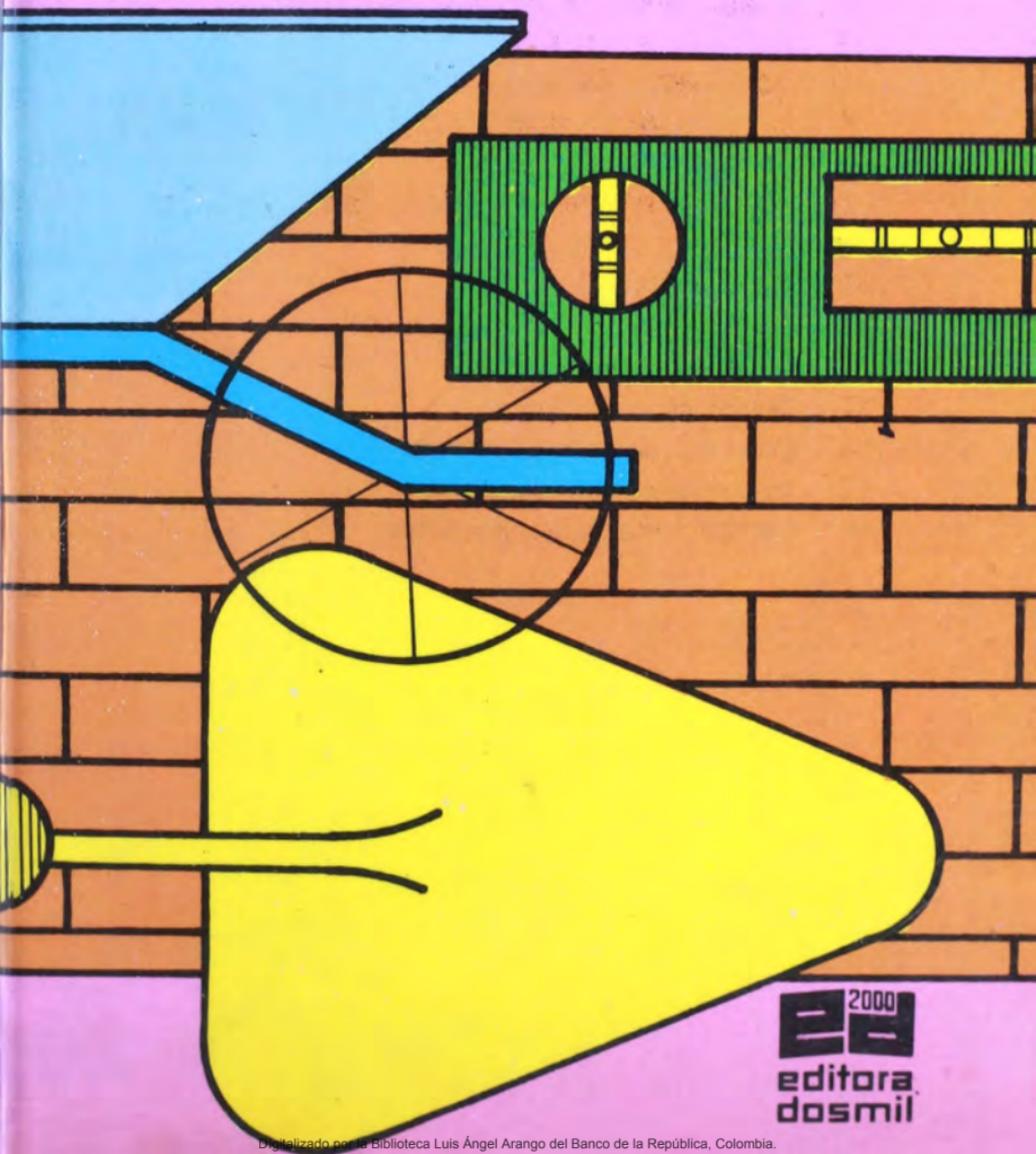


# Aprendamos construcción

Ramón Bernardo Bulla P.



2000  
**ed**  
editora  
dosmil



**NUEVA BIBLIOTECA POPULAR DE  
EDITORIA DOSMIL**

**TITULOS EN CIRCULACION**

1. No nos volvámos locos (Higiene mental)
2. Juguemos ajedrez
3. Nosotros somos así (Biología humana)
4. Relaciones humanas
5. Comamos y bebamos bien
6. Orientación familiar
7. Aprendamos ortografía
8. Nuestros equinos (Caballos, asnos y mulas)
9. Me llamo Simón Bolívar
10. Artesanías
11. Somos comunidad organizada
12. Mujeres ilustres
13. Decoración de la casa
14. Contabilidad agropecuaria
15. Aprendamos mecánica
16. Instalaciones agropecuarias

624  
085a  
E/1

302

# **Aprendamos construcción**

**(Albañilería)**

Ramón Bernardo Bulla Pinto

Primera edición

ACCION CULTURAL POPULAR

Colección Arte

Nº 17

npx

Mar 4/53

BIAA

Carátula: Jaime Ramírez Palmar

Ilustraciones: Ramón Bernardo Bulla Pinto

© RAMON BERNARDO BULLA PINTO, 1979

---

SE HIZO EL DEPOSITO LEGAL DERECHOS RESERVADOS.

---

IMPRESO EN COLOMBIA

PRINTED IN COLOMBIA

---

Se terminó de imprimir este libro en los talleres de Editorial

---

Andes, en el mes de febrero de 1979

ISBN: 84-8275-035-6

---

  
editora  
dosmil

A 138 3097

Carrera 39 A N° 15-11, Tel. 2 69 48 00 - Bogotá - Colombia.

# Contenido

	Págs.
Introducción .....	5
<b>CAPITULO I</b>	
<b>ELEMENTOS DE TRABAJO</b> .....	
Las herramientas del albañil .....	7
Maderas para construcción .....	11
Elementos varios .....	15
Andamios .....	16
Organización .....	21
<b>CAPITULO II</b>	
<b>LA MEZCLA DE CEMENTO</b> .....	
Componentes y características .....	24
Preparación de la mezcla .....	28
Puesta en obra del concreto .....	32
Morteros y hormigones especiales .....	39
<b>CAPITULO III</b>	
<b>LAS CIMENTACIONES</b> .....	
Características del terreno .....	42
Cimentaciones sencillas .....	43
Procedimiento para construir cimientos .....	46
<b>CAPITULO IV</b>	
<b>PAREDES Y MUROS TRADICIONALES</b> .....	
Características de una pared .....	53
Mampostería en piedra natural .....	54

	Págs.
Muros de ladrillo .....	56
Aparejos y fachadas .....	64
Esquinas y enlaces de paredes .....	66
Aberturas para puertas y ventanas .....	67
Muros para cercar .....	69
Impermeabilización de muros .....	71
Acabados de paredes .....	72

## CAPITULO V

PISOS, ESCALERAS Y CHIMENEAS .....	77
Características generales de los pisos .....	77
Pisos exteriores .....	78
Pisos interiores .....	80
Entramado de madera .....	82
Losas de concreto armado .....	83
Escaleras .....	85
Chimeneas .....	89

## CAPITULO VI

TECHOS Y CIELOS RASOS .....	91
Cubiertas sencillas .....	91
Cielos rasos .....	94

## CAPITULO VII

INSTALACIONES SANITARIAS .....	97
Instalaciones para agua potable .....	97
Evacuación de aguas negras .....	104
Conducción de aguas lluvias .....	110

## CAPITULO VIII

INSTALACIONES ELECTRICAS .....	111
Generalidades .....	111
La red eléctrica .....	115
Instalación doméstica .....	116

## CAPITULO IX

OTRAS INSTALACIONES Y NOCIONES SOBRE PLANOS .....	121
Carpintería .....	121
Vidrios .....	122
Planos .....	122

"Si el Señor no construyere la casa, en vano trabajarán los que la construyen".

Salmo 126

## INTRODUCCION

*Aprender el arte de la construcción es en extremo sencillo, a la vez que útil e interesante. Con algunos conocimientos elementales, podremos hacer nosotros mismos muchos trabajos prácticos en nuestros hogares, y con un poco de ayuda y algo de práctica, estaremos también capacitados para construir nuestra propia vivienda.*

*En este libro encontraremos una información breve y concisa, sobre algunos aspectos generalés de la importante tarea de edificar para vivir, aunque se escapan innumerables detalles debido al propósito y dimensiones de la obra, la cual no pretende ser un tratado de la construcción sino exclusivamente poner al alcance de la mano, algunos conocimientos generales, fáciles y comunes que, aunque no nos conviertan en especialistas, sí nos puedan prestar alguna utilidad.*

*La rapidez con que aprendamos a ejecutar los oficios de la albañilería, depende del empeño que pongamos de nuestra parte, y, si de veras estamos interesados en descubrir sus secretos, podremos dominarlos en poco tiempo. Así, estaremos mejor preparados para servir a la comunidad, pues no debemos perder de vista nuestro sentido social y de servicio a los demás. Podremos colaborar eficazmente en la solución de ciertos problemas que nos afectan a todos, bien sea construyendo o reparando acueductos rurales, salones comunales, vías, parques, teatros municipales, o lo que es más importante, ayudando a nuestros vecinos a levantar sus propias casas de habitación.*

*Así creamos valores que van a integrar una buena parte de nuestro desarrollo nacional, y cuanto más duraderas y mejores sean las obras que levantemos con trabajo concienzudo e inteligente, tanto más contribuiremos al progreso de nuestro país. Animo pues y mucho entusiasmo y ya veremos cuántas satisfacciones nos reportará haber aprendido el sencillo arte de construir.*

**El autor**

# CAPITULO I

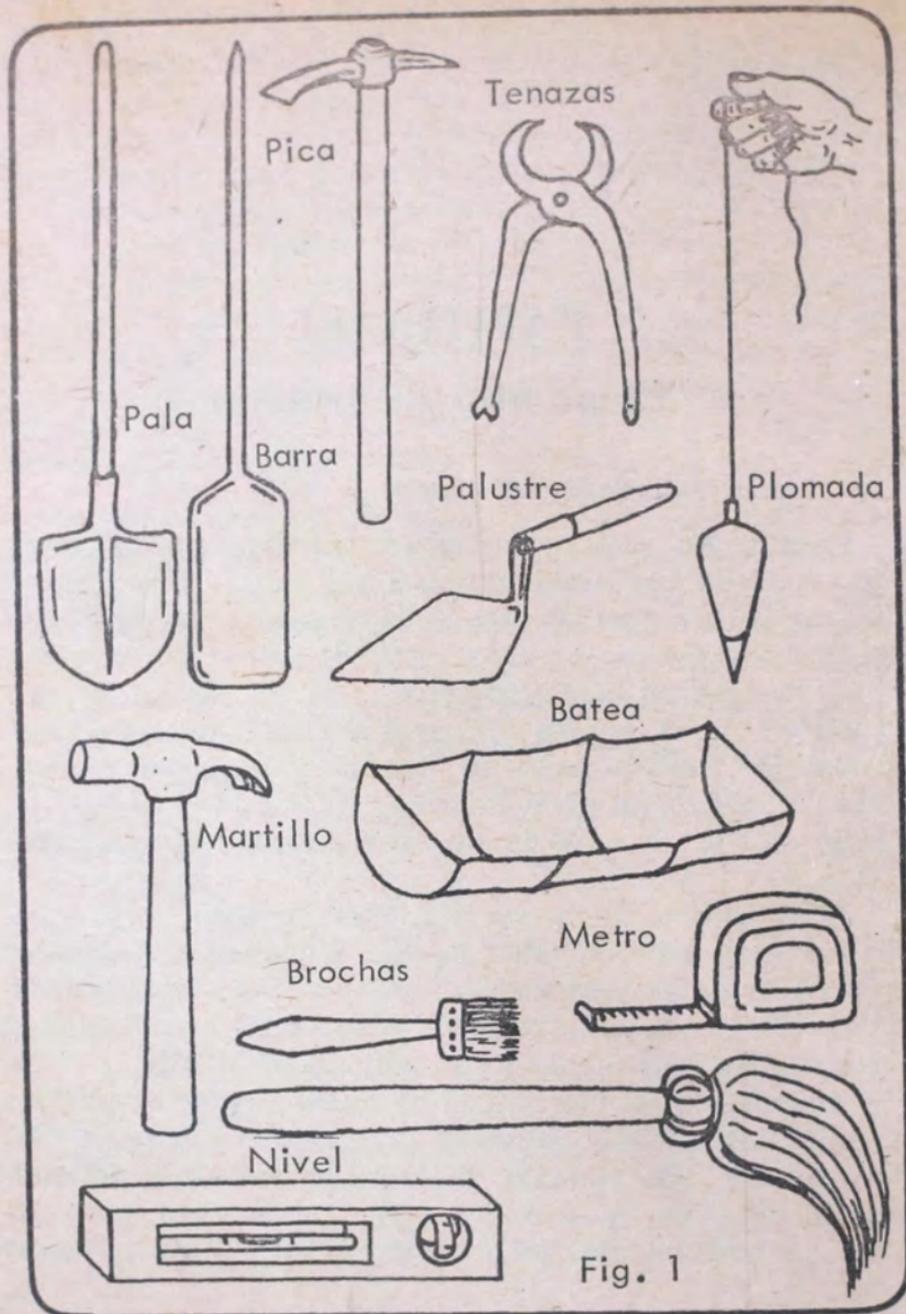
## Elementos de trabajo

### 1. Las herramientas del albañil

Para poder realizar cualquier trabajo de albañilería, por pequeño que sea, tendremos que valernos de algunas herramientas sencillas casi todas conocidas por ser de uso muy frecuente. Entre ellas tenemos: pala, pica, martillo, maceta, tenazas, barra, palustre, carretilla, batea, baldes y platonés, y no faltará una escalera de mano. Debemos conseguir también para nuestros trabajos un metro metálico de bolsillo, un nivel de aire, plomada, cuerda de piola, lazo y, si la obra ha de ser muy grande, un decámetro (Fig. 1).

En lo posible procuraremos tener nuestras propias herramientas, especialmente las que tengamos que emplear más a menudo, pues acostumbrándonos a sus características particulares lograremos manejarlas con habilidad trabajando más rápido y con mejores resultados.

Además de las herramientas anteriores, existen otros equipos igualmente prácticos y fáciles de conseguir. Encontramos, por ejemplo, la piqueta que sirve de ordinario para partir ladrillos (Fig. 2); brochas para lavar la herramienta, para mojar y para pintar; lápices



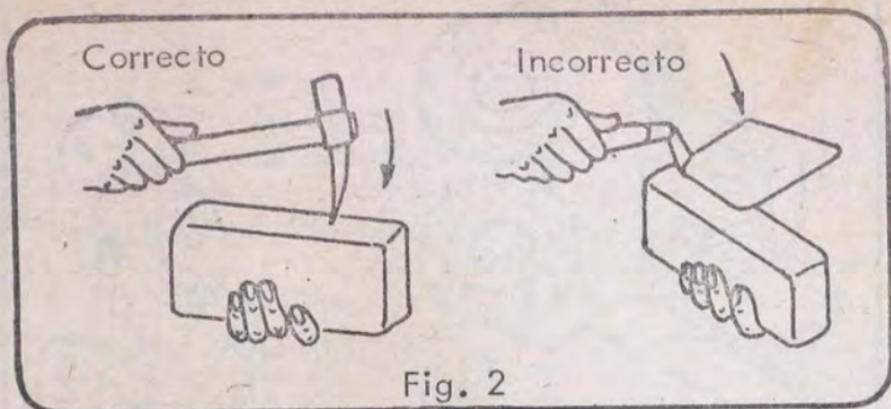


Fig. 2

para marcar, rojo, negro y azul; cinceles y punteros para romper y tallar, y llanas metálicas y de madera para pañetar.

La buena conservación de las herramientas es indispensable para realizar buenos trabajos. Por ello deberemos emplearlas sólo para su finalidad particular. Por ejemplo, no se debe partir los ladrillos con el palustre ni remplazar la maceta por el martillo (Fig. 2). Los mangos no deben rajarse y deben acoplarse sólidamente. En las herramientas cortantes hay que renovar el filo y, en general, lavar y limpiar todos los equipos después de usados, secándolos bien para evitar que se oxiden.

Las brochas, la plomada, el nivel y las cuerdas también han de conservarse limpios y conviene guardarlos siempre juntos. La constante y perfecta conservación de los equipos queda recompensada por los mejores resultados en la ejecución de las obras.

**Máquinas y herramientas excavadoras.** La elección de las herramientas y máquinas para el movimiento de tierras depende de la naturaleza y de las dimensiones de

Fig. 3

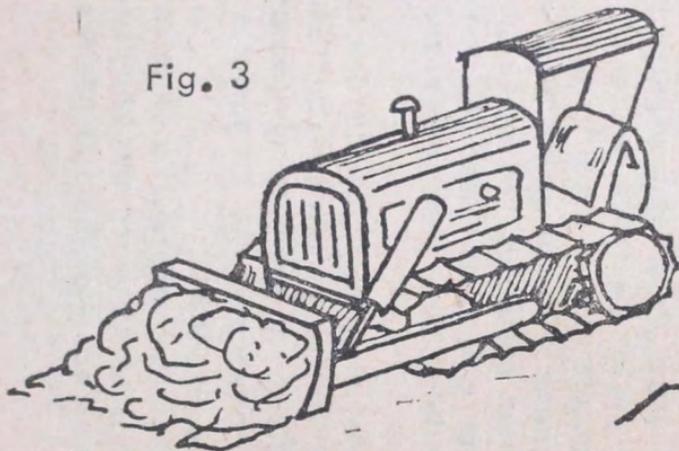


Fig. 4

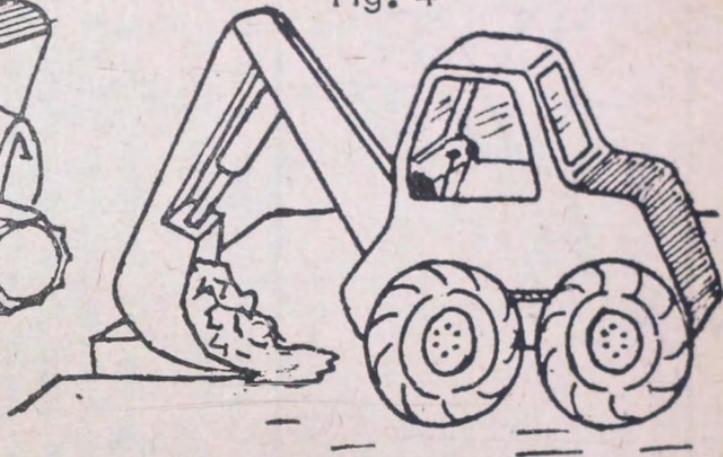


Fig. 5



Fig. 6



la obra. Por lo general se emplean azadones, picas, palas, barretones y garlanchas cuyos mangos deben encontrarse en perfectas condiciones sin astillas ni rajaduras. Es útil tener mangos disponibles a la mano para remplazar los que se vayan deteriorando. Para transportar la tierra excavada se usa la carretilla. 12 carretilladas de material equivalen aproximadamente a un metro cúbico y, para facilitar su manejo es conveniente lubricar con frecuencia el eje de la rueda. En las grandes obras se utilizan bulldózers, retroexcavadores, cargadores y volquetas. A veces en las obras pequeñas también se emplea el bulldózer para limpiar el lote y volquetas para transportar la tierra (Figs. 3, 4 5 y 6).

**Herramientas propias para demoler.** La maceta y el puntero son las herramientas indicadas para la demolición de elementos aislados y de obras reducidas (Fig. 7). Se encuentran punteros entre 10 y 60 cm. de longitud, pero el corriente mide de 25 a 30 cm. Con el uso prolongado se florea la cabeza del puntero produciéndose rebabas o resaltos por el aplastamiento, los cuales deben eliminarse para evitar que se lastime la mano.

Las macetas usuales pesan entre 2½ y 3 libras. Si el peso es mayor, se fatiga pronto la muñeca. La pica y la piqueta, así como la barra y la almádena, son también de gran utilidad en las demoliciones. En obras de gran tamaño se emplean herramientas mecánicas como el taladro de aire a presión para romper suelos duros, grandes rocas o bloques de cemento (Fig. 8).

## 2. Maderas para construcción

En albañilería se necesita la madera especialmente para andamios, formaletas o encofrados, escaleras de mano,

Fig. 7



Fig. 8



pasaderas para obreros y carretillas, mangos para herramientas y como elemento de construcción en pisos, vigas, tabiques, tacos empotrados para puertas y ventanas y en muchos otros servicios.

La clase de madera va según las necesidades. Como ejemplos tenemos los siguientes:

a) Abeto rojo y blanco: es una madera liviana, blanda, de fibra larga y fácil de labrar. Es muy resistente a la flexión y en seco dura mucho. Se usa en andamios, tabloneros, tablas, vigas y ebanistería.

b) Pino: sus propiedades son parecidas a las del abeto pero es más resistente a los cambios de humedad. Se usa lo mismo que el abeto y además para pilotes, umbrales, puertas exteriores, ventanas, entarimados y escaleras.

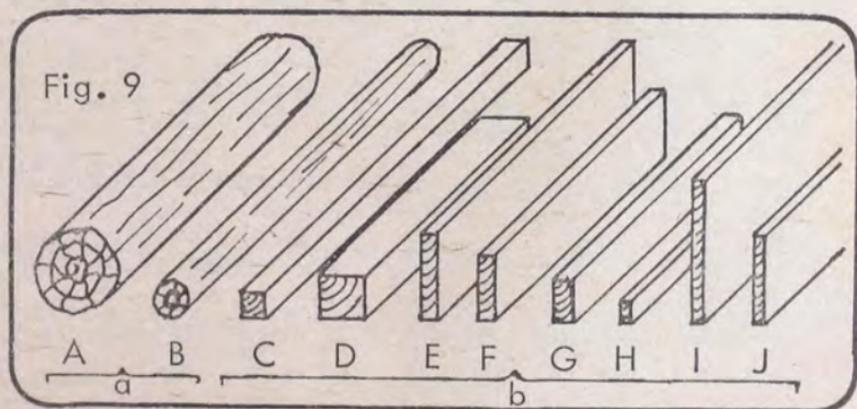
c) Encina o roble: es muy pesada y dura, resistente, tenaz y no se pudre fácilmente. Es muy resistente al agua, la intemperie y los cambios de humedad. Se usa en construcciones hidráulicas, umbrales, puertas exteriores, sótanos, escaleras y entarimados.

d) Eucalipto: muchas de sus propiedades son parecidas a las del roble. Es una madera dura y pesada y de larga duración. Se emplea en postes y varas, tablados para pisos, vigas y armaduras.

e) Haya: es pesada, dura y resistente a los choques, presiones y desgaste, pero se pudre y se carcome fácilmente. Se usa en peldaños de escaleras, cajas para herramienta, cañas y tableros de revestimiento.

f) Guadua: es una especie de bambú propia de América, muy resistente, flexible, extraordinariamente liviana y versátil. Se adapta a infinidad de tareas y en nuestro país se ha convertido en recurso imprescindible para muchas actividades de la construcción. Se vende por bultos de 3.50 a 4 metros de longitud y de 30 a 50 centímetros de anchura, en los cuales vienen las guaduas amarradas.

**Surtido de maderas.** Las formas maderables más comunes en el campo de la construcción son las siguientes (Fig. 9):



a) **Rollizos:** son piezas redondas de distintos grosores y longitudes y provienen directamente de los troncos y ramas de los árboles, recomendándose especialmente el

eucalipto. Se clasifican en varas y troncos según su diámetro o grosor, de la siguiente manera:

1) Varas (B en la figura): son rollizos, delgados y medianos y pueden ser:

varas finas, con diámetro menor de 7 cm, que se emplean como estaquillas y palos para cercados;

varas de clavo, de 6 a 9 cm de diámetro; y

varas de corredor, entre 10 y 14 cm de diámetro; se usan como las de clavo, para almas de andamios, riostras y pilotes.

2) Troncos (A en la figura): son de diámetro superior a los 14 cm y se emplean en apuntalamientos, postes y pilotes. Según su diámetro, pueden ser:

Limatón, de 15 a 19 cm; y

postes, de más de 20 cm de diámetro.

b) Madera aserrada: son formas largas y aplanadas extraídas de varas y troncos y se clasifican en:

1) Madera escuadrada: son palos largos y de base o sección cuadrada. Según las medidas de la sección, pueden ser:

Durmientes: su longitud está entre 3 y 5 m y su base va de 4 x 4 a 5 x 5 cm, (C).

Cercos: longitud, 3 a 5 m. Sección entre 8 x 8 y 10 x 10 cm (D).

2) Tablones y tablas: dentro de esta categoría tenemos los siguientes:

Planchones: longitud de 3 a 6 m. Anchura entre 18 y 20 cm, espesor, de 4 a 5 cm (E).

Quince: similar al anterior, pero con anchura que varía entre 13 y 15 cm (F).

Repisas: su longitud está entre 3 y 5 m. Anchura, de 3 a 10 cm; espesor de 4 a 5 cm (G).

Listón de teja: su base equivale a la mitad de la de un durmiente. Así, tiene de 3 a 5 m de largo, de 4 a 5 cm de ancho y entre 2 y 2.5 cm de espesor (H).

Tabla burra: espesor de 2.5 a 3 cm, anchura, varía de 20 a 30 cm, longitud, 3 m (I).

Tabla chapa: es más delgada que la tabla burra y su anchura va de 18 a 20 cm (J).

Para servicios a la intemperie se aconseja aceituno, macano, abarco y chanul. En cielos rasos, virola, sajo, otobó y pavito. Para formaleñas ordinarias se usa madera ordinaria, por lo general cedro macho.

### 3. Elementos varios

Hay toda una serie de accesorios que tienen muchas aplicaciones y entre ellos se destacan los siguientes:

a) Puntillas: se encuentran de distintos tamaños y grosores. Para nuestros propósitos podemos conseguir desde una pulgada (1"), con o sin cabeza, hasta de cinco pulgadas (5"). Se venden por libras y vienen aproximadamente 1.080 puntillas de 1", sin cabeza, por cada paquete de una libra. De las demás vienen aproximadamente así:

De 1" (con cabeza), entre 1.065 y 1.070 puntillas por libra.

1½"	—	342
2"	—	150
2½"	—	100
3"	—	54
3½"	—	38
4"	—	22
5"	—	16

Las puntillas sin cabeza se utilizan para fijar los listones en pisos y cielos rasos y en general en aquellos trabajos en donde la cabeza de las puntillas ofrezca una mala presentación o un acabado antiestético. La puntilla con cabeza se utiliza en el resto de los trabajos.

b) Grapas: tienen  $1\frac{1}{4}$ " y vienen 62 en cajas de una libra. Se utilizan para fijar alambres. También se encuentran de  $\frac{1}{2}$ " y de  $\frac{3}{4}$ ".

c) Polietileno: es el mismo plástico y viene en rollos de  $150\text{ m}^2$  y en distintos grosores o calibres. Para impermeabilizar se emplea el calibre N<sup>o</sup> 6 que se puede obtener en anchuras de 1.50 o 2 m.

d) Alambre común: viene en calibres del N<sup>o</sup> 8 al N<sup>o</sup> 24 galvanizado y acerado. Para alambre dulce solamente del N<sup>o</sup> 16 al N<sup>o</sup> 24. El N<sup>o</sup> 18 en alambre negro es mucho más dúctil.

e) Alambre de púa: se consigue en distintos calibres en rollos de 10 a 20 kg. El N<sup>o</sup> 14 es equivalente a tres hilos.

f) Lámina: se fabrica en hojas de acero de  $2 \times 1$  m en varios calibres. Bastante usados son los calibres 12, 18 y 20.

g) Malla con vena: especial para aplicar pañete particularmente en cielos rasos.

h) Malla sin vena: se usa para forrar chazos de puertas y ventanas.

#### 4. Andamios

Son armazones metálicos o de madera que facilitan el trabajo de levantar muros, pañetar, pintar y en general la ejecución de obras a cierta altura sobre el suelo. La armazón del andamio debe ser segura y no con-

viene usar maderas frágiles ni amarraduras defectuosas. En cada caso deberemos emplear el andamio adecuado, pues uno inapropiado no solamente ofrece incomodidad sino que puede acarrear accidentes.

**Andamios de burros o asillas.** Son fácilmente transportables y se montan en el interior de la construcción apoyados sobre tablones directamente en el piso. Los burros o caballetes se construyen para diferentes alturas y están formados por una cabecera de madera bastante gruesa que descansa sobre soportes arriostrados (pieza puesta oblicuamente para asegurar la invariabilidad de la forma de un armazón) (Fig. 10).

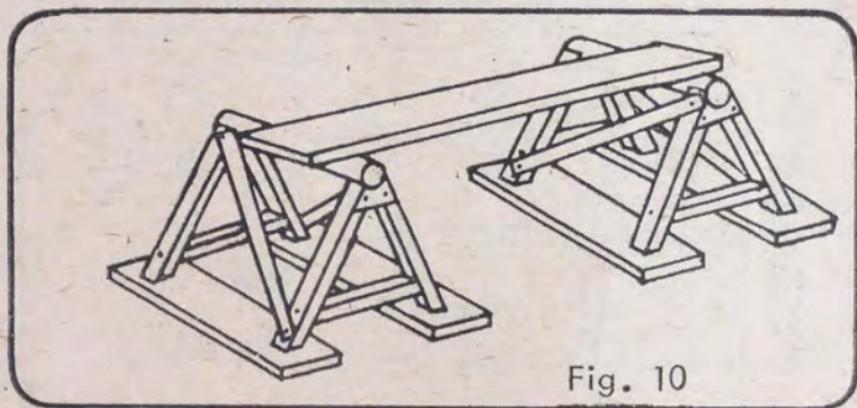


Fig. 10

Sobre los burros se colocan tablones cuidando de que sus extremos coincidan con las cabeceras de los burros. Estos extremos nunca deben quedar sobre vacío. Lo mismo debe hacerse con los extremos traslapados de los empalmes, aunque en lo posible estos deben quedar al mismo nivel para evitar tropezones (Figs. 11 y 12).

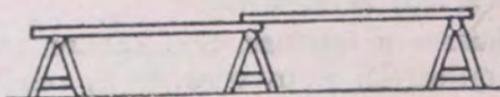
Si la altura de la obra es mayor de 4 m, se puede armar otro andamio de burros encima del primero (Fig.

Mal

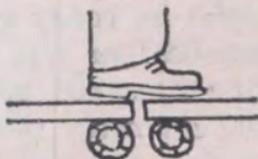


Fig. 11

Bien



Mal



Bien

Fig. 12

Fig. 13

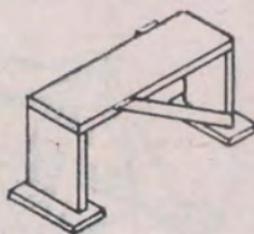
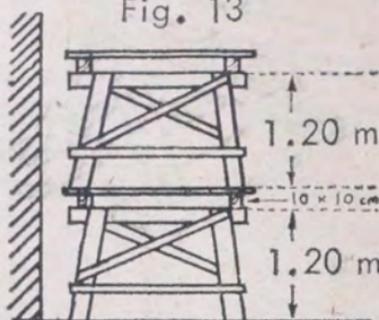


Fig. 14

13). Para alturas mucho menores podemos armar un andamio sencillo de la siguiente manera:

Tomamos una tabla burra de dos metros de longitud y la recortamos a 50 cm de los extremos, y de esta manera tendremos tres secciones, dos de 50 cm y una de 1 m.

Clavamos la tabla mayor y las dos menores con tres puntillas de 2" por cada extremo y arriostamos el banco con dos listones de 1 m (Fig. 14).

Finalmente, clavamos bajo las patas del banco unos pedazos de tabla de 12 cm de anchura para que sirvan de bases. Si la extensión de la obra lo exige, se pueden poner tablas sobre dos o más bancos como en el caso de los andamios de burros.

**Andamios fijos.** Se emplean casi siempre como andamios exteriores para alturas mayores de 5 m (Figs. 15 y 16).

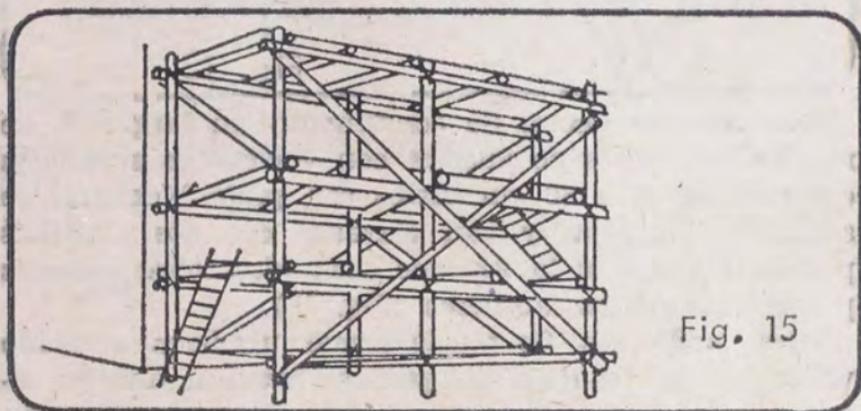
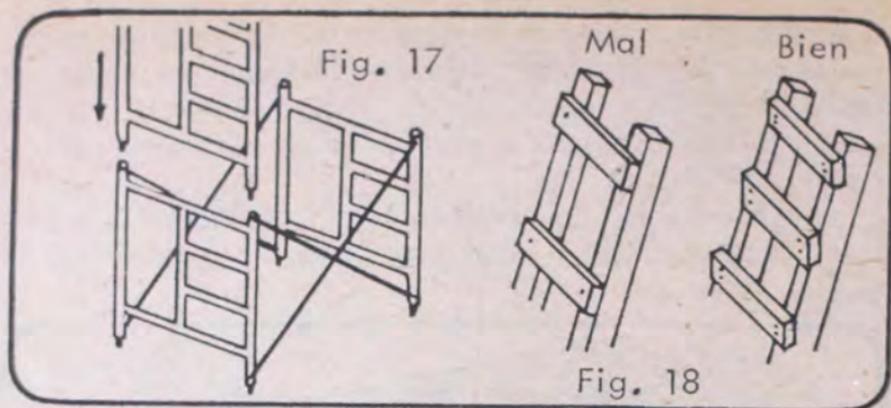


Fig. 15



Fig. 16 Modo de amarrar el andamio.

**Andamios tubulares.** Los andamios de tubos de acero constan de secciones desarmables y pueden montarse a grandes alturas (Fig. 17).



**Escaleras de mano.** Se construyen con largueros de madera y a veces de guadua con travesaños separados entre sí de 25 a 30 cm. Estos son preferiblemente de sección rectangular y van clavados con dos puntillas por cada apoyo, a la vez que asentados sobre muescas practicadas en los largueros (Fig. 18).

**Otros andamios.** Se puede armar un buen andamio valiéndose de dos escaleras puestas frente a frente y ligadas entre sí mediante varas delgadas amarradas con lazo o con alambre. Las tablas se ponen de travesaño a travesaño sobre las dos escaleras y se pueden alcanzar así alturas convenientes. Es importante para la seguridad apoyarlo sobre tablonés en el piso y trancarlo con puntales. Para que adquiera mayor firmeza debe llevar riostras a ambos lados (Fig. 19).

Cuando se trabaja a grandes alturas con gran movimiento de material o desprendimiento del mismo, conviene tender bajo la obra un andamio de protección que recoja los objetos que caen antes de llegar al piso, sobre todo cuando hay paso de personas. Además de ello sirven para proteger al obrero mismo contra caídas en el vacío (Fig. 20).

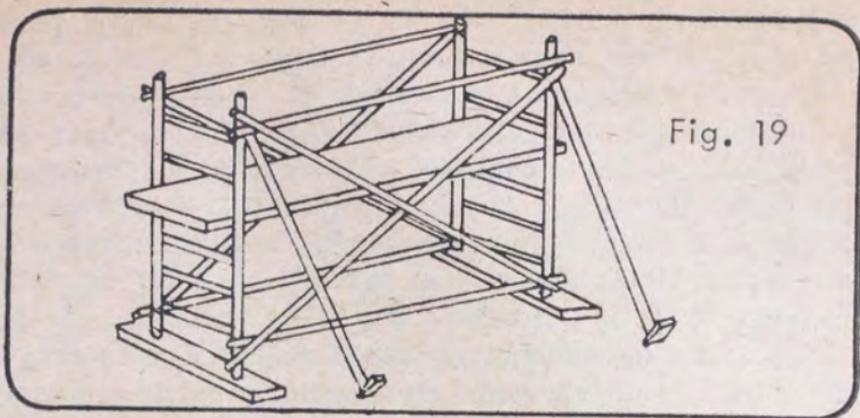


Fig. 19

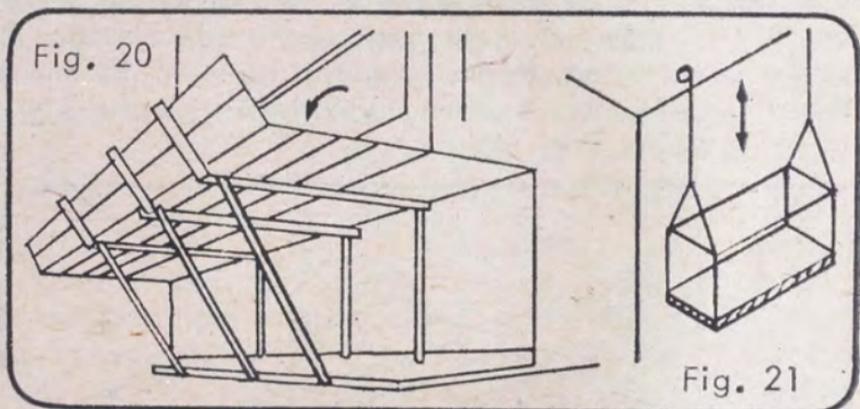


Fig. 20

Fig. 21

Los andamios colgantes permiten llevar a cabo obras de recubrimiento, pintura y aseo en fachadas de edificios (Fig. 21).

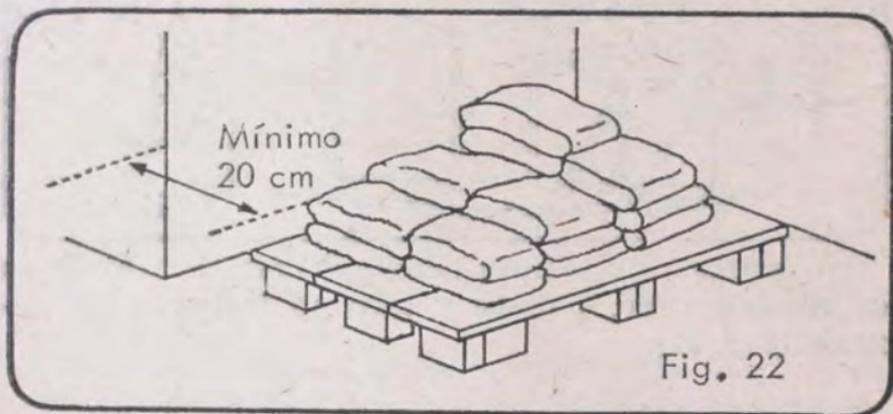
## 5. Organización

El trabajo organizado nos permite ser eficientes y trabajar con comodidad y rapidez. Por tanto, nuestro sitio de trabajo debe permanecer siempre en orden y en condiciones aceptables de aseo. Las herramientas y los

materiales no pueden rodar de un lado para otro, pues así es difícil encontrarlas pronto cuando las necesitamos.

Debemos destinar un cuarto con llave para guardarlas y allí pondremos las palas todas juntas, en otro lugar las plomadas, niveles y cuerdas; en otro sitio las macetas, punteros, martillos y tenazas; y colgando de clavos en la pared el serrucho y la manguera. Se pueden improvisar repisas colgantes en las paredes para colocar, por ejemplo, cajas de puntillas, tornillos, grapas, etc.

Los bultos de cemento no deben quedar a la intemperie ni puestos directamente en el suelo. Se ha de preparar una plataforma de madera sobre ladrillos de modo que quede levantada del suelo para que pueda circular el aire y la humedad no perjudique al cemento. Tampoco deben quedar contra la pared sino distanciados de ella por lo menos 20 cm (Fig. 22).



La arena, la piedra y los ladrillos se pueden dejar al descubierto siempre y cuando ocupen un lugar en donde no estorben. Para las maderas es corriente clavar en tierra dos limatones distanciados entre sí de 2 a 3 metros y amarrar una tercera vara en su parte superior. Así, las

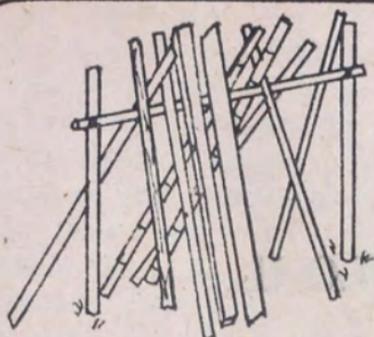


Fig. 23

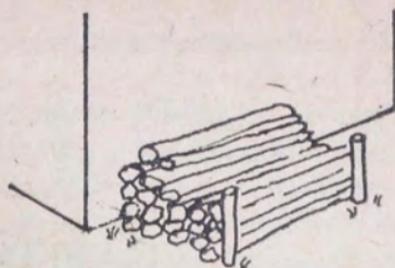


Fig. 24

tablas y guaduas se pueden poner paradas apoyadas contra la viga ocupando poco espacio (Fig. 23). Para los rollizos, se clavan dos estacas grandes en vara delgada a uno o dos metros de una pared, y entre esta y aquellas se tienden la varas y troncos. La pared se puede reemplazar por otras dos estacas (Fig 24).

## CAPITULO II

### La mezcla de cemento

#### 1. Componentes y características

Entre nosotros, la palabra más usada para denominar este tipo de mezclas, es concreto, aunque también se le da el nombre de hormigón.

El hormigón o concreto se compone básicamente de un material pegante y un material de relleno. El material inerte de relleno es la arena y la piedra, las cuales reciben el nombre de agregado fino y agregado grueso.

**Pasta, mortero y hormigón.** La mezcla de agua y cemento puro toma el nombre de pasta. Si a la pasta se le agrega arena, toma el nombre de mortero, el cual se usa ampliamente para pegar ladrillos en la construcción de muros y para recubrirlos, llamándose en este último caso, pañete. El mortero combinado con la piedra forma el hormigón.

**Características de la pasta.** Sirve de lubricante a las partículas de los agregados permitiendo que se deslicen unas sobre otras facilitando el manejo de la mezcla. Al endurecerse adquiere una gran resistencia e impermeabilidad. El endurecimiento recibe el nombre de fraguado y se considera que a los 28 días de preparada, ha adqui-

rido la resistencia deseada, aunque en realidad sigue endureciéndose con el paso del tiempo y ganando resistencia a través de los años.

La calidad de la pasta depende de la calidad del cemento y de la cantidad de agua. Si se le echa demasiada agua se produce una mezcla bastante líquida que al endurecer queda muy frágil. Por ello deberemos determinar la cantidad exacta de agua mediante una prueba que veremos más adelante.

Cuando al cemento se le agrega el agua para formar la pasta, se produce calor, pero esto no es problema en obras sencillas. Sin embargo, cuando la obra es muy grande, el concreto aumenta de tamaño durante el fraguado y puede agrietarse cuando se enfríe. En estos casos hay que refrigerarlo mientras endurece rociándolo con bastante agua.

Una precaución que debemos tomar con el agua, es la de asegurarnos de que no contenga sulfatos, porque estos atacan al cemento produciendo poco a poco su desintegración. No emplearemos, por lo tanto, agua de pozos termales, agua del mar, aguas aciduladas, azucaradas o carbonadas, ni aguas de ríos altamente contaminadas con sustancias químicas u orgánicas.

El cemento más común producido por casi todas las marcas es el cemento Portland, pero existen otros como el de escoria o siderúrgico, el cemento Portland siderúrgico y el cemento Portland puzolánico.

**Características de la arena.** El tamaño de la arena va desde granos muy pequeños (polvo) hasta granos de medio centímetro. Para poder usarla en morteros debe ser inerte, esto es, no debe contener sustancias que ataquen al cemento. Si se desea obtener un concreto muy resistente, hay que lavarla antes, con el objeto de eliminar las partículas de polvo (llamadas finos), porque

tienen un efecto perjudicial sobre la resistencia. En caso contrario, no se necesita el lavado.

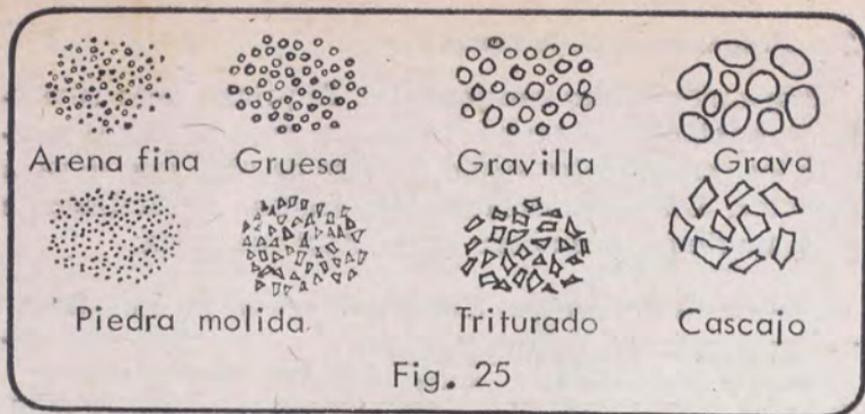
Por las razones anteriores debemos escoger una arena limpia de materia orgánica, cuyas partículas al podrirse, dejan pequeños espacios libres dentro del concreto. Debemos rechazar también las arenas que contengan materiales solubles, blandos o carbonosos. Una buena arena debe crujir cuando se la aprieta con la mano.

La arena extraída de canteras puede ser simplemente arena de peña, de la cual vienen alrededor de dos metros cúbicos por viaje de volqueta mediana. También se puede conseguir lavada o semilavada, según el caso. Un viaje de arena de río también trae unos 2 m<sup>3</sup> de material. Las distintas clases de arena se diferencian principalmente por la cantidad de arcillas que contengan. Además, la arena de río tiene sus partículas bastante pulidas y redondeadas, en tanto que las de cantera son angulosas e irregulares.

**Características del agregado grueso.** Cuando el agregado grueso tiene sus granos comprendidos entre medio centímetro y 2½ cm, recibe el nombre de gravilla. Desde 2½ cm en adelante y hasta 10 cm, toma el nombre de grava (Fig. 25).

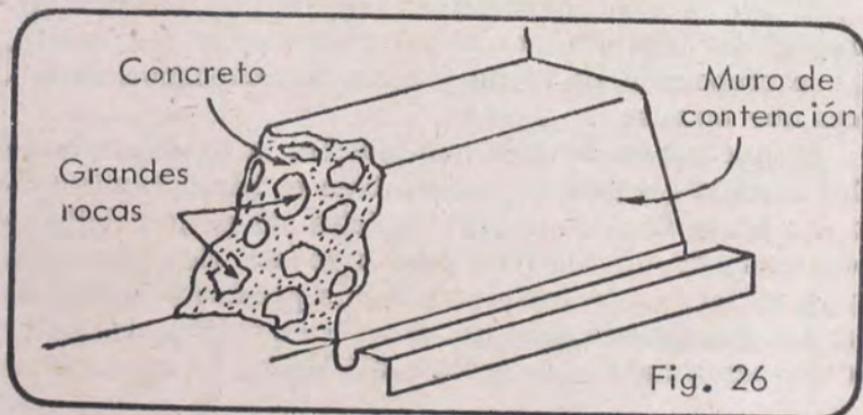
El agregado grueso puede ser liso o angular según proceda de ríos o de rocas trituradas. En el caso de emplear material liso es recomendable que su forma sea lo más redondeada posible, y si se emplean triturados deben aproximarse a la forma cúbica. Pero en todo caso habrá que evitar los que tengan formas alargadas porque además de dificultar la manipulación, rebajan notablemente la resistencia del concreto.

Lo mismo que cuando hablamos de la arena, las piedras que forman el agregado grueso deben estar com-



pletamente limpias de polvo, arcilla o limos, y deben ser también inertes. Además, debemos procurar que sean lo más compactas posible, pues las gravas y gravillas porosas o areniscas, ofrecen muy baja resistencia.

El tamaño máximo del agregado grueso depende de las características de la obra y puede llegar a usarse piedra de gran tamaño junto con el concreto que en este caso recibe el nombre de hormigón ciclópeo (Fig. 26). El rajón y la piedra media zonga son formas de agregado bastante comunes. El primero se vende por metros cúbicos y de la segunda vienen 150 piedras por cada viaje.



## 2. Preparación de la mezcla

**Proporción de los componentes.** El primer paso consiste en establecer la proporción en la cual se van a mezclar los componentes según la clase de obra que se va a ejecutar. Las dosificaciones empleadas corrientemente para morteros, se indican en la siguiente tabla:

COMPOSICION DE LOS MORTEROS SEGUN SU EMPLEO

Calidad del mortero	Partes de cemento	Partes de arena	Aplicaciones
Pobre	1	4	Pega para piedras y ladrillos y tubos de gres para desagües
Normal	1	3	Pegá en sobrecimientos, pañetes y acabados interiores
Más o menos rico en cemento	1	2½	Chapas de pavimentación; bóvedas y pañetes sin protección
Rico	1	2	Cimientos sumergidos y en muros de contención
Muy rico	1	1	Tubos centrifugados, aceras, pisos al descubierto, con gran movimiento de personas

Si, por ejemplo, quisiésemos preparar un mortero para pañetar un muro por su parte exterior al descubierto, ¿qué proporción de arena y cemento tendríamos entonces que mezclar?

Busquemos en la tabla que muestra la composición de los morteros, según su empleo bajo el título "Aplicaciones". En la fila donde dice "pañetes sin protección" encontraremos un mortero más o menos rico, con una proporción de una parte de cemento por dos y media de arena. Esto quiere decir que si vamos a emplear un bulto de cemento habrá que echarle 2½ bultos de arena. Pero

si empleamos más bien la pala, tendremos que poner  $2\frac{1}{2}$  paletadas de arena por cada paletada de cemento. De este mortero decimos que es un mortero de  $1:2\frac{1}{2}$ .

Para medir el cemento, la arena y la piedra en pequeñas cantidades, se emplean palas y pltones (de 5 a 7 litros) y baldes (de 10 a 15 litros). Para cantidades mayores se utilizan bolsas vacías de cemento (40 lt) y carretillas (80 lt). Un método práctico para medir bultos de arena o piedra, es llenar los talegos del modo siguiente:

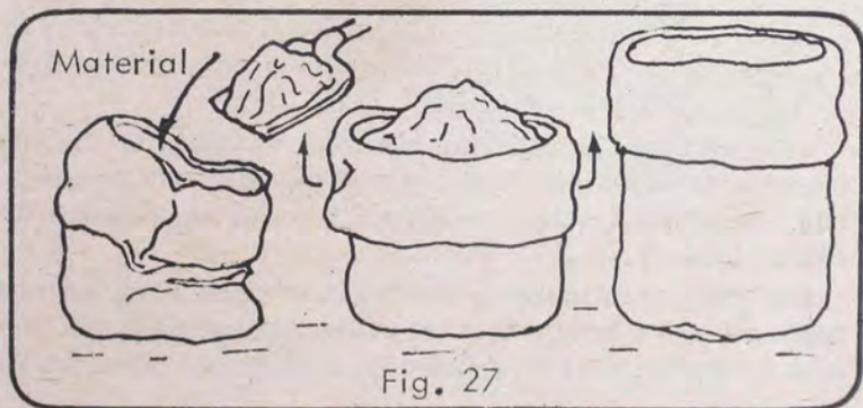
Se doblan hacia afuera los bordes de la boca del talego unos 20 cm y se eliminan las arrugas.

Se practica un segundo dobléz igual al anterior obligando al talego a permanecer abierto.

Se deposita una paletada del material en el fondo de la bolsa de manera que se tenga en pie sobre el suelo y se sigue llenando con la pala hasta colmarla.

Entonces se desdobla en una vuelta dándole un ligero remezón para que el contenido se distribuya bien y se sigue llenando hasta el nuevo tope.

Finalmente, se repite el último paso y se termina de llenar. De esta manera tendremos un bulto del material empacado (Fig. 27).



Para las mezclas de hormigón se utilizan proporciones que dependen de la resistencia que se necesite según el caso y varían alrededor de una (1) parte de cemento por 4 de arena y 6 de piedra. Para encontrar la proporción exacta se hace un cálculo especial que corresponde a los técnicos de la construcción. Normalmente se puede obtener en el comercio, concreto ya preparado y se consigue para diversos grados de resistencia. Esta se mide en libras por pulgada cuadrada (lb/pulg<sup>2</sup>) y así tenemos entonces concretos de 1.500, 2.000, 2.500, 3.000, 3.500, 4.000, 4.500, 5.000, 5.500, 6.000 y 6.500 lb/pulg<sup>2</sup>. Las mezclas más usadas en las construcciones corrientes son las de 1.500 a 3.000 lb/pulg<sup>2</sup>.

**Amasado de la mezcla.** La operación de mezclado y amasado se hace de la siguiente manera:

En una batea o sobre una plataforma metálica o de madera y en último caso, sobre un piso lo más limpio posible, se echa la cantidad de arena necesaria formando una pequeña montaña.

Sobre la montañita de arena se echa el polvo de cemento por el centro del montón haciéndolo con bastante suavidad.

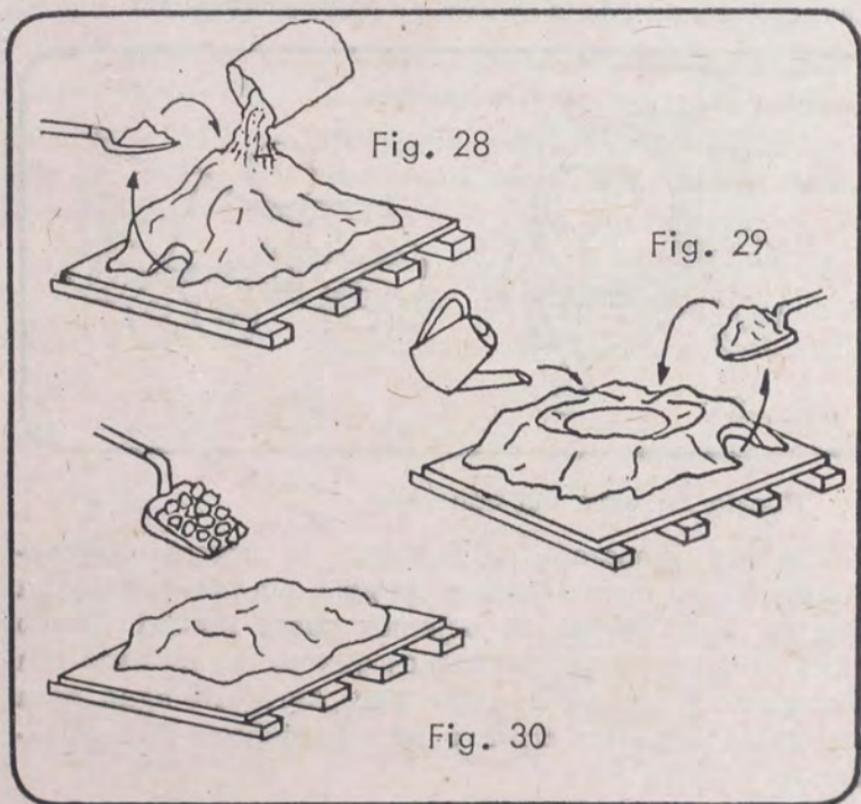
Luego se recoge con la pala el material de los bordes y se va volcando por el centro hasta obtener una mezcla uniforme de color gris amarillento (Fig. 28).

Una vez hecho lo anterior, abrimos un cráter en el centro separando los materiales con el palustre o con la pala hacia afuera y vertimos dentro del hueco la cantidad de agua necesaria.

Con rapidez entonces, pero cuidadosamente, recogemos material de los bordes y lo echamos sobre el agua sin que ésta se derrame ni se espolvoree el cemento. Observare-

mos que el agua es rápidamente absorbida mientras amasamos la mezcla (Fig. 29).

Si el mortero así preparado no es lo suficientemente fácil de manipular o si nos parece demasiado seco, bastará con agregarle una pequeña porción de agua para que se torne más fluido. Pero en ningún caso deberá el mortero quedar anegado. Para determinar la cantidad precisa de agua ensayamos la plasticidad del mortero amasando una pelota blanda y húmeda. Si no escurre por entre los dedos entrecierrados, podremos estar seguros de que la mezcla está en su punto.



Si la mezcla que se desea obtener es de concreto, se siguen los pasos indicados para preparar el mortero y, una vez elaborado este, se agrega la piedra gradualmente mientras se va revolviendo del modo ya indicado (Fig. 30).

Cuando la obra es de grandes proporciones, este método resulta demasiado pobre para obtener buenos rendimientos y entonces se usan mezcladoras mecánicas de distintas capacidades y tamaños (Fig. 31). En estos casos también se acostumbra comprar el concreto ya preparado y listo para usar y viene en grandes camiones especiales desde la central de mezclas (Fig. 32).

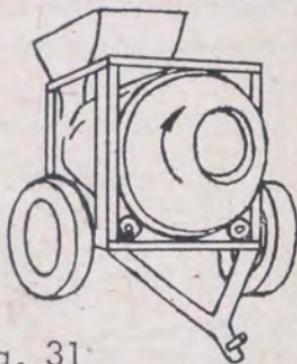


Fig. 31

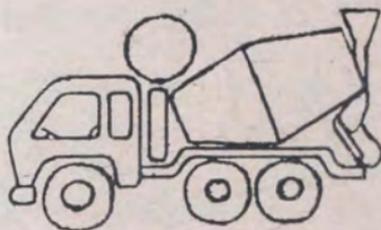


Fig. 32

### 3. Puesta en obra del concreto

Una vez preparado el mortero, es urgente aprovecharlo en el menor tiempo posible porque empieza a fraguar y se altera. Si dejamos pasar mucho tiempo (más de una hora), notaremos que ya no se hace tan manejable y que ya no pega bien. Agregarle agua para mejorarlo sería un error y esto lo dañaría definitivamente.

**Formaletas.** Para construir columnas, vigas o losas de concreto, se necesitan moldes o formaletas metálicas o de madera dentro de las cuales se echa el hormigón para fundir la pieza. Las formaletas de madera se construyen por lo general en cedro macho que es muy resistente. Viene en tablones de 2.5 cm de espesor y 20, 25 o 30 cm de anchura. Las formaletas metálicas se consiguen por secciones para armar y se ajustan mediante pernos.

Para fundir una columna, podemos construir la formaleta correspondiente, de esta manera:

Conocidas las dimensiones de la columna, tomamos cuatro tablas con las medidas adecuadas y las unimos de dos en dos para formar ángulos fijos, clavándolas por una de sus aristas con puntillas de 1½" cada 10 cm (Fig. 33).

Para armar la formaleta y para darle firmeza, se construyen algunos refuerzos con palos de repisa, haciendo ángulos fijos clavados con dos puntillas de 3" por cada unión (Fig. 34).

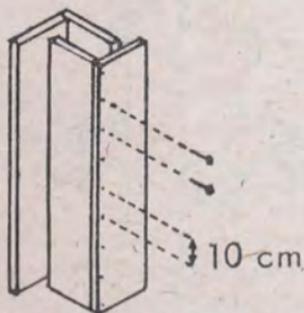


Fig. 33

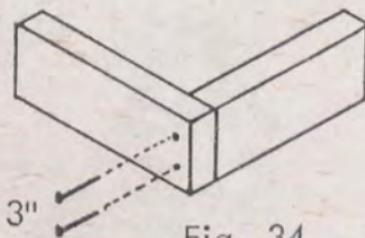
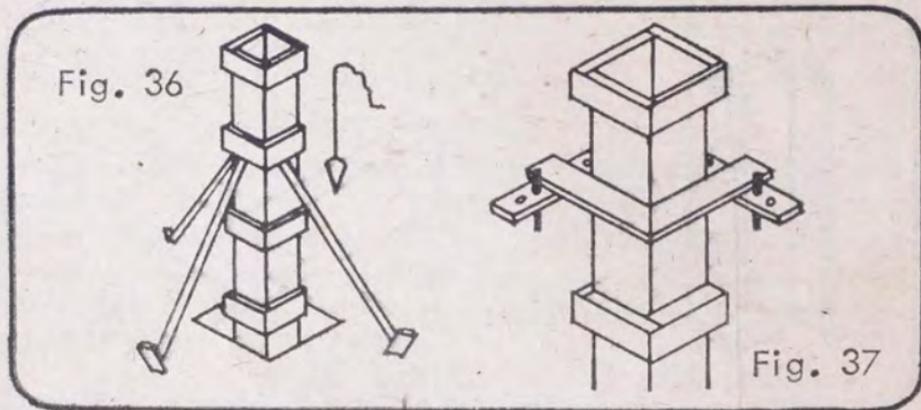
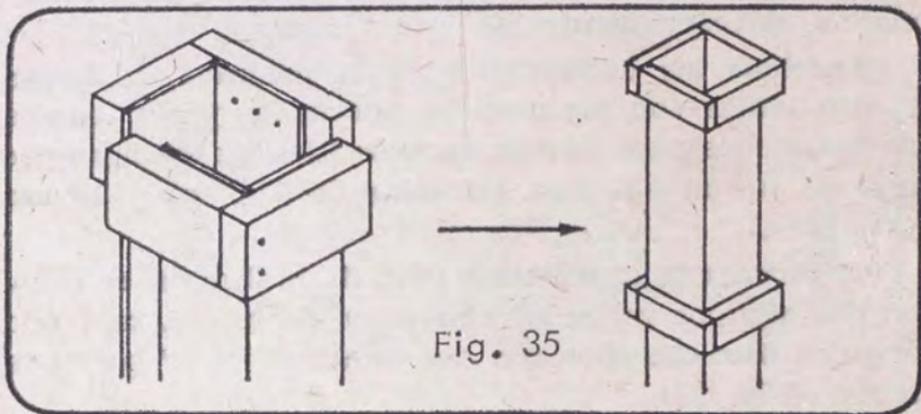


Fig. 34

Se clavan los refuerzos a los ángulos formados por las tablas, utilizando puntillas de  $2\frac{1}{2}$ " cada 10 cm y dejándolos separados entre sí de 40 a 60 cm (Fig. 35).

Finalmente, se enfrentan los ángulos de la formaleta rodeando la armadura de la columna y se clavan los extremos sobresalientes de los refuerzos con dos puntillas de 3" por cada unión. La formaleta se puede luego afirmar con puntales, vigilando con la plomada que quede perfectamente vertical (Fig. 36). Se acostumbra utilizar unas mordazas metálicas que consisten en dos



ángulos y dos cuñas pequeñas de 10 cm. Se suelen ajustar en los espacios intermedios entre refuerzos y evitan que la formaleta se deforme o se sople (Fig. 37).

Es corriente también otra clase de formaleta construida en listón y repisa, aunque exige mayor delicadeza en su elaboración. Para ello se toman listones de la misma longitud que ha de tener la columna y se clavan cuidadosamente sobre palos de repisa puestos de canto y separados entre sí de 40 a 60 cm. Se ponen dos puntillas de 1½" en cada unión y se dejan sobresalir las repisas de refuerzo unos 12 cm a cada lado del tablado.

Se preparan del modo anterior cuatro paneles de manera que dos de ellos tengan la anchura de la columna y los otros dos sean un poco mayores con muescas en sus bordes para permitir el encaje de las repisas (Fig. 38). Finalmente, se arma la formaleta, se clava y se coloca en el sitio señalado como lo vimos atrás.

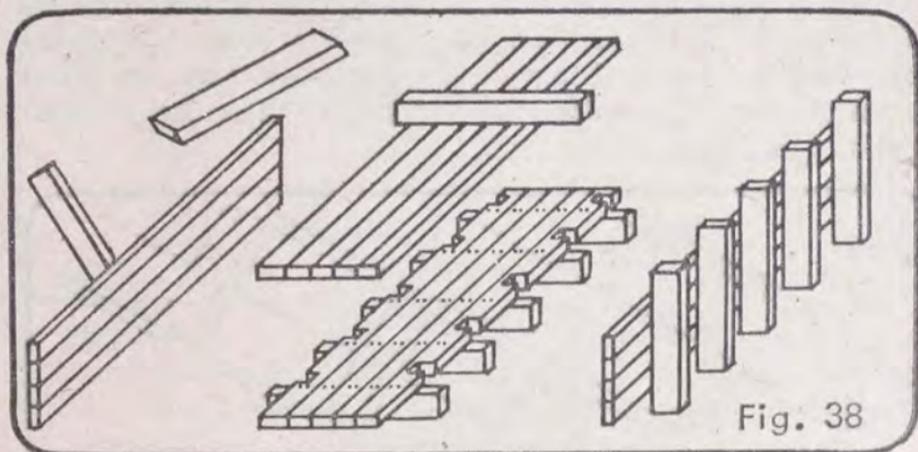


Fig. 38

Este sistema de construir formaletas en listón permite fundir columnas de sección redonda utilizando para el caso refuerzos cortados en semicírculo (Fig. 39).

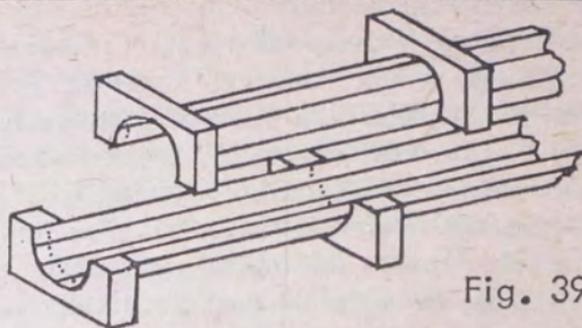


Fig. 39

Para fundir vigas, la construcción de la formaleta puede ser como sigue:

Se toman tres tablas de cedro macho, siendo dos de ellas iguales para formar los lados y la tercera más ancha para el fondo.

Al armar la formaleta, las dos tablas iguales se clavan a la base con puntillas de  $1\frac{1}{2}$ " cada 10 cm, de manera que la tabla del fondo sobresalga a ambos lados formando una pestaña. La anchura de las pestañas debe ser igual a por lo menos la mitad de las tablas laterales o igual a ellas (Fig. 40).

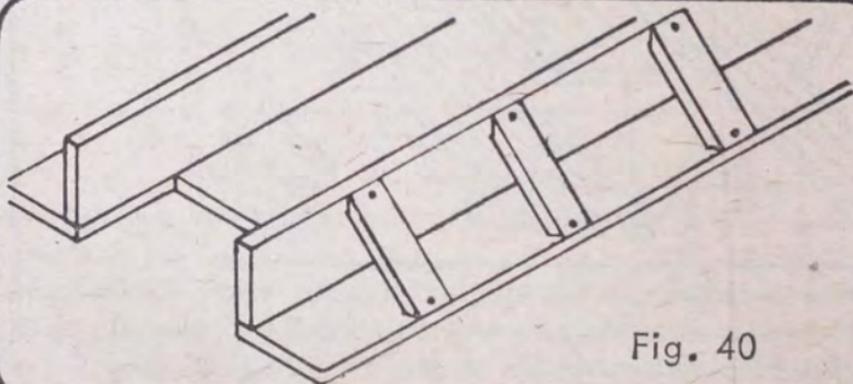


Fig. 40

Para afirmar las tablas de los lados por su parte superior, se clavan a los bordes de éstas y de las pestañas unos puntales pequeños en listón de teja. Para colocarla en el sitio de la obra, se hacen unos parales de varas delgadas y en su parte superior se clava un palo de listón asegurado con puntales de la misma madera (Fig. 41). Los extremos inferiores se apoyan sobre listón directamente en el suelo y sobre sus cabezales se asienta la formaleta (Fig. 42). Esta debe quedar justamente en el espacio libre entre los apoyos de la futura viga y sus tablas laterales deben prolongarse sobre ellos así como las pestañas. Para realizar esta operación se debe vigilar que la formaleta quede perfectamente horizontal valiéndonos del nivel.

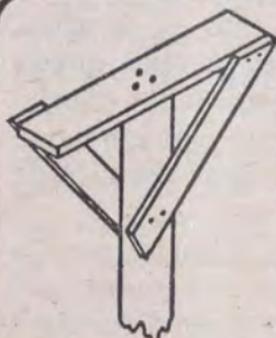


Fig. 41

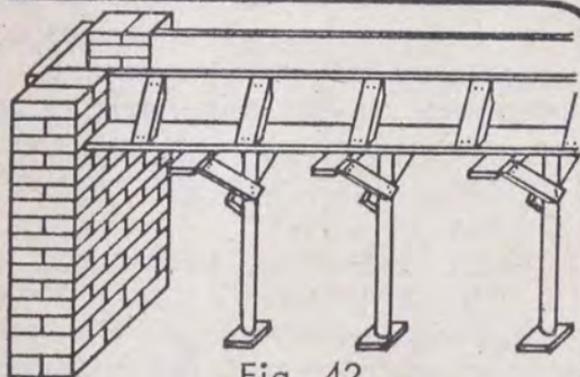


Fig. 42

**Transporte, vertido y compactación del concreto.** El transporte del concreto fresco se hace en cubos y carretillas. Para llevarlo hasta el sitio de trabajo y si éste no es muy elevado, se ponen rampas de madera no muy empinadas por donde sube el obrero con la carretillada de material. La rampa tiene tablas para que la rueda pase fácilmente y a los lados de éstas se clavan listones transversales para apoyar los pies.

Para llevarlo a segundos o más pisos en obras de cierta magnitud en adelante, se usan unas grúas pequeñas llamadas "plumas", que se colocan en el borde de la construcción y que son accionadas por motores eléctricos o de gasolina.

Al fundir la pieza de que se trate, se deben tener en cuenta los siguientes pasos:

Se unta con aceite o petróleo crudo la parte interior de las formaletas para evitar que se peguen al concreto. De esta manera se facilita su retiro después del fraguado.

Se arman las formaletas en el sitio de la obra y se echa el concreto por capas, apisonándolas con una varilla de  $\frac{3}{4}$ ". Se deben dar 25 golpes consecutivos de arriba hacia abajo con la punta de la varilla, repitiendo la operación con todas las capas, incluyendo la última.

Finalmente, se enrasa la última capa, esto es, se afina con el palustre retirando los sobrantes. Si la obra queda al descubierto en épocas de lluvia, es aconsejable cubrirla con papel para evitar que el agua arrastre consigo parte del material, sobre todo en las primeras horas después de fundida.

También se aconseja golpear con la maceta por la parte externa del molde. Esto junto con el apisonado tiene por objeto asegurar que el concreto se distribuya uniformemente dentro de ella eliminando posibles espacios vacíos que afectan la resistencia. En las grandes obras se dispone de vibradores mecánicos para este fin. Las formaletas no se deben retirar antes de una semana y hay necesidad de hacer un riego constante de agua fría para el fraguado del concreto. El retiro de las formaletas se llama desencofrado.

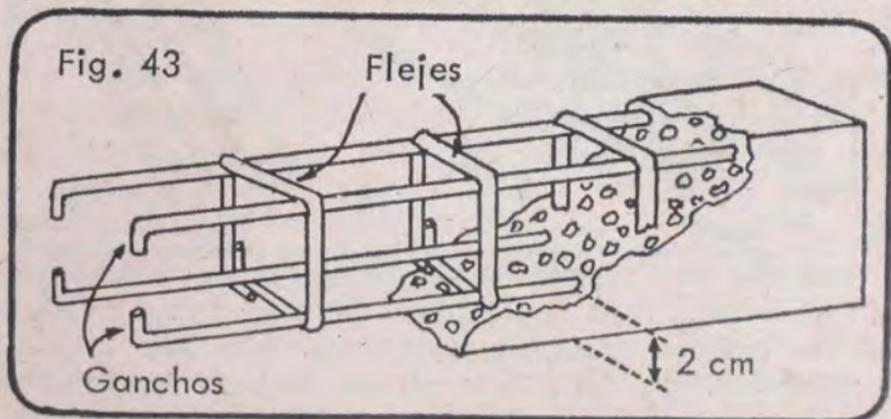
Generalmente es mejor preparar la mezcla antes de transportarla, pero si resulta más conveniente por las

circunstancias del caso, amasarla directamente en el lugar de trabajo, se conduce hasta allí la mezcla seca de arena y cemento empacada como se indicó en la Fig. 27. El agua se lleva en baldes o por una manguera conectada a tubería cercana, y en una batea se hace el amasado.

#### 4. Morteros y hormigones especiales

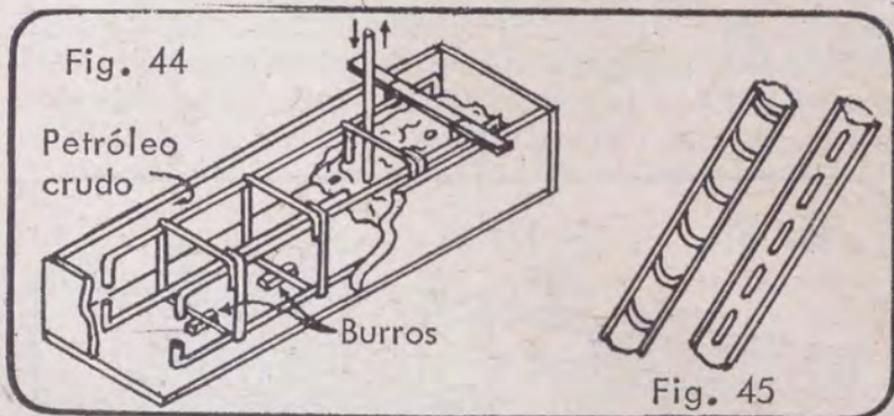
Ciertos trabajos por sus características especiales necesitan mezclas de concreto de preparación también especial, como los muros de contención que aprovechan las ventajas del hormigón ciclópeo. Las columnas, vigas y losas fundidas en concreto aprovechan las ventajas del hormigón armado el cual, además de sus componentes normales, lleva varillas de acero en su interior.

**Hormigón armado.** La combinación de acero y concreto proporciona gran resistencia a las estructuras. Las varillas por lo general se doblan por la punta en forma de gancho. No es aconsejable dejarlas a menos de dos centímetros de la superficie. A este espesor se le llama recubrimiento mínimo (Fig. 43). Las vigas llevan además unos hierros en forma de cuadrado normalmente con diámetro



de  $\frac{1}{4}$ " o  $\frac{3}{8}$ " distribuidos a espacios regulares alrededor de las varillas, los cuales reciben el nombre de flejes o estribos.

Para la colocación de los hierros, se hace un armazón con las varillas y los flejes amarrados con alambre y se cuelga dentro de la formaleta mediante unos travesaños. También se puede hacer descansar en el fondo de la formaleta sobre pequeños trozos de concreto (Fig. 44). Las varillas pueden ser lisas o corrugadas. El acero corrugado es más resistente y la varilla trae dos nervios longitudinales unidos entre sí por resaltes (Fig. 45). Se producen en diámetros de  $\frac{1}{2}$ ",  $\frac{5}{8}$ ",  $\frac{3}{4}$ ",  $\frac{7}{8}$ ", 1",  $1\frac{1}{8}$ ", y  $1\frac{1}{4}$ " con longitudes de 6, 9 y 12 metros. Para los diámetros de  $\frac{1}{4}$ " y  $\frac{3}{8}$ " sólo se producen en acero liso, aunque recientemente el de  $\frac{3}{8}$ " también viene corrugado pero de la misma resistencia. Vienen en rollos o chipas de 200 o de 140 kg, aproximadamente.



**Aditivos.** Son sustancias que se agregan al concreto o a los morteros para cambiarles o mejorarles una o varias de sus características. Se pueden clasificar así:

**Plastificantes:** dan a la mezcla mejores condiciones de manejabilidad, resistencia a agentes externos, imper-

meabilidad y otras. Pueden ser dispersores, mojantes, incluidores de aire y otros.

Acelerantes: hacen que el concreto se endurezca más rápidamente. Se utilizan cuando hay que dar al servicio una obra en muy poco tiempo.

Retardadores: retardan el proceso de fraguado. Se usan especialmente en obras demasiado grandes para reducir los efectos del aumento de temperatura. Son capaces de detener el endurecimiento.

Productos que producen expansión: el objeto de estos aditivos es el de aumentar el volumen del concreto durante el fraguado y antes de producirse el endurecimiento de la pasta.

Impermeabilizantes: son dispersiones o emulsiones que se revuelven con el mortero o concreto haciendo que impidan la penetración del agua. En cada caso hay que seguir las instrucciones del fabricante.

## CAPITULO III

### Las cimentaciones

Los cimientos de una construcción son las partes que hacen contacto con el suelo y están destinadas a repartir sobre el terreno el peso de la obra. Son por lo tanto, una parte fundamental que debemos ejecutar sobradamente. En este caso es mejor trabajar por exceso, porque, si una vez realizados resultan insuficientes, puede ser casi imposible rectificarlos económicamente, sobre todo si ya está terminada la casa. Una mala cimentación puede echar a perder toda la obra, pues corre el riesgo de caerse.

#### 1. Características del terreno

Prácticamente pueden considerarse como terrenos buenos para cimientos, los que son duros, sólidos, sin infiltraciones de agua y los formados por capas casi horizontales. En cambio debemos desconfiar de los suelos no compactos como rellenos recientes, terrenos arcillosos muy secos, limos, tierra vegetal y formaciones pantanosas y fangosas. Un buen indicio que permite determinar la calidad de un suelo es la resistencia que presenta al pico y la pala y al hundimiento de un piquete de madera o acero. Sin embargo, ciertas arcillas pueden prestarse

a engaño porque secas son muy duras pero al mojarse se ablandan y se expanden.

Antes de iniciar una construcción, es indispensable explorar el terreno con el propósito de conocer las diversas clases de suelo, ubicar el sitio más apropiado para construir y determinar las correcciones necesarias. Por ejemplo, para preparar y corregir ciertos terrenos arcillosos, se excava en estos el suelo malo a mediana profundidad y se reemplaza por materiales incompresibles como arena, grava o recebo. Este último es una combinación de arena y material rocoso, y vienen aproximadamente  $1.80 \text{ m}^3$  por cada viaje. Estos materiales para estabilizar suelos se llaman materiales de préstamo (Fig. 46).

## 2. Cimentaciones sencillas

La clase de cimentación recomendada para una construcción depende de la finalidad de la obra, ya que puede estar destinada para vivienda, oficina, industria, talleres o cualquier otra actividad.

Cuando se trata de una vivienda debemos distinguir dos posibilidades, pues las hay de dos clases que son:

La vivienda unifamiliar que puede ser de una o dos plantas en un lote de  $140 \text{ m}^2$  de área mínima y de  $1.000 \text{ m}^2$  de área máxima; y

la vivienda multifamiliar que puede constar de edificios de tres plantas o más y ocupar mayores extensiones de terreno.

En cuanto a las cimentaciones se conocen dos tipos generales: las cimentaciones sencillas o superficiales y las cimentaciones profundas y especiales empleadas en la construcción de grandes edificios y en obras especia-

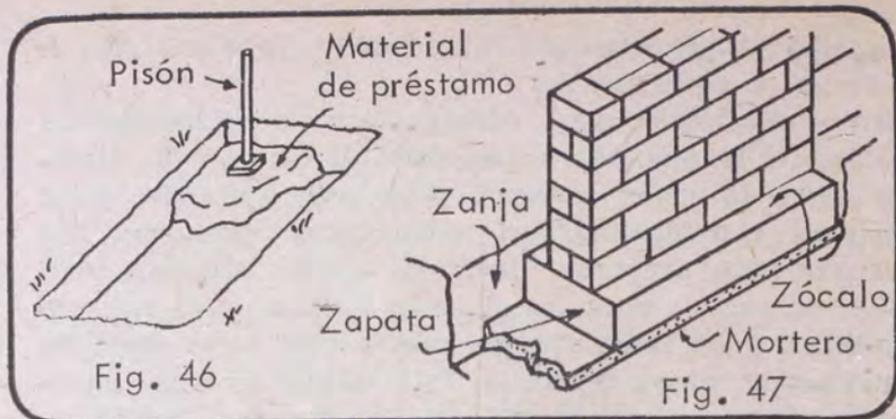


Fig. 46

Fig. 47

les como puentes, represas, diques y otras. A nosotros nos interesan por ahora las superficiales porque son las adecuadas en la mayoría de nuestras construcciones domésticas.

El cimiento sencillo es una especie de viga de forma rectangular o de trapecio que toma el nombre de zapata (Fig. 47). Las zapatas o basamentos continuos debajo de paredes se ponen directamente en zanjas abiertas en la tierra, a plomo de los muros y de poca profundidad. Un zócalo de 10 cm basta generalmente para terrenos de buena calidad. La altura de la zapata debe equivaler a tres veces la mitad del zócalo y su valor mínimo es de 15 cm. La anchura mínima de la base de la zapata es de 35 cm aunque por razones de seguridad se puede aumentar a 50 cm y su altura a 18 cm. En la sabana de Bogotá, por ejemplo, donde el terreno no es muy firme, el ancho de cimentación varía entre 40 y 60 cm y la profundidad entre 40 cm y 1.20 m.

Los materiales que se emplean para hacer cimientos son básicamente el concreto preparado en una proporción de una parte de cemento por seis de arena (uno a

seis, 1:6) y poca agua, triturado, recebo y piedra de tamaño mediano. Existen de acuerdo con estos materiales tres formas de cimentación sencilla:

1) Una base de triturado o de recebo pero preferiblemente de este último, y una zapata en concreto ciclópeo formado por dos partes de triturado y tres de concreto (Fig. 48).

2) Una base de mortero en proporción de una parte de cemento por quince de arena (1:15) de 10 cm de espesor, y una viga de concreto armado con flejes cada 20 cm. La base de mortero se conoce en algunas regiones como hormigón de limpieza (Fig. 49).

3) Una combinación de los dos sistemas anteriores con una sub-base en mortero (de limpieza), una base en concreto ciclópeo y una viga en concreto armado (Fig. 50).

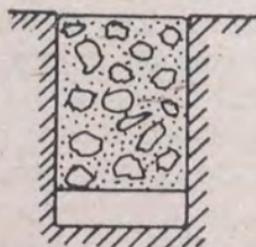


Fig. 48

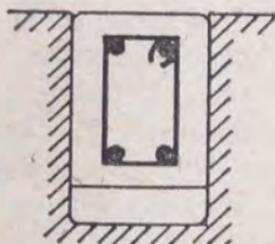


Fig. 49

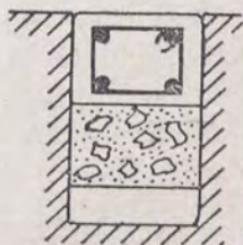
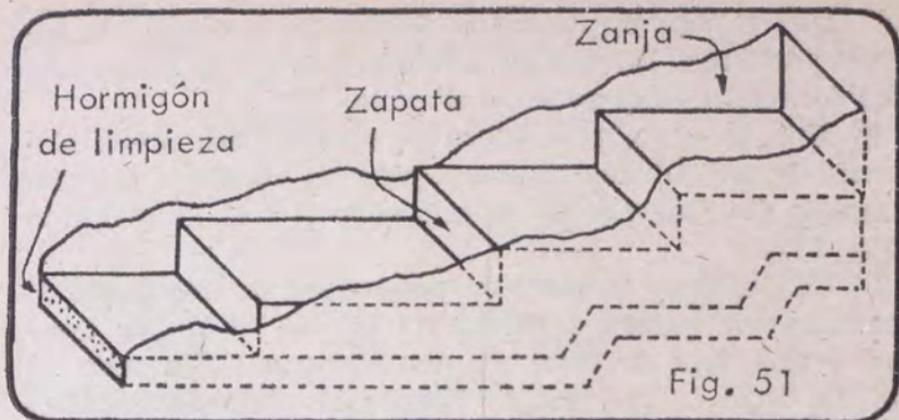


Fig. 50

Al quedar todas las zapatas de la obra conectadas entre sí y con sus hierros entrelazados en las uniones, forman lo que se llama una viga de amarre. Esta debe ser continua en torno de la edificación y no debe interrumpirse bajo los espacios de las puertas. Si la cimentación se hace en terreno inclinado, las zapatas deben construirse en escalones perfectamente horizontales (Fig. 51).



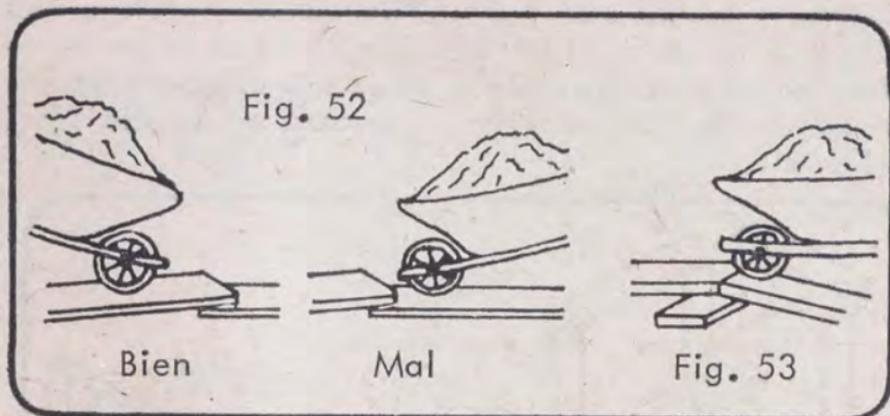
### 3. Procedimiento para construir cimientos

El proceso seguido en la construcción de cimientos contempla varias etapas que veremos a continuación y que van desde la limpieza inicial del lote hasta el momento de estar dispuestos a levantar los muros.

**Descapote y nivelación.** Se llama descapote al movimiento de tierra encaminado a levantar la capa superficial del suelo incluyendo el pasto, arbustos y matas de monte, basuras, residuos de otras obras y piedras aisladas. En seguida viene la nivelación del terreno que consiste en eliminar altibajos y declives de manera que todo el lote presente una superficie uniforme horizontal cuyo nivel recibe el nombre de cota mínima o cota cero (0). Esta etapa se puede cumplir con azadones, picas, palas y carretillas si las circunstancias se prestan para ello y en caso contrario se puede recurrir a los servicios de un buldozer, cargador y volquetas (Figs. 3, 5 y 6).

Para impedir que se hundan en la tierra las carretillas cargadas, se disponen pasaderas de tablas cuyos empalmes se traslapan en la dirección del desplazamiento y las carretillas nunca deberán ser empujadas contra ellos

(Fig. 52). Para permitir el tránsito en ambas direcciones se empalman las tablas a tope sobre una tercera tabla (Fig. 53).



**Replanteo.** Consiste en la ubicación sobre el terreno de las líneas que determinan la forma de la casa y su distribución, en el lugar exacto en donde se han de levantar los muros. Debe hacerse de acuerdo con los planos y equivale a dibujar estos sobre el lote en tamaño real. Aunque normalmente este trabajo se confía a expertos llamados topógrafos, los edificios modestos son replanteados por el mismo albañil sin necesidad de aparatos especiales, de la siguiente manera:

Se construyen en madera unos puentes clavando una tabla pequeña a dos estacas (Fig. 54).

Se establecen las cuatro esquinas del edificio y en cada punto se clava una estaca provisional que sirve solamente para determinar el sitio de los puentes, los cuales deben situarse de 1.50 a 2 m de ellas, paralelamente a las alineaciones y a profundidad suficiente para darles firmeza. Deben quedar todos al mismo nivel y para esto es mejor utilizar un nivel de manguera, el cual consiste en una

manguera de unos 12 m de longitud que termina en dos tubos de vidrio que pueden cerrarse con tapones. Se llenan de agua hasta llegar a la mitad, estando los vasos a igual altura, y entonces se cierran. Un obrero mantiene uno de los tubos en el punto de referencia (uno de los puentes) mientras el otro trata de estar a la misma altura. Al destapar los tubos el agua marcará el mismo nivel (Fig. 55).

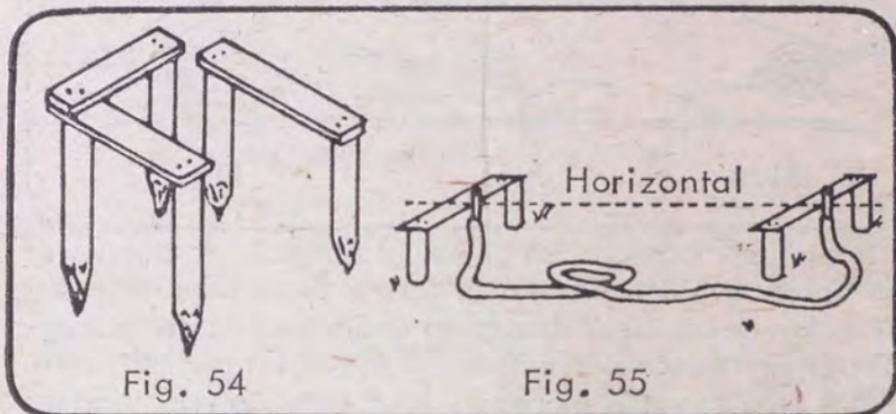


Fig. 54

Fig. 55

Sobre dos puentes enfrentados (A y D, Fig. 56), se traza la línea externa de la casa con una cuerda tensa sujeta en sus extremos por dos ladrillos colgantes.

Se sitúa la plomada junto a la cuerda y justo sobre la estaca que señala la esquina (1), se marca el punto (P) sobre la cuerda y de ahí en adelante se toma la medida del alineamiento sobre la misma hacia la esquina (2). Una vez medida la longitud se marca en la cuerda y se señala sobre el puente con lápiz azul.

A partir de la raya azul se toma la anchura del edificio hacia la esquina (3) y se marca con azul sobre el puente (E). Lo mismo debe hacerse de la esquina (1) hacia la esquina (4).

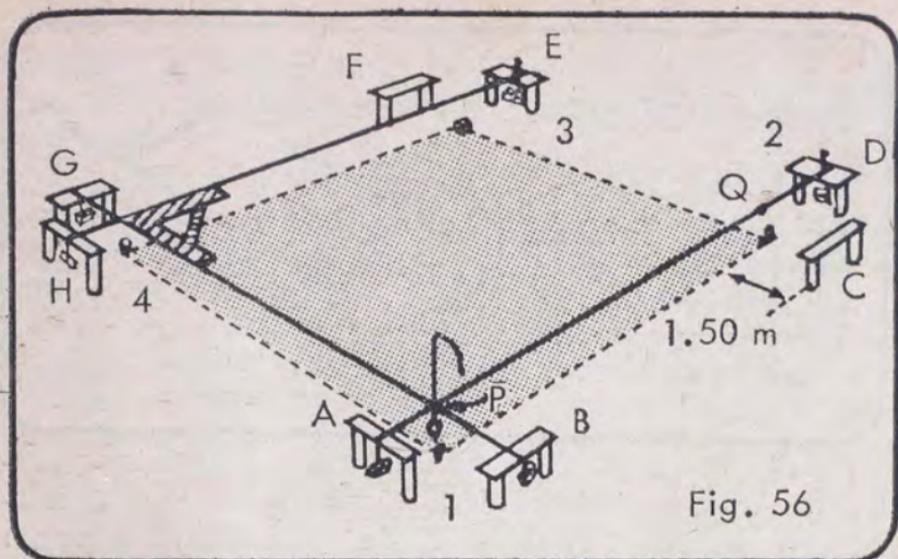
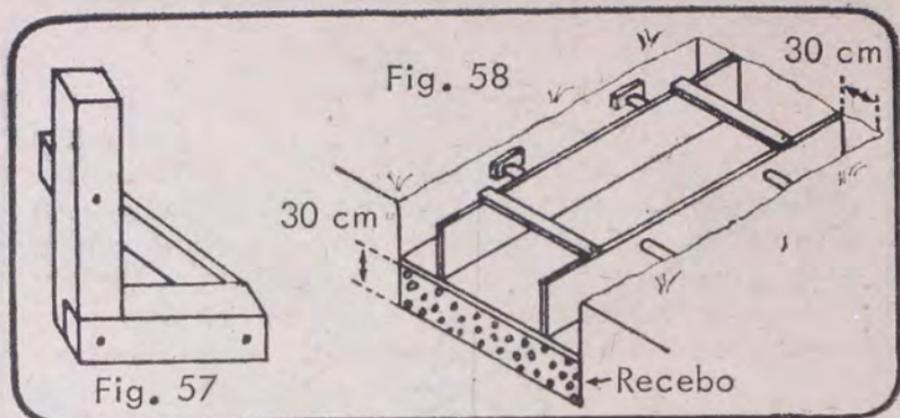


Fig. 56

Pasando por las dos marcas azules de los puentes E y H, se tiende otra cuerda como se hizo entre los puentes A y D y se toma la medida correspondiente.

Para marcar el ángulo recto de las esquinas se usa una escuadra de albañil (Fig. 57). Se mantiene ésta en la esquina de la alineación, con uno de sus lados junto al cordel ya colocado (HE), mientras en la dirección del otro lado se tiende la cuerda para la alineación lateral tensándola sobre los puentes B y G, de modo que pase exactamente por el punto (P) marcado en la primera medición. Sobre los puentes B y G se marca con azul por donde pasa la cuerda, y se repite la operación para los puentes C y F.

Como control de los ángulos se miden las diagonales entre los puntos de cruce de las cuerdas debiendo resultar iguales, y luego comprobamos la exactitud de las dimensiones de la planta del edificio.



Finalmente, a partir de los trazos azules sobre los puentes, medimos la anchura de los muros y volvemos a marcar con azul. En el punto medio de los dos trazos se marca con rojo y con esto quedan definidos los ejes de la casa. En cualquier momento se puede verificar la alineación tendiendo un cordel entre las marcas correspondientes.

Para definir los ejes de muros interiores se procede mediante puentes y cuerdas también. El rectángulo sombreado de la figura corresponde a la forma exacta de la base de la construcción y queda listo para iniciar los cimientos.

**Excavación y puesta de las bases.** La línea de guía para abrir las zanjas es una cuerda atirantada sobre las marcas rojas de dos puentes opuestos y firmemente sujeta a ellos por clavos sobre las marcas. De esta manera, el eje de la excavación nos permite tomar medidas a lado y lado según la anchura de la zanja.

La excavación se hace a lo largo de la cuerda, vigilando que sea perfectamente vertical. Al llegar a la profundidad deseada, se nivela el fondo tomando medidas iguales verticalmente a partir del cordel de guía y se recubre con el hormigón o mortero de limpieza de 10 cm de espe-

sor. Cuando éste haya fraguado, se vierte el hormigón ciclópeo o se funde la viga del cimiento según el caso. Después del fraguado la zapata queda lista para recibir la pared.

Cuando el terreno es malo, se siguen básicamente los mismos pasos anteriores sólo que en este caso la anchura de la zanja será mayor que la anchura de la zapata así como su profundidad. Debe dejarse una anchura de 60 cm más y aumentarse la profundidad en 30 cm. En el fondo nivelado de la zanja se deposita una sub-base de recebo de 30 cm de espesor muy bien apisonada y sobre ella se extiende luego la base de mortero. Para fundir la zapata, se ponen formaletas dejando 30 cm de separación a lado y lado dentro de la zanja, aseguradas con soportes de palo apoyados en tablitas sobre las paredes de tierra (Fig. 58).

En terreno rocoso, que es el más resistente, se quita la parte superficial de la roca y se rellenan con mortero las fisuras. En una zanja de 10 cm de profundidad se funde una capa de mortero y el muro se puede construir directamente sobre él.

Los distintos tipos de suelo clasificados según su resistencia son, de mayor a menor: la roca, las gravas y la arena compactada, la arena de grano grueso, la arena fina húmeda y, en último lugar, las arcillas. En ningún caso la tierra vegetal o los limos. Por esta razón deben excavar las zanjas por lo menos hasta encontrar un suelo más estable, removiendo totalmente la capa vegetal.

Cuando el terreno es fangoso o de mala compactación o cuando en el lugar hubo antes un lago o pantano, las zapatas por sí solas no garantizan la estabilidad de la obra y pueden presentarse hundimientos o asentamientos fuertes de la construcción. Cuando esto sucede, algunas partes

de la casa se hundan más que otras y los muros se agrietan. Si los asentamientos continúan, las grietas se amplían y finalmente el edificio se cae. Pero aun si esto no llegare a ocurrir, podrían presentarse asentamientos uniformes exagerados de tal modo, que crearían graves incomodidades.

El problema anterior se resuelve con una cimentación flotante que consiste en una losa de concreto armado del tamaño de la casa. También se puede resolver el problema hincando o enterrando pilotes. Estos son una especie de postes metálicos, de madera o de concreto cuyo fin es el de hacer contacto con un suelo más firme a considerable profundidad para transmitir hasta él el peso del edificio.

## CAPITULO IV

### Paredes y muros tradicionales

#### 1. Características de una pared

Las características de las paredes dependen de su destinación, pero en general se dividen en dos grupos:

Los muros, que son paredes gruesas para soportar grandes cargas como el peso de los pisos superiores y del techo; y

los entrepaños y tabiques que son paredes más bien delgadas cuyo fin es el de separar las distintas habitaciones de la casa.

Existen otros tipos de paredes como las de caja de escalera que sirven de apoyo a las escaleras; las paredes para cerramientos que se construyen en los límites de lotes y fincas; y los muros de contención que detienen los derrumbes de tierras.

Los materiales que sirven para edificar muros y paredes deben escogerse de acuerdo con las funciones que habrán de desempeñar. Podemos enumerar a grandes rasgos las características principales que deben tener los materiales, del modo siguiente:

**Resistencia:** mientras más macizo sea el material y mientras tienda menos a desmoronarse o a quebrarse, será más apropiado. Como ejemplos tenemos la piedra natural, los ladrillos de barro cocido y los bloques prefabricados de hormigón.

**Aislamiento del calor y del frío:** se obtiene con materiales ligeros y porosos. El ladrillo hueco y los bloques huecos de hormigón son los materiales a propósito para este aislamiento.

**Aislamiento del ruido:** este aislamiento se obtiene por la combinación de materiales macizos y porosos.

**Resistencia a la humedad:** los materiales no sólo deben repeler la humedad, sino que en presencia de ella no deben sufrir reblandecimientos notables.

## **2. Mampostería en piedra natural**

La piedra es el material más antiguo empleado en albañilería, aunque actualmente se usa más como elemento decorativo que como soporte de cargas. Las piedras se denominan mampuestos cuando pueden ser manipuladas por una sola persona. El mampuesto rústico tal como se presenta naturalmente, tiene las más variadas formas: puede ser un bloque redondeado o anguloso o venir en placas y pizarras.

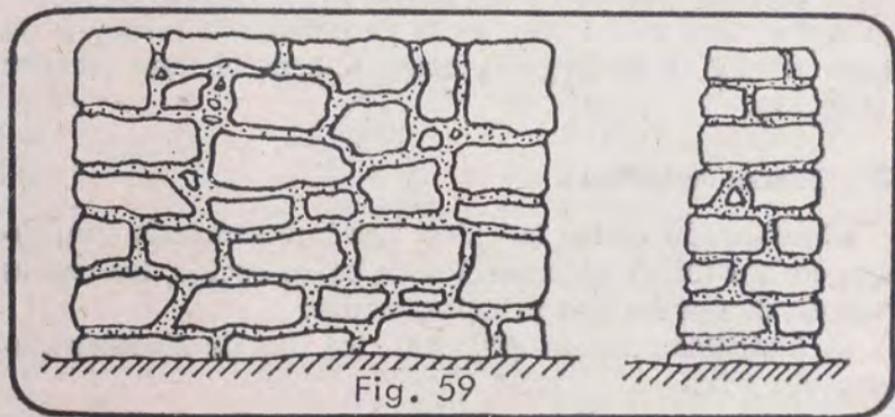
**Clasificación de las piedras y usos.** En la práctica de la construcción, las piedras naturales se clasifican en piedras calizas y otras piedras como areniscas, granito, basalto, etc. Pero desde el punto de vista de su empleo se pueden clasificar en piedras para edificar y piedras para decorar:

**Piedras para edificar:** generalmente son piedras calizas o areniscas homogéneas, esto es, formadas por partícu-

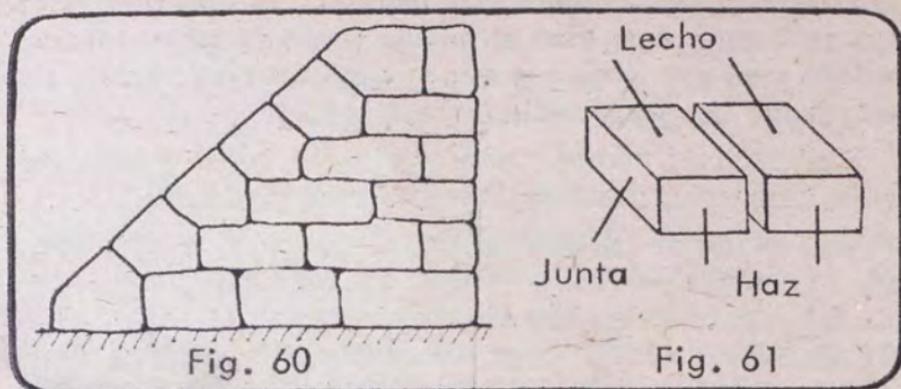
las de la misma clase, y no fisuradas, es decir, sin grietas ni venciduras. Esto se puede probar dando un martillazo seco y si el sonido que se produce no es muy claro es porque la roca tiene alguna fractura.

Piedras para decorar: son el granito, basalto, lava, pómez, alabastro, pizarra, jaspe, mármol y fluorita.

**Colocación de las piedras.** La disposición de las piedras en una mampostería se llama aparejo. La presentación de este aparejo depende de las piedras empleadas y de la habilidad del albañil para colocarlas. El aparejo se llama no concertado cuando está hecho de materiales en bruto, es decir, sin pulimento de ninguna especie. Las piedras se pegan con mortero y las juntas no deben pasar nunca de 4 cm. Los espacios mayores de 4 cm deben rellenarse con fragmentos de piedra (Fig. 59).



**Espesor de las paredes.** Depende de las piedras empleadas en su construcción pero casi siempre es mayor de 30 cm. Los mampuestos labrados permiten ajustes muy aceptables y así se puede edificar un aparejo sin mortero que se llama mampostería en seco (Fig. 60).



**Sillares.** Se denomina sillares a los mampuestos labrados, tallados y perfectamente pulidos. Un aparejo de sillares da un acabado perfecto que se llama aparejo concertado. Los sillares se asemejan en su forma y tamaño a los ladrillos macizos y sus distintas caras reciben los siguientes nombres: lecho, es la cara mayor; junta, es la cara lateral más larga; y haz, que es la cara menor (Fig. 61).

### 3. Muros de ladrillo

**Clasificación de los ladrillos.** Los ladrillos más empleados en la construcción son los de barro cocido, los cuales vienen de dos formas principalmente:

a) Ladrillos macizos (Fig. 62): los hay de diversas clases, que son:

Ladrillo tolete: tiene un peso promedio de 3.6 kg y mide 25 x 12 x 7 o 25 x 12 x 6½ cm. Es compacto y bien conformado.

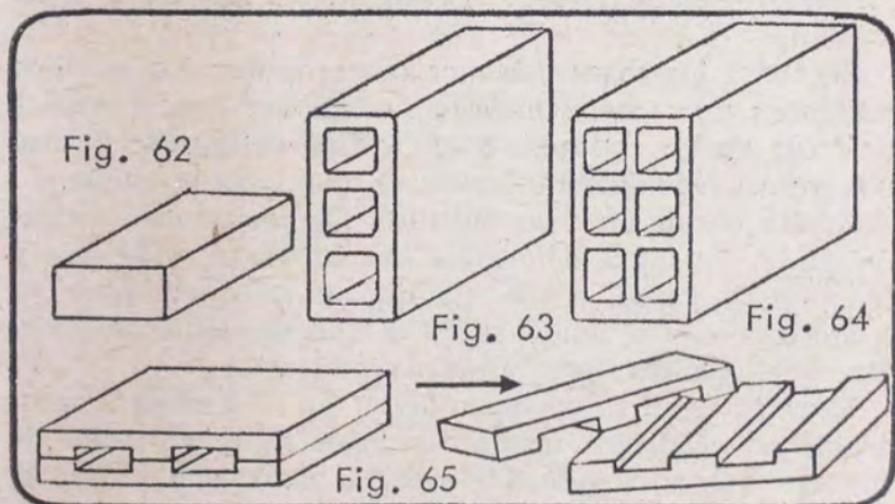
Ladrillo tolete recocido: tiene las mismas dimensiones que el anterior pero su aspecto es diferente porque es algo irregular y más poroso. Sus aristas no son bien definidas.

Ladrillo tolete fino: tiene también las mismas dimensiones pero presenta en cambio muy buen acabado. Se utiliza en fachadas y paredes a la vista; se consigue con acabado por una o ambas caras.

Ladrillo prensado: pesa alrededor de 3 kg y es un poco menos resistente. Sus dimensiones son 24 x 12 x 6 o 24 x 12 x 5½ cm.

Ladrillo vitrificado: pesa en promedio 4 kg y se consigue generalmente por encargo especial. Mide 25½ x 12½ x 6 cm.

b) Ladrillo hueco: viene por números definidos así: ladrillo hueco N° 4: pesa 5.4 kg en promedio y es algo menos resistente que el ladrillo tolete. Sus dimensiones son 33 x 23 x 9 o 33 x 23 x 12 cm, y trae una sola fila de tres huecos (Fig. 63).



Ladrillo hueco N° 5: es producido en dos tamaños, grande de 33 x 23 x 12 o 33 x 23 x 15 cm, y pequeño de 33 x 17½ x 11½ cm con peso de 5 kg y más resistente pero

más escaso. Ambos traen dos filas de tres huecos cada una (Fig. 64).

Ladrillo hueco N° 6: es producido sólo por algunas fábricas en tamaño de 33 x 23 x 18 cm y no es común.

Existen también otros tipos de ladrillos según las necesidades, y entre ellos tenemos:

Ladrillo tablón y tableta de ladrillo: se usa especialmente para pavimentar pisos, para repisas de ventanas y para otras obras de acabado y decoración. Se encuentran en tamaños de 33 x 33 cm, 25 x 25, 25 x 12 y 12 x 7 cm (Fig. 65).

Ladrillo refractario: son fabricados especialmente para soportar mucho calor y son ideales para chimeneas, hornos y tarimones.

Ladrillo de escoria: para losas aligeradas de concreto.

Bloque prefabricado de hormigón: los hay de 40 x 19 x 9 cm.

En todos los casos debemos observar que los ladrillos presenten un aspecto uniforme. Cualquier cambio visible de color en un mismo ladrillo indica peligro de que se rompa. Además deben estar libres de grietas o fisuras.

**Puesta en obra de los ladrillos.** La posición de los ladrillos en un muro determina las dimensiones de éste y la clase de pared, según sea que se coloquen sobre su lecho o de canto, longitudinal o transversalmente. Existen los siguientes tipos de muro según esto:

Muro tabicón: es un muro de 25 cm de anchura, construido con ladrillos macizos puestos sobre su lecho de manera que su longitud mayor, la de 25 cm, forme el ancho del muro. Para construir un metro cuadrado de pared en tabicón se necesitan de 100 a 104 ladrillos toletes comunes de 115 a 120 prensados, de 24 a 33 ladrillos huecos N° 4, y de 20 a 24 ladrillos huecos N° 5 (Fig. 66).

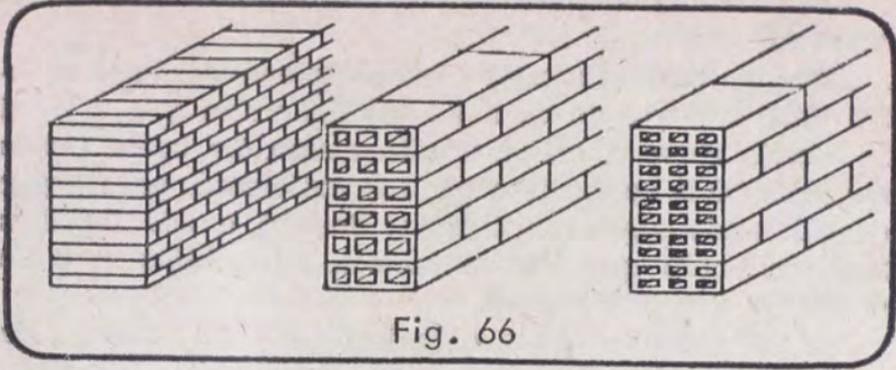


Fig. 66

Muro tabique: tiene de 12½ a 15 cm de espesor y se construye poniendo los ladrillos a lo largo de manera que su medida de 12 cm esté a lo ancho del muro. Se llama también muro sencillo mientras que el anterior se considera muro doble. Para un tabique se requieren de 52 a 56 ladrillos toletes comunes, de 60 a 65 prensados, 13 N° 5 (Fig. 67).

Muro en pandereta: se construye en ladrillo macizo puesto de canto, de modo que la anchura del muro resultará ser de 5,5 a 7 cm y se necesitan, por metro cuadrado de pared, 30 ladrillos toletes o 32 prensados (Fig. 68).

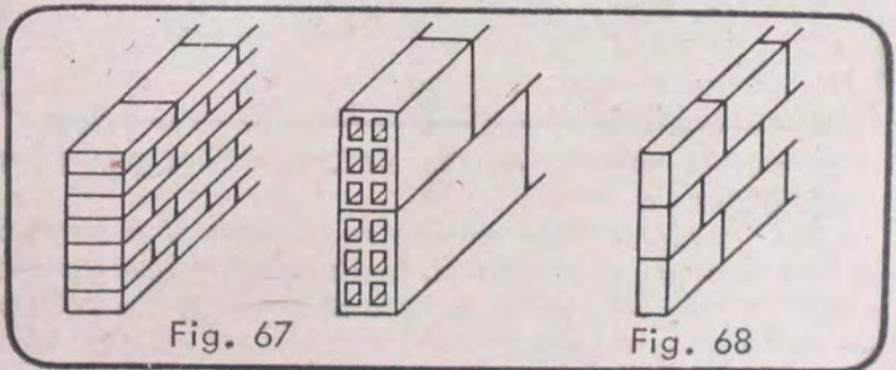


Fig. 67

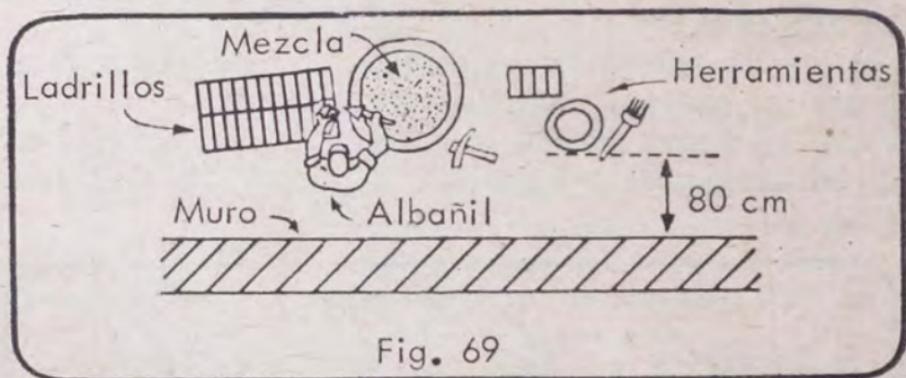
Fig. 68

La puesta en obra de los ladrillos implica ordenar previamente el sitio de trabajo:

La batea para el mortero, que debe emplear cada albañil debe situarse de 60 a 80 cm del muro y a 1 m si la mezcla se va a preparar allí mismo. La batea puede contener 80 lt de mortero que son suficientes para pegar considerando algunas pérdidas, de 190 a 250 ladrillos macizos según que sea en tabicón o en tabique, o de 69 a 150 ladrillos huecos.

Los ladrillos se apilan a la izquierda del mortero de manera que el albañil pueda cogerlos sin dificultad con la mano izquierda. No hay que cargar demasiado los andamios por razones de seguridad.

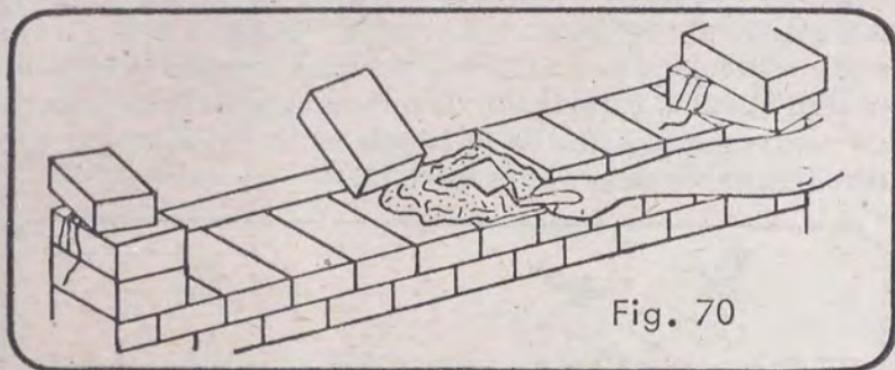
A la derecha del mortero se ponen los instrumentos tales como la plomada, el nivel, las cuerdas, brochas y un balde de agua (Fig. 69).



La marcha en la colocación de los ladrillos puede ser como sigue:

Sobre la zapata bien mojada se extiende una porción de mortero con el palustre comprimiendo y restregando suave pero firmemente el ladrillo contra él hasta dejarlo en su posición correcta.

Se repite el proceso en el otro extremo de la zapata y se atiranta por el borde de los dos ladrillos una cuerda sujeta por ladrillos sueltos (Fig. 70). Hay que verificar la ubicación del muro sobre el eje del cimiento controlando su anchura por cuerdas tendidas sobre las marcas azules de los puentes en los extremos del alineamiento.

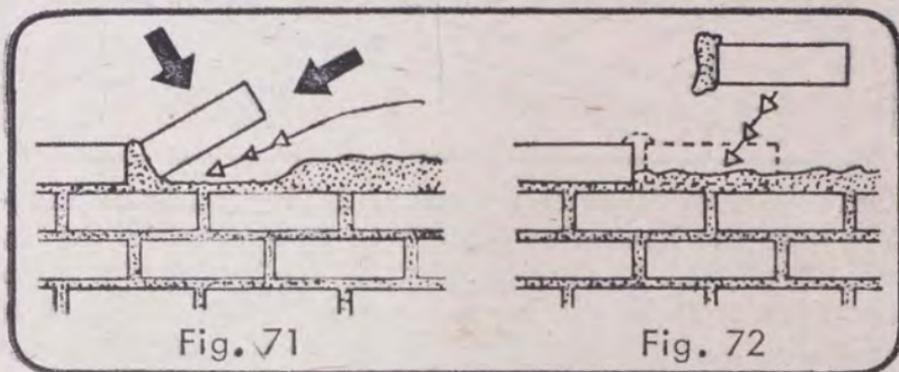


A continuación procederemos a seguir pegando los ladrillos húmedos haciendo coincidir su borde superior con la cuerda de guía. La capa de mortero bajo los ladrillos varía entre 0.6 y 2 cm y se conoce con el nombre de pega o junta horizontal o de hilada. Al sentar los ladrillos deberán quedar perfectamente nivelados, y es importante advertir que no basta mojarlos rápidamente con la brocha para que peguen bien. En lo posible hay que sumergirlos en agua antes de la colocación y durante bastante tiempo. Además, todo ladrillo que se rompa durante el asentamiento deberá ser desechado.

Para asegurar una buena adherencia, se puede seguir uno de estos procedimientos: se distribuye el mortero de la junta horizontal y se aplica un poco de él contra el otro ladrillo de manera que al colocar el segundo quede relleno el espacio entre los dos haces (Fig. 71), o se aplica una pe-

queña porción de mortero con el palustre sobre el haz del ladrillo que se va a colocar (Fig. 72). Esta pega entre ladrillos consecutivos se denomina junta vertical y por ningún motivo debe llenarse por arriba aunque lo hacen así muchos obreros.

Cuando se haya terminado de sentar la primera hilada de ladrillos, procederemos a levantar la piola para guiarnos en la colocación de la segunda, siguiendo los mismos procedimientos y cuidando de que cada ladrillo esté corrido con respecto a los de la hilada anterior de modo que descansen sobre dos de ellos (Fig 72).



En la medida en que vayamos avanzando en hiladas iremos vigilando la verticalidad de la pared de la siguiente manera: en las primeras hiladas del muro con el nivel de aire (Fig. 73), y en los arranques y esquinas de mayor altura con la plomada. (Fig. 74). Se sujeta el cordel con el índice, se espera que el plomo deje de oscilar y se bornea de abajo hacia arriba. La horizontalidad en longitudes cortas se comprueba con el nivel de aire pero si son mayores se emplea un listón para apoyarlo. En tramos grandes, para reducir la inexactitud, se puede emplear un nivel de manguera (Fig. 75).

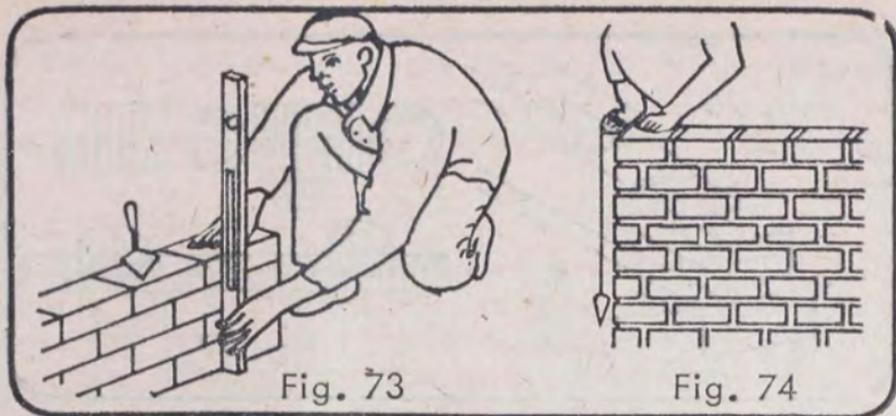


Fig. 73

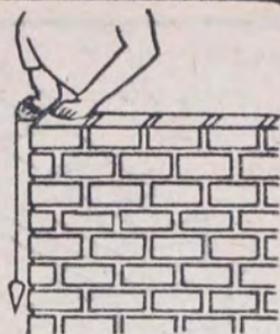


Fig. 74

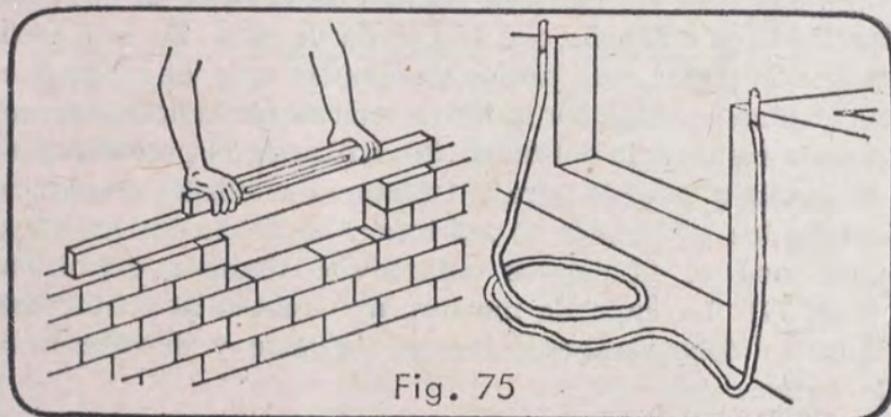
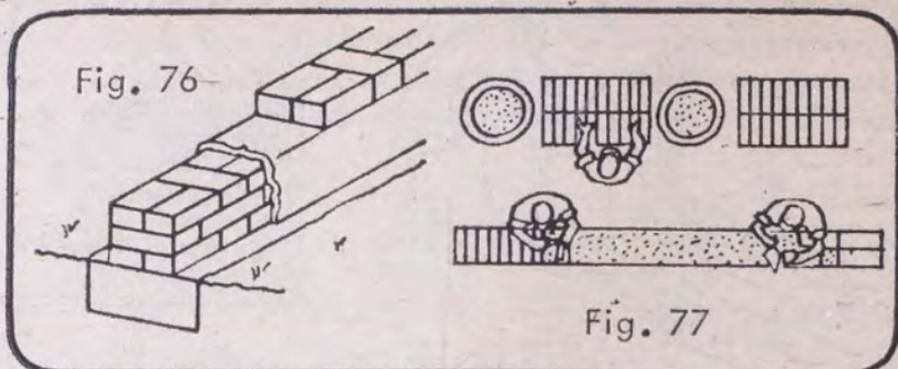


Fig. 75

Las tres primeras hiladas que se ponen encima de la zapata forman lo que se llama un sobrecimiento construido en ladrillo tolete recocido y pegado con mortero 1:3. Debe recubrirse con mortero de la misma clase mezclado con un impermeabilizante para evitar que la humedad pase a la parte superior del muro (Fig. 76).

Otro procedimiento para la colocación de los ladrillos es el siguiente:

Se extiende el mortero sobre toda la última hilada que se haya puesto humedeciéndola previamente con la brocha.



Se asientan los ladrillos encima de la capa de mortero haciéndolos coincidir con la cuerda de guía. En este caso se suelen poner muy juntos uno contra otro, de modo que no queden pegados por la junta vertical perjudicándose un poco la resistencia del muro. Sin embargo, el procedimiento resulta adecuado para el trabajo en cuadrilla donde los ayudantes extienden el mortero y alcanzan los ladrillos para que el oficial los asiente de manera definitiva (Fig. 77). La capa de mortero que reboşa al sentar los ladrillos debe recogerse con el palustre y devolverse a la batea.

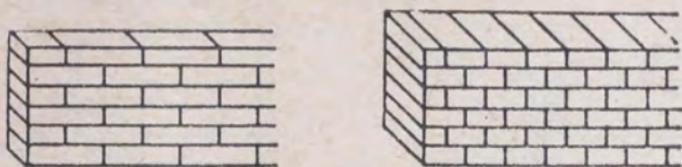
#### 4. Aparejos y fachadas

La superficie frontal de un muro se llama fachada y su presentación depende del modo de aparejar los ladrillos, es decir, del modo de colocarlos, sobre todo, si han de quedar a la vista. Además, por razones de consistencia, se suele elegir un tipo de aparejamiento para cada caso. Los más usuales son los siguientes:

**Aparejo corriente:** si se trata de un muro tabique se ponen los ladrillos longitudinalmente. Si es un muro tabicón

se ponen transversalmente o a lo largo si son ladrillos huecos (Fig. 78).

Fig. 78



Aparejo francés: se pueden presentar dos casos. Para muro tabicón (25 cm de ancho) se intercalan las hiladas de modo que en una vayan los ladrillos transversalmente y en la otra longitudinalmente de a dos en fondo (Fig. 79). Si se trata de un muro más grueso, muro triple, en cada hilada se ponen ladrillos transversales y longitudinales alternadamente (Fig. 80).

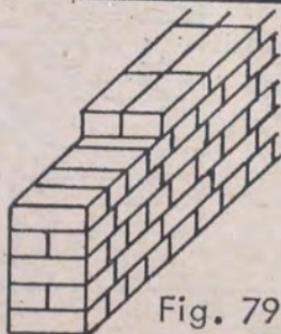


Fig. 79

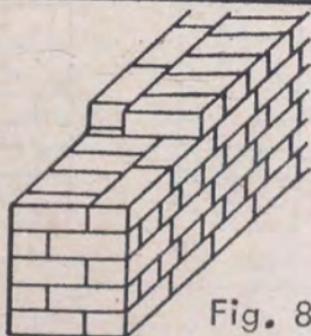
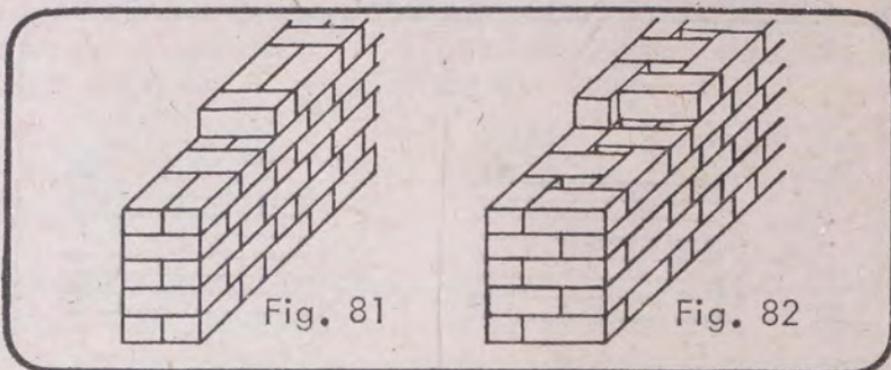


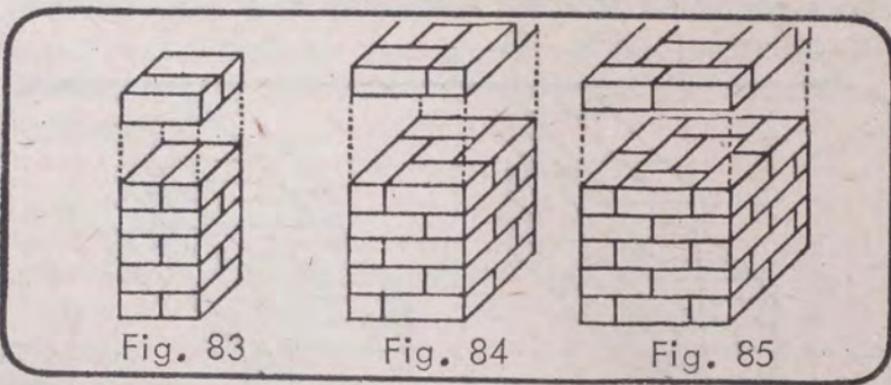
Fig. 80

Aparejo inglés: en muros tabicones, se ponen dos ladrillos longitudinales y uno transversal en forma sucesiva por cada hilada (Fig. 81). Para muros triples se ponen los

ladrillos a escuadra en dos filas por cada hilada alternadamente (Fig. 82).



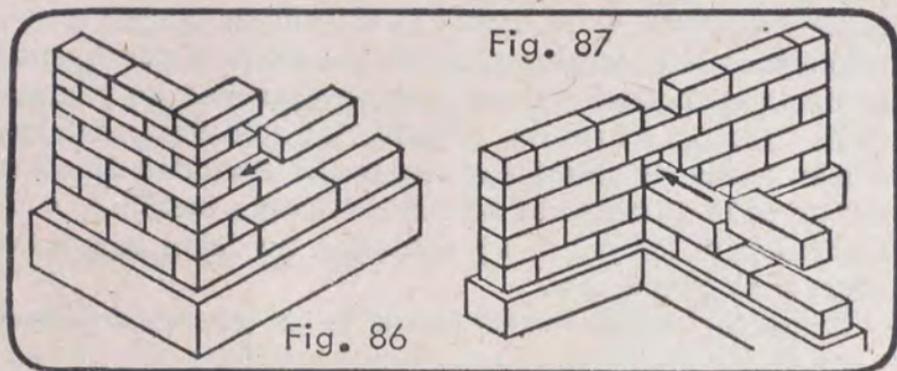
Aparejo de columna: para columnas cuadradas de 25 x 25 cm se ponen los ladrillos de dos en dos haciendo que una hilada quede al través de la anterior (Fig. 83). Para columnas de secciones mayores se puede proceder como se indica en las figuras 84 y 85.



### 5. Esquinas y enlaces de paredes

La esquina de una pared y su enlace con otra permiten el apoyo mutuo de los tramos, evitando los peligros de agrietamiento y dando mayor consistencia a la edifica-

ción. El aparejo de una esquina se llama encadenamiento, aprovechando el efecto de que en los extremos de los muros queda un ladrillo saliente y otro entrante en forma consecutiva (Fig. 86). Este mismo efecto permite enlazar dos paredes que se encuentran perpendicularmente, y se llama traba o endentado (Fig. 87).



## 6. Abertura para puertas y ventanas

Las aberturas practicadas en las paredes se llaman vanos. En lenguaje de construcción se dan sus medidas mencionando primero la anchura y luego la altura. Así por ejemplo, una ventana de 1.80 x 1.50 corresponde a una que tiene un metro con ochenta centímetros de anchura por un metro con cincuenta centímetros de altura.

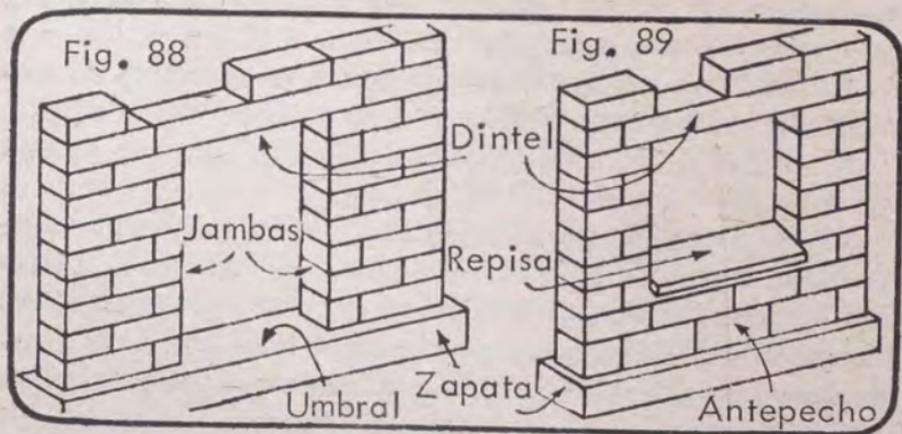
El conjunto del vano toma el nombre de marco y consta de las siguientes partes (Fig. 88):

**Dintel:** forma la parte superior del marco. Para su construcción se puede colocar un soporte de madera o un tablón sostenido por parales sobre el cual se van poniendo los ladrillos debidamente pegados con mortero. Si el vano es demasiado amplio, se prefiere fundir primero una viga en concreto armado de la misma anchura que la pared y de

20 a 25 cm de altura, y después del fraguado se continúa sobre ella el resto de la pared. También se puede colocar un dintel prefabricado en vigueta de concreto, o preparar una viga de ladrillo hueco pasando los hierros por los orificios y rellenando después con mortero.

Las partes de las paredes a los lados del marco y que sirven de soporte al dintel se conocen como jambas en algunas regiones, y un elemento delgado de ladrillo adherido a ellas se denomina mocheta, en donde generalmente se dejan empotrados unos bloques pequeños de madera de 12 x 12 x 5.5 o 7 cm con puntillas a medio clavar o forrados en malla de alambre sin vena. La finalidad de estos chazos es la de asegurar a ellos los marcos metálicos o de madera para las puertas y ventanas. Se dejan separados entre sí de 40 a 50 cm.

La parte del piso en los vanos de las puertas se llama umbral, y en las ventanas la pared inferior se conoce como antepecho. Sobre él se coloca ladrillo tablón, solera prefabricada o una capa de mortero con desnivel hacia afuera, la cual toma el nombre de repisa o alfagía (Fig. 89).



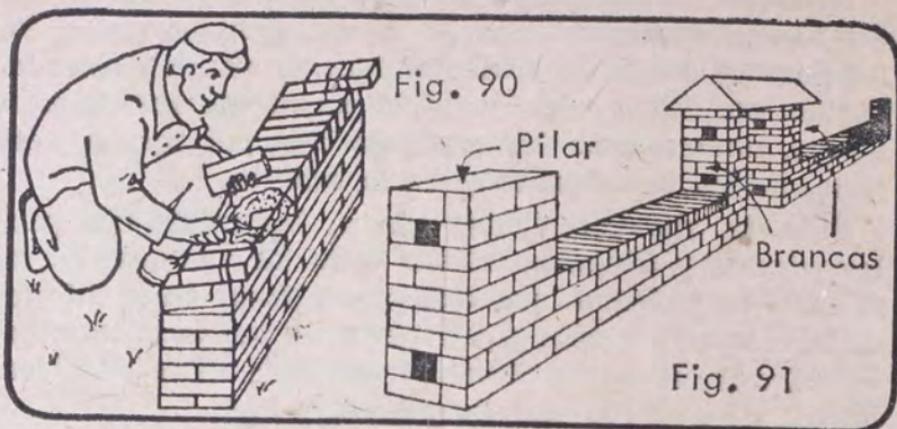
La altura de las puertas se toma por lo general de 2 m, con lo cual el dintel queda de 20 cm, pues normalmente las paredes interiores tienen 2.20 m de altura. Los antepechos no deben pasar de 1.20 m ni ser inferiores a 25 cm, aunque esto depende más bien del tipo de ventana, de las necesidades y de la estética.

Para la anchura de los vanos, bastan 90 cm para las puertas y distintos valores para las ventanas según el caso. Se entiende que todas las alturas en el interior de la casa se toman a partir del nivel del suelo terminado; el vano se marca desde el principio sobre el alineamiento de acuerdo con los planos.

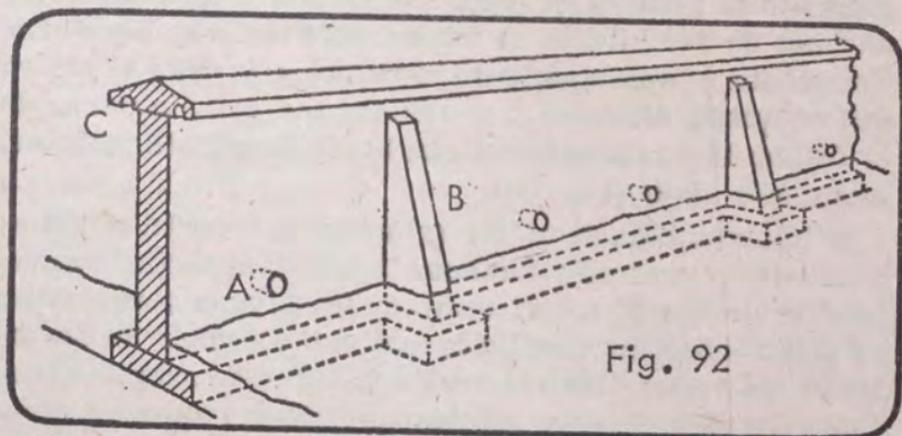
## 7. Muros para cercar

**Cercas bajas.** Las zanjas de cimentación se replantean como lo vimos anteriormente, y no se excavan a mucha profundidad. El cimiento suele ser de mezcla de mortero 1:10 con poca agua y bien apisonado. Encima del cimiento se levanta el muro con mortero de pega 1:4 y después de dos hiladas se impermeabiliza si es necesario. Terminado el aparejamiento escogido, se verifica la altura que se quería alcanzar y se remata con ladrillo poniendo la última hilada a sardinel con ligera pendiente para que escurra el agua (Fig. 90).

Si la cerca baja se quiere combinar con verja, se deben construir pilares más o menos bajitos y repartidos a distancias de 3 a 5 m. Al levantar los pilares o mochetas, se dejan listas las cavidades que van a recibir los soportes de las verjas. Cuando las mochetas son bastante altas, como por ejemplo para soportar un pórtico, toman el nombre de brancas y en algunos casos vale la pena remplazarlas por columnas de hormigón (Fig. 91).



**Cercas altas.** Estos muros exigen gran estabilidad y se construyen sobre cimientos de 30 a 40 cm de anchura y más profundos que para las cercas bajas. Para estas, en cambio, la anchura del cimiento es igual a la del muro. En terreno con declive, los muros quedan enterrados por un lado y conviene entonces dejar tubos a través del muro para permitir el paso del agua (A en la Fig. 92).



Sobre el cimiento se levanta el muro reforzándolo con bracas o machones que también se conocen como contra-

fuertes (B). Para impedir la penetración de las lluvias por encima, se protege con un coronamiento prefabricado de concreto, de modo que sobresalga a ambos lados con una proyección hacia abajo que sirva de goterón (C). Se puede coronar también con tejas pero en cambio no sería recomendable una hilada de ladrillo a sardinel.

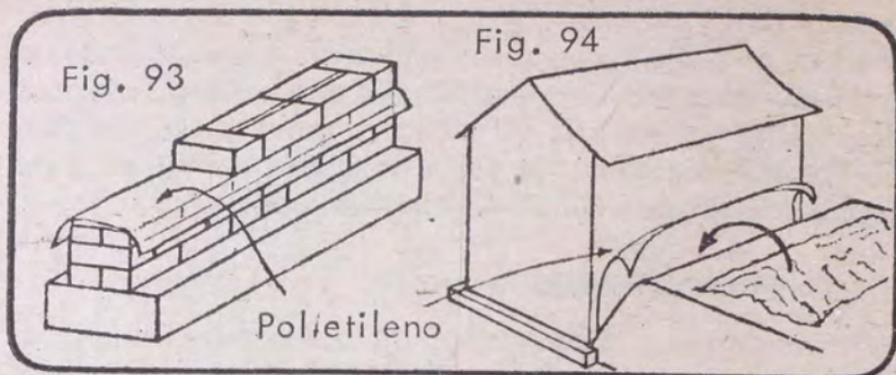
## 8. Impermeabilización de muros

Un material es permeable cuando el agua puede pasar a través de él metiéndose por entre sus porosidades. En cambio se dice que es impermeable cuando detiene el paso del agua. En las construcciones hay necesidad de impedir que el agua de la lluvia o la humedad del suelo penetre al interior y a esto se le llama impermeabilizar.

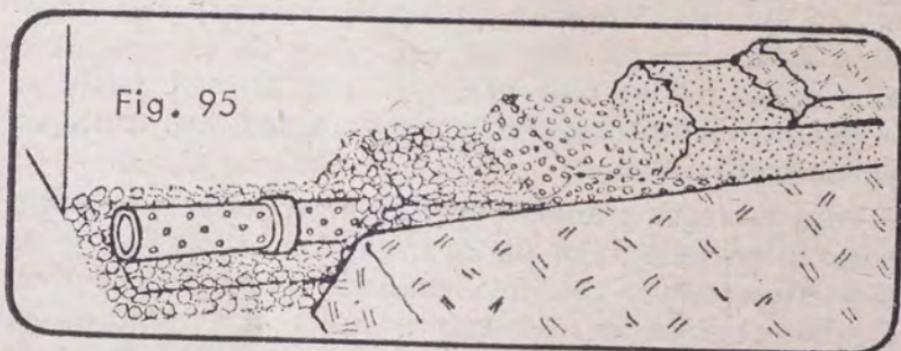
Como vemos en la figura 93, se ha puesto una tira de polietileno calibre N<sup>o</sup> 6 a lo largo de la tercera hilada o sobrecimiento de la pared, para impedir precisamente que la humedad del suelo pase a la parte superior. También se acostumbra colocar una pieza de tela asfáltica aunque es menos eficiente que el plástico. Cuando se requieran varios tramos de polietileno, se deben traslapar por lo menos 10 cm.

Para proteger grandes superficies expuestas a la lluvia como la parte exterior de los muros, se utiliza pañete de mortero amasado con una emulsión impermeabilizante. Cuando el nivel del suelo externo sea más alto que el del interior de la casa, se puede extender polietileno entre la pared y la tierra, así como antes de poner la tierra en jardineras interiores (Fig. 94).

Con el objeto de evacuar el agua que se infiltra en el suelo junto a los muros, se excava una zanja por el exterior del cimiento y se recubre el fondo con una capa de



grava. Sobre esta se tiende una tubería de drenaje que consiste en tubos de gres con perforaciones en la superficie por donde penetra el agua, se instala como lo veremos en el capítulo VII. Sobre la tubería se pone más grava, luego una capa de gravilla, encima arena de grano grueso apisonada y finalmente el suelo común (Fig. 95).

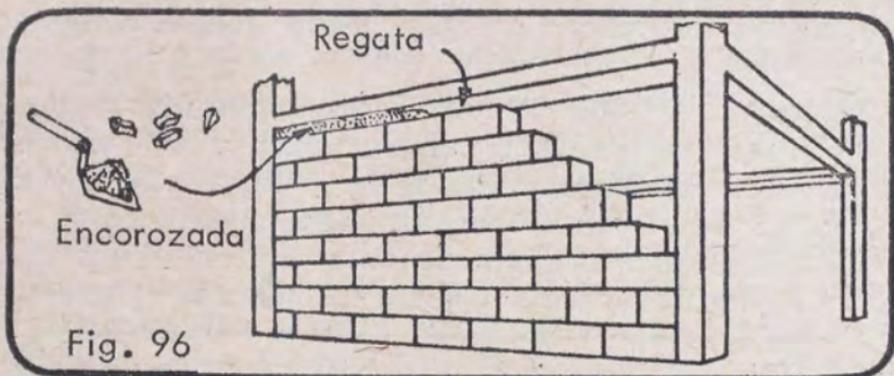


## 9. Acabados de paredes

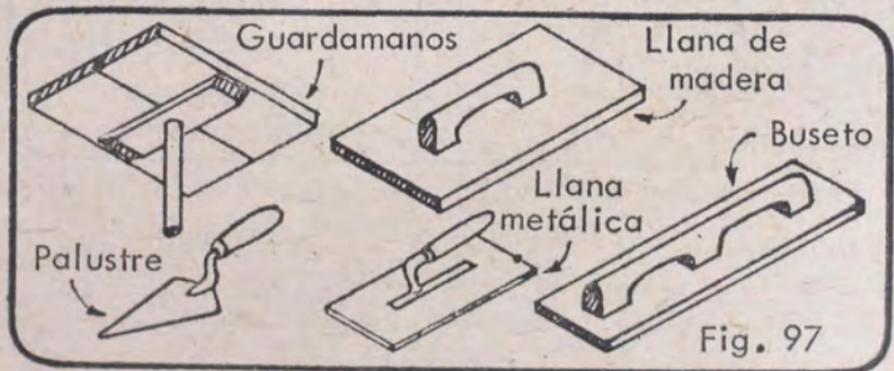
Los acabados de un muro son los trabajos finales de su construcción después de haber sido levantado.

**Escorozada.** Algunos muros al recibir directamente las vigas o losas de los pisos superiores quedan cubiertos por

ellas sin dejar cavidades, en tanto que en muchos otros se presenta un espacio entre su parte superior y el cielo raso en donde ya no cabe una hilada más. Este espacio se llama regata y el relleno con mortero y pedazos de ladrillo se denomina encorozada o revoque (Fig. 96), lo mismo que cualquier relleno de ranuras u orificios practicados en la pared.



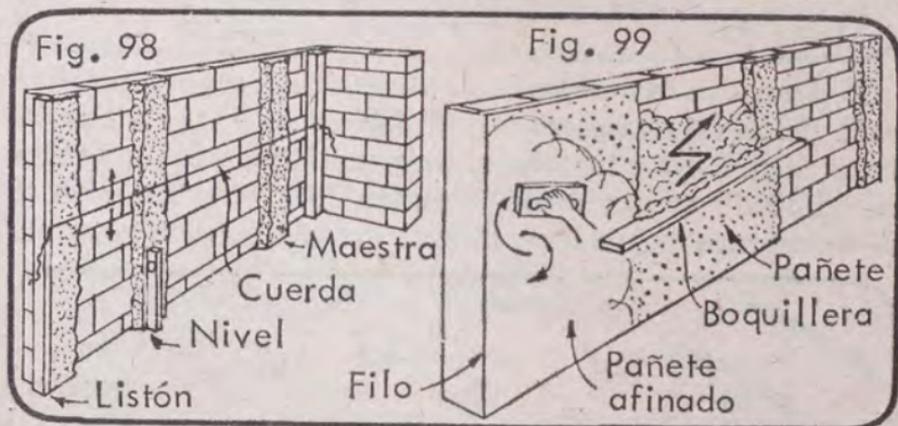
**Pañete.** Los instrumentos que se utilizan para pañetar son: palustre, esparavel o guardamanos, fratás o buseto, llana de madera y talocha o llana metálica, aunque varían de nombre y forma según la región (Fig. 97). También se usan listones de madera, brocha grande y balde de agua.



La elección del mortero se hace de acuerdo con la destinación del local o del muro y la arena se escoge de grano más bien fino. El espesor del pañete es por lo general de 2 cm y el procedimiento para aplicarlo puede ser el siguiente:

Tomamos dos listones delgados de 2 cm de espesor y los fijamos al muro verticalmente con clavos de acero, controlando la verticalidad con la plomada o con el nivel de aire.

Verticalmente sobre el muro aplicamos franjas angostas de mortero enrasadas con un listón llamado iguala o boquillera, separadas entre sí de 80 cm a 1.50 m y a 20 cm de los rincones. Regulamos su verticalidad y su espesor deslizándola una cuerda atrantada sobre los listones fijos y les damos el nombre de maestras (Fig. 98).



Con la brocha humedecemos los tramos intermedios y con el palustre tomamos el mortero del guardamanos lanzándolo con un ligero impulso hacia arriba y con fuerza sobre la pared para que se adhiera bien y colme todas las irregularidades. Luego se enrasa con la boquillera apoyada sobre las maestras haciendo un movimiento de

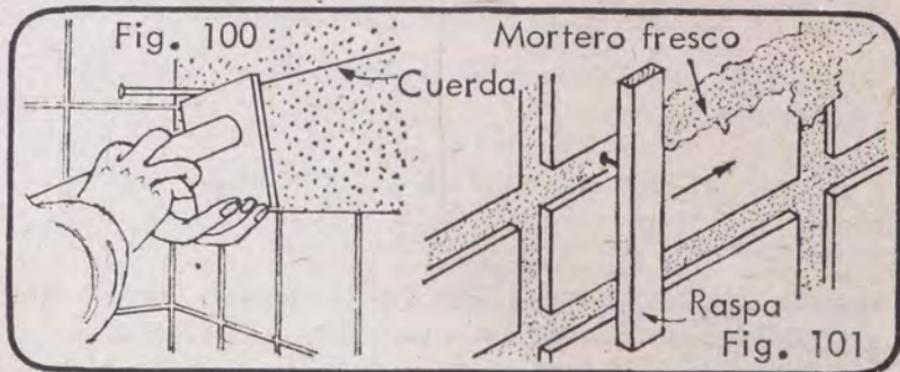
zigzag hacia arriba y, finalmente, con mortero bastante húmedo y aplicado en pequeñas cantidades, afinamos la superficie del pañete valiéndonos para esto de la llana y moviéndola en círculos sobre la pared (Fig 99).

Los pañetes interiores exigen un afinado más perfecto que los exteriores con el objeto de poder aplicar la pintura. Para enlucir el exterior de la obra se utiliza carburo o cal y para el interior usualmente vinilos. Un galón de carburo alcanza aproximadamente para 45 m<sup>2</sup>.

Antes de aplicar la pintura sobre los pañetes lisos, se coloca una base de estuco que consiste en una mezcla de caolín, cemento blanco y yeso, la cual se acostumbra a colocar en tres etapas: una primera mano bastante líquida en una porción que alcanza para dar cubrimiento a 40 m<sup>2</sup>, una segunda mano con menos agua y cubrimiento de 20 a 25 m<sup>2</sup>, y una tercera mano como la anterior. Se deben dejar de 4 a 5 días para que seque el estuco y si presenta agrietamientos es señal de que le hace falta cemento blanco. Un bulto de yeso pesa unos 40 kg, uno de caolín 25 kg y uno de cemento blanco 42½ kg. La pintura se aplica sobre el estuco perfectamente liso en dos o tres manos.

Es posible que en algunos casos no sea necesario enlucir los muros con pintura y por ello el afinado no debe ser tan exigente, ni se aplica estuco como en los baños y cocinas enchapados en baldosas de porcelana (cerámica). Estas se pegan con mortero 1:2 o 1:1 y a veces con cemento puro. Las ranuras entre baldosas se rellenan con cemento blanco, lo cual recibe el nombre de emboquillamiento. Las baldosas se pegan aplicando una pequeña cantidad de mortero por el reverso y asentándolas sobre la pared con una ligera presión.

En la colocación debemos cuidar de que tanto la pared como la tableta estén suficientemente húmedas para que pegue bien la mezc'la dejando en lo posible varios días en agua las baldosas. Para asegurar la uniformidad, se tiende una cuerda horizontal y se hace coincidir el borde superior con esta cuerda de guía (Fig. 100). Otro posible recubrimiento de enlucido para los muros es el papel de colgadura o el mosaico de vidrio.



**Ladrillos a la vista.** Cuando los muros se construyen en ladrillo tolete fino o ladrillo prensado se pueden dejar sin pañete ni pintura. Para que la fachada quede presentable, se retira durante su construcción el mortero que rebosa al asentar los ladrillos y se practica un acanalamiento conocido como estría o canal en todas las juntas de pega. Para este efecto y para que todas las estrías queden parejas, se construye una raspa de estría clavando una puntilla a una tabla y dejándola sobresalir  $\frac{1}{2}$  o 1 cm. Con la cabeza de la puntilla se quita la pega sobrante pasando la raspa cuando el mortero esté fresco (Fig. 101).

Para evitar que a la pared se adhieran salpicaduras de mortero por trabajos posteriores, se recubre con papel pegado con engrudo.

## CAPITULO V

### Pisos, escaleras y chimeneas

#### 1. Características generales de los pisos

El piso es la capa superior del suelo o el suelo mismo de un lugar abierto o cerrado. Los pisos pueden ser exteriores si corresponden a sectores de la edificación que se encuentran a la intemperie o en los alrededores de la misma como los patios, corredores de acceso, andenes, etc.; son interiores cuando están bajo cubierta y sus características especiales dependen de la finalidad del lugar.

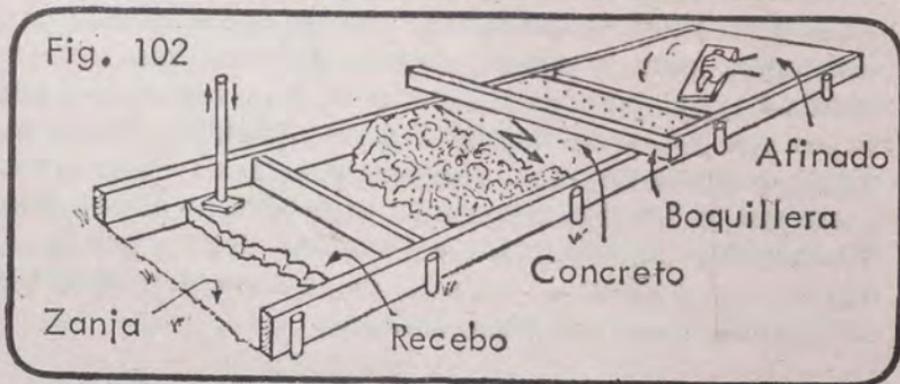
La característica primordial de un piso debe ser su resistencia para soportar cargas, pues un piso que se hunda bajo el peso de las personas y de las cosas sobre él, no nos garantiza estabilidad ni seguridad. Otra condición importante es su resistencia a la abrasión o desgaste por la fricción o rozamiento producido al caminar. Además debe aislarnos de la humedad del terreno impidiendo que penetre al interior de la casa y permitir la escorrentía hacia los desagües.

## 2. Pisos exteriores

**Pisos de concreto.** Se usan especialmente en andenes, corredores de acceso con gran movimiento de personas, plataformas de estacionamiento y bodegas. Se estabiliza primero el suelo removiendo la tierra superficial a poca profundidad y extendiendo una capa de recebo muy bien apisonada. El replanteo se hace de acuerdo con los planos fijando los alineamientos con cuerdas y el concreto se extiende en losas separadas por listones de madera previamente nivelados o por formaletas metálicas separadas entre sí de 2 a 3 m.

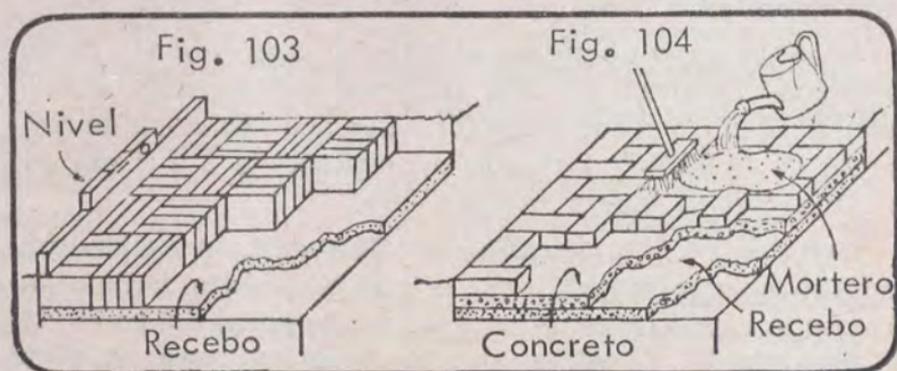
El concreto ya colocado, con espesor mínimo de 7 cm, se enrasa con una boquillera y se afina con llana de madera, redondeando las aristas (Fig. 102). Cuando se trata de rampas, se practican acanaladuras superficiales transversales o en forma de espina de pescado con el objeto de facilitar la rodadura de los vehículos y de evitar que las personas resbalen al caminar.

**Pisos de ladrillo.** Se procede como en el caso anterior, replanteando con cuerdas y apisonando una base de recebo con ligero desnivel hacia donde ha de correr el agua, y sobre ella se asientan los ladrillos pegados con mortero



1:3. Cuando sobre el piso terminado van a pasar carros o vehículos pesados, se pone una base de concreto de 2.000 lb/pulg<sup>2</sup> sobre el recebo y encima de ella se colocan los ladrillos.

Pueden presentarse variadas formas de aparejar los ladrillos para producir diversas figuras, pero en general se hace de dos maneras: con el ladrillo puesto de canto, esto es, puesto sobre su junta o cara delgada más larga (Fig. 103), o con los ladrillos puestos de plan, es decir, asentados sobre su cara más amplia (Fig. 104).



También se puede utilizar ladrillo tablón que resulta muy decorativo y de mucho rendimiento. Las baldosas vienen pegadas de dos en dos y hay que separarlas para el asentamiento (Fig. 65).

**Otros acabados.** En general se siguen los mismos procedimientos descritos atrás y no se debe olvidar el declive para la escorrentía. Se puede poner baldosín, tabletas de retal de mármol, tabletas de arcilla cocida o de porcelana, o placas de mármol o de piedra. En los patios se deja un desagüe central y por consiguiente el desnivel debe tender hacia él. En este caso hay que hacer previamente la instalación de la tubería de desagüe.

### 3. Pisos interiores

**Pisos en la primera planta.** Estos pisos exigen un tratamiento especial de impermeabilización y se construyen siempre con base de concreto de la siguiente manera:

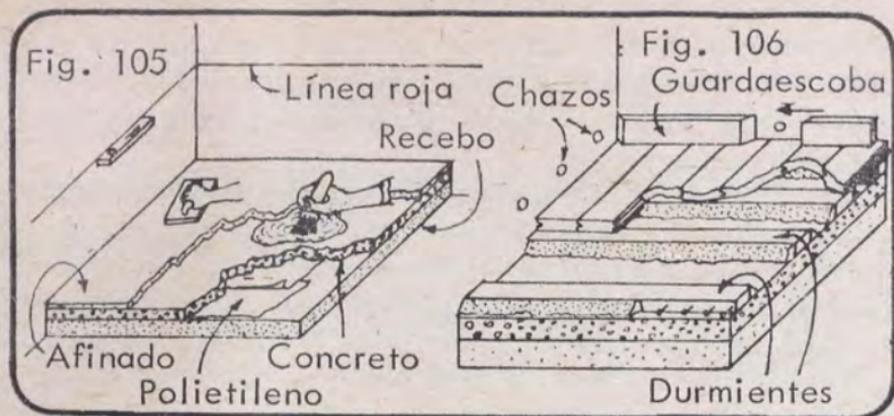
Se utiliza recebo como material de relleno apisonándolo para formar una base estabilizada y debidamente nivelada, para lo cual se traza una raya con lápiz rojo horizontalmente sobre los muros pañetados, aproximadamente por la mitad, y desde ella se toman las medidas convenientes al piso.

Sobre la cama de recebo se extiende una cubierta de polietileno con tiras de este material traslapadas por lo menos 10 cm, y a continuación se coloca una capa de concreto de 2.000 lb/pulg<sup>2</sup>, con un espesor de 5 a 7 cm enrasada con la iguala o boquillera.

Después de tres semanas de fraguado, se aplica una emulsión impermeabilizante a base de asfalto, obligándola con la brocha a penetrar y sellar los poros del concreto.

Finalmente, se afina la superficie con una capa de mortero 1:3 y llana de madera, de dos o tres centímetros de espesor. El suelo así preparado se encuentra listo para recibir el acabado de alfombra, tableta de caucho u otro (Fig. 105).

Si se pone alfombra, debajo de esta se coloca una capa de fique, fieltro o mota de algodón, y contra la pared bordeando el piso se clava el guardaescoba. Este viene en tiros de 3 m en madera liviana de 1.2 cm de espesor por 6 u 8 cm de anchura. Para fijarlo a la pared se empotran en ella chazos pequeños de madera separados entre sí 60 cm, y se clava a ellos con puntilla de 1" sin cabeza. Los tiros se cortan en los extremos a chaflán para que los empalmes queden traslapados. Cuando se utiliza tableta de



caucho para el piso, se puede bordear con guardaescoba del mismo material, pegado directamente sobre la pared sin necesidad de chazos.

El acabado de los pisos en madera, ladrillo tablón, mármol o baldosín no exige un afinado perfecto, pues, cuando es con madera, por ejemplo, se tienden durmientes pegados con mortero 1:4, los cuales llevan puntillas de  $1\frac{1}{2}$ " a medio clavar, con el fin de que queden bien asegurados. Sobre los durmientes separados 35 cm entre sí se fija el tablado.

Las tablas para el piso son listones con un canal longitudinal en un borde y una saliente a lo largo del otro y por esta razón reciben el nombre de listón machihembrado. Se clavan sobre los durmientes con puntilla de 1" por la parte superior de la saliente incrustándola dentro de la hendidura del otro listón. Este se vuelve a clavar y se repite el proceso hasta terminar de tablar el piso. El guardaescoba se pone como lo vimos atrás (Fig. 106).

En los baños se acostumbra enchapar el piso en baldosas de arcilla cocida que se pueden conseguir en tamaño modular de 15 x 7 cm, hexagonales o en jaspe. Si se desea

se puede poner baldosín común, aun cuando en la zona de la ducha conviene instalar más bien mosaico o un material no resbaloso. El mosaico está formado por pequeños cuadritos de 2 x 2 x 1/2 cm pegados con goma a pliegos de papel.

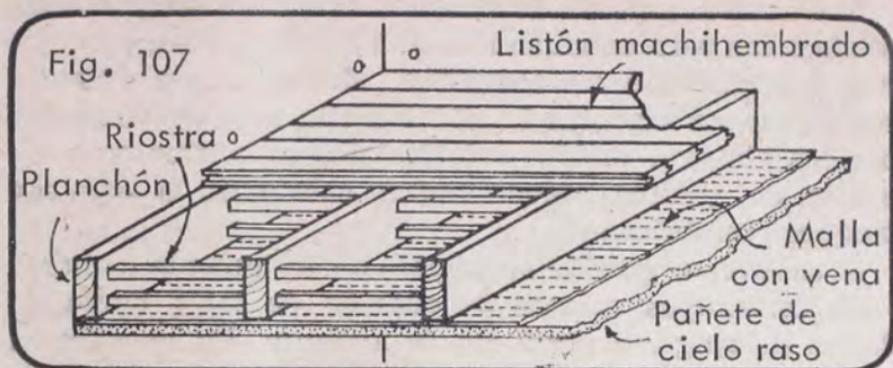
Para instalar el mosaico se utiliza cemento blanco para recubrir el piso o la pared, haciéndolo por zonas, y luego se extiende el pliego de mosaico ejerciendo suave presión sobre el papel para obligar al cemento a que penetre por las ranuras entre los cuadritos. Una vez seco el cemento, se lava con agua y cepillo para desleir y retirar el papel.

**Pisos en la segunda planta.** La parte que corresponde a los acabados se desarrolla de igual manera como se indicó para los pisos de la primera planta, pero la construcción misma del piso es diferente puesto que no hay que impermeabilizar ni extender sub-bases de recebo, como lo veremos en adelante.

#### 4. Entramado de madera

Su finalidad es la de servir de división entre la primera planta y la segunda, suministrando el piso superior y el cielo raso de abajo, es decir, que se compone entonces de tres partes: piso, entrepiso y cielo raso.

El entrepiso es la estructura del entramado compuesto por planchones de madera de 20 x 5 cm de sección apoyados sobre los muros y separados entre sí 50 cm. Los planchones se ponen de canto y entre uno y otro van riostras elaboradas con durmientes. El entablado para el piso se puede colocar directamente clavado sobre los planchones y por la parte inferior de estos se fija un cobertizo de guadua o de malla con vena para el pañete del cielo raso (Fig. 107).



## 5. Losas de concreto armado

Existen dos clases de losa de concreto armado: maciza y aligerada. La losa maciza tiene un espesor uniforme que va desde 15 hasta 25 cm y en algunos casos 30 o 35 cm, con hierros en su parte inferior puestos a lo largo de las luces o espacios entre apoyos formando la armadura principal, y con una armadura menor llamada de repartición, a escuadra de la primera y tendida sobre ella en hierro de  $\frac{1}{4}$ " o  $\frac{3}{8}$ ".

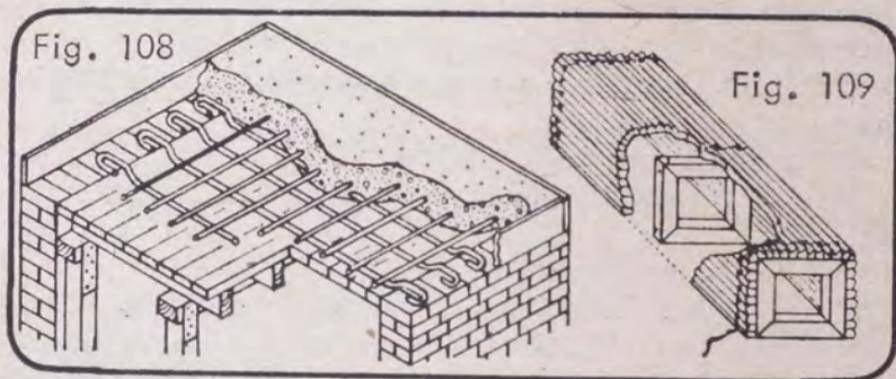
Para fundir la losa se arman las formaletas sobre paraes por secciones llamadas camillas, las cuales se fabrican en listón y repisa. También se usan formaletas metálicas sobre cerchas de 3 a 5 m de longitud y de 18 cm de altura, sostenidas mediante paraes metálicos ajustables. Sobre ellas se arman los hierros según los planos y se vierte el concreto en una sola operación. No se puede interrumpir el trabajo y dejar para después porque entonces la losa no queda continua. Ocurre como si se hubieran fundido dos placas separadamente apareciendo un punto débil en la unión entre ellas. Terminada la plancha es necesario rociarla varias veces con bastante agua para el fraguado (Fig. 108).

Las losas aligeradas de concreto armado son igualmente efectivas pero muchísimo más livianas que las anteriores. Básicamente se componen de una losa delgada soportada por viguetas fundidas a ella y su construcción implica elaborar moldes o formaletas especiales generalmente de guadua, denominados casetones, o emplear bloques prefabricados.

El casetón de guadua se prepara de la siguiente manera:

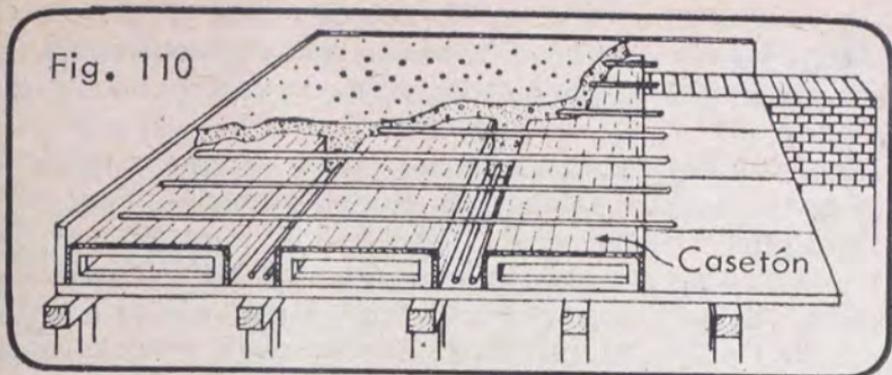
Se construyen marcos de cuartón de tabla burra de 25 cm de longitud por 7 cm de anchura. Un cuartón es la cuarta parte del ancho de una tabla burra de 28 cm, y se clavan con puntilla de 1½" o 2".

Armados los marcos, se clava a ellos una esterilla de guadua con alambre negro N° 18 y puntilla de 1" cada 5 cm, dejándolos separados entre sí de 40 a 60 cm (Fig. 109).



La anchura máxima de un casetón es de 90 cm y la separación mínima entre uno y otro, de 10 cm, que es la anchura mínima de las viguetas de concreto. En la parte inferior de éstas van los hierros de la armadura principal y los de repartición van en la placa superior, la cual debe tener como mínimo 5 cm de espesor (Fig. 110).

Fig. 110



Los aligeramientos con bloques prefabricados pueden ser con bloques de escoria, bloques de cemento o ladrillos huecos, pero obviamente resulta más ventajoso el casetón de guadua por su peso ligero (5 veces menor que el bloque de escoria) y por su bajo costo. Además, se adapta a multitud de formas, construyéndose a propósito para cada caso.

Los acabados para pisos sobre losas de concreto siguen lo establecido anteriormente. Se pueden recubrir con tableta de gres, baldosín de cemento, mayólica, tabletas modulares, hexagonales o de retal de mármol, así como entablarse en listón machihembrado o parquet, o alfombrar.

## 6. Escaleras

**Terminología.** Las escaleras son los elementos de la construcción que permiten la comunicación entre niveles diferentes, como la primera y la segunda planta.

Las escaleras se clasifican según el sitio en exteriores e interiores; por su forma pueden ser de uno, dos o tres tramos rectos, curvos o con descanso. Y según los materiales pueden ser de madera, concreto o metálicas.

Los elementos de una escalera son (Fig. 111):

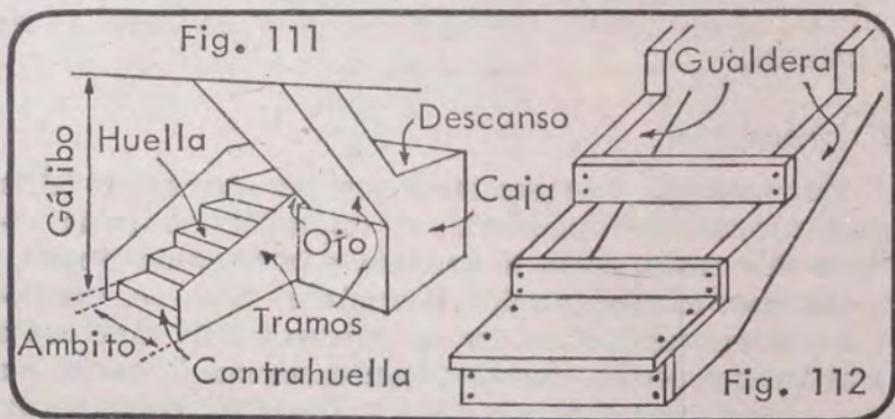
**Caja de la escalera:** es el sitio o espacio donde se ubica encerrado por paredes delgadas que pueden servirle de soporte.

**Ambito:** es la anchura de la escalera. El ancho mínimo es de 1.05 m aunque depende de su destinación. Para edificios públicos debe ser de 1.50 a 2.30 m; para oficinas, de 1.20 a 1.50 m; para vivienda, de 80 cm a 1.20 m; para escaleras de servicio, de 70 a 80 cm y para bajadas a sótanos, de 1 m. Un ancho de 1.20 m para sitios restringidos a 50 personas, es perfectamente adecuado, pero por cada 50 personas adicionales debe incrementarse en 20 cm.

**Peldaño:** es cada uno de los planos sucesivamente más altos que permiten subir por la escalera. Es lo mismo que decir escalón.

**Huella:** es el ancho del escalón y está determinado por el paso horizontal. Tiene por lo general, 28 cm.

**Contrahuella:** es la altura de los peldaños y corresponde a la altura del paso. Se suele dejar de 17 cm y la suma de ésta con la huella debe ser igual a un paso normal en terreno plano, cuando se camina despacio.



**Tramo:** se llama tramo, tiro o ramal, a una sucesión continua de peldaños, máximo 21. Si se necesitan más de 21 peldaños para llegar al piso superior, se deben programar dos tramos y un descanso.

**Descanso:** se conoce también como rellano o meseta y debe ser de la misma anchura que los tramos, así como su profundidad.

**Gálibo:** se conoce también como calabazada o altura libre y es la altura tomada desde el plano del primer peldaño (llamado de arranque) hasta el cielo raso. Comúnmente mide 2 m, en condiciones óptimas 2,20 m y raras veces 1.80 m.

**Ojo:** es el espacio que queda entre dos tramos y puede sustituirse por un muro central sobre el cual se apoyan ambos tramos.

**Diseño y construcción.** Para una altura libre de 2.20 m, huella de 28 cm y contrahuella de 17 cm, se requieren 14 pasos para subir al segundo nivel con un solo tramo de 14 peldaños. Pero para evitar una escalera demasiado larga que ocuparía un espacio de 3.92 m y siendo cansona de subir, se pueden programar dos tramos y un descanso de 1 m de ámbito y profundidad respectivamente, y así la caja de la escalera tendría una base rectangular de 2.20 m de anchura y 2.96 m de longitud.

Se pueden construir en madera (si se va a hacer de un solo tramo) cortando dos planchones de 4 m de longitud en forma escalonada, los cuales reciben el nombre de gualderas. Los peldaños van en tabla de 2.5 a 3 cm de espesor, 1.05 m de longitud y 30 cm de anchura y las contrahuellas de 14 a 14.5 cm. La escalera se arma clavando primero las contrahuellas con dos tornillos de 2" por cada apoyo y los peldaños luego con dos tornillos de 3" a cada

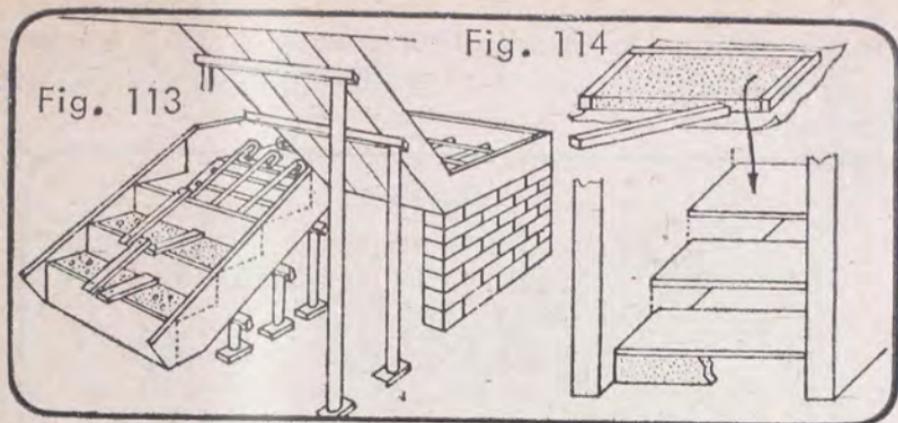
lado, asegurándolos al borde inferior de las contrahuellas con tornillos de 3" cada 20 cm (Fig. 112).

Si se piensa poner baranda de barrotes, se deja una separación máxima entre ellos de 15 cm y una altura de 90 cm desde el punto medio de los peldaños.

Cuando se construye en concreto se pueden seguir dos procedimientos: fundir la escalera directamente en la caja, o armarla con elementos prefabricados. En el primer caso se arman las formaletas empezando por el descanso lo mismo que para una losa maciza, y a partir de ahí se tienden rampas al primero y segundo pisos con tabloneras laterales para encofrar el concreto. Sobre estos tabloneros se dibuja el perfil de la escalera, como se muestra en la figura 113 y se clavan tablas verticales siguiendo los trazos, las cuales deben ir arriostradas con pequeños listones para evitar que se deformen por la presión del concreto fresco.

En el fondo de la formaleta se pone la armadura de hierro y se vierte el concreto empezando por abajo en el cimientado y con el peldaño de arranque. El concreto vertido en la formaleta se enrasa con una boquillera adecuada y durante el fraguado se debe rociar con bastante agua. No hay que descuidar el entrase de los hierros del cimientado con los de la armadura, así como los de ésta y los de la viga del segundo nivel donde se apoya la escalera.

Los elementos prefabricados de hormigón pueden ser placas de 5 a 7 cm de espesor para formar los peldaños, armadas con una red de hierro de  $\frac{3}{8}$ ". Se fabrican fácilmente sobre plataformas de madera o en el piso sobre papel grueso para evitar que se peguen a él, encofrando el concreto en un marco de madera y afinándolo. No deben colocarse en su sitio antes de 28 días.



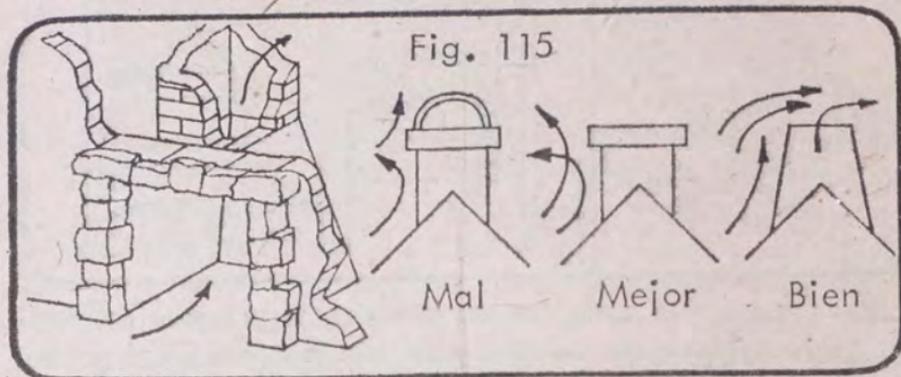
Para armar la escalera, se construye primero la caja en muro tabique de ladrillo y se dibuja sobre él el perfil. Sobre éste se abren regatas con el puntero para empujar los peldaños revocando con mortero 1:3, y unos días más tarde se hacen las contrahuellas con ladrillo entre los extremos traslapados de los peldaños (Fig. 114).

La escalera se puede terminar en granito, tableta, madera o cualquier otro material y se recomienda poner, sobre todo en las de granito, un ángulo metálico en los bordes de los peldaños llamado pirlán. Los pirlanes también se usan para separar un tipo de piso de otro elaborado en un material diferente, por ejemplo, en la salida de una habitación alfombrada hacia un pasadizo enladrillado. Tienen una anchura de 2 a 2.5 cm y se fijan al piso con tornillos.

## 7. Chimeneas

Las chimeneas constan de dos partes fundamentales: el hogar y el buitrón. El hogar es el sitio en donde se queman los materiales como el carbón o la leña para producir calor dentro de la vivienda. El buitrón comunica el hogar

con el exterior y se encarga de extraer el humo y los gases perjudiciales para la salud mediante un efecto llamado tiraje (Fig. 115).



Para favorecer dicho tiraje, el hueco del buitrón debe estar de acuerdo con el tamaño del hogar y la forma más eficiente es la redonda, que para chimeneas domésticas varía entre 15 y 20 cm de diámetro. La sección que le sigue en eficacia es la cuadrada con dimensiones de entre 15 x 15 y 20 x 20 cm. Si se deja rectangular, no se puede permitir en ningún caso que lo largo sea el doble de lo ancho, y más bien son favorables las dimensiones de 10 x 15 y de 20 x 30 cm.

Las chimeneas se construyen en ladrillo tolete común en muro sencillo, y al hacer el buitrón se debe aplicar el pañete interno en la medida en que se vayan poniendo las hiladas. No es aconsejable aprovechar muros ya construidos para ahorrar una pared en el buitrón sino que hay que construir una independiente. El hogar se recubre con ladrillo refractario y el buitrón se corona sin estorbar la salida.

## CAPITULO VI

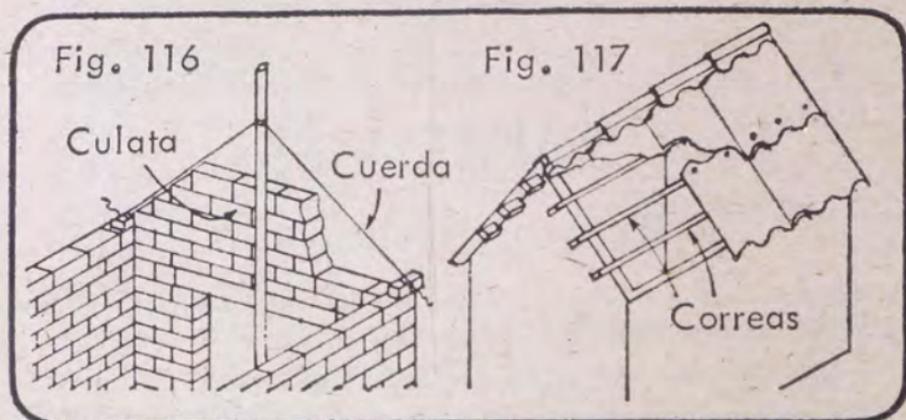
### Techos y cielos rasos

#### 1. Cubiertas sencillas

Una vez levantados los muros hay que poner la cubierta de la casa para cerrarla por encima. Es lo mismo que poner el techo. Para ello se selecciona el tipo de cubierta que puede ser de una o dos aguas, y se levanta una prolongación del muro con la forma y la pendiente adecuadas para ponerla. Estos muros toman el nombre de hastiales o culatas y si se quiere se pueden terminar con una viga continua sobre todas las paredes de la casa para proporcionarle estabilidad.

Las culatas se levantan siguiendo una cuerda de guía que se atiranta entre el extremo del muro y una vara firmemente apoyada en el centro, si la cubierta es de dos aguas, o en el otro extremo si es de una sola. La pendiente de la cuerda va según la clase de teja que se piensa poner. Así, para placa ondulada de asbesto-cemento debe ser mínimo de 27%, es decir, que por cada metro horizontal la cuerda debe subir 27 cm verticalmente. Para teja modulada de asbesto-cemento, la pendiente mínima

es del 10%, y si se trabaja entre el 5% y el 9% se hace necesario aplicar un sellante en los traslapos para evitar goteras. Para asegurar la uniformidad de la cubierta, las culatas levantadas a ambos lados deben quedar perfectamente iguales (Fig. 116).



Sobre los alineamientos inclinados de las culatas se dejan espacios cada 50 cm para apoyar allí los planchones que van a soportar la cubierta. Si ésta se hace en tejas prefabricadas de asbesto-cemento, basta con asegurarlas a las viguetas de madera llamadas correas, mediante ganchos o clavos galvanizados de 2" con arandela de plomo o plástica, o empleando amarres de alambre galvanizado N° 18. Las perforaciones para la colocación se hacen directamente en la obra al ser fijadas las tejas a las correas.

Los traslapos para placas onduladas corrientes deben tener por lo menos 14 cm y para tejas moduladas mínimo 20 cm. Es importante tener la precaución de utilizar tablones para caminar sobre la cubierta con el fin de no romper las tejas, y no hacerlo de ninguna manera cuando estén húmedas.

El entejado con placas prefabricadas se facilita por accesorios a propósito como terminales laterales derechos e izquierdos, tapas para terminales laterales, terminales superiores contramuros, esquineras para terminales derecho e izquierdo, terminales sobre canales y terminales intermedios sobre muros. Conviene seguir en todos los casos las instrucciones de los fabricantes para su correcta colocación. En la figura 117 podemos apreciar una cubierta de este tipo.

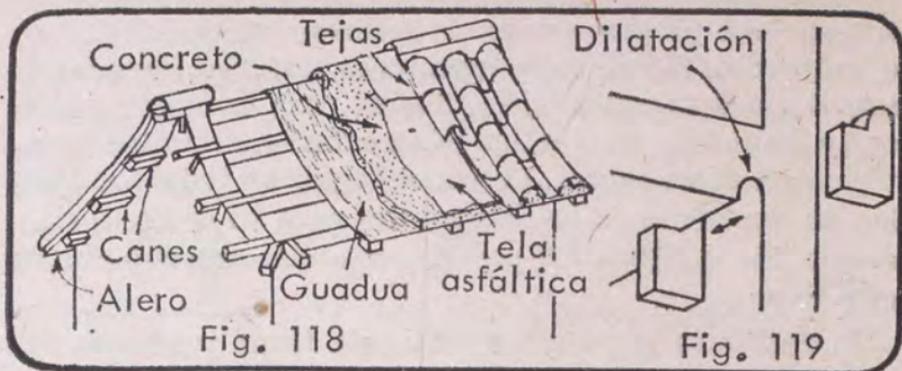
Si deseamos poner un tejado más firme y además impermeabilizado completamente, tendremos que optar por el siguiente procedimiento:

Sobre los planchones de madera de 20 x 5 cm se extiende una esterilla tupida de guadua asegurada con alambre negro N<sup>o</sup> 18 y puntilla de 1".

Encima de la esterilla de guadua se asegura a alambre de púa N<sup>o</sup> 14 a lo largo y a través de la cubierta para que sirva de refuerzo o armadura a una placa de mortero 1:3, de 5 cm de espesor.

Fundida la placa, se la deja endurecer por tres semanas al cabo de las cuales se impermeabiliza con tela asfáltica y asfalto, y sobre la cubierta así preparada se ponen las tejas. Cuando las tejas sean de barro cocido, se pegan con mortero 1:5 y rellenos de guadua. También se puede extender una capa de pintura a base de aluminio en vez de entejar. Un tipo de cubierta de la clase que hemos descrito se muestra en la figura 118.

Como prolongación de los planchones hacia el exterior de los muros de culata y sobre la fachada, se dejan unos maderos en cerco (10 x 10 cm) llamados canes, con el fin de soportar una saliente de la cubierta que toma



el nombre de alero. Este varía entre 40 y 60 cm y sirve para evitar que el agua lluvia escurra por las paredes, suministrando además un elemento decorativo útil para guarecerse del agua.

Para recoger las aguas lluvias que caen sobre la cubierta, se pueden poner canales de latón o de asbesto-cemento conduciéndolas a la tubería de desagüe por bajantes de sección circular o cuadrada. Las canales metálicas tienen por lo general una altura de 22 cm por la parte que va contra la pared, de 15 a 18 cm por el frente con una pestaña hacia afuera, y de 12 a 15 cm de anchura. El empalme entre la canal y las bajantes se conoce como sosco. Si todos estos elementos son metálicos, se pintan con pintura anticorrosiva a base de cromato de zinc, se dejan secar, se colocan y luego se les da el acabado final con una base de pintura mate y una mano de esmalte.

## 2. Cielos rasos

El cielo raso es la parte interior de la cubierta, y sus acabados determinan una buena parte de la estética y del

ambiente de tranquilidad y de reposo que debe ofrecer el hogar.

Si la cubierta que hemos terminado de construir es del tipo descrito en el segundo caso, se puede aprovechar la guadua extendida sobre las viguetas para aplicar un pañete estucado y pintado de blanco, o sobre el cual se pueda hacer una aplicación de marmolina que es una mezcla de cemento blanco y pintura de vinilo. Las viguetas se pueden luego lacar o pintar en color madera sobre una base de tapa-poros e inmunizante contra comején y gorgojo, y así habremos acabado un bonito cielo raso.

Pero si queremos tener uno perfectamente horizontal aprovechando un espacio a modo de zarzo o de mansarda, tendremos que instalar un techo falso a base de planchones empotrados en las paredes a 2,25 m sobre el nivel del piso terminado. Por su parte inferior se pone una esterilla de guadua o de malla metálica con vena sobre la cual se echa el pañete a zarrajeo, es decir, lanzándolo con fuerza contra la malla y bastante húmedo para que penetre en los orificios, y dos días más tarde se da el afinado de 2 a 2.5 cm de espesor.

El pañete debe terminar al borde de una hendidura acanalada que se practica con un descarnador o plantilla en los rincones que forma con las paredes. Esta hendidura se conoce como dilatación y tiene por objeto evitar que el pañete, debido a los cambios de temperatura, se agriete al cambiar de volumen (Fig. 119). Igualmente se recomienda dejar dilataciones en torno de elementos empotrados de madera como algunos dinteles, porque se contrae o se expande con los cambios de humedad produciendo desmoronamientos del pañete.

Otra posibilidad de dar un buen acabado al cielo raso consiste en poner un listón liviano especial para estos casos, clavado a los planchones con puntilla sin cabeza y pintado o lacado. Los cielos rasos de la primera planta reciben tratamientos semejantes, y en general no se deben pintar sino de blanco, pues otros colores no sólo pueden perjudicar la estética sino reducir la claridad en el interior de la casa.

## CAPITULO VII

### Instalaciones sanitarias

Los servicios sanitarios comprenden tres funciones:

Facilitar la rápida obtención de agua pura para beber, preparar los alimentos y satisfacer las necesidades higiénicas;

evacuar las aguas residuales o de desecho (aguas negras); y

encauzar las aguas lluvias.

#### 1. Instalaciones para agua potable

El sistema de conducción de agua potable recibe el nombre de acueducto y la instalación en la vivienda comienza con una acometida desde la tubería matriz del acueducto municipal o rural, que incluye un contador para medir el consumo en metros cúbicos y una válvula de control general para regular la entrada del agua a la casa.

**Tipos de tubería.** En las instalaciones domiciliarias se utiliza tubería de hierro galvanizado, de cobre o de plástico. Las tuberías metálicas tienen una vida útil promedio de 20 años en tanto que las de plástico son prácticamente

inacabables, además de poseer, entre otras, las siguientes ventajas: a) Alta resistencia a la corrosión por ácidos, álcalis, soluciones salinas y productos químicos industriales; b) Pueden colocarse bajo tierra, bajo el agua o en contacto con metales sin sufrir oxidación; c) Las paredes internas son totalmente lisas evitando atascamientos; d) Gran resistencia a la tensión y al impacto; e) Peso liviano y de fácil instalación; f) No comunican olor ni sabor, evitan las pérdidas de calor y son resistentes al fuego.

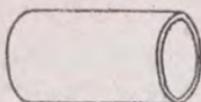
Se distinguen con los nombres de PVC (Cloruro de Polivinilo) y CPVC (Cloruro de Polivinilo Clorado), ésta última de mayor resistencia. Vienen en diámetros desde  $\frac{1}{2}$ " hasta 6", en color gris para agua fría y blanco para agua caliente (tuberías de presión), en tramos de 6 m. Para los empates entre tubos se emplean accesorios tales como uniones, adaptadores macho y hembra, bujes, tees grandes y reducidas, universales, codos de  $90^\circ$  y  $45^\circ$ , tapones y soldadura líquida (Fig. 120).

**Colocación de los tubos.** El procedimiento para colocar los tubos depende del tipo de instalación, la cual puede ser de cuatro clases: tuberías suspendidas, tuberías en muros, en concreto y bajo tierra. Las instalaciones suspendidas se hacen por medio de abrazaderas que pueden ser fijas o corredizas. Las primeras aseguran el tubo o accesorio en forma rígida que no permite ningún movimiento, por medio de un empaque flexible, en tanto que las corredizas, sin empaque, permiten el libre deslizamiento de la tubería. Ambos tipos de abrazadera se pueden fijar a techos o paredes por medio de tornillos de acero o empotrarse por medio de un gancho de platina metálica, cada tres metros en los tramos verticales y cada dos metros en los horizontales, aunque en la práctica estas distancias dependen del tamaño de la tubería (se recomien-

Fig. 120



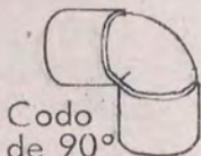
Tee



Unión



Buje



Codo  
de 90°



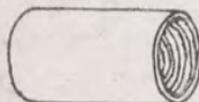
Adaptador macho



Tapón



Codo  
de 45°



Adaptador hembra



Universal

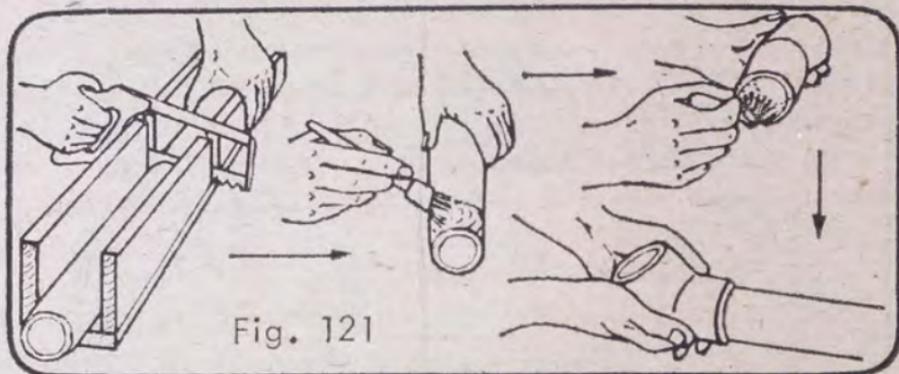
da seguir las instrucciones de los fabricantes). No se debe tender una línea de tubería plástica contigua a una línea de vapor o a una chimenea.

Cuando los tubos van dentro de paredes, se abren regatas en éstas y una vez puesta la tubería se revoca con un pañete de 2 cm de espesor mínimo. Si están totalmente incrustados en concreto es necesario compactar bien los accesorios al fundir la mezcla y evitar los vacíos, y fijar la tubería firmemente a la formaleta antes de verter el concreto, sujetando en especial los accesorios.

Las instalaciones subterráneas deben hacerse a una profundidad mínima de 60 cm, en una cama de arena gruesa o de recebo (sin piedras), libre de elementos agudos y de 10 cm de espesor. Cuando se encuentra agua, el fondo de la zanja se estabiliza con una capa de 30 cm de gravilla (1/2" tamaño máximo), manteniéndola libre

de agua durante la instalación y las uniones de la tubería, y hasta rellenar suficientemente para impedir la flotación de la misma.

Para la instalación y soldadura de los tubos podemos seguir estos sencillos pasos (Fig. 121):



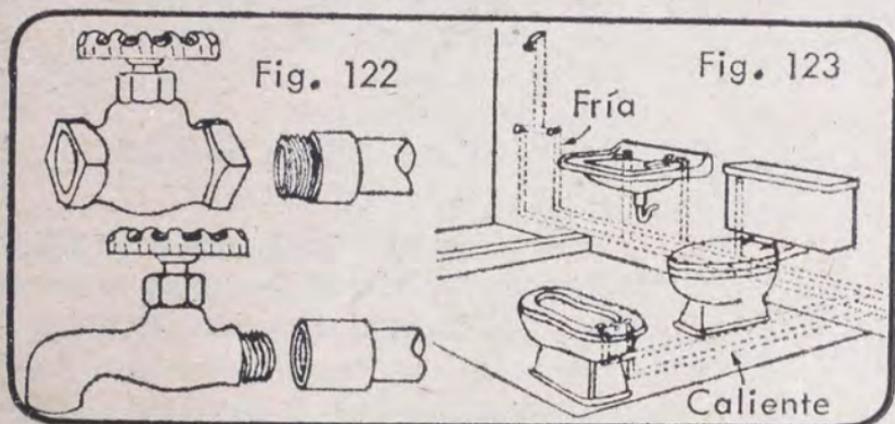
Precisadas las dimensiones de los tubos, los cortamos a escuadra con una segueta, empleando una caja de guía para este fin, y con una lima o papel de lija pulimos los bordes.

Con un trapo limpio y humedecido con limpiador, limpiamos bien las superficies que se van a conectar, tanto del tubo como del accesorio, y con una brocha de cerda natural aplicamos bastante soldadura en el tubo y muy poca en la campana del accesorio, evitando que se unte el interior del tubo. Si esto sucede, hay que limpiar pronto.

En la operación anterior no demoraremos más de un minuto y una vez empatada la unión dejaremos secar la soldadura por 15 minutos antes de mover la tubería. No debemos permitir que el agua entre en contacto con la soldadura líquida, ni trabajar bajo la lluvia o hacer una unión si la tubería o el accesorio están húmedos. Al termi-

nar el trabajo se limpia la brocha con limpiador y se seca muy bien antes de volver a usarla (en ningún caso debe tener fibras de nylon o sintéticas).

Con el fin de facilitar la unión de tubería plástica a otras c'ases, se utilizan accesorios como adaptadores macho o hembra con rosca para unir a tubería y accesorios galvanizados o de cobre (Fig. 122), y adaptadores PVC AC para conectar a tuberías de asbesto-cemento. Los tubos galvanizados se venden en tramos de 6 m de longitud con diferentes diámetros y accesorios.



**Distribución general.** A partir de la acometida, el agua se conduce por un tubo empotrado o sujeto exteriormente a la pared, hacia un tanque de depósito localizado por encima del nivel de cualquier salida dentro de la casa para asegurar buena presión. Puede tener una capacidad de 250, 500, 750 o 1.000 litros, según las necesidades; la entrada del agua se controla por una válvula de flotador. Cuando se emplean dos tanques, deben ponerse juntos, al mismo nivel y conectados entre sí por su parte inferior, bastando un solo flotador.

La salida del tanque se hace en tubería de 1" y opcionalmente se pone una válvula especial llamada cheque para favorecer la presión; el flujo en la tubería se controla por una válvula obligatoria para "quitar" o "poner" el agua en toda la casa, después de la cual se pueden hacer las derivaciones necesarias. Estas van en tubos de  $\frac{3}{4}$ " conduciendo agua fría a baños, cocina, patio de ropas y grifos de jardín.

Para calentar el agua se emplean calentadores eléctricos o de gas, los cuales reciben el agua fría por un tubo de acceso proveniente directamente de la troncal central de distribución, y la envían por un ramal independiente a los baños y la cocina. Al instalar tubería de PVC o CPVC en los calentadores de agua, se deja un tramo de 30 cm de tubería metálica en la entrada y la salida.

A cada baño llega entonces un solo tubo de agua fría y uno solo de agua caliente, a partir de los cuales se hacen las derivaciones para los diversos servicios, siendo cuatro las terminales de agua fría (lavamanos, cisterna del excusado o retrete, bidet y ducha), y tres las del agua caliente (lavamanos, bidet y ducha). Las salidas de agua fría se regulan por grifos del lado derecho y para el agua caliente al lado izquierdo. Lo más conveniente es disponer los aparatos en la misma línea y sobre el mismo costado, ahorrando tubería, accesorios, tiempo y dinero (Fig. 123).

En las cocinas se considera una salida de agua fría y otra para el agua caliente. En los patios de ropas va una salida de agua fría para el lavadero y a veces una fría y otra caliente para lavadora. Conviene dejar en los jardines

y patios exteriores un grifo con rosca para regar (con manguera), así como en los garajes.

Al hacer la instalación general de la tubería no se deben revocar las regatas cada vez que se instala un tramo, porque se requiere probar la instalación completa y hacer las rectificaciones del caso. Esta prueba se hace introduciendo agua a una presión de 160 lb/pulg<sup>2</sup>, observando durante 24 horas y revisando todos los empalmes. Si se presentan bajas en la presión, es síntoma de escapes en algún tramo donde se deben corregir inmediatamente.

Por la misma razón, no se deben rellenar las zanjas de tuberías enterradas antes de hacer la prueba, y ésta no puede practicarse antes de 24 horas después de haber soldado los tubos, si son de PVC, ni antes de 48 si son de CPVC. Pasada esta prueba general de presión, se procede ahora sí a revocar las regatas y a rellenar las zanjas. Una segunda prueba tiene lugar cuando se ponen los grifos.

En el diagrama general que se muestra en la figura 124 aparece trazada esquemáticamente la disposición del acueducto doméstico.

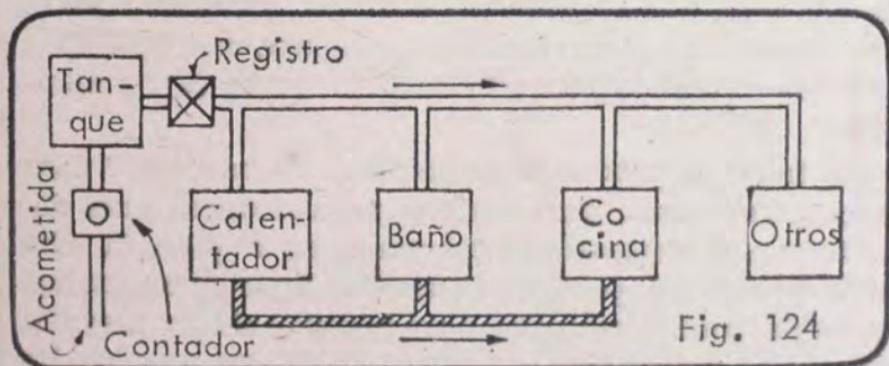


Fig. 124

## 2. Evacuación de aguas negras

Las aguas residuales se conducen al alcantarillado urbano o a pozos sépticos por tubería especial de gres o de plástico. Los tubos de PVC para este servicio vienen en diámetros desde 1½" hasta de 6" distinguidos por el color amarillo, los cuales se emplean principalmente para llevar las aguas de desecho a la tubería central que conduce al exterior de la vivienda. Su instalación es semejante en todo a lo dicho sobre tubería para agua potable.

La longitud normal de los tubos es de 5 m y se pueden conseguir los siguientes accesorios (Figs. 125 y 126): codos 90° campana x campana (A) y campana x espigo (B), codos 45° campana x campana (C) y campana x espigo (D), codos 22½° campana x campana (E) y campana x espigo (F), codos reventilados (G), tees sanitarias grandes y reducidas (H), tees sanitarias dobles grandes y reducidas (I), yees sanitarias grandes y reducidas (J), yees sanitarias dobles grandes y reducidas (K), sifón 180° con tapón campana x campana (L), sifón 180° campana x campana (M), sifón 135° campana x espigo (N), adaptador de limpieza (O), unión (P), buje soldado (Q), buje roscado (R), tapón macho roscado (S), adaptador HF a PVC —espigo de hierro fundido a campana de PVC— (T), junta de expansión (U), adaptador de sifón (V), y abrazadera (W).

Los tubos de gres se fabrican desde 2" hasta 30" para grandes colectores, pero nosotros para nuestros fines domésticos sólo emplearemos tubería entre 3" y 6". El tubo vitrificado de gres posee un ensanchamiento en uno de sus extremos llamado campana, para permitir el empalme con otros tubos. Su extremo opuesto se llama pata o espigo. La

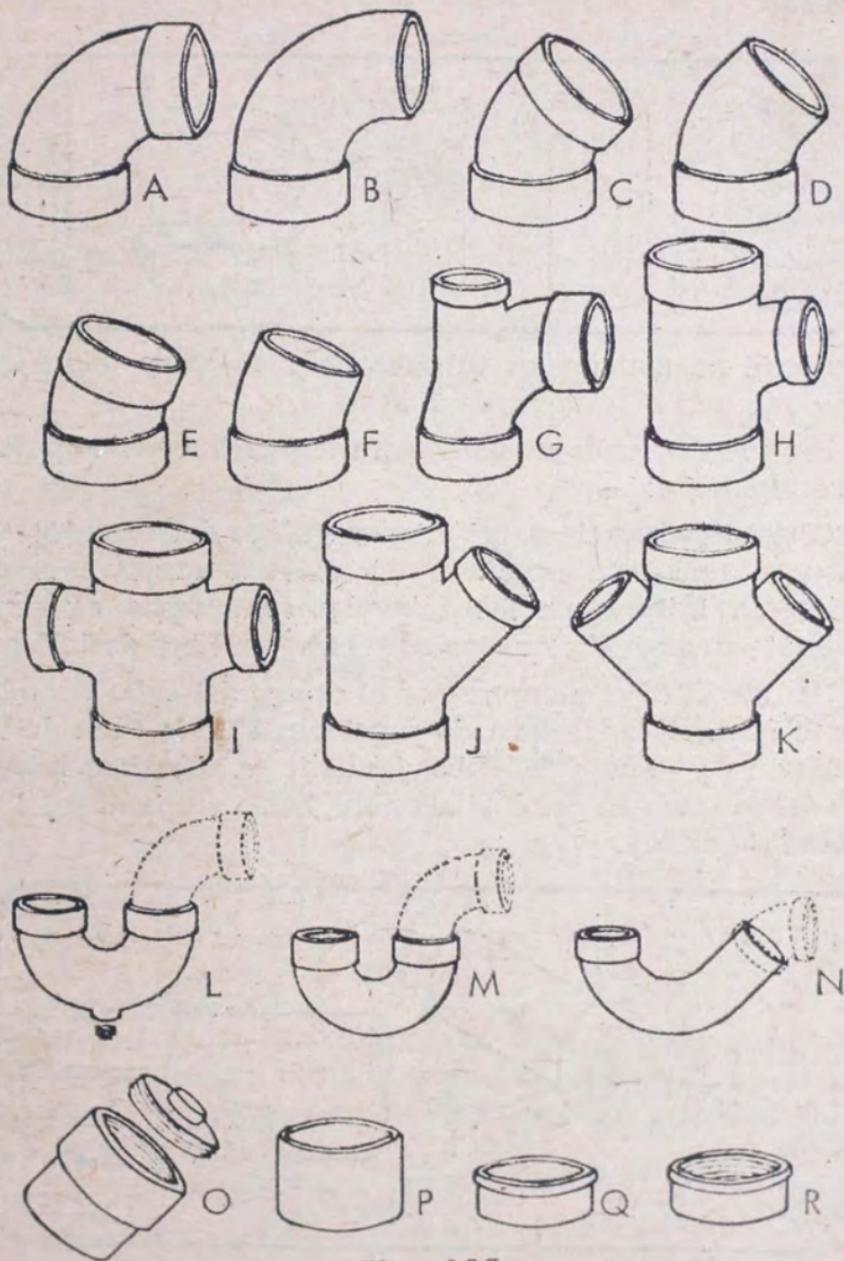
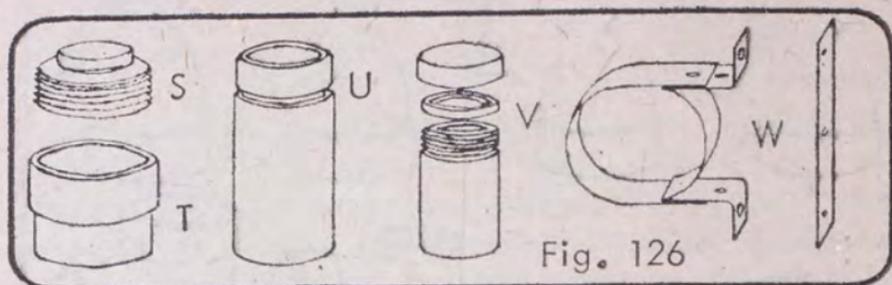


Fig. 125



longitud normal de un tubo es de 1 m, pero ahora se produce uno extralargo de 1.50 m.

El procedimiento a seguir para lograr buenos empates es el siguiente:

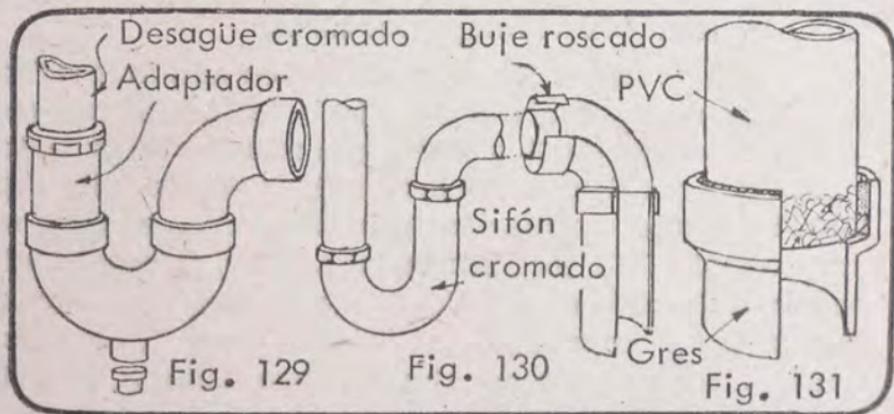
Con un pedazo de papel grueso (talego de cemento) se prepara una bola apretada ligeramente mayor que el diámetro interno de los tubos, y se amarra con un alambre al que debe quedarle un extremo libre de 1.50 m.

Se introduce el alambre por el espigo del tubo tirando de él hasta dejar la bola de papel cerca de la boca de la campana y la pata del tubo siguiente se aproxima introduciendo también por él el alambre, hasta empatar los dos tubos (Fig. 127).



Con una mezcla de mortero 1:2 (algunos constructores emplean mortero 1:4) se llena el espacio entre la campana y el espigo sin dejar vacíos, y en el borde del empalme se afina de manera que sobresalga 2, cm (Fig. 128). Luego se tira del alambre de manera que la bola de papel limpie la unión al pasar, y se deja en la campana del segundo tubo para repetir la operación en el nuevo empalme. En el fondo de la unión se puede poner yute o estopa antes de echar el mortero. Los tubos extralargos no requieren el mortero para el empate, pues este se efectúa mediante un anillo de poliuretano (plástico).

Para la transición de tubería de PVC a otros materiales se emplean dispositivos a propósito. Por ejemplo, para conectar un desagüe cromado con un sifón de PVC se emplea un adaptador de sifón (Fig. 129), y para conectar un sifón cromado a tubo de PVC se utiliza un buje roscado y un niple metálico (Fig. 130). Los empates de tubos PVC y de gres se hacen del siguiente modo:



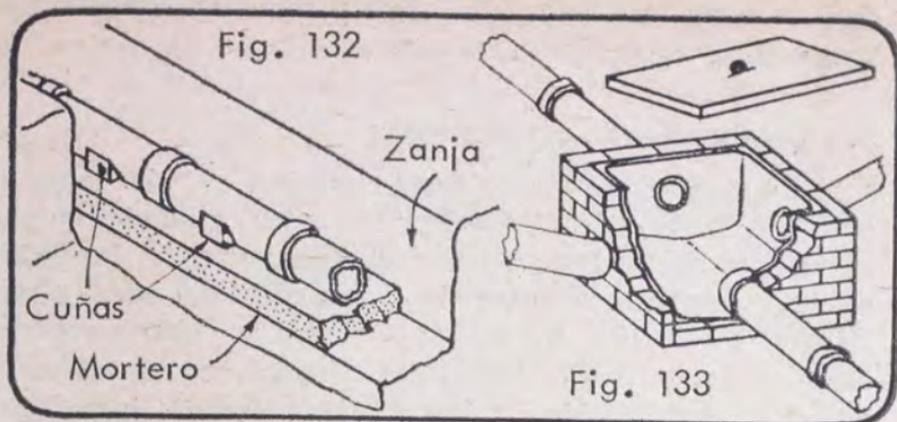
Se raya el extremo del tubo de PVC y se aplica una capa de arena con soldadura líquida para lograr adherencia con el mortero.

En el fondo del empate se apisona papel o estopa y finalmente la unión se rellena con mortero como se indicó antes (Fig. 131).

**Colocación de la red.** Con base en los planos de la edificación, se abre una zanja de 30 a 60 cm de profundidad a lo largo de la casa y empezando por el patio posterior, y en el fondo de ella se pone una cama de mortero 1:15 de 10 cm. El fondo de la zanja así preparado debe tener una pendiente del 2% al 3%, lo cual se logra tendiendo una cuerda de guía alineada con un nivel de aire que marque media burbuja. En esta zanja se ubica la tubería central del alcantarillado doméstico con tubos de 6" (Fig. 132).

Las tuberías que vienen de baños, cocina, lavadero y desagües de patios, así como de bajantes de cubiertas, se unen a la tubería central por accesorios, tales como tees o yees, pero conviene hacerlo mejor en cajas de inspección que, como su nombre lo indica, facilitan la revisión y la limpieza de tuberías atascadas con el paso de los años, sin necesidad de romper los tubos.

Una caja de inspección se construye en adriillo recocido, generalmente cuadrada de 50 x 50 o de 80 x 80 cm, con una profundidad de 60 a 80 cm con mortero de pega 1:4 y pañetada por dentro con las esquinas redondeadas Fig. 133). En ella se empatan las tuberías y debe situarse en un punto de fácil confluencia para éstas. Generalmente no hace falta más de una dentro de la casa, pero es obligatoria en el exterior de la vivienda para el empalme con la tubería madre del alcantarillado urbano. El sitio donde esté ubicada una caja de inspección debe marcarse y ser de fácil acceso en cualquier momento después de construida la casa. La caja se tapa con una losa prefabricada de hormigón.



Desde el punto de vista del presupuesto para construir, el trabajo de las instalaciones sanitarias se tiene en la cuenta por "puntos". Un punto es el conjunto de una llegada de agua potable y una salida de aguas negras. Así, por ejemplo, un lavamanos se considera como un punto completo, porque le llega agua pura por los grifos y le sale un ducto para las aguas residuales. En cambio un grifo aislado, como una llave en un jardín, se considera como medio punto. Lo mismo sucede con los desagües de los pisos. Son salidas aisladas de aguas negras que no están asociadas directamente con una llegada de agua potable.

El acabado de las instalaciones sanitarias supone la colocación final de los muebles y aparatos sanitarios como calentadores de agua, lavaderos, lavamanos y lavaplatos. Estos últimos no deben quedar a alturas superiores a los 90 cm sobre el nivel del suelo terminado, y en los baños los distintos aparatos deben quedar separados entre ejes 75 cm. Para los excusados se deja el desagüe separado 30 o 32 cm de la pared, según la marca del aparato. Los desagües de los patios deben tener sifón (en general en to-

dos los pisos exteriores, de baños y cocinas) tapados por una rejilla.

### **3. Conducción de aguas lluvias**

Las bajantes de las cubiertas pueden ser de asbestocemento, latón o de PVC (color naranja), y pueden ir por el exterior de los muros o empotradas en ellos. De todos modos empatan con tubos de gres a nivel del suelo y por allí son conducidas las aguas lluvias a la tubería central del alcantarillado. De la misma manera, las aguas recogidas por infiltración en los tubos de drenaje instalados adyacentemente a los muros son conducidas a la caja de inspección por tubería cerrada (sin orificios de drenaje).

# CAPITULO VIII

## Instalaciones eléctricas

### 1. Generalidades

Existen dos clases de corriente eléctrica: la corriente directa (DC) o corriente continua (CC), que fluye en una sola dirección, y la corriente alterna (AC) que cambia de dirección constantemente. La corriente común que usamos en nuestras casas es alterna de 60 ciclos, o sea que la dirección del flujo se invierte 120 veces por segundo, pero puede transformarse en corriente directa por medio de aparatos llamados conmutadores o rectificadores.

Las sustancias a través de las cuales puede pasar una corriente eléctrica se llaman conductores, como los metales. En cambio, las sustancias que no conducen la electricidad son malos conductores y se llaman aislantes, como por ejemplo, el ladrillo, la madera, la lana y el caucho. Sin embargo, muchos aislantes se vuelven buenos conductores cuando están húmedos o mojados. El cuerpo humano es uno de ellos y por esta razón, para manipular cables o interruptores eléctricos, deberemos estar lo más secos y aislados posible.

**Mediciones de la electricidad.** La electricidad es una forma de energía que puede transformarse en otras. Puede convertirse en energía calorífica que se aprovecha en estufas, planchas y calentadores; puede convertirse en energía de movimiento como en los motores eléctricos, o puede transformarse en energía luminosa para las lámparas, o en sonido en los parlantes de radios, teléfonos y altavoces.

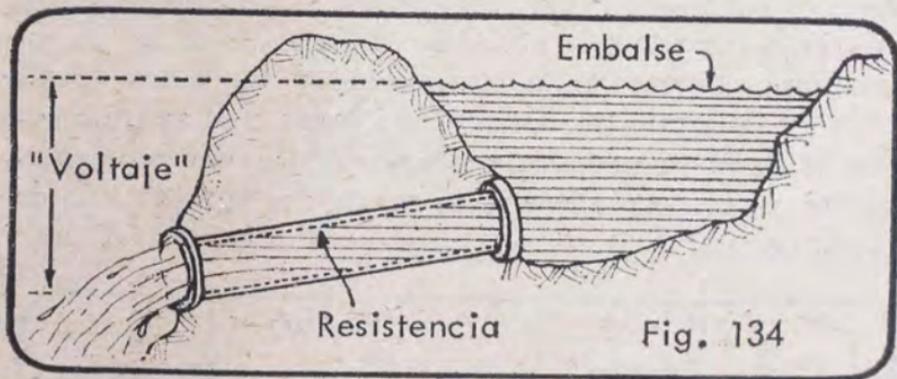
Todas las formas de energía pueden a su vez transformarse en electricidad. Así se produce la que usamos, empleando el calor producido por la quema de carbón o petróleo para calentar agua, la cual al evaporarse mueve los generadores. Estos son los aparatos encargados de convertir la energía que reciben en electricidad. También se emplea la energía o fuerza que tiene el agua al caer desde una gran altura en una represa para mover el generador.

La rapidez con la cual se gasta cualquier forma de la energía se mide en vatios (w), y por consiguiente la potencia o rapidez de consumo de la energía eléctrica se expresa también en vatios, aunque comercialmente se mide en kilovatios-hora (kw-hr). Un kw-hr es equivalente a un vatio de potencia suministrado durante 1.000 horas, suficiente para hacer funcionar un televisor durante más de cinco horas, un bombillo de 100 vatios durante 10 horas, o una plancha eléctrica, durante una hora.

La corriente es la cantidad de carga eléctrica que pasa por un conductor en cierto tiempo. Esta intensidad se mide en amperios (A) con un aparato llamado amperímetro, y depende de la resistencia con la cual se oponga el conductor a su paso. La resistencia del cable se mide en ohmios ( $\Omega$ ) y depende del material, de su longitud, de su calibre y de la temperatura.

La electricidad que pasa por un conductor se mueve por una especie de presión eléctrica, conocida como fuerza electromotriz (fem) la cual se mide en voltios (V) con un aparato llamado voltímetro.

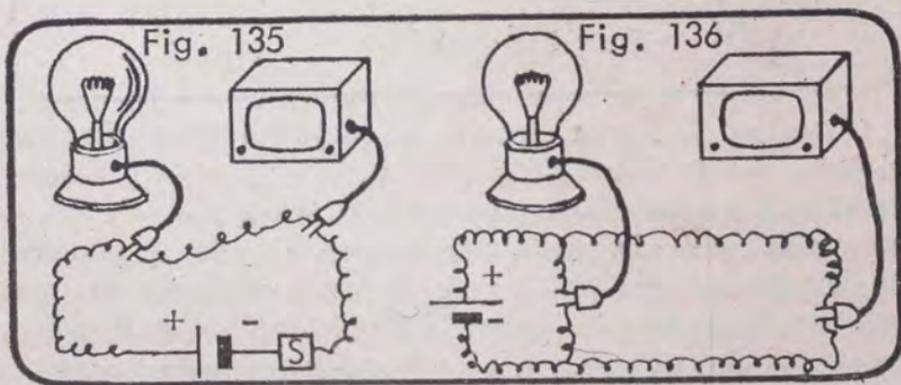
El funcionamiento de la electricidad es parecido al de una conducción de agua y sucede algo así: la intensidad o cantidad de electricidad que pasa por el cable es como la cantidad de agua que pasa por el tubo; la diferencia de potencial o voltaje es como la diferencia de nivel en el agua; los obstáculos que encuentra la corriente a su paso o sea, la resistencia, son comparables al rozamiento del agua con las paredes interiores de la tubería; y, finalmente, la potencia (en vatios) sería como la fuerza del chorro (Fig. 134).



**Circuitos.** Se llama circuito al conjunto del generador y de los cables que conectan sus bornes (puntos por donde sale la electricidad) pasando por los aparatos eléctricos, tales como lámparas, motores, radios, etc. El generador puede ser una pila o batería o el alternador de una central generadora de electricidad, con dos bornes de polos opuestos: uno es positivo (+) y el otro es negativo (-).

Si en todo el trayecto hay electricidad circulando, decimos que el circuito está cerrado, pero si en algún punto se interrumpe el paso de la corriente, se dice que el circuito está abierto. Los interruptores se usan precisamente para abrir y cerrar un circuito. Para representar las diversas partes de los circuitos se emplean símbolos, principalmente los siguientes: los aparatos o resistencias se representan por una línea quebrada (—⌘—), los cables por líneas rectas y el generador, por dos o más paticas opuestas y desiguales (—|—|—).

La conexión de los aparatos a un generador para formar un circuito se puede hacer de dos maneras: en serie o en paralelo. En los circuitos en serie, la electricidad tiene que pasar primero a través de unos aparatos para después poder continuar hacia otros, lo cual tiene la grave desventaja de que si algún aparato se daña, se interrumpe el paso de la electricidad y todos los demás también dejan de funcionar. Para saber cuál aparato sufrió el daño se necesita probarlos todos independientemente, y por estas razones no se usa mucho este tipo de circuitos (Fig. 135).



En los circuitos conectados en paralelo, la electricidad va directamente desde la fuente hasta cada uno de los aparatos, y de esta manera siguen funcionando los demás cuando alguno de ellos falle (Fig. 136).

## 2. La red eléctrica

**Transporte de la corriente.** Los alternadores de las centrales eléctricas producen corriente de alta tensión, es decir, de alto voltaje (10.000 V), que es transportada por grandes cables conductores después de haber sido elevada a una tensión más alta aún, por aparatos llamados elevadores o transformadores. Esto se hace para reducir las pérdidas por la resistencia de los cables.

Antes de llegar a las casas, se le baja el voltaje con transformadores progresivamente hasta 117 voltios, aunque se dice que son 110 o 120 V. También se usa la corriente de 150 V y para algunos fines especiales la de 220 V.

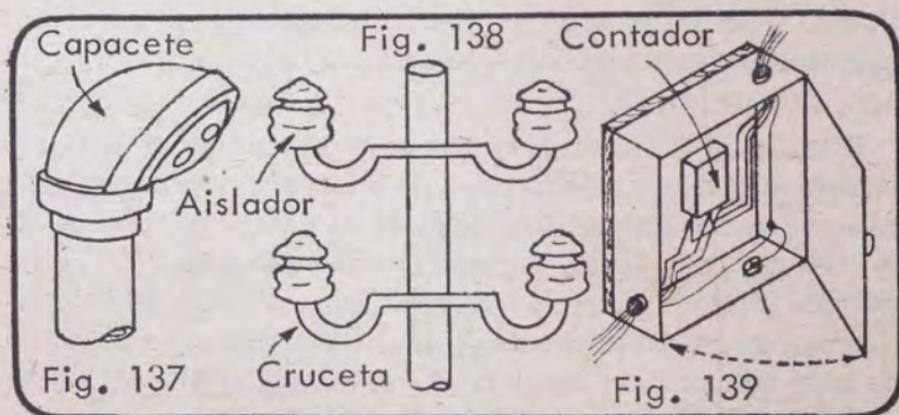
**Distribución de la fuerza eléctrica.** La corriente alterna se utiliza en forma monofásica y en forma trifásica. El sistema monofásico consiste en dos conductores de 110 o 150 V, uno positivo y otro negativo, empleado para lámparas, radios, televisores, neveras, licuadoras, aspiradoras y otros aparatos pequeños.

El sistema trifásico es el que se produce hoy en día casi exclusivamente y se compone de cuatro conductores: tres cables gruesos llamados hilos de fases y uno ordinariamente más delgado llamado neutro, sin voltaje, que hace de polo negativo conectado a tierra. Con este sistema se pueden obtener circuitos monofásicos conectando un alambre de fase con la línea neutra. Así se consigue un voltaje de 110 o 150 V. Entre los hilos de fases, en cambio, se puede

obtener de 220 a 250 V. En el primer caso se paga una tarifa llamada de luz y en el segundo una más barata llamada de fuerza, porque el sistema trifásico se emplea especialmente para motores, estufas, hornos, planchas y calentadores de agua.

### 3. Instalación doméstica

La red eléctrica para uso interno de la vivienda empieza con una acometida desde los cables de distribución que llegan al poste más cercano, y se hace con alambres aislados de cobre de calibre N<sup>o</sup> 6 o N<sup>o</sup> 8 para una tensión máxima de 600 V (de ahí en adelante se considera que es alta tensión). La acometida puede ser aérea, entrando a la casa por un tubo de 1¼" con una condeleta o capacete para impedir la entrada del agua (Fig. 137), y con dos crucetas de dos aisladores de porcelana cada una adosadas al tubo (Fig. 138). Si la red es monofásica sólo se necesitan dos aisladores (una cruceta). En cualquier caso, los conductores deben quedar alejados de las ventanas, puertas, balcones o similares por lo menos 1.50 m.



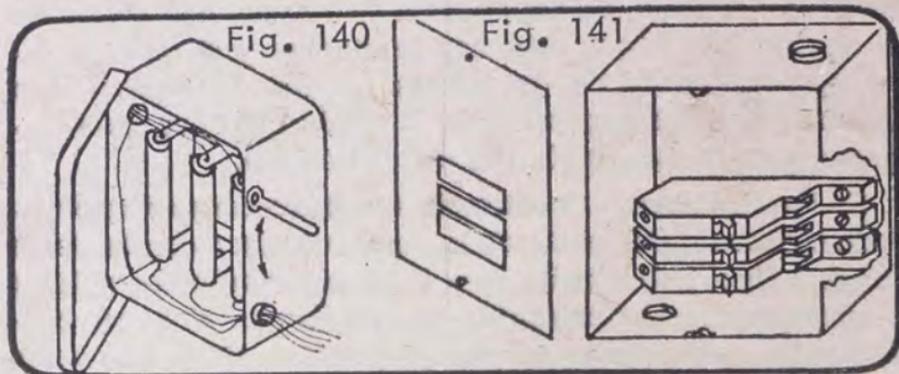
La canalización para acometidas subterráneas se hace en tubería de acero, asbesto-cemento o acero galvanizado, pero no se recomienda acero negro para este fin. Cualquiera que sea la clase de acometida, los cables deben llegar en seguida a la caja del contador, la cual no debe quedar a más de 1.60 m sobre el nivel del piso en el interior del edificio, ni a menos de 2.50 m cuando queda en el exterior. Su fondo debe ser de madera y el resto en lámina metálica de por lo menos 1.5 mm de espesor, con dimensiones que dependen de lo establecido por cada empresa, generalmente 60 x 60 cm (Fig. 139).

Se llama "tierra" el contacto que hace un cable no aislado con cualquier parte de la construcción o con la tierra misma. Si el cable es de fase (llamado conductor activo) se produce un cortocircuito, lo mismo que al hacer contacto dos conductores activos de diferente fase. El neutro de la línea de entrada debe quedar conectado permanentemente a tierra en la caja del tablero y por un cable desnudo enterrado por debajo de un nivel de humedad permanente siempre que sea práctico.

Los hilos de fases pasan a una caja llamada totalizador, de tres polos por donde pasan los cables, y con una palanca para la desconexión manual. El hilo neutro no hace contacto con esta caja. Los cuatro conductores salen del totalizador y pasan a una caja de "tacos" que son elementos termomagnéticos que controlan el consumo de cada circuito (Figs. 140 y 141).

Las instalaciones deben dividirse de acuerdo con los servicios en los siguientes circuitos: alumbrado, fuerza, calefacción y circuitos de alumbrado y calefacción. Un circuito ramal es la parte del alumbrado que está controlada por un taco, y que alimenta máximo 10 deriva-

ciones o salidas para alumbrado y tomacorrientes. Estos circuitos se disponen para trabajar a una tensión de 120 V y con capacidad para 15 amperios de carga. No se les puede conectar cargas mayores de 1.500 vatios, lo cual se determina sumando los vatios que consumen las lámparas y los aparatos.

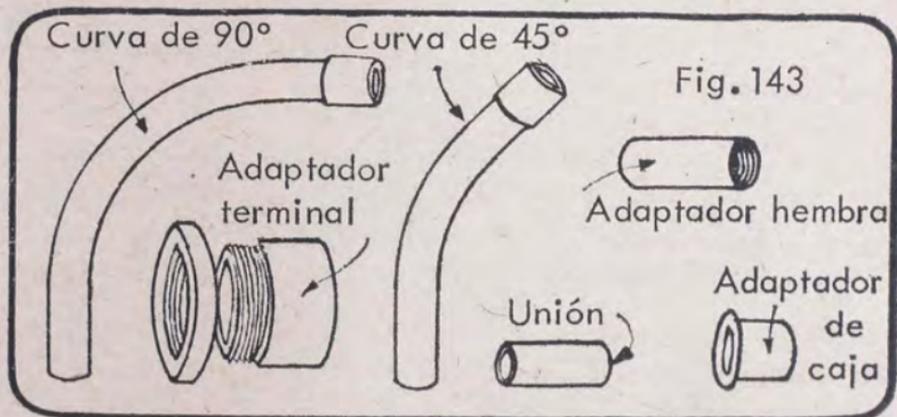
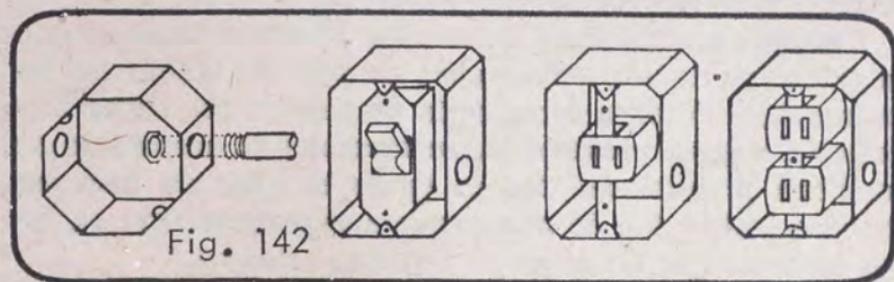


Los circuitos exclusivos para calefacción de 120 V no pueden exceder de 2.000 w; si la carga es mayor de 2.000 w el circuito debe ser trifilar o trifásico, pues los anteriores son bifilares.

Los alambres de la instalación se canalizan por tubería conduit metálica de acero o por tubería conduit de PVC, en tramos colocados en regatas abiertas en los muros, empotrados en losas, columnas o vigas de concreto, o firmemente asegurados con soportes. Los tubos terminan en cajas metálicas octogonales para poner rosetas portalámparas, cajas para interruptores y cajas para tomas dobles y sencillas, asegurados por tuercas (Fig. 142).

Los cambios de dirección en los tubos se logran doblándolos al calor si son de PVC o con un dobla-tubos, si son de acero, no debiendo haber más de tres curvas en un solo

tramo. La tubería de PVC es seis veces más liviana que la de acero y se consigue con una serie de accesorios adecuados para su correcta y fácil instalación, como curvas 90° y 45° —campana x espigo—, uniones, adaptadores hembras y adaptadores terminales y de caja (Fig. 143).



El diseño y ejecución de las instalaciones eléctricas debe encomendarse a expertos electricistas, electrotécnicos o ingenieros eléctricos, y se han de ajustar a las disposiciones del Código Colombiano de Instalaciones Eléctricas Domiciliarias (Norma ICONTEC-950-), obligatorio desde 1975 por resolución del Consejo Nacional de Normas y Caidades del Ministerio de Desarrollo Económico.

De acuerdo con el código citado, los tomacorrientes se deben instalar más bien hacia los extremos de las paredes para evitar que queden ocultos detrás de los muebles grandes, y a 20 cm por encima del nivel del piso. Los interruptores de pared se ponen del mismo lado del picaporte de las puertas a una altura aproximada de 1.20 m.

Dada la importancia y delicadeza de este capítulo, y que la extensión de la presente obra no permite incluir los innumerables detalles como sería de desear, para una instalación segura y completa, se recomienda asesorarse de un buen manual del Código (pues el tema da para un extenso tratado) o de una persona experimentada en estos trabajos que no dejan de tener sus riesgos.

## CAPITULO IX

### Otras instalaciones y nociones sobre planos

#### 1. La carpintería

La carpintería en las construcciones comprende la instalación de puertas y ventanas y de otros accesorios fijos como clósets, barandas de balcones y pasamanos de escaleras, anaqueles y gabinetes, etc. Los enchapados de madera para cielos rasos y los peldaños del mismo material para escaleras interiores también hacen parte de las obras de carpintería, así como la instalación de las chapas o cerraduras y de las rejas de seguridad.

La carpintería puede ser metálica o de madera. En este último caso se usan maderas finas como el cedro, el pino, el ciprés, la acacia, la caoba, el cerezo, el ciruelo y otras. Se usa mucho la madera prensada especialmente en la construcción de anaqueles y gabinetes y para algunas puertas livianas interiores. Para las puertas exteriores se recomiendan maderas sólidas o lámina metálica.

## 2. Vidrios

La clase de vidrio adecuada para cada caso depende de la finalidad y de las dimensiones. Para las ventanas el grosor varía desde 2 hasta 7 u 8 milímetros, así:

De 2 mm, de 50 a 80 cm de ancho por 2.25 m de largo

De 3 mm, de 50 a 100 cm de ancho por 2.25 m de largo

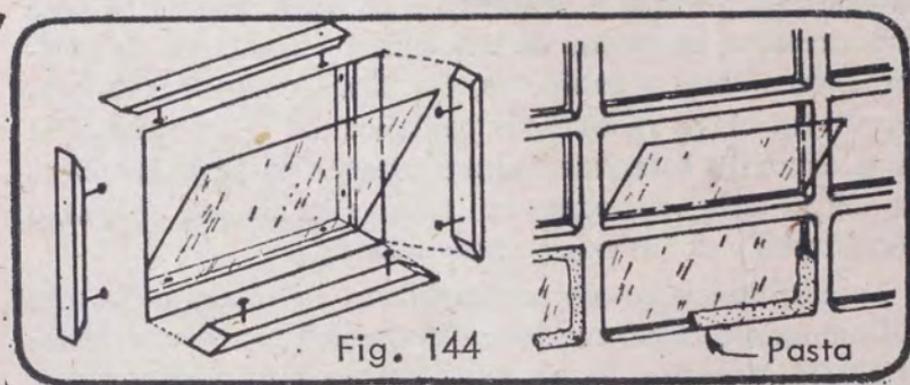
De 4 mm, de 60 a 140 cm de ancho por 2.25 m de largo

De 5 mm, de 80 a 180 cm de ancho por 2.25 m de largo

De 6 mm, de 90 a 240 cm de ancho por 2.25 m de largo

De 7 mm, de 225 a 360 cm de ancho por 3.60 m de largo

La instalación se hace con puntillas de moldura en ventanitas de poca importancia y cuando el marco es de madera, o con puntilla de  $\frac{1}{2}$ " hasta 1". Se usa también pasta para vidrios (Fig. 144).



## 3. Planos

El diseño de una construcción contempla diversas etapas que son:

a) Anteproyecto: incluye una visita al sitio de la futura obra con el fin de conocer las condiciones topográficas y geológicas, de transporte, de recursos generales, como alimentación y vivienda provisionales para el personal de trabajo, los materiales que se consiguen en el lugar y los que es necesario traer, y el personal que se requiere para mano de obra calificada y no calificada. Además, se hacen algunos bosquejos generales sobre la posible forma y distribución de la casa.

b) Proyecto: incluye estudios de suelos con base en los cuales se determina el tipo de cimentación, se hacen los cálculos de ingeniería para las estructuras, y se determinan los materiales.

Tanto el anteproyecto como el proyecto necesitan de una serie de planos, los cuales son representaciones a escala de las distintas partes de la obra. "A escala" quiere decir que los dibujos en los planos representan exactamente las formas de la construcción pero en un tamaño varias veces menor. Así, un plano con escala 1:2 está dibujado a la mitad del tamaño real de lo que representa, de manera que si con una regla medimos 10 cm en el dibujo esto corresponde a 20 cm en la realidad. Un centímetro medido en un plano con escala 1:50 (uno a cincuenta) representa cincuenta centímetros en tamaño real.

Las distintas clases de planos que se necesitan son las siguientes:

Plantas: se elaboran en escala 1:50 y muestran la distribución de las habitaciones de la casa en cada piso, el lugar y sentido en que abren las puertas, la salida y la llegada de escaleras, y la ubicación de balcones, columnas, paredes y ventanas (Fig. 145).

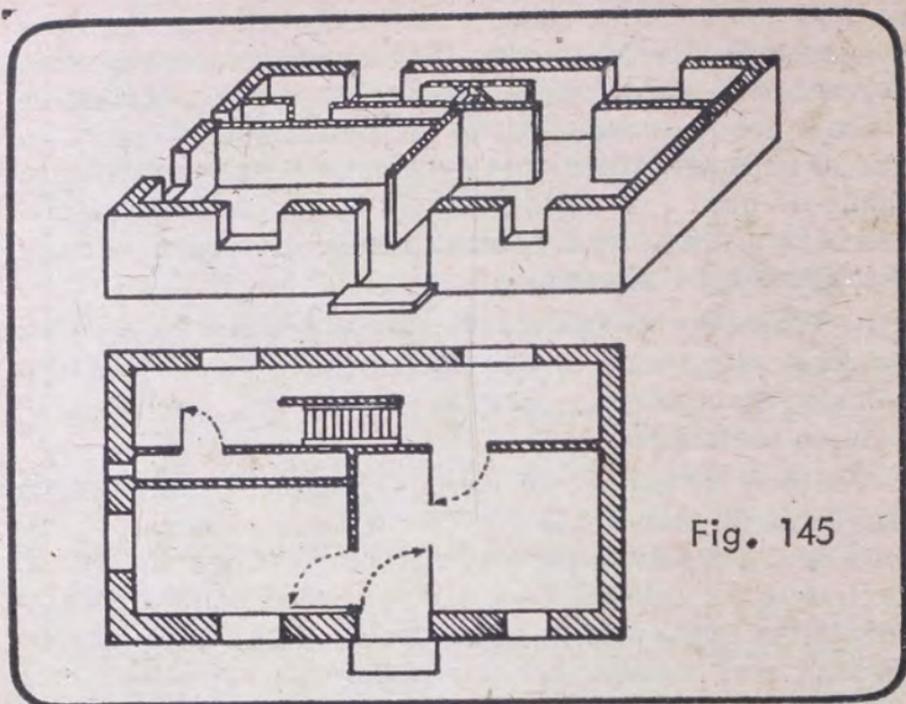


Fig. 145

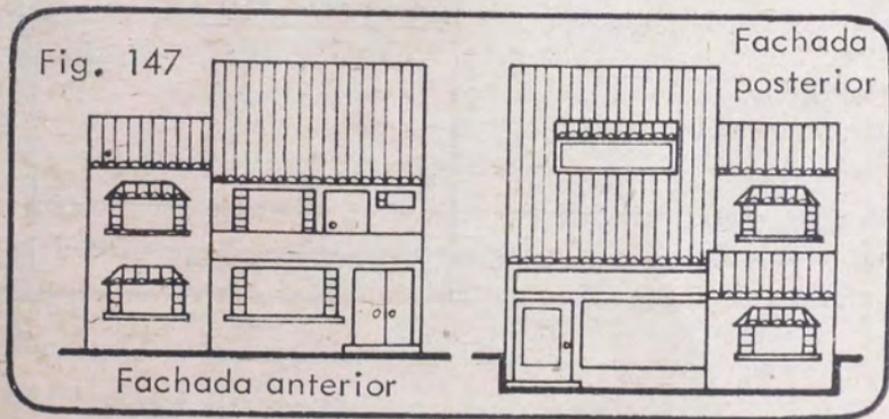
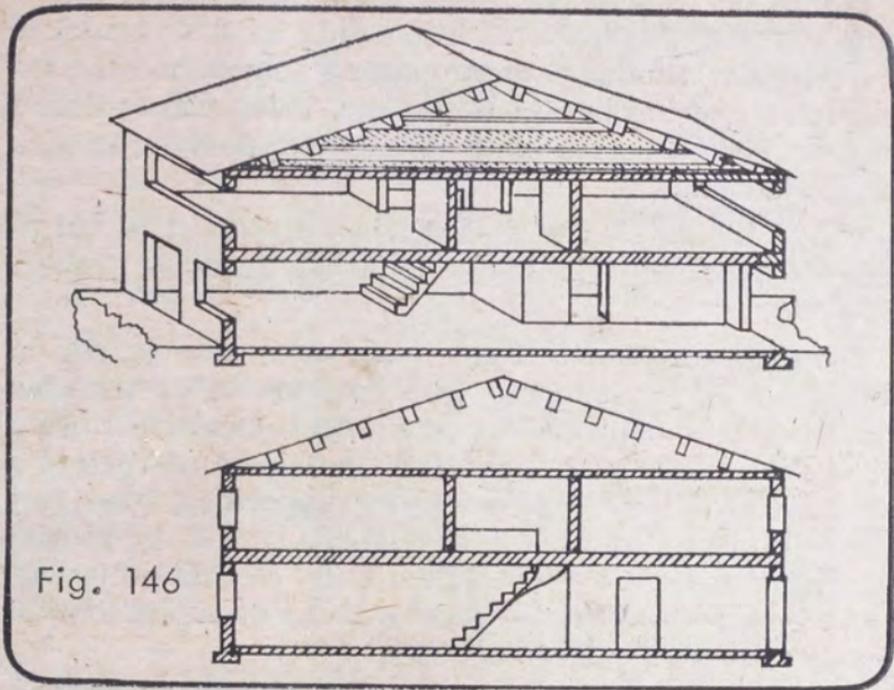
Cortes: muestran secciones de la casa como si hubiera sido cortada verticalmente, en escala 1:50 (Fig. 146).

Fachadas: muestran el aspecto que presentarían las caras exteriores de la casa ya terminada, escala 1:50 (Fig. 147).

Planos estructurales: muestran la disposición de las vigas y columnas, losas macizas o aligeradas, capiteles de columnas, cerchas, amarres y zapatas de cimentación. Van en escala 1:50.

Planos de detalles: se elaboran en escala 1:20.

Planos de cubiertas: muestran la disposición de los techos, en escala 1:100.



Planos de instalaciones eléctricas: muestran la distribución de las canalizaciones, acometida, cajas de contador y totalizador, salidas para lámparas y tomacorrientes, interruptores, conexiones a tierra, etc. Estos planos deben presentarse a la correspondiente Empresa de Energía para su aprobación.

Planos de instalaciones sanitarias: muestran la ubicación de tuberías de desagüe, bajantes, cajas de inspección, etc.

Los distintos planos deben ir acotados, esto es, con la indicación correspondiente a las medidas de las distintas secciones, y deben presentar las siguientes leyendas: título de la obra, localización, nombre de la firma constructora o empresa arquitectónica, parte del proyecto al cual pertenece el plano, número de la plancha, firma del propietario, firma del proyectista, dibujante, escalas utilizadas, fecha en que se ejecuta el plano y fecha de su aprobación por la autoridad competente (Fig. 148).

"Empresa"	PLANCHA No.
	CONTIENE:
OBRA:	
LOCALIZACION:	
PROPIETARIO:	ESCALA:
PROYECTISTA:	FECHA:
DIBUJANTE:	APROBACION:

Fig. 148

Los planos de anteproyecto se elaboran en escala 1:100 y deben incluir uno de localización, el cual muestra la

ubicación de la obra en el conjunto urbanístico o con respecto a áreas vecinas, utilizando las placas topográficas más cercanas, de las cuales se encuentran por toda la ciudad y distribuidas en los campos.

Los símbolos convencionales para la representación de las obras y de las instalaciones eléctricas se muestran en las figuras 149 y 150. Todo albañil debe familiarizarse con ellos así como con el dibujo fácil de diseños sencillos, pues de este modo estará en condiciones de explicar, mejor que con palabras, los pormenores técnicos.

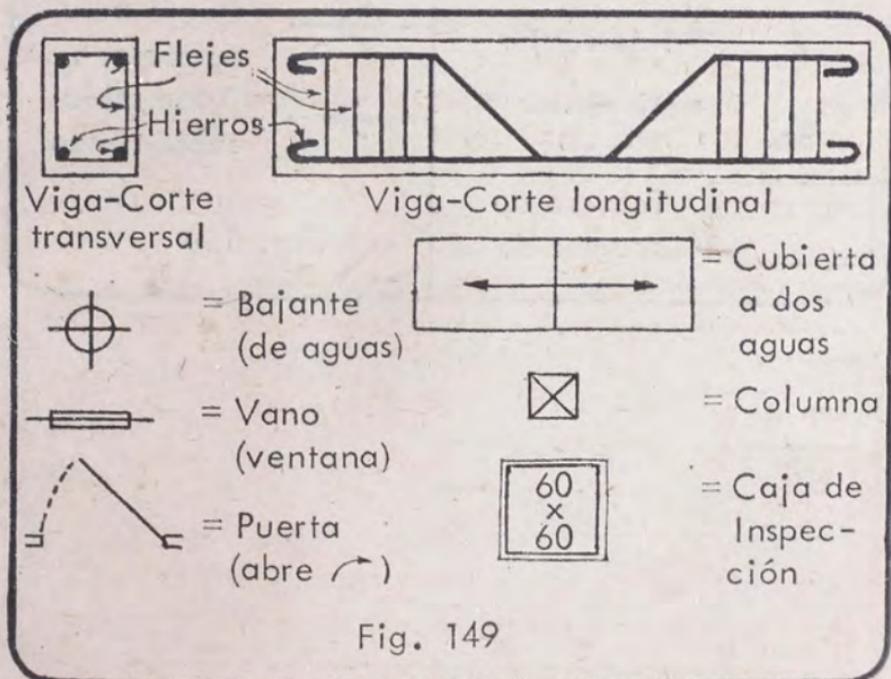


Fig. 149

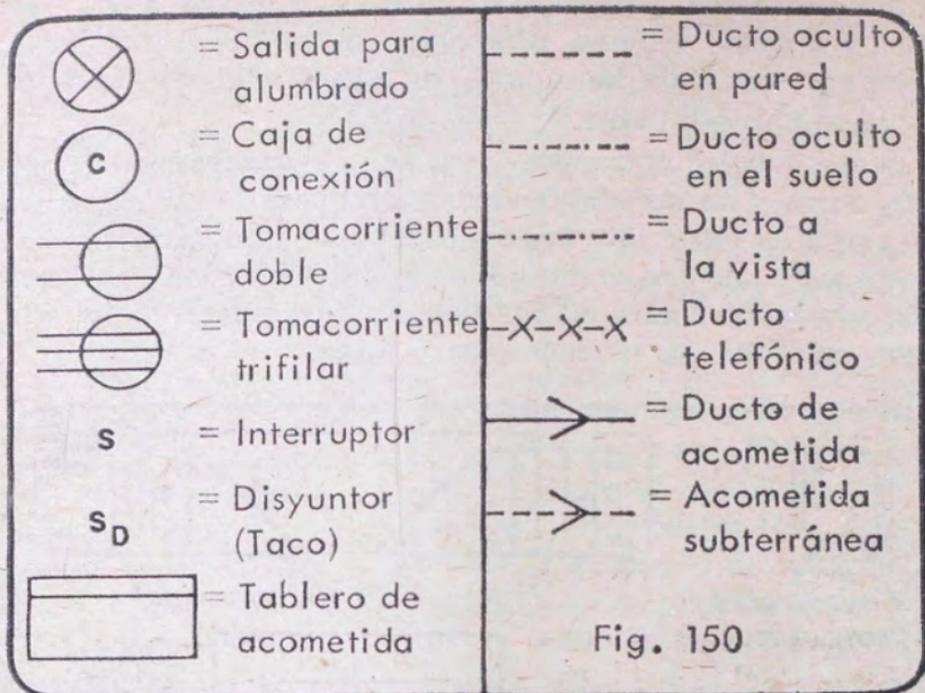


Fig. 150

BIBLIOTECA LUIS ANGEL ARANGO - B DE LA R



2 9004 02415856 9

# Aprendamos construcción

