

FICHA TÉCNICA: CONSTRUCCIÓN CON BAMBÚ

ÍNDICE**CARACTERÍSTICAS DO MATERIAL**

TIPOS/ESPECIES

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

PROCESO DE PRODUCCIÓN

CONDICIÓN PARA O SEU CULTIVO

CORTE E CURADO

TRATAMENTOS

CORTE DE PEZAS

SISTEMA CONSTRUTIVO

DESEÑO

ELEMENTOS

CUSTO/M²**AVALIACIÓN DO SISTEMA**

PROBLEMAS

PATOLOXÍAS

SOLUCIÓN

AVALIACIÓN DAS VANTAXES E DESVANTAXES

BIBLIOGRAFÍA

CONSTRUCCIÓN CON BAMBÚ

CARACTERÍSTICAS DO MATERIAL

TIPOS/ESPECIES

- **Guadúa**: variedade de bambú latinoamericana. Caracterízase por ser de talo ancho entre 6 e 8 polgadas de diámetro, cunha cinta branca o redor do nó , canudo corto de espesor entre 1 e ½ polgada e pode chegar ata os 20m de altura . Ten unha resistencia de ferro 40. Utilízase para a construción de piares e vigas.



- **Aspera**: variedade de bambú asiática. Caracterízase por ser de talo ancho entre 6 e 8 polgadas de diámetro, con ramiñas o redor do nó , canudo corto de espesor entre 1 e ½ polgada e pode chegar ata os 30m de altura . Ten unha resistencia de ferro 40. Utilízase para a construción de piares e vigas.



- **Verticillata**¹: caracterízase por ter un talo cun diámetro máximo de 6 polgadas e un canudo de entre 60 e 80cm . Utilízase para facer esteiras.

¹ Fotografía de: <http://www.bambooweb.info/bb/viewtopic.php?f=5&t=2590&start=0>



- **Auria:** caracterízase por ter un talo cun diámetro máximo de 1,5 polgadas e un ha altura maxina de 7 a 8 metros. Utilízase para facer elementos decorativos.
- **Apus:** caracterízase por ter un talo cun diámetro entre 7 e 15cm con folliñas e peliños que poden picar. É ríxido. Utilízase para facer esteiras e viguetas (costaneras).



- **Vulgaris:** Caracterízase por ser amarelo, baixo e torcido, propenso a couza e a podremia. Ten un uso decorativo como planta.



CARACTERÍSTICAS FÍSICAS²

O contido de humidade do bambú varia moito dependendo da idade, época de corte e especie. Adoita a ser menor nos nós e nas partes mais altas da planta, tamén é diferente o contido de humidade na parte externa da parede que na interna, sendo nesta última mais elevado. Tarda aproximadamente 8 semanas logo do corte en estabilizar o seu contido de humidade, nese período sofre grandes cambios de lonxitude, anchura e espesor da parede que poden chegar incluso a rachar a peza.

O peso específico tamén varia o longo da peza de bambú, sendo mais alto nos nós.

CONTIDO DE HUMIDADE/PESO ESPECÍFICO APARENTE			
		Contido de humidade (%)	Peso específico aparente (g/cm ³)
Guadua		14,30	0,62
Aspera	Base	16,20	0,76
	Parte Media	15,96	0,76
	Parte Alta	15,52	0,58
Apus	Base	14,43	0,76
	Parte Media	14,09	0,74
	Parte Alta	13,40	0,72
Verticillata		16,20	0,63
Vulgaris		16,60	0,69

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS³

TENSIÓN PARALELA Á FIBRA					
		Tensión (kg/cm ²)		Módulo elástico (kg/cm ^{2*10⁵})	
		C.N. ⁴	S.N. ²	C.N.	S.N.
Guadua		1023	1670	1,54	2,31
Aspera	Base	1732	-	-	-
	Parte Media	1872	-	-	-
	Parte Alta	2292	-	-	-
Apus	Base	2121,65	-	-	-
	Parte Media	2366,66	-	-	-
	Parte Alta	2350,21	-	-	-
Verticillata		1104	2172	1,40	2,52
Vulgaris		1323	1872	1,58	1,75

² Datos sacados da Tese de enxeñeiro civil da Universidade de San Carlos de Guatemala 'Estado actual do Bambú como material de construción en Guatemala' feita por Carlos Armando Ixcolín Oroxom

³ Datos sacados da Tese de enxeñeiro civil da Universidade de San Carlos de Guatemala 'Estado actual do Bambú como material de construción en Guatemala' feita por Carlos Armando Ixcolín Oroxom.

⁴ C.N.= con nó no centro / S.N.= canudo (entre os dous nós)

COMPRESIÓN PARALELA Á FIBRA					
		Tensión (kg/cm ²)		Módulo elástico (kg/cm ² *10 ⁴⁵)	
		C.N.	S.N.	C.N.	S.N.
Guadua		584	509	1,83	1,46
Aspera	Base	1748	-	-	-
	Parte Media	1863,13	-	-	-
	Parte Alta	1833,36	-	-	-
Apus	Base	950	-	-	-
	Parte Media	1140,5	-	-	-
	Parte Alta	999,44	-	-	-
Verticillata		380	429	1,41	1,64
Vulgaris		549	487	1,21	1,55

CORTE PARALELO Á FIBRA/ TENSIÓN PERPENDICULAR Á FIBRA /ESGAZAR				
		Corte paralelo á fibra (kg/cm ²)	Tensión perpendicular á fibra (kg/cm ²)	Esgazar (kg/cm ²)
		S.N.	S.N.	S.N.
Guadua		100	26	49
Aspera	Base	316,66	58,5	96,17
	Parte Media	306,25	73,68	97,56
	Parte Alta	302,09	68,49	87,98
Apus	Base	183,03	49,87	94,23
	Parte Media	274	52,85	97,02
	Parte Alta	280	48,23	85
Verticillata		230	29	53
Vulgaris		66	29	46

PROCESO DE PRODUCCIÓN

CONDICIÓNS PARA O SEU CULTIVO

O bambú é unha planta da familia das gramíneas (como o arroz e o trigo) moi abundante no sueste de Asia e en América, entre o norte de México e o norte de Arxentina. Caracterízase por ter forma cilíndrica con canudos ocos separados por nós ou tabiques transversais, que se sitúan sempre á mesma distancia os uns dos outros. É unha especie que medra rapidamente (unha media de 10cm/día os primeiros meses) e non precisa moitos coidados. Os 4 ou 5 anos considerase madura é esta lista para cortar.

O bambú reproducése sobre todo en climas tropicais e subtropicais. O sitio ideal para sementar é a beira do río, chans moi fértils a non inundables, isto é unha das causas da súa deforestación, xa que as terras nas que hai bambú son ideais para outras plantacións agrícolas mais rendibles.

Condições Climáticas

Altitude: entre 900 e 1600 m.s.n.m.

Precipitacións: de 2000 a 2500 mm/ano

Humidade relativa: entre o 75% e o 80%

Temperatura: entre 20°C e 26°C

CORTE E CURADO

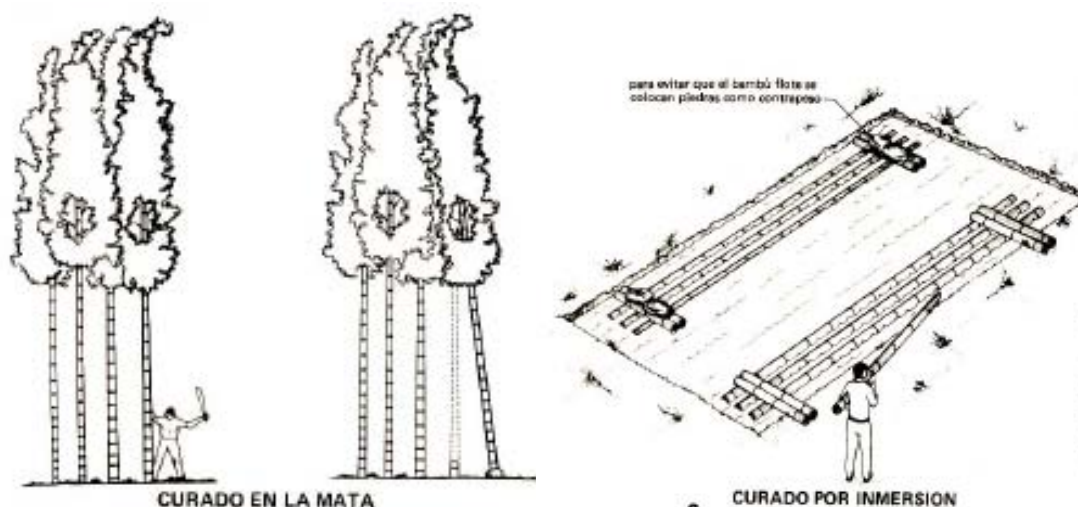
O bambú crece moi rápido e pode chegar a unha altura de 10 ou ata 20 metros nun ano, pero a resistencia do bambú depende da súa idade e do seu grado de madurez.

- Entre os 6 meses e 1 ano: elaboración de artesanías.
- Entre 2 e 3 anos: elaboración de taboleiros de esteira, taboleiros e cables feitos con cintas de bambú.
- Entre 4 e 6 anos: uso en construción. A base (peza de maior diámetro) usase para a elaboración de vigas e piares, é dicir, como elemento estrutural. A parte intermedia usase para a elaboración de cerchas, vigas de atado, estadas, esteira e taboleiros. A parte superior é menos utilizada.
- Entre os 4 e 8 anos: elaboración de produtos sometidos a desgaste, como parqué. Mais aló dos 8 anos so é aproveitable como leña.

Para a construción é necesario un tempo de crecemento e maduración de mínimo 4 anos, para saber que está lista ten que ter no exterior do talo unha especie de fungos. Hai que cortala a poder ser en época seca, coa lúa minguante e de noite antes do amencer (de 4 a 6 da mañá), xa que ó non realizar a fotosíntese, o grado de humidade da planta é menor, a súa atópase na parte mais baixa do talo e ten un menor contido de amidón. O corte debe realizarse a ras, sobre do primeiro nó. As ferramentas adecuadas para realizar o corte serán o machete ou a serra.

Logo débense someter a un tratamento de curado para evitar o ataque dos xilófago.

- **Curado en mata:** o bambú recién cortado colócase en posición vertical de 4 a 8 semanas para o seu sangrado (baleirar todo o zume) sempre evitando o contacto do chan. Unha vez pasado este período límpase, córtanselle as ramas e as follas.
- **Curado por inmersión:** o bambú somérxese en auga durante 4 semanas e logo deixase secar durante un tempo. Non é un método moi recomendable xa que o bambú vólvese mais livián e quebradizo.



- **Curado por calentamiento:** logo de cortalos os talos son colocados a unha distancia prudencial do lume, e vanse xirando constantemente para evitar que se queime. No Xapón este método está industrializado. É un método efectivo pero tense que evitar que produzan contraccións do material.

CURADO AL CALOR



- **Curado o fume:** Os talos métese nun espazo pechado (é importante que teña unha cheminea para a expulsión do fume), colócanse en horizontal, a uns 40 ou 60 centímetros do fogón onde se produce o fume. Deben permanecer entre 6 e 18 horas dependendo do grado de humidade do talo.

Logo do curado é moi importante un bo secado do bambú, no que hai que controlar os posibles defectos que poidan aparecer derivados da contracción do material.

TRATAMIENTOS

Para garantir a duración, este debe tratarse con produtos químicos para prever o ataque dos insectos xilófagos. O nó e os extremos son as partes máis vulnerables do bambú, mentres que o canudo é moi duro e difícil de penetrar. Os tratamentos máis usados son o pentaborato (1Kg de ácido bórico, 1Kg de bórax e 50 litros de auga) e o Diesel.

Os métodos existentes para a aplicación destes produtos son os seguintes:

- **Método por transpiración:** unha vez cortado o bambú, coas follas e as ramas, colócanse o máis vertical posible illándoos do chan. Este método consiste en somerxer a base do talo no líquido e que o bambú absorba o tratamento dende a súa base coma se fose o zume.

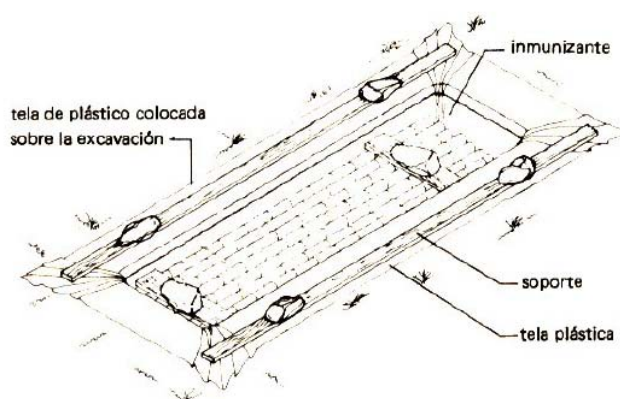
- **Método por inmersión:** o bambú a tratar debe estar seco. Os talos somérxense nun tanque co tratamento, previamente para que o líquido penetre no interior pódense facer dúas cousas ou romper os tabiques transversais cunha barra de aceiro de ½ polgada ou facerlle dous pequenos buratos por canudos cunha brota de entre 1/16 e 1/8 polgada (este último método evita perdas de resistencia). O tempo que ten que estar somerxido o bambú depende do tratamento, ao finalizar a inmersión o bambú deixase escorrer entre 1 e 2 horas. Se o método está industrializado, o tanque será de formigón, se o tratamento se realiza directamente

na obra farase un fosa no terreo e cubrirase cun plástico para evitar as filtracións. Este é o sistema máis empregado a pé de obra.

TRATAMIENTO POR INMERSION



SECCION LONGITUDINAL

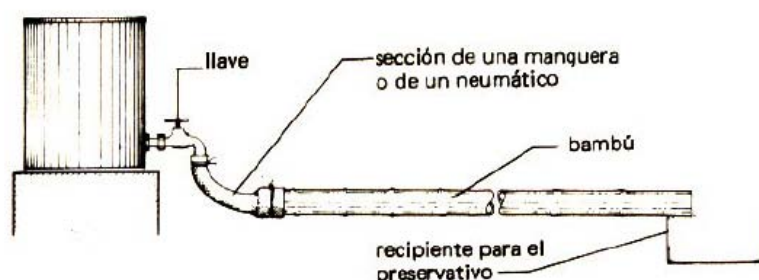


Outro xeito de introducir o tratamento no interior do bambú consiste en facer uns pequenos buratos de 1/8 polgada nos canudos cunha broca e inxectar unha determinada cantidade de líquido (dependendo do tipo de tratamento) en cada canudo. Logo as pezas fanse rodar en horizontal para que o produto cubra ben as paredes internas. Finalmente cóbrense os buratos con cera de abella.

- **Método de aplicación externa:** consiste en aplicar o tratamento sobre a superficie do bambú. É o método menos efectivo, xa que a capa exterior do bambú no permite que o líquido penetre. Mais a aplicación cada ano dunha protección exterior a base de aceite de linasa con trementina ou betume, axuda a conservar o bambú fronte a acción do sol e da humidade.

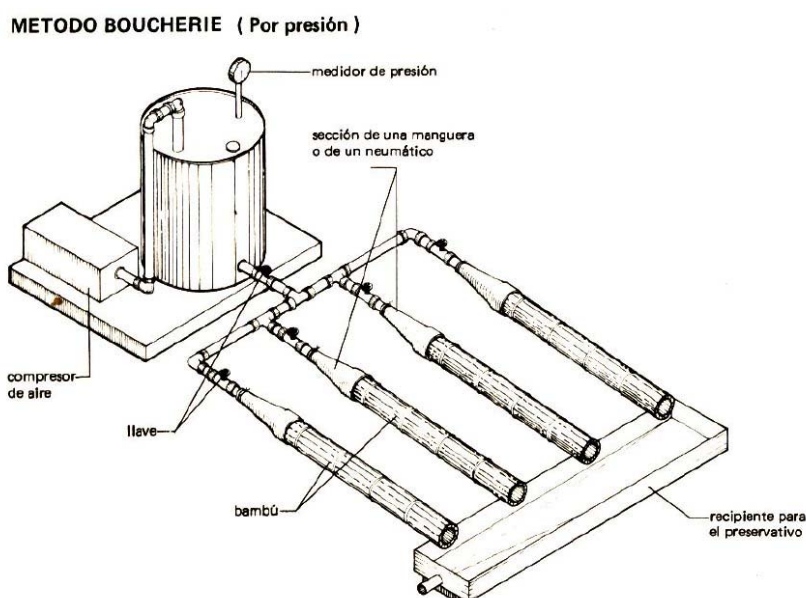
- **Método Boucherie simple:** consiste en colocar un tanque co tratamento que teña un tubo cunha chave na parte inferior o que se conecta unha manguera que remata nunha boca de hule. Esta boca agarrase o bambú cunha amarradura e ábrese a chave para que o tratamento baixe por gravidade e penetre no bambú.

METODO BOUCHERIE (Por gravedad)



- **Método Boucherie modificado:** consiste en introducir por un dos extremos da peza de bambú o tratamento mediante a presión exercida por unha bomba centrífuga, desprazando o zume. O equipo consiste nun tanque que contén o tratamento, o líquido e desprazado mediante unha bomba cara o interior dun tanque pneumático do que sae a presión e se distribúe en varias mangueras a varias saídas onde se colocan as pezas de bambú. No outro extremo o líquido sobrante que sae da peza e recollido e filtrado, podendo ser usado outra vez o mesturarse coa solución fresca.

O talo debe estar recen cortado e ademais é moi importante purgar o ar antes de comezar o tratamento para que o líquido poida fluír dentro do bambú. Logo as pezas déixanse secar.



- **Método de vacío-presión:** o talo seco é introducido nun autoclave onde se realiza un baleirado inicial e logo vaise introducindo o tratamento a presión ata que o bambú non absorba mais tratamento. Se o bambú non se atopa en óptimas condicións pode colapsar. É o método mais custoso.

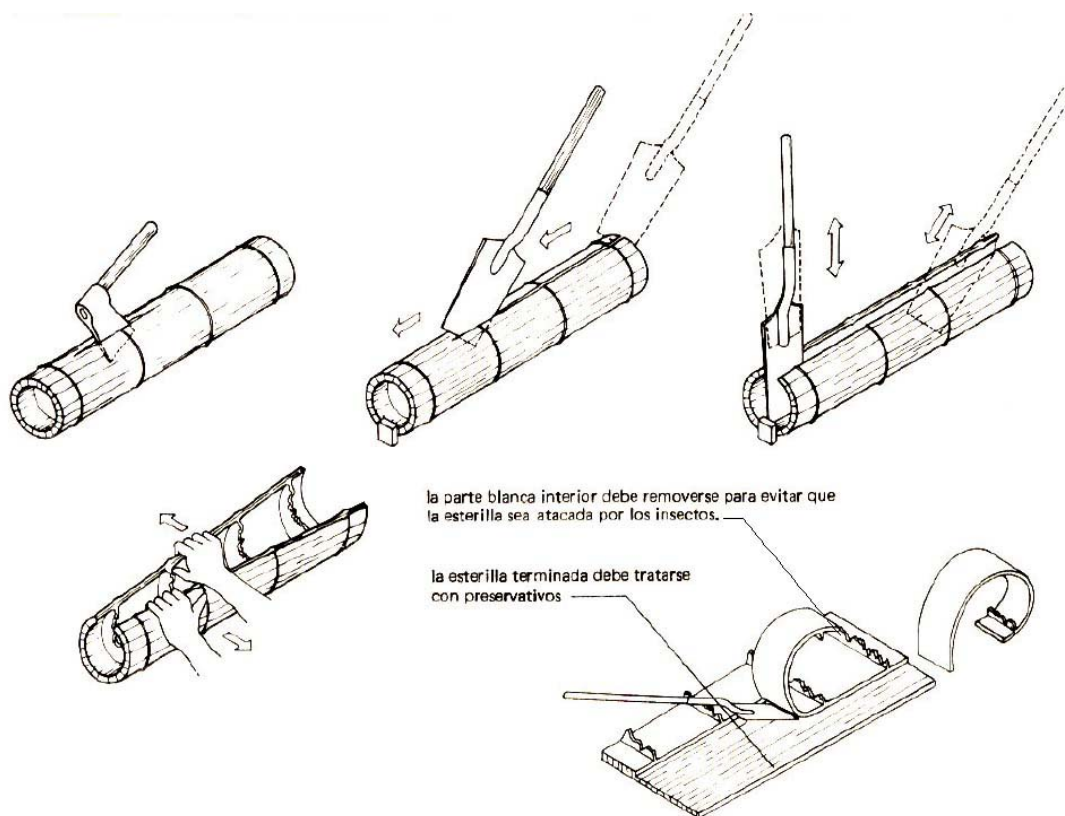
Os dous últimos métodos requiren a utilización de maquinaria, precisase polo tanto dunha inversión previa, están destinados o tratamento industrial do bambú. Pola contra o tratamento por inmersión é o que se presta mais facilmente para realizar o a pé de obra.

CORTE DE PEZAS ⁵

- Pezas enteiras

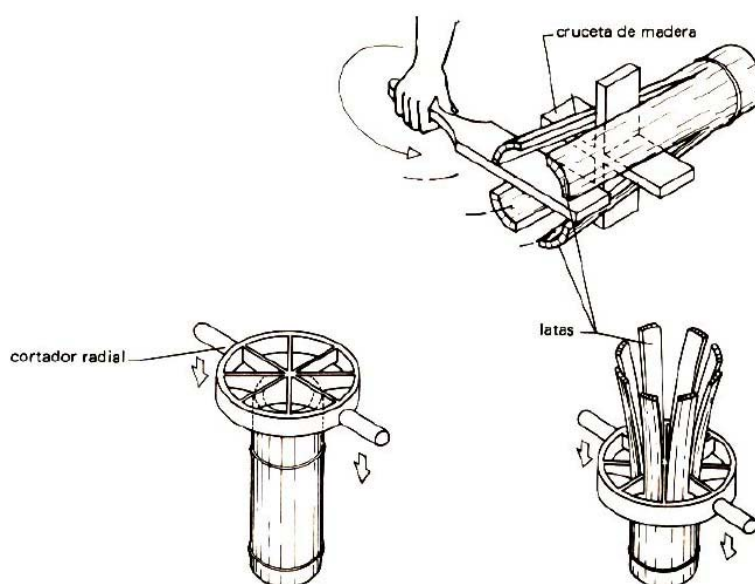
- Taboleiros de esteira: un sector do talo convertido a forma plana. Cun machete fanse unha incisión perpendiculars os nós a distancias de entre 3 e 4 centímetros, logo ábrese lonxitudinalmente o bambú partindo os tabiques e eliminando a parte interior mais branda, camiñase sobre el ata que esta totalmente plano.

⁵ Consultar as técnicas de obtención no “Manual de construción con bambú guadua” do Arquitecto. Óscar Hidalgo (Colombia), na bibliografía ven un enlace o mesmo.



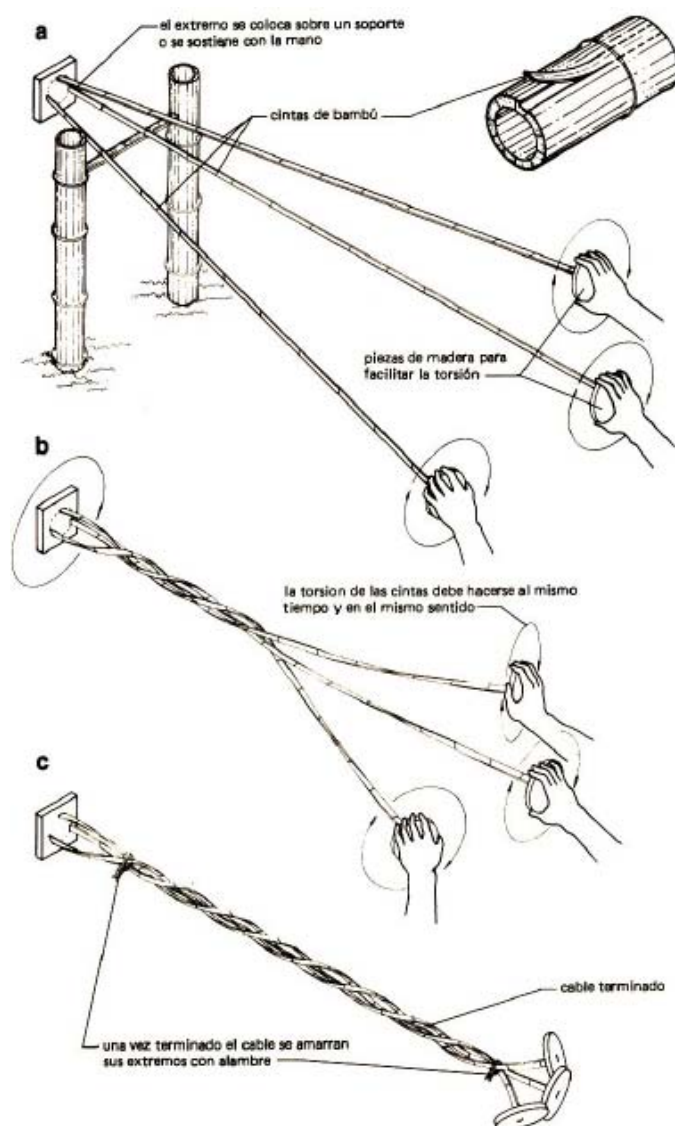
- Canais: é o sector de bambú partido en dúas partes iguais, polo xeral pártese cun machete ou cunha machada.

- Táboas pequenas ou latas: chámanse o que se obtén ó dividir en 4 ou mais partes a sección transversal do bambú. Para dividilo crávase unha cruz de madeira ou metal na sección transversal d a peza de bambú.



- Cinta: obtéñense da parede externa do bambú (a resistente) e poden varia rente 1 e 3 milímetros de espesor e ata 10 centímetros de ancho.

- Cables: torsión de tres ou mais cintas de bambú, empregase o mesmo método que para a fabricación de cordas, e dicir, tórcense o mesmo tempo en o mesmo sentido as cintas.



Tamén existen, nos países industrializados con tradición no uso do bambú, formas procesadas e altamente mecanizadas que non imos a tratar nesta ficha.

SISTEMA CONSTRUTIVO⁶

Existen tres formas de construír con bambú. Moitas veces a mellor solución é unha mestura das diferentes formas, adaptándose as características do lugar.

⁶ Consultar os debuxos e exemplos no “Manual de construción con bambú guadua” do Arquitecto. Óscar Hidalgo (Colombia), na bibliografía ven un enlace o mesmo.



- **Estilo costarricense:** consiste na construción de paneis de regras de bambú con armazón de madeira autoportantes, que se colocan sobre unha base de tres fiadas de bloque e se reciben na súa totalidade. As cerchas da cuberta son de madeira tamén.



- **Estilo colombiano:** salvo na cimentación o bambú é o material usado en toda a estrutura, as unións entre elementos refórzanse con formigón. O cerramento fórmase enchendo con formigón os baleiros da estrutura,

- **Estilo chino:** toda a estrutura é de bambú. Os piares recóbreanse na base cunha protección asfáltica e fíncanse directamente na terra sen cimentación previa, mais agora adoitan a facer antes unha plataforma cun par de fiadas de bloque que enchen de terra e é no interior da mesma onde cravan os piares. A estrutura recóbrese de esteira de bambú que queda vista cara o interior e recibada no exterior.

DESEÑO

Para que unha construción con bambú sexa durable o mais importante é unha boa protección por deseño do material. O bambú nunca pode estar a intemperie, debe estar cuberto e evitar o contacto directo coa auga ou a humidade ademais debe protexerse do contacto directo co sol, xa que perde a cor e se degrada, o que o fai mais vulnerable o ataque dos xilófagos. E recomendable:

- Diseñar grandes beirados que protexan do sol e da choiva.
- Levantar a construción sobre un zócalo doutro material resistente a auga, para evitar salpicaduras e humidades por capilaridade.

Unha das principais razóns para construír con bambú en América Central é a posibilidade de facer un edificio sismo resistente⁷, polo que a hora do deseño é importante seguir os principios da Sismo resistencia:

1. Forma regular: debe ser sinxela en planta e alzado, xa que as irregularidades favorecen a torsión.

⁷ Para mais información sobre construción sismo resistente: “**Manual de construción sismo resistente de vivendas en baharete encementado**” da Asociación Colombiana de Enxeñería Sísmica e da FOREC , ou “**Bahareque. Guía de construción para sismica**” de Wilfredo Carazas Aedo e Alba Rivero Olmos, na bibliografía veñen un enlaces os mesmos.

2. Baixo peso: a menor peso menor movemento ó sacudise do terremoto, polo tanto menor forza terá que soportar a estrutura
3. Rixidez: para que se deforme o mínimo posible ante as sacudidas
4. Boa estabilidade: a falta de estabilidade e rixidez pode facer que as edificacións se golpeen entre elas
5. Chan firme e uns bos cimentos: o chan debe ser firme para evitar que se produzan asentamentos, e os cimentos deben transmitir correctamente as forzas o terreo.
6. Estrutura apropiada: a estrutura debe ser sólida, simétrica, uniforme, continua e ben conectada, para evitar forzas nocivas, torsións ou deformacións que poidan causar danos.
7. Materiais de calidade: para que resistan adecuadamente as forzas.
8. Calidade da construción: os sismos descubren os posibles erros cometidos no momento da construción.
9. Capacidade para disipar a enerxía: unha estrutura debe ser capaz de soportar as deformacións sen verse danada gravemente ou sen perder a súa resistencia.
10. Fixación de acabados e instalacións: deben estar ben fixados para evitar que se desprendan o producirse o sismo

O bahareque é a sistema que se adoita usar na construción sismo resistente con bambú. Para garantir un comportamento adecuado débense seguir estas recomendacións a hora de deseñar o edificio:

- Os muros deben disporse de tal xeito que resistan os efectos sísmicos horizontais nas dúas direccións, os muros de carga deben transmitir ó terreo as cargas da cuberta ou dos pisos superiores polo que debe haber unha continuidade vertical entre os muros estruturais de diferentes pisos.
- Os muros deben ir unidos entre si mediante vigas de atado para que traballen conxuntamente e transmitan a cada muro a forza lateral que deba resistir.
- Tamén os cimentos deben prever asentamentos diferenciais, polo que as cimentacións independentes deben estar unidas entre si.
- A planta e o alzado deben ser regulares, de non ser así deben descompoñerse en formas o mais regulares posibles. Débense evitar as formas rectangulares moi alongadas, de ser posible optar por formas mais ben cadradas. As adicións ou construción auxiliares realizadas con outro materiais deben evitarse ou illalas o mais posible das outras. Tamén hai que evitar as construcións moi altas, xa que os muros moi altos e delgados son mais flexibles e colapsan en caso de sismo.

ELEMENTOS

CIMENTACIÓN

- **Cimentación directa:** os postes bambú cravados directamente na terra son habitualmente usados como cimentación, polo xeral non é un sistema moi duradeiro, mais permite unha mellor adaptación os terreos en pendente. No caso de optar por este sistema o bambú en contacto coa terra debe ser tratado previamente con algún produto preservativo (como o pentaclorofenol ou produtos asfálticos) e a poder ser apoiado sobre unha base de pedras ou cemento. Para evitar os cambios de humidade tamén se pode facer un muro

perimetral con dúas fiadas de bloques e aterrar o interior, de xeito que os postes fíncanse no interior da plataforma.

- **Cimentación con formigón:** realizase unha zapata de formigón armado, deixando saír as barras de aceiro metálicas cara arriba para cravar o bambú nas mesmas, logo realizase unha incisión no canudo de bambú e se introduce formigón para afianzar a unión. Pódese completar isto, para illar mais a vivenda da humidade, con 3 fiadas de bloque, o redor do piar, bótase outra vez formigón para protexelo.⁸

Para evitar o rápido deterioro do bambú polo contacto coa terra húmida e mellor optar polo segundo sistema ou realizar os cimentos con outros materiais mais resistentes a humidade, como a pedra ou ladrillo.

ESTRUCTURA⁹

A relación entre peso e capacidade resistente, así como a súa forma tubular fan do bambú un material perfecto para o uso estrutural. As pezas que se teñan unha función estrutural deben ter un diámetro grande (chegado o caso pódense amarrar ente elas varias pezas dun diámetro menor para facer unha), a parede exterior grosa e pouco distancia entre os nós. As especies de guadua e aspera son as mais adecuadas para este uso.

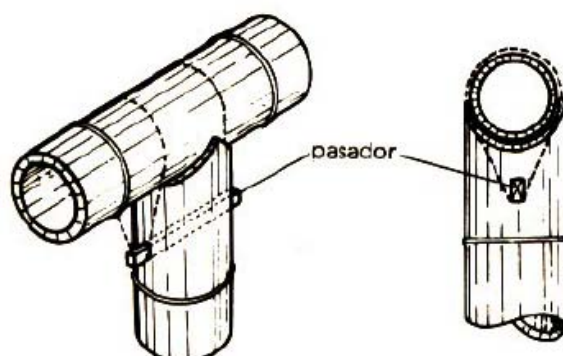
No seguinte cadro compáranse as características mecánicas de tres barras de distintos materiais: madeira, bambú guadua e aceiro:

⁸ Exemplo gráfico dunha cimentación de formigón: **“Manual de construción sismo resistente de vivendas en baharete encementado”** da Asociación Colombiana de Enxeñería Sísmica e da FOREC, na bibliografía ven un enlace o mesmo.

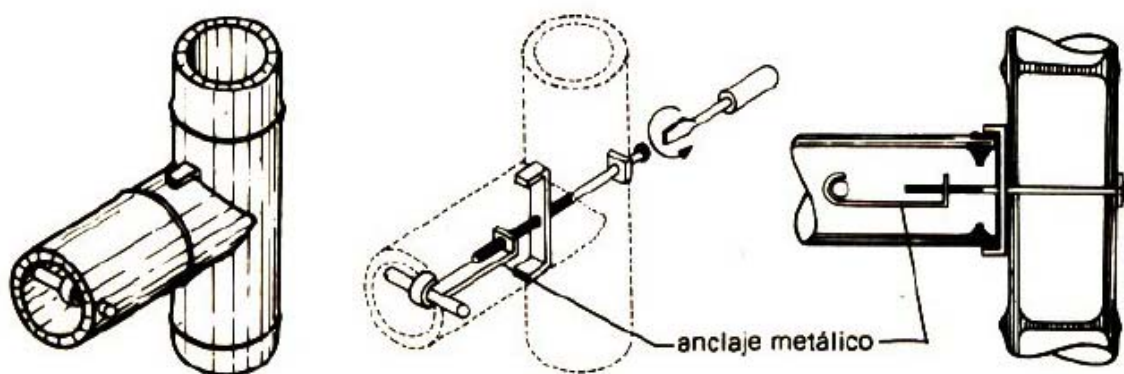
⁹ Para consultar datos técnicos: “Bambú: recurso sostible para estruturas espaciais” do Arquitecto Tim Martín Obermann para a Universidade nacional de Colombia, na bibliografía ven un enlace o mesmo. De este manual sacouse tamén o cadro que se presenta a continuación

compresión a una barra de 2.5 m y 8.7 kg de materiales distintos	Madera tipo B EC5 S10/MS10	Guadua EC5	Acero, A36 EC3 S235
Densidad g/cm ³	0.55	0.7	7.8
E-Modul KN/cm ²	740	600	21000
Fuerza adm. a compresión KN/cm ²	1.1	1.5	23.5
Sección	 D=9cm	 D=12cm d=9cm	 D=5.1cm d=4.5cm
Area A cm ²	63.6	49.5	4.4
Inertia I cm ⁴	322.1	695.8	12.7
Esbeltez λ	111.1	66.7	147.2
Peso kg	8.7	8.7	8.7
Fuerza max adm. KN	15.1	25.6	27.6
Precio / metro Colombia / Alemania €	2 5	1 3	4 8
ECOCOSTO $\frac{M/m^2}{N/m^2}$ (8)	80	30	1500

Polas súas características as unións entre as pezas adoitan ser menos ríxidas que as que se poden conseguir coa madeira, sobre todo aplicando os métodos tradicionais con cordas ou arames metálico, pernos ou pasadores e entalladuras como a boca de pescado¹⁰.

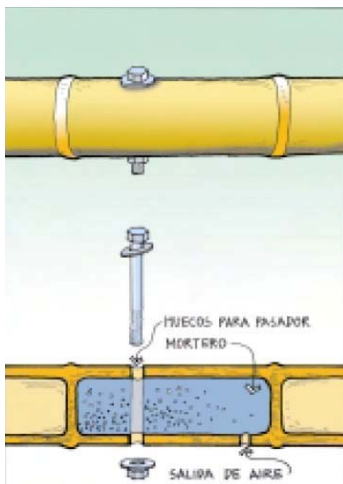


¹⁰ Consultar os debuxos e exemplos no “Manual de construción con bambú guadua” do Arquitecto. Óscar Hidalgo (Colombia), na bibliografía ven un enlace o mesmo.

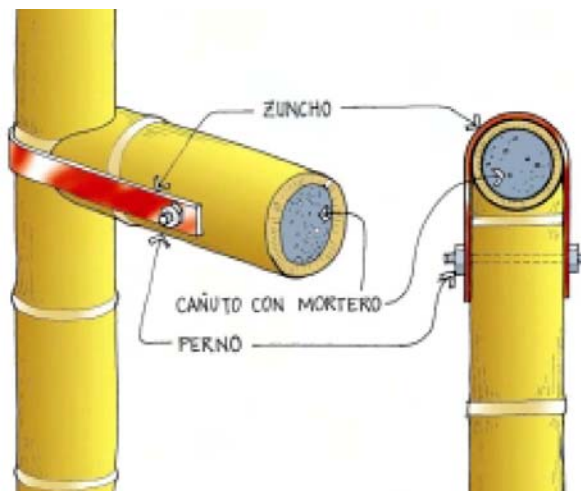


En Colombia o mais habitual é encher con morteiro as unión unha vez pasado o perno, para facelas mais ríxidas. Aínda que é a unión mais aceptada neste momento, segue a presentar problemas polos diferentes xeitos de comportarse, do bambú e do morteiro, ante a humidade e a auga; ademais con está unión o bambú perde o seu baixo peso . É necesario que a estrutura quede perfectamente arriostada en tódalas direccións.

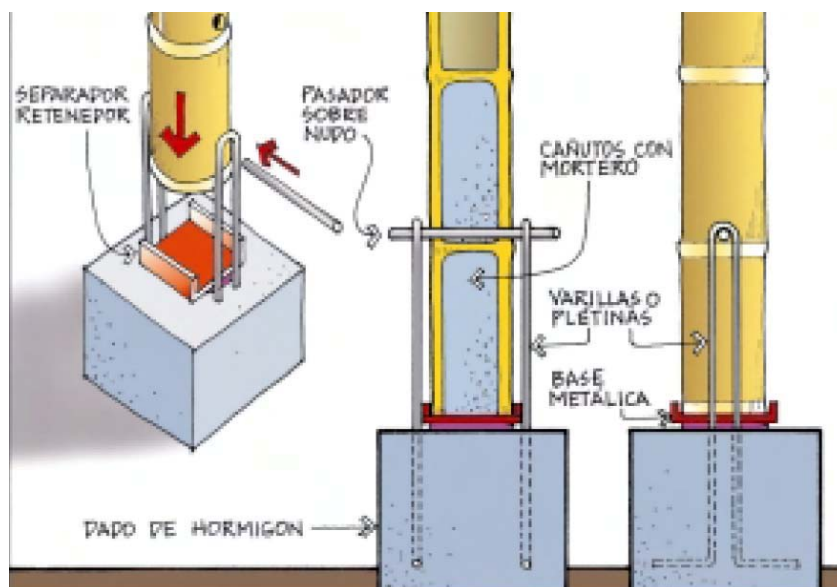




Colocación de pasador



Unión mediante zuncho



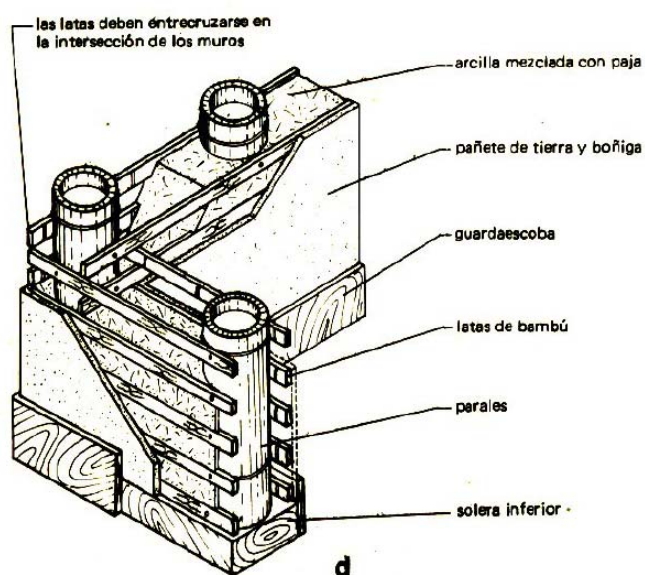
Unión á cimentación

MURO OU PAREDE EXTERIOR

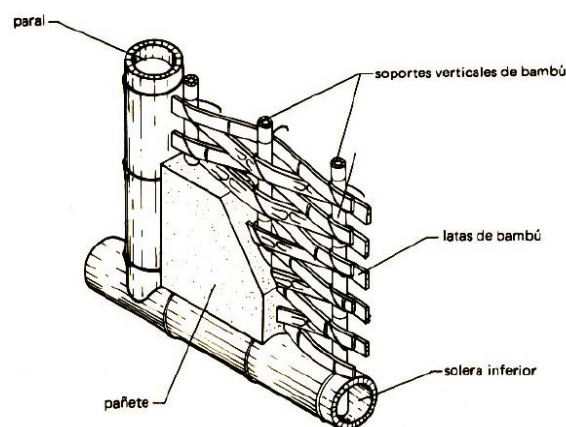
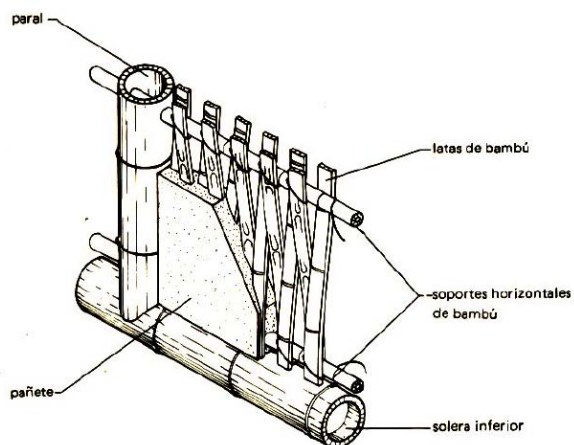
Existen múltiples formas de construír as paredes de Bambú, depende das necesidades, se ten ou non ten que ser resistente, do clima o que se teña que enfrontar, ect.

- **Bahareque**¹¹: é unha técnica moi usada nas vivendas de baixo custo. Consiste na construción dunha estrutura formada por dúas vigas (de bambú ou de madeira), unha inferior e outra superior, unidas por piares de bambú de aproximadamente 10centímetros de diámetro cravados cada 40centímetros. A esta estrutura de lle cravan ou atan unhas táboas pequenas ou unha esteira por ámbalas dúas caras. O interior da parede enchese con barro o que se lle agregan fibras vexetais para que o secarse non de agrete en exceso, unha vez seco o interior recóbrese por fora con de morteiro de barro.

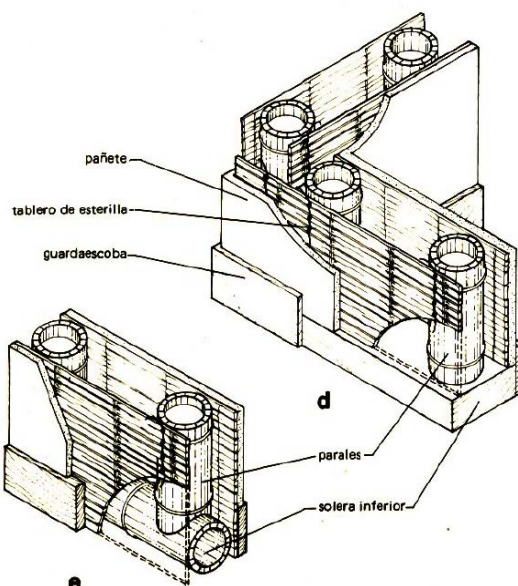
¹¹Imaxe de Internet: <http://piscuifoto.nirudia.com/photos/normal/piscuifoto-20080326204941.jpg>



- **Quincha:** (e outro tipo de baharaque) técnica moi usada no Perú, que permite obter muros finos e resistentes, deixando á vista os marcos de bambú, formados polas vigas e piares. Os marcos éñchense cunha estrutura de soportes de bambú que poden ir en sentido horizontal ou vertical, a estes se lle entretecen, no sentido contrario, unha táboas finiñas de bambú, que deben estar flexibles para non rachar. Logo recóbrese todo, salvo os marcos, con 2 ou 3 capas de morteiro de barro ou de cemento, é importante que a primeira capa de aplique con forza para que penetre na trama.



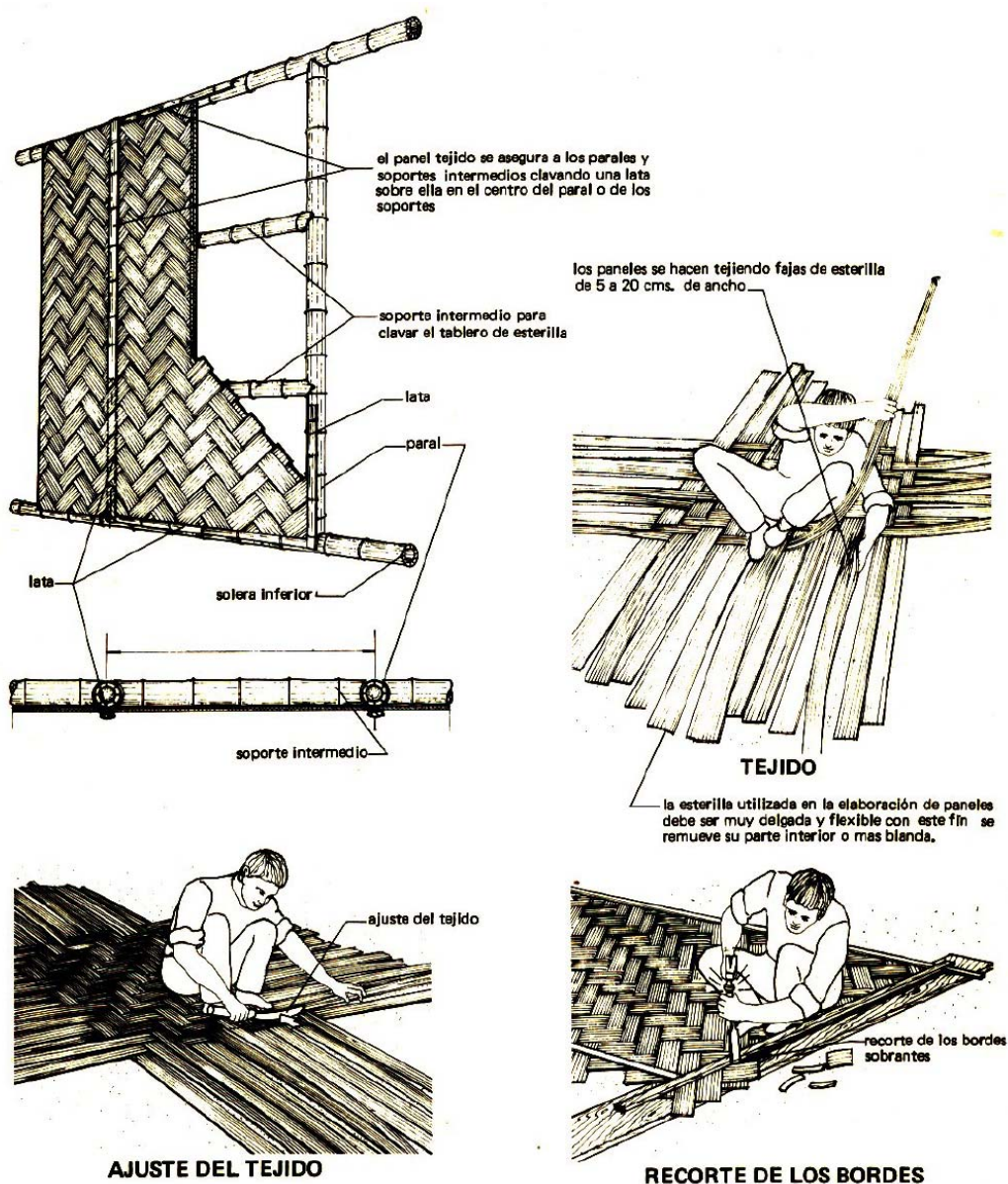
- **Muros e taboleiro de esteira:** constrúese unha estrutura formada por dúas vigas (de bambú ou de madeira), unha inferior e outra superior, unidas por piares de bambú de aproximadamente 10centímetros de diámetro cravados cada 40centímetros. A esta estrutura se lle cravan ou atan por un lado ou polos dous unha esteira. A esteira recóbrese con 2 capas de morteiro de barro ou de cemento polo exterior, é importante que a cara da esteira que se recobra sexa a que corresponde ó interior do talo, xa que a adherencia será maior.



- **Paneis prefabricados:** é sistema usado en Costa Rica, consiste en paneis modulares cunha estrutura de madeira e un interior de táboas pequenas de bambú. A estrutura de madeira esta formado por dúas pezas horizontais (inferior e superior) de 1"x2" entre as que van unha pezas verticais de 2"x2" cada como máximo 90centímetros. Sobre unha das caras da estrutura colócanse en horizontal as táboas finas de bambú grampadas, separadas entre elas unha distancia similar o seu ancho, e alternando a cara cóncava unha para dentro e outra para fora. Unha vez montados todos os paneis sobre a estrutura de cimento se recobren con morteiro as dúas cara, para que este quede mellor adherido colocase reixa de galiñeiro nas esquinas.



- **Paneis de esteira entretecida:** os paneis están formados por unha estrutura de bambú con piares e vigas (superior, inferior e unha intermedia) e un tecido de esteira de bambú. As esteiras deben ser moi delgadas e flexibles para o que se debe remover a parte branda interior. Unha vez tecida a esteira se fixa a estrutura cravando sobre dela unha lata ou táboa finíña que se fixa as pezas de bambú que forman a estrutura. As veces pódese dar un acabado final con morteiro, para isto colocaba tamén unha reixa fina metálica para que o morteiro cole mellor.



CUBERTA (non é recomendable o uso do bambú á intemperie se o obxectivo é unha construción duradeira)

- **Tellas:** colócanse os canais de bambú sobre a estrutura da cuberta, a primeira capa de canais cóncavos cara arriba e a segunda invertida sobre os espazos de separación dos primeiros. Amaranse a estrutura de cuberta facendo unha burato nun dos extremos do canal no que se introduce unha táboa pequena que se fixa o canal e a estrutura da cuberta mediante un arame.

CUSTO/M²

Non hai en Guatemala un prezo fixo para o bambú, varía segundo a demanda e depende dos acordos os que se poida chegar cos donos das plantacións. Aínda así un talo de Guagua (20 metros útiles) pode mercarse entre 50Q e 60Q .

Está é unha táboa comparativa¹² do custo en Colombia (en torno o ano 2000, en US\$) entre construír unha vivenda de bahareque con bambú, unha con estrutura de formigón e muros de cachotería ou unha vivenda con muros de formigón

Cuadro 4

PRECIOS COMPARATIVOS ENTRE TRES SISTEMAS CONSTRUCTIVOS Bahareque, Estructuras aporticadas y mampostería, y muros Estructurales en concreto			
SISTEMA ACTIVIDAD	BAHAREQUE	ESTRUCTURAS APORTICADAS Y MAMPOSTERIA	MUROS CONTRACTUALES EN CONCRETO
MOVIMIENTO DE TIERRA Y CIMENTACION	* Solamente se requiere retirar la capa vegetal * La cimentación es superficial: dados de concreto reforzado de 35 X 80	* Se requiere excavaciones y rellenos para el mejoramiento de los terrenos * Cimentación: Losas flotantes o zapatas de vigas corridas de concreto reforzado. (se encuentran bajo cada muro, lo amarran y forman los anillos).	* Se requiere excavaciones * Cimentación: vigas corridas en concreto reforzado
	* Costo Directo: \$423,950	* Costo Directo \$1,146,205	* Costo Directo \$793,500
MAMPOSTERIA	* Muros portantes (que tienen función estructural), Divisorios y ornamentales.	* Muros divisorios	* Muros portantes y divisorios
	* Costo Directo: \$1,154,100	* Costo Directo \$1,097,040	* Costo Directo \$2,500,000
ESTRUCTURA	* Los muros tienen función estructural	* La estructura porticada formada por columnas y vigas de amarre en concreto reforzado.	* Los muros tienen función estructural
	* Costo Directo: \$158,746	* Costo Directo \$947,288	* Costo Directo \$241,707
TOTAL	* Costo Directo: \$1,736,796	* Costo Directo \$3,190,533	* Costo Directo \$3,535,207

Fuente: Eficiencia y costo en la construcción con guadua. Jhon Jairo Mejía. Seminario Guadua en la Reconstrucción.

AVALIACIÓN DO SISTEMA

PROBLEMAS

O ataque dos fungos e dos xilófagos.

A podremia por humidades.

A decoloración e conseguinte vulnerabilidade pola exposición os raios solares.

Non resistencia o lume.

PATOLOXÍAS

Podremia.

¹² Fonte: <http://www.revista-mm.com/rev34/guadua.htm>

Presenza de xilófagos.

Fendeduras nas pezas.

Decoloración.

SOLUCIÓN

A solución a meirande parte dos problemas de degradación do material consisten na prevención dos mesmos: unha boa selección das pezas, un bo curado, uns tratamentos previos contra xilófagos (mirar tratamentos no proceso de fabricación), a aplicación cada ano dunha protección exterior a base de aceite de linasa con trementina ou betume e sobre todo a protección por deseño do bambú evitando o contacto directo coa auga, as humidades e o sol.

Se o problema se detecta a tempo, antes de que produza danos nas pezas pódense tomar medidas dependendo do problema ou de ser posible cambiar a peza.

-Fungos: débense eliminar as fontes de humidade e aplicar produtos fungicidas e insecticidas.

-Xilófagos: dependendo do tipo de xilófago existen tratamentos e produtos insecticidas para eliminalos e evitar a súa propagación.

AVALIACIÓN DAS VANTAXES E DESVANTAXES

VANTAXES

- Como material é resistente, moi lixeiro e ten unha sección circular oca, o que o fai perfecto para o uso estrutural.
- É económico.
- Ecoloxicamente sostible. É un material natural que se reproduce con moita facilidade sen necesidade de replantarse unha vez cortado e que absorbe grandes cantidades de CO₂, ademais os 4 anos do seu nacemento xa esta listo para ser cortado, polo contrario as árbores logo de cortadas hai que replantalas e tardan anos en volver a medrar.

DESVANTAXES

- Ten que estar moi ben curado e a obra debe ser executada con moito coidado, senón estrágase facilmente. É fundamental a protección por deseño, evitando o contacto coa auga e coa luz do sol.
- Precisa moito mantemento para evitar a súa degradación e aínda non hai métodos fiables para inmunizalos contra os fungos.
- O país ten que ter tradición de construción para atopar a albañeís cualificados e material de calidade (non é fácil de obter en cantidades importantes no mercado en Guatemala, ademais as pezas poden variar moito de dimensións e tamaño).
- Para obter un bo acabado e resultado precisase de ferramentas especiais que teñen que estar a venda no mercado

BIBLIOGRAFÍA

- Páxina sobre a guadua en Colombia (en castelán): <http://guaduarybambu.es.tl/>

- Tese de enxeñeiro civil da Universidade de San Carlos de Guatemala **“Estado actual do Bambú como material de construción en Guatemala”** feita por Carlos Armando Ixcolín Oroxom (en castelán):

http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_4694.pdf

- “Bambú: recurso sostible para estruturas espaciais” do Arquitecto Tim Martín Obermann para a Universidade nacional de Colombia (en castelán): <http://www.scribd.com/doc/6756170/Estruturas-Bambu-Guadua-Espanhol>

Manuais de construción con bambú:

- **“Manual de construción con bambú guadua”** do Arquitecto. Óscar Hidalgo (Colombia) (en castelán):

Texto completo: <http://www.scribd.com/doc/4098791/MANUAL-DE-CONSTRUCCION-CON-BAMBU-GUADUA>

Extracto: http://bamboonursery.com/pdf_newsetup/h_11.pdf

- **“Manual de construción sismo resistente de vivendas en baharete encementado”** da Asociación Colombiana de Enxeñería Sísmica e da FOREC (en castelán):

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

- **“Bahareque. Guía de construción para sísmica”** de Wilfredo Carazas Aedo e Alba Rivero Olmos (en castelán): http://www.misereor.org/fileadmin/user_upload/misereor_org/Sbahareque.pdf

Outras fontes das que obter información útil:

- Tese de grado de Arquitectura de Universidade de San Carlos de Guatemala **“Aplicación do bambú na construción da vivenda de interese social, no municipio de Ixcán, El Quiché”** feito por Oscar Humberto Huertas Arreaga (en castelán): http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_0782.pdf

- Tese de enxeñaría química da Universidade de San Carlos de Guatemala **“Tratamento químico de catro especies de bambú para su preservación, utilizando ácido bórico-bórax-dicromato de sodio polo método de inmersión e baño quente – frío”** feito por Elia Melina Monroy García (en castelán):

http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_7484.pdf