

AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT
WASHINGTON, D. C. 20523
BIBLIOGRAPHIC INPUT SHEET

FOR AID USE ONLY

Batch 77

1. SUBJECT
CLASSI-
FICATION

A. PRIMARY

Science and technology

TC00-0000-0000

B. SECONDARY

Applications

2. TITLE AND SUBTITLE

Manual de tecnologia para la comunidad, sect.5: Construccion

3. AUTHOR(S)

(101) Volunteers for Int. Technical Assistance, Mt. Rainier, Md.

4. DOCUMENT DATE

1970

5. NUMBER OF PAGES

45p 48p.

6. ARC NUMBER

ARC

7. REFERENCE ORGANIZATION NAME AND ADDRESS

VITA

8. SUPPLEMENTARY NOTES (Sponsoring Organization, Publishers, Availability)

(In English and Spanish; English, 47p.: PN-AAE-662)

9. ABSTRACT

10. CONTROL NUMBER

PN-AAE-209

11. PRICE OF DOCUMENT

12. DESCRIPTORS

Bamboo
Concrete
Construction
Glue

Intermediate technology

13. PROJECT NUMBER

14. CONTRACT NUMBER
CSD-2795 GTS

15. TYPE OF DOCUMENT

CSD-2795 6TS
VITA PN-AAF-209

MANUAL DE TECNOLOGIA

PARA LA

COMUNIDAD

por los

VOLUNTARIOS PARA LA ASISTENCIA TECNICA INTERNACIONAL

V. CONSTRUCCION



CENTRO REGIONAL DE AYUDA TECNICA
AGENCIA PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL (AID)
MEXICO/BUENOS AIRES

INDICE

	Pag.
Prólogo.....	V
Advertencia sobre el Uso de este Manual.....	V
¿Que es VITA?.....	VII
Símbolos y Abreviaturas utilizados en este libro.....	VIII
Cuestionario.....	IX
I. RECURSOS HIDRAULICOS	
A. Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos.....	3
Cómo obtener Agua subterránea de Pozos y Manantiales.....	3
Pozos entubados.....	11
Perforación de pozos en seco con cubo extractor.....	42
Hinca de pozos.....	43
Pozos Excavados.....	46
B. Elevación y Transporte del Agua.....	54
Transporte del Agua.....	54
Elevación del Agua.....	54
Bombas.....	55
C. Almacenamiento de Agua y Fuerza Hidráulica.....	97
Aprovechamiento de Manantiales.....	97
Cisternas.....	98
Elección del Sitio para una Presa.....	103
Transmisión de Energía por medio de un Alambre Oscilante.....	105
D. Purificación de Agua.....	111
Caldera para Agua Potable.....	113
Cloración de Agua Contaminada y Supercloración de pozos, Cajas para Manantial y Cisternas.....	115
Filtro de Arena.....	120
II. SALUD Y SANEAMIENTO	
A. Letrinas Sanitarias.....	133
B. Esquistosomiasis.....	159
III. AGRICULTURA	
A. Instrumentos para movimiento de tierra sen obras de riego y construcción de caminos.....	167
B. Riego.....	191
C. Avicultura.....	219
D. Ensilaje para vacas lecheras.....	228
IV. ELABORACION Y CONSERVACION DE ALIMENTOS	
A. Conservación de alimentos en el hogar.....	235
B. Conservación de hortalizas y frutas para consumirlas en invierno.....	248
C. Cómo hacer salazón de pescado.....	252
V. CONSTRUCCION	
A. Construcción con hormigón.....	259
B. Construcción con bambú.....	272
C. Colas.....	284

VI. MEJORAMIENTO DEL HOGAR	
A. Calentador solar de agua.....	291
B. Máquinas lavadoras.....	293
C. Hornillas y hornos.....	296
D. Producción casera de jabón.....	307
E. Camas.....	310
VII. ARTESANIA E INDUSTRIA RURAL.....	319
VIII. COMUNICACIONES.....	
A. Plumas para escribir de bambú o caña.....	331
B. Impresión con estarcido de seda.....	332
C. Pegamento de caucho poco costoso.....	336
APENDICE.....	339
Conversión de medidas de longitud.....	341
Conversión de temperaturas.....	344
Conversión de medidas de peso.....	343
Tablas de conversión.....	345

Primera edición en español, 1972.

NOTA A ESTA EDICION

Esta publicación es traducción de VILLAGE TECHNOLOGY HANDBOOK, editada originalmente en inglés por los Voluntarios para la asistencia técnica internacional (1970). La presente edición la preparó el Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional (A.I.D.), Departamento de Estado del Gobierno de los Estados Unidos de América. El Centro es una organización dedicada a la producción de versiones en español del material fílmico e impreso de los programas de cooperación técnica de la Alianza para el Progreso. Este material es distribuido exclusivamente a través de las Misiones de A.I.D. en cada país latinoamericano.

Volumen I Edición de agosto de 1963 - Agotada.

Volumen II Edición de junio de 1964 - Agotada.

Edición revisada, impresa en mayo de 1970.

Edición en español impresa en junio de 1972.

Impreso en México por: Publicidad Artística Litográfica, S. A.

PROLOGO

El progreso es el resultado del dominio que ejerce el hombre sobre el mundo en que vive. El fin del MANUAL DE TECNOLOGIA PARA LA COMUNIDAD es ayudar a los aldeanos a hacerse dueños de los recursos de que disponen, mejorar sus propias vidas y llevar sus aldeas, con mayor plenitud, hacia la vida de las naciones de las cuales forman parte básica e importante.

El desarrollo de las aldeas adquiere especial importancia a la luz del hecho de que el 80 por ciento de los que viven en países de menor desarrollo habitan aldeas. Si el progreso ha de llegar a estas naciones, tiene que llegar a las aldeas.

La información técnica es un factor clave del progreso, junto con otros factores básicos: políticos, sociales y económicos. Este manual fue ideado por los voluntarios de VITA en 1962 como un medio de zanjar la "brecha de información técnica" que evita que las aldeas de todo el mundo aprendan de sus experiencias mutuas. El propósito de este libro es reunir en una sola publicación la información de muchas fuentes cuya valía ha sido comprobada en las aldeas.

El MANUAL DE TECNOLOGIA PARA LA COMUNIDAD fue publicado por vez primera por la Agencia para el Desarrollo Internacional, de los E.U.A., en dos volúmenes en 1963 y 1964. En la edi-

ción de 1970, los dos volúmenes originales han sido integrados en un solo libro, se ha dado mayor uniformidad a la edición, se ha agregado información nueva y las ilustraciones han sido mejoradas. Todo el manual ha sido revisado en cuanto a exactitud por especialistas voluntarios de VITA. Un nuevo rasgo de esta edición es haber incorporado información acerca de otras publicaciones que tratan detalladamente temas que aquí sólo se mencionan con brevedad. VITA proyecta continuar mejorando el manual en ediciones futuras para aumentar su utilidad como llave de la tecnología existente para los que trabajan en las aldeas.

La información de este manual proviene de muchas fuentes. VITA espera recibir una crítica positiva y nuevos informes provenientes de las mismas fuentes —y de otras. El cuestionario de la página (IX) fue creado para estimular dicha corriente de crítica e información. VITA someterá a prueba la nueva información y luego la divulgará entre los que la necesitan.

VITA agradece a la Agencia para el Desarrollo Internacional, de los E. U. A., el financiamiento de la revisión, y su valiosa ayuda al repasar su contenido. También da las gracias al Servicio Federal de Extensión, del Departamento de Agricultura de los E. U. A., por su asistencia al revisar la sección sobre "Mejoramiento del Hogar".

ADVERTENCIA SOBRE EL USO DE ESTE MANUAL

Este manual describe técnicas y dispositivos que pueden hacerse y emplearse en las aldeas. Es de esperarse que el libro fomente ideas nuevas y transmita conocimientos que ya han sido probados.

Algunos de los procedimientos aquí sugeridos pueden ser adoptados individualmente. Sin embargo, otros requerirán la cooperación de muchas personas y, quizá, organismos gubernamentales. En al-

gunos casos sería conveniente buscar servicios de extensión en su región. Si dispone de servicios locales se extensión por parte del gobierno o de universidades, en ellos podrán proporcionarle información adecuada a las condiciones locales. En algunos casos podría servir las necesidades comunales una cooperativa de ahorro y crédito o una cooperativa de consumo, de vivienda, de producción o de servicios. Se pueden obtener informes sobre cooperativas de ahorro y crédito en:

CUNA International, Inc.
World Extension Department
Box 431
Madison, Wisconsin 53701
U. S. A.

Se pueden obtener informes sobre cooperativas en:

The Cooperative League of the USA
Suite 1406
1012 14th Street, N.W.;
Washington, D.C. 20005

Agricultural Cooperative Development
International
Suite 1200
1430 K St., N. W.
Washington, D. C. 20005
U. S. A.

Cuando no se disponga de los materiales sugeridos en el manual, se podrán substituir por otros; pero tenga cuidado de hacer los cambios necesarios en las dimensiones que tales substituciones requieran.

Las dimensiones se proporcionan en unidades métricas en el texto y en las ilustraciones. Se proporcionan tablas de conversión en el apéndice.

Al final de cada anotación, y cuando sea pertinente se encontrará material de referencia, así como informes sobre dónde puede obtenerse. Cuando se refiera más generalmente al campo abarcado en una sección del libro, se encontrará al final de la sección. Si no puede usted obtener estas publicaciones, VITA podrá ayudarle.

Si tiene usted preguntas sobre los temas aquí presentados, si encuentra problemas al poner en ejecución las sugerencias del manual, o si tiene otros problemas de orden técnico, no vacile en solicitar la ayuda de Vita. Escriba a:

VITA
College Campus
Schenectady, New York 12308
E. U. A.

Para ayudar a los voluntarios de VITA a encontrar una solución apropiada a su problema lo más pronto posible, usted debe:

1. Especificar — proporcione medios, dibujos, o cuando sea posible fotografías.
2. Explicar cuáles materiales pueden obtenerse y qué límites de costo existen.
3. Describir la mejor solución, si la hay, encontrada en la región.
4. Explicar cualquier característica social o cultural pertinente.
5. Indicar el límite de fecha para actuar, sobre todo si se precisa una atención inmediata.
6. No esperar milagros en la primera contestación. El resolver los problemas con éxito a menudo requiere determinado número de cartas de ambas partes.

¿QUE ES VITA?

VITA fue fundada en 1959 como institución privada no lucrativa para poner a disposición de la esfera del desarrollo internacional un recurso único: los conocimientos ofrecidos voluntariamente por profesionales sumamente diestros en campos de especialización, cuyas carreras les impiden dedicarse de lleno a la asistencia técnica. La mira era desarrollar una organización que suplementara, sin duplicar los esfuerzos de otras organizaciones.

En 1971, los voluntarios de VITA, quienes residían en 76 países, sumaban más de 8,000, y más de 23,000 peticiones habían llegado al Servicio de Información de VITA, de individuos y organismos de todo el mundo en desarrollo. Las habilidades de los voluntarios abarcan todo el espectro de la tecnología, incluyendo las muchas ramas de la ingeniería, la ciencia, la educación y los negocios. VITA brinda a estos voluntarios la oportunidad de contribuir eficazmente en forma personal al desarrollo internacional, dejándoles hacerse cargo de las peticiones de orden técnico. Han llegado solicitudes de consejo desde poblados, voluntarios para el mejoramiento de la comunidad, agricultores, propietarios de pequeños negocios, y miembros de las dependencias nacionales e internacionales, públicas y

privadas para la asistencia técnica.

La experiencia de VITA por medio de su Servicio de Información dio a conocer el hecho de que determinadas necesidades de información eran compartidas por muchas personas. Esto llevó al comienzo del Programa de Publicaciones de VITA, del cual el MANUAL DE TECNOLOGIA PARA LA COMUNIDAD ha sido un esfuerzo importante. Para suplementar este libro está la serie de Manuales Técnicos de VITA, folletos sobre "cómo hacerlo", que abarcan temas tales como el empleo de la Prensa para Bloques CINVA-RAM, la fabricación de ladrillos y la creación de pequeñas instalaciones de fuerza hidráulica. Hay una lista de publicaciones para quienes la soliciten.

Como extensión lógica de los principios y métodos de la transferencia de tecnología de VITA, se están formando grupos, en varios países, que proporcionan asistencia técnica por medio de especialistas voluntarios locales, VITA colabora con estos grupos dentro de una red de intercambio de tecnología.

VITA es financiada por contribuciones de particulares fundaciones y empresas industriales, y por subvenciones gubernamentales.

SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS UTILIZADOS EN ESTE LIBRO

C	.....en, al
C	.....grados Celsius (Centígrados)
cc	.....centímetros cúbicos
cm	.....centímetro
cm/seg.	.....centímetros por segundo
d o dia.	.....diámetro
F	.....grados Fahrenheit
gm.	.....gramo
HP	.....caballos de fuerza
kg	.....kilogramo
km	.....kilómetro
l	.....litro
lpm	.....litros por minuto
l/seg	.....litros por segundo
m	.....metro
ml	.....mililitros
mm	.....milímetros
m/m	.....milímetros por minuto
m/seg	.....milímetros por segundo
ppm	.....partes por millón
R	.....radio

CUESTIONARIO

AVISO AL LECTOR: Las publicaciones de VITA son recopiladas por los voluntarios de esta organización en su deseo de ayudar a las personas de las regiones en desarrollo. Con su experiencia práctica, usted está en una posición privilegiada para poder aumentar los efectos benéficos de esta labor, compartiendo lo que ha aprendido con las personas que harán uso de esta publicación en el futuro. Le rogamos que llene el siguiente cuestionario (empleando hojas adicionales si es preciso), lo recorte y lo envíe a:

VITA

College Campus

Schenectady, N. Y. 12308 .

F. U. A.

Nombre Fecha

Dirección Organización

.....

1. ¿Encontró el MANUAL DE TECNOLOGIA PARA LA COMUNIDAD útil, demasiado sencillo, demasiado complicado, incompleto?
2. ¿Cuáles indicaciones del manual ha puesto en práctica?
3. ¿Han sido buenos los resultados, o no?
4. ¿Ha hecho usted mejoras o modificaciones a cualquiera de los dispositivos o a las técnicas? Si es así, por favor describalas, incluyendo fotografías o dibujos si es posible.
5. ¿Ha inventado usted algún equipo nuevo o técnicas nuevas no incluidas en el manual y que podrían ser de utilidad para otros? Si es así, por favor describalas.
6. OTROS COMENTARIOS Y SUGESTIONES:

Construcción con hormigón

El hormigón es un material de construcción resistente y poco costoso cuando se prepara y usa como es debido. Esta introducción expone la importancia de una buena mezcla y describe los materiales que se emplean para hacerla. A continuación hay párrafos que tratan de:

1. Cálculo de las cantidades de materiales para el hormigón.
2. Mezcla mecánica y manual del hormigón.
3. Pruebas de mezclas de hormigón.
4. Construcción de formas para hormigón.
5. Colocación de las formas para hormigón.
6. Curado del hormigón.
7. Cómo hacer hormigón de fraguado rápido.
8. Fuentes útiles de información acerca del hormigón.

El hormigón se prepara combinando proporciones adecuadas de cemento, agua, agregado fino (arena) y agregado grueso (gravilla). Entre el agua y el cemento se produce una reacción química (hidratación) que hace que el hormigón endurezca o fragüe rápidamente al comienzo, y luego con más lentitud durante un largo período de tiempo.

Importancia de una buena mezcla

Después que el hormigón ha fraguado, no hay prueba sencilla, no destructiva, para determinar cuán resistente sea. Por lo tanto, toda la responsabilidad de hacer un hormigón tan resistente como lo reclame una labor dada recae en el supervisor y las personas que preparan, miden y mezclan los ingredientes, lo cuejan en las formas y lo vigilan mientras fragua.

El factor más importante en la preparación de un hormigón resistente es la cantidad de agua que se utilice. Los principiantes probablemente la utilicen en demasía. En general, cuanto más pequeña sea la proporción entre agua y cemento tanto más resistente será el hormigón.

Son esenciales las proporciones adecuadas de todos los materiales. La parte de esta sección que trata del "Cálculo de las cantidades de materiales para el hormigón" aporta los datos necesarios.

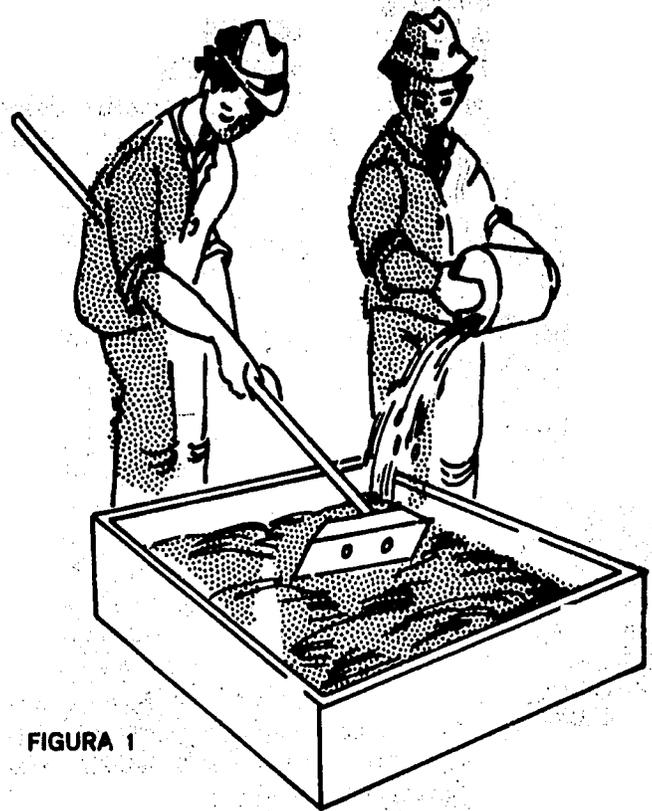


FIGURA 1

Agregados: Grava y arena

Para hacer un hormigón resistente, el agregado fino (arena) y el agregado grueso (gravilla) han de tener las medidas adecuadas y la forma correcta, y deben estar clasificadas correctamente.

Las medidas del agregado grueso pueden variar de 0.5 cm a 4 ó 5 cm de diámetro. La medida máxima depende de la naturaleza de la obra. En general, las partículas más grandes no deberán tener un grueso superior a un cuarto del espesor de la losa. La arena puede variar de medidas menores de 0.5 cm hasta material limoso, pero sin que incluya nada de este último.

En el hormigón no deberán usarse agregados de cantos muy afilados, agregados toscos ni planos. El mejor agregado son los materiales de forma cúbica (salidos de la machacadora de piedra) o la gravilla redonda (cantos rodados de cauces de ríos o de playas).

La clasificación correcta implica que no haya demasiados granos o guijarros de ningún tamaño.

Para hacernos una idea, imaginemos una gran pila de piedras, todas ellas de 5 cm de diámetro. Quedarán entre ellas espacios vacíos en los que encajarían los guijarros más pequeños. Podríamos añadir a la pila piedras suficientes para que llenasen los huecos más grandes. Ahora los espacios serían todavía más pequeños, y unos guijarros más pequeños podrían llenar estos huecos; y así sucesivamente. Llevado esto hasta el extremo, la pila acabaría siendo casi de piedra maciza y sólo se necesitaría una cantidad muy pequeña de cemento para que llenase los espacios libres restantes y mantuviera unido el hormigón. El hormigón resultante sería muy pesado, fuerte y económico.

Es por demás importante que el agregado grueso y la arena estén limpios. El limo, la arcilla o pedacitos de materia orgánica echarán a perder el hormigón si se encuentran en demasiada cantidad. Una prueba muy sencilla de la limpieza se hace utilizando un tarro de vidrio transparente y boca ancha. Viértase agregado fino (arena) dentro del tarro hasta una altura de 5 cm, y luego añádase agua hasta que el tarro esté lleno en los tres cuartos de su altura. Agítense vigorosamente la mezcla durante un minuto. Las últimas sacudidas para agitar la mezcla habrán de hacerse en sentido lateral, para que la arena se asiente. Luego déjese la mezcla en reposo por espacio de tres horas. Si en la arena había limo, éste formará una capa perceptible encima de la arena. Si la capa de material muy fino tiene más de 3 mm de espesor, el hormigón que se haría con él sería débil.

Si hay demasiado material fino o limoso, debe encontrarse otra fuente proveedora de arena. Si esto no resultara práctico, es posible eliminar las partículas finas. Esto puede hacerse poniendo la arena en un recipiente, como un tambor. Cúbrase la arena con agua, revuélvala o agítela vigorosamente, déjela en reposo por un minuto y luego viértase el líquido. Unos pocos tratamientos de estos eliminarán la mayor parte del material fino y las materias orgánicas.

En climas muy secos, la arena puede estar perfectamente seca. La arena muy seca se aglomerará en un volumen mucho más reducido que la arena húmeda. Si a 20 cubetas de arena perfectamente seca se añaden 2 cubetas de agua, posiblemente se saquen 27 cubetas, aproximadamente, de arena mojada. Si la arena está completamente seca, añádase algo de agua.

Otro punto que debe tomarse en cuenta al escoger un agregado es su resistencia. Posiblemente, la única prueba sencilla que puede hacerse consis-

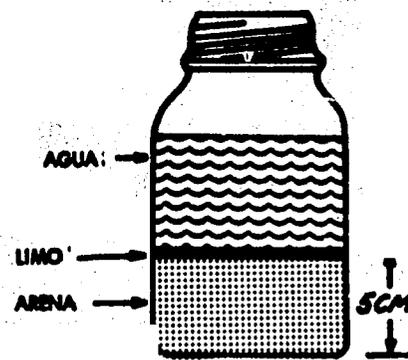


FIGURA 2

te en quebrar algunas de las piedras con un martillo. Si el esfuerzo que se necesita para quebrar la mayoría de las piedras es mayor que el que requiere romper un trozo de hormigón de un tamaño aproximadamente igual, el agregado dará un hormigón resistente. Si la piedra se quiebra fácilmente, el hormigón que se haga con estas piedras no será más resistente que éstas.

Agua

El agua que se use para preparar el hormigón tiene que ser clara y desprovista de materia orgánica. El agua preferible es la potable propia para beber. Cualquier agua clara y dulce es aceptable. Puede utilizarse agua salada si no es fácil conseguir agua dulce, pero disminuirá en aproximadamente el 15 por ciento la resistencia del hormigón.

Si se ha de usar agua salobre o sucia, añádasele una cucharada de jabón en polvo por cada saco de cemento que se utilice; esto compensará gran parte de la materia orgánica y otras impurezas presentes en el agua. También se obtendrá un hormigón más fácil de trabajar con proporciones más bajas entre agua y cemento, que son las que producirán un hormigón más resistente. Disuélvase el jabón en una pequeña cantidad de agua y luego añádase a la mezcla.

Si es de una marca de Estados Unidos, el cemento para hormigón se vende en sacos de 42.6 kg y su volumen es de 28.4 litros. Antes de usarlo, debe conservarse perfectamente seco, ya que, de no hacerlo así, se iniciará la acción química y el cemento se echará a perder.

Mezclar los materiales, colarlos rápidamente en su lugar, apisonarlos y compactarlos hasta formar una mezcla densa, y el curado adecuado son partes importantes del proceso de construcción. Estas partes aparecen en los párrafos referentes a mezcla y curado del hormigón.

El hormigón armado, reforzado con varillas de acero, se emplea para estructuras tales como puentes y grandes edificios. El diseño adecuado del hormigón armado y la colocación de los refuerzos de acero es un procedimiento complicado que exige la ayuda de un ingeniero debidamente preparado.

CALCULO DE LAS CANTIDADES DE MATERIALES PARA EL HORMIGON

A continuación exponemos tres métodos para encontrar las proporciones correctas de cemento, agua y agregados para hacer hormigón.

1. Una gráfica plegable "Calculador para hormigón".
2. Servirse del agua para calcular las proporciones.
3. Una "regla empírica".

Calculador para hormigón

Las cantidades de materiales que se necesitan para una labor de construcción con hormigón pueden calcularse pronta y exactamente con la gráfica "Calculador para Hormigón". La gráfica está presentada tanto en medidas británicas (Escala A) como en unidades del sistema métrico (Escala B).

Información necesaria

Para utilizar una de las dos escalas es necesario conocer:

1. La superficie del hormigón que va a necesitarse, medida en metros o pies cuadrados.
2. El espesor que habrá de necesitarse de hormigón, medido en centímetros o pulgadas.
3. La clase de obra que haya de hacerse (véanse las **Definiciones**).
4. El grado de humedad de la arena (véase **Definiciones**).

Uso del "Calculador para hormigón"

1. Márquese una leve señal a lápiz en la Escala 1, que represente la superficie de hormigón que va a necesitarse. Si el volumen es menos de 400 litros, multiplíquese por un factor conveniente (por ejemplo, 10); luego, cuando se hayan encontrado las cantidades de materiales que la escala dice que han de usarse, divídalas por el mismo factor, para obtener así las cantidades efectivas que habrán de aplicarse.
2. Márquese una señal parecida en la Escala 2, o sea la escala inclinada que indica el espesor.
3. Trácese una línea recta que pase por las dos señales y llegue a cortar la Escala 3; así se halla-

rá en volumen de hormigón que se necesita.

(Si la forma de la superficie es irregular o complicada, médala en partes, súmese el volumen de todas las partes y señálese el volumen en la Escala 3)

4. Señálese la clase de obra en la Escala 4. Una línea recta que pase por las señales hechas en las Escalas 3 y 4 y llegue a cortar la Escala 5 indicará la cantidad de agregado fino que habrá de usarse.
5. Para calcular los materiales restantes, sígase un curso en zigzag, tal como se ve en la CLAVE.
6. A las cantidades indicadas por la gráfica, añádase un 10 por ciento como margen para desperdicio y errores de cálculo.
7. Si la mezcla está demasiado aguada o demasiado espesa, véase la página 266, que contiene instrucciones para ajustarla.

Los materiales pueden medirse en cubetas. La mayoría de las cubetas están clasificadas según el número de unidades de capacidad que pueden contener.

Definiciones

Las definiciones que se han empleado en la gráfica son como sigue:

1. **Clase de obra**
Un "5" significa "pasta de 5 galones" (5 galones ó 19 litros de agua por saco de cemento), para hormigón sujeto a marcado desgaste, a la acción de la intemperie o a la de soluciones alcalinas o de ácidos débiles. Un ejemplo lo tenemos en el piso de una lechería a escala industrial.
Un "6" significa "pasta de 6 galones", para hormigón que ha de ser impermeable o que estará sujeto a moderado desgaste o a acción moderada de la intemperie. Ejemplos: sótanos impermeables, calzadas, fosas sépticas, depósitos de almacenamiento, y vigas y columnas estructurales.
Un "7" significa "pasta de 7 galones", para hormigón que no esté sujeto a acción alguna de desgaste, de la intemperie ni del agua. Ejemplo: muros de cimientos, zapatas de muro y masas de hormigón para las que no tengan importancia la impenetrabilidad del agua ni la resistencia a la abrasión.

2. Agregado fino

Arena o piedra cernida de hasta 0.5 cm de diámetro. Ha de estar libre de polvo fino, limac, arcilla y materia orgánica, ya que, en caso contrario, el hormigón quedará débil. Las partículas han de variar de tamaño.

3. Agregado grueso

Guijarros o piedra machacada de 0.5 cm hasta 4 ó 5 cm. Cuando la pasta sea de 5 galones no deberá usarse nada que tenga más de 2 cm.

4. Estado de la arena

Seca: se siente ligeramente húmeda al tacto, pero deja muy poca agua en las manos.

Normal: se siente mojada; deja un poco de agua en las manos.

Galones: La Gráfica A se basa en galones de Estados Unidos (0.835 de galón británico).

Método opcional

La gráfica "Calculador de Hormigón" da por supuesto que el agregado está bien clasificado. Cuando no se ha clasificado bien el agregado, puede utilizarse un método optativo para encontrar las proporciones correctas de la mezcla del hormigón. La ventaja de este método es que basta una muestra pequeña del agregado no clasificado para separarla en partículas gruesas y finas.

Rara vez se encuentran agregados que vengán bien clasificados naturalmente. Para clasificarlos se necesita algo de elaboración "previa a la mezcla".

Recuérdese que, al preparar hormigón, se están llenando con mortero o pasta de cemento los huecos que quedan entre el agregado. La cantidad de pasta de cemento que habrá de necesitarse puede determinarse añadiendo agua a un volumen conocido de agregado. Para hacerlo:

1. Sepárese una muestra del agregado en partículas finas y gruesas, cerniéndola en un tamiz con mallas de 0.5 mm.
2. Llénese una cubeta con el agregado grueso (seco).
3. Acábase de llenar la cubeta con agua. La cantidad de agua que se emplee es igual a la cantidad de agregado fino y de pasta de cemento que se necesitarán para llenar los huecos.
4. Póngase en otra cubeta una cantidad de agregado fino igual al volumen del agua utilizada en el Paso 3.
5. Llénese la cubeta con suficiente agua para que

el nivel de la misma llegue al ras del nivel del agregado fino. El volumen del agua así empleada es igual al volumen de pasta de cemento que se necesitará para llenar los espacios restantes. Auméntese este volumen en un 10 por ciento aproximadamente, como margen para desperdicio y para hacer que la pasta sea más moldeable.

6. Para encontrar las proporciones correctas de los materiales, divídase el volumen del agregado grueso y el del agregado fino por el volumen de la pasta de cemento necesaria.
7. Súmense estas dos razones, para obtener así la razón correspondiente a los agregados no clasificados o separados. Por ejemplo: si se está utilizando una cubeta de 19 litros y si en el Paso No. 3 se necesitan 12.8 litros de agua para acabar de llenar la cubeta, pónganse 12.8 litros de agua en la segunda cubeta (Paso 4). Si el Paso 5 reclama 6.4 litros de agua, este es el volumen de pasta de cemento que se necesitará. Divídase el volumen del agregado grueso y el del agregado fino por el volumen de pasta de cemento y así se obtendrán las razones entre materiales:

$$\begin{array}{r} 19 \text{ litros (agregado grueso)} \\ \hline 6.4 \text{ litros (pasta de cemento)} \\ \hline \\ 12.8 \text{ litros (agregado fino)} \\ \hline 6.4 \text{ litros (pasta de cemento)} \end{array} \begin{array}{l} = 3 \\ \\ = 2 \end{array}$$

La suma de las dos razones es 5, de modo que, en este caso, la razón de los ingredientes es de 1:5 o sea 1 parte de cemento por 5 partes de agregado no clasificado, por volumen.

Para encontrar la razón entre agua y cemento, véanse las definiciones de la página 261. Para instrucciones referentes al ajuste de una mezcla demasiado aguada o demasiado espesa, véase la página 266.

Proporciones según la "regla empírica"

Para cierta diversidad de labores de construcción con hormigón y para trabajos de reparación y remiendos, puede utilizarse, como sencilla orientación, la siguiente "regla empírica":

Empléese la razón 1:2:3, en volumen, para hacer la proporción de cemento y agregados, y empléese una razón entre agua y cemento de 6:1; es decir, por cada saco de cemento (28 litros) que se

CALCULADOR PARA HORMIGON

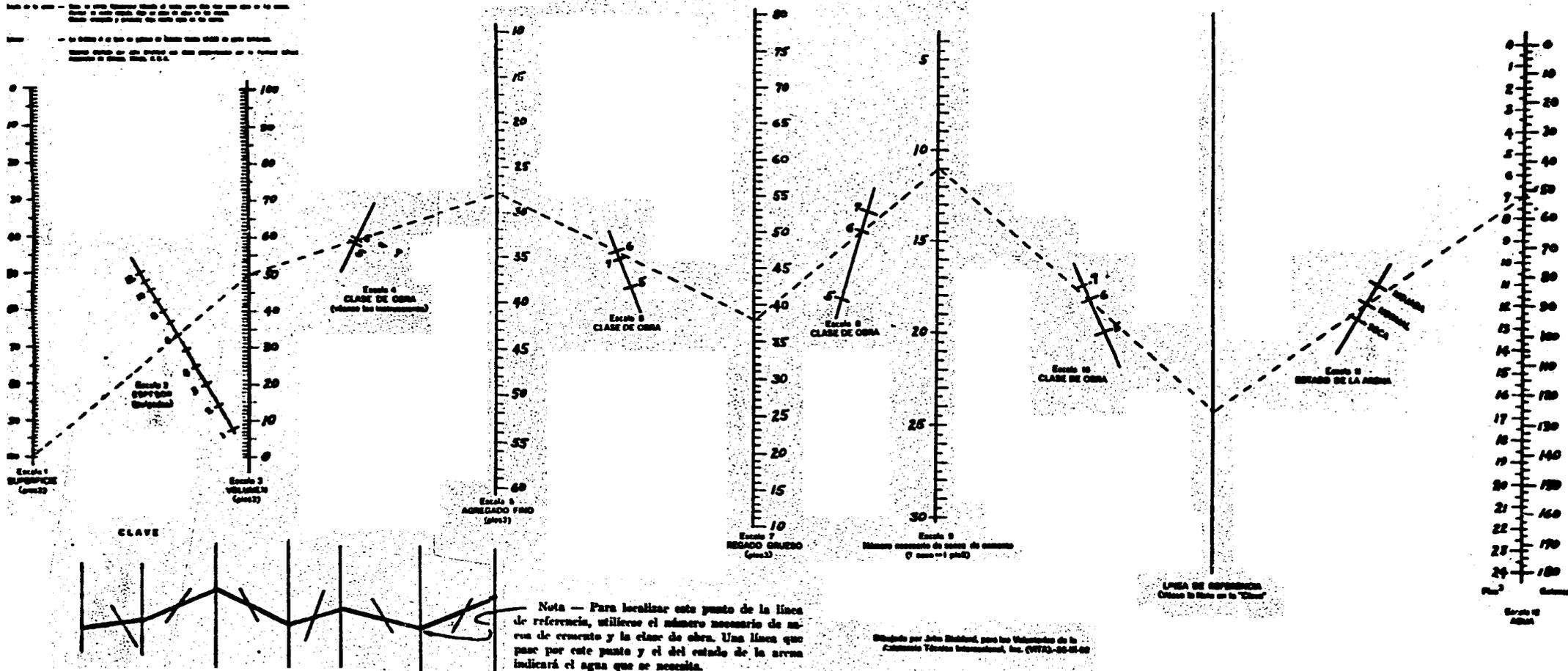
GRAFICA A.-UNIDADES BRITANICAS

Este calculador permite determinar el volumen de trabajo necesario para la colocación de hormigón en una obra, considerando el estado de la arena, el tipo de agregado y el tipo de cemento.

Para utilizar este calculador, se debe seguir el siguiente procedimiento:

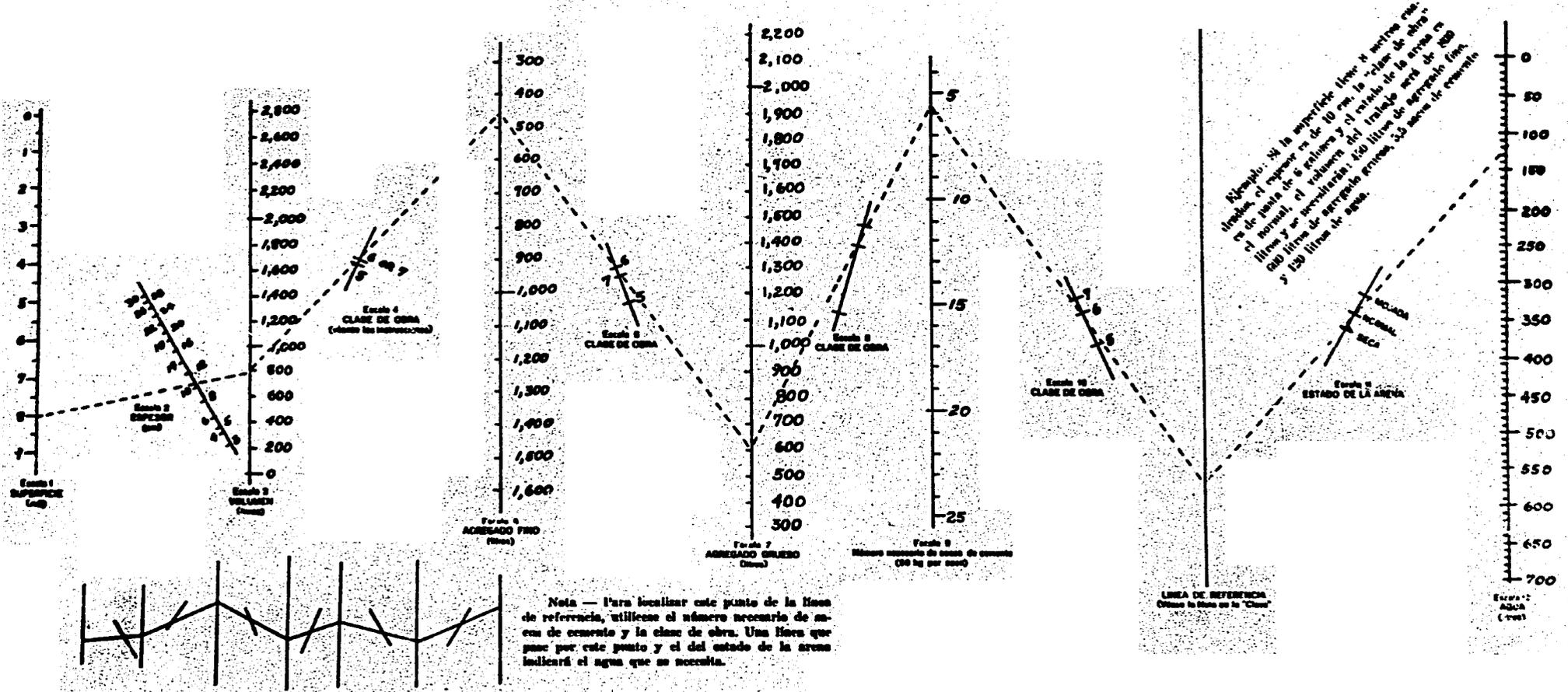
1. Seleccionar el tipo de agregado (Escala 1).
2. Seleccionar el tipo de cemento (Escala 2).
3. Seleccionar el estado de la arena (Escala 3).
4. Seleccionar la clase de obra (Escala 4).
5. Seleccionar el espesor del hormigón (Escala 5).
6. Seleccionar el tipo de agregado (Escala 6).
7. Seleccionar el tipo de cemento (Escala 7).
8. Seleccionar el estado de la arena (Escala 8).
9. Seleccionar la clase de obra (Escala 9).
10. Seleccionar el espesor del hormigón (Escala 10).
11. Seleccionar el tipo de agregado (Escala 11).
12. Seleccionar el tipo de cemento (Escala 12).
13. Seleccionar el estado de la arena (Escala 13).
14. Seleccionar la clase de obra (Escala 14).
15. Seleccionar el espesor del hormigón (Escala 15).
16. Seleccionar el tipo de agregado (Escala 16).
17. Seleccionar el tipo de cemento (Escala 17).
18. Seleccionar el estado de la arena (Escala 18).
19. Seleccionar la clase de obra (Escala 19).
20. Seleccionar el espesor del hormigón (Escala 20).
21. Seleccionar el tipo de agregado (Escala 21).
22. Seleccionar el tipo de cemento (Escala 22).
23. Seleccionar el estado de la arena (Escala 23).
24. Seleccionar la clase de obra (Escala 24).
25. Seleccionar el espesor del hormigón (Escala 25).
26. Seleccionar el tipo de agregado (Escala 26).
27. Seleccionar el tipo de cemento (Escala 27).
28. Seleccionar el estado de la arena (Escala 28).
29. Seleccionar la clase de obra (Escala 29).
30. Seleccionar el espesor del hormigón (Escala 30).
31. Seleccionar el tipo de agregado (Escala 31).
32. Seleccionar el tipo de cemento (Escala 32).
33. Seleccionar el estado de la arena (Escala 33).
34. Seleccionar la clase de obra (Escala 34).
35. Seleccionar el espesor del hormigón (Escala 35).
36. Seleccionar el tipo de agregado (Escala 36).
37. Seleccionar el tipo de cemento (Escala 37).
38. Seleccionar el estado de la arena (Escala 38).
39. Seleccionar la clase de obra (Escala 39).
40. Seleccionar el espesor del hormigón (Escala 40).
41. Seleccionar el tipo de agregado (Escala 41).
42. Seleccionar el tipo de cemento (Escala 42).
43. Seleccionar el estado de la arena (Escala 43).
44. Seleccionar la clase de obra (Escala 44).
45. Seleccionar el espesor del hormigón (Escala 45).
46. Seleccionar el tipo de agregado (Escala 46).
47. Seleccionar el tipo de cemento (Escala 47).
48. Seleccionar el estado de la arena (Escala 48).
49. Seleccionar la clase de obra (Escala 49).
50. Seleccionar el espesor del hormigón (Escala 50).
51. Seleccionar el tipo de agregado (Escala 51).
52. Seleccionar el tipo de cemento (Escala 52).
53. Seleccionar el estado de la arena (Escala 53).
54. Seleccionar la clase de obra (Escala 54).
55. Seleccionar el espesor del hormigón (Escala 55).
56. Seleccionar el tipo de agregado (Escala 56).
57. Seleccionar el tipo de cemento (Escala 57).
58. Seleccionar el estado de la arena (Escala 58).
59. Seleccionar la clase de obra (Escala 59).
60. Seleccionar el espesor del hormigón (Escala 60).
61. Seleccionar el tipo de agregado (Escala 61).
62. Seleccionar el tipo de cemento (Escala 62).
63. Seleccionar el estado de la arena (Escala 63).
64. Seleccionar la clase de obra (Escala 64).
65. Seleccionar el espesor del hormigón (Escala 65).
66. Seleccionar el tipo de agregado (Escala 66).
67. Seleccionar el tipo de cemento (Escala 67).
68. Seleccionar el estado de la arena (Escala 68).
69. Seleccionar la clase de obra (Escala 69).
70. Seleccionar el espesor del hormigón (Escala 70).
71. Seleccionar el tipo de agregado (Escala 71).
72. Seleccionar el tipo de cemento (Escala 72).
73. Seleccionar el estado de la arena (Escala 73).
74. Seleccionar la clase de obra (Escala 74).
75. Seleccionar el espesor del hormigón (Escala 75).
76. Seleccionar el tipo de agregado (Escala 76).
77. Seleccionar el tipo de cemento (Escala 77).
78. Seleccionar el estado de la arena (Escala 78).
79. Seleccionar la clase de obra (Escala 79).
80. Seleccionar el espesor del hormigón (Escala 80).
81. Seleccionar el tipo de agregado (Escala 81).
82. Seleccionar el tipo de cemento (Escala 82).
83. Seleccionar el estado de la arena (Escala 83).
84. Seleccionar la clase de obra (Escala 84).
85. Seleccionar el espesor del hormigón (Escala 85).
86. Seleccionar el tipo de agregado (Escala 86).
87. Seleccionar el tipo de cemento (Escala 87).
88. Seleccionar el estado de la arena (Escala 88).
89. Seleccionar la clase de obra (Escala 89).
90. Seleccionar el espesor del hormigón (Escala 90).
91. Seleccionar el tipo de agregado (Escala 91).
92. Seleccionar el tipo de cemento (Escala 92).
93. Seleccionar el estado de la arena (Escala 93).
94. Seleccionar la clase de obra (Escala 94).
95. Seleccionar el espesor del hormigón (Escala 95).
96. Seleccionar el tipo de agregado (Escala 96).
97. Seleccionar el tipo de cemento (Escala 97).
98. Seleccionar el estado de la arena (Escala 98).
99. Seleccionar la clase de obra (Escala 99).
100. Seleccionar el espesor del hormigón (Escala 100).

Un ejemplo: si la superficie tiene 100 pies cuadrados y el espesor es de 6 pulgadas, la "clase de obra" es de pasta de 6 galones y el estado de la arena es el normal, el volumen de trabajo será de 50 pies cúbicos y se necesitarán 28 pies cúbicos de agregado fino, 20 pies cúbicos de agregado grueso, 12 pies cúbicos de cemento y 52.5 galones de agua.



CALCULADOR PARA HORMIGON

GRAFICA B.-UNIDADES METRICAS



utilice, añádanse 56 litros de agregado fino y 85 litros de agregado grueso. Añádanse 28 litros de agua por cada saco de cemento.

Una caja de fabricación casera, de 28 litros de capacidad ayudará a establecer las proporciones de la mezcla. El volumen de hormigón producido con una carga de un saco, empleando las proporciones antes indicadas, será de aproximadamente 125 litros.

Los errores más comunes que cometen las personas faltas de experiencia es que usan demasiado cemento, lo que aumenta el costo, o usan demasiada agua, lo que produce un hormigón débil.

Para las instrucciones respecto al ajuste de la mezcla demasiado aguada o demasiado espesa, véase la página 266.

Mezcla mecánica y manual del hormigón

Para obtener el producto más resistente, el hormigón ha de ser mezclado cabalmente. Para la mezcla mecánica, déjense transcurrir 5 ó 6 minutos después que todos los materiales estén en la máquina. Ante todo, viértase en el tambor el 10 por ciento, aproximadamente, del agua para la mezcla. Luego añádase agua, uniformemente, junto con los materiales secos, dejando otro 10 por ciento que se añadirá después que los materiales secos estén ya en el tambor.

Mezcla hecha a mano

En muchas obras por cuenta propia, la cantidad de hormigón que se necesite puede ser pequeña o puede ser difícil conseguir una mezcladora mecánica. El hormigón puede mezclarse a mano: si se observan unas pocas precauciones, puede ser tan resistente como el hormigón mezclado a máquina.

Herramientas y materiales

Madera: 2 tablas de 85 cm x 90 cm x 5 cm

Lámina galvanizada: 185 cm x 90 cm

Clavos

Sierra

Martillo

O bien:

Hormigón para hacer un piso en el que se hace la mezcla. Se necesitan aproximadamente 285 litros de hormigón para tender un piso para preparar mezclas, que tenga 245 cm de diámetro y 5 cm de espesor, con un reborde de 10 cm de altura.

Pala.

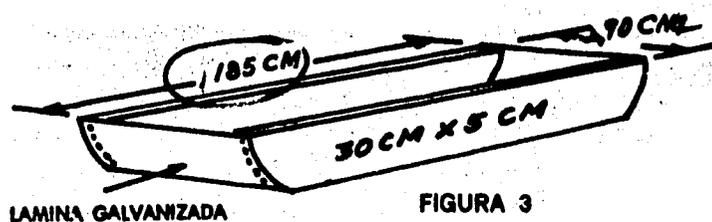


FIGURA 3

El primer requisito para la mezcla manual es una superficie, en la que se hará la mezcla, que esté limpia y sea impenetrable al agua. Esta superficie puede ser una artesa o barca de madera y metal para mezclas (véase la Figura 3) o un simple piso redondo de hormigón (véase la Figura 4).

Los extremos de la barca de madera y metal para mezclas son curvos para facilitar su vaciado. El reborde sobresaliente del piso mezclador de hormigón impide la pérdida de agua mientras se está mezclando el hormigón.

El procedimiento consiste en:

1. Desparramar por igual el agregado fino encima de la superficie para preparar la mezcla.
2. Espacir el cemento, por igual, encima del agregado fino, y mezclar estos materiales dándoles vuelta con una pala hasta que el color sea uniforme.
3. Esparcir por igual esta mezcla, desparramar encima de ella el agregado grueso y revolverlo todo de nuevo.
4. Formar un hoyo en el centro de la mezcla y añadir poco a poco la cantidad correcta de agua y, de nuevo, revolverlo todo muy bien.

La mezcla debe ponerse en las formas durante los 20 minutos siguientes a la operación de revolverlo bien.

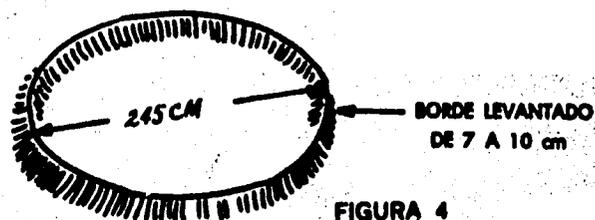


FIGURA 4

Cuando se acaba el trabajo de la jornada, hay que cerciorarse de que se ha quitado el hormigón de la superficie mezcladora y de las herramientas, enjuagando una y otras, para impedir que se oxiden y que el cemento se endurezca en ellas. Las herramientas y las superficies de la barca, lisas y brillantes, hacen que la operación de mezclar resulte sorprendentemente más fácil. También las herramientas durarán mucho más. Procúrese que la piel no reciba salpicaduras de hormigón; éste es sáustico.

La mezcla buena para trabajar con ella debe ser suave y plástica, ni tan aguada que escurra, ni tan espesa que se desmorone.

Si la mezcla está demasiado aguada, añádanse pequeñas cantidades de arena y gravilla en la proporción adecuada, hasta que se pueda trabajar bien.

Si la mezcla es demasiado espesa, añádanse pequeñas cantidades de agua y cemento, manteniendo la razón adecuada entre agua y cemento, hasta que se pueda trabajar.

Tómese nota de las cantidades añadidas de materiales, para que se tengan las proporciones correctas para las cargas o tandas posteriores.

Si la mezcla de hormigón es demasiado espesa, será difícil vaciarla en las formas. Si no es suficientemente espesa, la mezcla probablemente no contenga suficientes agregados, lo que resulta antieconómico.

Cono de asentamiento

El "cono de asentamiento" es un dispositivo sencillo para probar mezclas de hormigón y verificar que contenga las proporciones adecuadas de materiales.

Herramientas y materiales

Lámina galvanizada de hierro gruesa: 35 cm x 65 cm.

Hierro plano: 2 mm x 2.5 cm x 7.5 cm, 4 trozos.

16 remaches de hierro: de 3 mm de diámetro y 6 mm de longitud.

Cabilla de madera: de 16 mm de diámetro y 60 cm de longitud.

Prueba

Para llevar a cabo la prueba:

1. Prepare el cono y la cabilla de madera (véanse las Figuras 6, 7 y 8).

2. Moje bien el cono de asentamiento y colóquelo encima de una superficie plana que no absorba la humedad. Póngase de pie en los estribos de la parte baja del cono, para mantenerlo junto al piso.
3. Llene el cono con tres capas, de volumen aproximadamente igual. Debido a que el diámetro de la base del cono es mayor, la primera capa deberá llenarlo hasta aproximadamente un cuarto de su altura.

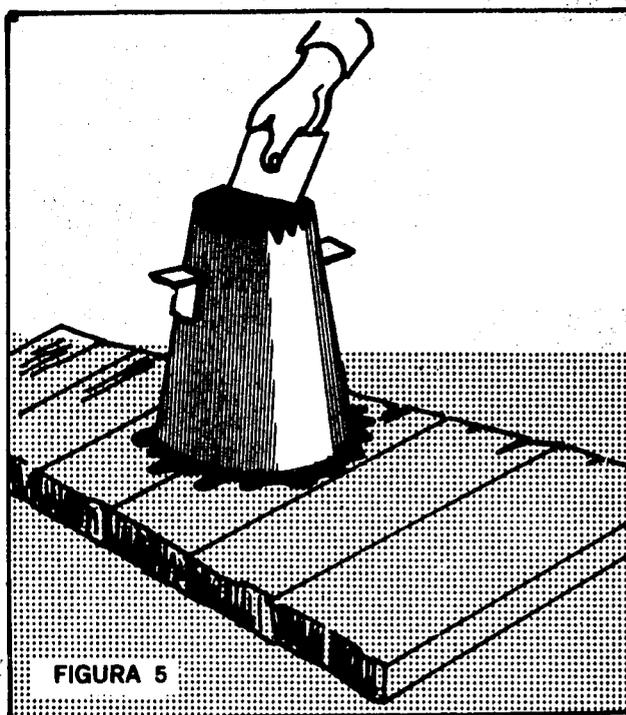


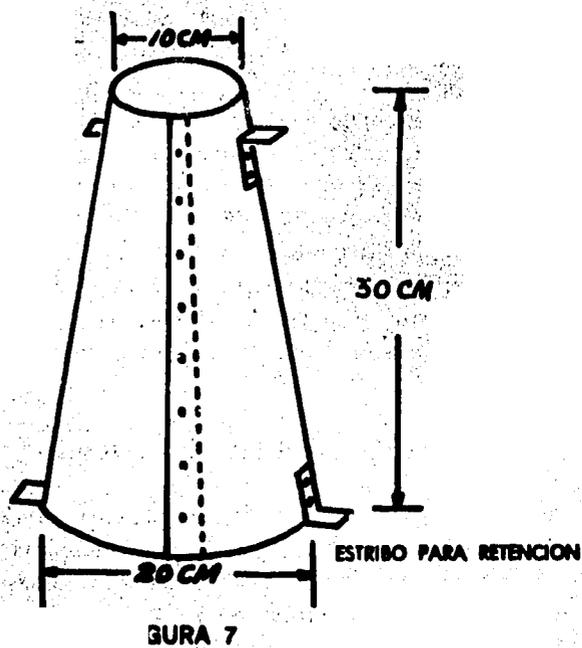
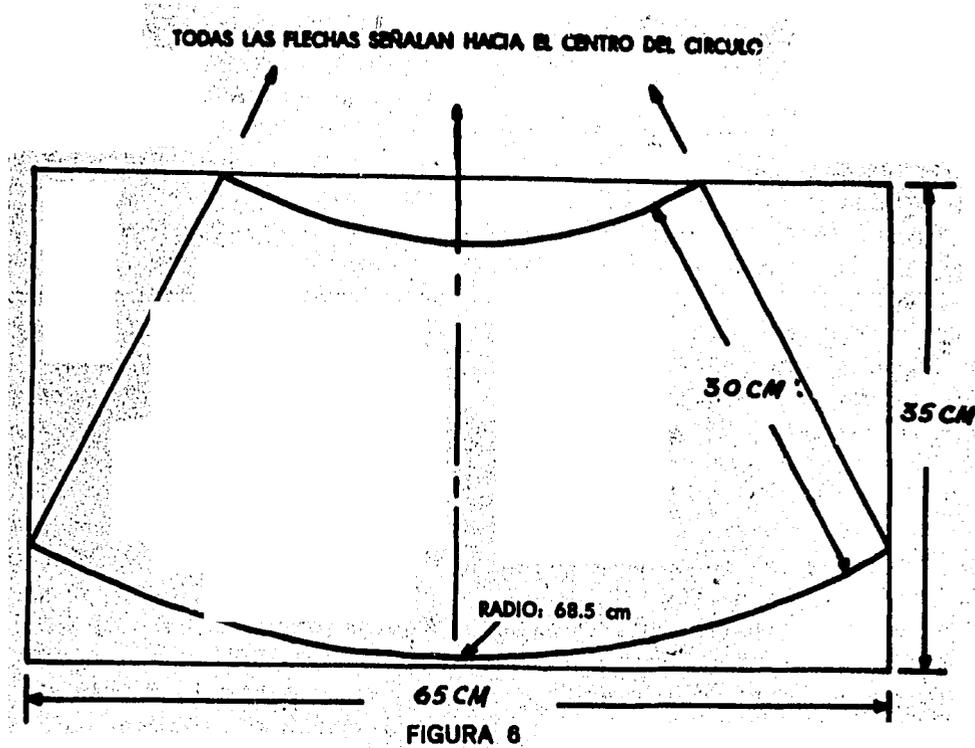
FIGURA 5

4. Inserte con fuerza 25 veces la cabilla de madera en cada una de las capas.
5. Después de hurgar así la mezcla con la cabilla, enrásese la superficie del hormigón, de modo que el cono quede lleno exactamente hasta el borde.
6. Levántese cuidadosamente el cono desprendiéndolo del hormigón.
7. Colóquese el cono tocando el hormigón y médase la diferencia entre la altura del cono y la del hormigón. Esta diferencia es el asentamiento.

Los asentamientos que se sugieren para los distintos tipos de construcción son los siguientes:

Muros y zapatas de hormigón armado: 5 cm a 13 cm.

Muros y zapatas de muro sin armar: 2.5 a 10 cm.



Paredes, columnas y losas delgadas de hormigón armado: 7.5 a 15 cm.

Pavimentos, pasadizos, albañales, estructuras de drenaje y masas de hormigón: 2.5 cm a 7.5 cm.

Rectificación de la mezcla

Si el asentamiento no queda dentro de la variación indicada, o si la mezcla es manifiestamente demasiado fluida o demasiado espesa, han de cambiarse las proporciones de la mezcla. Para hacer más fluida la mezcla y aumentar su asentamiento, aumentese la proporción de agua y cemento sin que se cambie la razón entre agua y cemento. Para hacer la mezcla más espesa y disminuir el asentamiento, aumentese la proporción de agregados, sin cambiar la razón entre agregado fino y agregado grueso. Para darle más fluidez jamás se le añada solamente agua: esto debilitará el hormigón.

Construcción de formas o encofrados para hormigón

El hormigón fresco es pesado y plástico. Los encofrados o formas para que lo retengan en su lugar hasta que fragüe deberán tener lisa su cara interna. Las grietas, los nudos u otras imperfecciones de las formas pueden quedar permanentemente reproducidos en la superficie del hormigón.

Por su poco peso y resistencia, el material que generalmente se emplea para las formas es madera. Puesto que las rendijas entre tablas pueden menoscabar la superficie del hormigón, se utiliza a menudo madera contrachapada que en la superficie tiene una hojuela especial de alta densidad. Este acabado de la madera contrachapada proporciona una superficie lisa para el colado y hace más fácil retirar las formas y volver a usarlas.

Si para las formas se emplea madera sin superficie recubierta, acéitese o engrásese su cara interna, para hacer que sea más fácil retirarlas y para impedir que la madera absorba demasiada agua del hormigón. No se aceite ni engrase la madera si la superficie del hormigón ha de pintarse o estucarse.

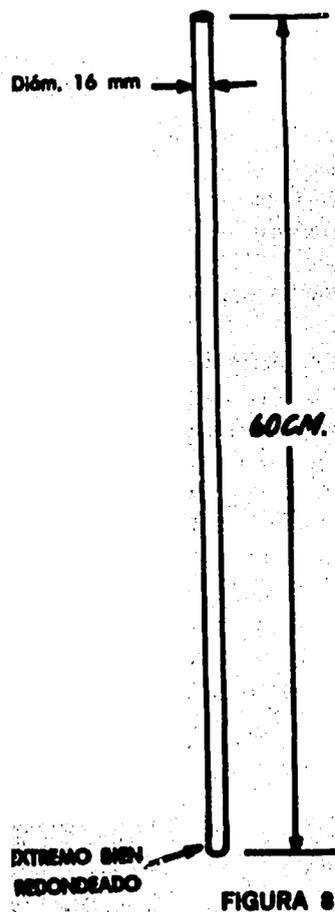


FIGURA 8

Las formas para partes horizontales, tales como pavimentos, pueden ser de tablas de 5 cm x 10 cm, o de 5 cm x 15 cm, medidas que dependen del espesor de la losa. Estacas colocadas a una distancia de 120 cm una de otra retienen las formas en su lugar.

Las Figuras 9 y 10 muestran encofrados o formas para la construcción de muros verticales. Para impedir que las formas se alabeen, deben hacerse ligaduras entre montantes situados uno frente a otro, utilizando para ello alambre calibre 10 a 12 al que se habrá de retorcer para que mantenga las formas estrechamente apretada contra unos tarugos separadores de madera. (Los tarugos se quitan al colar el hormigón.)

Las ataduras de alambre de los montantes deben estar separadas entre sí por una distancia vertical de aproximadamente 75 cm. Cuando se retiran las formas, córtense los alambres junto al hormigón y retáquense con un punzón. Los hoyuelos hechos al retacar los alambres con el punzón han de resanarse con mortero.

Los encofrados o formas han de ser fáciles de llenar de hormigón, y fáciles de retirar una vez el hormigón ha fraguado. Tornillos o clavos de doble cabeza que sean fáciles de desprender pueden ayudar mucho a retirar las formas sin que se dañe el hormigón.

A veces se hacen formas de otros materiales. Por ejemplo, el encofrado o formas de metal, resulta más económico para trabajos que han de repetirse, tales como bordillos, formas deslizables para depósitos o silos monolíticos de hormigón y pisos de hormigón armado para edificios de varios pisos.

El acabado natural más fino de las superficies de hormigón puede lograrse colándolo en polietileno. Algunas veces se utilizan formas con lámina de polietileno, o papel kraft con una película superficial de polietileno, como forro interior de la forma.

Colado del hormigón dentro de las formas

Para hacer estructuras resistentes, es muy importante que el hormigón se cuele debidamente en las formas. La mezcla de cemento aún empapada no ha de manejarse burdamente cuando se lleva a las formas y se cuele en las mismas. Es muy fácil que, con sacudimientos o al lanzar el hormigón, los agregados finos se separen de los gruesos. No se deje que el hormigón caiga libremente en una distancia mayor de 90 a 120 cm. El hormigón es más resistente cuando los agregados de diversas medidas y

la pasta de cemento están bien mezclados. La mezcla de hormigón hay que apisonarla o retacarla bien en su lugar con una varilla de hierro (de unos 2 cm de diámetro), una vara de madera o una pala.

Curado del hormigón

Cuando se han llenado las formas está ya terminado el trabajo más arduo, pero el proceso no ha terminado. El hormigón tiene que estar protegido hasta que adquiere la resistencia necesaria. Comienza a fraguar casi de inmediato, después que se le ha añadido el agua, pero la acción del fraguado puede no quedar terminada antes de varios años.

La primera fase del curado es extremadamente crítica. Deben seguirse pasos especiales para mantener el hormigón mojado. En lugares de clima templado, la mezcla ha de mantenerse mojada durante, cuando menos, 7 días; en lugares de clima tropical o subtropical deberá conservarse mojada durante, cuando menos, 11 días. Una vez seco, el hormigón deja de fraguar y después que esto sucede, el volver a mojarlo NO hará que se reanude el proceso de fraguado.

El hormigón recién colado ha de estar protegido contra la acción secante del sol y el viento. Las superficies extensas, tales como pisos o paredes, expuestas a los rayos del sol habrán de protegerse con alguna forma de cubierta. Las cubiertas protec-

toras que se utilizan a menudo son de lona, sacos vacíos de cemento, arpillera (tela de yute o de sa-co), hojas de palmera, paja y arena mojada. Este material recubridor también habrá de mantenerse mojado para que no absorba agua del hormigón.

Después de 7 días, el hormigón es suficientemente resistente para que soporte cargas ligeras. En la mayoría de los casos, las formas de estructuras verticales, tales como puentes y muros, pueden retirarse después de transcurridos 4 ó 5 días pero, si se les deja en su lugar, ayudarán a impedir que el hormigón seque. En estructuras pequeñas sostenidas por suelo o tierra, tales como drenajes de la calle, las formas pueden retirarse a las 6 horas de haberse terminado el colado, siempre que se proceda con cuidado. Generalmente, los planos indican que las formas han de dejarse en su lugar durante más tiempo.

El hormigón alcanza la resistencia para la que se le planeó después de transcurridos 28 días. El hormigón con curado húmedo durante un mes alcanza una resistencia dos veces mayor que el hormigón curado al aire libre.

Cómo hacer hormigón de fraguado rápido

Para hacer hormigón de fraguado rápido y alta resistencia inicial puede añadirse cloruro de calcio a la mezcla del hormigón.

El cemento de fraguado rápido es a menudo

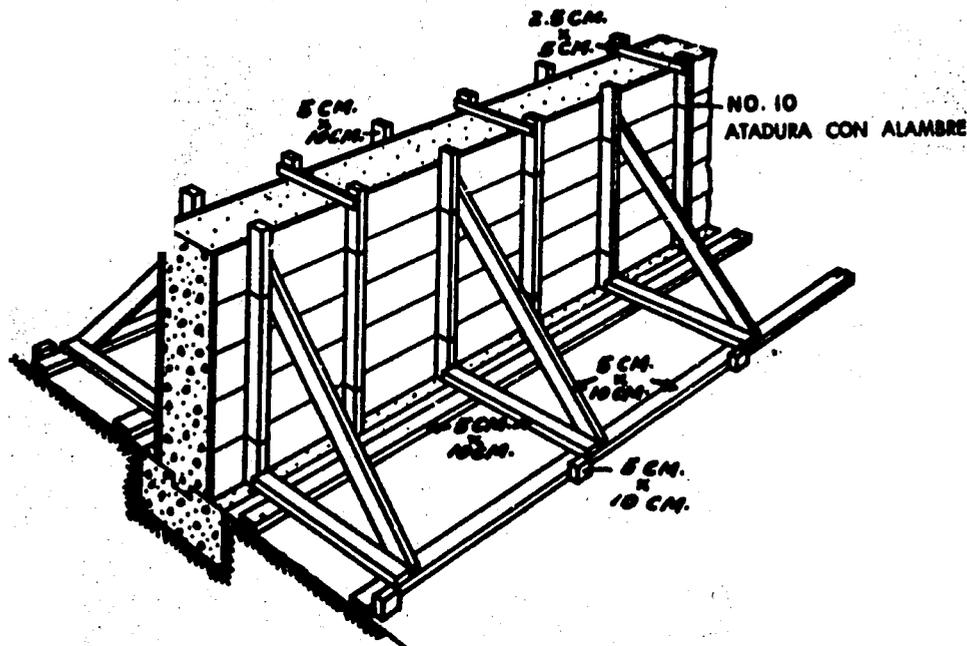


FIGURA 9 FORMA PARA UNA PARED VERTICAL EN SUELO HORIZONTAL

útil; por ejemplo, cuando se necesitan repetidos colados en un mismo molde. La mezcla de hormigón que contenga cloruro de calcio como acelerador fraguará aproximadamente dos veces más aprisa que una mezcla que no lo contenga. La carga de mezcla tiene que colarse en la forma con mayor prontitud, pero, puesto que las cargas de fraguado rápido suelen ser pequeñas, esto no constituye problema alguno. El cloruro de calcio no disminuye la resistencia del hormigón totalmente curado.

No deberá usarse más de 1 kg de cloruro de calcio por saco de cemento. Deberá empleársele solamente si está en sus envases de origen, que han de ser sacos o bolsas a prueba de humedad, o tambores de acero impermeables al aire.

El mejor modo de añadir el cloruro de calcio consiste en preparar una solución que contenga 0.5 kg de cloruro de calcio por litro de agua. Usese esta solución como parte del agua para la mezcla de hormigón, a razón de 2 litros por saco de cemento (42.6 kg).

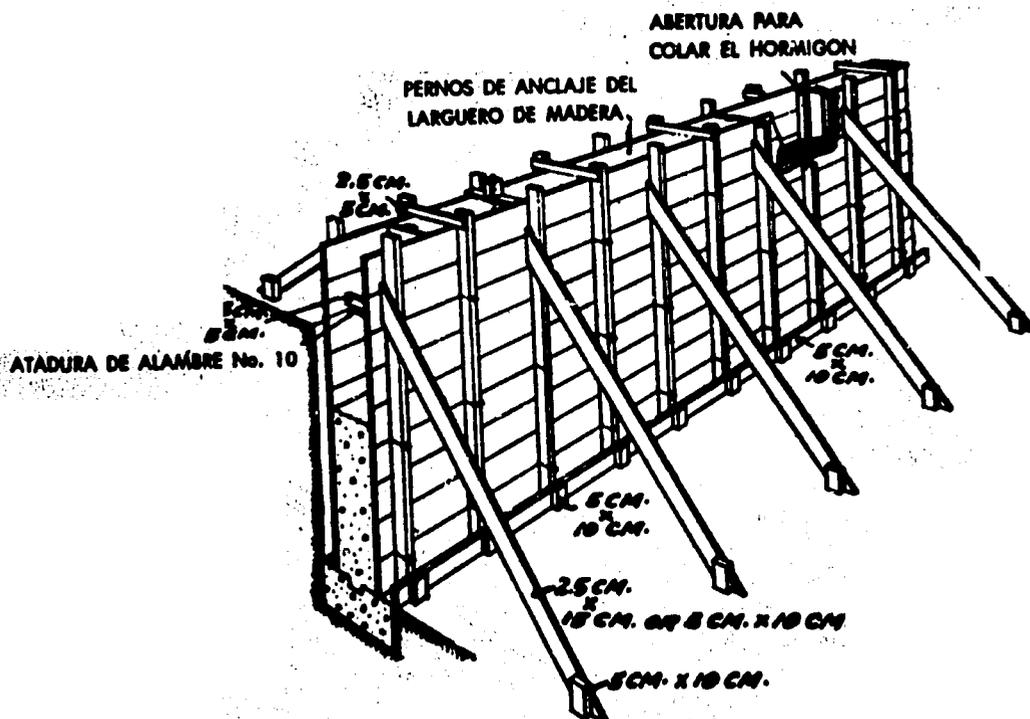
Fuentes útiles de información respecto al hormigón

Son fuentes útiles de información respecto al hormigón, en las que están incluidos manuales con instrucciones sobre cómo hacerlo:

Portland Cement Institute
18 Kew Road
Richmond
Johannesburg, South Africa.

Instituto del Cemento Portland Argentino
San Martín 1137
Buenos Aires, Argentina.

Cement and Concrete Association of Australia
147-151 Walker Street
North Sydney, Australia, N.S.W.



FORMAS PARA MURO DE SOTANO O CIMIENTOS. LA TIERRA PUEDE USARSE COMO FORMA BATERIA SI ES SUFICIENTEMENTE FIRME

FIGURA 10

Associação Brasileira de Cimento Portland
Caixa Postal 30886
San Paulo, Brasil.

Cement and Concrete Association
52 Grosvenor Gardens
Londres, S. W. 1, Inglaterra.

The Concrete Association of India
P.O. Box 138
Bombay 1, India.

Portland Cement Association
33 West Grand Avenue
Chicago, Illinois 60 610
E.U.A.

Fuentes de la sección que trata del hormigón:

Voluntarios VITA:

John Bickford, Connecticut
Robert D. Cremer, Nueva York
Kenneth D. Hahn, California
E. B. Heckler, Florida

A Building Guide for Self-Help Projects, Departa-

mento de Bienestar Social y Desarrollo Comunal,
Accra, Ghana, 1961.

Design and Control of Concrete Mixtures, Portland
Cement Association, 33 West Grand Avenue, Chicago,
Illinois 60610, E.U.A.

Empleo del Concreto en la Granja. Boletín del Agri-
cultor Núm. 2203. Departamento de Agricultura de
Estados Unidos. Puede pedirse esta publicación a
la Misión de la A.I.D. a cargo de la Embajada de
Estados Unidos de América del país del solicitante.

Otras publicaciones útiles

Basics of Concrete. Ideas and Methods Exchange
and Urban Development, Division of International
Affairs, Washington, D. C., E.U.A.

Concrete Technology: Student Manual, Delmar Pu-
blishers, Albany, Nueva York, E.U.A.

Making Quality Concrete for Agricultural and Home
Structures, por Wesley Hobbs, Jefe de Tecnología
Agrícola, Universidad Haile Selassie I. Addis Abeba,
Etiopía.

Construcción con bambú

El bambú es uno de los materiales más antiguos que el hombre ha utilizado para aumentar su comodidad y bienestar. En el mundo de hoy, rebo-sante de plásticos y acero, además de que sigue ha-ciendo sus aportaciones tradicionales, el bambú es-tá adquiriendo aún mayor importancia. Variedades sobresalientes de bambú de todo el mundo se están probando para encontrar cómo pueden contribuir a mejorar las economías locales.

Puesto que las mejores especies están ya iden-tificadas y diseminadas, su uso ayudará a mejorar la vida de muchas personas. Con unas pocas plan-tas de bambú de especie superior en el traspatio de la casa, una familia tendrá a mano con qué cer-car el huerto, construir un chiquero o un gallinero o añadir una habitación a la casa. La familia esta-rá también en posibilidad de aumentar sus ingre-sos diarios haciendo canastos u otros objetos para venderlos o trocarlos.

Los bambúes son elementos destacados de la vegetación natural de muchas partes de las regio-nes tropicales, subtropicales y templadas del mun-do, que abarcan desde el nivel del mar hasta 4,000 metros de altitud. El hombre ha ensanchado la dis-tribución de muchas especies de bambúes. Pero al-gunas de las especies más valiosas no se han dis-tribuido tanto como podrían estarlo. Es mucho lo que está aún por hacer para que estas variedades sean más generalmente conocidas y sean más ase-quibles.

El bambú puede prepararse para utilizarlo en la construcción empleando en ello herramientas muy sencillas. Una vez preparado, el bambú puede uti-lizarse extensamente en la construcción de casas, para: hacer cimientos, bastidores, pisos, paredes, pa-redes divisorias, techos, puertas, ventanas, techados, tuberías y artesas. Para más detalles véase la pu-blicación "El Bambú como Material de Construc-ción" por F. A. McClure, edición en español de la A.I.D.

Los párrafos que siguen explican cómo:

- 1: Partir o hender el bambú.
- 2: Hacer juntas de bambú.
- 3: Conservar el bambú.
- 4: Hacer tablas de bambú.
- 5: Hacer paredes, paredes divisorias y techos de bambú.



Figura 1. Esta casita de las tierras bajas de Ecuador está totalmente hecha, desde los postes de sostenimiento hasta las vigas y los recubrimientos, de bambú indígena, *Guedua angustifolia*. Los postes pueden durar cinco años; las paredes pueden prestar servicio durante varias décadas.

COMO SE PARTE EL BAMBU

Para preparar el bambú con el fin de utilizar-lo en construcciones, las cañas (o tallos) han de partirse o henderse cuidadosamente a lo largo.

Herramientas y materiales

Barra de hierro o madera dura: de 2.5 cm de grueso
Hacha
Cúñas de acero
Postes de madera
Cuchillos abridores (véanse las Figuras 1 y 4).

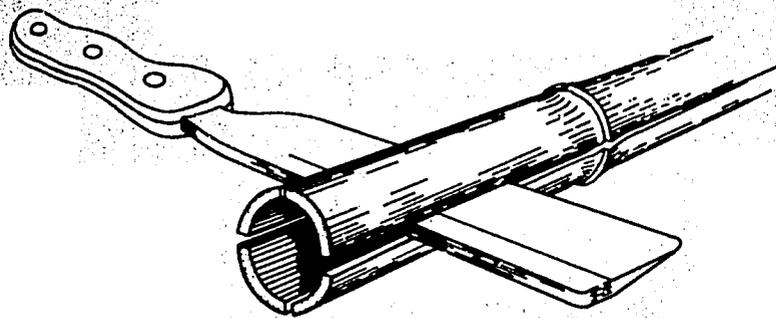
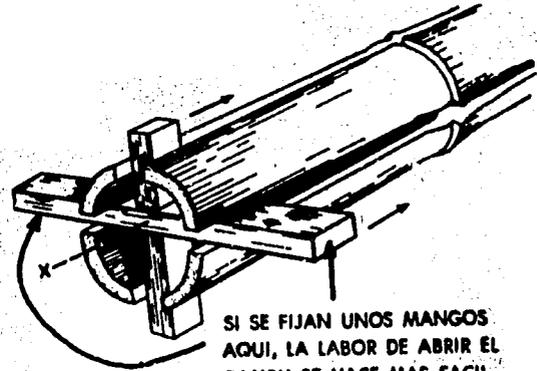


FIGURA 2

Para abrir cañas de bambú a lo largo pueden utilizarse varios instrumentos. Cuando el bambú está partido o hendido, los bordes de las tiras de bambú pueden quedar afilados como navajas; se han de manipular con cuidado.

Para partir o hender cañas pequeñas para hacer tiras (llamadas también "mimbres") para entretrejeras y para ataduras:

1. Use un cuchillo abridor de mango corto y hoja ancha para hacer cuatro cortes, a igual distancia uno de otro, en el extremo superior de la caña (véase la Figura 2).
2. Abra la caña en lo restante de su longitud, insertando una cruz de madera a lo largo de los cortes (véase la Figura 3).
3. Empleando un cuchillo de mango largo (véase la Figura 4), corte cada tira por la mitad (véase la Figura 5). Puede mantenerse una tira de bambú sobre la hoja, para darle más espesor y acelerar el trabajo.
4. Utilice el mismo cuchillo para desprender de la tira exterior, más dura, la tira interior, suave y medular (véase la Figura 6). Por lo general, la tira interior se desecha.



SI SE FIJAN UNOS MANGOS
AQUI, LA LABOR DE ABRIR EL
BAMBU SE HACE MAS FACIL.

FIGURA 3



FIGURA 4



FIGURA 5

Para partir o hender cañas gruesas

1. Haga una cruz de varilla de hierro o de madera dura, de unos 2.5 cm de grueso, y sosténgala en unos postes, firmemente clavados en el suelo, de unos 10 cm de grueso y 90 cm de altura (véase la Figura 7).



FIGURA 6

2. Emplee una hacha para hacer en el extremo superior de la caña dos pares de hendiduras, en ángulo recto una con otra (véase la Figura 7).
3. Mantenga las hendiduras abiertas colocando unas cuñas de acero a corta distancia del extremo de la caña, hasta que la caña quede sujetando la cruz, tal como se ve en la Figura 7.
4. Tire de la caña y empújela, alternadamente, hasta que la cruz raje la caña en toda su longitud.
5. Para partir de nuevo las cañas, después que se han dividido en cuatro tiras, utilice una simple cuña de acero clavada en un poste o tarugo de madera, (véase la Figura 8).
6. Para partir tiras en otras tres tiras más angostas puede utilizarse un par de cuñas sólidamente sujetas a un tarugo de madera o a un banco pesado (véase la Figura 9).

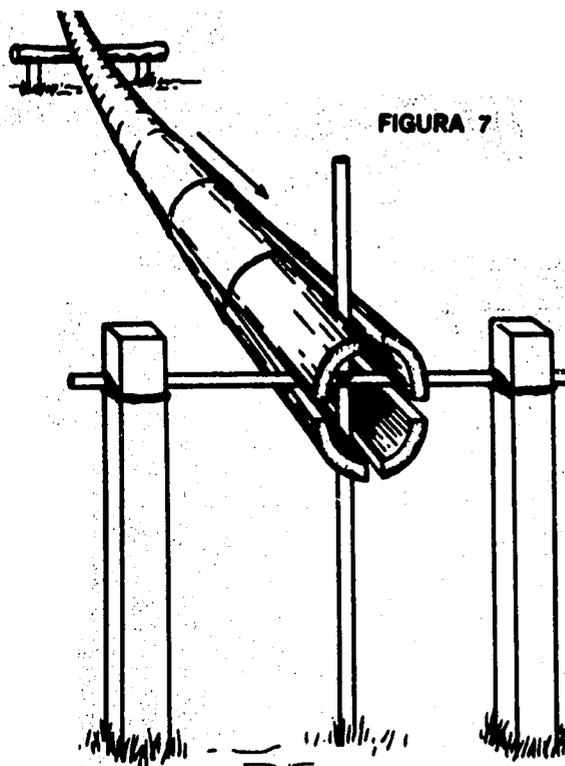


FIGURA 7

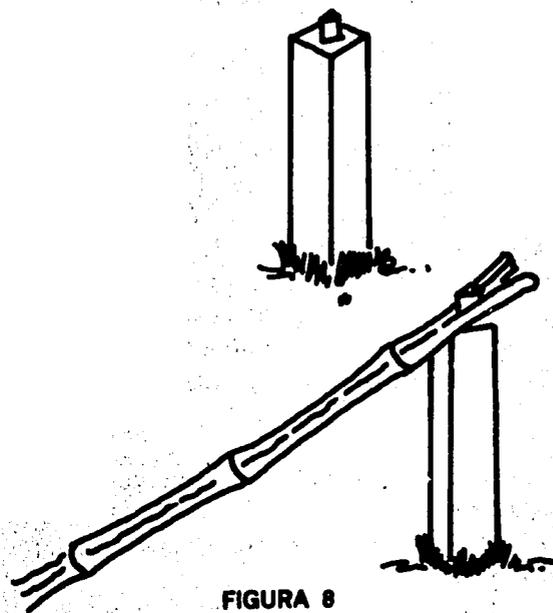


FIGURA 8

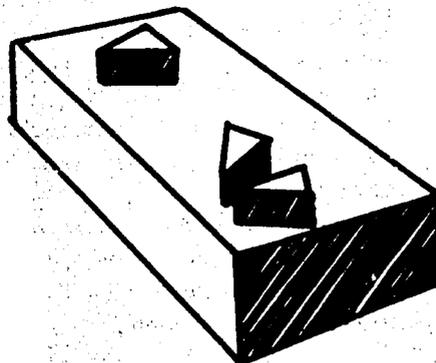


FIGURA 9

UNIONES DE BAMBU

En las Figuras 10 y 11 se ven cierto número de procedimientos para unir bambú, con el fin de hacer herramientas o para construcción.

Herramientas y materiales

Bambú.

Material para ataduras: cordel o alambre.

Machete, sierra para metales, cuchillo, taladro y otras herramientas para trabajar el bambú.

El bambú es útil para construcciones grandes, puesto que es resistente en relación con su peso. Esto se debe a que es hueco, y tiene sus fibras más resistentes en la parte exterior, donde dan la fuerza más grande y producen una superficie dura y atractiva. El bambú tiene diafragmas macizos en cada uno de sus nudos o articulaciones, diafragmas que impiden la deformación y permiten que el bambú se doble considerablemente antes de que se quiebre.

Cualquier corte hecho en el bambú, tal como una muesca o entalladura, lo debilita: por lo tanto

no deberán usarse con el bambú juntas o ensambles de espiga y ranura. Sin embargo, en los extremos superiores de los postes pueden hacerse muescas o cortes en forma de silla para que sostengan piezas transversales (véase la Figura 10, C y D).

Generalmente las piezas de bambú han de atarse una con otra, debido a que los clavos hendirían la mayoría de las cañas. Las tiras (mimbres) para ataduras se hacen a menudo de bambú y, algunas veces de rota. Cuando todas las variedades locales de bambú dan tiras quebradizas, las ataduras tienen que hacerse con corteza, bejucos o alambre de hierro galvanizado.

Al curvar el bambú (por ejemplo, para la "doble junta curva a tope" de la Figura 11) puede ayudar a que la caña no se hienda si se hierve o trata con vapor, y curvándola cuando está caliente.

A menudo los artesanos de cada lugar conocen las mejores especies de bambú y con frecuencia han encontrado procedimientos adecuados para hacer juntas.

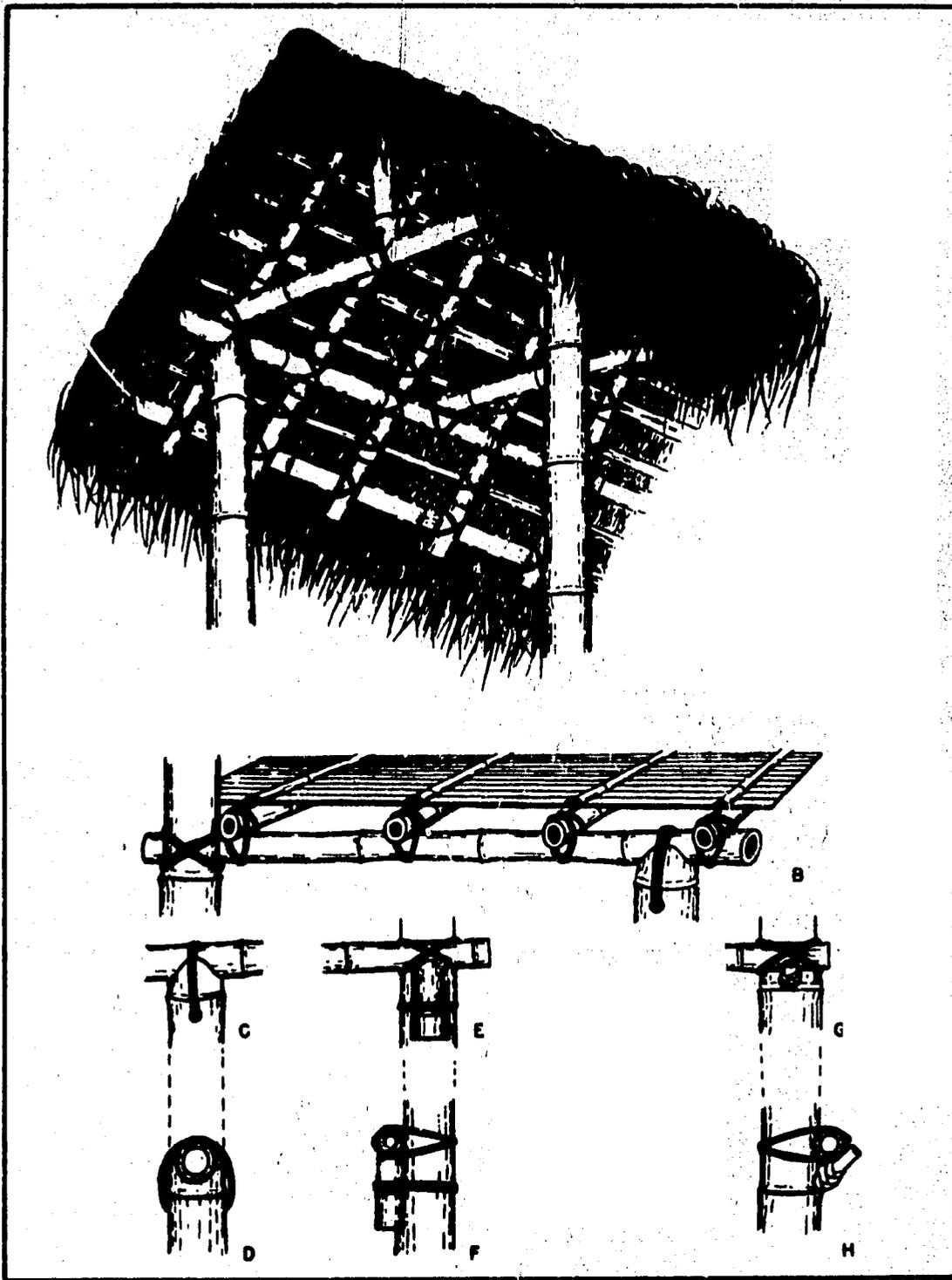


FIGURA 10 Detalles de la construcción con bambú: A, cañas encajadas e inclinadas del techo y la estructura; B, Ajuste y sujeción de tablas de bambú al piso; C y D, junta en forma de silla; E y F, uso de un tarugo inserto para el sostén de elementos horizontales que soportan cargas; G y H, uso de un tocón de rama en un nudo de un poste para sostén de un elemento horizontal que soporta carga.

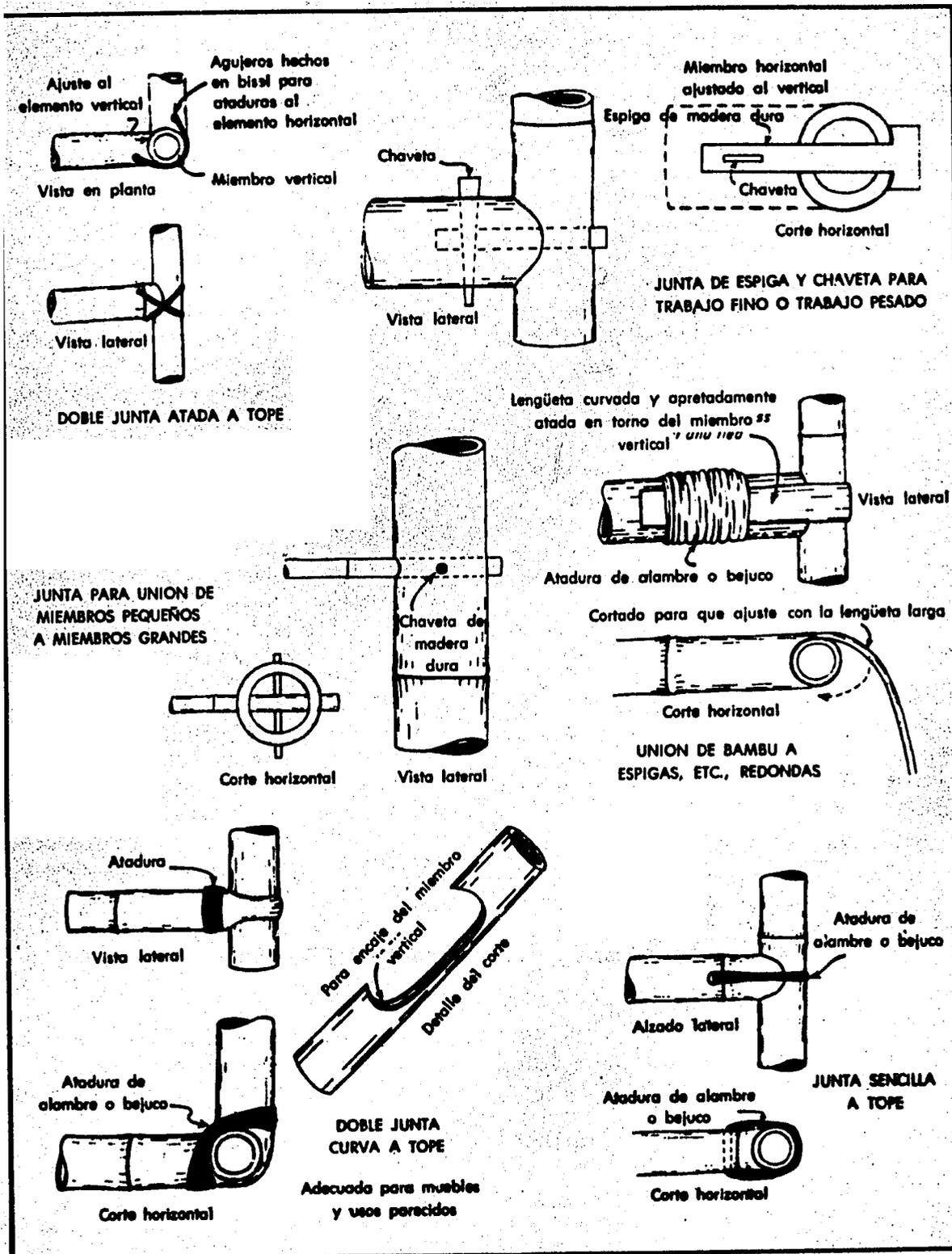


FIGURA 11 - JUNTAS EMPLEADAS EN CONSTRUCCIONES CON BAMBU

CONSERVACION DEL BAMBU

La mayoría de los bambúes están sujetos a ataques por hongos que los pudren, y por insectos xilófagos (devoradores de madera). Los bambúes con más alto contenido de humedad y almidón son, al parecer, los más propensos a estos ataques. Hay muchos métodos para hacer que el bambú sea más resistente a los ataques. Describimos a continuación un procedimiento sencillo, que combina el curado adecuado y el uso del DDT.

Si el bambú ha de utilizarse para guardar alimentos o agua, el único tratamiento recomendable es la inmersión de bambú verde en una solución de bórax y ácido bórico.

Herramientas y materiales

Machete y sierra para metales para tumar y recortar las cañas de bambú.

Mezcla de 5 por ciento de DDT y 95 por ciento de talco. Si no se dispone de talco pueden emplearse otras materias secas y pulverulentas, tales como arcilla seca.

Bolsa espolvoreadora (hecha de tela de tejido claro o ralo).

No debe cortarse el bambú antes de que haya madurado. Esto sucede, generalmente, al final de la tercera estación. Las cañas de bambú recién cortadas han de secarse por espacio de 4 a 8 semanas, antes de que se utilicen en construcciones.

Un proceso para el curado de las cañas de bambú en su bosquecillo, probado por la Estación Experimental Federal del Departamento de Agricultura de Estados Unidos en Puerto Rico, ayuda a disminuir los ataques por insectos y hongos de pudrición.

Los pasos de este proceso son:

1. Cortar el bambú en su base, pero manteniendo la caña en posición vertical, dentro del bosquecillo.
2. Espolvorear de inmediato el extremo inferior recién cortado, dándole unos golpecitos suaves con la bolsa espolvoreadora llena de la mezcla de DDT y talco. Un procedimiento alternativo para el espolvoreado consiste en sumir los extremos de las cañas en una bandeja que contenga una capa de la mixtura.
3. Para impedir que el bambú se manche o pudra por la acción de hongos, separe cada bambú de

la superficie del suelo poniendo debajo de él un bloque de piedra, un trozo de ladrillo o un tarugo de madera.

4. Deje las cañas en esta posición de 4 a 8 semanas, según que el tiempo sea seco o muy húmedo.

Las cañas han de estar lo más secas posible antes de que se las lleve cerca de edificios o construcciones, donde, por lo general hay insectos xilófagos.

5. Cuando las cañas se han secado tanto como lo permitan las condiciones imperantes, tumbelas y recórtelas. Espolvoree de inmediato, con la mezcla de DDT y talco, todas las superficies de los cortes.

6. Ponga fin al curado en un cobertizo bien aireado en el que las cañas no están expuestas a la acción de la lluvia ni del rocío. La lluvia manchará las cañas cuando vayan secándose.

Este procedimiento impedirá los daños por insectos xilófagos mientras las cañas estén secándose.

Si el bambú ha de guardarse durante largo tiempo, las pilas y los estantes de almacenamiento deberán rociarse cada seis meses con una mezcla de DDT, al 5 por ciento, en agua o aceite delgado. Las condiciones locales pueden acortar o alargar el tiempo entre rociados.

Tanto en el uso como en el almacenamiento, la mejor conservación de las cañas de bambú se obtiene si están protegidas contra la lluvia en un lugar bien ventilado en el que no toquen el suelo.

TABLAS DE BAMBU

Las cañas de bambú pueden partirse a lo largo y se pueden aplanar para formar tablas para utilizarlas en revestimientos, paredes o pisos.

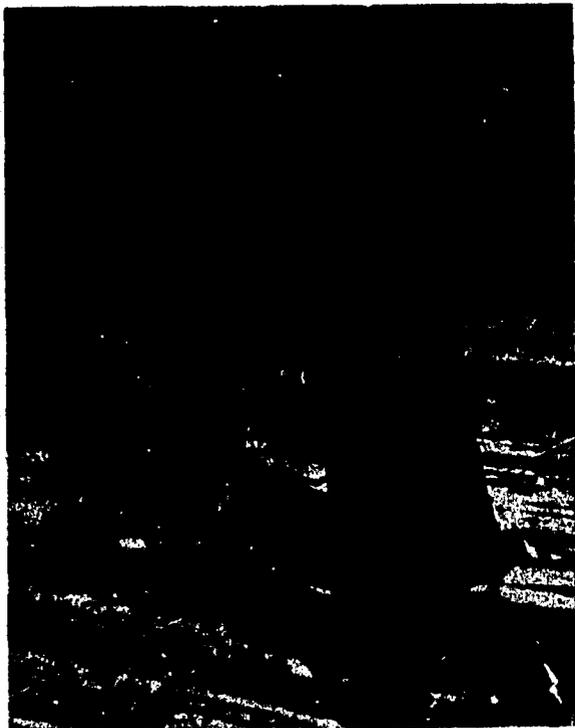
Herramientas y materiales

Machete.

Hacha, de poco peso, con cabeza en forma de cuña.

Azuela: una herramienta en forma de pala y mango largo, de hoja ancha dispuesta en ángulo para que haga cortes paralelos a la superficie de la tabla.

Cañas grandes de bambú.

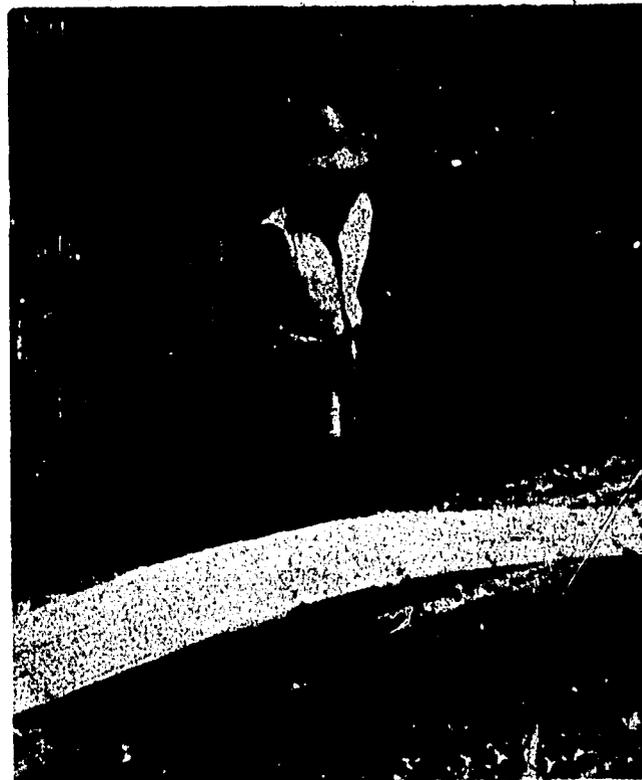


En Ecuador se utiliza un hacha con la hoja bien engrasada para hacer tablas de bambú. Cada nudo se parte en diversos lugares; luego, con un solo corte, se abre toda la caña a todo lo largo. La gruesa parte basal de la caña no se aprovecha al hacer tablas.

FIGURA 12

No son necesarias todas las herramientas antes enumeradas, pero aceleran el trabajo cuando la producción es en gran cantidad.

1. Quite a las cañas su parte inferior de pared gruesa.
2. Use una hacha con la hoja bien engrasada, para partir en diversos lugares cada uno de los nudos de la caña (véase la Figura 12). Esto debe hacerse con todo cuidado para evitar lesionarse los pies.
3. Abra totalmente la caña con una hendedura larga.
4. Quite la médula de los nudos o articulaciones utilizando para ello un machete, una azuela o una doladera.
5. Guarde las tablas tal como se ve en la Figura 14.



Paso final al hacer tablas: eliminación de los fragmentos de diafragma de la caña recién abierta. Esto puede hacerse, igual que aquí, con un machete, o con una hachuela o una azuela de mango largo y hoja curvada.

FIGURA 13

Tablas de bambú o punto para usarias. La producción de estas tablas es un oficio bien establecido tanto en Colombia como en Ecuador; el producto acabado podría ser un artículo de exportación.

FIGURA 14



PAREDES, PAREDES DIVISORIAS Y TECHOS DE BAMBU

Pueden hacerse construcciones de bambú para que queden atendidos numerosos requisitos de resistencia, luz, ventilación y protección contra el viento y la lluvia. A continuación describimos unos pocos de los procedimientos para construir con bambú.

Las partes de una construcción que generalmente no se hacen de bambú son: los cimientos y el bastidor o estructura.

En construcción, se emplean cajas de bambú tanto partidas como sin partir. Se pueden utilizar en posición tanto vertical como horizontal. Sin embargo, las cañas que queden expuestas a la acción de la intemperie durarán más tiempo si están en posición vertical, debido a que se secarán mejor después de cualquier lluvia.

Herramientas y materiales

Bambúes de la localidad.

Herramientas para trabajar el bambú, tales como: machete, sierra para metales, cincel y taladro.

Material para ataduras: alambre o cordel.

Clavos.

Alambre espinoso.

Yeso o estuco.

Paredes

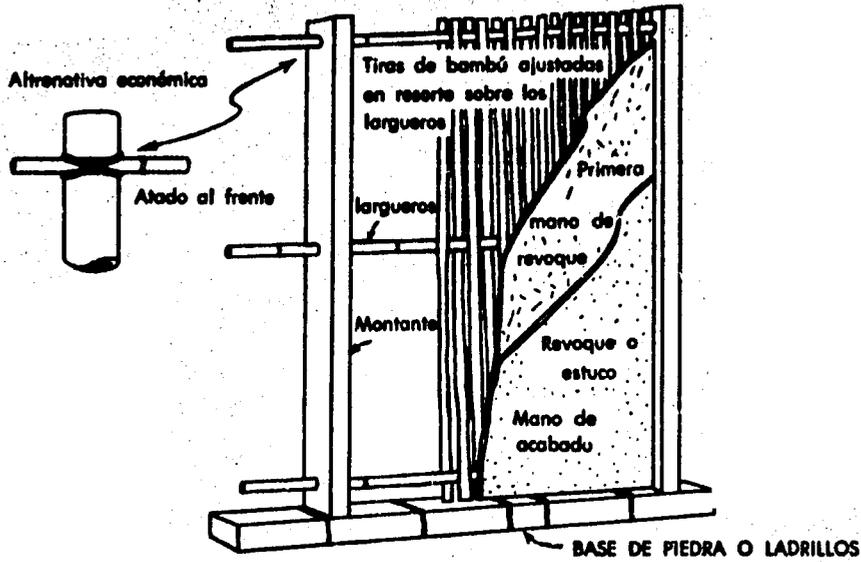
Un método comúnmente usado en Ecuador para hacer paredes consiste en atar, a ambos lados de puntales de madera dura o bambú, tiras anchas o



Anchas tiras de bambú sostienen y protegen una pared de una casa de El Salvador, formando un tipo de construcción a la que en muchos países de América Latina llaman "bajareque". El bambú corriente de El Salvador, *Bambusa vulgaris*, se encuentra en todas partes salvo en las zonas más secas y sus caños son material corriente para muchos usos.

FIGURA 15

CONSTRUCCION CON TIRAS SOSTENIDAS EN TRAVESAÑOS POR ACCION DE RESORTE



Construcción entrelajada o enzarzada

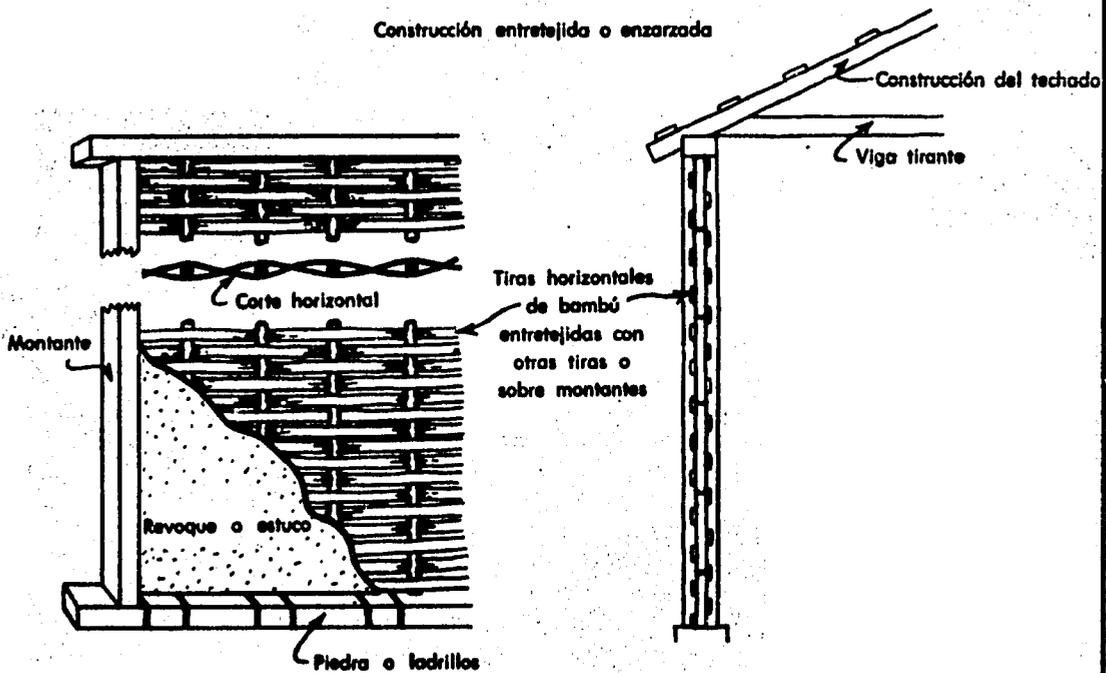


FIGURA 16 - TIPOS DE CONSTRUCCION DE PAREDES HECHAS CON BAMBU

cañas delgadas de bambú, tendidas horizontalmente a cortos intervalos. Los espacios entre las tiras o las cañas de bambú se rellenan con barro y piedras (véase la Figura 15).

En Perú las tiras flexibles de bambú se entretajan unas con otras y luego se les revoque por un lado, o por ambos lados, con barro (véase la Figura 16).

Puede construirse una pared atractiva, pero más débil, utilizando tablas de bambú, estiradas lateralmente mientras se las va atando, para que sirvan de base para el revoque o estuco. En la superficie puede clavarse alambre de espino para que proporcione una mejor sujeción para el estuco. El exterior puede hacerse muy atractivo blanqueándolo con cal o cemento.

Paredes divisorias

Por regla general, las paredes divisorias son mucho más ligeras y débiles que los muros o paredes maestras. A menudo no son más que una esterilla tejida con tiras delgadas de bambú mantenidas en su lugar por una ligera estructura de postes de bambú. A menudo se usan esterillas de bambú para hacer techos y paredes tanto exteriores como interiores. Los bambúes de pared delgada son los que generalmente se usan para estos fines.

Techos

Los techos pueden construirse con cañas pequeñas sin partir colocadas muy juntas, o con una celosía de tiras, parecidas a listones de madera, sacadas de cañas más grandes. Tiene que haber algo de espacio abierto para que permita la salida de los humos y vapores de la lumbre de la cocina.

Fuente:

El Bambú como Material de Construcción por F. A. McClure. Edición en español a cargo de la AID; puede pedirse a la Misión de la AID a cargo de la Embajada de Estados Unidos de América del país del solicitante.

Otras publicaciones útiles:

Bamboo in the Economy of Oriental Peoples, por F. A. McClure. Smithsonian Institution, Washington, D. C. 1958.

"Utilization of Bamboos" por A. Purushotham, Forest Research Institute, Dehra Dun, India. Reproducido del *Journal of the Timber Dryers & Preservers Association of India*, Vol. IX, No. 2 (Abril de 1963).

Son fuentes de información acerca del bambú

Forestry Division
Joint Commission on Rural Reconstruction
37 Nan Hai Road
Taipei, Taiwan.

Forest Research Institute
P.O. New Forest
Dehra Dun, India.

Tropical Products Institute
56-62 Grays Inn Road
Londres, WC. 1
Inglaterra.

Estación Federal Experimental de Puerto Rico
Departamento de Agricultura de Estados Unidos
Mayagüez, Puerto Rico.

Colas

COLA DE CASEINA

La cola de caseína, fuerte y resistente al agua, produce juntas tanto o más firmes que la mayoría de las que se hacen en madera de especies de uso común. Esta cola se hace con leche descremada y agentes químicos corrientes. Las juntas pegadas con cola de caseína son resistentes al agua, pero no impermeables. Resistirán una mojadura accidental, pero, si se empapan y secan repetidas veces, acabarán abriéndose.

Herramientas y materiales

Mezcladora: cazo y paleta

Recipientes

Balanza o báscula

Leche descremada

Cal hidratada, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, conocida también con el nombre de cal apagada. Habrá de ser cal de buena calidad, con alto contenido de calcio y bajo contenido de magnesio.

Silicato de sodio, llamado también "vidrio soluble" y silicato sódico o de sosa. La solución preferida habrá de tener una densidad de, aproximadamente, 40 grados Baumé (peso específico 1.38), con una razón entre silicio y sodio de, aproximadamente, 3.25:1.

Cloruro de cobre, CuCl_2 , (puede sustituirse con sulfato de cobre, CuSO_4 , llamado también "vitriolo azul").

Tamiz de alambre de 20 mallas, con aberturas de 0.84 mm.

Tela para exprimir la humedad de los trozos de cuajada.

Cómo se hace la caseína

El polvo de caseína se hace con leche descremada, en los pasos siguientes:

1. Deje que la leche se agrie naturalmente, o bien añadiéndole lentamente ácido clorhídrico, o ácido sulfúrico, diluido, hasta que se formen grumos de cuajada. La leche se separará en cuajada y suero.
2. Escorra el suero, y luego lave la cuajada añadiéndole agua y dejándola escurrir.

3. Exprima la cuajada puesta en un pedazo de tela, para quitarle la mayor parte de la humedad.
4. Desmenuce la cuajada en partículas pequeñas, y extienda éstas para que sequen.
5. Muela la cuajada seca hasta convertirla en polvo, y tamice éste pasándolo por un cedazo de 20 mallas.

Proporciones para la cola

Fórmula 11 (no limitada por patente alguna) del Laboratorio de Productos Forestales de Estados Unidos de Norteamérica:

	Partes por peso
Caseína en polvo	100
Agua	150 a 250
Cal hidratada en polvo	20 a 30
Agua	100
Silicato de sodio (solución)	70
Cloruro de cobre (en polvo)	2 a 3
Agua	30 a 50

Si no se dispone de cal hidratada, puede también utilizarse cal viva (CaO) haciéndolo de los modos siguientes:

Una mezcla de 15 partes de CaO y 105 partes de agua puede sustituir la mezcla de 20 partes de cal apagada y agua.

Una mezcla de 23 partes de CaO y 105 partes de agua puede sustituir una mezcla de 30 partes de cal apagada y 100 partes de agua.

Cuando se añade la cal viva al agua se la ha de agitar por espacio de 15 minutos, para que se obtenga una lechada uniforme.

Mezcla de la cola de caseína

El cazo y la pala para mezclar la cola de caseína tienen que ser de madera, acero o algún otro material que no resulte corroído por el álcali contenido en la cola, y que se pueda limpiar fácilmente. Todos los ingredientes habrán de medirse por peso, y no por volumen, para que así las proporciones sean exactas. Es muy importante que no se emplee demasiada agua.

1. Ponga la caseína y el agua en el cazo mezclador y revuelva bien para que el agua quede esparcida en toda la caseína. Si la caseína que se use ha sido pasada por un tamiz de 20 mallas, déjela en remojo en el agua por espacio de 15 a 30 minutos antes de proceder al paso siguiente. El período de remojo puede acortarse si la caseína está más finamente molida.
2. Mezcle la cal apagada y el agua en un recipiente aparte.
3. En otro recipiente distinto disuelva el cloruro de cobre en agua y añada esta mezcla a la caseína empapada, bajo agitación.
4. Inmediatamente, vierta la mezcla de cal apagada y agua en la mezcla de caseína. Cuando la caseína y la cal estén ya mezcladas, se formarán, al comienzo, grandes grumos, pero éstos se desmoronan rápidamente y acaban desapareciendo. La solución queda algo más clara. Es muy importante que, en este punto, se revuelva cabalmente la mezcla.
5. Como un minuto después de haberse mezclado la cal con la caseína, la cola comienza a espesarse. En ese momento ha de añadirse el silicato de sodio.
6. La cola se aclarará momentáneamente, pero se debe seguir agitando la mezcla hasta que la cola no tenga grumos. Esto no tarda más de 20 minutos.

Si la cola queda ligeramente espesa, puede añadirse una pequeña cantidad de agua. Si es demasiado clara, repita todo el proceso, empleando una menor proporción de agua.

Uso de la cola de caseína

El tiempo de vida útil de la caseína es el lapso de tiempo en que permanece suficientemente fluida para que pueda trabajarse con ella. El silicato de sodio prolonga este período. A temperaturas entre 21°C y 24°C la cola producida siguiendo la fórmula aquí indicada será utilizable por espacio de más de 7 horas. A temperaturas más altas, la vida útil de la caseína será más corta.

La cola de caseína es suficientemente fluida para que pueda extenderse con un rodillo esparcidor, o manualmente con una brocha o una espátula. Las capas muy gruesas son un derroche, debido a que la cola sobrante se escurrirá de la junta. Las capas muy delgadas producen uniones débiles. Un mínimo sugerido es 30 kilogramos de cola líquida por cada 95 metros cuadrados de superficie de las juntas encoladas.

Para que se obtenga un buen contacto entre los miembros de madera de una junta, aplique presión mientras la cola está aún fluida. No es mucho el secamiento de la cola que se alcanza antes de 15 ó 20 minutos. En circunstancias normales, dará buenos resultados una presión de 105 a 140 kilogramos por metro cuadrado.

Si las juntas encoladas con caseína quedan expuestas durante largos períodos a condiciones que favorezcan la proliferación de mohos, acabarán por desprenderse. Las juntas serán permanentes sólo si el contenido de humedad de la madera no es superior al 18 a 20 por ciento durante períodos largos o repetidos.

La caseína seca puede guardarse durante largo tiempo en un lugar fresco y seco.

Fuentes:

Casein Glues: Their Manufacture, Preparation and application, Laboratorio de Productos Forestales, Servicio Forestal. Departamento de Agricultura de Estados Unidos, Madison, Wisconsin. Dr. Louis Navias, voluntario de VITA, Schenectady, Nueva York.

PREPARACION DE COLA LIQUIDA DE PESCADO

Con las cabezas, la piel y los desperdicios de espinas de bacalao, robalo, caballa, merluza y abadejo puede hacerse una cola líquida para uso en frío. Un gran ventaja de la cola de pescado es que se mantiene líquida y, por consiguiente, tiene una vida útil casi perenne. Una de las ventajas de su uso en las juntas de madera es que se endurece poco a poco y, por lo tanto, penetra más que las otras colas antes de que se seque.

Puesto que las colas líquidas de pescado no son muy resistentes al agua, deberán utilizarse cola de caseína o de alguna otra clase cuando se necesite dicha resistencia. Las colas espesas de pescado producen uniones más fuertes que las hechas con soluciones claras.

Herramientas y materiales

Cabezas, pieles y desechos de espinas de pescado.
Una artesa grande para lavar las partes de pescado.
Un baño de vapor o hervidor de doble recipiente.
Una pala para agitación.
Un filtro, tal como una gasa.

Cómo se hace la cola

1. Lave a fondo el material de pescado para quitarle todo resto de sangre, suciedad y sal. Si se utiliza pescado salado, lávelo en agua corriente por espacio de 12 horas.
2. Una vez se ha lavado el material y se le ha escurrido, póngalo en un recipiente grande, cúbralo con agua y cuézalo lentamente y a baja temperatura, aproximadamente 60°C. Cocerlo en una marmita destapada ayuda a que se eliminen los malos olores de la cola. Deberá instalarse un baño de vapor o un hervidor de doble recipiente para que la marmita esté rodeada de vapor de agua. Agítase el contenido de vez en cuando. La duración de la cocción varía según sea la especie de material de pescado que se utilice.
3. Deje que la mezcla cocida se pose, luego espúmela y deseche la grasa.

4. Vierta en un filtro el contenido restante de la marmita.
5. Concentre el líquido filtrado, calentándolo lentamente hasta que sea tan espeso como se desee. Esta es la cola; se puede guardar en recipientes adecuados.
6. El material de pescado que haya quedado en el filtro puede ponerse de nuevo a cocer para extraer más cola, repitiendo luego las operaciones de filtración y concentración.

Fuentes:

- Encyclopedia of Chemical Technology**, págs. 211-212.
- Glue and Gelatine**, por Paul I. Smith, Chemical Publishing Co., Inc., 1943, págs. 54-56.
- Modern Wood Adhesives**, por Thomas D. Perry, Pitman Publishing Co., 1944, págs. 91-92.

Apéndice

En este apéndice se dan procedimientos sencillos para la conversión de unidades de medición británicas y del sistema métrico. Después de ello contiene una serie de útiles tablas de conversión de unidades de superficie, volumen, peso, presión y energía.

CONVERSION DE MEDIDAS DE LONGITUD

La escala de la Figura 3 es útil para hacer rápidamente conversiones de metros y centímetros a pies y pulgadas, y viceversa. Para resultados más exactos y respecto a distancias mayores de 3 metros, utilídense las tablas de la Figura 2 o las equivalencias.

La escala de la Figura 3 tiene divisiones del sistema métrico, de un centímetro hasta tres metros, y unidades británicas, en pulgadas y pies, hasta diez pies. Su exactitud queda dentro de una diferencia de un centímetro en más o en menos.

Ejemplo:

Un ejemplo explicará cómo servirse de las tablas. Supongamos que queremos encontrar cuántas pulgadas equivalen a 66 cm. En la tabla "Centímetros a pulgadas" recorreremos la columna de la izquierda hasta encontrar 60 cm y, luego, horizontalmente a la derecha hasta llegar a la columna encabezada con 6 cm. Esto nos da el resultado: 25.984 pulgadas.

FIGURA 1

Equivalencias:

1 pulgada	=	2.54 cm
1 pie	=	30.48 cm
	=	0.3048 m
1 yarda	=	91.44 cm
	=	0.9144 m
1 milla	=	1.607 km
	=	5280 pies
1 cm	=	0.3937 pulgadas
1 m	=	39.37 pulgadas
	=	3.28 pies
1 km	=	0.62137 millas
	=	1000 metros

PULGADAS A CENTIMETROS
(1 pulgada = 2.539977 cm)

FIGURA 2

pulgadas	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	cm.	2.54	5.08	7.62	10.16	12.70	15.24	17.78	20.32	22.86
10		25.40	27.94	30.48	33.02	35.56	38.10	40.64	43.18	45.72
20		50.80	53.34	55.88	58.42	60.96	63.50	66.04	68.58	71.12
30		76.20	78.74	81.28	83.82	86.36	88.90	91.44	93.98	96.52
40		101.60	104.14	106.68	109.22	111.76	114.30	116.84	119.38	121.92
50		127.00	129.54	132.08	134.62	137.16	139.70	142.24	144.78	147.32
60		152.40	154.94	157.48	160.02	162.56	165.10	167.64	170.18	172.72
70		177.80	180.34	182.88	185.42	187.96	190.50	193.04	195.58	198.12
80		203.20	205.74	208.28	210.82	213.36	215.90	218.44	220.98	223.52
90		228.60	231.14	233.68	236.22	238.76	241.30	243.84	246.38	248.92

CENTIMETROS A PULGADAS
(1 cm = 0.3937 pulg.)

cm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	inches	0.394	0.787	1.181	1.575	1.969	2.363	2.756	3.150	3.543
10		3.937	4.331	4.724	5.118	5.512	5.906	6.299	6.693	7.087
20		7.874	8.268	8.661	9.055	9.449	9.843	10.236	10.630	11.024
30		11.811	12.205	12.598	12.992	13.386	13.780	14.173	14.567	14.961
40		15.748	16.142	16.535	16.929	17.323	17.717	18.110	18.504	18.898
50		19.685	20.079	20.472	20.866	21.260	21.654	22.047	22.441	22.835
60		23.622	24.016	24.409	24.803	25.197	25.591	25.984	26.378	26.772
70		27.559	27.953	28.346	28.740	29.134	29.528	29.921	30.315	30.709
80		31.496	31.890	32.283	32.677	33.071	33.465	33.858	34.252	34.646
90		35.433	35.827	36.220	36.614	37.008	37.402	37.795	38.189	38.583

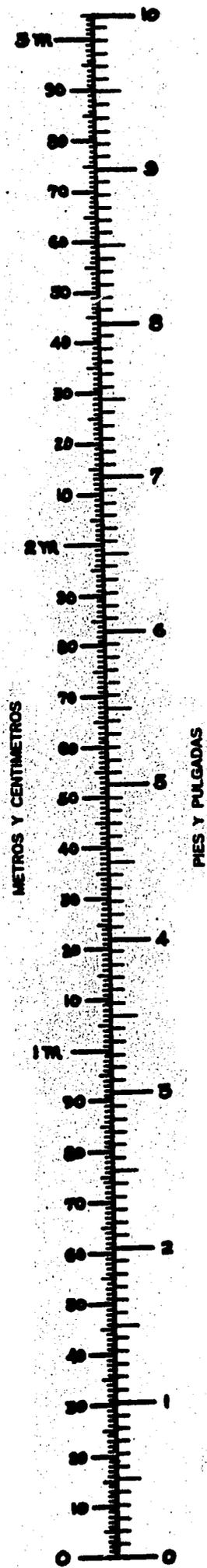


FIGURA 3

CONVERSION DE MEDIDAS DE PESO

CONVERSION DE MEDIDAS DE PESO

La escala de la Figura 5 convierte libras y onzas a kilogramos y gramos, o viceversa. Respecto a pesos superiores a diez libras, o para resultados más exactos, úsense las tablas (Figura 4) o las equivalencias para conversión. Para un ejemplo de cómo han de utilizarse las tablas, véase "Conversión de medidas de longitud" Figura 2.

Nótese que en la escala hay, en cada libra, dieciséis divisiones que representan las onzas. En cambio, hay cien divisiones solamente en el primer kilogramo, y cada una de dichas divisiones representa diez gramos. La escala de una exactitud con una aproximación de veinte gramos en más o en menos.

Equivalencias:

- 1 onza = 28.35 gramos
- 1 libra = 0.4536 kilogramos
- 1 gramo = 0.03527 onzas
- 1 Kilogramo = 2.205 libras

FIGURA 5

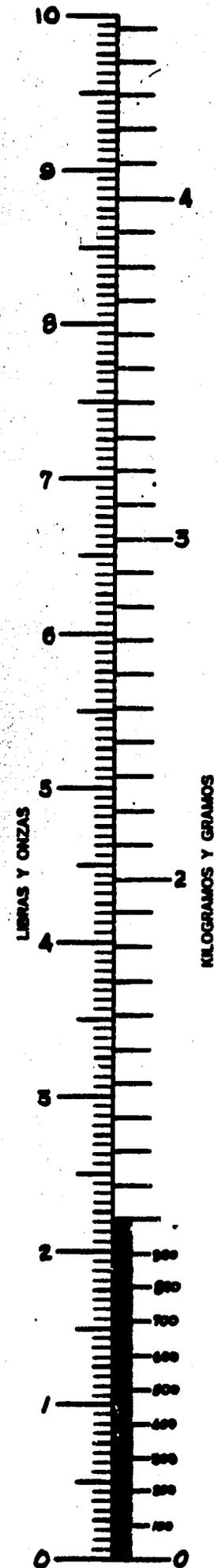


FIGURA 4

KILOGRAMOS A LIBRAS
(1 kg = 2.20462 libras)

kg	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	lb.	2.30	4.41	6.61	8.82	11.02	13.23	15.43	17.64	19.84
10	23.05	24.25	26.46	28.66	30.86	33.07	35.27	37.48	39.68	41.89
20	44.09	46.30	48.50	50.71	52.91	55.12	57.32	59.53	61.73	63.93
30	66.14	68.34	70.55	72.75	74.96	77.16	79.37	81.57	83.78	85.98
40	88.19	90.39	92.59	94.80	97.00	99.21	101.41	103.62	105.82	108.03
50	110.23	112.44	114.64	116.85	119.05	121.25	123.46	125.66	127.87	130.07
60	132.28	134.48	136.69	138.89	141.10	143.30	145.51	147.71	149.91	152.12
70	164.32	166.53	168.73	170.94	173.14	175.35	177.55	179.76	181.96	184.17
80	196.37	198.58	200.78	202.98	205.19	207.39	209.60	211.80	214.01	216.21
90	198.42	200.62	202.83	205.03	207.24	209.44	211.64	213.85	216.05	218.26

LIBRAS A KILOGRAMOS
(1 lb = 0.45359 kg)

lb	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	kg.	0.454	0.907	1.361	1.814	2.268	2.722	3.175	3.629	4.083
10	4.539	4.990	5.442	5.897	6.350	6.804	7.257	7.711	8.165	8.618
20	9.072	9.525	9.979	10.432	10.886	11.340	11.793	12.247	12.701	13.154
30	13.608	14.061	14.515	14.969	15.422	15.876	16.329	16.783	17.237	17.690
40	18.144	18.597	19.051	19.504	19.958	20.412	20.865	21.319	21.772	22.226
50	22.680	23.133	23.587	24.040	24.494	24.948	25.401	25.855	26.308	26.762
60	27.216	27.669	28.123	28.576	29.030	29.484	29.937	30.391	30.844	31.298
70	31.751	32.205	32.658	33.112	33.566	34.019	34.473	34.927	35.380	35.834
80	36.287	36.741	37.194	37.648	38.102	38.556	39.009	39.463	39.916	40.370
90	40.823	41.277	41.730	42.184	42.638	43.091	43.545	43.998	44.452	44.906

CONVERSION DE TEMPERATURAS

La escala de la Figura 1 es útil para la rápida conversión de grados Celsius (centígrados) a grados Fahrenheit, y viceversa. Aunque la escala es rápida y manejable, para que se obtengan respuestas exactas a la décima de grado más aproximada, han de usarse las equivalencias.

Equivalencias:

$$\text{Grados Centígrados} = \frac{5}{9} \times (\text{grados Fahrenheit} - 32)$$

$$\text{Grados Fahrenheit} = 1.8 \times (\text{Grados Centígrados}) + 32$$

Ejemplo:

Este ejemplo puede ayudar a esclarecer el uso de las equivalencias: ¿Cuántos grados Centígrados equivalen a 72°F?

$$72^\circ\text{F} = \frac{5}{9} (\text{grados F} - 32)$$

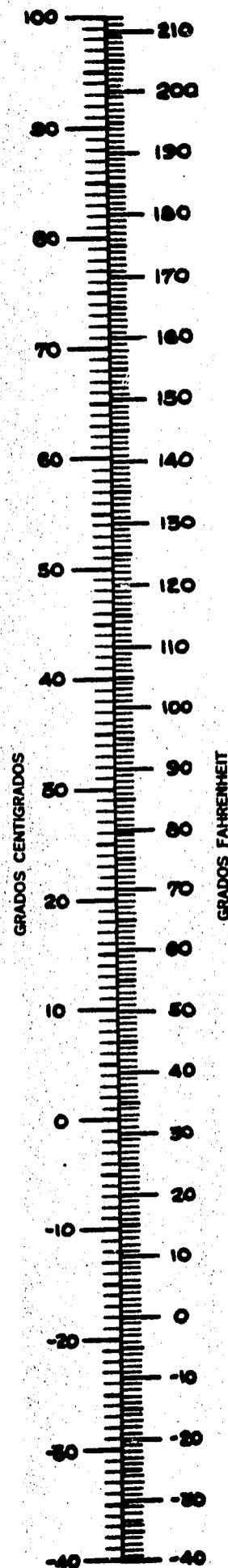
$$72^\circ\text{F} = \frac{5}{9} (72 - 32)$$

$$72^\circ\text{F} = \frac{5}{9} (40)$$

$$72^\circ\text{F} = 22.2^\circ\text{C}$$

Nótese que la escala indica 22°C, o sea un error de aproximadamente 0.2°C.

FIGURA 1



TABLAS DE CONVERSION

Unidades de superficie

1 Milla cuadrada	= 640 acres	= 2.5899 kilómetros cuadrados
1 Kilómetro cuadrado	= 1,000,000 Metros cuadrados	= 0.3861 millas cuadradas
1 Acre	= 43,560 Pies cuadrados	
1 Pie cuadrado	= 144 Pulgadas cuadradas	= 0.0929 Metros cuadrados
1 Pulgada cuadrada	= 6.452 Centímetros cuadrados	
1 Metro cuadrado	= 10.764 Pies cuadrados	
1 Centímetro cuadrado	= 0.155 Pulgadas cuadradas	

Unidades de Volumen

1.0 Pie cúbico	= 1728 pulgadas cúbicas	= 7.48 galones E.U.A.
1.0 Galón británico	= 1.2 Galones E.U.A.	
1.0 Metro cúbico	= 35.314 Pies cúbicos	= 264.2 Galones E.U.A.
1.0 Litro	= 1000 Centímetros cúbicos	= 0.2642 Galones E.U.A.

Unidades de Peso

1.0 Tonelada métrica	= 1000 Kilogramos	= 2204.6 Libras
1.0 Kilogramo	= 1000 Gramos	= 2.2046 Libras
1.0 Tonelada corta	= 2000 Libras	

Unidades de presión

1.0 libra por pulgada cuadrada	= 144 libras por pie cuadrado
1.0 libra por pulgada cuadrada	= 27.7 pulgadas de agua*
1.0 libra por pulgada cuadrada	= 2.31 pies de agua*
1.0 libra por pulgada cuadrada	= 2.042 pulgadas de mercurio*
1.0 atmósfera	= 14.7 libras por pulgada cuadrada
1.0 atmósfera	= 33.95 pies de agua
1.0 pie de agua = 0.433 lbs/pulg ²	= 62.355 libras por pie cuadrado
1.0 kilogramo por centímetro cuadrado	= 14.223 libras por pulgada cuadrada
1.0 libra por pulgada cuadrada	= 0.0703 kilogramos por centímetro cuadrado

* a 62 grados Fahrenheit (16.6 grados centígrados)

Unidades de energía

1.0 caballo vapor (británico)	= 746 vatios = 0.746 kilovatios (kw)
1.0 caballo vapor (británico)	= 500 libras-pie por segundo
1.0 caballo vapor (británico)	= 33,000 libras-pie por minuto
1.0 kilovatio (kw) = 1000 vatios	= 1.34 caballo vapor (HP) británico
1.0 caballo vapor (británico)	= 1.0139 caballo vapor métrico
1.0 caballo vapor métrico	= 75 metros/kilogramo/segundo
1.0 caballo vapor métrico	= 0.736 kilovatios = 736 vatios