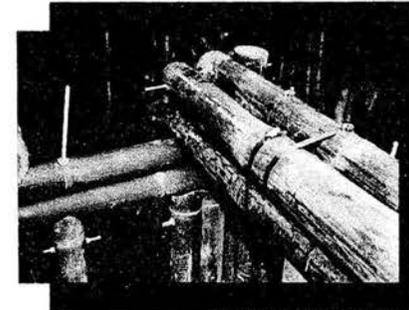
Marco estructural y
entrepiso en corte
esc 1:25



Detalle 9. Corte de sección de entepiso
esc 1:20

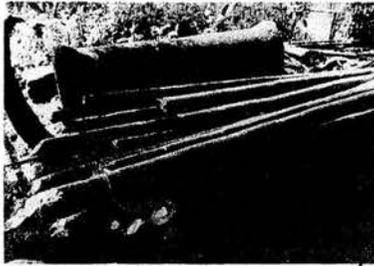


Dovela plana de ladrillo

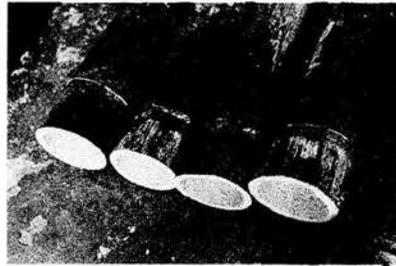


Vista de sección doble de bambú en entepiso

5.2.1 Reporte fotográfico de la construcción del módulo espacial base ³³



1



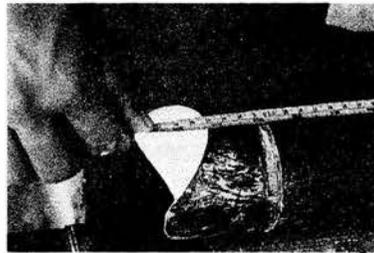
2



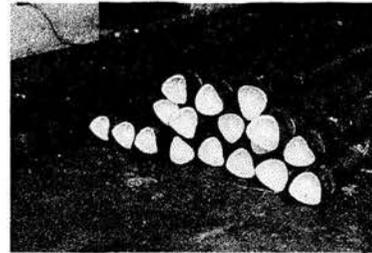
3



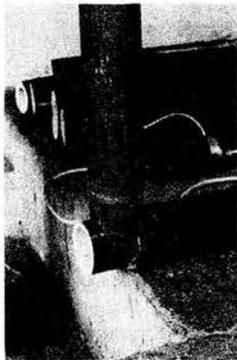
4



5



6



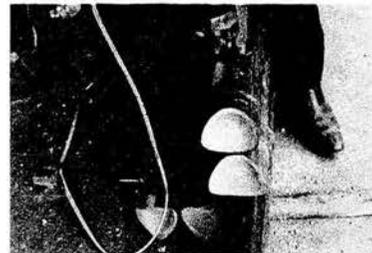
7



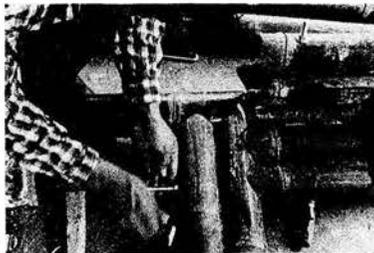
8



9



10



11



12



13

1. El material. Bambusa Oldhamii
2. Corte a 8 cm del nudo para evitar fractura
3. Inicio del corte boca de pescado
4. Terminado del corte boca de pescado con una fresa
5. Corte boca de pescado
6. Vista de Bambusa Oldhamii con corte boca de pescado
7. Unión T
8. Armado de la sección "L", con espárragos de 3/8"
9. Vista del apernado de la sección "L" con espárrago de 3/8"
10. Armado de sección "L". Perforación para introducir un espárrago de 3/8"
11. Prueba de armado de marco estructural con pernos tensores. Vista de una sección
12. Inicio de armado del panel ventana
13. Detalle del panel ventana con unión boca de pescado con perno tensor



14



15



16



17



18



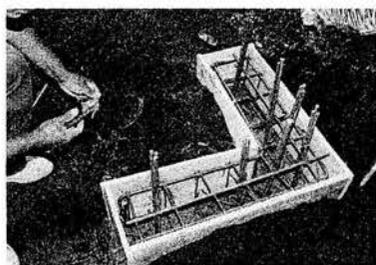
19



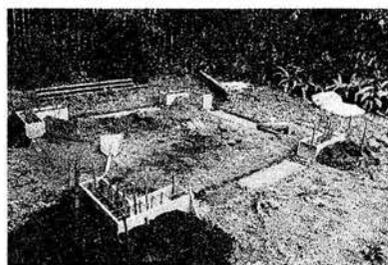
20



21



22

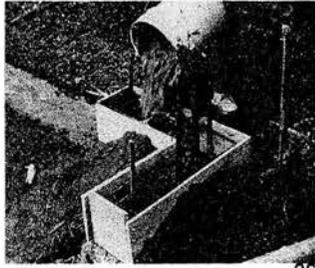


23



24

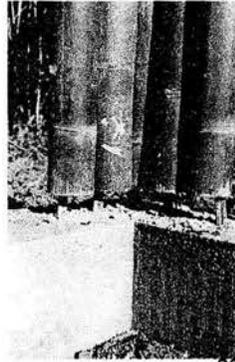
14. Detalle del panel ventana con unión boca de pescado con perno tensor
15. Perno tensor (espárrago de 3/8")
16. Armado de panel ventana
17. Armado de panel ventana
18. Panel ventana en proceso
19. Perforaciones de 5 cm diám. con sacabocados para ensamble de Phyllostachys Aurea en panel
20. Ensamble de Phyllostachys Aurea de 5 cm
21. Panel ventana
22. Armado de prefabricado con varilla de 3/8", estribos de 1/4" a cada 10 cm y 21 varillas de 3/8" para anclaje
23. Vista general del cimiento
24. Anclaje de sección "L" en las varillas de 3/8"



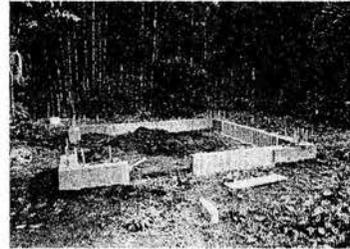
26



27



28



29



30



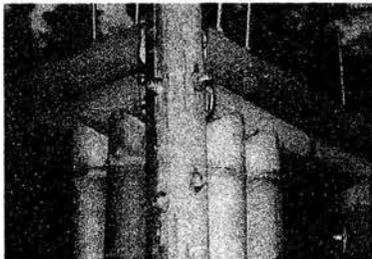
31



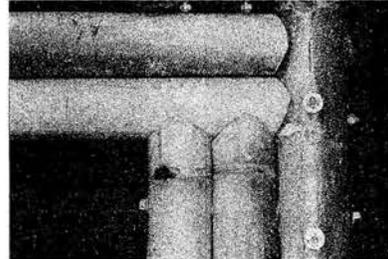
32



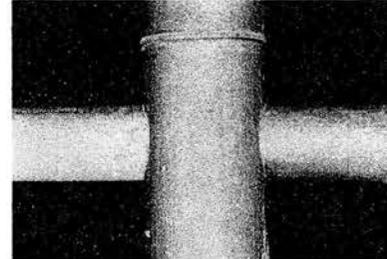
33



34

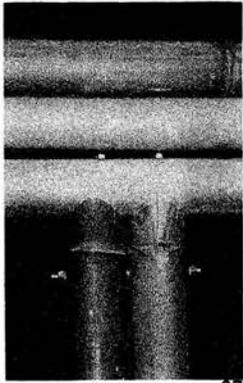


35

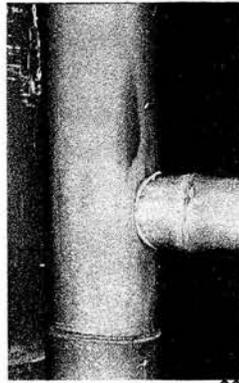


36

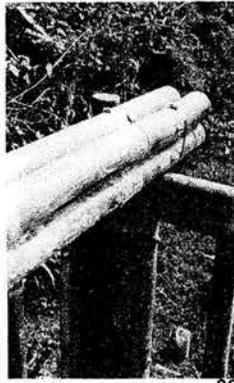
26. Colado del prefabricado
27. Anclaje de sección "L" en la preparación de varillas del prefabricado de concreto
28. Vista del anclaje
29. Vista general de los prefabricados y sobrecimientos de tabique del módulo
30. Colocación de las vigas dobles del marco estructural
31. Unión de la sección "L" a las vigas dobles
32. Vista del marco estructural
33. Vista del armado de la sección de "L"
34. Detalle de unión del marco estructural
35. Detalle de unión del marco estructural (vigas de cerramiento y sección "L")
36. Detalle de ensamble de paneles (Phyllostachys y Bambusa)



37



38



39



40



41



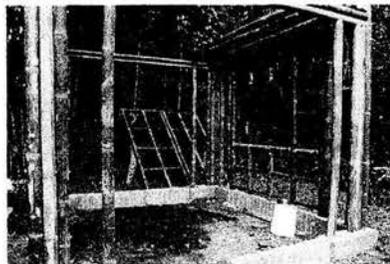
44



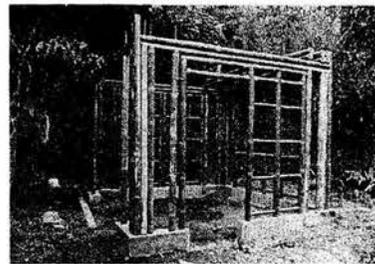
42



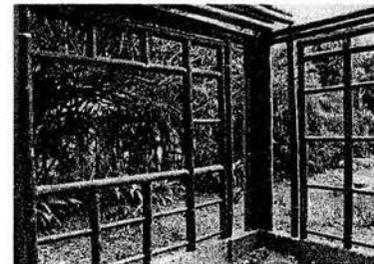
43



45

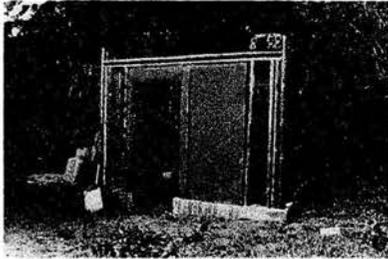


46

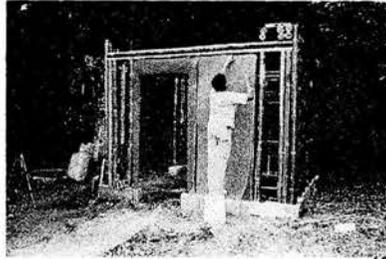


47

- 37. Detalle de unión de panell ciego
- 38. Detalle de ensamble de Bambusa Oldhamii y Phyllostachys Aurea
- 39. Vista de las secciones dobles del entrepiso
- 40. Unión de las secciones dobles del entrepiso
- 41. Dovela plana de ladrillo (cerámica armada)
- 42. Colocación de malla electrosoldada 6-6-10-10 sobre las dovelas
- 43. Firme de concreto de 5 cm de espesor
- 44. Vista interior del entrepiso. Secciones de bambú y dovelas
- 45. Colocación de los paneles dentro del marco estructural
- 46. Vista general del módulo (estructura)
- 47. Vista interior del módulo (estructura)



48



49

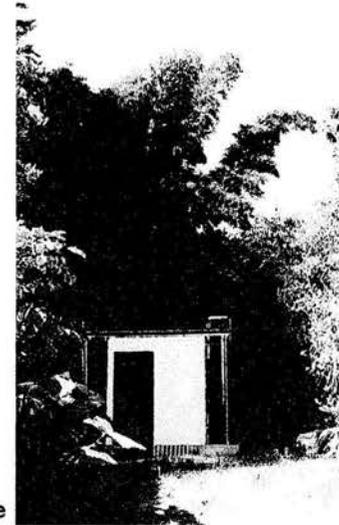


50



51

- 48. Colocación de cartón asfáltico en el panel puerta
- 49. Colocación de malla de gallinero
- 50. Inicio de revoque de cal hidratada-arena-cemento
- 51. Acabado final



Módulo espacial base

5. 3 Costo del módulo espacial base

Cimentación	ml	12.8	\$141.00	
Material	-	-	-	\$781.00
M.Obra	ml	12.8	\$80.00	\$1,024.00

Prefabricado	ml	5.6	\$186.85	
Material	-	-	-	\$834.40
M.Obra	ml	4.8	\$25.00	\$120.00

Base de tabique	ml	8	\$45.00	
Material	-	-	-	\$159.84
M.Obra	ml	8	\$25.00	\$200.00

Firme de concreto	m2	9	\$122.00	
Material	-	-	-	\$873.00
M.Obra	m2	9	\$25.90	\$225.00

Muros	m2	17.5	\$308.60	
Material	-	-	-	\$3,805.18
M.Obra	jor	12	\$130.00	\$1,560.00

Losa de entepiso	m2	9.67	\$343.00	
Material	-	-	-	\$2,062.00
M.Obra	-	-	-	\$1,255.00

TOTAL				
-------	--	--	--	--

IV. APLICACIÓN DEL MODELO PROGRESIVO DE BAMBÚ

La aplicación del modelo progresivo de bambú se lleva a cabo en el diseño de vivienda de crecimiento progresivo sobre un terreno plano de 7X15 m propiedad de la familia González que está constituida por padre, madre, un hijo y una hija. La familia González pertenece al programa de vivienda en la colonia Moctezuma de la Organización Social Unión de Colonos, Inquilinos y Solicitantes de Vivienda de Veracruz (UCISV-VER).

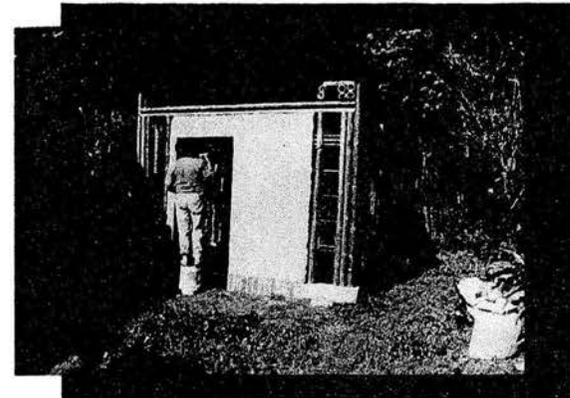
Actualmente su vivienda cuenta con sala, comedor, una recámara, y un lavadero. Estos datos se obtuvieron de la encuesta realizada el 16 de diciembre de 2002 a 12 familias, entre ellas la familia González, sobre la configuración actual de su vivienda, así como sus requerimientos de espacios mínimos para habitarla y el mobiliario con el que cuentan. Para habitar su nueva vivienda solicitan tres cuartos terminados y un patio, los mismos espacios con los que cuentan actualmente, deseando consolidar su vivienda en tres etapas.

Como resultado de las encuestas realizadas tenemos los siguientes datos: ninguna familia establece como requerimiento la estancia o tener solamente una recámara; una cuarta parte de las familias entrevistadas demanda un espacio para comer; las doce familias solicitan la cocina, el baño y dos espacios independientes para dormir como indispensables; y el 58% requiere de un patio de servicio. Para la familia González el programa de necesidades debe estar cubierto por: área de estar, de comer, cocina, baño, tres recámaras y un patio de servicio.

Los datos anteriores, el análisis de espacios mínimos, la experiencia de campo en la colonia, los requerimientos de la familia G, así como las condiciones estructurales del modelo progresivo de bambú serán parte clave de la estrategia de diseño de la vivienda progresiva de bambú en donde el terreno se presenta como primera estructura y restricción. Por lo tanto, la tarea inicial es analizar y estudiar las posibilidades del mismo, sumadas a las condiciones de la tecnología pro-

puesta. Por lo que se concibió un módulo espacial base de 3.00X3.00 m, el cual será como su nombre lo indica la base para los subsecuentes módulos que constituirán a la vivienda.

Ésta modulación, como ya se mencionó en el capítulo 4.3.2, trata de establecer las dimensiones óptimas que deben tener los elementos y espacios que constituyen la vivienda, e implica un análisis combinatorio de las posibles modulaciones en el terreno, así como de sus tolerancias, en conjunto con las condiciones del material. Los ajustes o tolerancias al módulo surgen ante la imposibilidad de darle a los espacios las dimensiones exactas de acuerdo a las modulaciones posibles, sin embargo, las dimensiones variarán dentro de ciertos límites, conforme al diseño, a la funcionalidad y por el tipo de material.



El proyecto

Es básicamente un proyecto modular en tres etapas y es importante que cada una de ellas se termine completamente debido a las características de la estructura y al material que la constituye: el bambú.

La primera etapa es la vivienda mínima, consta de una recámara, alcoba, comedor-sala, parte del baño de usos múltiples (excusado y regadera) y una cocina exterior, así como un espacio provisional para usos múltiples. El acceso a la vivienda y la alcoba separados por una mampara son también espacios provisionales, sin embargo, la estructura que los forma es definitiva, a excepción de los muros-paneles que los contienen. La recámara es el único espacio independiente. El baño de usos múltiples (excusado y regadera) tendrá acceso único por el exterior y así como el espacio provisional para usos múltiples serán techados con lámina, la estructura se reutilizará para la siguiente etapa, convirtiéndose en entrepiso. La cocina exterior se ubica en lo que posteriormente será el patio de servicio por lo que en esta etapa tendrá un doble uso. El área total del primer crecimiento es de 39.68 m².

En la segunda etapa la vivienda se amplía en planta baja y crece un segundo nivel. En planta baja se termina el baño de usos múltiples, anexándose el lavabo y un área de guardado de blancos. Se construye la escalera y un corredor paralelo a ella, el cual distribuye al baño de usos múltiples y a la recámara de la tercera etapa, sin embargo, en la segunda etapa esta circulación comunica con un jardín o patio trasero.

La escalera en un principio fue proyectada como una escalera de desarrollo convencional, sin embargo, ocupaba gran espacio, por lo que se optó por una solución de escalera holandesa (mazorca), optimizando su desarrollo y favoreciendo las áreas de la sala y recámara de la tercera etapa; debajo de la escalera se construye un mueble-armario para despensa. El espacio provisional se convierte en sala y los demás espacios

siguen con los usos anteriores, a excepción del acceso y la alcoba, los cuales desaparecen y surge un pórtico de acceso a la vivienda. En la planta alta se construye un segundo baño de usos múltiples y una recámara, la cual sustituye a la alcoba de la primera etapa. El área total del segundo crecimiento es de 50 m².

No obstante que la estructura de cada etapa de la vivienda está diseñada para llegar al término de su construcción, los espacios irán cambiando sus usos, conforme las etapas se vayan desarrollando. Para darle continuidad a la vivienda se dejarán los prefabricados de concreto con sus varillas preparadas para recibir la estructura del crecimiento posterior, así como las conexiones listas para continuar las instalaciones eléctricas e hidrosanitarias.

En la primera y segunda etapa, en la que los usos de los espacios van cambiando, los paneles juegan un papel muy importante, ya que son piezas que generan y ordenan el espacio conforme a las necesidades que se exigen, por lo que son piezas móviles que así como los usos de los espacios también van cambiando en el tiempo. En la primera etapa, los paneles provisionales están en las siguientes áreas: alcoba (panel puerta) y recámara (panel puerta); en la segunda etapa, planta baja, recámara (panel puerta) y área de escalera (panel puerta) y en planta alta, área de escalera (panel ventana).

En la tercera etapa y última se construye una recámara en planta baja y una segunda recámara en planta alta, por lo que cada espacio adquiere su uso definitivo. El área total del tercer crecimiento es de 24.61 m².

La vivienda tendrá en su fase final, un área total de 114.29 m² de construcción. En planta baja la vivienda consta de patio o jardín al frente de 14.40 m², pórtico de acceso, cocina, patio de servicio con espacio para lavadero, lavadora, calentador y tanque de gas; sala, comedor, baño de usos múltiples: lavabo, área de blancos, regadera y excusado; escalera holandesa,

una recámara y un patio o jardín trasero de 12.11 m². En planta alta consta de un baño de usos múltiples y dos recámaras.

La relación entre los espacios es muy importante. Primero, el patio frontal y el pórtico vestibulan el acceso a la vivienda, estos dos espacios de transición se relacionan directamente con la calle, con el barrio, de esta forma la vivienda interactúa, pero no de manera directa con su contexto inmediato sino a partir de filtros. Y no obstante que el pórtico es un espacio habitable se convierte en la extensión de la vivienda al aire libre.

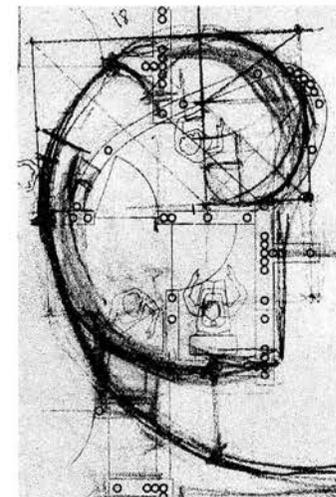
Las áreas de sala y comedor son los espacios públicos centrales de la vivienda, los cuales interactúan entre sí y se relacionan visualmente con el exterior: la calle, el patio, el pórtico. El comedor a su vez se encuentra vinculado con la cocina a través de un espacio vestibular y distribuidor de las demás áreas. La cocina está conexas con el pórtico, esta relación le permite un dominio visual sobre el acceso, la calle y el barrio; sin embargo, se encuentra lo suficientemente aislada de las demás áreas para evitar los olores y grasa de la comida. Por otro lado, la cocina también se relaciona directamente con el patio de lavado, siendo estos, espacios que comparten funciones que se realizan casi simultáneamente y en los cuales se da la mayor ocupación en tiempo de la vivienda. El patio de lavado es un espacio semiabierto y comunica directamente con el patio trasero, el cual puede tener varios usos, como área de tendido al aire libre y como jardín para hortaliza o plantas de ornamento.

El espacio vestibular y de distribución se conecta con el área de circulaciones, escalera y corredor, separándose así el espacio público del privado, en donde la ubicación de dichas circulaciones permite la privacidad visual, en planta baja del baño de usos múltiples y recámara, así como en planta alta del área de dormitorios, ya que no quedan visualmente expuestos con respecto a los espacios públicos.

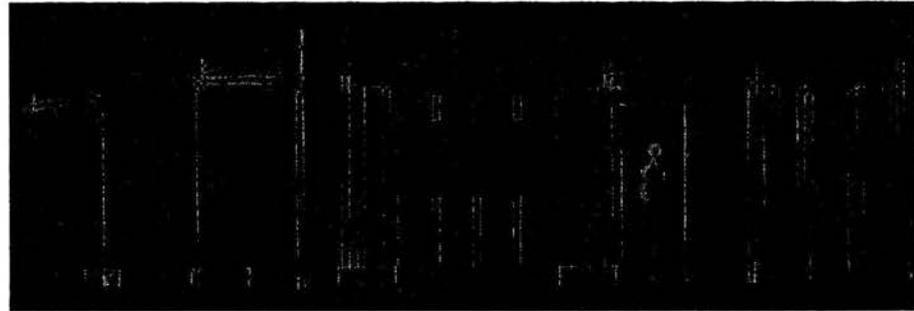
Tradicionalmente el baño con todo lo que este engloba se resuelve como una unidad, por lo que su disposición limita su uso. Considerando lo anterior, el baño se proyectó para tener usos múltiples y simultáneos, separando sus usos en espacios diferentes, dando como resultado espacios más cómodos y funcionales. La forma de nautilus que lo contiene le permite tener mayor privacidad, y aunque en planta baja forma parte del espacio público y privado, se aísla visualmente de ambos de manera natural. Tiene iluminación natural y ventilación, ya que las áreas de regadera y excusado dan al patio trasero y patio de lavado, respectivamente.

Las áreas de dormitorios son tres, una para el matrimonio y las otras dos corresponden a los hijos. En planta baja la recámara está conexas al baño, sin embargo, visualmente están separados. Tiene iluminación natural y ventilación debido a su vínculo con el patio trasero. En planta alta se encuentran dos recámaras, la principal y la de uno de los hijos, localizadas una enfrente de la otra y separadas por un corredor, mismo que las distribuye al baño. Los dos dormitorios tienen ventilación e iluminación natural, ya que la recámara principal, tiene vista al patio trasero y la otra tiene vista a la calle y al patio frontal.

Los patios, frontal y trasero, son piezas fundamentales del proyecto ya que son espacios ligados a la respiración de la vivienda y al mismo tiempo se convierten en los prismas de luz que moldean su espacio interior. Son espacios para la dimensión imaginaria: espacios del juego, espacios de fiesta, espacios para la realización de oficios diversos, espacios de recogimiento y encuentro.



El proyecto de vivienda de bambú, no obstante que es un proyecto desarrollado de manera progresiva, se concibe desde el punto de vista de la ocupación del terreno como un todo, por lo que cada uno de sus espacios están ligados directa o indirectamente y al término de la vivienda solo es posible su coexistencia.



La instalación eléctrica. Criterio

La instalación eléctrica es visible, se conduce a través de un tubo conduit de acero galvanizado pared gruesa de 13 mm. Por la estructura de la construcción y el material que la constituye, o sea, el bambú, es preferible no ahogarlas en los paneles y losa de entepiso para evitar rupturas y por ende debilitamiento en la estructura en caso de alguna falla en el sistema eléctrico.

Asimismo, debido a la construcción del proyecto por etapas, la instalación eléctrica está constituida por tres circuitos, mismos que se conectarán entre sí, en el tiempo, a través de registros ubicados en entepiso y / o en la parte superior del marco estructural, como se indica en los planos. Los mismos criterios de la instalación eléctrica se aplicarán a las instalaciones posteriores, como son teléfono y televisión.

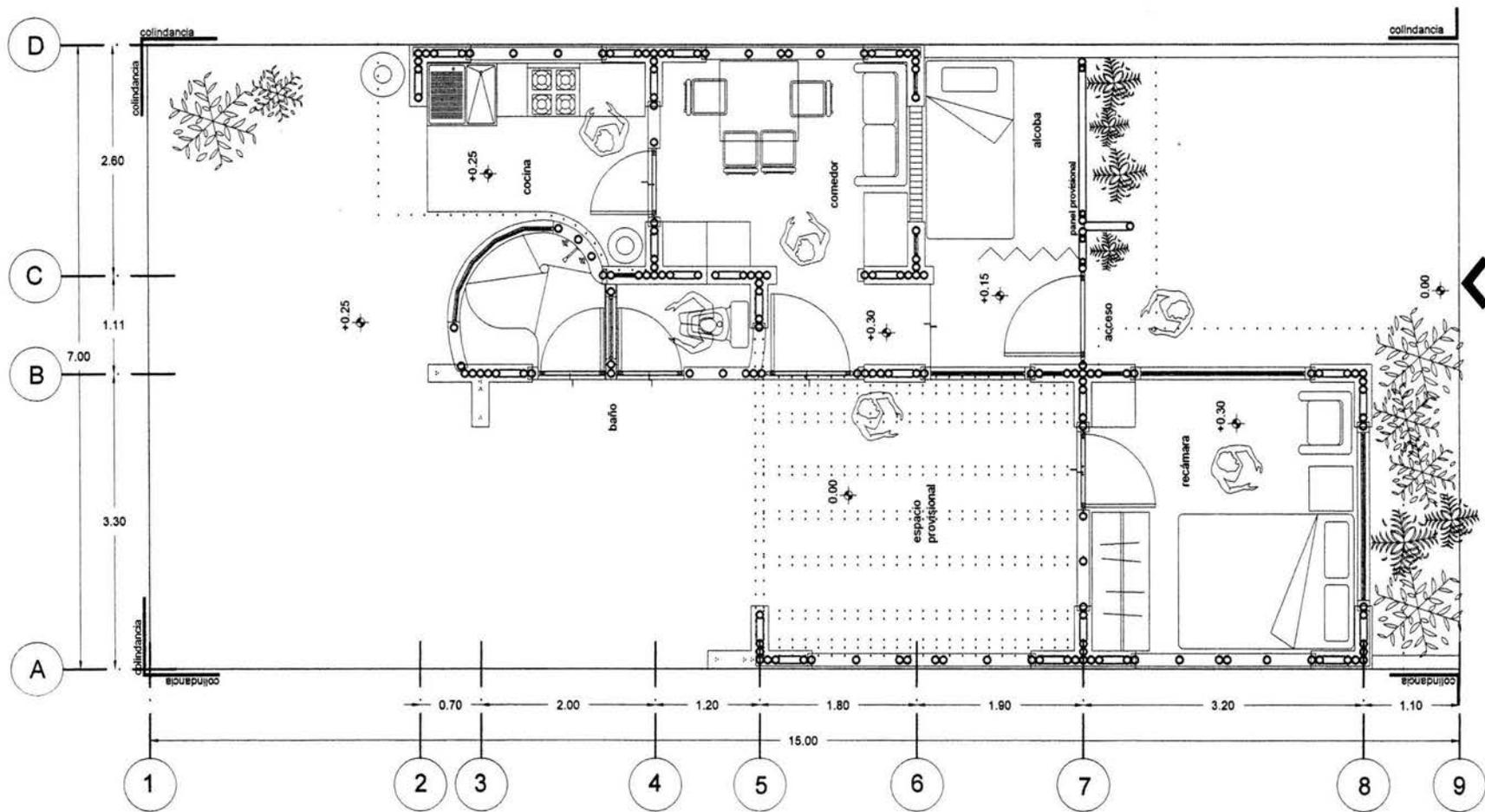
Las cajas de conexión para apagadores y contactos se colocarán exclusivamente en los paneles ya que es la única estructura de la vivienda que lleva un acabado final por lo que permite empotrar las cajas, donde no se encuentra la estructura. La altura de los apagadores se ha establecido entre 1.20 y 1.35 m sobre el nivel del piso terminado. Mientras que la altura de las cajas de conexión está sujeta a las características de los locales, por lo que se considerarán tres alturas con respecto al nivel del piso terminado: en sala, comedor y recámaras, la altura de los contactos deberá ser entre 30 y 50 cm con respecto al nivel del piso terminado; en la cocina, baño y cuarto de lavado se dispondrá de dos alturas. En la cocina deberán colocarse contactos a la misma altura de los apagadores, así como entre 70 y 90 cm aproximadamente con respecto al nivel del piso terminado; en el baño y cuarto de lavado es recomendable instalar los contactos a la misma altura que los apagadores para evitar en lo posible la humedad en las cajas de conexión.

La instalación hidrosanitaria. Criterio

Las instalaciones hidráulicas utilizan tubo de cobre de ½" tanto para agua fría como para agua caliente, en el recorrido que va del tinaco a los muebles que requieren de agua: lavabo, regadera, excusado, lavadero y fregadero. Sin embargo, en el recorrido que va de la red general misma que surte a la cisterna y esta a su vez al tinaco, el tubo de cobre a utilizar será de ¾". La cisterna deberá tener una capacidad de 2 500 litros y el tinaco de 1100 litros, los cuales se recomiendan de plástico ya que evita la contaminación del agua, así como posibles fugas.

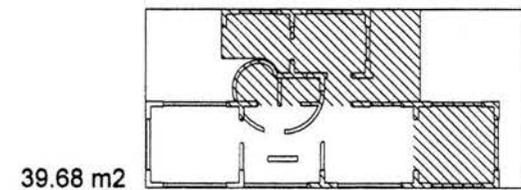
La vivienda al llevarse a cabo en dos etapas, en el caso de las instalaciones, necesita tener desde la primera etapa las preparaciones para las futuras conexiones. En planta baja, las preparaciones que se dejan son para conectar el lavabo, por lo que se dejan las salidas de agua fría y caliente cerradas; así como la preparación del tubo de ¾" que va de la cisterna al tinaco. En el caso de la planta alta, solo se tiene que continuar la tubería de agua caliente que sale del calentador, para abastecer el lavabo y regadera. El excusado se abastece de la tubería que sale del tinaco.

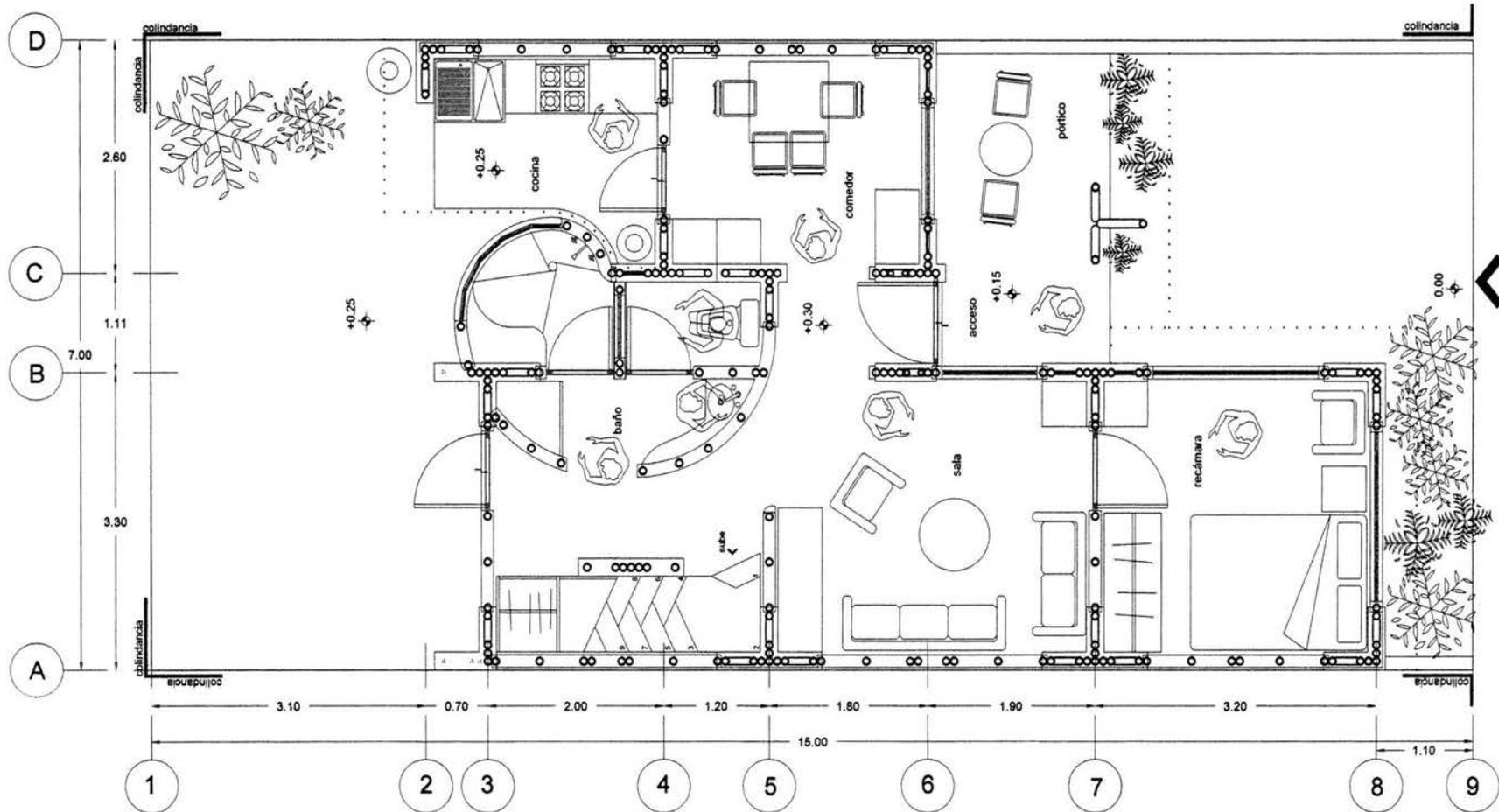
La instalación sanitaria utiliza tubería de PVC sanitario de 2" y 4" como se indica en planos. Se llevará a cabo en dos etapas, sin embargo, la red sanitaria principal deberá estar construida desde la primera etapa. El lavabo en planta baja y la tubería en planta alta se unen al sistema a partir de la segunda etapa. Las aguas del baño en planta baja y el lavadero se concentran en un registro ubicado en el patio trasero. Posteriormente se va a un segundo registro ubicado en el área de estacionamiento para desembocar a la red general. Con respecto a las aguas del fregadero, estas se conectan antes del segundo registro y se unen al desemboque hacia la red general. Las aguas del baño en planta alta y azotea bajan hacia el registro ubicado en el patio trasero.



Planta Baja 1a etapa

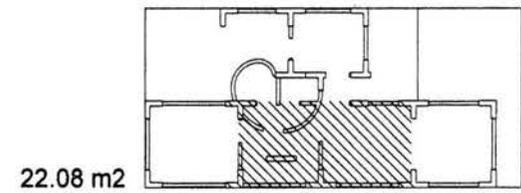
esc 1:75

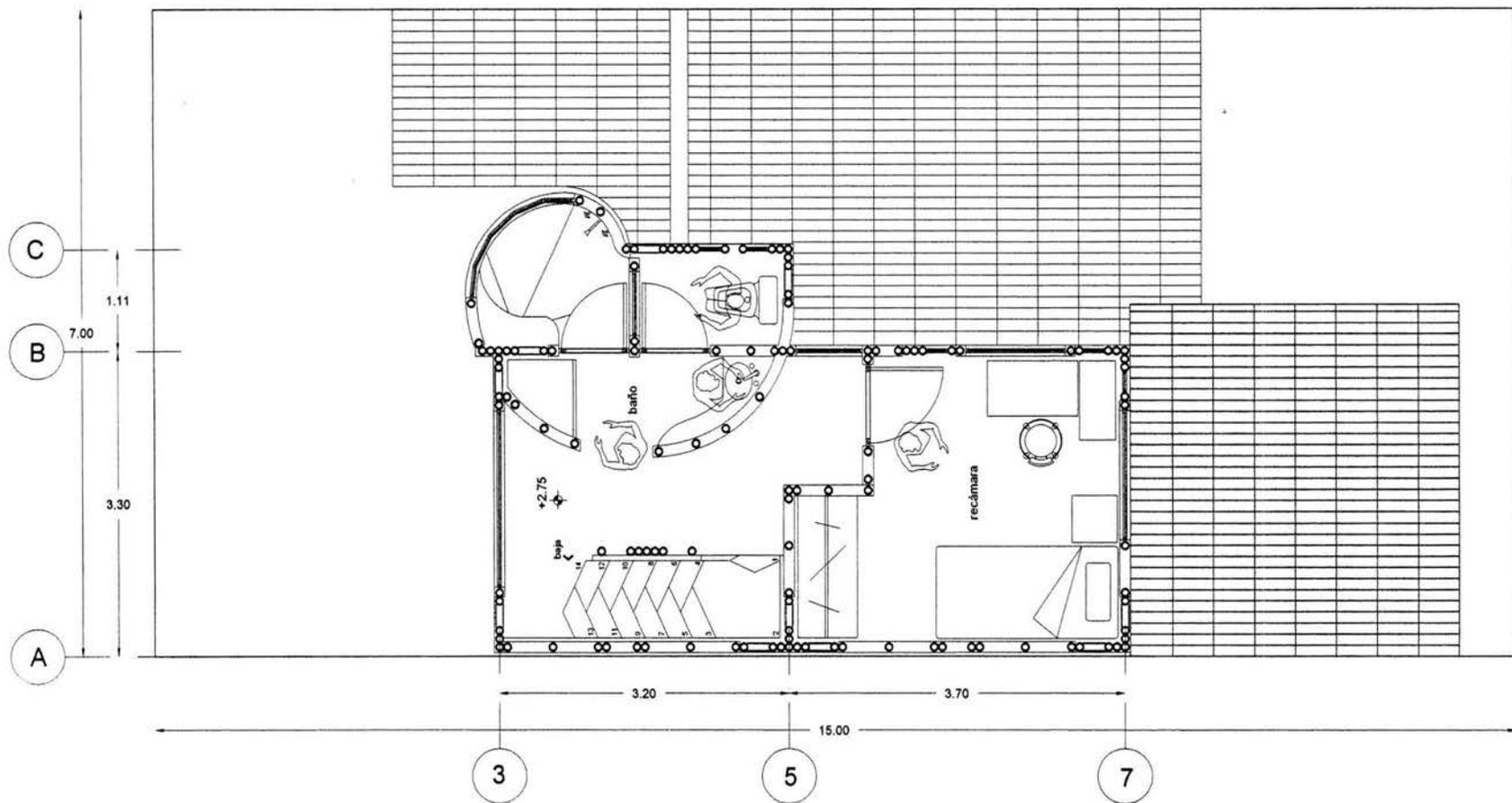




Planta Baja 2a etapa

esc 1:75

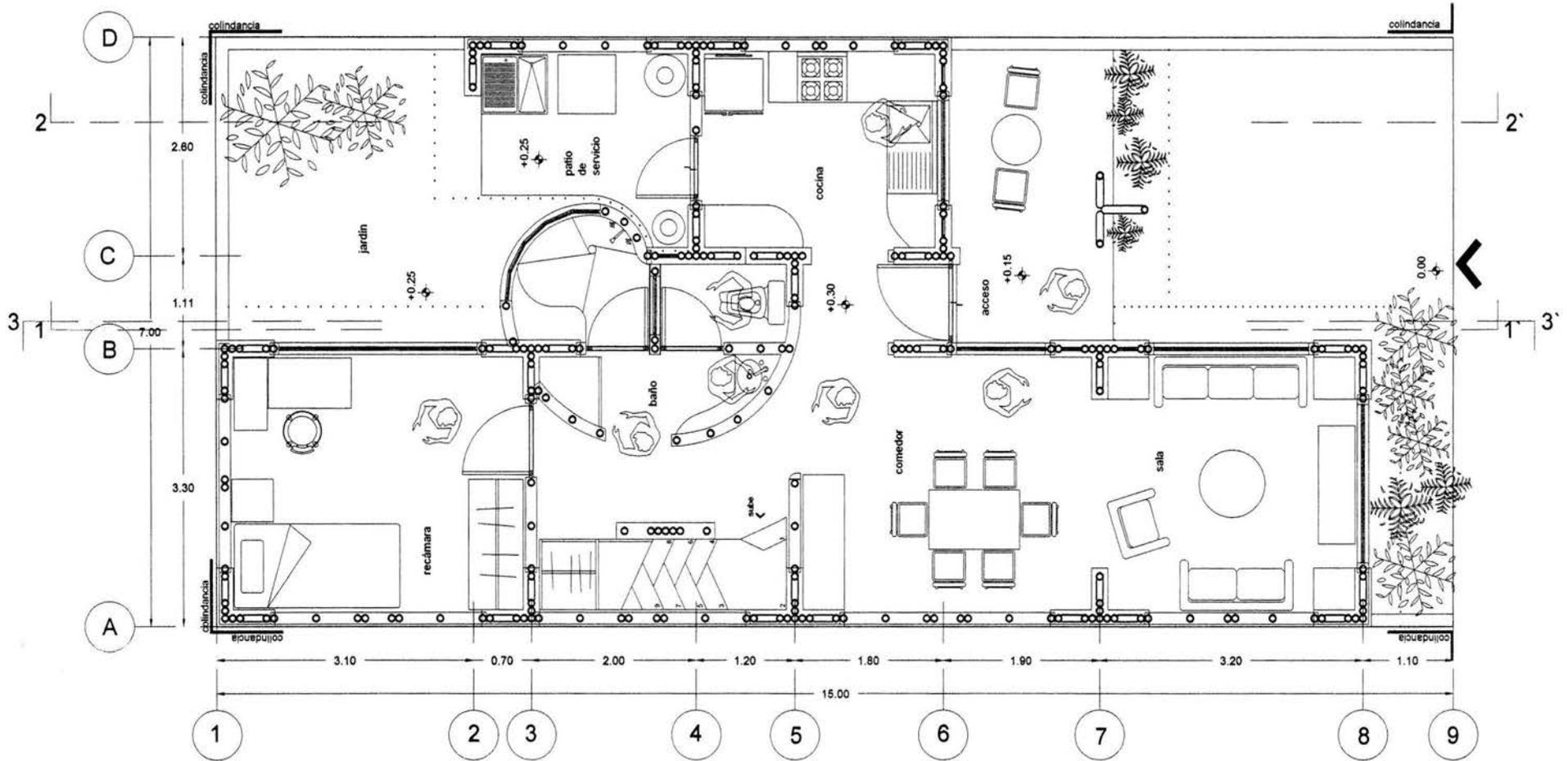




Planta Alta 2a etapa

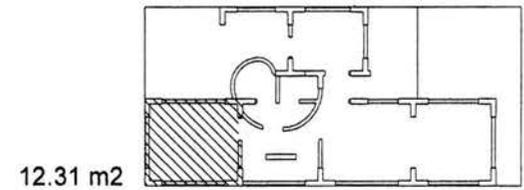
esc 1:75

27.92 m2

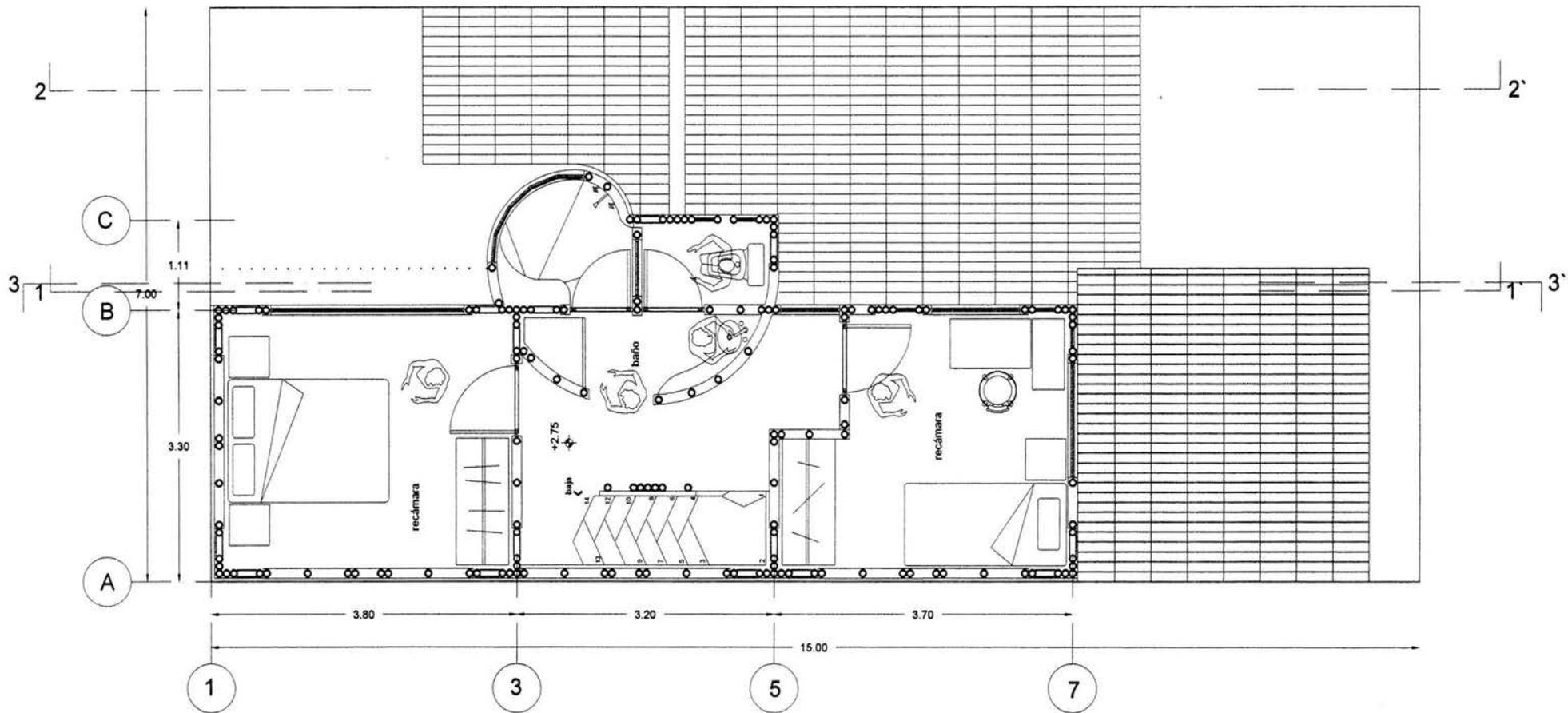


Planta Baja 3a etapa

esc 1:75

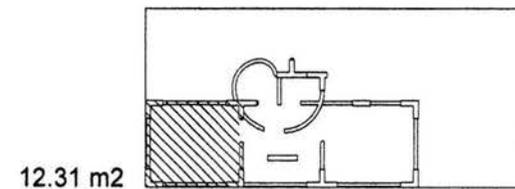


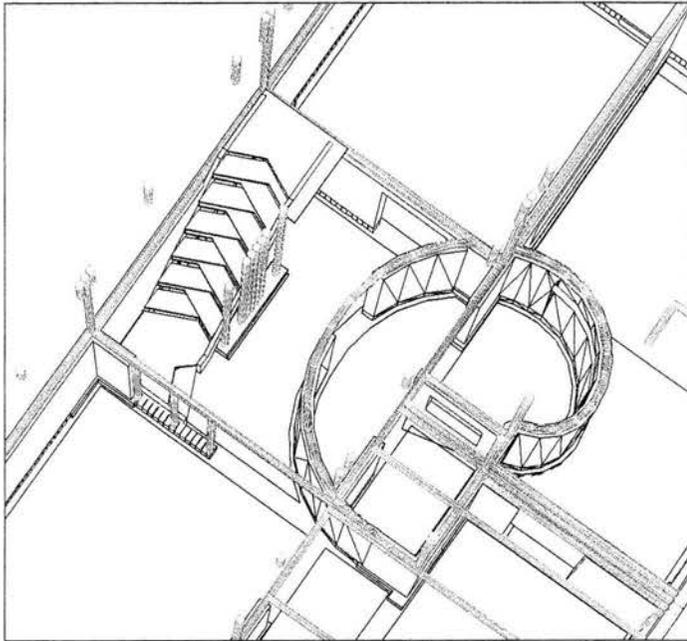
12.31 m2



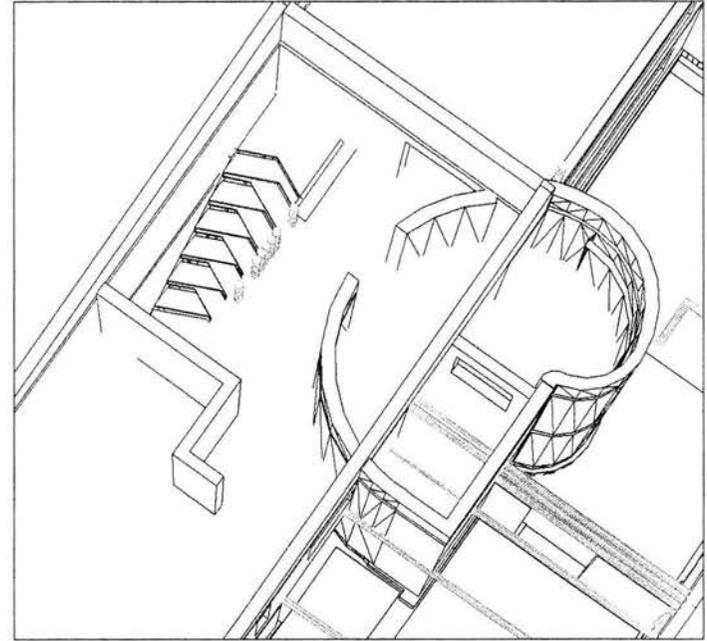
Planta Alta 3a etapa

esc 1:75

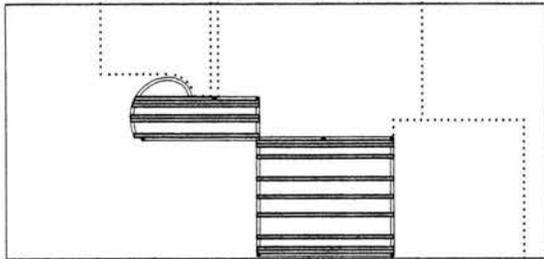




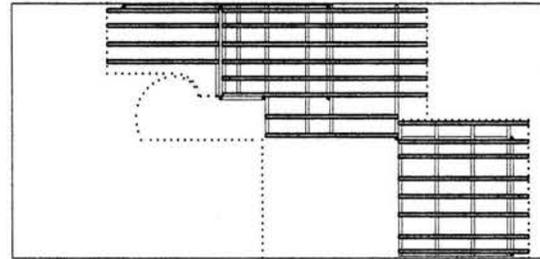
P.B 3a etapa
Vista interior



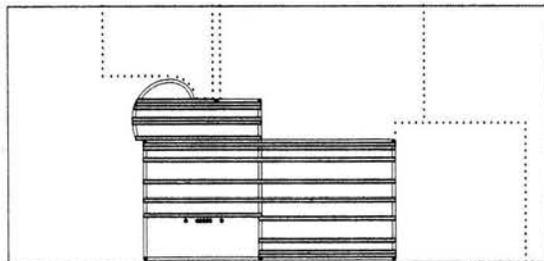
P.A 3a etapa
Vista interior



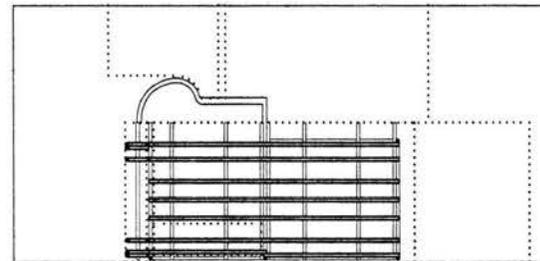
Estructura entrepiso
1a etapa



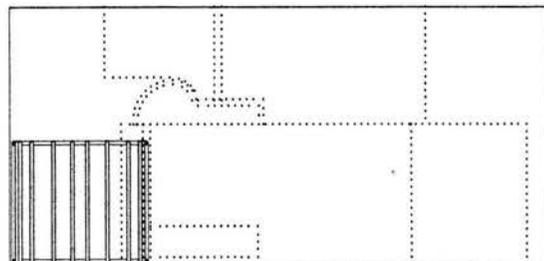
Estructura cubierta
1a etapa



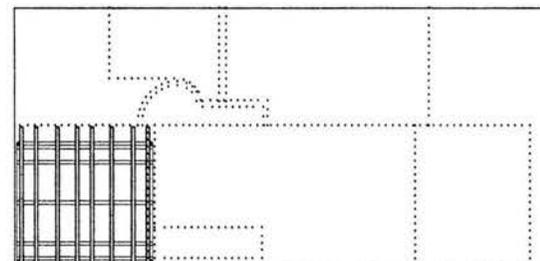
Estructura entrepiso
2a etapa



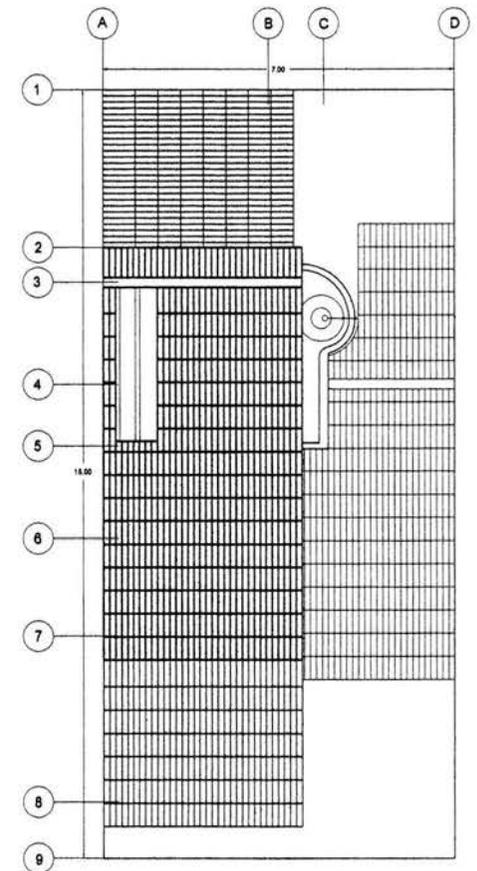
Estructura cubierta
2a etapa



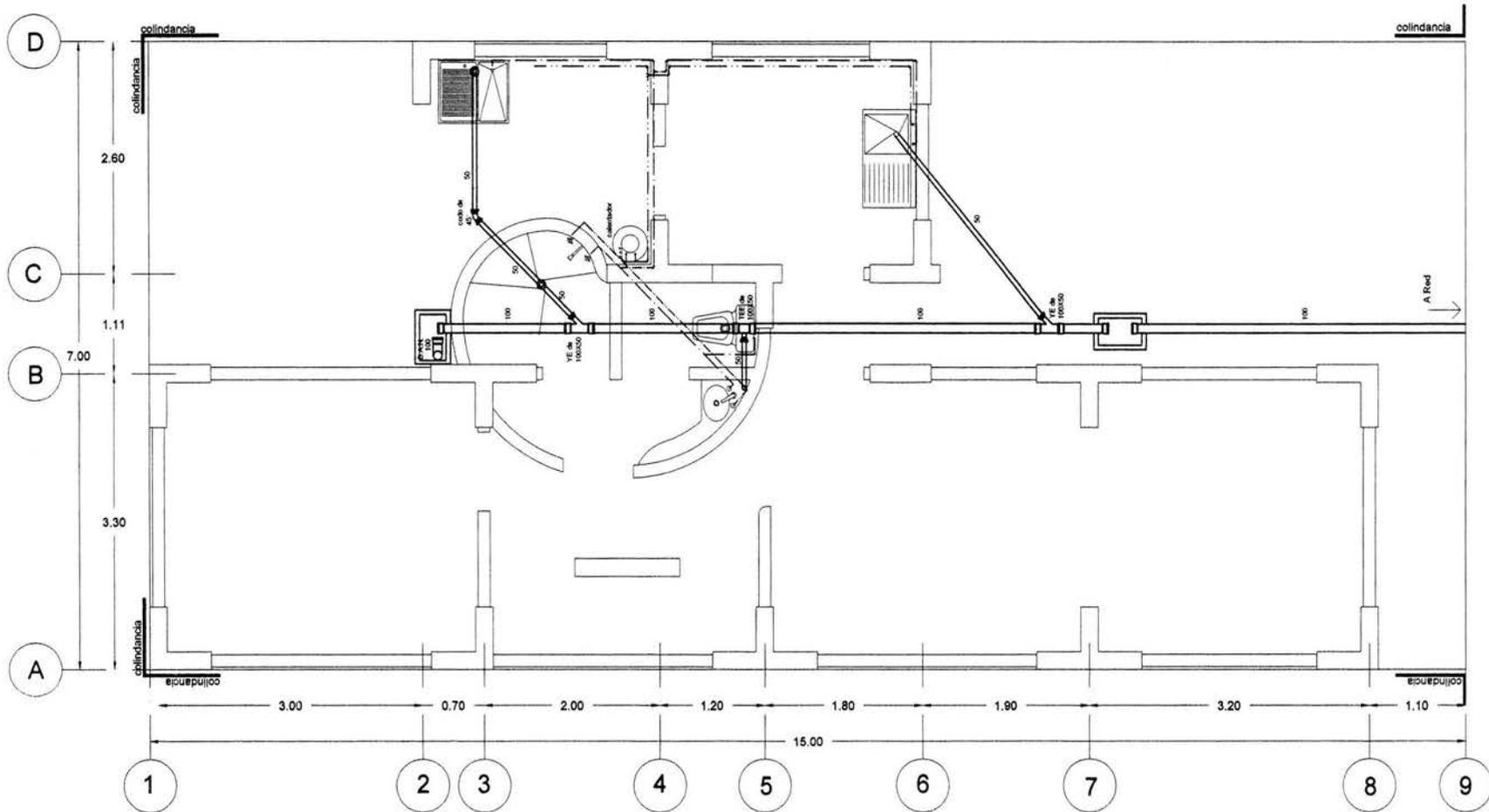
Estructura entrepiso
3a etapa



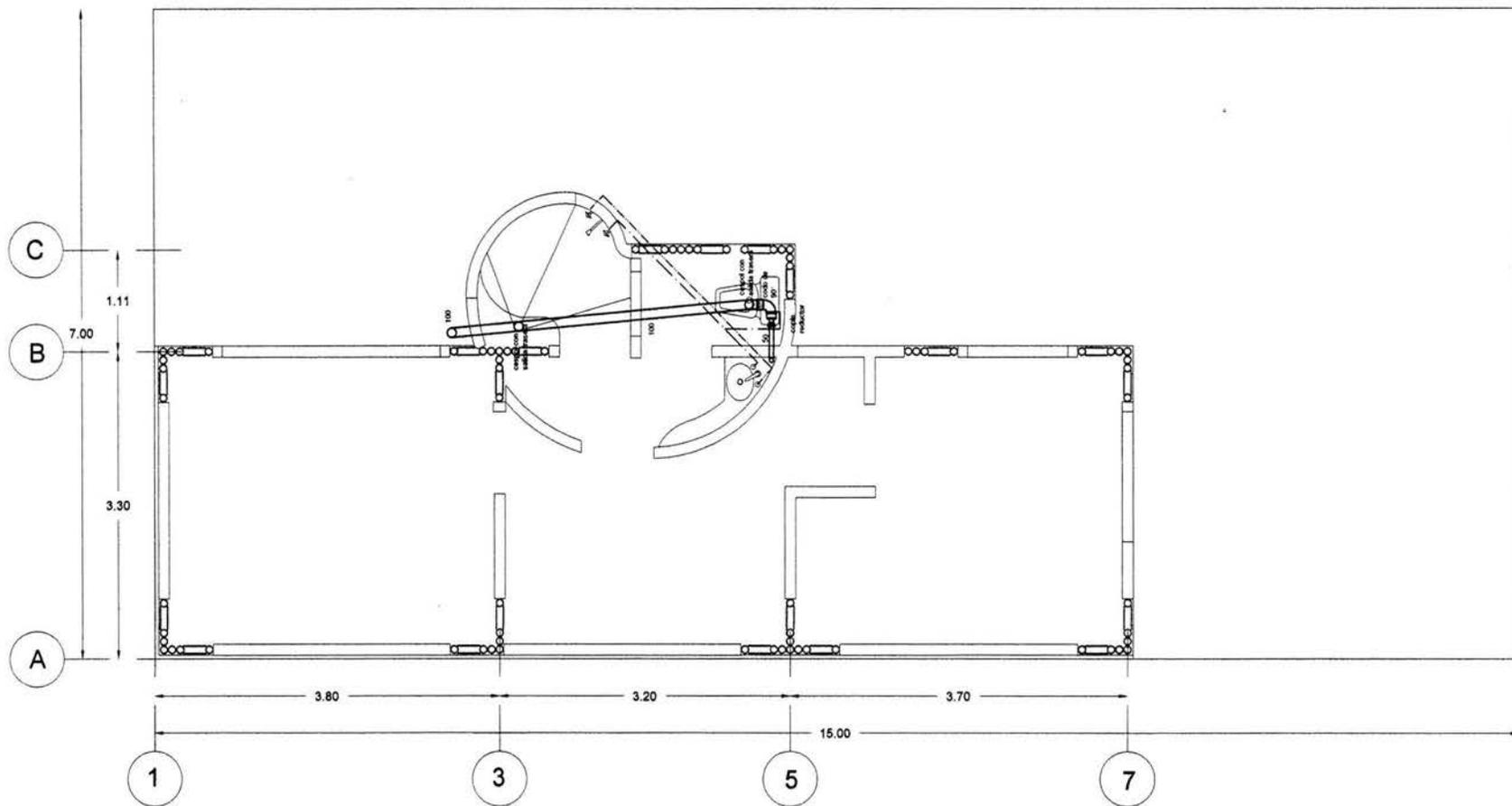
Estructura cubierta
3a etapa



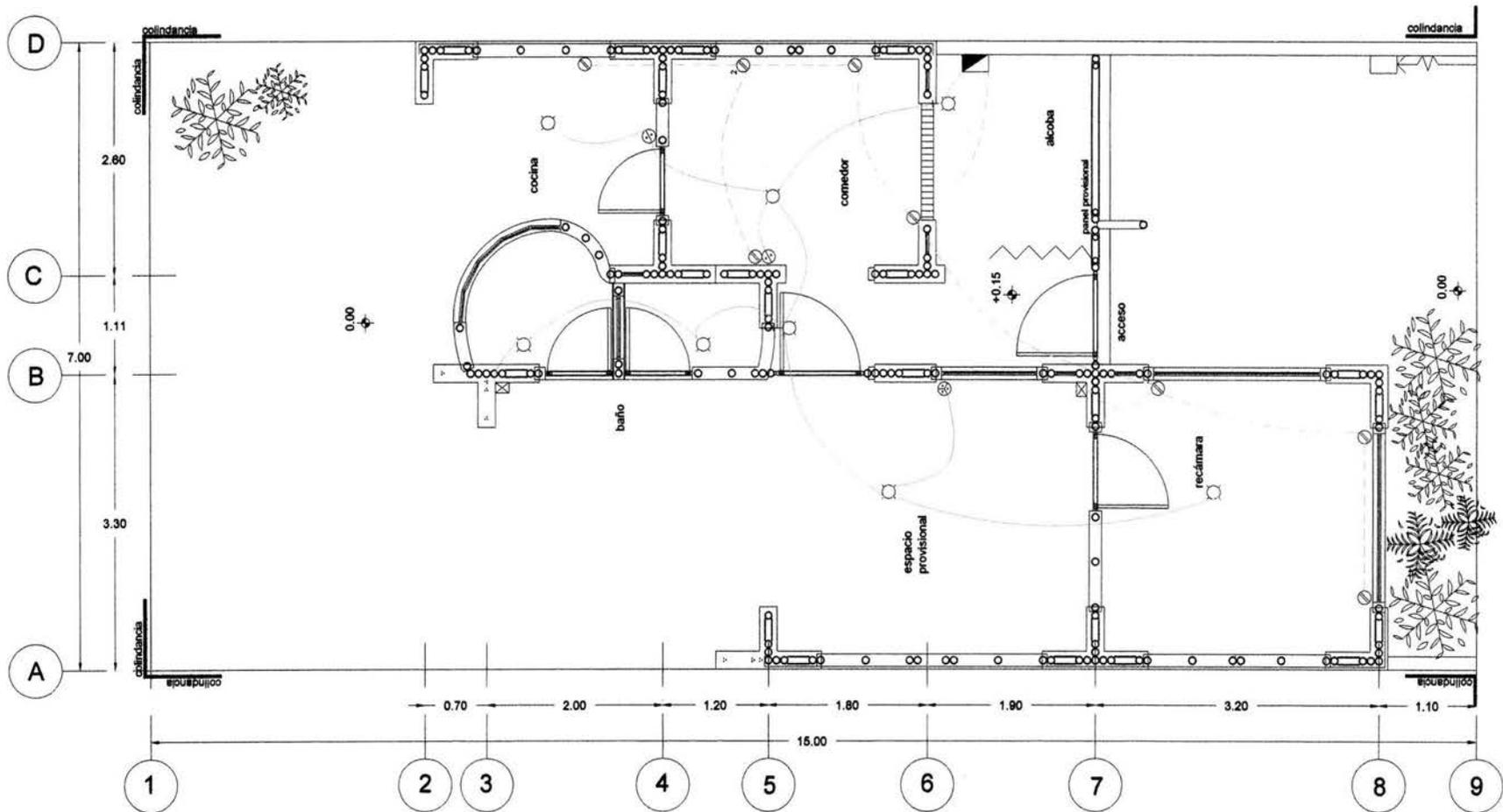
Planta de techos



Planta Baja
 Instalación Hidrosanitaria
 esc 1:75

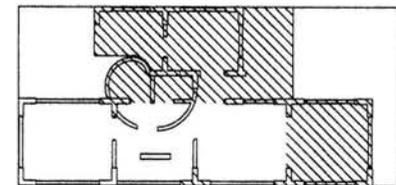


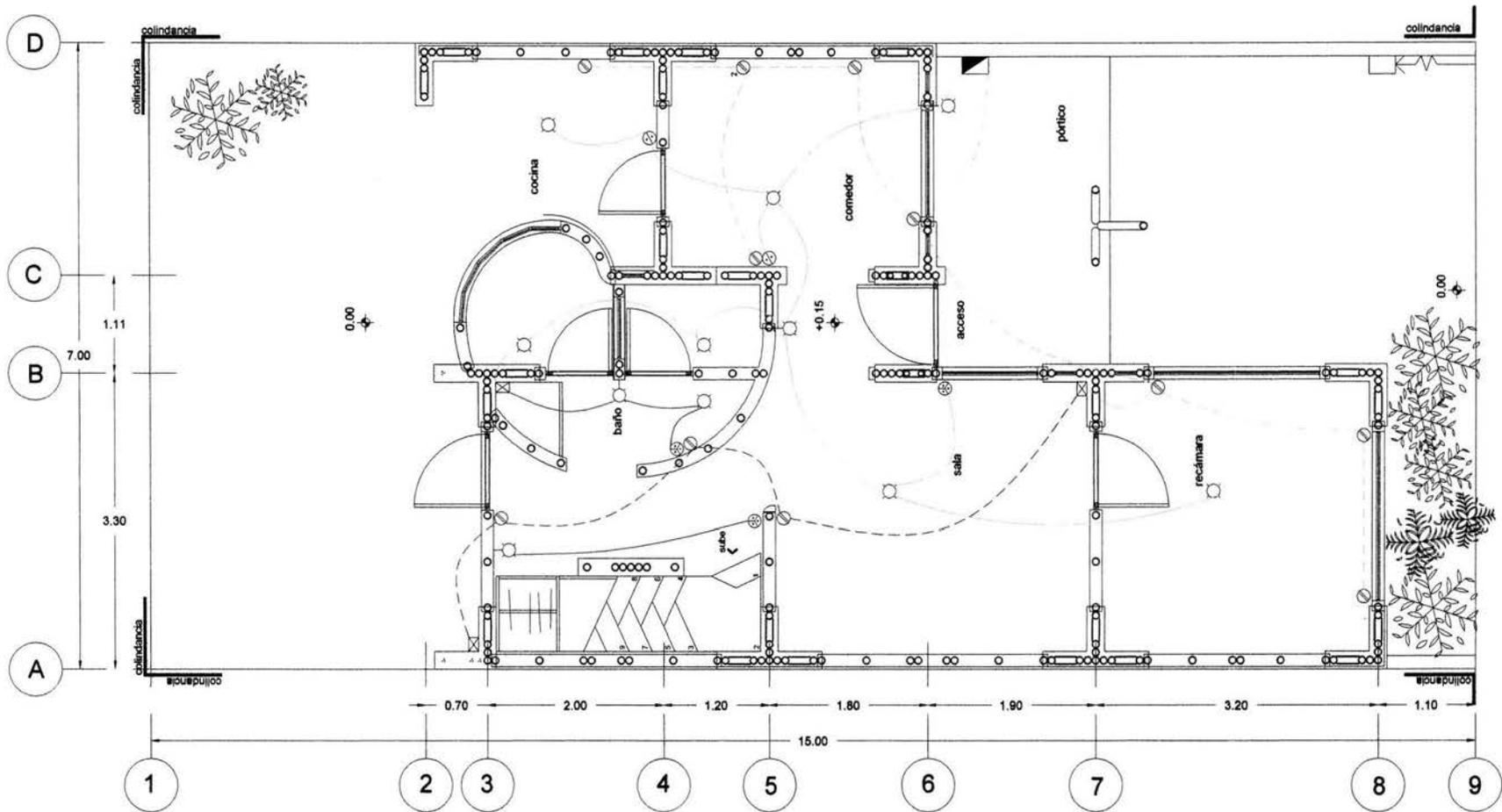
Planta Alta
 Instalación Hidrosanitaria
 esc 1:75



Planta Baja 1a etapa
 Instalación Eléctrica. Circuito 1
 esc 1:75

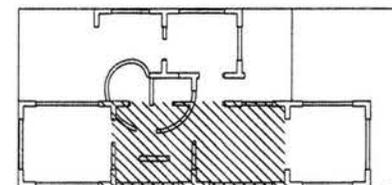
- | | |
|----------------------------------|---------------------------|
| ○ salida incandescente de centro | ▬ tablero |
| ○ arbotante incandescente | ▭ medidor |
| ⊗ apagador de tres vías | — línea entubada por losa |
| ⊗ apagador sencillo | — línea entubada por piso |
| ⊗ contacto sencillo | ⚡ acometida |
| ⊗ 2 contactos sencillos | ⊠ registro |

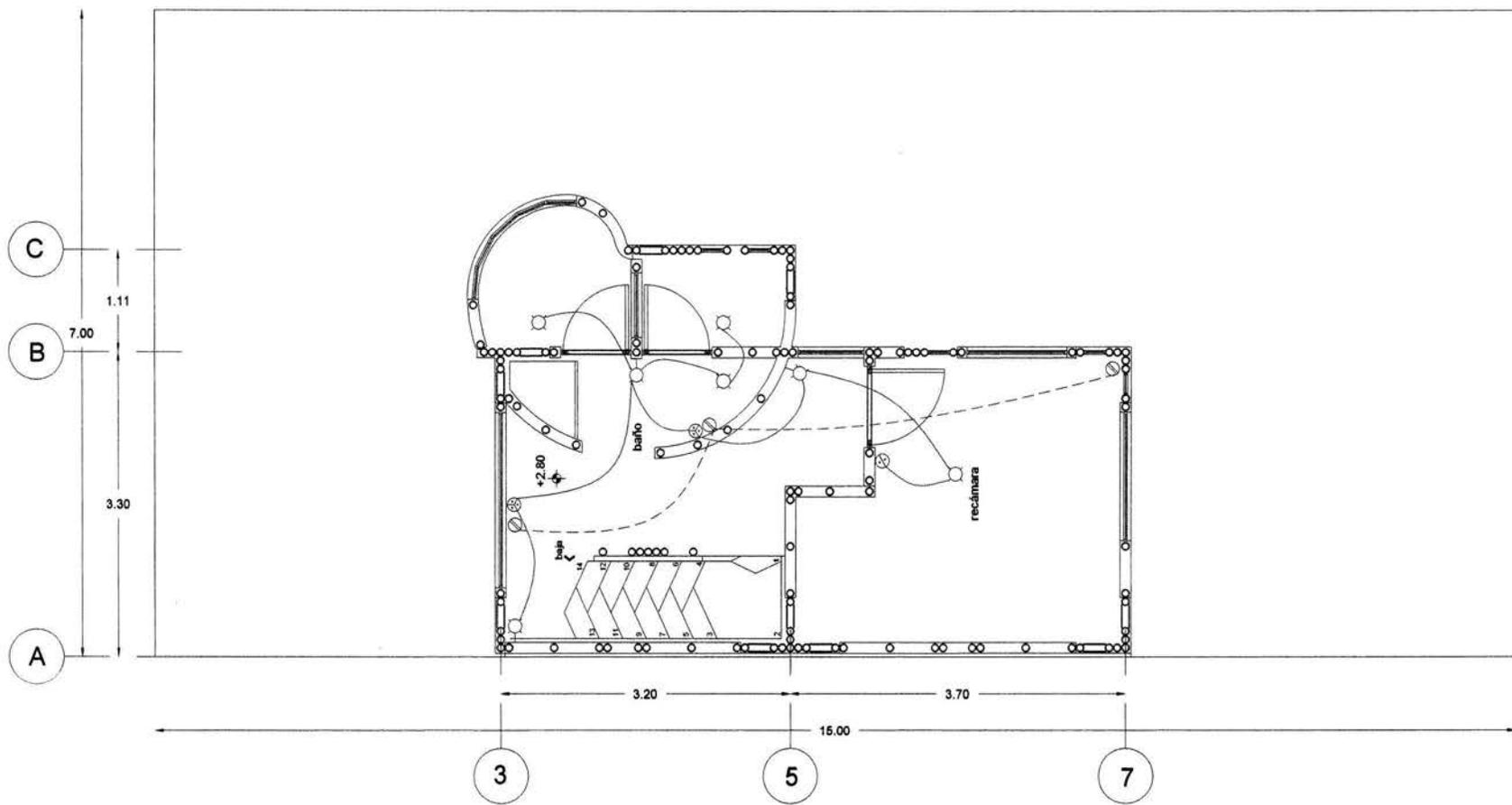




Planta Baja 2a etapa
 Instalación Eléctrica. Circuito 1 y 2
 esc 1:75

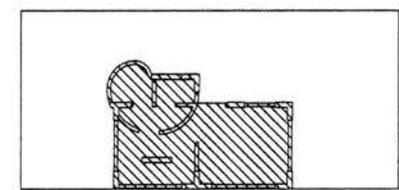
- | | |
|----------------------------------|---------------------------|
| ○ salida incandescente de centro | ■ tablero |
| ○ arbotante incandescente | ▭ medidor |
| ⊗ apagador de tres vías | — línea entubada por losa |
| ⊗ apagador sencillo | — línea entubada por piso |
| ⊗ contacto sencillo | ⚡ acometida |
| ⊗ 2 contactos sencillos | ⊠ registro |

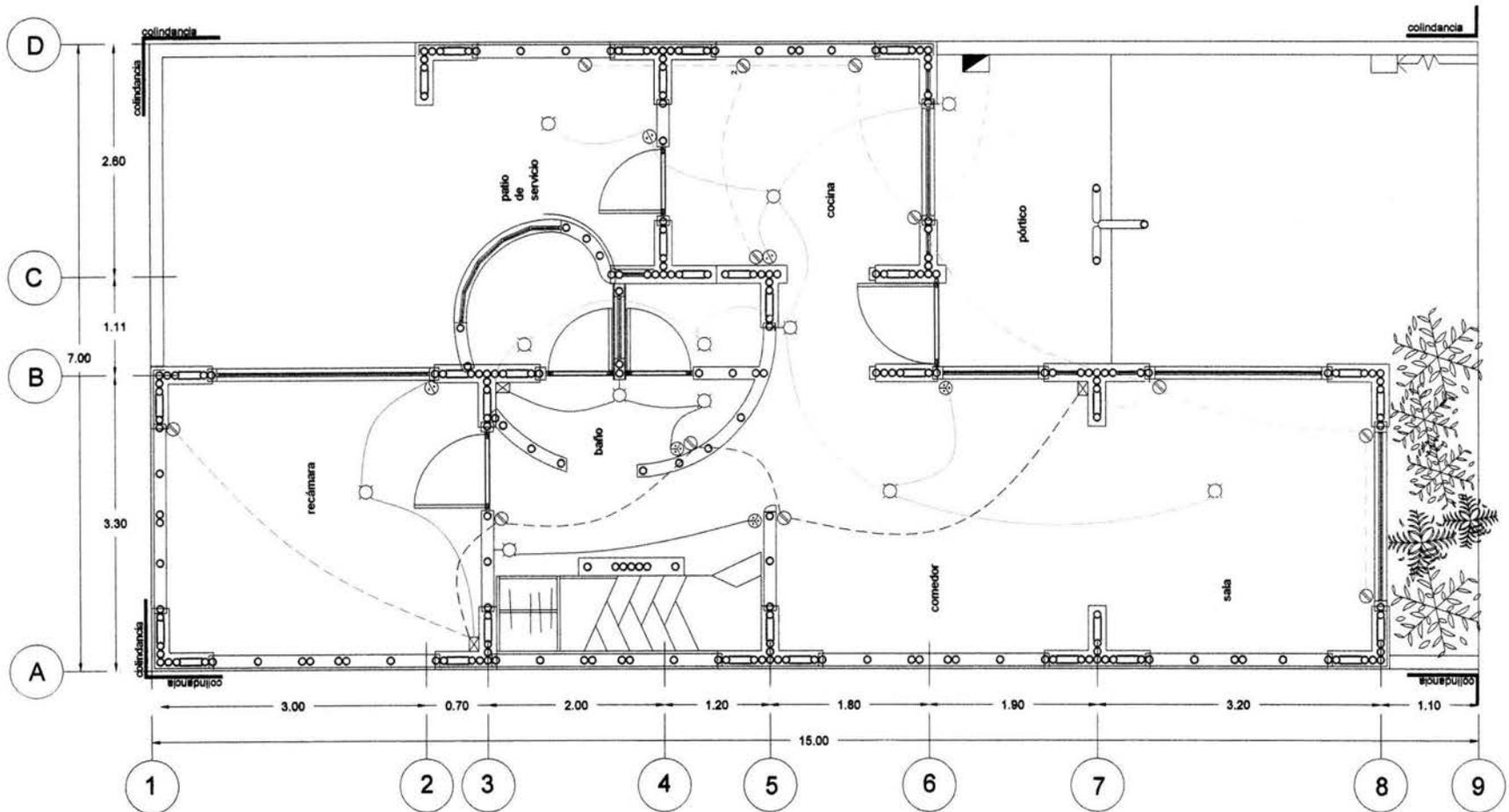




Planta Alta 2a etapa
 Instalación Eléctrica. Circuito 2
 esc 1:75

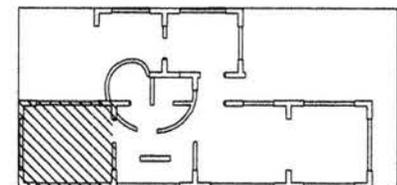
- | | |
|----------------------------------|---------------------------|
| ○ salida incandescente de centro | — línea entubada por losa |
| ○ arbotante incandescente | — línea entubada por piso |
| ⊗ apagador de tres vías | ⊗ registro |
| ⊗ apagador sencillo | |
| ⊗ contacto sencillo | |

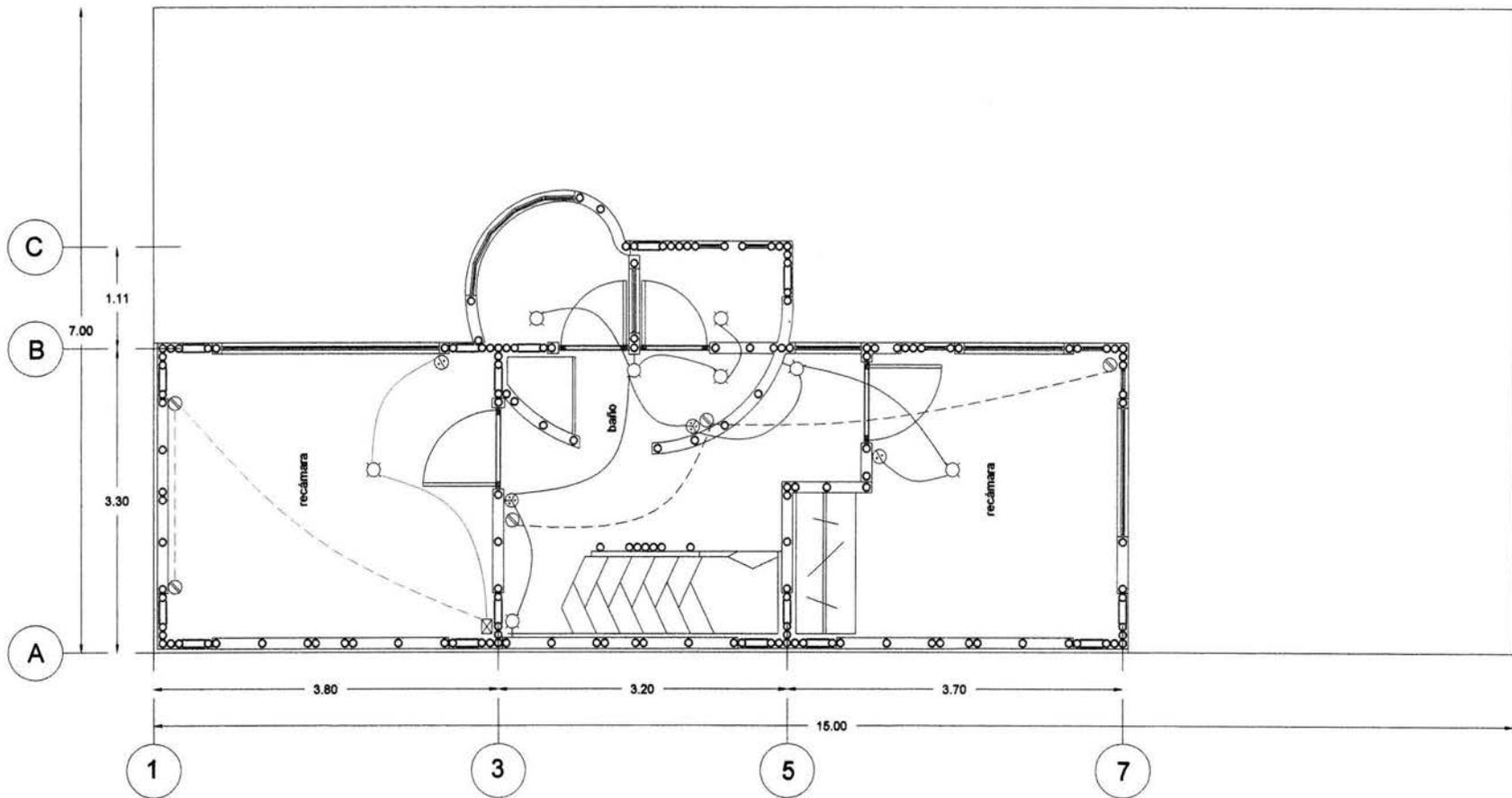




Planta Baja 3a etapa
 Instalación Eléctrica. Circuito 1, 2 y 3
 esc 1:75

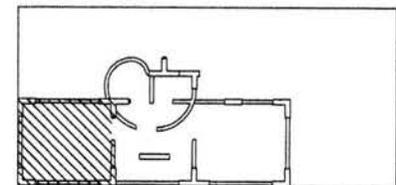
- | | |
|----------------------------------|---------------------------|
| ○ salida incandescente de centro | ▀ tablero |
| ⊕ arbotante incandescente | ⊞ medidor |
| ⊗ apagador de tres vías | — línea entubada por losa |
| ⊙ apagador sencillo | — línea entubada por piso |
| ⊖ contacto sencillo | ⚡ acometida |
| ⊗ 2 contactos sencillos | ⊞ registro |

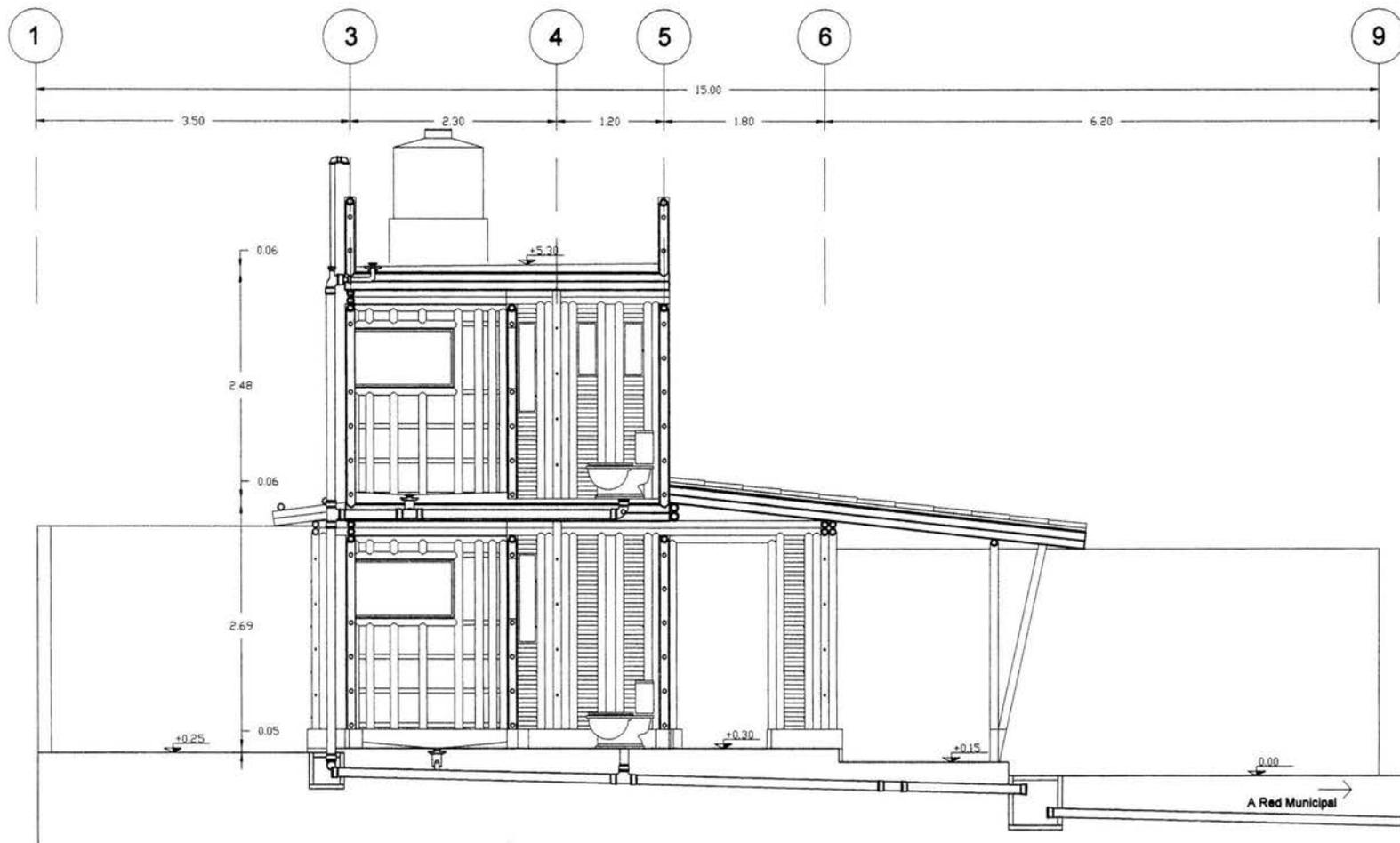




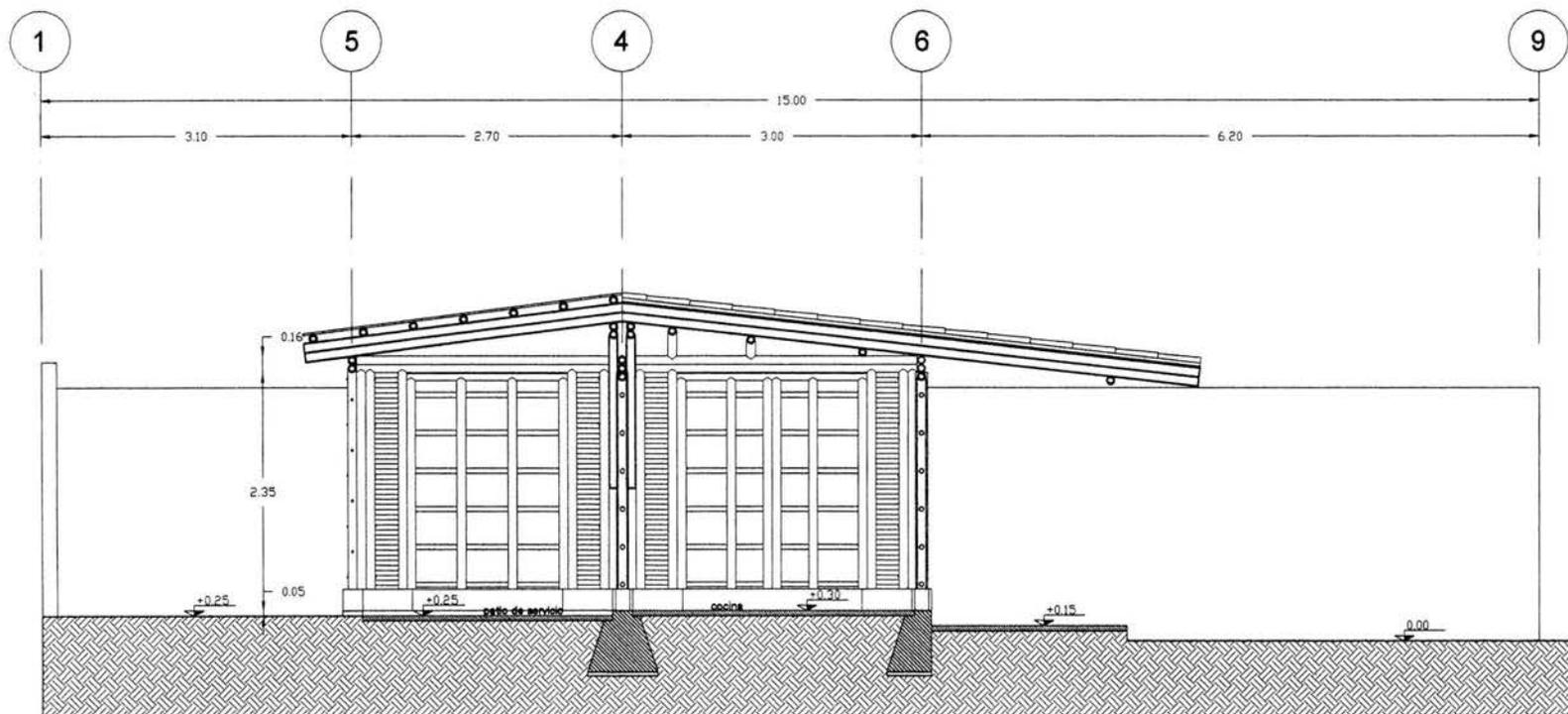
Planta Alta 3a etapa
 Instalación Eléctrica. Circuito 2 y 3
 esc 1:75

- | | |
|----------------------------------|---------------------------|
| ○ salida incandescente de centro | — línea entubada por losa |
| ⊖ arbotante incandescente | — línea entubada por piso |
| ⊗ apagador de tres vías | ⊠ registro |
| ⊙ apagador sencillo | |
| ⊚ contacto sencillo | |

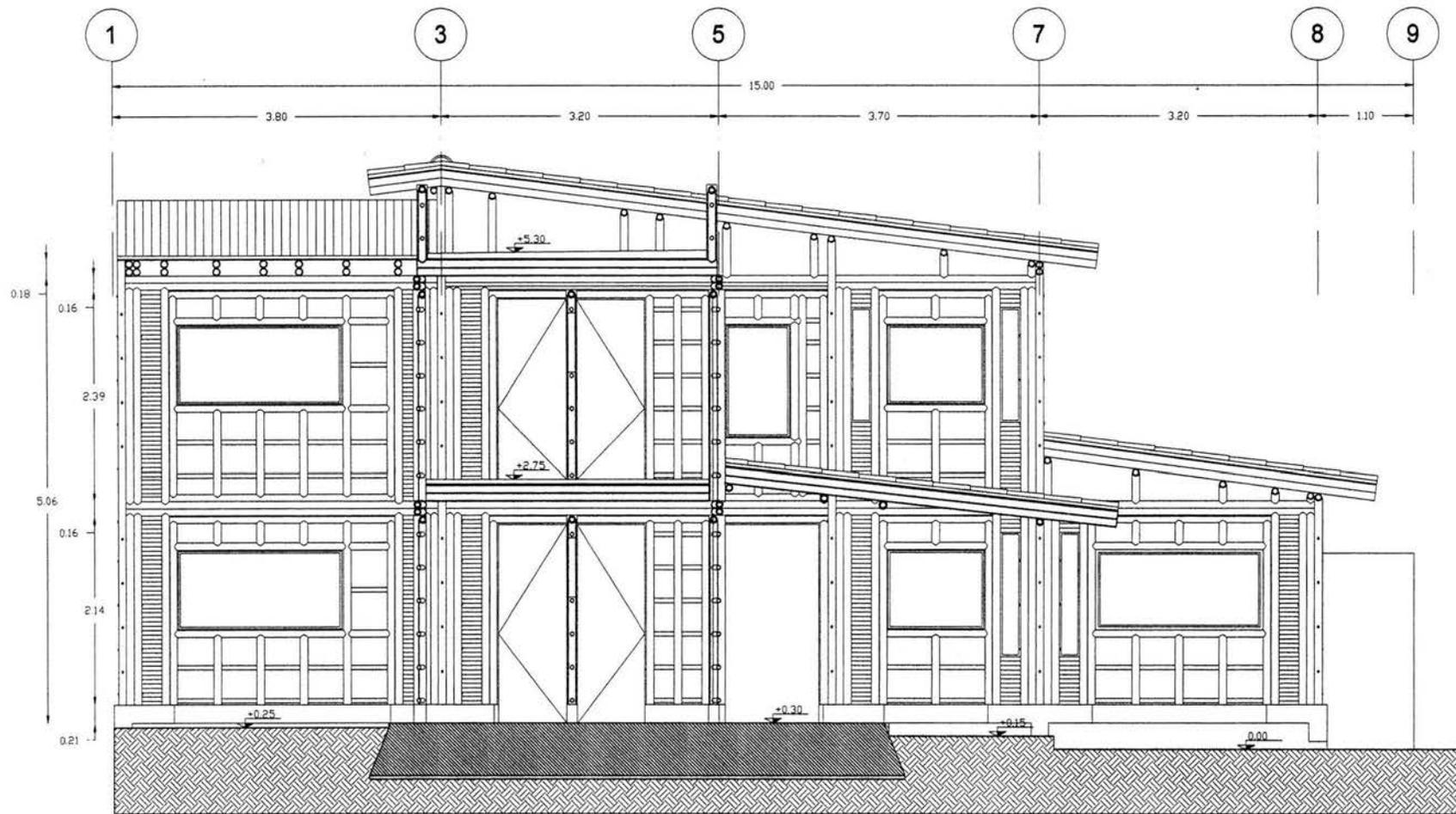




Corte 1-1'
 esc 1:75

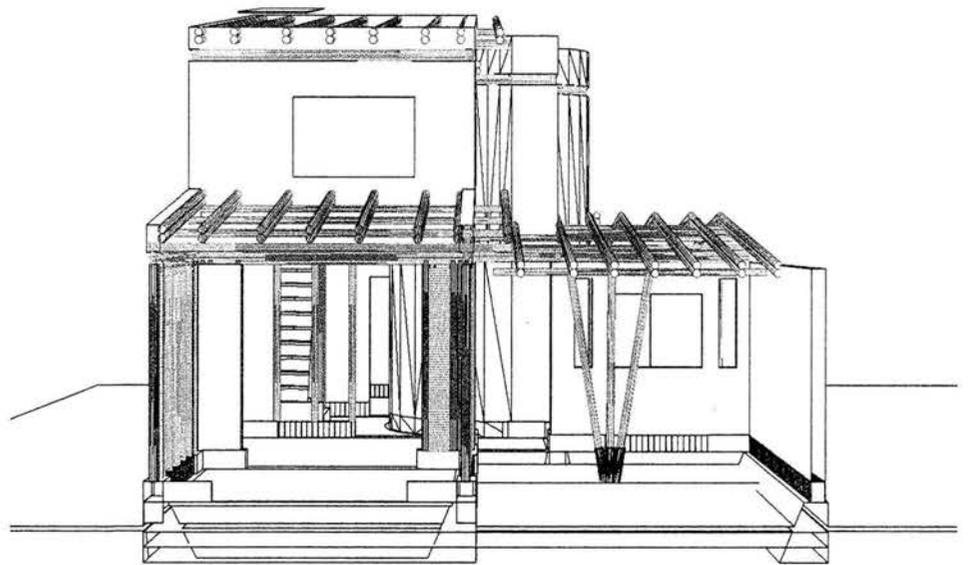
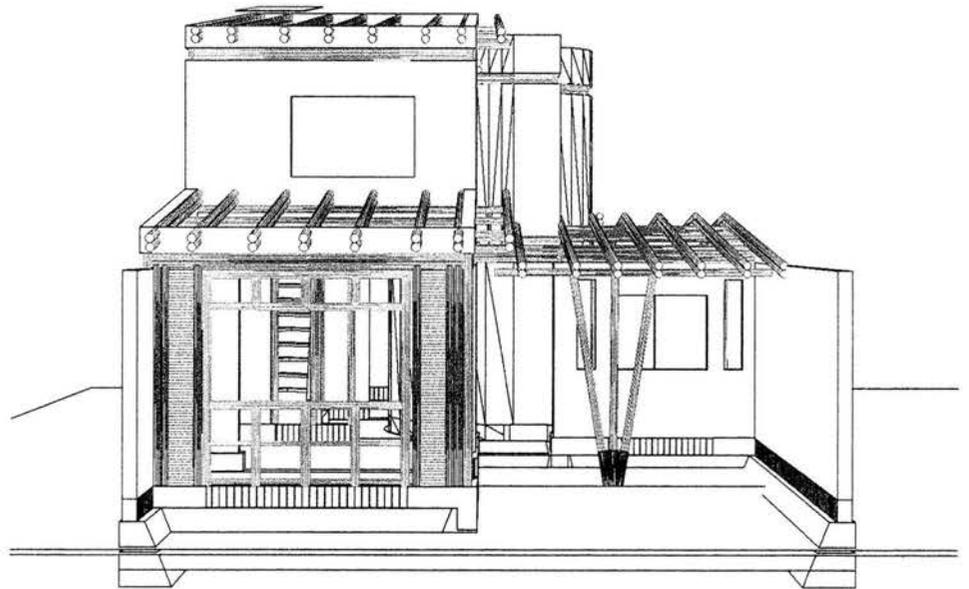
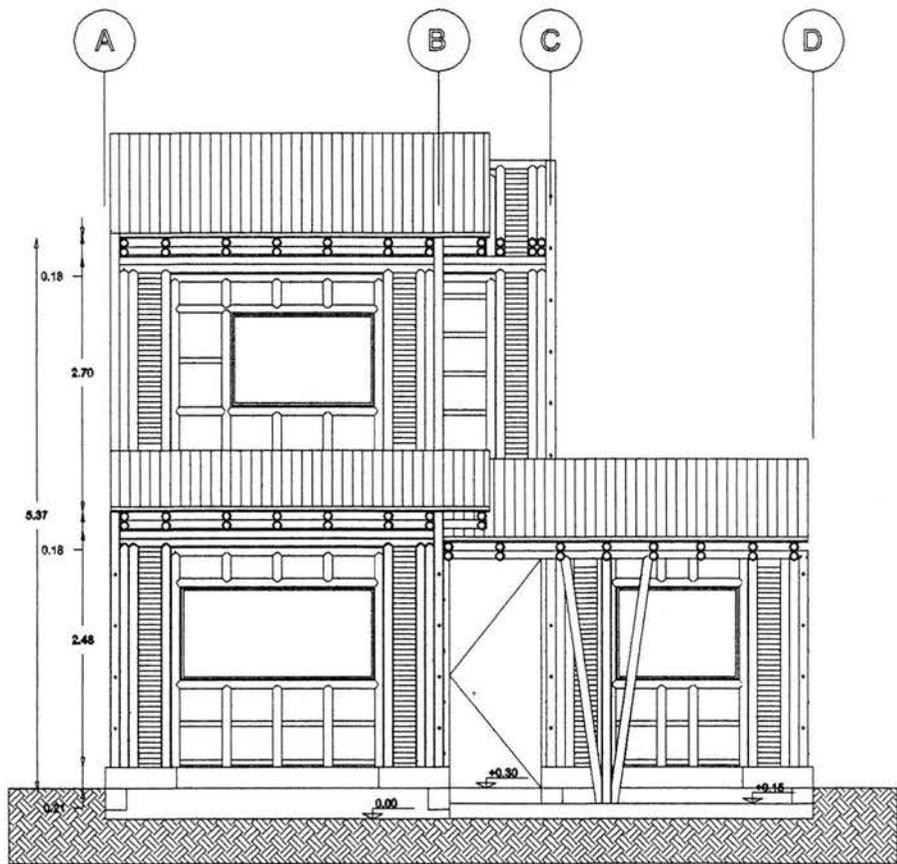


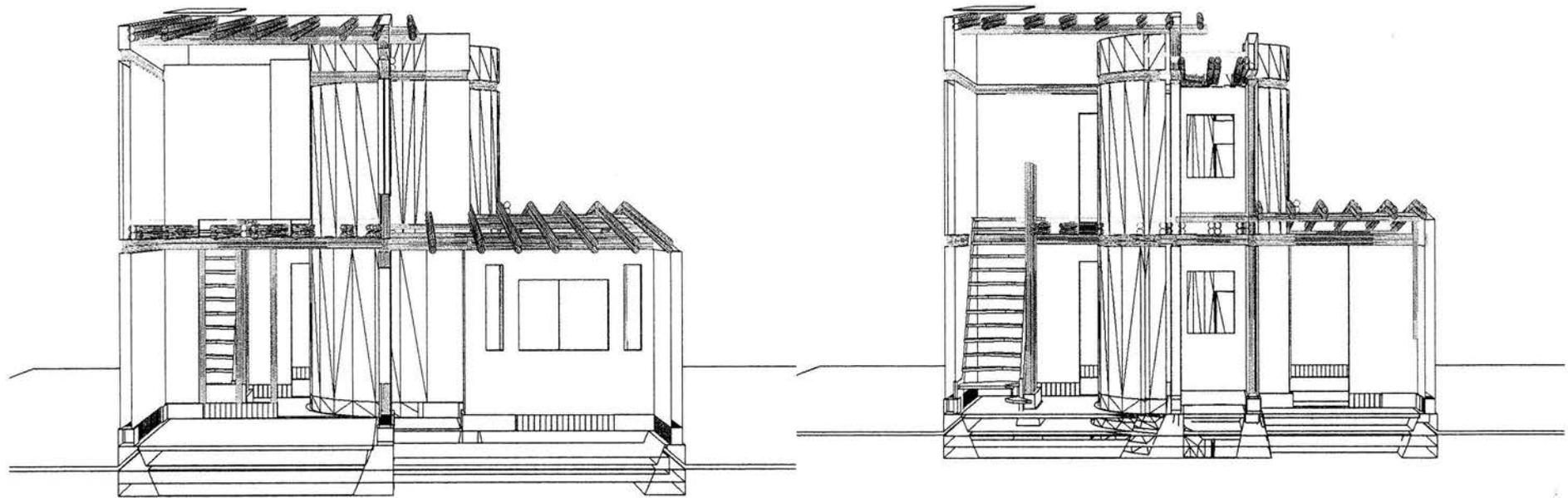
Corte 2-2'
 esc 1:75

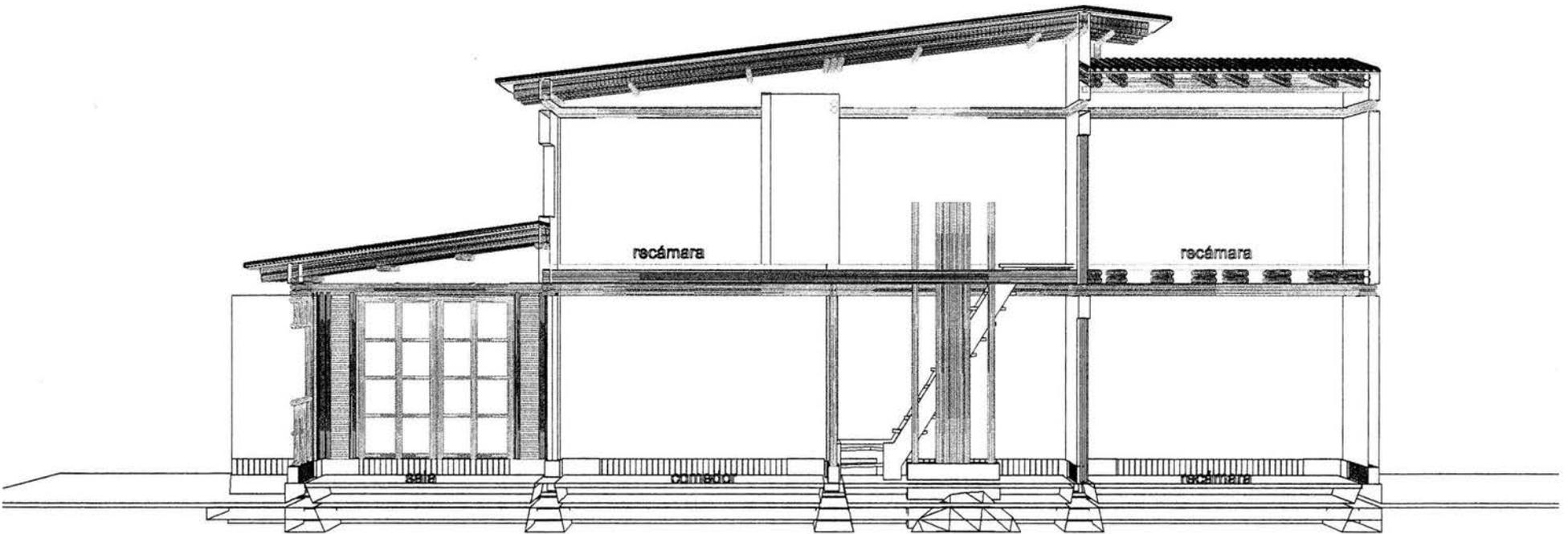


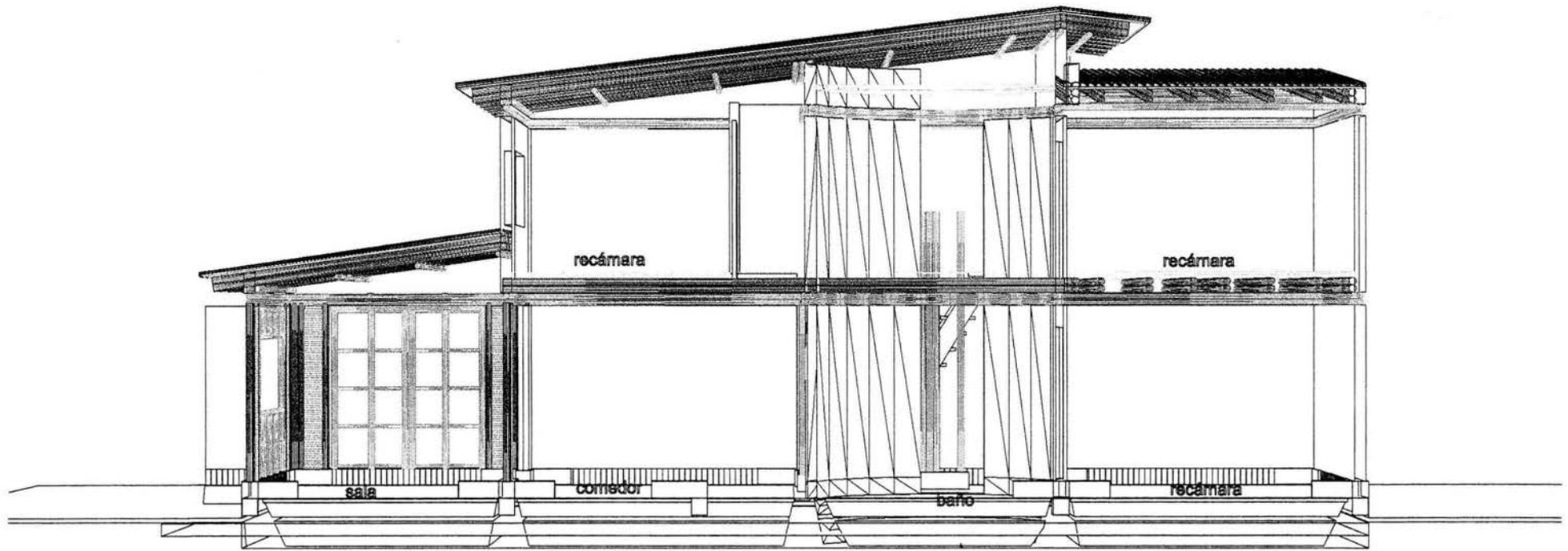
Corte 3-3'

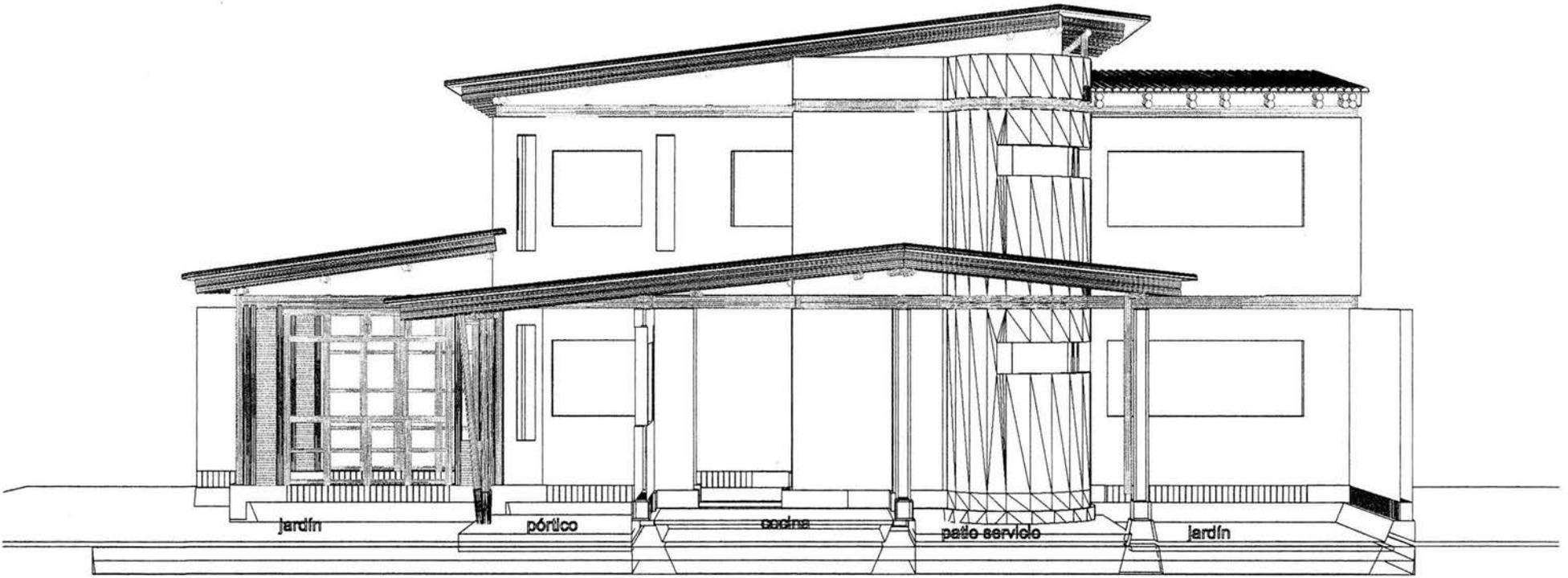
esc 1:75











COMENTARIOS FINALES

El presente estudio se centró principalmente en una de las formas de hacer vivienda, la progresividad, y en la búsqueda de una tecnología apropiada y apropiable, basada en un recurso sostenible: el bambú. A partir del estudio de la ciudad de Xalapa, que como muchas otras enfrenta un acelerado crecimiento, con un centro histórico construido durante la época colonial y refuncionalizado por las nuevas necesidades creadas a partir del desarrollo económico, que da la pauta a la saturación de las áreas centrales y la expansión de la ciudad.

El abordar los temas de la vivienda progresiva y la tecnología del bambú e integrarlos, me enfrentó a caminos desconocidos, mismos que nacen y se bifurcan a partir de la experiencia con la organización UCISV-VER y CENVI. Experiencia que me confrontó en aquel entonces con una realidad ajena a mí: desde el funcionamiento de un programa de vivienda, las perspectivas de la gente con respecto a su vivienda y su colonia, las soluciones de la gente, de la organización y del mercado formal frente a la escasez de recursos, así como el desarrollo de la vivienda y de una comunidad en el tiempo. Asimismo, me permitió un primer acercamiento en la utilización del bambú en la construcción, en un intento por introducir la tecnología del bambú a un programa de vivienda y conocer su aplicación en la construcción.

Por la magnitud del reto y su complejidad, el proceso de aprendizaje constructivo con la tecnología del bambú y cómo diseñar en función del material, aspectos que van de la mano, se llevaron a cabo varias pruebas de cortes, uniones y de una sección del módulo espacial base (L) para observar su comportamiento y viabilidad, enfrentándome a dudas y soluciones, principalmente en cuanto al corte del bambú, las uniones pernadas y los ensambles, por lo que fue imperioso, a través de la experimentación, palpar las dificultades y la nobleza del material.

En este proceso de aprendizaje fue muy importante preguntar y cuestionar. En cada paso y en cada corte siempre hubo un por qué, el cual me llevó a la construcción del módulo espacial base, pues me permitió comprobar y analizar de manera concreta la parte teórica descrita en la investigación.

Uno de los retos constructivos fue el poder transmitir y traducir este conocimiento al maestro Luis, artesano en la construcción de muebles con bambú, quién construyó el marco estructural y los paneles. Sin embargo, él nunca había realizado un trabajo de esta naturaleza, por lo que fue una gran experiencia para ambos, comprobando que cualquier persona puede realizar este trabajo con un corto periodo de capacitación. Cabe mencionar que casi toda la estructura se realizó fuera del sitio por lo que muchas de las piezas se elaboraron por separado: las secciones en L, los cerramientos y los paneles, lo que puso a prueba la viabilidad de la construcción al momento del armado en el sitio. Asimismo, el bambú mostró ser un material con el que se puede trabajar de manera modular y prefabricar sus piezas, por lo que el armado se llevó a cabo de manera satisfactoria, con dos o tres centímetros de ajuste entre dos de los paneles y el marco debido a las condiciones físicas del bambú, ya que no es un elemento totalmente recto. Dicho desajuste se puede prever construyendo primero el marco estructural y posteriormente los paneles para hacer los ajustes pertinentes antes de la construcción de los mismos, pese a ello, el módulo espacial base cumplió con las expectativas esperadas y es una solución viable para la vivienda a bajo costo.

Por otra parte, es importante apuntar que la poca experiencia sobre la aplicación del bambú en la arquitectura en México como principal elemento constructivo, hace difícil su introducción y aceptación, sin embargo, como hemos señalado anteriormente, basándonos en experiencias ya comprobadas en varios países de Latinoamérica, la introducción del material a través de programas de vivienda en las regiones donde exista recurso natural debería de ser ya una propuesta viable.

Para que esto se de, hace falta la definición de una política gubernamental orientada a promover la investigación y desarrollo de este tipo de construcción, la capacitación de mano de obra, así como programas de financiamiento. Asimismo, apoyar la participación de la población para lograr que se apropie del material y su tecnología constructiva. Para ello, se hace imperiosa la construcción de modelos, de tal manera que permitan su difusión y generalización. El uso intenso del bambú debe presentarse como una alternativa ante materiales más costosos y tal vez en el futuro su utilización sea en forma masiva, como producto renovable, como fuente de trabajo y de reemplazo de madera de árboles.



GLOSARIO

- Anfipodial. Tipo de rizoma.
- Andosoles húmicos y mólicos. Suelos derivados de cenizas volcánicas, muy ligeros, con alta capacidad de retención de agua y muy susceptibles a la erosión.
- Bambú. Planta perteneciente a la familia de las gramíneas.
- Cañuto. En el bambú, parte entre nudo y nudo.
- Culmo. Eje aéreo segmentado que emerge de un rizoma. Usado con referencia al bambú.
- Edafológica. Capa de suelo.
- Entrenudo. Sección hueca del culmo que siempre está entre dos nudos.
- Guadua. Especie gramínea exclusiva de América.
- Hojas caulinares. Son hojas de color marrón que protegen al culmo y a sus yemas durante su crecimiento inicial.
- Lata de bambú (esterilla). Bambú cortado en tablillas con un cortador radial, del cual dependerá el espesor de las mismas.
- Leptomorfo. Tipo de rizoma.
- Luvisoles crómicos. Suelos de color pardo a rojo con un alto contenido de arcilla, de textura muy fina y con alta capacidad de retención de agua.
- Nudo. Tabique sólido que separa a cada uno de los entrenudos.
- Paquimorfo. Tipo de rizoma.
- Presión osmótica. Mínima presión necesaria para impedir el paso de las moléculas del disolvente puro hacia una disolución a través de una membrana semipermeable.
- Rizoma. Tallo subterráneo horizontal que constituye el sistema de soporte del bambú.
- Vertisoles crómicos. Suelos pardo oscuro rojizo en húmedo, fino, arcilloso en un 48%, altamente adhesivo, de plasticidad fuerte y con exceso de humedad.
- Yema. Brote juvenil o embrionario de una planta. Las yemas encierran hojas, tallos o flores sin desarrollar y, en función de ello, se habla de yemas vegetativas o florales.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez Castilla, Enrique, *Comportamiento elasto-plástico de placas de concreto reforzadas con bambú*, Tesis de Maestría, UV, Mayo 2000.

Corporación de Investigación Tecnológica de Chile, *Bambú en Chile*, Universidad Austral de Chile, FONDEF, Santiago, 2003.

Entrevista grabada al Arq. Modesto Miranda
Asesor técnico en CENVI
15 abril 2002.

Entrevista grabada a la Biol. Cristina Almazán
Directora de UCISV-VER
23 abril 2002.

Entrevista grabada a la Biol. Cristina Almazán
Directora de UCISV-VER
30 agosto 2002.

Giraldo Herrera, Edgar y Sabogal Ospina, Aureliano, *Una Alternativa Sostenible. La Guadua. Técnicas de cultivo y manejo*, Corporación Autónoma Regional del Quindío. C. R. Q., Colombia, 1999.

Gobierno del Estado de Veracruz-Llave, Secretaria de Desarrollo Urbano. Unidad de Planeación, *Programa de Ordenamiento Urbano del Área Metropolitana Xalapa-Banderilla-Coatepec-Emiliano Zapata-San Andrés Tlalnelhuayocan*, Xalapa Enríquez, Ver., 1998.

González Lobo, Carlos, *Vivienda y Ciudad Posibles*, Tecnología para Vivienda de interés social, Colombia, 1998.

Guía para autoconstrucción utilizando Guadua como elemento principal, 3a edición, Cooperación Colombo Alemana.

Hernández Hernández, Agustín, *Análisis del Otate como material estructural*, Tesis de Maestría, UNAM, 1996.

Hidalgo López, Oscar, *Nuevas Técnicas de Construcción con bambú*, Estudios Técnicos Colombianos, Colombia, 1978.

Hidalgo López, Oscar, *Manual de construcción de bambú*, Estudios Técnicos Colombianos, Universidad Nacional de Colombia/CIBAM, Bogotá, Colombia, 1981.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, *Cuaderno estadístico municipal*, Xalapa, Ver., 1996.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, *Anuario estadístico del estado de Veracruz*, 2001.

Manual de construcción sismo resistente de vivienda en bahareque encementado, Red de estudios sociales en la prevención de desastres en América Latina, Colombia.

Naciones Unidas, Departamento de Asuntos económicos y sociales, *Utilización del bambú y de la caña en la construcción*, Nueva York, 1972.

Rodríguez Herrero, Hipólito, *Movilidad social y espacio urbano en dos ciudades del golfo de México*, Tesis de doctorado en Ciencias Sociales, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, Universidad de Guadalajara, Abril 1996.

Rodríguez Herrero, Hipólito, "Crecimiento demográfico y problemática ambiental en las áreas urbanas de Veracruz", El Jarocho Verde no. 9, Red de información ambiental de Veracruz, Septiembre 1998, pp13-20.

Rosemalen Jansen, Jan Van, *La prefabricación y su aplicación al diseño arquitectónico*, Tesis de Maestría, UNAM, 1984.

Salas Serrano, Julián, *Contra el hambre de vivienda*, Soluciones tecnológicas Latinoamericanas, Escala, Bogotá, Colombia, 1998.

Salas Serrano, Julián, *La industrialización de lo posible de la vivienda latinoamericana*, Escala, Santafé de Bogotá, Colombia, 2000.

Sánchez Correa, Lilly, *El problema habitacional en Xalapa, Ver. Análisis de colonias periféricas precarias y evaluación de programas de vivienda de interés social*, Tesis de licenciatura, Xalapa, Ver., UV, Octubre 1992.

Suárez Pareyón, Alejandro, "Medio Ambiente y Autogestión Urbana", Promoción Del Desarrollo Popular (PDP), México D. F., Septiembre 1994, p.p 49-55.

Suárez Pareyón, Alejandro y Almazán Villalobos, Cristina, *El programa de vivienda de la UCISV-VER. Una experiencia de financiamiento, gestión, producción y mejoramiento de vivienda en la periferia de Xalapa, Ver.*, San Salvador, El Salvador, Diciembre 2000.

UCISV-VER Pobladoras, A. C., *Habitar construyendo*, Tríptico informativo, Xalapa, Ver., 1999.

Unión de Colonos, Inquilinos y Solicitantes de Vivienda de Veracruz y Centro de la Vivienda y Estudios Urbanos A. C., *Programa de mejoramiento urbanode las colonias periféricas de Xalapa*, Xalapa, Ver., Marzo 1991.

Villegas, Marcelo, *Bambusa Guadua*, Villegas editores, Bogotá, Colombia, 1989.

Villegas, Marcelo, *New bamboo architecture and design*, Villegas editores, Bogotá, Colombia, 2003.

Vitra Design Museum/ZERI Foundation/C.I.R.E.C.A, *Grow your own house- Simón Vélez and bamboo architecture*, 2000.

Otros

EXPO FORESTAL México Siglo XXI, Seminario sobre bambú, El bambú: Una Alternativa para la Industria Forestal de México, Guadalajara, Agosto 2003

Internet

www.bambus.rwth-aachen.de.com

<http://www.bambu.cl/>

<http://www.mundobambu.cl/>

<http://bambunera.com/fitxes/>

<http://www.icfes.gov.co/revistas/ingeinve/No.38/Art2.html>

http://www.desenredando.org/public/libros/2001/csrve/guadua_lared.pdf

<http://www.ebf-bamboo.org/index-esp.html>