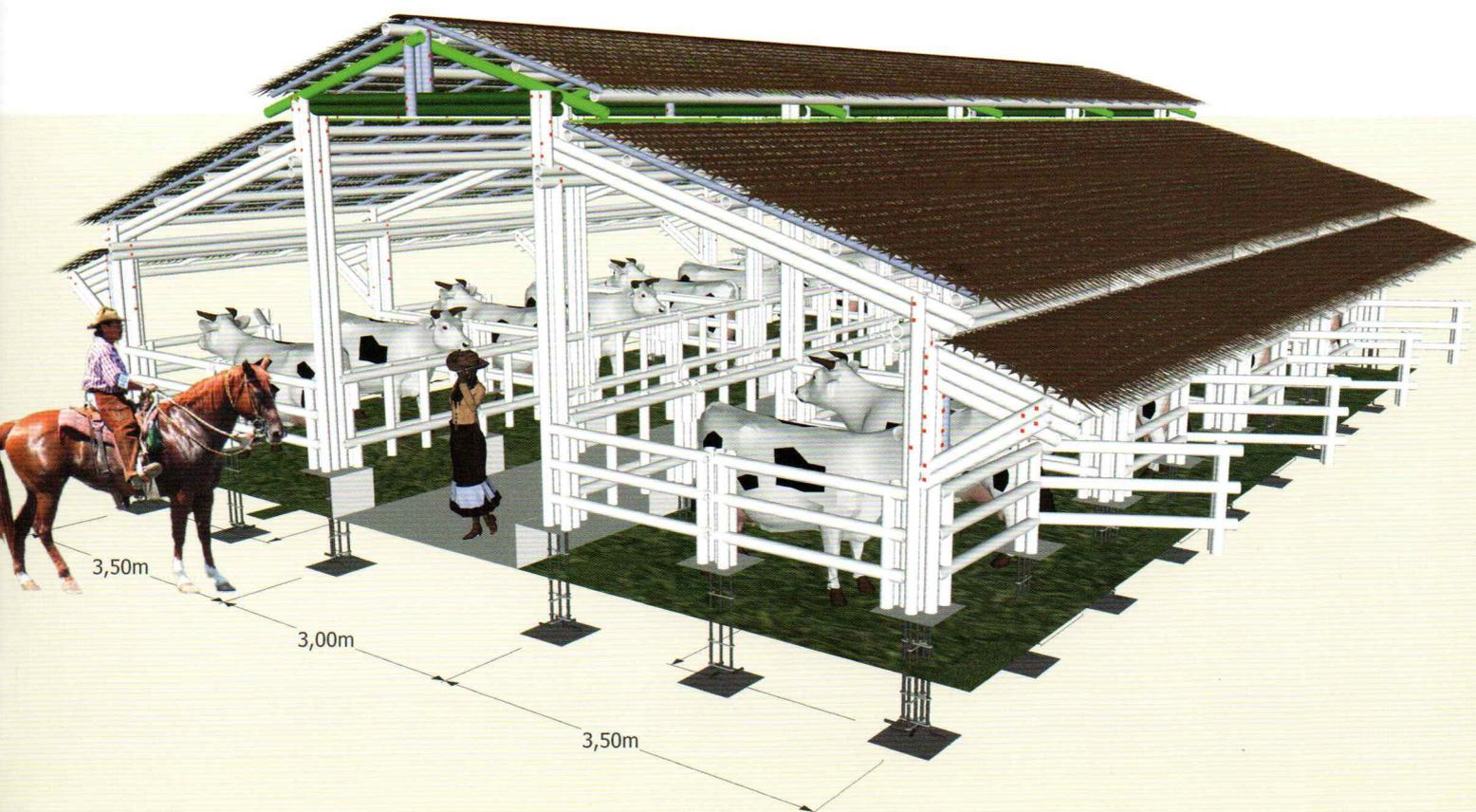


Manual para la construcción con bambú

Nave agropecuaria para Ganado Vacuno

Una Contribución al Desarrollo Sustentable del Sector Agropecuario en Cuba



MSc Profesor Titular Arq. Juan Manuel Pascual Menéndez

Abril de 2011

Agradecimientos:

Al Especialista Profesor Arquitecto Jorge Morán Ubidia. Universidad Católica de Guayaquil. INBAR. Ecuador
Al MSc Arq. Raúl Figueredo Reyes. Coordinador del Proyecto Bambú-Biomasa Fase II. Provincia Holguín
Al Dr. C. Ing. Fernando Martirena Hernández. Director del CIDEM. Universidad Martha Abreu. Villa Clara
Al Ing. Agrónomo. Juan Carlos Romero. Taller Sagua de Tánamo. Provincia Holguín
Al Arq. Rodolfo Hernández. COSUDE. Agencia Suiza de Cooperación para el Desarrollo
A la UNAICC Holguín, ACTAF Santiago de Cuba, INBAR, Universidad Católica de Guayaquil, ACPA Holguín, ANAP Holguín
A la Dra. C. Ing. Lena Mora Rodríguez. Coordinadora Nacional Proyecto Bambú-Biomasa Fase II. CIDEM
Al Dr. C. Ing. Jorge F. Hernández González. Asesor estructural. CIDEM

Contenido

Introducción	3
Proceso de Producción	4
Selección, Corte, Avinagrado o “curado”, Transporte, Limpieza, Perforación, Preservación, Secado, Conservación y Preservación, Almacenamiento	4
Herramientas	6
Uniones y conexiones	8
Solución arquitectónica	10
Solución estructural	12
Anexo. Recorrido por la nave	25
Materiales y Costos	26
Glosario	27
Bibliografía	27

La realización de este manual contó con el apoyo financiero de COSUDE, Agencia Suiza de Cooperación para el Desarrollo, en el marco del Proyecto Bambú-Biomasa Fase II, correspondiendo su ejecución al GCT CASAS, de la Facultad de Construcciones de la Universidad de Oriente, como uno de los actores del citado proyecto, que ha centrado sus acciones en las tareas correspondientes al diseño y la construcción con el empleo del bambú.

Manual para la Construcción con Bambú “Nave Agropecuaria para Ganado Vacuno”. Autor: MSc Profesor Titular Arq. Juan Manuel Pascual Menéndez. GCT CASAS. Avenida de las Américas s/n. Esquina Calle L. Sede Universitaria Julio Antonio Mella. Universidad de Oriente Santiago de Cuba. Cuba. CP 90600. Teléfonos 642908-642482. pascualmenendez@gmail.com pascual@fco.uo.edu.cu

Se autoriza el uso y reproducción de esta publicación con fines no comerciales, siempre y cuando se cite la fuente. ISBN: 978-959-207-417-0

...la sabiduría del Bambú es saber doblarse sin romperse
y sacudirse cuando la tierra tiembla...

Introducción

Este manual es el primero de una serie que estará dedicada a la construcción de naves agropecuarias y es el resultado de la experiencia acumulada por los integrantes del GCT CASAS, en intercambio de ideas y soluciones con profesionales vinculados a la temática en las Provincias Santiago de Cuba, Holguín, Granma, Villa Clara, y en especial de la importante asesoría brindada por el Especialista Profesor Arquitecto Jorge Morán Ubidia de la Universidad Católica de Guayaquil e INBAR. Ecuador.

El contenido del manual está dirigido a brindar la información mínima necesaria para construir una nave agropecuaria para la crianza y manejo del ganado vacuno y se ha estructurado de forma tal que se pueda seguir paso a paso todo el proceso, desde la obtención de la materia prima hasta la puesta en explotación de la nave.

El manual aborda, desde la cadena productiva del bambú, como los posibles usuarios deben obtener el bambú, procesarlo y posteriormente transformarlo en las diferentes piezas y componentes que lleva la nave agropecuaria.

Aunque el manual brinda información suficiente para que se pueda construir por esfuerzo propio por parte de los diferentes actores del sector agropecuario, sean estatales, usufructuarios, cooperativista u otros, se recomienda hacerlo con un mínimo de asesoría técnica de los especialistas en el empleo de este importante material, el bambú, de forma tal que el resultado final sea una solución 3E: Eficaz (cumpla su objetivo), Eficiente (una adecuada relación costos-resultados) y Efectiva (un impacto positivo en el desarrollo sostenible de la agricultura cubana).

La asesoría de referencia está disponible y es uno de los importantes resultados alcanzados en la ejecución del Proyecto Bambú-Biomasa Fases I y II, a través del cual se han formado en unos casos, y fortalecidos en otros, los conocimientos, habilidades y recursos materiales para una adecuada transferencia de conocimientos y tecnologías en lo que al empleo del bambú se refiere en el país.

El manual no es una "receta", es una guía técnica, que al igual que el bambú, es flexible en el orden de que pueden existir alternativas aplicables a las soluciones que se brindan, pero que para su aplicación requerirán de la imprescindible consulta técnica a los especialistas del tema.

Obtención y preparación

Capítulo 1

Selección

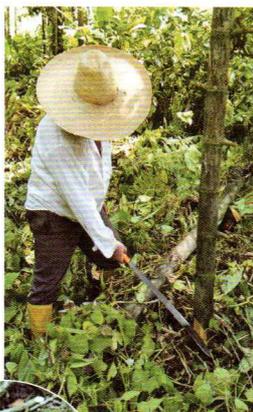
Dentro de la plantación de bambú se deben seleccionar las cañas que estén maduras o hechas. Para la selección se marcan aquellas que se deberán cortar en el proceso de corte.

Deberán protegerse al máximo los plantones, lo cual permitirá un proceso de explotación sostenible de la plantación de bambú.

Corte

El corte debe hacerse en menguante lunar preferiblemente en las tres noches de mayor oscuridad y entre la media noche a 4:30 am. Realizarlo en época seca y/o fría es más favorable. No utilizar la caña seca del plantón, utilice la caña madura.

El corte deberá hacerse entre el primero y segundo nudo sin dejar vaso para que no se acumule la lluvia y se pudra el rizoma, además para facilitar el nacimiento de las nuevas cañas.



Pautas generales de selección de Bambúes a cortar

Brillo. En el caso de *Bambusa vulgaris* es importante para reconocer su maduración o edad, el brillo lustroso de las cañas.

Color. Preferir las de color más apagado, y en general, las que tienen brillo ceroso (similar a que se le hubiese aplicado una mano de cera), son cañas de más edad y de mejor densidad de fibra. Descartar las cañas que exhiben un color brillante e intenso y que al secar son más blanquecinas y opacas.

Rectitud. Seleccionar las cañas más rectas. Para tener una dimensión de la rectitud, se coloca la caña vertical, con una plomada igual a su longitud en la punta. La distancia lateral de esta plomada a la base marcará que tan "fuera de plomo" es dicha caña. Conviene expresarlo en un porcentaje sobre el largo total. Por ejemplo, si en 4 metros la plomada esta a 40cm del eje, tiene una desviación del 10%.

Diámetro y regularidad (conicidad). El diámetro conviene medirlo, contando desde la base, a la altura de la vista. La conicidad es la diferencia entre el diámetro mayor y el menor medido en el mismo sitio. Las cañas nunca son perfectamente cilíndricas, pero a veces son muy aproximadas a esa forma.

Distancia de nudos (entrenado). Los bambúes tienen menos distancia entre nudos en su base que en las puntas.

Espesor de pared. Todos los bambúes tienen más pared cerca de la base que en la punta. Hay cañas que tienen pared irregular, esto es que la pared no tiene un espesor constante en su circunferencia. Es medido en milímetros.



✗ Caña con huevo



✗ Caña con enfermedad



✗ Caña torcida y con huevo



✓ Buena caña



Avinagrado o "curado"

Después del corte basal, hay que dejar las cañas de 15 a 20 días dentro del correspondiente plantón, en el sitio de corte.

Las cañas deben mantenerse verticales para que se escurran y no se deformen, con el fin de que la savia baje, y evitar así el ataque de plagas.



Transporte

Después del curado en el plantón se debe tener mucho cuidado al transportar las cañas al sitio de inmunización, evitando los impactos y procurando no tirarlas para que no se produzcan daños como rajaduras, huecos o deformaciones.



Limpieza

Antes de la inmunización es muy conveniente limpiar con cepillo o lavar con agua las cañas para quitarles el polvo, el barro (fango) o la suciedad en general, con el objetivo de no contaminar el líquido inmunizante y para que su superficie sea más uniforme.



Perforación

Con el fin de inmunizar las cañas se deben perforar estas previamente, a todo lo largo, con una varilla mayor de 12mm (1/2 pulgada) para que atraviese todos los nudos y pueda penetrar en toda su longitud el líquido inmunizante.



Anotaciones



Preservación

En dependencia del sistema de inmunización seleccionado, se procede a la inmersión de las cañas por el tiempo previsto.

Es imprescindible dar tratamiento al bambú para poder emplearlo, algunos métodos pueden ser:

Tratamientos tradicionales:

1. Curado en el plantón (avinagrado de 15 a 20 días).
2. Almacenamiento en agua.
3. Hervido con 1% de sosa cáustica (hidróxido de sodio), aproximadamente 30 minutos; o con carbonato de sodio, aproximadamente 60 minutos.
4. Lavado con cal, Ca(OH)_2 , transformándose en CaCO_3 .



Secado

Cuando se retiran las cañas de la solución inmunizante deben permanecer verticalmente para que escurran bien. Se dejan secar al sol hasta que se pongan de color amarillento.



Conservación y Preservación



Se les limpia con virutas y se les aplica: Aceite de linaza con 30% de trementina y luego cera con alquitrán para protegerlas contra el blanqueamiento producido por la luz ultravioleta.

Almacenamiento

Una vez secas las cañas se deben almacenar, bien organizadas, en un sitio seco y cubierto para protegerlas de la intemperie.

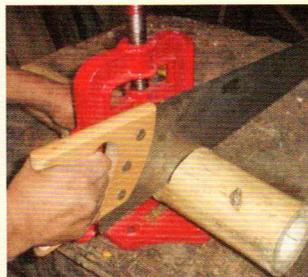


Herramientas básicas para construir la nave

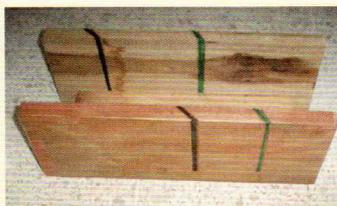
Machete. Es la herramienta más útil, se utiliza tanto en la plantación, como en la construcción.



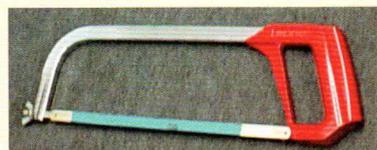
Serrucho



Caja a ingleses o guías



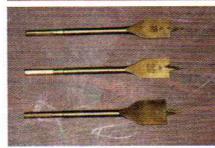
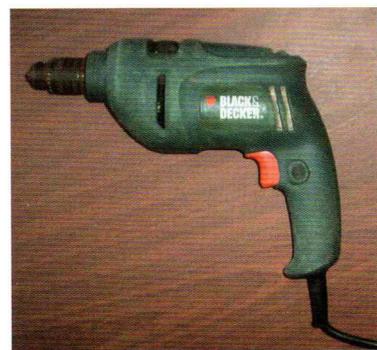
Segueta



Berbiquí



Taladro eléctrico con brocas regulares, de aleta y con sierra de copas.



Hacha



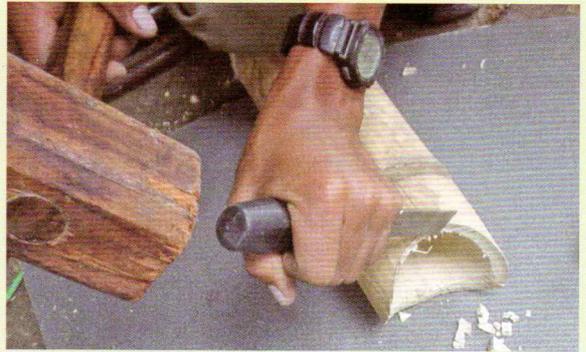
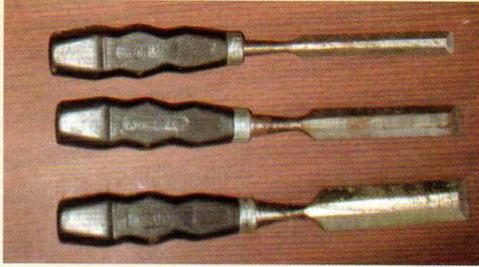
Martillo



Mazo de madera



Trinchas ó Formones, usados por ejemplo en la construcción de una unión boca de pescado.



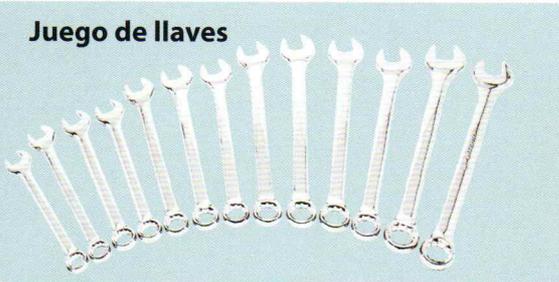
Gubias



Cuchillas de corte



Juego de llaves



Brocha y estropajo metálico



Barras de acero con puntas



Herramientas de albañilería



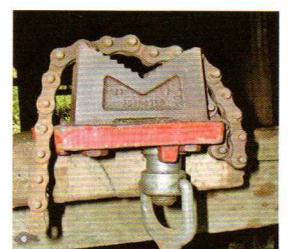
Embudo



Tarrajas



Bancos de trabajo y prensas de sujeción



Cuerdas, cintas plásticas y alambres



Uniones y conexiones

Capítulo 2

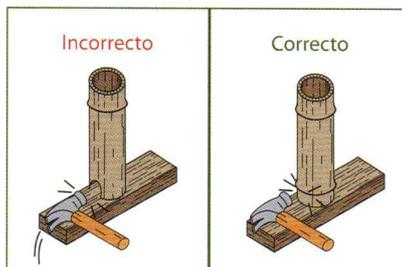
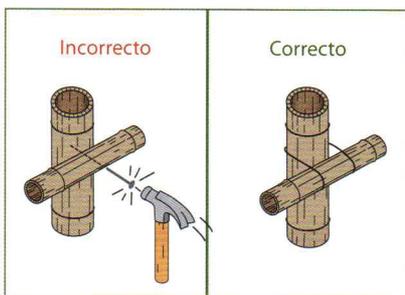
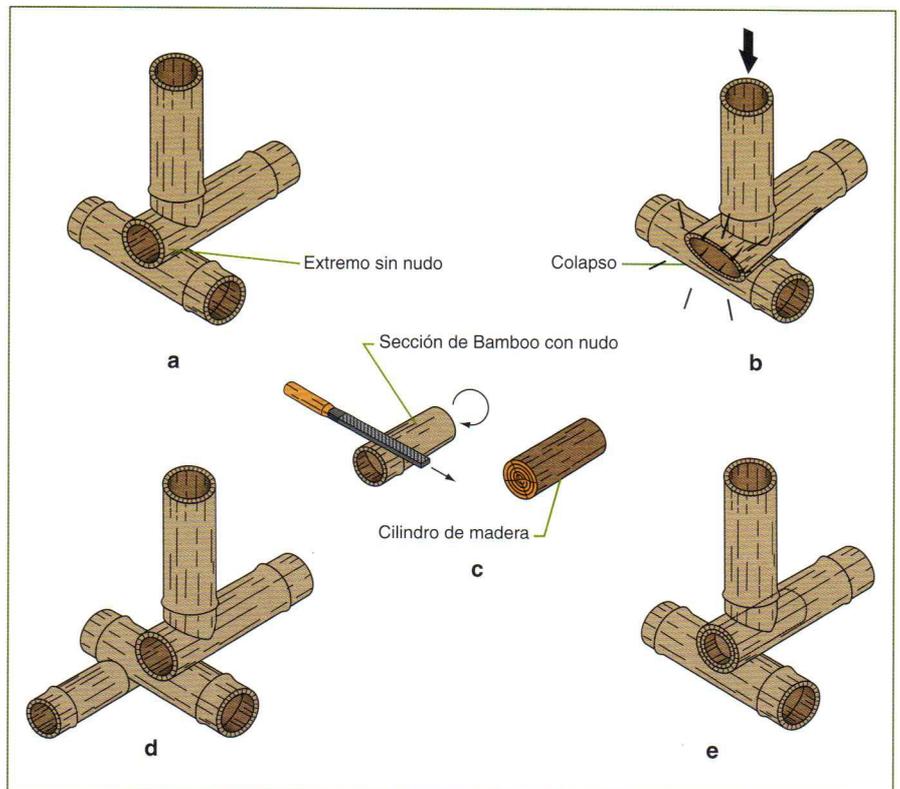
Principios fundamentales para realizar uniones

En la construcción con bambú, el uso de los nudos es muy importante.

En columnas y vigas de bambú es necesario contar a un nudo en ambos extremos o lo más cercano posible hacia los extremos, de lo contrario, la presión de una estructura en la articulación puede aplastar el bambú.

Si no tenemos una vara con esas características, deberíamos usar una pieza de bambú con nudo o un cilindro de madera con el diámetro adecuado para insertar en la vara.

No use clavos de madera convencionales en carpintería de bambú, ya que podría rajarse; es mejor utilizar pernos de acero, clavijas de bambú, nylon o cable de vegetales del diámetro apropiado.



La base de la columna debe terminar en nudo, así no se rajará en el caso de golpearla para posicionarla.

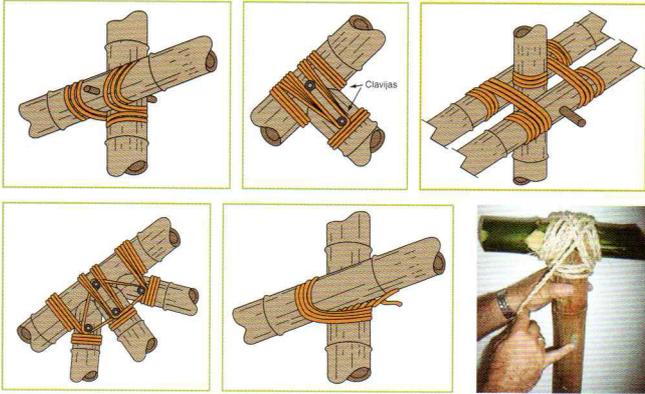
Anotaciones



Existe una gran variedad y forma de producir las conexiones y las respectivas uniones de las cañas según su posición en la estructura de la nave. Se muestran en el manual las utilizadas en la nave, así como posibles alternativas.

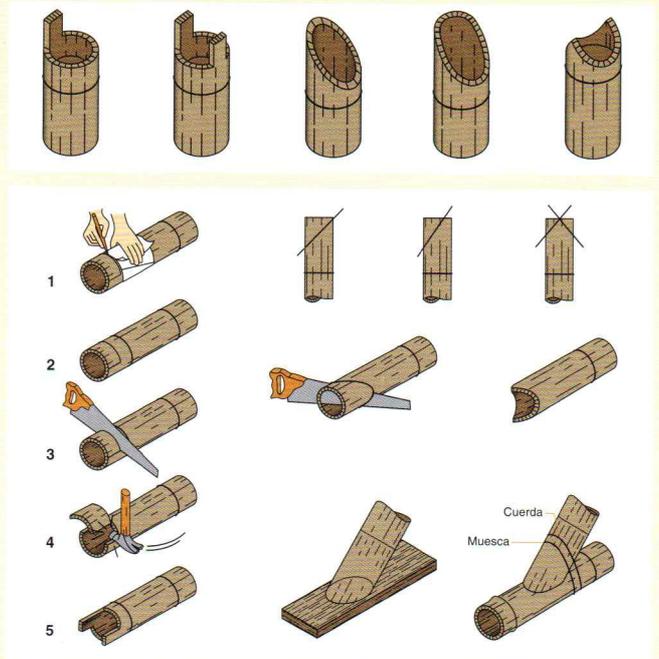
Uniones con amarres.

Se pueden utilizar diferentes tipos de cuerdas. Observar el empleo de un pasador de bambú que permite el adecuado amarre de las piezas.



Conexiones de cañas verticales con horizontales y uniones o amarres con cuerda.

Cortes más comunes para las uniones



Ejemplos de uniones y conexiones



Estructura sobre soporte vertical con conexiones tipo "boca de pescado" y uniones mediante pernos metálicos.

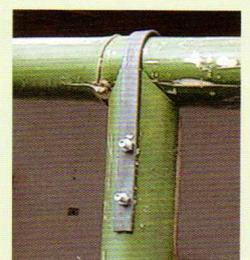


Estructura sobre soporte de hormigón armado y uniones mediante pernos metálicos.

Conexión "Boca de Pescado". Para ensambles entre verticales y horizontales.



Variantes de conexiones



Conexión "boca de pescado" con pernos y platina metálicos.

Conexión "Pico de flauta". Para ensambles de diagonales con verticales u horizontales.



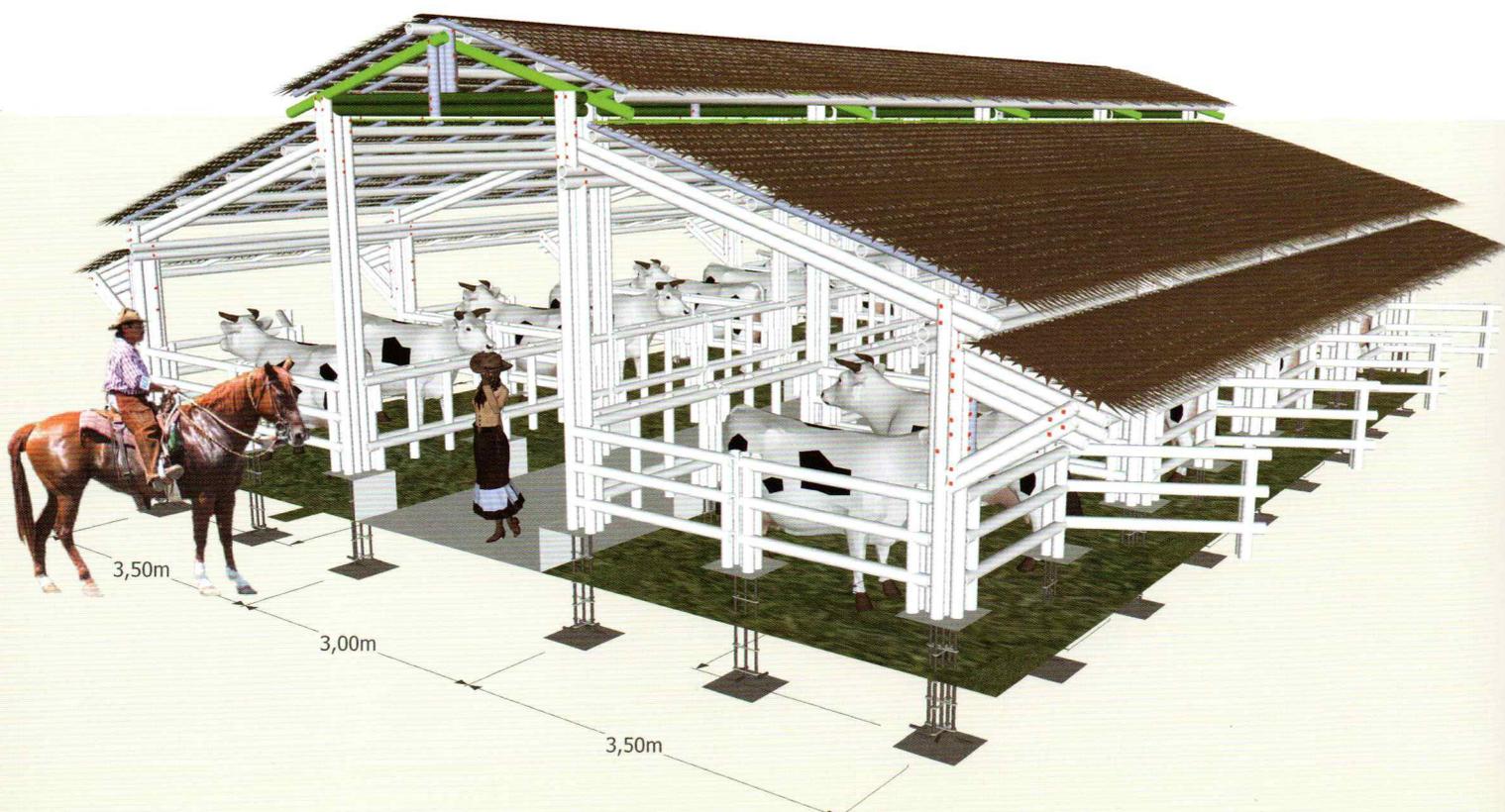
Conexión "boca de pescado" y pernos metálicos para fijación de caña horizontal con vertical.



Solución arquitectónica

Capítulo 3

Perspectiva general de la nave



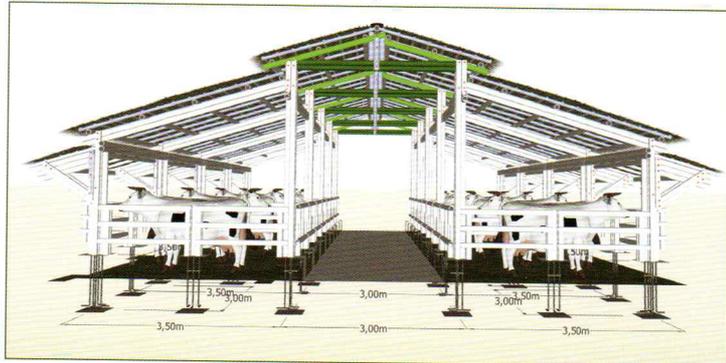
Descripción:

Nave para la cría de ganado vacuno conformada, en cada eje transversal, por dos pórticos laterales que cubren cada uno una luz de 3.50 metros, un portico central de 3.00 metros y aleros ubicados en laterales extremos que cubren 1.50 metros cada uno.

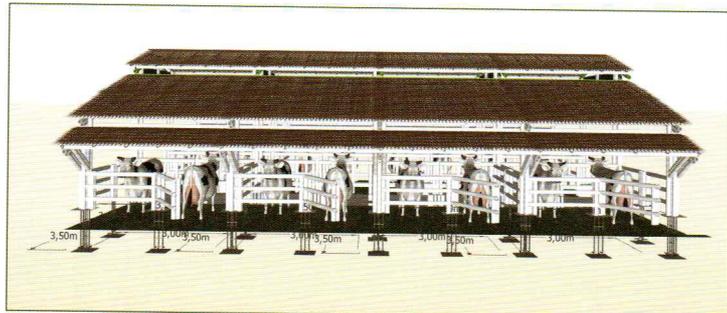
La multiplicación de este eje transversal cada 3.50 metros en el sentido longitudinal de la nave, permite su crecimiento longitudinal, según las necesidades del usuario.

Toda la estructura es de bambú y el recubrimiento de la cubierta con fibras vegetales (yagua, hojas de la palma real u otras). Podrían usarse, en su defecto, planchas acanaladas de diferentes tipos.

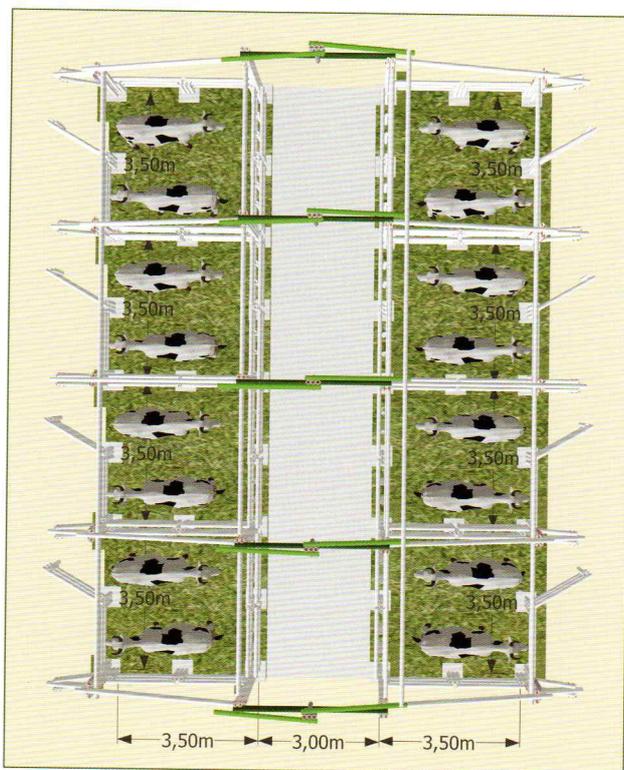
Solución de nave completa



Vista frontal

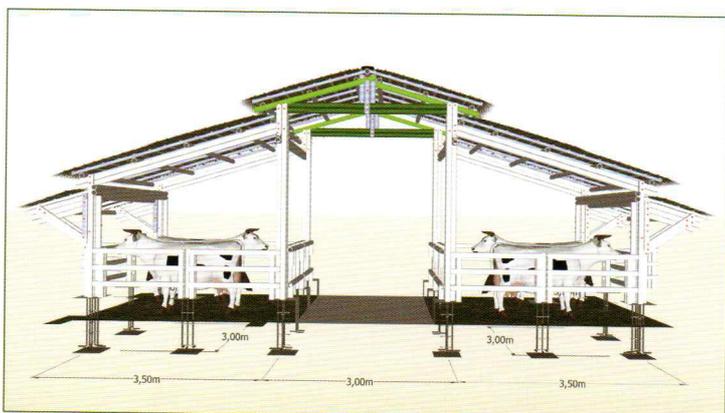


Vista lateral

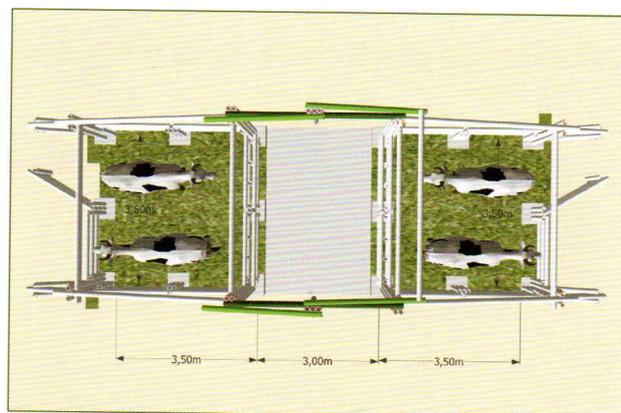


Vista superior

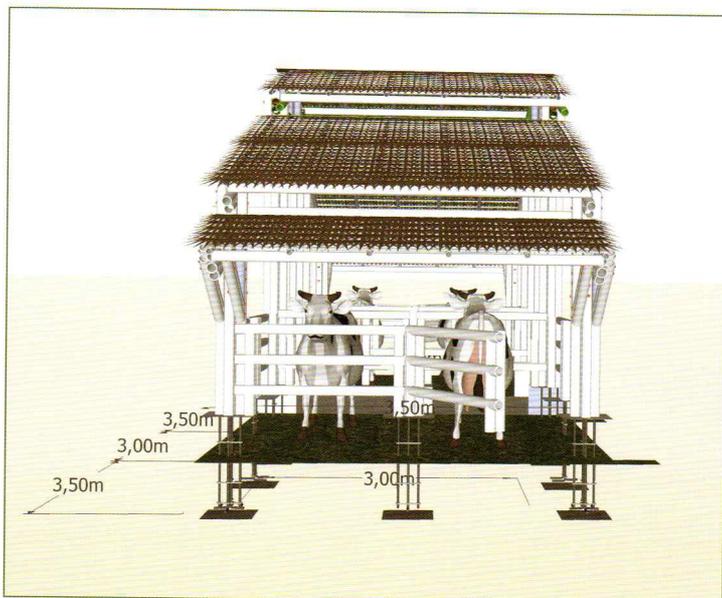
Solución de módulo de 10,00 x 3,50 metros



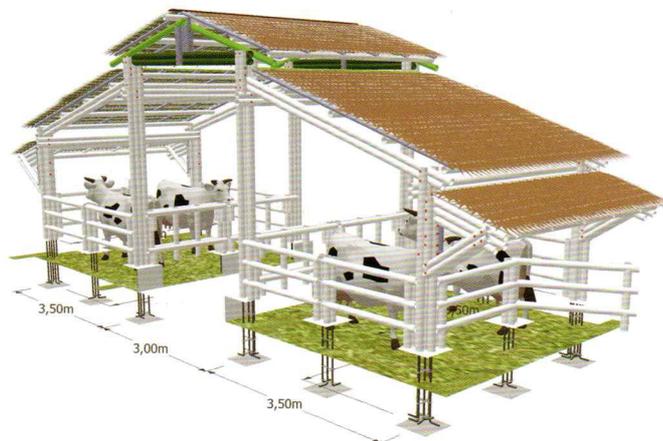
Vista frontal



Vista superior



Vista lateral

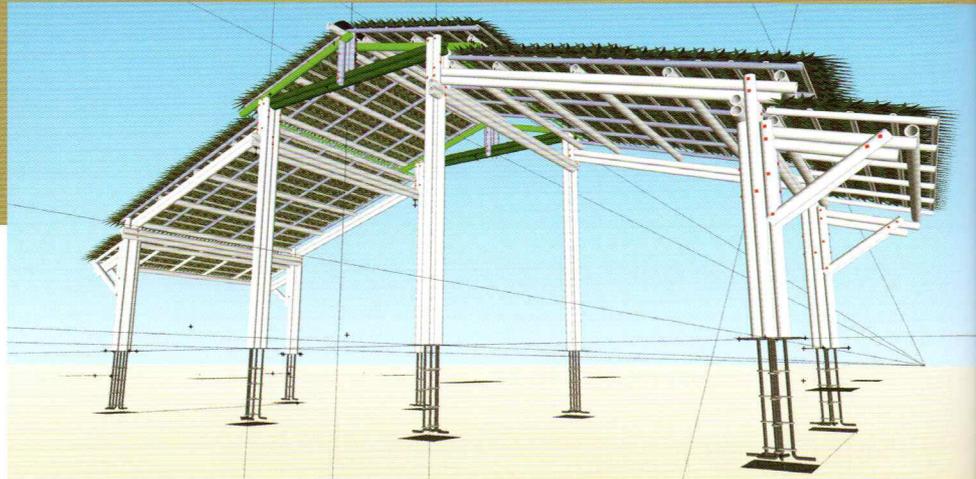


Perspectiva

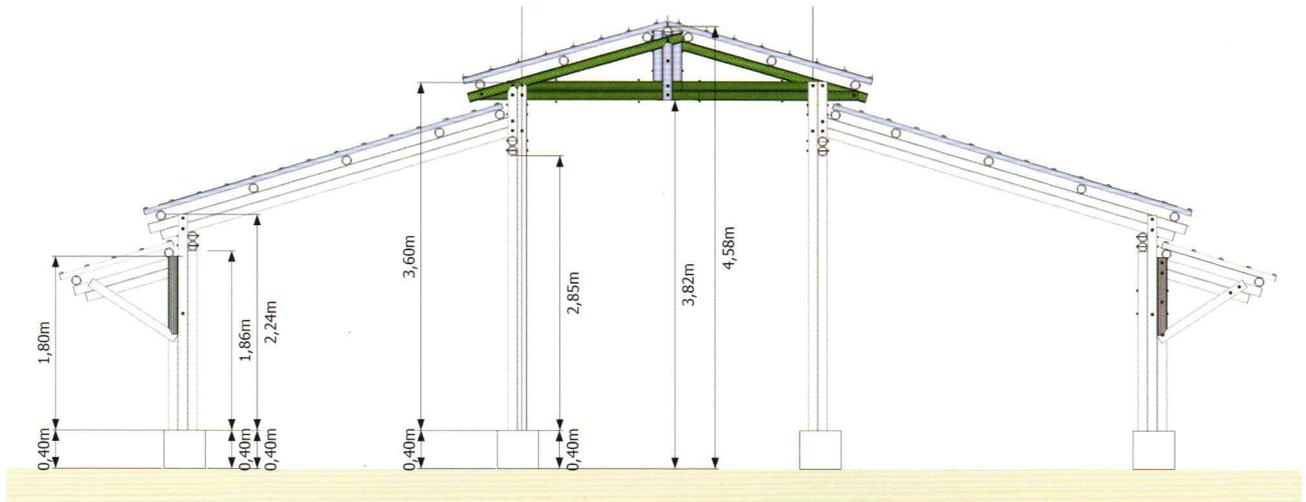
Solución estructural

Capítulo 4

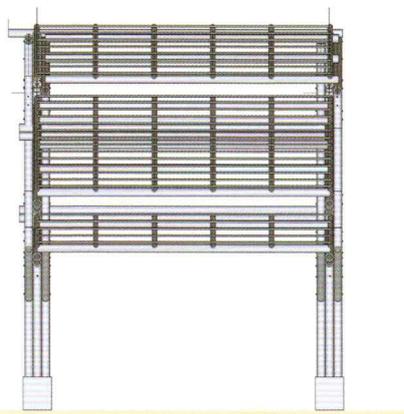
Solución con bases aisladas de hormigón armado y recubrimiento con fibras vegetales.



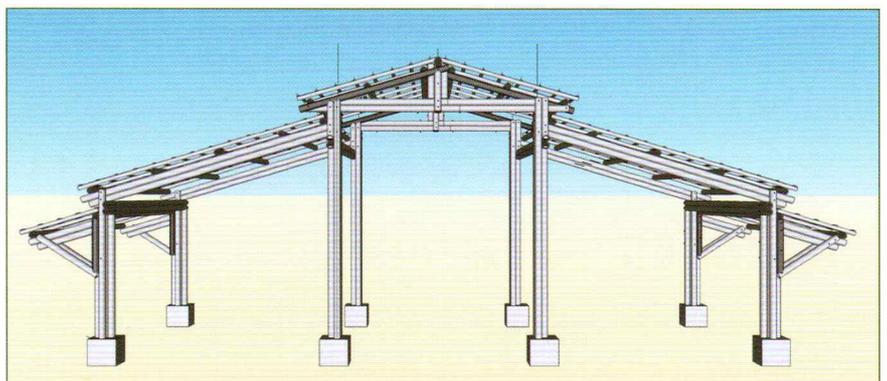
Solución de estructura de la nave para un módulo de 10.00 x 3.50 metros



Vista frontal



Vista lateral



Esquema tridimensional de un módulo

Soluciones de cimientos

Los cimientos o bases de la nave son los encargados de transmitir, todo el peso de la estructura de la nave y sus componentes, al suelo donde se apoya, el cual finalmente es el encargado de soportar todo el peso de la solución constructiva, incluyendo el peso del propio cimiento.

Existe una interconexión indisoluble entre el suelo, la solución de los cimientos y la estructura de la nave con el objetivo de mantener la estabilidad integral de la misma y que logre cumplir sus funciones con la máxima seguridad. De ahí, que en dependencia de la calidad del suelo y el tipo de estructura a construir, se debe dar una solución de cimentación, o base, que permita esta interconexión de forma eficaz, eficiente y efectiva.

De forma general podemos encontrarnos en situaciones donde el estrato resistente del suelo sea superficial (retirada la capa vegetal, no más de 600mm - 1000mm, como en el sitio donde se construirá la primera nave) ó situaciones donde el estrato resistente sea más profundo (más de 1000 mm), igualmente pudieran escasear materiales tales como el cemento y el acero.

Atendiendo a estas variables mencionadas, pudieran darse otras y por tanto siempre se debe consultar a especialistas en la temática, se dan las siguientes soluciones posibles a aplicar.

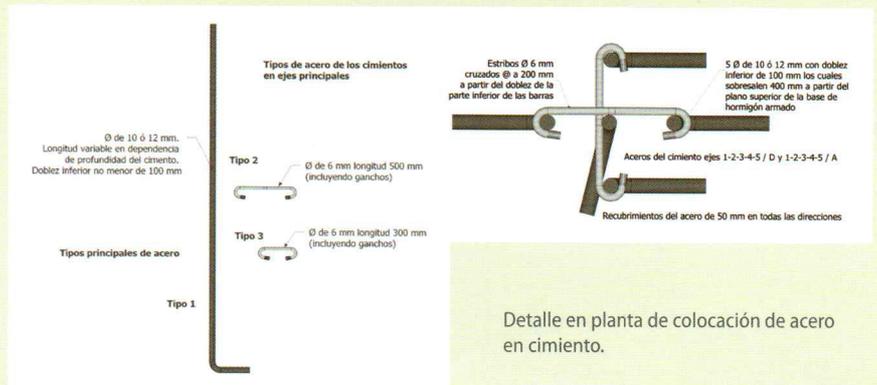
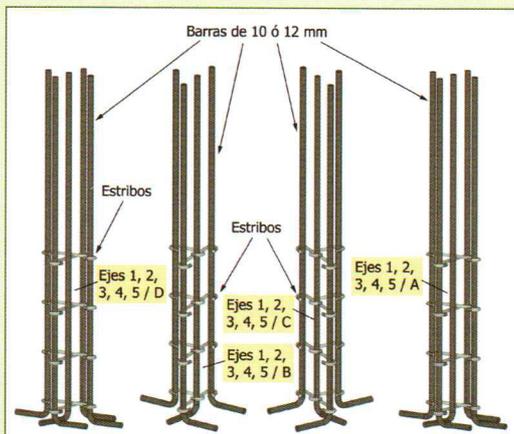
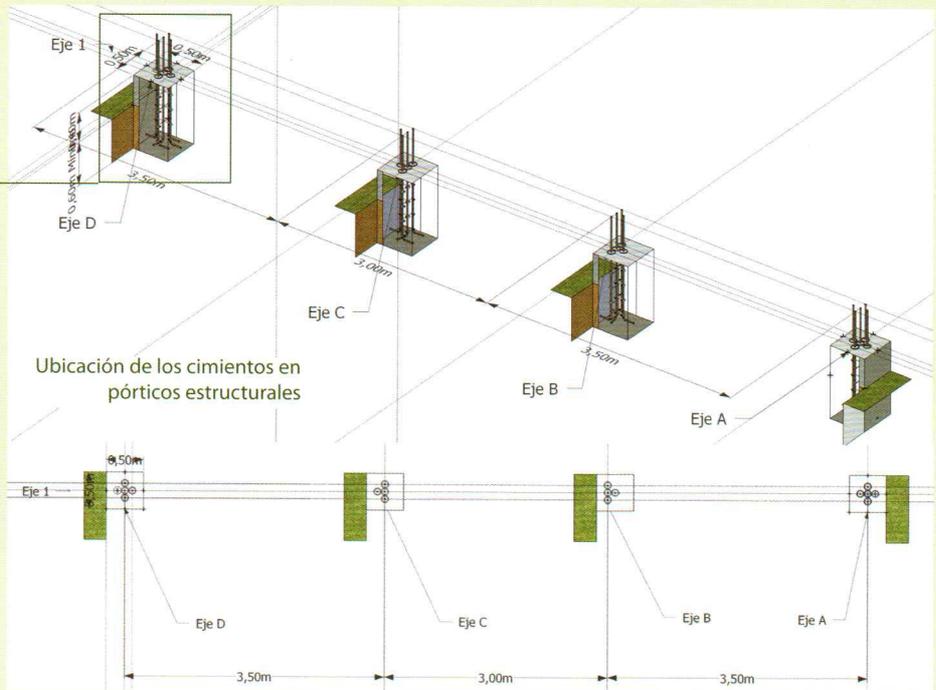
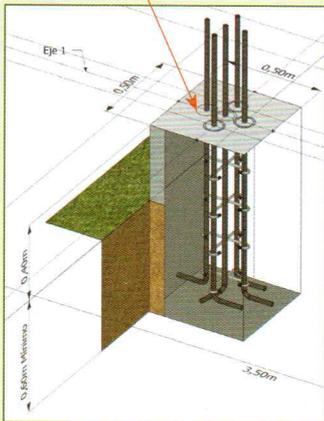
Variante 1.

Estrato resistente profundo.

Esquema general de solución de cimentación aislada para pórticos principales.

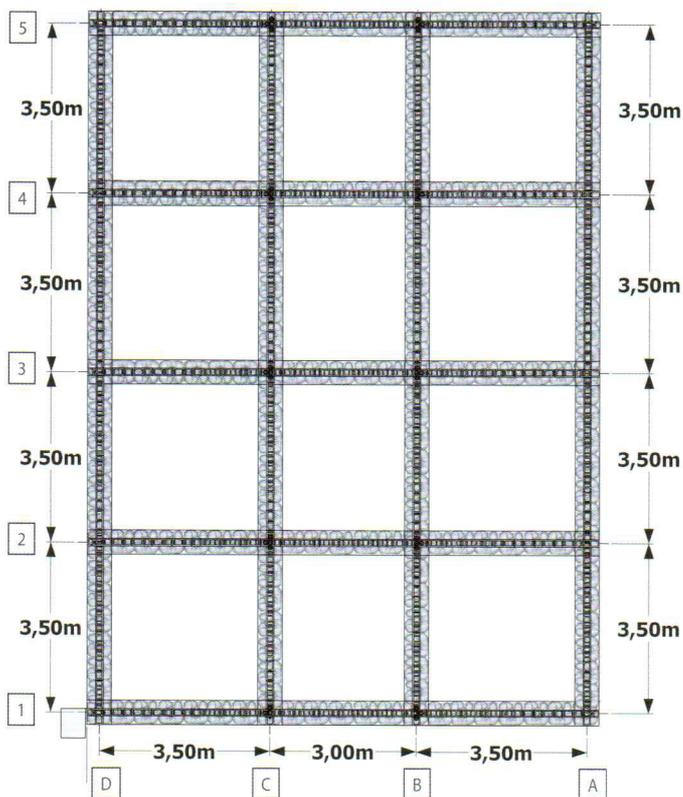
La excavación se hará hasta estrato resistente, o mejorado a partir del cual se colocará el acero de refuerzo que debe quedar embebido 600 mm dentro de la masa de hormigón de 17.5 MPa (175 Kg/cm²), quedando fuera 400 mm para conexión de cañas verticales.

Colocación de las cañas verticales dentro de las barras de acero y posterior hormigonado dentro de la caña hasta 400 mm de altura.



Variante 2.

Estrato resistente superficial.



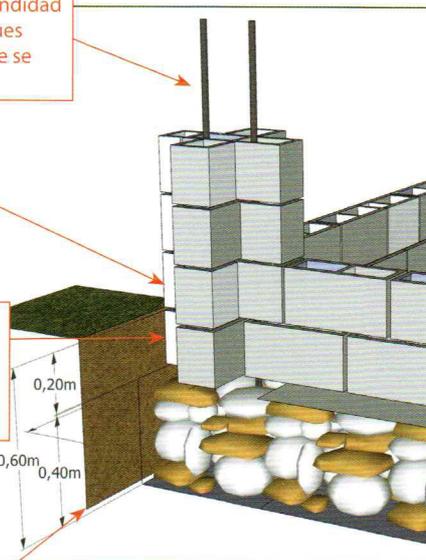
Observar que en los dos ejes intermedios longitudinales, la dirección de los aceros cambia hacia el sentido longitudinal de la nave.

2 aceros # 12 (1/2 pulgada) con doblé en el extremo inferior a toda la profundidad de las hiladas de bloques los que posteriormente se rellenan de mortero.

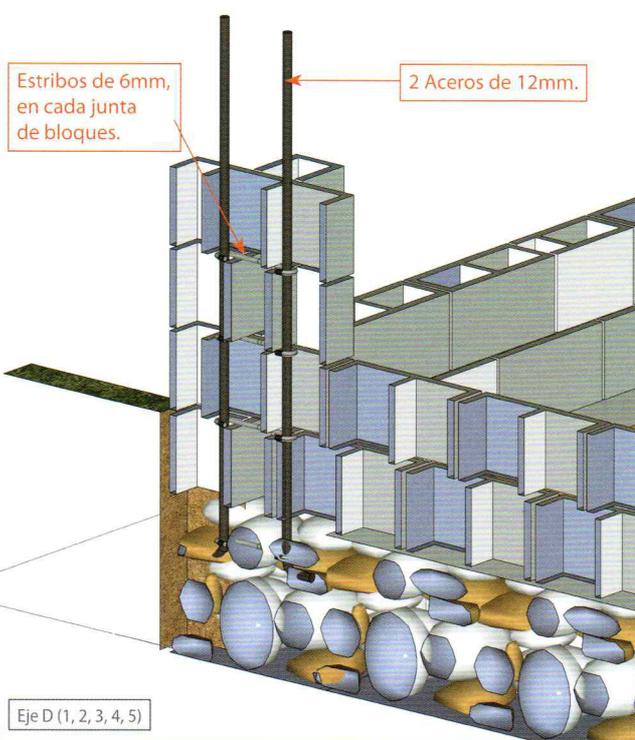
La segunda hilada cuya función será de contención de los rellenos de pisos de la nave.

La primera hilada de bloques queda dentro de la excavación en zanja y encima de esta las restantes hiladas.

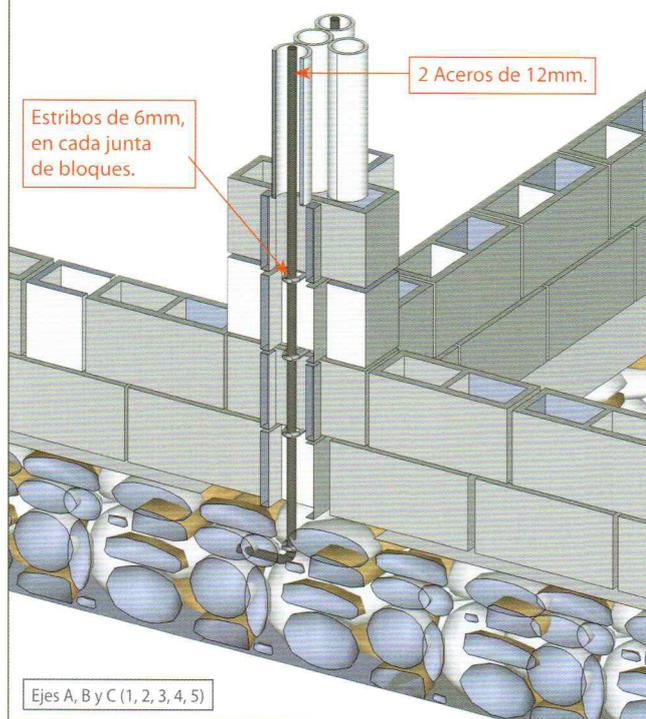
Profundidad de la excavación (zanja corrida) para la base de la cimentación.



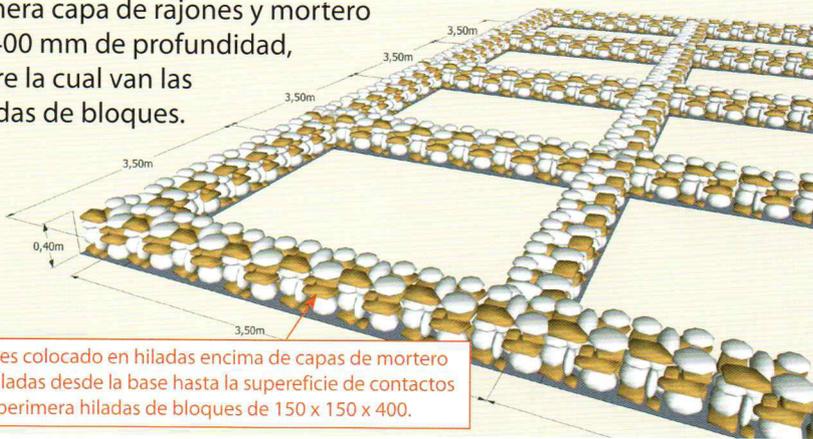
Colocación de aceros en ejes **laterales** de la nave, con sus correspondientes estribos, que se espacian coincidiendo con la junta de los bloques, solo dos de las cinco cañas llevan acero en su interior.



Colocación de aceros en ejes **intermedios** de la nave, con sus correspondientes estribos, que se espacian coincidiendo con la junta de los bloques, solo dos de las cinco cañas llevan acero en su interior.

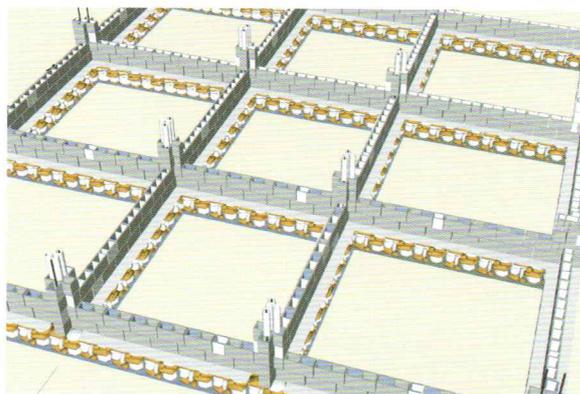


Primera capa de rajones y mortero de 400 mm de profundidad, sobre la cual van las hiladas de bloques.

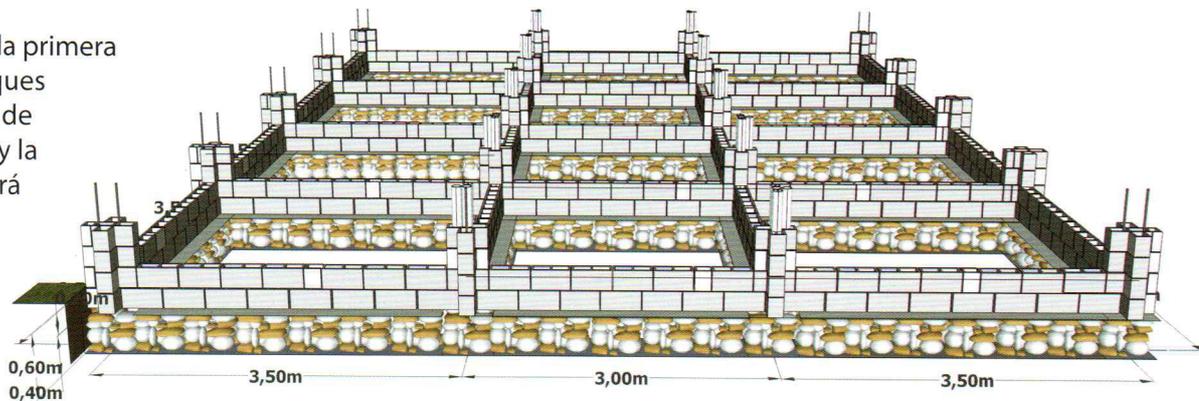


Rajones colocado en hiladas encima de capas de mortero por hiladas desde la base hasta la superficie de contactos de la primera hiladas de bloques de 150 x 150 x 400.

Observar que siempre donde van colocadas las cañas verticales se produce una separación del terreno para protegerlos de la humedad. Estas estructuras deben tener "buenas botas y buen sombrero".

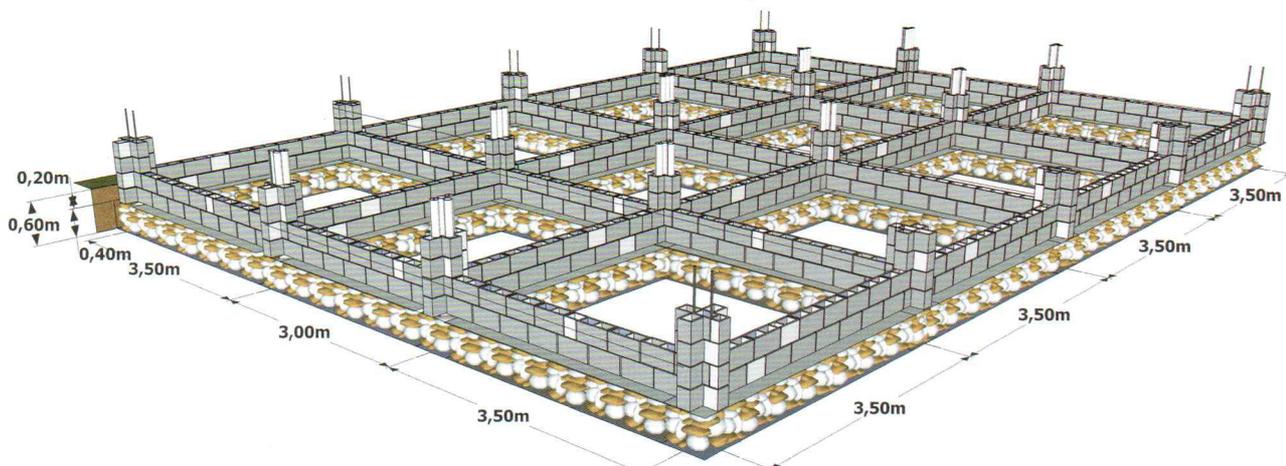


Observar que la primera hilada de bloques queda dentro de la excavación y la segunda servirá para delimitar los rellenos de piso de la nave.



Cimentación en zanja corrida a todo lo largo de los ejes de la nave, de 600 mm de profundidad x 500 mm de ancho, con una primera capa de rajones y mortero de 400 mm de profundidad, sobre la cual

van las hiladas de bloques, las dos primeras hiladas a todo lo largo de los ejes de la nave y las dos siguientes sólo localizadas en el mazo de cañas que conforman el soporte vertical de la estructura.

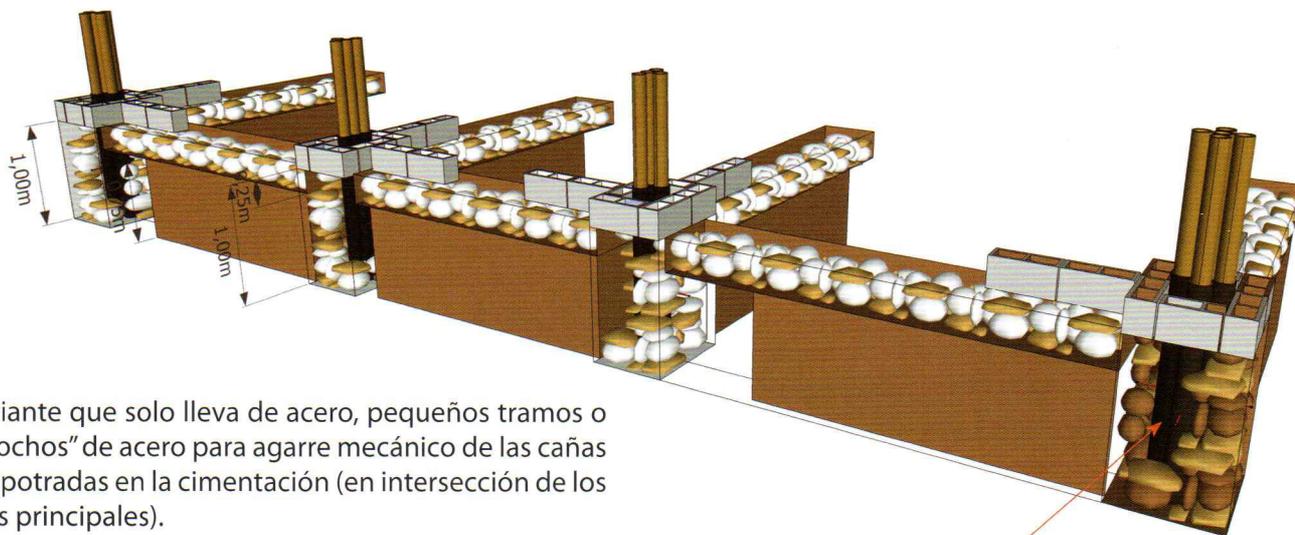


Anotaciones



Variante 3.

No se tiene cemento y acero en cantidades suficientes.

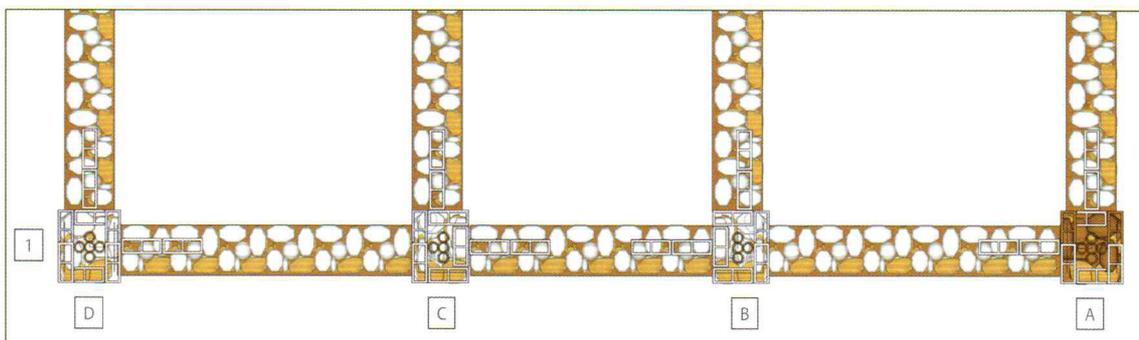


Variante que solo lleva de acero, pequeños tramos o "mochos" de acero para agarre mecánico de las cañas empotradas en la cimentación (en intersección de los ejes principales).

Hay que realizar zanja corrida de 250 mm de profundidad, la que se rellenará de rajones y mortero y que servirá de apoyo a los bloques de hormigón de gravilla que delimitarán los cimientos.

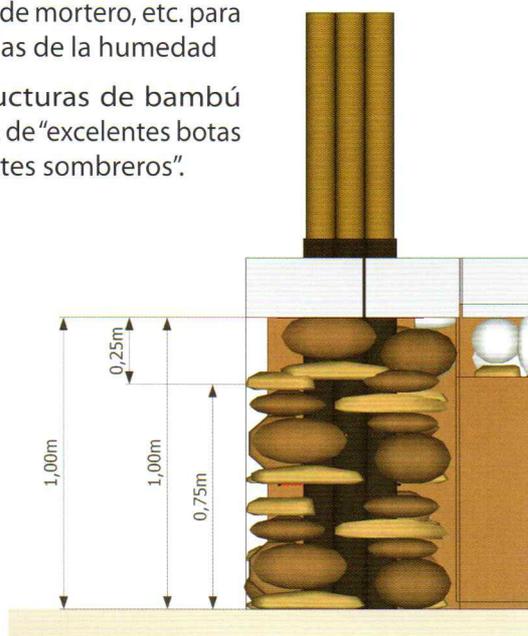
El bambú, previamente recubierto, se empotra en el suelo, a una profundidad mínima de 1000 mm.

Planta de la cimentación variante 3 en eje 1, lo cual se repite en todos los ejes transversales.

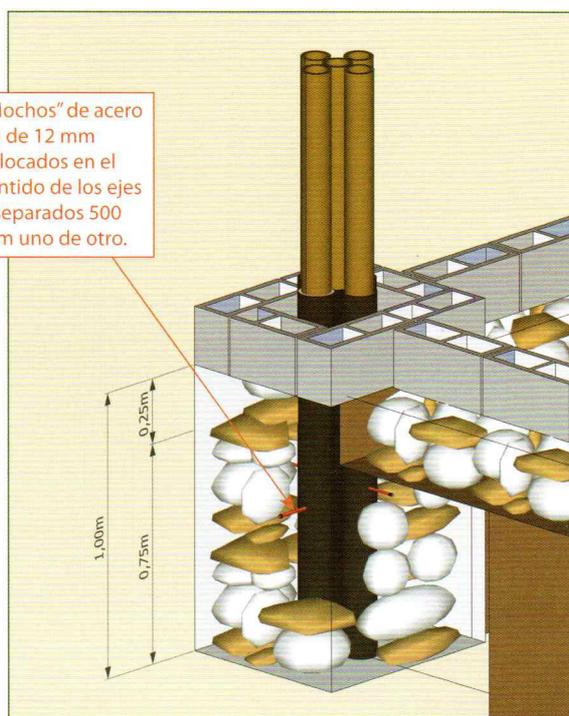


Hay que recubrir las cañas con asfalto, brea, "malla de pollo" revestida de mortero, etc. para protegerlas de la humedad

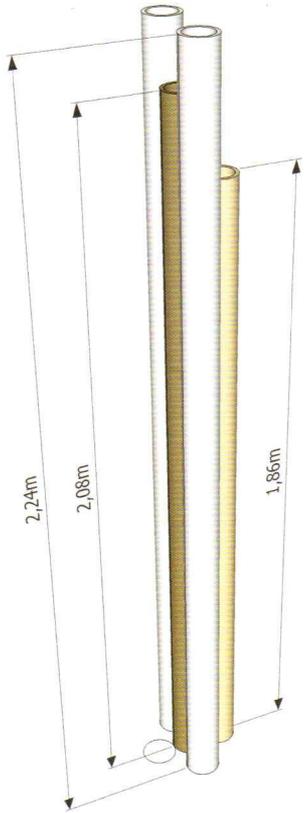
Las estructuras de bambú requieren de "excelentes botas y excelentes sombreros".



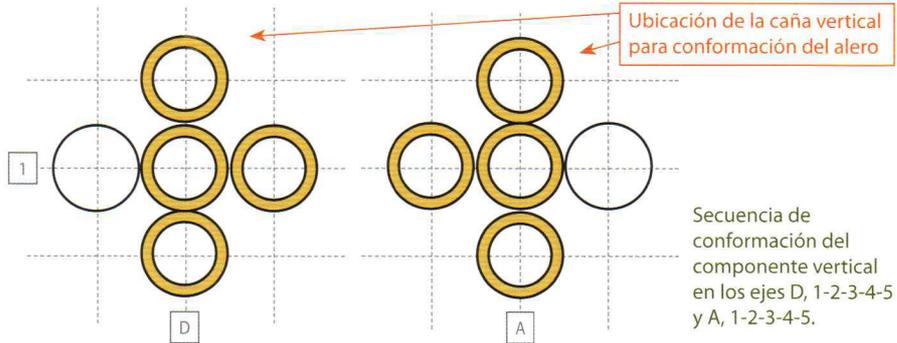
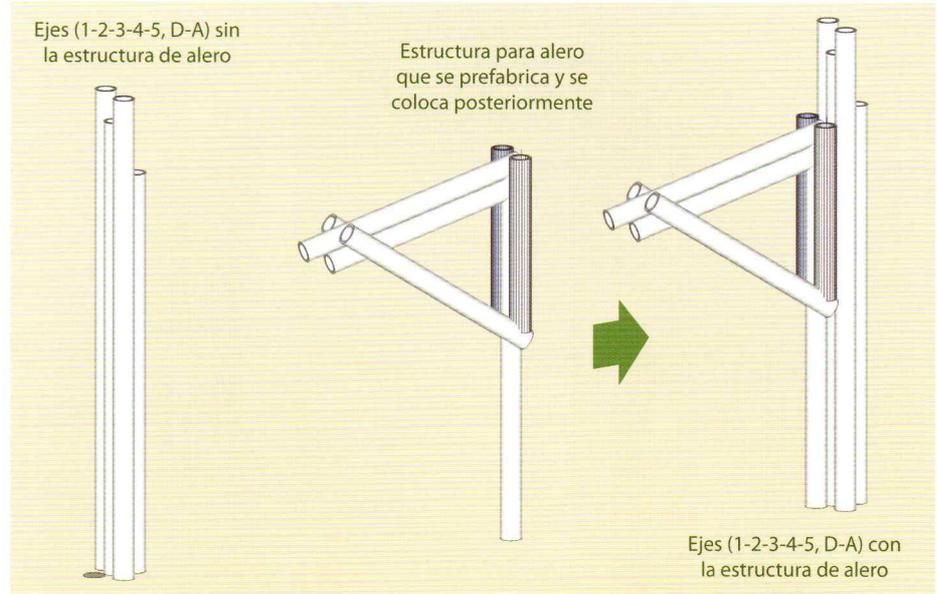
"Mochos" de acero (2) de 12 mm colocados en el sentido de los ejes y separados 500 mm uno de otro.



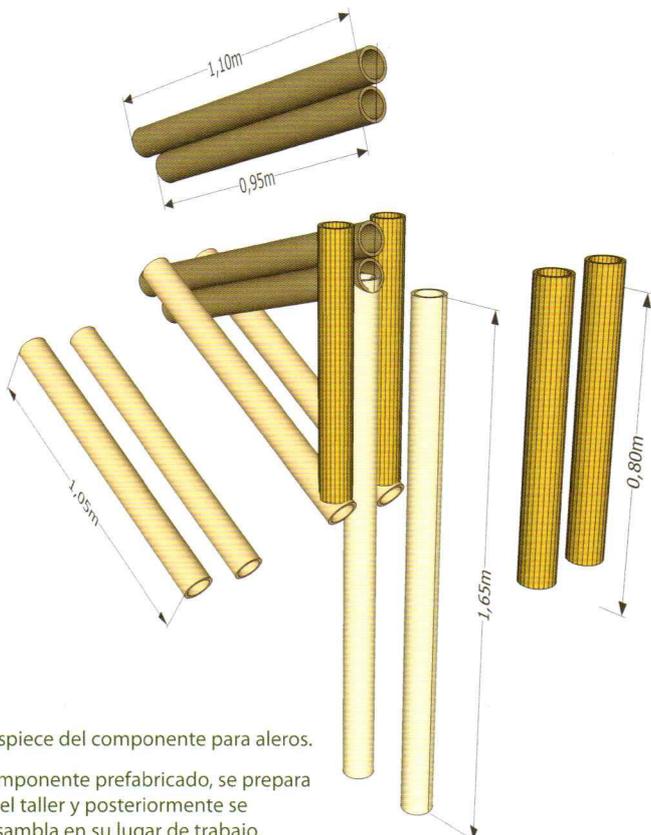
Solución de la estructura. Ejes extremos de la nave y aleros



4 cañas verticales en las que se apoyan doble cañas horizontales y doble cañas inclinadas y se anexa el componente para aleros.

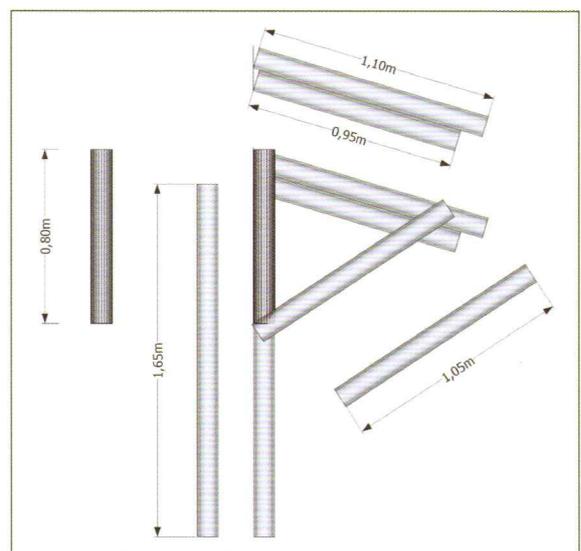


Solución de la estructura de los aleros en ejes extremos de la nave



Despiece del componente para aleros.

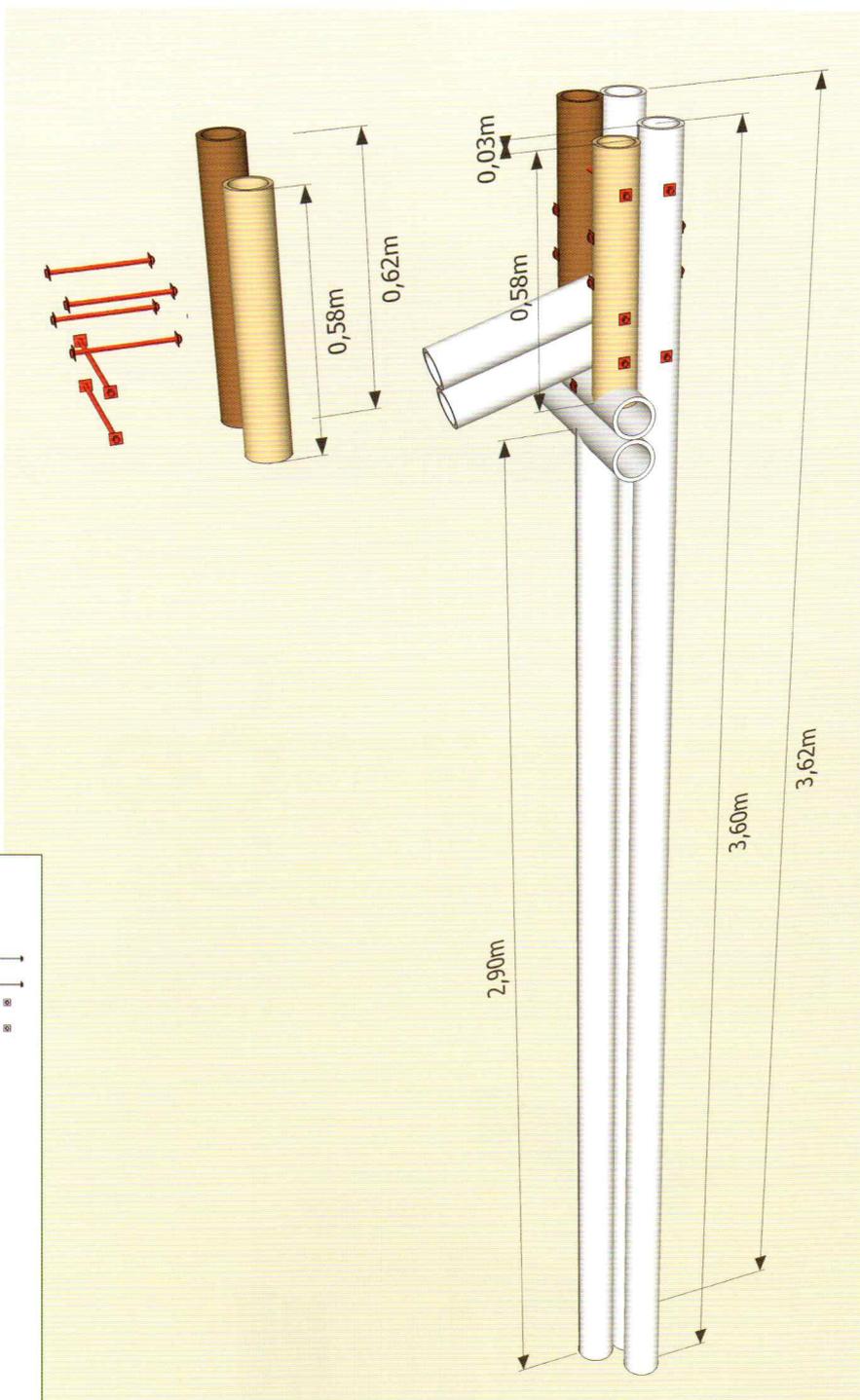
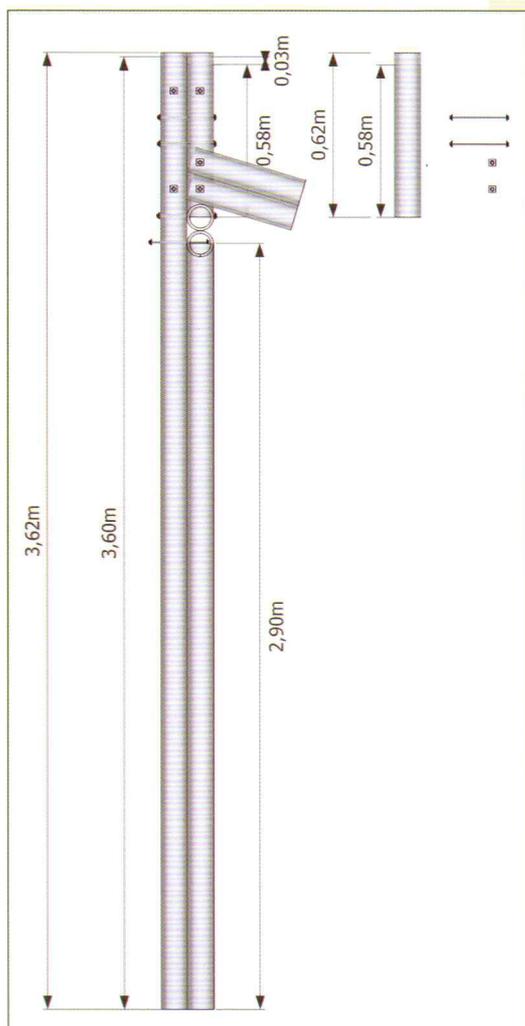
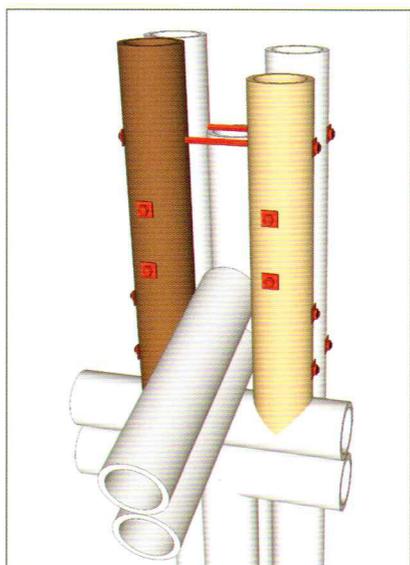
Componente prefabricado, se prepara en el taller y posteriormente se ensambla en su lugar de trabajo.



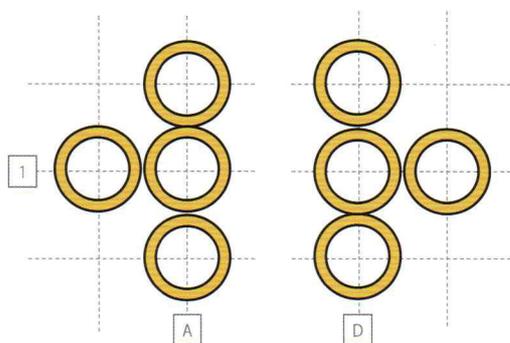
Piezas que componen el alero, la caña vertical se fija al acero correspondiente del cimientado o forma parte del paquete de cañas correspondiente, que se unen por medio de pernos para el caso de las dos variantes restantes de cimentación.

Solución de la estructura. Ejes intermedios de la nave

Todos los componentes conformados por cañas verticales pueden producirse en el taller (prefabricado) y montarse posteriormente en el lugar definitivo que ocupa en la solución estructural de la nave.

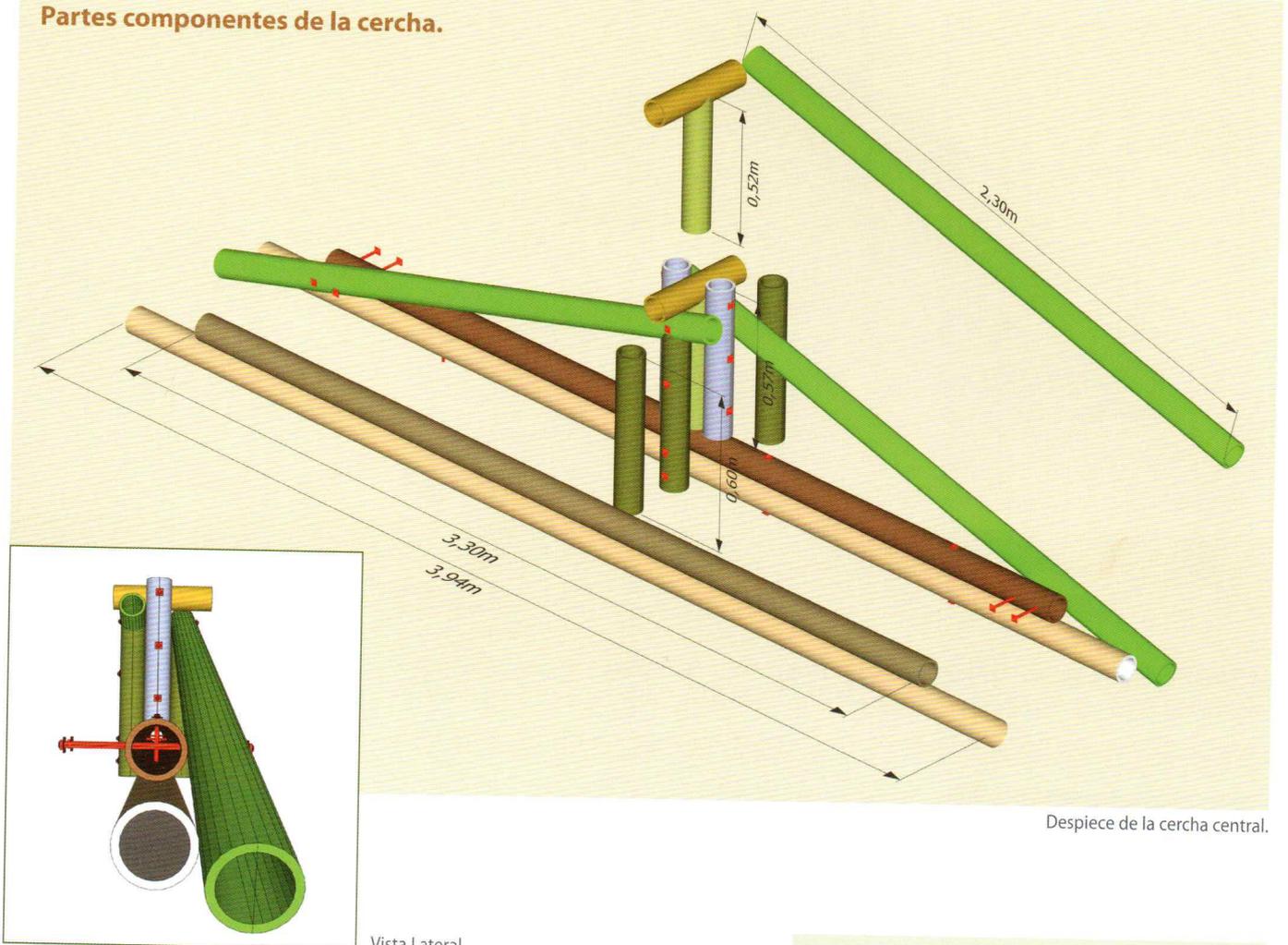


Esta solución corresponde a los ejes C, 1-2-3-4-5 y D, 1-2-3-4-5 y en la misma se apoyan las cañas inclinadas de los pórticos extremos y la cercha central.

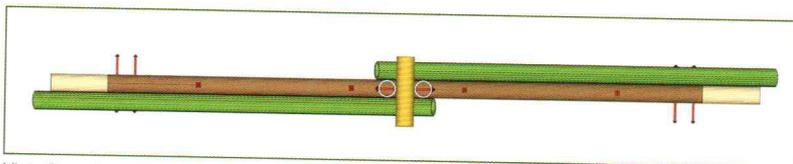


Solución de la estructura. Cercha central

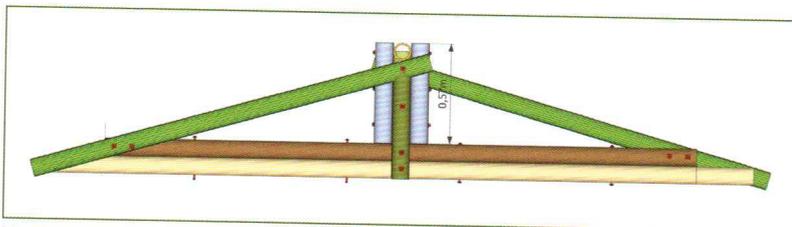
Partes componentes de la cercha.



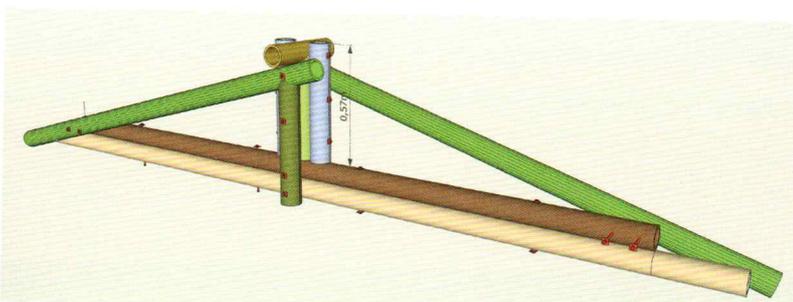
Despiece de la cercha central.



Vista Superior

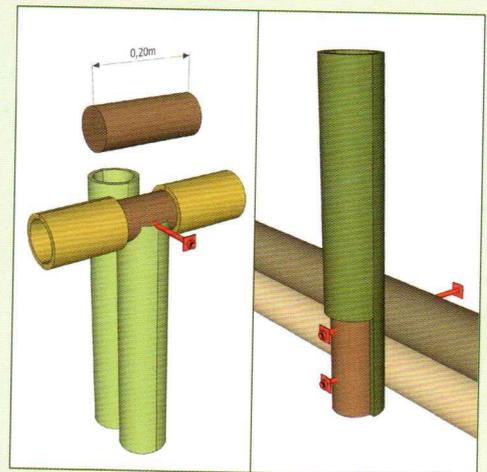


Vista Frontal



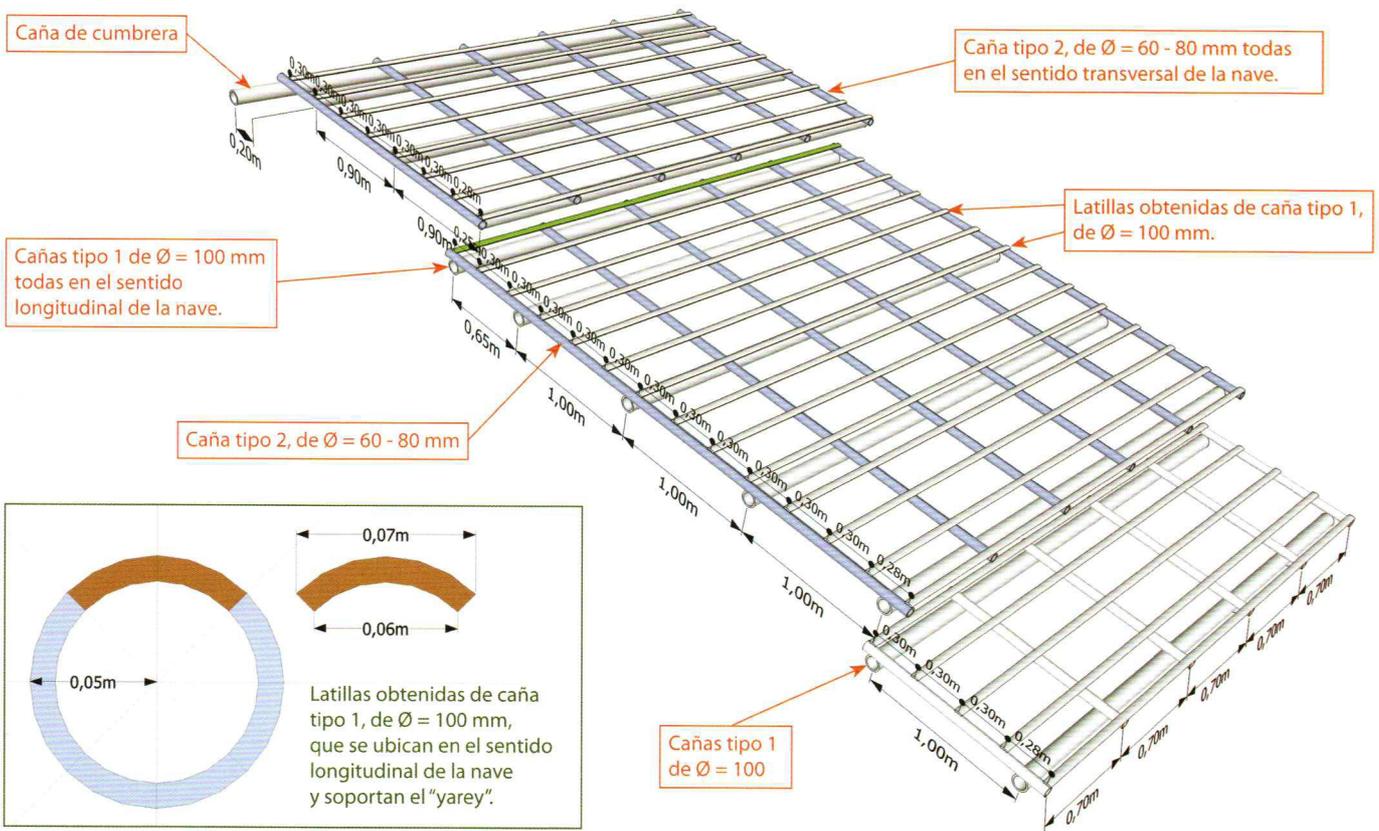
Perspectiva

Tramo de rollizo



Detalle del tramo de tronco de madera (tramo de rollizo) que debe insertarse ajustado en el interior de las cañas en la unión de estas para formar la cumbre, de igual forma se debe proceder en la parte inferior de las verticales del núcleo central de las cerchas.

El objetivo es evitar el aplastamiento y/o fractura de estas cañas.



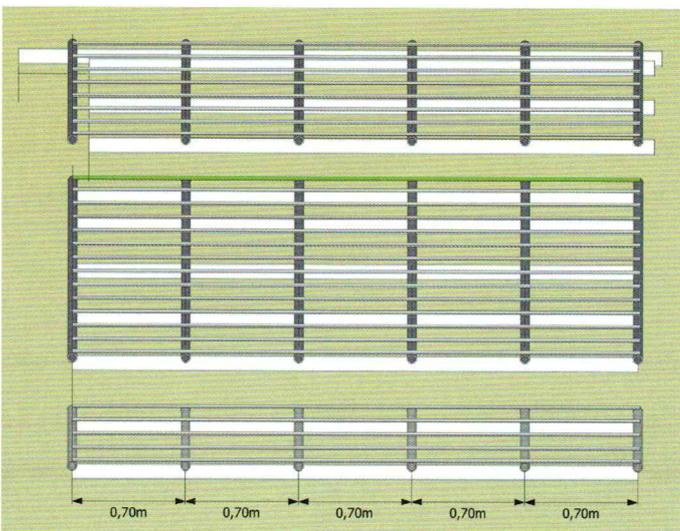
Importante

Caña tipo 1 tiene diámetro (\varnothing) de 100 mm.
 Caña tipo 2 tiene diámetro (\varnothing) de 60 a 80 mm.

Vista Frontal

Se observan los tres planos inclinados (Pendiente del 30 %) que cubren los tres tramos de media nave:

Pasillo interior central, área de corrales y aleros.



Vista Lateral

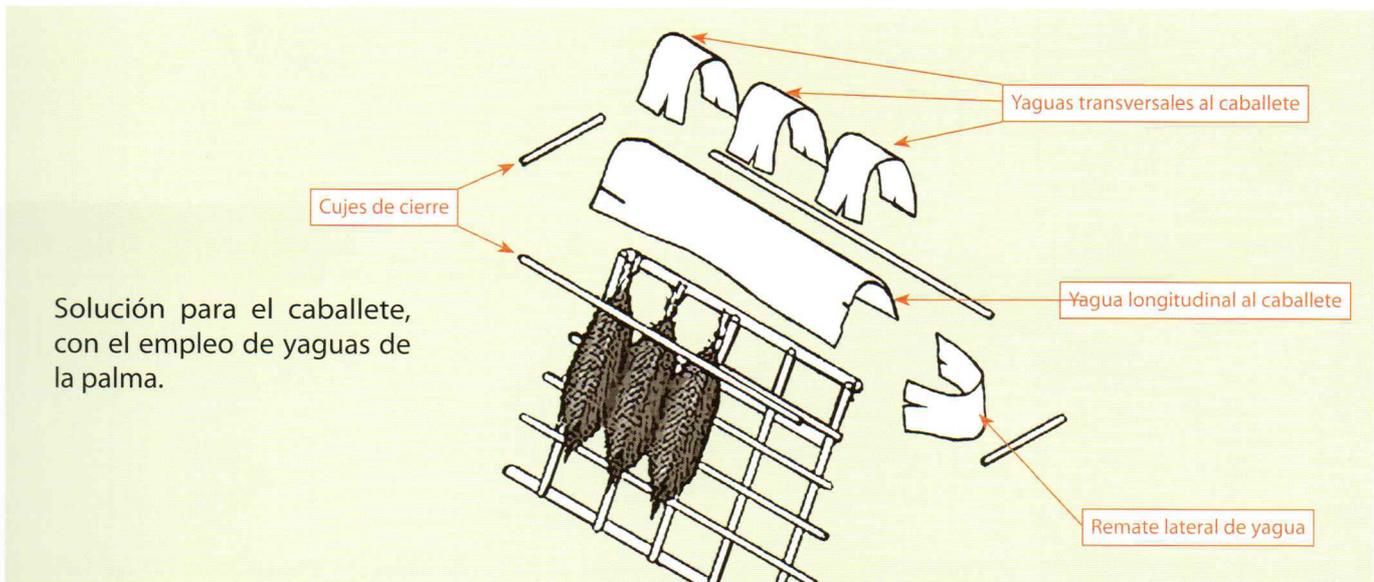
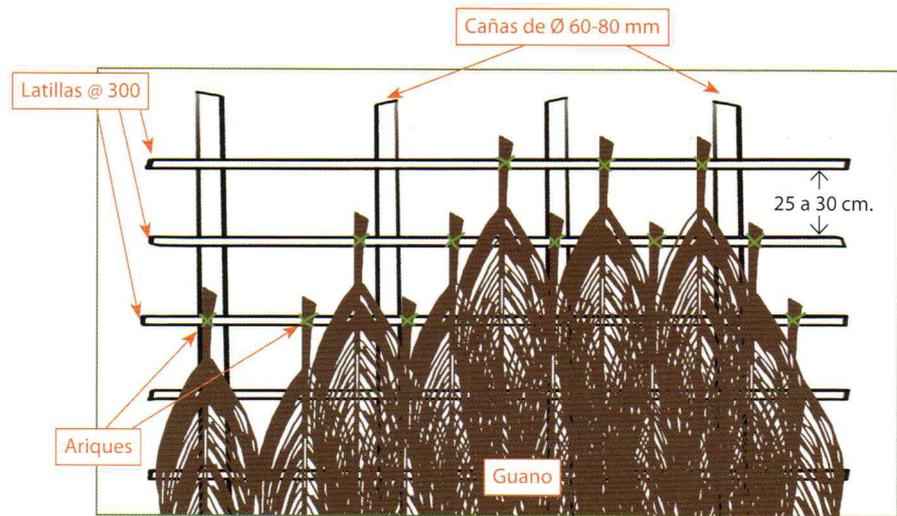
Se observan los tres planos inclinados (Pendiente del 30 %) que cubren los tres tramos de media nave:

Pasillo interior central, área de corrales y aleros.

Distribución de las cañas transversales $\varnothing 60-80$ mm @ 700 mm.

Solución de la estructura de la cubierta. Recubrimiento con "yarey" (guano)

Cada penca de "yarey" (guano) deberá amarrarse al soporte y en el montaje deben quedar completamente ocultas todas las juntas entre ellas.



Solución para el caballete, con el empleo de yaguas de la palma.



Hay que realizar un trabajo meticuloso en el montaje de las pencas de "yarey" para lograr la máxima estanqueidad posible, sobre todo, cuando las pendientes son de reducida inclinación.

Recubrimiento total con "yarey" (guano) de la estructura de la cubierta.

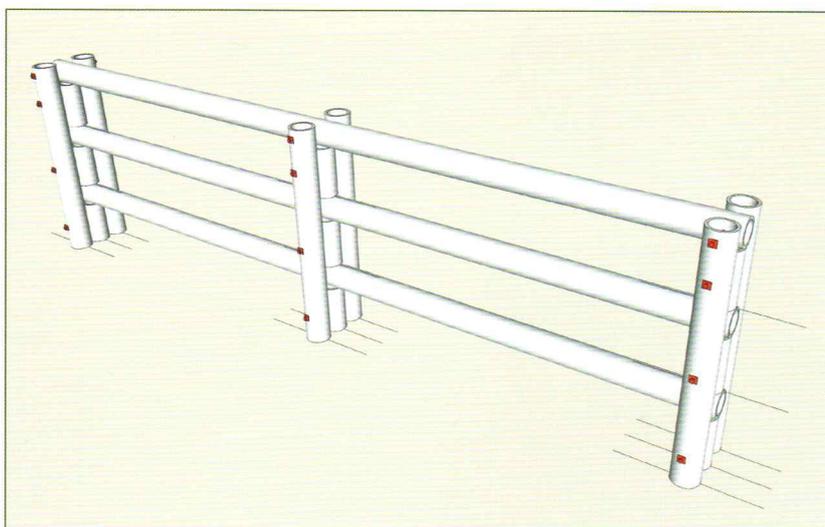
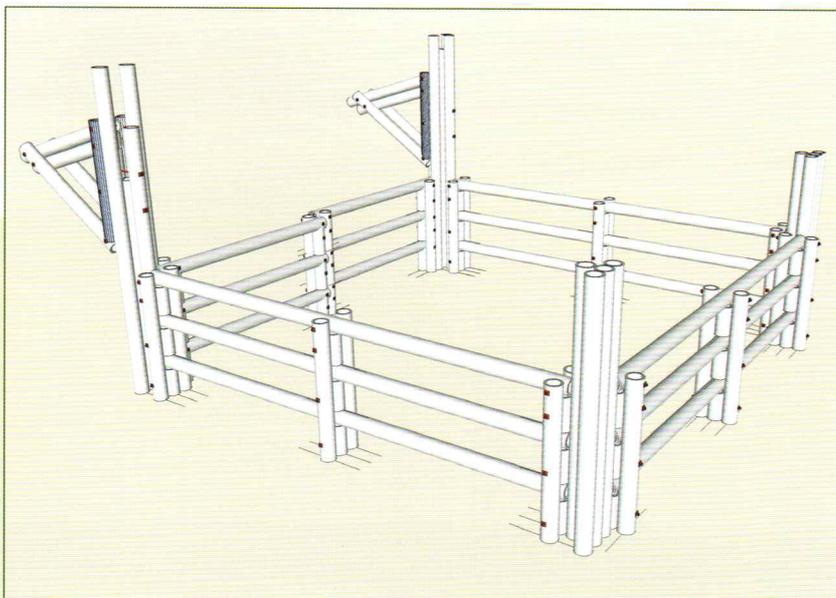
Solución de los corrales

La nave lleva 8 corrales, distribuidos 4 a cada lado del pasillo central en el que se ubicaran los comederos. Cada corral lleva su puerta con acceso desde el exterior de la nave.

Modulo de corral.

Compuesto de 1 cerca con puerta y 3 cercas sin puertas. La nave tiene 8 módulos que requieren de un total de 432 conectores, de ellos, 216 tipo 1 y 216 tipo 2.

Más 18 conectores adicionales para las uniones de las cercas a la estructura. Total 450 conectores.



Cerca sin puertas.

Requiere 12 conectores tipo 2.

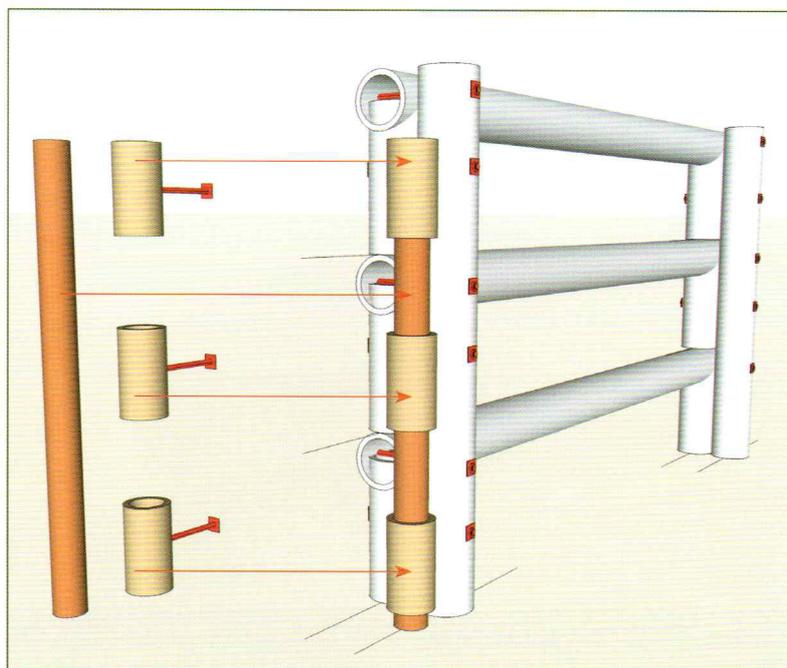
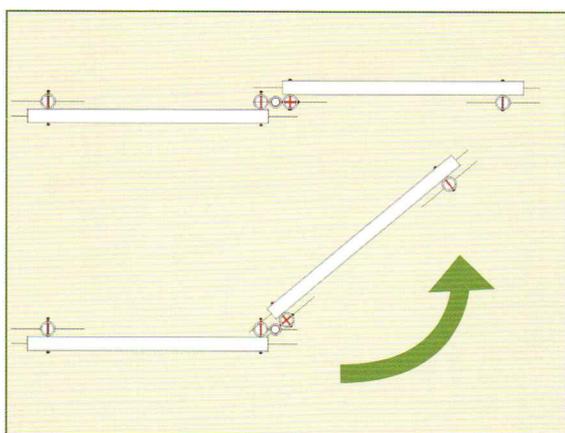
La nave de 4 módulos requiere 18 cercas sin puertas, que representa un total de 216 conectores tipo 2.

Importante

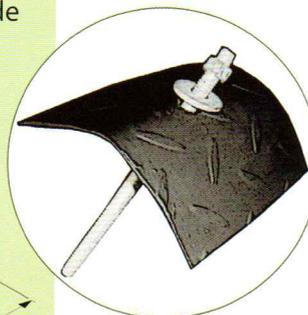
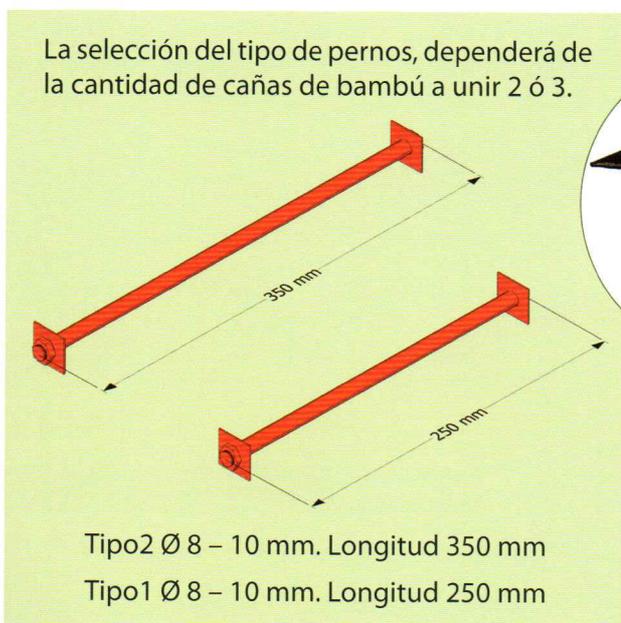
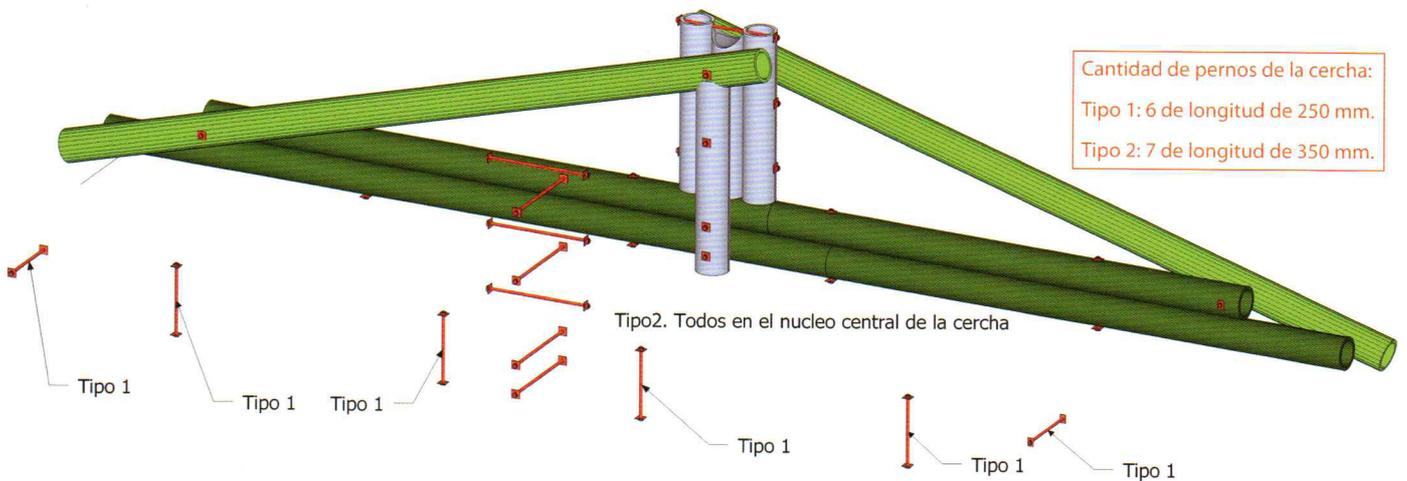
Conectores tipo 1 tiene diámetro (\varnothing) de 8 a 10 mm. Longitud de 250 mm.

Conectores tipo 2 tiene diámetro (\varnothing) de 8 a 10 mm. Longitud de 250 mm.

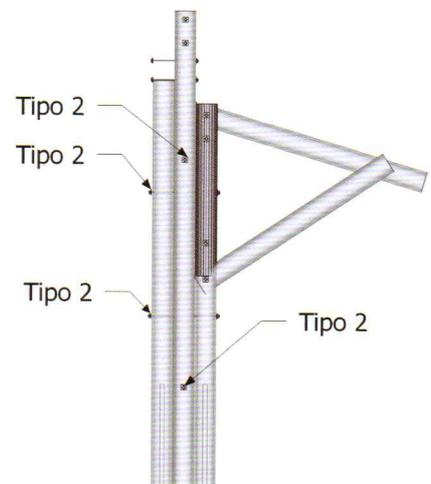
El mecanismo de funcionamiento se basa en cilindro anclado a la cimentación sobre el cual giran tramos de cilindros de mayor diámetro anclados a la caña de bambú que conforma la estructura de la puerta.



Solución de conectores metálicos. Pernos



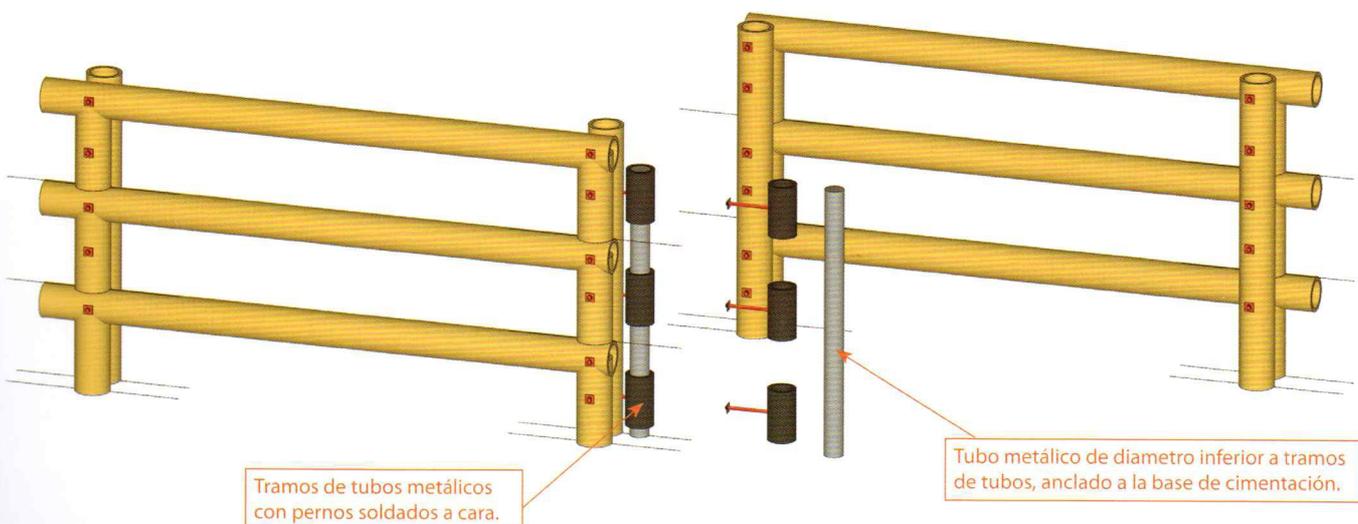
Pueden utilizarse planchas metálicas adicionales que sigan la curvatura de la caña.



La utilización de conectores metálicos garantiza una adecuada rigidez y durabilidad de las uniones.

Solución para puerta

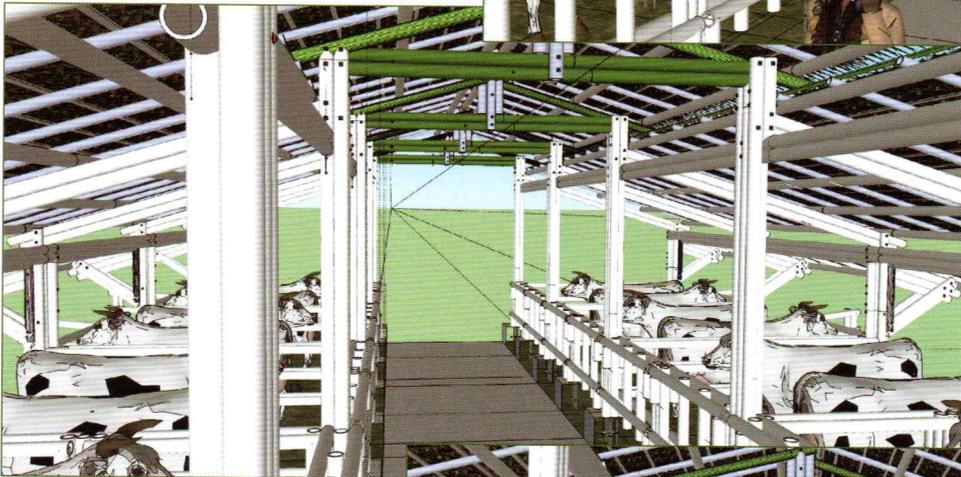
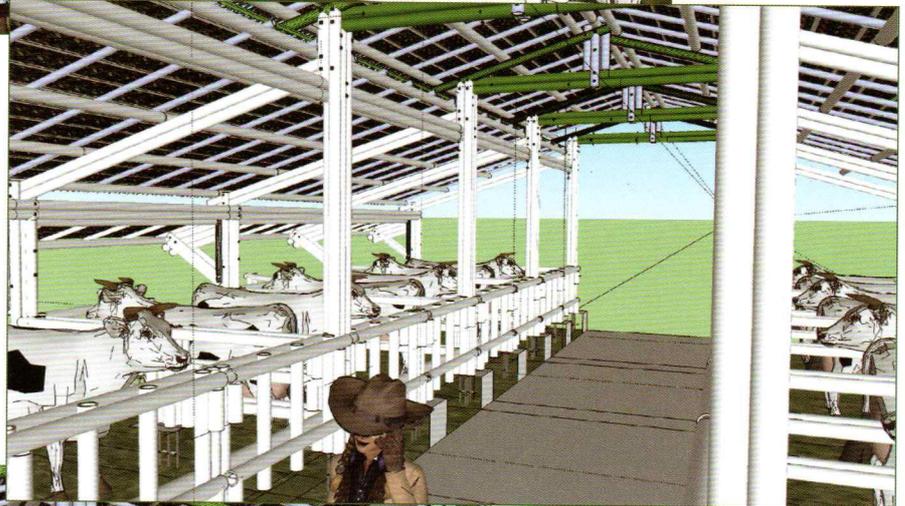
En este tramo de cerca uno de los dos componentes (1) se desplaza para permitir el giro del componente (2) que funciona como puerta.



Anexo



Recorrido por el interior de la nave.



Materiales - Costos

Los costos estarán en dependencia, en lo fundamental, de la dimensión de la nave a construir y del tipo de cimentación a utilizar, los materiales de mayor incidencia en los costos son el cemento, el acero y los áridos, en dependencia de los precios en el mercado cubano.

El bambú, independientemente del precio que pueda alcanzar el metro lineal en Cuba, siempre será un material asequible para el ámbito rural cubano. Los costos en otros países, como Colombia que es un país de amplia tradición en el empleo del bambú, dependen de la especie de bambú, el diámetro y condiciones de entrega en cuanto a tratamiento y transportación.

Por ejemplo una de las empresas que se dedica al suministro de bambú establece los precios del cuadro que se observa a continuación.

METRO LINEAL	VALOR (metro lineal)		DIAMETRO (cm)	TRANSPORTE
	Pesos colombianos	USD		
1	4.500	2,49	13 - 15	ADICIONAL
1	4.000	2,20	10 - 12	ADICIONAL
1	3.500	1,90	6 - 9	ADICIONAL
1	2.500	1,38	1 - 5	ADICIONAL

Fuente: www.olx.com.co

Esterilla (4 metros X 32 a 40 cm) limpia e inmunizada: \$13.000 pesos colombianos. (\$7,18 USD).

Para este ejemplo las especificaciones de tratamiento son: El material tiene 1 mes de avinagrado, 8 días de inmunizado en tanques, 3 días de secado al sol y 1 mes de secado bajo techo.

Materiales para la estructura de un módulo de 10.00 x 3.50 m (Cimentación variante 2)

Componentes principales	Cantidades.
Base corrida de hormigón ciclópeo	6,8 m ³ de zanja a rellenar de rajones y hormigón. (20 bolsas de cemento, 3,5 m ³ de arena y 6 m ³ de grava).
Acero para anclaje de cañas verticales	25 metros lineales de acero No. 12 (½ pulgada) y 9 metros lineales de acero No. 6 (¼ pulgada) para estribos.
Bloques de hormigón de gravilla 400-500 x 200 x 150.	240 bloques de 400-500 x 200 x 150. Mortero de fijación (4 bolsas de cemento, 0,5 m ³ de arena. Mortero para resano (7 bolsas de cemento, 1,00 m ³ de arena.
Bambú de 10 cm de diámetro para la estructura principal.	250 metros lineales de bambú. Ningun componente excede los 4.00 metros de longitud para lograr la mayor uniformidad de la caña en rectitud, diámetro y grosor.
Pernos metálicos, 2tuercas y arandelas c/u	55 pernos tipo 1 (250 mm de longitud), 100 pernos tipo 2 (350 mm de longitud).

Anotaciones



Glosario

Bambusa Vulgaris: Especie de bambú, más diseminada en Cuba.

Entrenudo: Son mayormente huecos y el grosor de sus paredes varía entre especies, y en un mismo culmo ó tallo de bambú van disminuyendo desde la base hacia el ápice.

GCT CASAS: Grupo Científico Técnico "Construcciones y Arquitectura con Soluciones Alternativas Sustentables. Facultad de Construcciones. Universidad de Oriente.

Hormigón Ciclópeo: Tipo de hormigón que se obtiene a partir de la colocación de capas de rajón (piedra de dimensión entre 200-300 mm) a las cuales entre capas se le vierte hormigón (Cemento-arena-grava-agua), de forma tal que cubra los rajones.

Latillas: Tiras que se obtienen de una caña de bambú al dividir su sección circular en cortes a todo el largo de la caña.

Luz: Distancia entre los apoyos verticales en el sentido transversal de la nave.

Malla de Pollo: Malla de alambre galvanizado en variadas formas; exagonales, cuadradas, circulares.

Módulo de la nave: Componentes de la nave ubicados en dos ejes transversales y cuatro ejes longitudinales, donde se ubican dos corrales.

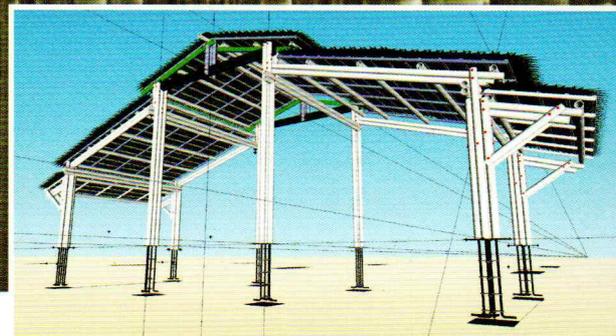
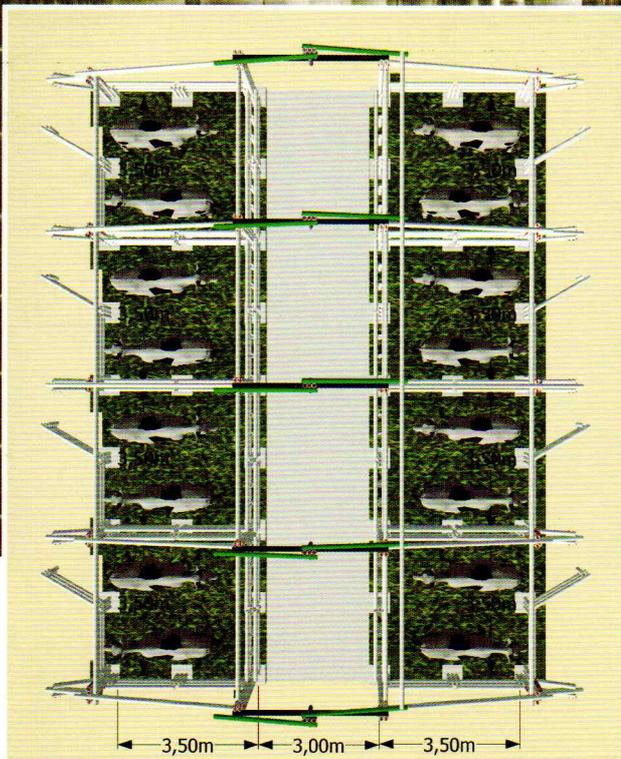
Nudo: Parte de la caña de bambú con la pared gruesa y tabicada.

Pórtico: Componente de la estructura de la nave conformada por los apoyos verticales y los componentes horizontales o inclinados, en el sentido transversal de la nave.

Perno ó Conector Metálico: Barra de acero preferiblemente lisa, de diámetros que pueden oscilar entre # 8, # 9 ó # 10 y que llevan rosca en sus extremos para fijar y ajustar las cañas de bambú mediante arandelas y tuercas, una vez perforadas las cañas a unir. Nunca deberán utilizarse clavos, en su defecto se pueden utilizarse pasadores o conectores de bambú y amarres con cuerdas de diferentes tipos.

Bibliografía

- Figueredo Reyes R.: Manual Construcción Viviendas con Bambú. UNAICC. Holguin. Cuba. 2010.
- Hidalgo López O.: BAMBOO, THE GIFT OF THE GODS. Colombia. 2003.
- <http://www.guaduaibambucolombia.com.co>
- <http://es.scribd.com/doc/4100533/Bamboo>
- Montoya Arango J.A.: PRESERVACIÓN DE LA GUADUA. Facultad de Ciencias Ambientales. Universidad Tecnológica de Pereira. Colombia. 2007.
- Morán Ubidia J.: TOOLS TO BUILD WITH BAMBOO. INBAR. Guayaquil. Ecuador. Año 2006.
- Morán Ubidia J., Poppens R.: Vivir con la Guadua. Manual de Construcción. INBAR. Guayaquil. Ecuador. 2005.
- Pascual Menéndez J.M.: EL BAMBÚ, UNA ALTERNATIVA SOSTENIBLE EN LA SOLUCIÓN DE LA VIVIENDA SOCIAL. Ciencia en su PC, No 1. <http://cienciapc.idict.cu>. 2008
- Pascual Menéndez J.M.: Aplicación del bambú como alternativa sostenible en la solución constructiva de la vivienda popular rural en Cuba. III Simposio Latinoamericano de bambú. Guayaquil. Ecuador. 2006.
- Pascual Menéndez J.M.: "CASAS. La reforestación con bambú como una alternativa sostenible en la producción de materiales". "Reconocimiento al Desempeño Integral de Proyectos de Investigación". Universidad de Oriente. Cuba. 2010.
- Proyecto U.T.P-GTZ. Preservación de la Guadua. Facultad de Ciencias Ambientales. Universidad Tecnológica de Pereira. Colombia. 2001



Este manual es el primero de una serie que estará dedicada a las construcciones de naves agropecuaria y es el resultado de la experiencia acumulada por los integrantes del GCT CASAS, en intercambio de ideas y soluciones con profesionales vinculados a la temática en las Provincias Santiago de Cuba, Holguín, Granma, Villa Clara, y en especial de la importante asesoría brindada por el Especialista Profesor Arquitecto Jorge Morán Ubidia de la Universidad Católica de Guayaquil e INBAR, Oficina Regional para América Latina y El Caribe con sede en Ecuador.

El contenido del manual está dirigido a brindar la información mínima necesaria para construir una nave agropecuaria para la crianza y manejo del ganado vacuno y se ha estructurado de forma tal que se pueda seguir paso a paso todo el proceso desde la obtención de la materia prima hasta la puesta en explotación de la nave. El manual aborda, desde la cadena productiva del bambú, como los posibles usuarios deben obtener el bambú, procesarlo y posteriormente transformarlo en las diferentes piezas y componentes que lleva la nave agropecuaria.



Manual para la construcción de muebles de bambú. Arq. José Eugenio González Ramírez

