

# Manual de Materiales de construcción

Material recopilado por:

Gustavo Jaramillo Botero

Ingeniero Civil

# Capítulo 1

## Materiales en su estado natural

### Introducción

Las rocas se erosionan, las montañas se desmoronan, los valles se hacen viejos y los sedimentos van de las tierras altas para quedar extendidos en el fondo del mar y los ríos. Durante millones de años los continentes se han ido desgastando y sin embargo, todavía se levantan sobre el nivel del océano.

Las masas de tierra existen porque las fuerzas internas de nuestro planeta las han empujado repetidamente hacia arriba. El suelo se formó por la destrucción de las rocas y los metales combinados con el oxígeno o bióxido de carbono en el aire, formando nuevas sustancias. Algunas de estas son disueltas por el agua: parte de la roca quedó como arena y arcilla. Sobre nuestra superficie de tierra gran variedad de maderas, las que utilizamos según su composición para la construcción.

### 1. El suelo como material de construcción

#### 1.1 La tierra

La tierra es un material que cubre nuestra corteza terrestre en un 28% de su superficie. Está compuesta por elementos como hierro, níquel, silicatos, basaltos, granitos de los cuales por sus componentes y formas se pueden clasificar y usarse en la construcción.

La arcilla, tierra blanda, plástica, que se endurece al fuego, es un silicato de aluminio hidratado que por lo general se halla mezclado con impurezas; en su estado puro se llama caolín o arcilla de china. Sus depósitos sedimentarios son de color blanco, gris, amarillo, rojo o negro según sus impurezas, contiene un alto grado de plasticidad que permite moldearla con nuestras manos, usándose en la manufactura; fabricamos adobe puro que se usa bajo techo. En regiones áridas, mezclada con materiales como la arena podemos usarla en muros característicos en nuestras regiones.

La arcilla debe contener de un 50% a un 80% de partículas de menos de 0.01 mm de diámetro, si el contenido es menor, se califica como arcilla magra o barro. En las arcillas magras los granitos de arena, que son los que producen la aridez, son demasiado pequeños para poder ser notados. En el barro son ya algo mayores y se notan al tacto.

La capa vegetal es una materia orgánica en descomposición que cubre la tierra en su parte superficial compuesta de raíces y formas vegetales que debe retirarse del sitio donde se va a efectuar una construcción por ser un material inestable que no se deja compactar, mantiene la humedad y genera asentamientos diferenciales. Carece de aptitud portante. El ácido húmico y sus análogos atacan y deterioran el hormigón y la mampostería.

### **3.2 Factores de conversión**

Debido a que el volumen del suelo aumenta de banco a suelto, se debe utilizar los factores de conversión para determinar el volumen de material que resulta luego de realizada la excavación. El volumen suelto debe ser calculado con buena precisión para evaluar el costo del retiro hasta el botadero autorizado por el municipio.

En la siguiente tabla se indican los factores de conversión.

**Tabla 1.1 Factores de conversión de banco a suelto**

Material	Factores (banco-suelto)	Al compactar 1 metro cúbico
Tierra vegetal	Por 1,10	1,06 m <sup>3</sup>
Tierra franca	Por 1,20	1,07 m <sup>3</sup>
Tierra margosa y arcilla medianamente compacta	Por 1,50	1,30 m <sup>3</sup>
Tierra margosa y arcilla compacta	Por 1,60	1,40 m <sup>3</sup>
Terrenos sueltos sin cohesión	Por 1,10	1,05 m <sup>3</sup>
Terrenos fijos con pequeña cohesión	Por 1,20	1,10 m <sup>3</sup>
Terrenos compactos con fuerte cohesión	Por 1,30	1,15 m <sup>3</sup>
Roca desmontada con barrenos y reducida a trozos	Por 1,60	1,40 m <sup>3</sup>
Roca blanda con arranque a máquina	Por 1,40	1,25 m <sup>3</sup>
Afirmado para bases de vías	-----	1,30 m <sup>3</sup>
Material sucio de río para sub-bases	-----	1,25 m <sup>3</sup>

Los factores serán aplicados tanto para retirar el material de excavación, como para saber la compactación que se podrá obtener en un material que se va a utilizar en un lleno, debido a que el material disminuye en volumen al ser compactado.

**Ejemplo 1.1**

Se requiere retirar la capa vegetal en un lote para una vivienda, el cual tiene una dimensión de 6 x 12 m. La altura de descapote es de 0,80 m. Calcular el volumen del descapote y el volumen del material a retirar en volqueta.

**Solución.**

El volumen en banco es:

$$V = 6 \text{ m} * 12 \text{ m} * 0,80 \text{ m} = 57,60 \text{ m}^3$$

El volumen suelto es:  $V = 57,60 \text{ m}^3 * 1,10 = 63,36 \text{ m}^3$

El número de viajes de una volqueta de 5 m<sup>3</sup> es:

$$\# \text{ viajes} = \frac{63,36 \text{ m}^3}{5} = 12,67 \text{ viajes}$$

**Ejemplo 1.2**

Se requiere realizar la excavación en arcilla compacta para conformar la viga de cimentación de una vivienda. Las dimensiones de la excavación son: 0,30 m x 0,40 m x 68,0 m. Calcular el volumen de la excavación y el número de viajes para el retiro, si se debe retirar el 70% del volumen suelto.

**Solución.**

El volumen en banco es:

$$V = 0,30 \text{ m} * 0,40 \text{ m} * 68,0 \text{ m} = 8,16 \text{ m}^3$$

El volumen suelto de la arcilla es:  $V = 8,16 \text{ m}^3 * 1,60 = 13,06 \text{ m}^3$

El volumen para retirar es:  $V = 13,06 \text{ m}^3 * 0,70 = 9,14 \text{ m}^3$

El número de viajes de una volqueta de 5 m<sup>3</sup> es:

$$\# \text{ viajes} = \frac{9,14 \text{ m}^3}{5} = 1,83 \text{ viajes} \quad \Rightarrow \quad \# \text{ viajes} = 2 \text{ viajes (aprox.)}$$

**Ejemplo 1.3**

Se requiere realizar un lleno compactado en una obra. Las dimensiones del lleno son: 7,30 m x 8,50 m x 1,20 m. Calcular el volumen de arcilla que se necesita para conformar el lleno.

**Solución.**

El volumen del lleno es:

$$V = 7,30 \text{ m} \times 8,50 \text{ m} \times 1,20 \text{ m} = 74,46 \text{ m}^3$$

El volumen de arcilla que se necesita hay que afectarlo por el factor de compactación.

El volumen suelto de la arcilla que se necesita es:

$$V = 74,46 \text{ m}^3 \times 1,40 = 104,24 \text{ m}^3$$

**1.2 El agua**

Las aguas naturales que disponemos en el medio ambiente son: superficiales, subterráneas y aguas lluvias.

Aguas naturales son aquellos que están localizadas en la tierra disponibles para la vida del hombre; su estado es líquido en ríos, mares, lagos, lagunas; estado sólido en volcanes y estado gaseoso en la atmósfera en forma de vapor de agua.

Aguas superficiales: En el recorrido que hace el agua de los ríos, se va transformando por su poder disolvente, recoge materiales de los suelos, desechos de poblaciones e industrias, sufriendo de la contaminación.

Aguas subterráneas: Afloran en manantiales después de filtrarse en el terreno. Se obtienen por pozos; sufren modificaciones, pues al atravesar las capas terrestres absorben ácido carbónico, se mineraliza y pierde oxígeno.

Aguas subterráneas: Se dividen en freáticas y artesianas. Las aguas freáticas están expuestas a la contaminación de bacterias, parásitos o sustancias químicas por la facilidad de filtración hacia ellas.

Aguas lluvias: Proceden directamente de la atmósfera, se captan antes de llegar a la superficie y se almacenan en tanques.

#### CALIDAD DEL AGUA:

- Cruda: Es aquella que no ha sufrido proceso de tratamiento.
- Destilada: Formada por la condensación de vapor del agua.
- Natural: Como se presenta en la naturaleza.
- Potable: Reúne requisitos químicos y bacteriológicos en condiciones sanitarias para ser consumidas por la población.
- Pura: Compuesto químico formado por el conjunto de moléculas de átomos de hidrógeno y oxígeno.

En la construcción se utiliza el agua en forma natural, potable y cruda. La relación agua- cemento es muy importante. El agua debe estar libre de materia orgánica (Hojas, desechos), ácidos, álcalis y grasa, limos y sales.

El suministro de agua se debe garantizar y proveer para la construcción instalaciones de almacenamiento, equipos de bombeo si fuera necesario para pisos altos o grandes distancias.

El agua potable debe exigirse para el consumo del personal en la construcción o se aprovisionará de filtro u oxigenadores que garanticen su potabilidad.

En las ciudades se consumirá agua del acueducto, por medio de conexiones provisionales, con tarifas que fijan las empresas públicas, se tendrá tanque superficial de almacenamiento con red terminal para la conexión a una manguera.

En la zona rural o urbana donde no existen redes de acueductos, se hará el aprovisionamiento de agua por medio de bombeo de ríos cercanos, aguas subterráneas o pozos profundos a un tanque superficial o subterráneo. Se deben aprovechar las aguas lluvias por no tener valor y su menor contaminación que afecte su uso en la construcción. Cuando recurrimos a pozos subterráneos se debe analizar el agua en el laboratorio para comprobar su calidad.

### 1.3 Arenas

Las arenas están construidas por granos pétreos sueltos de estructura cristalina de menos de 3 mm de diámetro, admitiendo una presión sobre el suelo de 3,0 kg/cm<sup>2</sup>, provienen de la disgregación de rocas naturales, procesos mecánicos o químicos que al ser arrastradas por las corrientes fluviales o aéreas se obtienen al triturarse las rocas duras específicas.

Toman distintos nombres de acuerdo a su origen: sílicas o cuarzolas, calizas, graníticas y arcillosas.

Por su dureza y estabilidad química las arenas sílicas son mejores; las arenas calizas provienen de rocas calizas muy dura; las arenas graníticas por su poca homogeneidad y por su alterabilidad no deben usarse salvo que contengan bastante cuarzo.

#### 1.3.1 Tipos de arena

De acuerdo con su procedencia o localización se denominan:

- a) Arena de río
- b) Arena de peña
- c) Arena de mar
- d) Arena de Ottawa
- e) Arenas artificiales

a) ARENA DE RÍO: Generalmente de partículas redondas por los golpes que han sufrido al ser movidas por la corriente, pueden contener arcillas y otras impurezas o pueden ser blandas dependiendo su localización. Se presentan en granos de distintos tamaños, nunca mayores de 6.5 mm. Lo que permite separarla por medio de una malla desde No. 6 hasta No 200. Si la arena se lava, pierde el fango y las impurezas que la contaminan, llamándose arena lavada, su uso es en morteros y concretos.

b) ARENA DE PEÑA: Son las depositadas en el interior de la tierra formando canteras; están generalmente formadas por granos más angulosos conteniendo arcillas y materias orgánicas.

Dependiendo de la cantidad y calidad de las impurezas que contienen estas arenas se presentan en color azul, gris o café. La empleamos fina para morteros de pañete y pega; y cuando es gruesa se emplea en morteros para pisos y concretos pobres. Aparece mezclada desde granos muy finos hasta gruesos que pueden ser seleccionados igual que la arena de río.

c) ARENA DE MAR: Estas arenas solo se pueden emplear mediante proceso de lavado en agua dulce, siempre que tengan el tamaño adecuado, pues contiene sales alcalinas que absorben y retienen la humedad, dando con el tiempo origen a eflorescencias que son perjudiciales para los acabados interiores (por esta razón no son usados granos muy pequeños)

d) ARENA DE OTAWA: Es una arena específica importada de Canadá para trabajos especializados realizados solo en laboratorios, como por ejemplo las muestras de concreto para conocer las cualidades de un cemento en relación con valores patrones determinados. No es utilizada en la construcción. Está conformada por pequeños cristales blancos, sin grasas, arcillas, o restos de cuerpos vegetales o animales.

e) ARENAS SUPERFICIALES: son de granos angulosos con superficie rugosa; sometidos a trituración y molido. Por este proceso carecen de polvo suelto y elementos orgánicos. Son aptas para morteros y concretos, deben provenir de rocas duras sin aristas vivas y ángulos muy agudos pues esto hace que la resistencia del conjunto disminuya.

### **1.3.2 Forma de los granos**

Para máxima resistencia e impermeabilidad, el agregado debe presentar la máxima compactibilidad (debe presentar un mínimo porcentaje de vacío). Se ha comprobado que la forma esférica de los granos, además de proporcionar morteros manejables y resistentes, proporciona también mezclas económicas ya que los granos con aristas alargadas, representan con relación al volumen, un área mayor a cubrir, restando manejabilidad y plasticidad a la mezcla por el deslizamiento de los granos entre sí, por consiguiente, cuanto más próxima sea la forma de los granos esféricos, más compacto, resistente y económico resultarán los concretos.

## **1.4 Las piedras**

La piedra que se utiliza en la construcción proviene de canteras que se encuentra normalmente en las laderas de cerros y en zonas volcánicas, su extracción se hace con dinamita. También utilizamos la piedra de canto rodado que se encuentra en lechos de ríos, rompiendo las logramos una mayor adherencia.

La piedra es uno de los materiales más usados, tanto para las obras rurales como urbanas empleándose para construir muros, cimientos, pisos, pilastras, ya sea labrándola o sin labrar en forma rústica.

### **1.4.1 Piedra media zonga canto rodado**

Se puede utilizar como acabado final en muros y pisos también en concreto ciclópeo, en la misma forma en que salen de la cantera o rajándola con una maceta dando aristas y caras caprichosas que ofrecen mejor adherencia al mortero o concreto. Mientras más pesada y dura es más resistente, con un peso aproximado de 2.000 kg por m<sup>3</sup>. Su diámetro no debe ser mayor a 30 c y peso de 25 kilos. En caso contrario debe procederse a partirla. Las areniscas silicosas son muy duras y difíciles de romper por su tendencia a saltar en fragmentos; cuando son calizas o porosas no deben usarse en cimientos porque se deteriora con la humedad. Un metro cúbico de piedra compacta se convierte en metro y medio de piedra de construcción, pero un metro cúbico de piedra suelta transportada solamente alcanza para dos terceras partes de un metro cúbico de muro.}

### **1.4.2 Piedra laja**

Procede principalmente de la explotación de rocas sedimentarias como areniscas, que en muchos casos permiten su labrado, se presentan en la naturaleza en diversas formas, colores, composición, tamaños, y en formas de capas o estratos; debido a su composición es de poca resistencia al desgaste esfuerzo. Es material para revestimiento o elaboración de muros, usada antiguamente en poblaciones indígenas para caminos siendo talladas así mismo en escaleras, rampas acueductos. Por su composición es apreciada en enchapes, algunas tienen partículas pequeñísimas de cuarzo, feldespato y arcilla.

### **1.5 Agregados gruesos balasto**

Estos elementos son muy importantes por ser de un material muy económico, por su facilidad de obtención, por su composición de arena y grava, se encuentra en las minas y lechos de los ríos, con gravas que varían entre 3 y 7 cm. Los agregados y balastos se usan en mezclas de concreto cuidando que queden limpios de impurezas y en general de la calidad de estos agregados y por sus características físicas, químicas y mecánicas dependerán directamente de los resultados buscados. Se puede contar aproximadamente con una aptitud portante de unos 4 kg/cm<sup>2</sup>.

### **1.6 Las maderas rollizas o redondas**

Es una materia sólida vegetal, rígida, que se encuentra bajo la corteza de los tallos.

La madera está formada por las paredes rígidas y resistentes de células muertas del leño, constituidas por celulosa. Esta sustancia está conformada por grandes unidades de moléculas enlazadas que dan lugar a fibras de considerable longitud. Las fibras de celulosa son insolubles en agua y ofrecen gran resistencia mecánica. Una vez efectuado el corte del tronco se inicia el proceso de lavado que el tronco descortezado ha de experimentar. Con el lavado se extraen ciertas sustancias orgánicas que, si permaneciesen en las maderas, acabarían por descomponerlas; luego se procede a la desecación para disminuir el grado de humedad de la madera, este tratamiento puede realizarse exponiendo los troncos al aire durante años o desecadores de aire caliente que aceleran la operación. Con la desecación se asegura la resistencia de la madera.

En la construcción el uso de la madera es múltiple, desde párales hasta maderas para columnas, dinteles, vigas, cerchas. Las más recomendables son el mangle y el eucalipto; varían en diámetro desde 8 a 25 cm. Y Largos desde 3 a 10 m. Su resistencia depende del diámetro y largo siendo las más usadas para formaletas de 8 a 12 cm, y 3 a 4 cm de largo. De 12 a 25 cm y largo variable se usan en vigas, columnas, entresijos y cubiertas.

Su inmunización con; productos químicos es importante para prevenirlas de las plagas de las atacan.

### **1.7 El bambú o guadua**

A pesar de que el bambú ha sido una planta conocida y empleada por el hombre desde tiempos prehistóricos, sus caracteres botánicos no se conocen completamente, por este motivo el género guadua pertenece a las especies del bambú clasificadas en las angiospermas monocotiledóneas, pertenecientes a estas también las palmas.

El bambú a diferencia de los árboles adquiere su desarrollo en menos de un año iniciando su maduración entre los 3 y 6 años, adquiriendo su máxima resistencia, por lo cual se aprovecha durante este periodo en la construcción. El empleo del bambú como elemento estructural, comparándolo con la madera, presenta ventajas y desventajas comunes en los dos elementos.

Dentro de sus ventajas tenemos: liviana, evita su ruptura al curvarse debido a sus nudos, apropiada para construcciones antisísmicas por esta característica, puede cortarse transversal y longitudinalmente, su superficie es lisa, limpia y de color atractivo, puede usarse como tuberías para transporte de agua, en combinación con el concreto puede ser un elemento de refuerzo, bajo costo.

Sus desventajas son: se pudre al contacto con la humedad, es atacado por insectos, por esta razón se debe someter inmediatamente sea cortado al tratamiento de curado y secado, es altamente combustible, su diámetro varía con la longitud, no debe clavarse con puntilla debido a su tendencia a rajarse. Muchas de estas desventajas pueden superarse con la aplicación de preservativos y buen diseño estructural. El desarrollo del bambú varía entre 10 y 18 cm de diámetro y alturas hasta de 30 metros.

Se clasifican por longitudes y grosores, pueden combinarse con vigas y tablonés de madera, sus uniones se hacen con cuerdas de fibra vegetal o alambre.

### **1.8 La hoja de palma**

Para cubiertas en climas cálidos y húmedos se usa la palma por su abundancia, fácil colocación, impermeabilidad, durabilidad y economía. Da la posibilidad de dejar paso al aire dando una ventilación efectiva, es fácil su manejo. Usando manojos atados por uno de sus extremos con la propia palma sobre los cuales se va a apoyar, sobreponiéndolas y traslapándolas se logra una cubierta funcional.

Debe secarse a la sombra, rociándose frecuentemente con agua antes de su instalación.

### **1.9 Cañas**

Pertenecientes a las gramíneas de tallos nudosos. En su interior algunas son huecas, otras están compuestas por fibras largas y duras, su altura varía de 2 a 8 m y diámetros hasta 6 cm, su utilización en la construcción como la caña brava en entramados para cielos rasos o cubiertas en teja de barro o palma. En decoración y acabados usamos la caña de castilla, palmácea muy fina que no ofrece resistencia las cargas de cualquier esfuerzo.

La macana es otra palmácea, es un material muy fuerte y fino usado en la antigüedad para la elaboración de armas y azadones, su uso en la actualidad no es frecuente por su escasez. La resistencia es comparada con el hierro y puede usarse en casos determinados reemplazándolo. Permite ser tallada, todas las cañas y palmas deben ser cortadas en menguante y antes de su florecimiento, pues pasado este pierden resistencia y algunas terminan su ciclo de vida.

### Ejercicios propuestos

**1.1** Se requiere retirar la capa vegetal en un lote para una vivienda, el cual tiene una dimensión de 7,0 m x 14,0 m. La altura de descapote es de 0,40 m. Calcular el volumen del descapote y el volumen del material a retirar en volqueta.

Respuesta:

$V = 39,20 \text{ m}^3$  (descapote)

$V = 43,12 \text{ m}^3$  (retiro en volqueta)

**1.2** Se requiere realizar la excavación en arcilla compacta para conformar la viga de cimentación de una vivienda. Las dimensiones de la excavación son: 0,40 m x 0,70 m x 85,0 m. Calcular el volumen de la excavación y el volumen para el retiro, si se debe retirar el total del volumen suelto.

Respuesta:

$V = 23,80 \text{ m}^3$  (excavación)

$V = 38,08 \text{ m}^3$  (retiro en volqueta)

**1.3** Se requiere realizar la excavación en arcilla compacta para conformar la viga de cimentación de una vivienda. Las dimensiones de la excavación son: 0,30 m x 0,50 m x 78,0 m. Calcular el volumen de la excavación y el volumen para el retiro, si se debe retirar el 75% del volumen suelto.

Respuesta:

$V = 11,70 \text{ m}^3$  (excavación)

$V = 14,04 \text{ m}^3$  (retiro en volqueta)

**1.4** Se requiere realizar la excavación en un terreno suelto sin cohesión para conformar la viga de cimentación de una vivienda. Las dimensiones de la excavación son: 0,30 m x 0,60 m x 120,0 m. Calcular el volumen de la excavación y el volumen para el retiro, si se debe retirar el 90% del volumen suelto.

Respuesta:

$V = 21,60 \text{ m}^3$  (excavación)

$V = 21,38 \text{ m}^3$  (retiro en volqueta)

**1.5** Se requiere realizar la excavación en arcilla compacta para conformar las zapatas de la cimentación de un edificio aporricado. Las dimensiones de la excavación de cada zapata son: 1,40 m x 1,40 m x 1,80 m. Calcular:

- a) El volumen de la excavación si el edificio tiene 20 zapatas.
- b) El número de viajes en volqueta de 5 m<sup>3</sup> para el retiro, si se debe retirar el 40% del volumen suelto.

Respuesta:

- a)  $V = 70,56 \text{ m}^3$
- b)  $V = 9,03$  viajes

**1.6** Se requiere realizar un lleno compactado en una obra. Las dimensiones del lleno son: 8,60 m x 14,50 m x 1,50 m. Calcular el volumen de arcilla que se necesita para conformar el lleno.

Respuesta:

$$V = 261,87 \text{ m}^3$$

## Capítulo 2

### Materiales Procesados

#### Introducción

Al contemplar la extensa variedad de materiales procesados, no acertamos a discriminar la función estructural, obedeciendo siempre a un hecho económico-constructivo. Al recurrir al empleo de un nuevo material a través de cuyo uso prolongado se desarrolla la tradición expresiva, de ello se deriva que todo material adoptado responde a las exigencias estéticas y funcionales a las que la propia obra queda sujeta. Al poner de relieve la prerrogativa estética que cada material posee, ligada por fuerza en su aspecto externo, color, forma, aspereza de la superficie, concurre en medida determinante el modo de ser procesado y así su aplicación en la construcción.

#### 2.1 Las piedras

Los triturados proceden principalmente de la explotación y proceso de las rocas sedimentarias, canteras y de río. Estas deben ser resistentes, duras, exentas de partículas que motiven a alteraciones volumétricas o afecten la hidratación del cemento. Al efectuarse en proceso de triturado por medio de maquinaria o manual se procede a la selección y clasificación de acuerdo a las necesidades y exigencias para la elaboración de concretos. Este procedimiento al elaborarse por maquinaria pasa por zarandas clasificadoras, separándolo de acuerdo al tamaño siendo menores de ½" a 2", quedando una arena fina usada también en la construcción. Una vez procesado el triturado debe lavarse para quitarle la materia orgánica, la arcilla y el limo que contenga. La piedra que se selecciona para triturarla debe ser libre de álcalis, el cual motiva la expansión en el concreto siendo alguna de ellas: el ópalo, vidrio volcánico y la calcedonia.

También se emplean triturados de tipo natural para concretos livianos como:

- La piedra pómez, lava muy porosa, de contextura espumosa, compuesta en gran parte de vidrio dispuesto en fibras aproximadamente paralelas o poco entrelazadas. Los concretos fabricados con este triturado alcanzan pesos volumétricos que de 1400 a 1600 kg/m<sup>3</sup>.

- Las escorias, lava de forma típica redondeada de sección transversal elíptica.
- Tobas volcánicas, siendo cenizas, polvos o barros eruptivos consolidados. Su peso volumétrico varía de 800 a 1.100 kg/m<sup>3</sup>. Se le conoce también con los nombres de tapetape y jal.
- Diatomita, es una roca sedimentaria compuesta de esqueletos de diptomeas (algas) o infusorios (protozoarios), con previa calcinación.

Se puede usar como material inerte fino, usándose como material adicional en relación del 8% al peso del cemento, hace el papel de dispersor, haciendo más manejables las mezclas secas y proporciona impermeabilidad, concreto y mortero. Su unidad de medida es m<sup>3</sup>.

### **2.1.1 Piedras Talladas**

Su procedimiento es de rocas areniscas, que permiten su labrado sin presentar dificultades; son materiales para revestimiento de muros, pilares, capiteles o baldosas.

Las areniscas se hallan principalmente en la región central de Colombia donde se les explota abundantemente siendo las más conocidas:

- Piedra crema, es una roca arcillosa que se utiliza principalmente para elaborar capiteles y figuras.
- Piedra blanca, su explotación se realiza en los alrededores de Facatativá (Cundinamarca) es de gran dureza y su uso común es como material de enchape de muros.
- Piedra muñeca, de color amarillo, con vetas café, es la piedra de mayor dureza semejante al grado de dureza del mármol traventino. Su uso extendido para enchapes de muros y fachadas, elaboración de pisos y zócalos de las construcciones.

### 2.1.2 Piedras Aserradas

En muchos lugares, el suelo y las plantas se extienden sin que se vean las rocas por ninguna parte, pero abonando en el suelo, es seguro que tropezaremos con una roca compacta, bajo la creciente presión, algunos minerales son disueltos por el magma formando nuevos, originándose fuerzas que metamorfosean las rocas: la arenisca se hace roca dura: cuarcita, la arcilla se transforma en pizarra y la caliza en mármol.

El mármol es el tipo más perfecto de las calizas cristalinas, su empleo en la construcción y ornamentación se ha generalizado. Es una piedra de textura compacta y cristalina, de grano muy unido y con bellísimos lustre por efecto del pulimento, puede dividirse en grupos.

- 1: Mármoles incoloros, siendo notables el blanco y el negro.
- 2: Mármoles veteado, de infinita variedad, de diversos colores, existentes en toda la tierra.
- 3: Mármoles compuestos, que encierran materiales provenientes de rocas plutónicas, entre las que se encuentran el mármol que contiene fragmentos de micra verde en su pasta verdosa.
- 4: Mármoles polilíferos, formados por una pasta en la que se ven conchas, caracoles, y restos fósiles en general.
- 5: Mármoles brocateles, compuesto de fragmentos angulosos y otros mármoles, son de tipo muy hermoso. A causa del gran número de pequeñas grietas no resistente a la intemperie ni a la humedad por esto debe usarse en interiores.
- 6: Alabastro oriental, de fractura fibrosa o cristalina y transparente con tintes que varían entre el blanco y leonado.

En el territorio colombiano encontramos diversidad de canteras para la explotación de mármol. Entre ellos tenemos a nivel nacional:

- Gris persa, procedente de Danta (Antioquia), es ideal para escultura por presentar grano fino.
- Gris payande, la cantera donde se efectúa la explotación está situada en Payande (Tolima). Tiene dos tonalidades, gris claro y gris oscuro.

- Traventino Villa de Leyva: Su explotación se realiza en Villa de Leyva (Boyacá), es un grano blanco y compacto, a este se le une el traventinotibasosa de color más amarillento.
- Negro San Gil y negro Sáchica, bastantes compactos de granos finos y gran dureza. Sus canteras están en los departamentos de Santander y Boyacá.
- Benotti, originario de Medellín (Antioquia) de color gris, grano grueso y con vetas de colores rojo y azul.
- Blanco Huila, explotado en San Luis (Huila), de grano grueso y con vetas en blanco amarillento.

Encontramos otra gran cantidad de mármoles como el perlatto de Tolú (sucre). El puricina del Cesar (Cesar) con características de forma de caracol o concha, etc.

Desde la antigüedad los mármoles han sido denominados según su tonalidad cromática, que es su característica más acusada, y así han sido llamados sencillamente mármoles blancos, negros, rojos, sienas, etc.

### **2.1.3 Granitos**

Geológicamente, el granito es un compuesto feldespato, cuarzo y mica, de estructura cristalina, muy compacta y difícil de trabajar, tiene la propiedad de ser inalterable a la intemperie, por lo cual debe considerarse material insustituible para revestimiento de exteriores, sobre todo en aquellas variedades ricas en cuarzo y polvos de mica que en feldespato.

El granito es roca plutónica muy abundante, que ocupa extensas zonas montañosas de la tierra. Uno de sus principales atractivos es a causa de su coloración no uniforme; ofrece una superficie extremadamente dura, granulosa en la que se combinan grises, blancos, verdes, rojos pálidos y negros, mezclados íntimamente.

Los bloques extraídos de las canteras son transportados a la sierra para fabricar las placas en el grosor preciso enchapado.

El granito ofrece las siguientes características que le son propias, es un material inalterable a los agentes atmosféricos y se pueden almacenar al aire libre. No se raya, resiste el paso de un punzón o instrumento cortante, no se mancha considerándose un material idóneo para revestimientos en edificios. Es duro y resistente al desgaste.

El retal sobrante al ser aserrado el granito o el mármol es picado en pequeños granos que al ser mezclado con cemento y marmolina obtenemos una pasta que se aplica sobre concreto para enchapes o sellamiento de poros en piso de mármol o granito.

## **2.2 Maderas**

La madera es un material procedente de los troncos, después de ser aserrada, y de un adecuado proceso de secado es sometida a la construcción. Es un material de gran manejabilidad, agradable, fácil de trabajar y uno de los más antiguos elementos utilizados por el hombre, posiblemente en la historia de la construcción. Su aplicación es muy extensa y las posibilidades de empleo son innumerables, se construyen muros, pisos, cubiertas, postes, puertas, ventanas, muebles.

Las condiciones de dureza, resistencia a la flexión, durabilidad y elasticidad, varías según su procedencia, pero son susceptibles de mejorarse con un tratamiento adecuado. Hay diferentes tipos como: pino, abeto, cedro, encina, caoba, etc.

La acción de los agentes climatológicos puede considerarse poco menos que destructiva. El cambio ambiental de humedad y viceversa provoca contradicciones y dilataciones deformándola. El fuego la destruye totalmente.

### **2.2.1 Madera Aserrada**

Para el uso de la madera en la construcción. Debe estar totalmente seca, pues al estar húmeda es dura al clavarse, se raja con el aire. Su corte se hace en forma de vigas, polines, tablas y tablones en varios tamaños comerciales de ancho, grueso y largo, aconsejándose comprarla cepillada por sus caras y cantos para que quede lisa y limada al usarse.

Las maderas ordinarias reciben nombre de acuerdo a la región, siendo más populares los nombres de tabla burra de 2.5 cm de espesor, empleada para andamios y soporte de material y personal, tabla común de 1.5 cm, usada comúnmente para formaletas, vigas de 10x15 cm, durmientes de 15x20 cm, polines de 5x5 cm, planchones de 15x50 cm, listones de 7x5 hasta 7x15 cm. Estas maderas aserradas se emplean en cerchas, correas, columnas y vigas.

Los largos varían de acuerdo a su uso y resistencia, varían desde 1 m hasta 6 m. En trabajos de revestimiento exterior deben emplearse maderas de mediana densidad, insensible a los insectos, con una humedad del 12%, son aconsejables las denominadas muy duras como la encina, caoba, roble, fresno, cedro, etc. Para revestimientos interiores como machihombres para cielo raso y piso, enchapes de muros, divisiones, además de las maderas duras, pueden agregarse las consideradas como semiduras o blandas, con una humedad conveniente del 10%. Que son procedentes de las coníferas como: pino, abeto, abedul, castaño, eucalipto, manzano, nogal, sauce, tilo, etc.

Las maderas finas se emplean principalmente para marcos de puertas y ventanas, hojas de madera, closet, barandas y muebles finos. Para su secado, se utilizan diversos sistemas siendo los más comunes, el secado natural a la intemperie muy demorado y necesitando inmunización a las plagas, hongos y ataques de insectos perforados y masticadores. Secado al vapor, que ofrece garantías y seguridad, permitiendo agregar al vapor sustancias inmunizantes. Secado por proceso eléctrico de alta frecuencia o de infrarrojos, consiguiendo que retenga solo los grados mínimos de humedad, así mismo procediendo a la esterilización de hongos, larvas y parásitos.

La inmunización puede hacerse por inmersión en soluciones de sulfato de cobre y productos contra las plagas, debe hacerse antes de su utilización en la construcción, pues cuando se inmuniza después de estar las uniones o nudos, el inmunizante no penetra la madera creándose nidos de plagas.

### **2.2.2 Maderas Talladas**

Desde tiempos precolombinos, se incrementó la ornamentación a la talla de la madera; fue creciendo hasta convertirse en arte, en obras formales y decorativas como las esculturas que se escencializan, se convierten en figuras geométricas definidas y algunas logran una elegante estilización. Actualmente la elaboración del tallado en madera requiere de mano especializada. Son comunes las columnas, capiteles y mensuales.

### **2.2.3 Esterilla de guadua**

El tablero de esterilla se obtiene de desarrollar un sector del tallo de bambú hasta volverlo plano. Esta operación se logra haciendo primero, con una hachuela o un machete, incisiones longitudinales en cada uno de los nudos del tallo, posteriormente se corta longitudinalmente, luego se abren formando un tablero plano y por último, se limpia interiormente. Varían entre 30 y 40 cm. Su aplicación es extensa en la construcción, en paneles para construcción de muros interiores y exteriores, y llenándolos con barro, se construyen los muros en bahareque, pisos y cielos rasos, casetones y encofrados. También se usa en la artesanía para la elaboración de esterillas, canastos, etc.

## **2.3 Aglomerantes**

Como aglomerantes con variado uso de la construcción como en el levantamiento de muros, se emplea el cemento, la cal y el yeso.

### **2.3.1 El cemento**

Es un aglomerante hidráulico que se obtiene moliendo finamente el producto de la cocción, llevada por lo menos hasta el principio de conglutinación (clinkerización), de mezclas de primeras materias debidamente dosificadas que contengan cal, sílice, aluminio y óxido férrico, haciendo luego en caso debido oportunas adicciones al proceder al molido final.

Alcanza elevadas resistencias y es estable al agua. La composición y las propiedades de los cementos vienen estipuladas en las normas correspondientes. Todos los cementos que cumplen las normas oficiales se denominan "cementos normales". A parte de los cementos normales, se conocen aglomerantes mixtos y algunos tipos de cementos no normalizados.

Los cementos normales por su composición, se clasifican en:

- Cemento portland, siendo de gran consumo, dividiéndose en cemento metalúrgico, en donde la alúmina queda sustituida por el óxido de hierro o de algún otro metal, resistiendo por esta razón al agua de mar o pantano, viene en bolsas de 40 y 50 kilos y el cemento blanco, muy bajo en óxido férrico, tiene un color blanco puro.

- Los cementos ferroportland con 70 partes de Clinker de cemento y 30 partes de peso de escorias de altos hornos. Cementos de altos hornos, cemento puzolánico, cemento supersulfatado.

- Los aglomerantes mixtos son materias aglomerantes hidráulicas con adicción de catalizadores o estimulantes (cemento portland, cal blanca y dolomita, yeso)

Los aglomerantes mixtos deben tener una resistencia mínima a la compresión de 150 kg/cm<sup>2</sup>. Pueden sustituir el cemento en todas aquellas partes de las obras donde son suficientes resistencias más bajas que las que se obtendrían con el empleo del cemento.

- Cementos sin normalizar, tenemos el cemento luminoso el cual no se puede mezclar con otros cementos ni cal, pues se producen fraguados rápidos. Los cementos naturales varían en resistencias siendo admisibles para aplicaciones secundarias. Cementos preparados son especiales, algunos tienen propiedades hidrófugas (impermeables). Concretos celulares o espumosos, para usos especiales en la construcción.

- El cemento es un material insustituible en la construcción, mezclándolo con arena y agua obtenemos mortero y si a este le agregamos gravilla o piedra triturada. Se obtiene concreto y finalmente reforzándolo con hierro, se logra el concreto armado. Para obtener una máxima resistencia del concreto es importante cuidar la relación agua- cemento para lo cual podemos utilizar la curva de Abrams y la prueba de slump.

Así mismo debemos cuidar que la arena y grava utilizada sean en proporciones adecuadas y exentas de arcillas o productos orgánicos.

Las tomas para las resistencias de los concretos se hacen a los 7, 14 y 28 días siendo a este último el grado de máxima resistencia, aunque sigue aumentando pero en forma imperceptible.

### **2.3.2 La cal**

La cal viva o piedra de cal se obtiene calcinando las piedras calcinadas o conchas marinas. El cocido se hace en hornos llamados calderas, provistas de fogón en su parte inferior, se conserva el fuego por debajo de la temperatura de conglutinación (compactación) en este estado se denomina cal viva.

El apagado se hace mezclando con agua poco a poco, moviéndola constantemente con un rastrillo, hasta que se desbaraten las piedras, pasándola así disuelta a un depósito hasta formar una masa gelatinosa, se tapa con arena durante seis días, a esto llamamos cal apagada. La cal empleada en la construcción puede ser, cal viva, cal apagada, cal hidráulica siendo totalmente apagada.

Vienen empacadas en sacos de 40 kg, 50 kg, deben llevar la marca distintiva y la designación “cal viva” o “cal apagada” y las normas para su utilización.

Según su composición química y sus propiedades se clasifican en: cales aéreas, que solo se endurecen al aire y cales hidráulicas que también endurecen bajo el agua.

- Cales aéreas: Contienen menos del 10% de elementos ácidos solubles. Se endurecen a la combinación de anhídrido y cediendo el agua que va quedando en libertad (desección). Entre ellas tenemos: cal blanca, cal dolomita (gris) y cal de carburo.

- Cales Hidráulicas: Contienen más del 10% de elementos ácidos solubles tanto al aire como bajo la acción del agua o de la humedad, alcanza resistencias superiores a las de las cales aéreas, tenemos entre ellas: cal débilmente hidráulica, cal hidráulica y cal romana (con principio de fraguado rápido)

### **2.3.3 El yeso**

Es un material que se obtiene deshidratando el sulfato de cal hidratado ferroso o compacto por medio del fuego. Al molerlo resulta un polvo blanco que al tener contacto con el agua se endurece en poco tiempo. Se empaca en sacos de 20 kilos a 50 kilos. Al ser soluble en agua solo es aplicable en interiores de la construcción, para enlucidos como molduras para cielos rasos, paneles, bordes de terminación para muros, etc, para estucados mezclados con cemento portland para producir cementos hidráulicos.

## **2.4 El caolín**

Es un silicato de alúmina hidratado proveniente de la arcilla muy fina. Al ser molido y cernido se obtiene un polvo de color gris que es envasado en bolsas de 20 kilos a 50 kilos. Se utiliza en la construcción mezclado con cemento y yeso formando el estuco, requiriendo para su aplicación ser mojado con agua hasta formar una pasta fácil de aplicar aceptando el pulimento y moldeo. Su uso puro es logrado para la artesanía y moldeo de elementos decorativos, fácil de pintar después de su secado.

## **2.5 El asfalto**

Es un material negro, sólido o semisólido, pegajoso que se derrite al calentarlo; es una mezcla de hidrocarburos y se obtiene comercialmente como derivado del petróleo, aunque también se encuentran depósitos naturales o en las llamadas rocas asfálticas. Se admite que los asfaltos subterráneos proceden del petróleo por transformación progresiva.

El asfalto es una masa parda o negra, que se reblandece a 50 grados centígrados y se funde a 100 grados centígrados, insoluble en alcohol y agua, pero fácilmente soluble en sulfuro de carbono, artificialmente puede obtenerse del petróleo bruto. Sus aplicaciones son múltiples; fue usado desde tiempos bíblicos para impermeabilizar barcas, embalsamiento.

Su utilización como unión y aglomerante en las construcciones se remonta también a la más alta antigüedad. A parte de su empleo para la pavimentación de calzadas y calles, podemos citar, entre sus numerosas aplicaciones: protección de superficies metálicas contra la corrosión revestimientos impermeables para obras hidráulicas, fabricación de filtros impermeables, preparación de pinturas y barnices, fabricación de aglomerados, productos aislantes, etc.

Entre los sistemas de pavimentación podemos citar: preparación previa del terreno con hormigón sobre el cual después del alisado y aplanado, se tiende al asfalto fundido, o se esparce una capa de polvo asfáltico y se apisona con rodillos metálicos.

## **2.6 Las cerdas y el fique**

Las cerdas son pelos gruesos y duros de la cola y crin de las caballerías, empleadas en la construcción para la elaboración de brochas para trabajos de pintura, y combinadas con tierra para la elaboración de material aglomerante.

El fique es una planta semejante a la pita o cabuya, con desarrollo de 1 a 3 metros, de sus hojas obtenemos la "pita" fibra textil de múltiple aplicación industrial, como cables, lazos, manilas, etc.

## Capítulo 3

# Materiales prefabricados

### Introducción

Hasta bien avanzado el siglo XVIII a principios del XIX, la construcción de la mayoría de los edificios se llevaba a cabo en forma artesanal pero durante los siglos XIX y XX se experimentaron cambios importantes en la introducción de la tecnología. La exigencia de una racionalización y simplificación de los trabajos se remonta a los años veinte, planeando la prefabricación sin grandes inversiones, libertad de composición y combinación de elementos. Se deben tener en cuenta las desventajas de una racionalización incompleta, gasto y esfuerzo elevado, poca exactitud en las medidas y poca seguridad de conseguir las calidades de material requerido. Para comprender todas las ventajas que acompaña la utilización de prefabricados se debe conocer, desde el nivel de planeamiento, todas las propiedades y particularidades de cada material y sistema.

### 3.1 El mortero

Se entiende por mortero una mezcla de aglomerantes y áridos, que amasados con agua dan origen a una pasta plástica o fluida que se endurece por procesos químicos que en ella se producen. El mortero se adhiere a las superficies más o menos irregulares de las piezas y da al conjunto cierta compacidad y resistencia a la comprensión.

Según sean los aglomerantes que se empleen en la confección de morteros tendremos:

- Morteros de cal
- Morteros de cemento
- Morteros de cal y cemento
- .- Morteros de barro
- Moteros de yeso.

Se emplean principalmente los de cal, cemento y cal y cemento. Si se desea lograr máximas resistencias que puede dar un mortero, se debe graduar bien el humedecimiento y la plasticidad.

### **3.1.1 Mortero de cal**

Se prepara con cal, arena y agua, se puede hacer manuela o con mezcladora. Es apropiado para pañete, pega y acabados. Si la acción de la humedad tiene cierta importancia se dará preferencia al mortero preparado con cal hidráulica mejor que al de cal aérea. Al mortero de cal blanca, una vez puesto en obra, esta le sustrae al principio parte del agua de amasado, con lo que se espesa un poco. A continuación empieza el proceso de fraguado y terminado este, sigue el endurecimiento.

Los morteros recientes de cal hidráulica deben protegerse contra una desecación rápida provocada por el viento, el calor fuerte o la radiación solar, también contra enfriamiento demasiado fuerte, es conveniente mantenerlos húmedos durante un tiempo. Al mortero de cal se le puede agregar filamentos de coco u otras materias análogas, se emplea en aquellos casos en que se teme la aparición de grietas que facilitan la penetración del agua. Para 1 m<sup>3</sup> son necesarios: 610 kilos de cal, 0.97 m<sup>3</sup> de arena, 100 litros de agua y 5 kilos de pelo. Las proporciones para mezclas son iguales al mortero de cemento cambiando este por la cal.

### **3.1.2 Mortero de cemento**

Es el mortero adecuado para aquellas partes o elementos de la construcción sometido a solicitaciones estáticas e influencias de la humedad. Se emplea para la impermeabilización en forma esmaltada o enlucido, pega de mampostería, alistado de pisos, pañetes de muros, etc.

Al preparar el mortero de cemento se mezclan los materiales componentes, cemento, arena y agua mezclándolos íntimamente, es de fraguado rápido; sin embargo, cuando se endurece al aire fácilmente se producen grietas de contracción, evitando estas, manteniéndolo mojado para su frague efectivo durante 24 horas aproximadamente.

El proceso de fraguado y endurecimiento de los cementos es de índole físico-químico, por efecto de la evaporación del agua y de la transformación química que se produce, empieza la solidificación del mortero (fraguado). Cuando este es en forma rápida su proceso empieza a los 15 minutos y termina a las 2 horas, el molido muy fino, el calentamiento intenso del cemento, de la arena y del agua, la cal común, el alumbre y muchos anticongelantes aceleran el proceso de fraguado, el frío retarda el proceso.

Después de fraguado, sigue el endurecimiento del mortero, las partículas gelatinosas de cemento recubren los granos de arena y los traban entre sí, al cristalizar sólidamente, cediendo agua y experimentando una transformación química.

El mortero puede permanecer preparado 60 minutos máximo, por lo cual debe prepararse la cantidad necesaria para su uso evitando el desperdicio de este. Para obtener todos los beneficios de la calidad es necesario cuidar las proporciones utilizadas.

Para el uso de mortero de pega en mampostería debe tenerse en cuenta de mantener húmedo el material para un proceso de fraguado lento. Al cubrirse los muros con mortero (pañete) debe tenerse la precaución de mojar con anterioridad el muro para evitar que este pueda absorber el agua del mortero y pierda resistencia o se altere la relación agua-cemento.

Para el acabado de pisos puede adicionarse elementos metalizadores o endurecedores que aumentan la resistencia a las cargas, los golpes y el rozamiento, así mismo se puede agregar mineral para dar embellecimiento a un acabado final al piso. Su preparación puede ser de fábrica (central de mezclas), técnica (mezcladora) o manual, dependiendo la cantidad de obra a realizar y cantidad de operarios para su aplicación, se debe conservar la humedad para un fraguado eficiente.

### **3.1.3 Mortero de cal y cemento**

Es una mezcla de cal, cemento, arena y agua. El aglomerante principal es la cal apagada. Con resistencia a la compresión de 25% kg/cm<sup>2</sup> y su estabilidad antes los agentes atmosféricos, el mortero de cal y cemento supera al mortero de cal, no alcanzando la resistencia del mortero de cemento. Es empleado para pegas y revoques (pañetes) de muros. Al determinar la cantidad de material que se necesita, hay que tener en cuenta el rendimiento de las mezclas que puede variar dependiendo la calidad del aglomerante. La arena con la humedad del terreno o mina contiene un 40% de huecos, de manera que la masa sólida viene a ser de un 60%. Al agregar el agua se reduce el volumen de la arena en un 5% aproximadamente y por acercamiento de los granos de arena, los huecos son ya de un 35%, es necesario pues, llenar estos huecos con la pasta aglomerante, obteniéndose así 95% de mortero.

### **3.1.4 Mortero de barro**

Se forma con tierra arcillosa adecuada y agua. Se endurece por desecación, es decir por la evaporación del agua. La adición de pelo animal, paja o estiércol, disminuye el peligro de agrietamiento por contracción.

El mortero de barro es empleado para juntas en muros de adobes, ladrillos o piedra esponjosa, para pañetar o revocar las cercas o muros, construcción de hornos, calderas o trabajos con alturas no menores de 50 cm, y para muros que no tengan que soportar cargas de más de 2 pisos y principalmente usado en exteriores, cuando el ambiente es muy húmedo o se forman condensaciones de agua, es necesario dar una capa de pintura para protección.

### **3.1.5 Mortero de yeso**

Para la preparación de mortero de yeso hay que tener en cuenta las propiedades del yeso. Este material debe amasarse con el agua antes de la adición de la arena, su uso debe hacerse en el periodo de 15 a 20 minutos, para pañetes de muros y cielos rasos se mezclan 1 saco de yeso, 1 saco de arena y una pequeña cantidad de cal blanca (2 kilos).

La Norma Sismo Resistente del 2010 (NSR-10) en el capítulo D.3, recomienda la clasificación para los morteros de pega usados en construcción, de acuerdo a la siguiente tabla:

**Tabla 3.1 Clasificación de los morteros de pega**

Mortero tipo	Proporción Cemento-arena	Retención mínima de agua	Resistencia mínima a la compresión ( $f'_{cp}$ )
H	1 : 2	75%	22,5 MPa
M	1 : 2,5	75%	17,5 MPa
S	1 : 3	75%	12,5 MPa
N	1 : 4	75%	7,5 MPa
O	1 : 5	75%	6,0 MPa
K	1 : 6	75%	4,5 MPa

No se permite el uso de los morteros tipo O y K para pega de mampostería, solo se pueden usar para revoques y otras aplicaciones no estructurales.

La dosificación de los componentes de los morteros de pega debe basarse en ensayos previos de laboratorio o en experiencia de campo en obras similares. La denominación de morteros tipo H, M, S o N es exclusiva para morteros de pega de mampostería y no deberá emplearse para designar otros tipos de morteros.

Para cumplir con los anteriores requisitos se debe diseñar la mezcla de mortero, en el capítulo D.3 de la NSR-10 se indica el procedimiento para el diseño.

Cuando no se exija el diseño de la mezcla, se puede usar las dosificaciones de los morteros por volumen de acuerdo a la siguiente tabla.

**Tabla 3.2 Dosificación del mortero por volumen.**

MEZCLA	Cemento		Arena m <sup>3</sup>	Agua (litros)		Resistencia a la compresión	
	kg	sacos		Arena seca	Arena húmeda	kg/cm <sup>2</sup>	p.s.i
1 : 2	626	12,5	0,97	250	220	310	4400
1 : 3	454	9,0	1,09	220	185	280	3980
1 : 4	364	7,25	1,16	185	170	240	3400
1 : 5	302	6,0	1,18	170	150	200	2850
1 : 6	260	5,25	1,20	150	140	160	2280
1 : 7	228	4,50	1,25	140	130	120	1850

**Ejemplo 3.1**

Se desea revocar las paredes de una vivienda. El área de los muros a revocar es de 200 m<sup>2</sup>. Calcular la cantidad de cemento, arena y agua que se necesitan para preparar la mezcla, si se utilizará mortero 1 : 4, con un espesor de 1,50 cm.

**Solución:**

Para preparar 1 m<sup>3</sup> de mortero 1:4, se necesitan los siguientes materiales:

Cemento: 7,25 sacos de 50 kg

Arena: 1,16 m<sup>3</sup>

Agua: 185 litros (arena seca)

El volumen de mortero necesario es:

$$V = \text{área por espesor} = 200 \text{ m}^2 * 0,015 \text{ m} = 3,0 \text{ m}^3$$

Para preparar los 3,0 m<sup>3</sup> de mortero 1:4 se necesitan los siguientes materiales:

Cemento: 7,25 sacos \* 3,0 = 21,75 sacos de 50 kg

Arena: 1,16 m<sup>3</sup> \* 3,0 = 3,48 m<sup>3</sup>

Agua: 185 litros \* 3,0 = 555 litros

Para realizar el presupuesto se debe tener en cuenta el desperdicio de los materiales. El desperdicio varía entre el 3% al 5%. Cada entidad pública o privada puede manejar su propio porcentaje.

Para sumarle el desperdicio a la cantidad de obra se procede así:

Desperdicio: 3%

El volumen de arena con desperdicio es:

$$V = 3,48 \text{ m}^3 * 1,03 = 3,58 \text{ m}^3$$

Conclusión: sumarle el 3% es similar a multiplicar por 1,03.

### 3.2 El concreto u hormigón

Es un material que se obtiene con los componentes, arena, grava, cemento y agua bien amasados en proporciones adecuadas.

El concreto es reforzado cuando colocamos en él, barras de acero que tienen la función de resistir tracciones altas.

Los componentes de los concretos y morteros son materiales activos como: cemento y agua, y pasivos como: arena y grava.

Para obtener un concreto y hormigón de calidad y resistencia es necesario que las fracciones de cemento, arena, grava y agua estén representadas en la mezcla en la proporción correcta.

El cemento es un aglutinante hidráulico, que se despliega su energía química al añadirse el agua, uniéndose esta con el cemento que al agregarse la arena y grava forman una masa compacta resistente a la tracción y comprensión.

Existen dos etapas en el proceso: fraguado, el cual inicia a las 2 o 4 horas después del amasado, antes de su iniciación del fragüe debe estar el concreto u hormigón fundido y compactado. El endurecimiento, inicia a las 6 o 10 horas después del amasado, cuidando de no golpearlo y evitando vibraciones que lo pueden debilitar y agrietar perdiendo resistencia, este endurecimiento es lento alcanzando su resistencia permisible a los 28 días.

Los espacios dejados por los granos mayores, serán llenados por granos menores y su volumen de poros deben ser los más pequeños posible, siendo necesario el uso adecuado del cemento y sus agregados.

El concreto u hormigón resiste las grandes cargas y golpes, resistencia al fuego, fácil de fundir dejándose moldear, posibilidad de uso en cualquier parte de las obras, su mantenimiento es económico, resistente al desgaste. Químicos y clima.

La densidad del concreto es de  $2.400 \text{ kg/m}^3$ , la preparación debe hacerse en una mezcladora para obras menores por su facilidad de mezcla de sus componentes, economía y rendimiento, para obras mayores debe pedirse el concreto a las centrales de mezclas.

Para determinar la resistencia que posea el concreto a la comprensión a los 28 días, deben elaborarse un promedio de tres ensayos con cilindros de concreto con un diámetro de 6" y una altura de 12" hechos de la misma mezcla usada en la obra, estos cilindros son enviados a los laboratorios los que indicarán los índices de calidad y resistencia.

El ensayo de control debe hacerse en el periodo de fundición del concreto en la obra, generalmente se efectúa el primer control al endurecimiento a los 7 días. Las muestras se deben tomar en el vaciado que se efectúa ya sea por mezcladora o de la central, mínima 3 muestras con intervalos, evitando tomarla del principio o final del vaciado, en distintos tiempos de la ejecución de la obra. Deben protegerse estas muestras del viento y la luz por lo menos 20 minutos entre la toma de muestra y uso.

La plasticidad o consistencia presentada en el concreto se debe a muchos factores siendo difícil establecer normas y exigencias. El concreto muy plástico se funde y compacta fácilmente, no pidiéndose justificar la utilización de concretos de alta plasticidad por el uso excesivo de agua, pues como ya sabemos se reduce la calidad, en forma considerable y existe el peligro de segregación. Los factores que influyen en la plasticidad son: cantidad de agua que se añade, la aplicación de más cemento, la granulometría de los áridos finos y gruesos, la adición de productos plastificantes.

La plasticidad o consistencia de la mezcla debe ser uniforme y constante durante la fundición de la obra, también debe depender de la forma, dimensión y tipo de construcción. Para determinar y controlar la plasticidad, se deben hacer ensayos en obra- EL ENSAYO DE SLUMP- asentamiento.

Existen acelerantes y retardantes para el fraguado del concreto, pero se deben tener en cuenta las especificaciones indicadas para los fabricantes. Entre los elementos importantes que se construyen con concreto tenemos: columnas, vigas, placas, muros, escaleras, cimientos, arcos, etc. Además variada aplicación en elementos prefabricados, viguetas, bloques, baldosas, etc.

Cuando no se exige diseño de la mezcla de concreto, se puede dosificar por el volumen de los materiales.

En la siguiente tabla se indica el tipo de concreto y sus componentes por volumen:

**Tabla 3.3: Dosificación de mezclas de concreto por volumen**

MEZCLA	Cemento		Arena m <sup>3</sup>	Balasto m <sup>3</sup>	Agua (litros) Agregados:		Resistencia a la compresión	
	kg	sacos			Húmedo	Seco	kg/cm <sup>2</sup>	psi
1 : 2 : 2	420	8,5	0,67	0,67	180	200	245	3500
1 : 2 : 3	350	7,0	0,555	0,835	160	180	210	3000
1 : 2 : 4	300	6,0	0,475	0,95	145	170	200	2850
1 : 3 : 3	300	6,0	0,715	0,715	145	170	170	2400
1 : 3 : 4	260	5,25	0,625	0,825	140	185	160	2280
1 : 3 : 5	230	4,50	0,555	0,920	185	160	140	2000
1 : 3 : 6	210	4,0	0,500	1,000	180	155	120	1700
1 : 4 : 7	175	3,5	0,555	0,975	120	145	110	1560
1 : 4 : 8	160	3,25	0,655	1,025	110	140	100	1420

**Ejemplo 3.2**

Para fundir las zapatas de un edificio se necesitan 12,0 m<sup>3</sup> de concreto 1:2:3. Calcular la cantidad de cemento, arena, balasto y agua que se necesitan para preparar la mezcla.

**Solución:**

Para preparar 1 m<sup>3</sup> de concreto 1:2:3 se necesitan los siguientes materiales:

Cemento: 7 sacos de 50 kg

Arena: 0,555 m<sup>3</sup>

Balasto: 0,835 m<sup>3</sup>

Agua: 160 litros (agregados húmedos)

Para preparar los 12 m<sup>3</sup> de concreto 1:2:3 se necesitan los siguientes materiales:

Cemento: 7 sacos de 50 kg \* 12 = 84 sacos

Arena: 0,555 m<sup>3</sup> \* 12 = 6,66 m<sup>3</sup>

Balasto: 0,835 m<sup>3</sup> \* 12 = 10,02 m<sup>3</sup>

Agua: 160 litros \* 12 = 1.920 litros

Para realizar el presupuesto, se debe aumentar el desperdicio a las anteriores cantidades de obra.

### 3.2.1 Concreto ciclópeo

El concreto ciclópeo es la resultante de mezclar concreto simple con piedra en una proporción de 60% concreto y 40% piedra en tamaños requeridos al tamaño del muro que se vaya a construir. La piedra usada en el concreto ciclópeo debe ser dura, evitando su porosidad, partículas vegetales u orgánicas y álcalis. Se debe usar en muros de contención con alturas máximas de 3 m y 50 cm de espesor en la parte superior, su capacidad para contener cargas es bastante favorable, resiste al empuje, en los cimientos o bases se debe tener cuidado en terrenos que presentan asentamientos diferenciales, para construcciones no mayores de dos pisos.

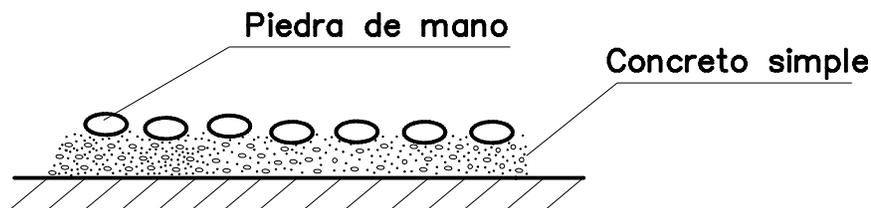
El concreto utilizado para hacer el ciclópeo debe tener una dosificación mínima de 1:2:3.

La piedra para conformar el concreto ciclópeo, debe tener las siguientes características:

- a) El tamaño de cada piedra debe ser inferior a 20 cm
- b) La forma debe ser redondeada
- c) Debe estar limpia y de un color gris característico.

La forma constructiva del concreto ciclópeo debe ser de la siguiente manera:

- a) Se coloca una capa de concreto simple de aproximadamente 20 cm de espesor.
- b) Se coloca la piedra media zonga sobre la capa del concreto, las piedras deben quedar separadas una distancia aproximada de 10 cm.
- c) Luego se coloca otra capa de concreto simple, que llene los espacios libres y que tenga un espesor de 20 cm.



*Fig.3.1 concreto ciclópeo*

**Ejemplo 3.3**

Se desea construir un cimiento en concreto ciclópeo (60-40) para un muro en ladrillo tolete, con el fin de elevar el nivel de la viga de cimentación. Las dimensiones del cimiento en ciclópeo son de 0,30 x 0,30 m x 80 m. Calcular las cantidades de materiales para fundir el cimiento ciclópeo.

**Solución:**

El volumen total del ciclópeo es:

$$V = 0,30 \text{ m} \times 0,30 \text{ m} \times 80,0 \text{ m} = 7,20 \text{ m}^3$$

La dosificación del concreto simple es 1:2:3, el volumen es el 60% del total:

$$V_c = 7,20 \text{ m}^3 \times 0,60 = 4,32 \text{ m}^3$$

Materiales para el concreto:

Cemento:  $7 \text{ sacos} \times 4,32 = 30,24 \text{ sacos}$

Arena:  $0,555 \text{ m}^3 \times 4,32 = 2,40 \text{ m}^3$

Balasto:  $0,835 \text{ m}^3 \times 4,32 = 3,61 \text{ m}^3$

Agua:  $160 \text{ litros} \times 4,32 = 691 \text{ litros}$

Volumen de piedra de mano es el 40% del total:

$$V_p = 7,20 \text{ m}^3 \times 0,40 = 2,88 \text{ m}^3$$

### 3.2.2 Concreto reforzado

Como sabemos la resistencia a viga con acero la tensión del concreto simple es muy baja, debemos adicionarle un nuevo elemento resistente a esta, el cual es el acero la combinación del concreto simple y el acero forman el concreto reforzado con resistencia a la compresión y tensión.

Las propiedades de este elemento en su resistencia son:

- Resistencia a la compresión, que le da al concreto, la cual aumenta con el tiempo y es una de las características principales para la elaboración del diseño estructural, su resistencia varía a los 28 días entre 140 a 350 kg/cm<sup>2</sup> (2000 a 5000 lib/pul<sup>2</sup>)
- Resistencia a la tensión, ésta la da en mayor proporción el acero el cual es colocado en sitios donde se presentan las tensiones, como bien sabemos en concreto simple no alcanza a soportar esta resistencia comparada con la compresión.
- Resistencia al esfuerzo cortante, se presenta obrando las fuerzas cortantes horizontales en el eje neutro e vigas, siendo esta la razón de colocar flejes en las estructuras.
- Resistencia a la adherencia, la combinación de los 2 elementos, concreto simple y acero, forman una unión al compactarse, pero para esta relación se debe tener en cuenta la calidad del concreto, así mismo al usarse aceros de varas corrugadas las cuales aumentan la resistencia.
- Límite elástico, el acero al ser sometido a la tensión presenta su límite el cual al someterse a un esfuerzo mayor el concreto sufre deformaciones y pierde su resistencia. La deformación permisible permanente es del 0.2%. Al ser mayor se van formando agrietamientos que al ser nocivos llegan a armazón y pueden llegar a la destrucción de la construcción, estas deformaciones son los límites de fluencia del concreto, el cual no puede llegar al nivel de agrietamiento antes mencionado.
- Módulo de elasticidad, es la relación que existe entre el esfuerzo en el límite proporcional del material y la deformación causada al ejercer una fuerza.

### 3.2.3 Concreto pretensado y postensado

Cuando realizamos construcciones con concreto tensionado tenemos dos sistemas:

a) Concreto pretensionado: el cual el acero se tensiona en el encofrado antes de fraguarse asegurándolo en los extremos, al fundirse el concreto debe compactarse suficiente, debe acelerarse el endurecimiento por vapor a una temperatura y ambiente húmedo, una vez endurecido el concreto el acero ha tenido buena adherencia y se sueltan estos, tratando de ocupar su longitud inicial, pero esto es evitado por la adherencia que ha tenido con el concreto.

b) Concreto postensado: el acero se tensiona después del fragüe y endurecimiento del concreto y dejando espacios tubulares en sentido longitudinal en su interior (tubo plástico, mangueras de caucho o hierro laminado), al endurecerse el concreto se introduce en los espacios tubulares dejados, el acero y se tensionan con gatos hidráulicos de los extremos, produciéndose altas tensiones de comprensión, luego se inyecta bajo presión mortero 1:2 en los espacios tubulares hasta que salga por el extremo opuesto.

Para la construcción en los 2 sistemas se requieren materiales de alta calidad y buena mano de obra, llegan a una resistencia final más o menos de 16000 kg/cm<sup>2</sup> y una tensión aproximada de 10.000 kg/cm<sup>2</sup>.

La reducción del acero es del 40% a 50% de una construcción tradicional. Se fabrican elementos con estos materiales y se denominan prefabricados y pretensionados. Con el sistema de postensado se construyen grandes puentes colgantes y cubiertas en estadios y grandes espacios.

### 3.2.4 Concreto celular

Usado en la construcción de estructuras livianas y que no estén sometidas a compresión y al efecto cortante.

Es una técnica nueva, la que consiste en agregar el concreto en el momento de su preparación, sustancias químicas, formando dentro del concreto burbujas de aire dispersas por su masa. Su fabricación, en general se desarrolla por mezcla de mortero fluido de cemento con sustancias que al reaccionar con él, desprenden gases que queda aprisionados en la masa, fraccionándola, se reduce su peso y siendo necesario el uso del triturado, pudiéndose calcular en secciones menores al reducirse su resistencia a la comprensión. Se construyen elementos ligeros

fundidos en sitio como muros o paneles divisorios los cuales pueden resistir cargas verticales. No es aconsejable su uso en elementos portantes, pues es muy frágil al esfuerzo cortante. Su peso aproximado es de 1.200 kg/cm<sup>3</sup>. No debe nunca desencofrarse hasta que haya endurecido el concreto.

### **3.3 Los ladrillos**

Las piezas cerámicas son productos moldeados y cocidos en las ladrilleras utilizando barro, arcilla u otras masas de tipo arcilloso, denominados “ladrillos”.

La fabricación y elaboración es conocida desde tiempos milenios hasta llegar a los pueblos germánicos que llevaron la construcción del ladrillo a la máxima perfección.

Al principio los ladrillos se moldeaban a mano: actualmente su fabricación se ha mecanizado.

#### **3.3.1 Ladrillo de adobe**

El adobe es un ladrillo de barro son cocer usado en construcciones rurales y viviendas económicas.

La tierra usada en la construcción del adobe debe ser limpia, sin piedras y con la menor cantidad de arena, pues al contener mucha, se quiebran fácilmente los adobes. Su elaboración es manual, amasando el barro, agregándole agua suficiente para formar un lodo macizo y bien mezclado, se le agrega posteriormente, estiércol, paja, hojas de pino, crines o pelos de bestias que sirvan de trabazón y amarre al material, este material agregado al barro puede ser de una quinta parte del lodo amasado. Se usa molde de madera para que no se pegue el lodo debe mojarse con anterioridad, y se llena presionando manualmente, se dejan al aire hasta que endurezcan, retirándolos para la terminación de su secamiento que dura de dos a tres semanas. Tienen una resistencia de 15 kg/cm<sup>2</sup>.

### 3.3.2 Bloque Cinva- Ram

Es un bloque de muy bajo costo, de invento nacional, conociéndole a nivel mundial, pero su uso es poco comercializado en Colombia. Sus materiales son cemento y arcilla en proporción 1:10, la tierra arcillosa y arenosa puede ser producto de las excavaciones de los cimientos, ya que se fabrica en obra mezclando íntimamente y humedeciendo ligeramente para luego colocarlo en un molde metálico provisto de una palanca que le da presión de 120 kg/cm<sup>2</sup>. Con un secamiento de 2 o 3 días, tiene las siguientes propiedades: económico resistente a la comprensión, aislante térmico y acústico, fácil de elaborar dando buen rendimiento de producción y no necesitando mano de obra especializada para su fabricación. Sus medidas son 24 x11x7 cm y un acabado final pulido no necesitando pañete si se desea dejar a la vista o pintarse directamente.

### 3.3.3 Bloque de cemento

Los ladrillos o bloques de cemento se fabrican con mortero 1:14, ligeramente humedecido y luego compactándolo en una formaleta metálica, esta puede ser mecánica con varios compartimientos, o manual de un solo compartimiento, se retiran inmediatamente de la formaleta y se dejan endurecer 1 a 2 días para luego retirarlos y almacenarlos, mojándolos constantemente para su fraguado, durante 5 días aproximadamente, adquieren resistencia a los 28 días de elaborados con 50 kg/cm<sup>2</sup>. Llevan perforaciones o huecos en sentido perpendicular a una cara o superficie de las que limitan la pieza y la atraviesan totalmente hasta la cara opuesta, alcanzando la sección total de las perforaciones más de un 15% de la superficie total en que desembocan.

Estas perforaciones deben estar repartidas lo más uniformemente posible en la cara perforada, la forma de su sección puede ser cualquiera, tienen un campo de aplicación igual al de los ladrillos macizos. Es más económico que el ladrillo cocido, con dimensiones de 40x20x15, esta última medida varía desde 08 hasta 15 cm, Entre las ventajas tenemos:

- El aire confinado en las celdas huecas aumentan el poder aislante, disminuye el peso del bloque, proporcionan económica por su tamaño de pega y mano de obra. También se construyen bloques macizos usados en nivelación de bases.

### 3.3.4 Ladrillo cocido- Tolete- hueco y macizo

Los ladrillos son piezas cerámicas moldeadas y cocidas en las ladrilleras utilizando arcilla u otras masas de tipo arcilloso.

Los antiguos ladrillos cocidos de elaboración manual adolecían de desigualdad en su dureza y resistencia dando gran desperdicio y rechazo.

En cambio los ladrillos cocidos fabricados mecánicamente son cocidos con homogeneidad y presentan otros defectos: A causa de la presión hecha en el molde, en sus paredes queda compacta y lisa, de forma que se deseca y cuece desigualmente, formando una cáscara que no deja que este se parta fácilmente. Como los ladrillos de estructura homogénea, sus caras quedan lisas y no son aptas para la adherencia de los revoques.

Su fabricación manual se hace revolviendo la arcilla cuidando que contenga poca arena, amasándolo con agua, hasta formar una masa que pueda ser manejada para su moldeo.

El molde debe ser de tamaño mayor que el final de los ladrillos, pues estos se encogen al secarse y cocerse, para que no se peguen en el molde, este deberá mojarse antes, llenando los rincones apretando con la mano, el moldeo debe hacerse en piso arenoso y plano. Se dejan secar bajo sombra para que no se agrieten, una vez secos se llevan al horno, dejando espacio entre pieza y pieza permitiendo el paso del fuego a través de los mismos. Los ladrillos hechos a mano tienen una resistencia de  $6 \text{ kg/cm}^2$ .

Los ladrillos huecos tienen un menor peso, más fácil su corte, mayor rendimiento y menor mano de obra, tienen gran uso en mampostería estructural, los cuales en sus perforaciones se colocan los refuerzos y luego se llena de concreto. El ladrillo refractario se usa en construcciones de hornos o chimeneas o elementos que estén en contacto con el fuego.

Las dimensiones para fijar el tamaño de los ladrillos, fueron las convenientes para cogerlos cómodamente con la mano. Estos determinó la anchura, la longitud es el doble de la anchura más 1. La altura no guarda relación con la base y puede ser libre su medida. Desde 1952 se fijaron las dimensiones de los ladrillos macizos y huecos con la nueva ordenación de tamaños de la DIN 4172.

Toda clase o tipo de ladrillo, tiene usos específicos, teniendo cuidado al seleccionar estos, para así evitar desperdicios, todos los ladrillos deben mojarse lo suficiente al instalarlos evitando que estos roben agua al mortero de pega y desequilibren la relación agua- cemento. El color normal del ladrillo es rojizo dependiendo la arcilla usada para su elaboración.

En la siguiente figura se muestra el ladrillo macizo (tolete) y el ladrillo hueco (farol).

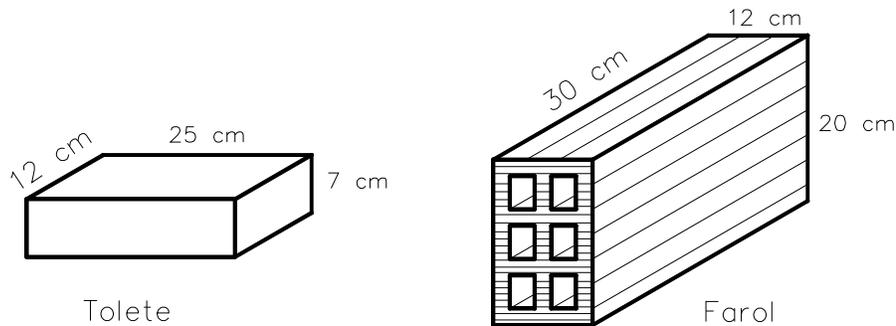


Figura 3.1 ladrillo tolete y farol

Para evaluar el costo de la mampostería en una obra, se debe tener en cuenta la forma como se va a pegar el ladrillo, la cual se denomina *aparejo*.

#### - Aparejos para mampostería en tolete

El tolete es el ladrillo macizo y tiene unas dimensiones de 7 cm x 12 cm x 25 cm. Los principales aparejos para la pega de mampostería en ladrillo tolete son:

a) **Aparejo en pandereta:** Denominado también en papelillo, en este aparejo el ladrillo tolete se pega por la cara mas delgada, es decir, que el muro queda con 7 cm de ancho.

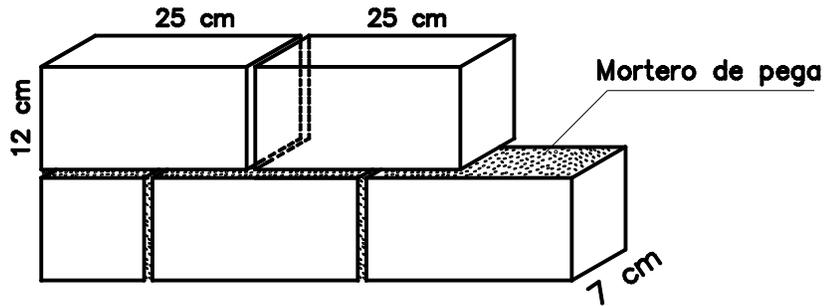


Fig 3.2 Aparejo en pandereta

b) **Aparejo en sogá:** En este aparejo el ladrillo se pega por la base, es decir, que el muro queda con 12 cm de ancho. Este es el aparejo más común para la pega del ladrillo tolete en todo tipo de muros.

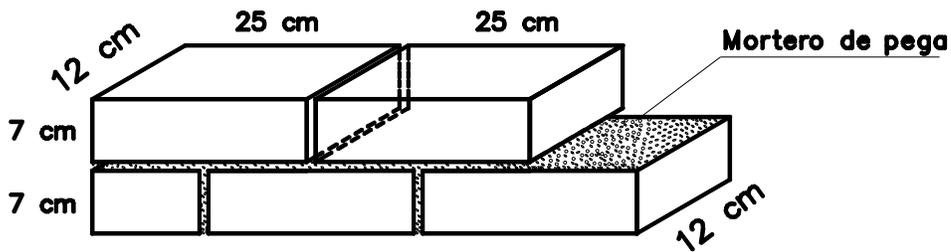
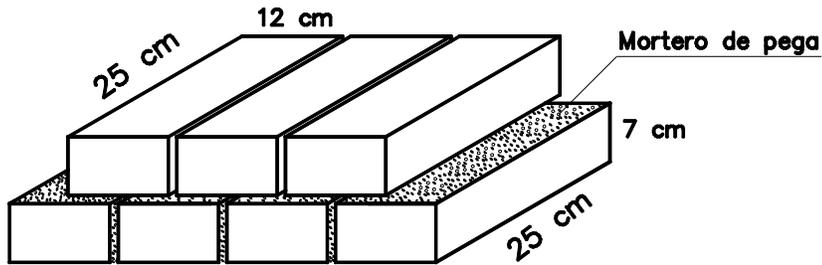


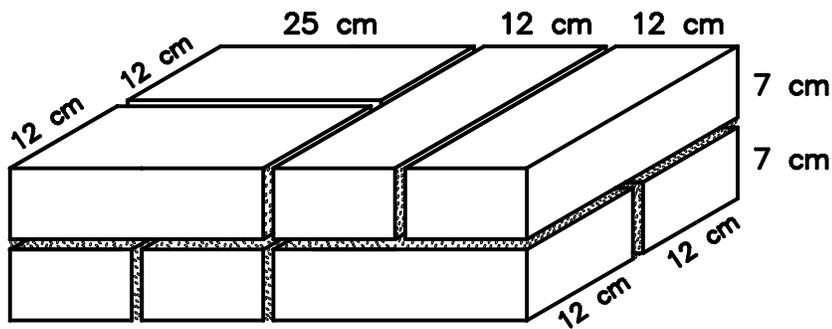
Fig 3.3 Aparejo en sogá

**5.2.3 Aparejo en tizón:** En este aparejo el ladrillo se pega por la base, pero en forma atravesada, es decir, que el muro queda con 25 cm de ancho. Este aparejo es poco común para la pega del ladrillo tolete.



*Fig 3.4 Aparejo en tizón*

**5.2.4 Aparejo en tizón y soga:** En este aparejo el ladrillo se pega por la base, pero en forma atravesada y trabada, es decir, que el muro queda con 25 cm de ancho. Este aparejo es común para la pega del ladrillo tolete en sobre cimientos de viviendas de uno y dos pisos.



*Fig 3.5 Aparejo en tizón y soga*

### 5.3 Aparejos para mampostería en farol

El farol es el ladrillo con huecos y tiene unas dimensiones de 10 cm x 20 cm x 30 cm o también de 12 cm x 20 cm x 30 cm. Los principales aparejos para la pega de mampostería en ladrillo farol son:

**5.3.1 Aparejo en canto:** En este aparejo el ladrillo farol se pega por la cara más delgada, es decir, que el muro queda con un ancho de 10 o 12 cm. Este es el aparejo más común y económico para construir un muro en ladrillo farol.

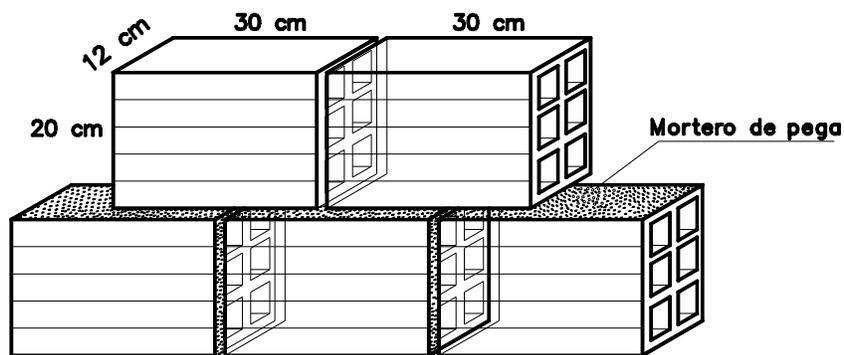


Fig 3.6 Aparejo en canto

**5.3.2 Aparejo en sogá:** En este aparejo el ladrillo farol se pega por la cara de 20 cm, es decir, que el muro queda con un ancho de 20 cm. Este aparejo no es común para construir un muro en ladrillo farol, debido a que consume mucho material, haciéndolo más costoso.

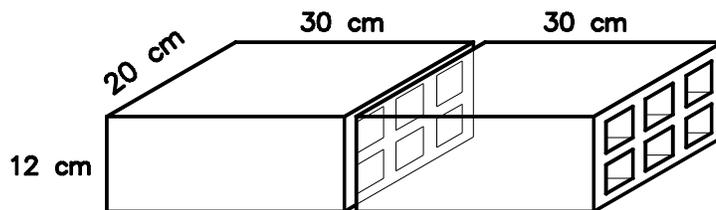


Fig 3.7 Aparejo en sogá

En la siguiente tabla se muestra las cantidades de materiales para un muro en diferentes aparejos y tamaños.

**Tabla 3.1** Cantidad de ladrillos y mortero por m<sup>2</sup> de muro (sin desperdicio).

<u>Muro</u>	<u>Cantidad de Ladrillos</u>	<u>Mortero (m3)</u>
Ladrillo común (0,07 m x 0,12 m x 0,25 m)		
Pandereta.....	30,0.....	0,010
Soga.....	45,0.....	0,030
Tizón.....	90,0.....	0,063
Tizón y soga.....	90,0.....	0,089
Ladrillo prensado (0,06 m x 0,11 m x 0,24 m)		
Soga.....	60,0.....	0,019
Tizón.....	130,0.....	0,051
Ladrillo farol (bloque N° 4) (0,10 m x 0,20 m x 0,30 m)		
Soga.....	30,0.....	0,036
Canto.....	15,0.....	0,010
Ladrillo farol (bloque N° 5) (0,12 m x 0,20 m x 0,30 m)		
Soga.....	23,0.....	0,029
Canto.....	15,0.....	0,012
Ladrillo o bloque CINVA - RAM (0,10 m x 0,14 m x 0,29 m)		
Soga.....	57,0.....	0,046
Canto.....	28,0.....	0,029

**Ejemplo 3.4**

Se desea construir un muro en ladrillo tolete en soga con un espesor de 12 cm. Las dimensiones del muro son: largo= 34,0 m y alto: 2,70 m. Calcular la cantidad de ladrillos y los materiales para preparar el mortero de pega que se necesitan para construir el muro.

La dosificación del mortero de pega es de 1:3.

**Solución:**

El área del muro es:

$$A = 34,0 \text{ m} * 2,70 \text{ m} = 91,80 \text{ m}^2$$

Para construir 1 m<sup>2</sup> de muro en ladrillo tolete en soga se necesitan los siguientes materiales:

- 45 ladrillos tolete
- 0,030 m<sup>3</sup> de mortero

Para construir 91,80 m<sup>2</sup> de muro en ladrillo tolete se necesitan los siguientes materiales:

$$\text{Ladrillos: } 91,80 \text{ m}^2 * 45 \text{ unidades/m}^2 = 4131 \text{ unidades}$$

$$\text{Mortero: } 91,80 \text{ m}^2 * 0,030 \text{ m}^3/\text{m}^2 = 2,75 \text{ m}^3$$

Para preparar el mortero 1:3 se necesitan los siguientes materiales:

$$\text{Cemento} = 9 \text{ sacos/m}^3 * 2,84 \text{ m}^3 = 25,56 \text{ sacos}$$

$$\text{Arena} = 1,09 \text{ m}^3/\text{m}^3 * 2,84 \text{ m}^3 = 3,09 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = 220 \text{ litros/m}^3 * 2,84 \text{ m}^3 = 624,8 \text{ litros}$$

Nota: En este ejemplo no se tuvo en cuenta el desperdicio de los materiales.

**Ejemplo 3.5**

Se desea construir un muro en ladrillo tolete en pandereta con un espesor de 7 cm. Las dimensiones del muro son: largo= 45,0 m y alto: 2,40 m. Calcular la cantidad de ladrillos y los materiales para preparar el mortero de pega que se necesitan para construir el muro.

La dosificación del mortero de pega es de 1:3.

**Solución:**

El área del muro es:

$$A = 45,0 \text{ m} * 2,40 \text{ m} = 108 \text{ m}^2$$

Para construir 1 m<sup>2</sup> de muro en ladrillo tolete en pandereta se necesitan los siguientes materiales:

- 30 ladrillos tolete
- 0,010 m<sup>3</sup> de mortero

Para construir 108 m<sup>2</sup> de muro en ladrillo tolete en pandereta se necesitan los siguientes materiales:

$$\text{Ladrillos: } 108 \text{ m}^2 * 30 \text{ unidades/m}^2 = 3240 \text{ unidades}$$

$$\text{Mortero: } 108 \text{ m}^2 * 0,010 \text{ m}^3/\text{m}^2 = 1,08 \text{ m}^3$$

Se debe tener en cuenta el desperdicio de los materiales (3%)

$$\text{Ladrillos: } 3240 \text{ unidades} * 1,03 = 3337,2 \text{ unidades}$$

$$\text{Mortero: } 1,08 \text{ m}^3 * 1,03 = 1,11 \text{ m}^3$$

Para preparar el mortero 1:3 se necesitan los siguientes materiales:

$$\text{Cemento} = 9 \text{ sacos/m}^3 * 1,11 \text{ m}^3 = 10 \text{ sacos}$$

$$\text{Arena} = 1,09 \text{ m}^3/\text{m}^3 * 1,11 \text{ m}^3 = 1,21 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = 220 \text{ litros/m}^3 * 1,11 \text{ m}^3 = 244,2 \text{ litros}$$

**Ejemplo 3.6**

Se desea construir un muro en ladrillo tolete en tizón y soga. Las dimensiones del muro son: largo: 46,0 m y alto: 1,80 m. Calcular la cantidad de ladrillos y los materiales para preparar el mortero que se necesitan para el muro.

La dosificación del mortero es de 1:3.

**Solución:**

El área del muro es:

$$A = 46,0 \text{ m} * 1,80 \text{ m} = 82,80 \text{ m}^2$$

Para construir 1 m<sup>2</sup> de muro en ladrillo tolete en tizón y soga, se necesitan los siguientes materiales:

- 90 ladrillos tolete
- 0,089 m<sup>3</sup> de mortero

Para construir 82,80 m<sup>2</sup> de muro en tizón y soga se necesitan los siguientes materiales:

$$\text{Ladrillos: } 82,80 \text{ m}^2 * 90 \text{ un/m}^2 = 7.452 \text{ unidades}$$

$$\text{Mortero: } 82,80 \text{ m}^2 * 0,089 \text{ m}^3/\text{m}^2 = 7,37 \text{ m}^3$$

Se debe tener en cuenta el desperdicio de los materiales (3%)

$$\text{Ladrillos: } 7.452 \text{ unidades} * 1,03 = 7.676 \text{ unidades}$$

$$\text{Mortero: } 7,37 \text{ m}^3 * 1,03 = 7,59 \text{ m}^3$$

Para preparar el mortero 1:3 se necesitan los siguientes materiales:

$$\text{Cemento} = 9 \text{ sacos/m}^3 * 7,59 \text{ m}^3 = 68,31 \text{ sacos}$$

$$\text{Arena} = 1,09 \text{ m}^3/\text{m}^3 * 7,59 \text{ m}^3 = 8,27 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = 220 \text{ litros/m}^3 * 7,59 \text{ m}^3 = 1670 \text{ litros}$$

**Ejemplo 3.7**

Se desea construir un muro en ladrillo farol (bloque N° 5) en canto. Las dimensiones del muro son; Largo= 75,0 m y alto= 2,50 m. Calcular la cantidad de ladrillos y los materiales para preparar el mortero.

La dosificación del mortero es de 1:3.

**Solución:**

El área del muro es:

$$A = 75,0 \text{ m} * 2,50 \text{ m} = 187,50 \text{ m}^2$$

Para construir 1 m<sup>2</sup> de muro en ladrillo farol se necesitan los siguientes materiales:

Ladrillos: 15 unidades

Mortero: 0,012 m<sup>3</sup>

Para construir 187,50 m<sup>2</sup> de muro en ladrillo farol se necesitan los siguientes materiales:

Ladrillos: 187,50 m<sup>2</sup> \* 15 unidades = 2812,50 unidades

Mortero: 187,50 m<sup>2</sup> \* 0,012 m<sup>3</sup> = 2,25 m<sup>3</sup>

Se debe tener en cuenta el desperdicio de los materiales (3%)

Ladrillos: 2812,50 unidades \* 1,03 = 2897 unidades

Mortero: 2,25 m<sup>3</sup> \* 1,03 = 2,32 m<sup>3</sup>

Para preparar el mortero 1:3 se necesitan los siguientes materiales:

Cemento= 9 sacos/m<sup>3</sup> \* 2,32 m<sup>3</sup> = 20,85 sacos

Arena= 1,09 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> \* 2,32 m<sup>3</sup> = 2,53 m<sup>3</sup>

### 3.4 Elementos de concreto prefabricados

La industrialización de la construcción es esencial y genera dos órdenes: por una parte, el conjunto de hechos económicos, técnicos y de producción, por otra parte los de evaluaciones ideológicas, que invaden el campo de la tipología, de las diversas escalas del territorio, del objeto, del estándar calificador, de la expresividad, en una palabra de la imagen arquitectónica. El radio de influencia de la tecnología va dilatándose y las modificaciones provocadas por la revolución industrial se manifiestan hoy, en nuestro país a través de signos que nos dan a extender cuánto ha actuado en profundidad, no solo en nivel colectivo, sino también en actitudes individuales.

Los procesos de sustitución de lo tradicional a la industrialización y mecanización de los diferentes sectores productivos, han introducido en la edificación elementos y recursos de procedencia industrial, como alternativa económica a los productos de artesanía.

Se dispone de gran variedad, posibilidades, modos con productos como el concreto, mortero, el hierro y sus derivados, el vidrio; la industria experimenta importantes transformaciones sobre los materiales tradicionales, forzándolos a la investigación de nuevas técnicas de producción, aplicación y aprovechamiento de las cualidades de los materiales. Los primeros elementos prefabricados fueron en hierro, perfiles metálicos, luego se fue combinando con el vidrio, se trabajó seguidamente el concreto reforzado los cuales tienen resistencias altas, entre estas tenemos:

Postes en concreto para cerramientos, líneas, entresijos aligerados en los cuales vemos las ventajas de: No existe el desperdicio del concreto y refuerzo, se reduce la mano de obra, se evita la formaleta, rapidez en sus instalaciones, acabado exterior integrado, aislamientos acústicos.

Escaleras en hormigón armado, plaquetas, viguetas, dinteles. Estos elementos son construidos con concretos de 3.500 a 3.000 PSI kg/cm<sup>2</sup>, y Icontec para la construcción y requerimientos de la Norma Sismo Resistente del 2010 (NSR-10).

### **3.5 Las tejas**

Las cubiertas empleadas en la construcción, tienen gran interés técnico, económico, funcional y artístico. Entre sus clases tenemos: cubiertas prefabricadas, entre las cuales hay: de asbesto- cemento, artesanales (teja de barro) e industrializados, tejas de aluminio, acero, transparente (acrílicos, vidrios, etc.) sus características son: La funcionalidad que se suma a la capacidad de cubrir un espacio, ser impermeable, resistentes a los agentes atmosféricos, ligeras, aislantes térmicos, incombustibles y económicas.

#### **3.5.1 Tejas de fibro - cemento**

Son productos elaborados con cemento y fibras de asbestos debidamente clasificadas. Las fibras minerales de asbesto, que sirven de armadura a las tejas y demás productos elaborados con él, tienen una resistencia comparable a las del acero e 40 a 50 kgf/mm<sup>2</sup>.

Estas láminas tienen un procedimiento industrial, produciendo placas duras de diferentes espesores y dimensiones, fáciles de instalar sobre estructuras de madera, concreto o hierro. No se deforman debido a su resistencia y consistencia, tienen una resistencia promedio a la flexión de 160 kg/cm<sup>2</sup>, un peso promedio de 15 kg/cm por unidad de superficie y un coeficiente de conductibilidad térmica K: 4.76 Kcal/m<sup>2</sup> H grados C.

Existen gran variedad de formas y así mismo varían sus características:

A: Tejas onduladas:

La más usada en construcciones residenciales y para cubrir pequeñas áreas, su instalación es fácil, teniendo precaución de usar las herramientas adecuadas para sus cortes y las piezas complementarias, se debe evitar golpear las tejas, transportarlas una por una.

B: Tejalit:

Es una placa con ondulación menor a la teja ondulada, así mismo su grosor disminuye, por lo cual se debe tener la precaución al caminar sobre ellas, colocando un tablón para seguridad. Sus piezas complementarias y herramientas son las mismas de las tejas onduladas.

**C: Teja modulada:**

Tiene un ancho variable, pero consta cada teja de una sola ondulación, se aseguran con tornillos. Su voladizo puede ser de 40 cm, hasta 80 cm.

**D: Canaleta 90 y 43:**

Son usadas en cubiertas de baja pendiente, pero puede usarse también en pendientes altas, además se usa verticalmente para revestimientos de muros interiores y exteriores. Cubren grandes luces, representando economía en la estructura, tiempo y facilidad de montaje, por su forma, composición y espesor tienen propiedades acústicas que amortiguan el ruido dentro de un índice de 30 decibeles. No admiten más de dos apoyos cualquiera que sea su longitud, vienen de un máximo de 7.00 a 9.00 m de largo.

**a) Características de las placas onduladas de fibrocemento:**

Las principales características de las placas onduladas de fibrocemento se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 3.7 Características de las placas onduladas de fibrocemento

Placa Nº	Longitud Total útil	Ancho Total útil	Area Total útil	Traslapo Long lateral	Peso (kgf)
2	0,61 0,47	0,92 0,873	0,561 0,41	0,14 0,047	7,5
3	0,91 0,77	0,92 0,873	0,837 0,67	0,14 0,047	11,2
4	1,22 1,08	0,92 0,873	1,122 0,94	0,14 0,047	15,0
5	1,52 1,38	0,92 0,873	1,398 1,21	0,14 0,047	18,7
6	1,83 1,69	0,92 0,873	1,683 1,48	0,14 0,047	22,5
8	2,44 2,30	0,92 0,873	2,244 2,00	0,14 0,047	30,0
10	3,05 2,91	0,92 0,873	2,806 2,54	0,14 0,047	37,4

### 7.5 Pendientes usuales de las placas onduladas de fibrocemento

La pendiente recomendada para las placas de fibrocemento es del 27%, con esta pendiente se garantiza que el agua no se devuelva y se entre para el interior de la vivienda.

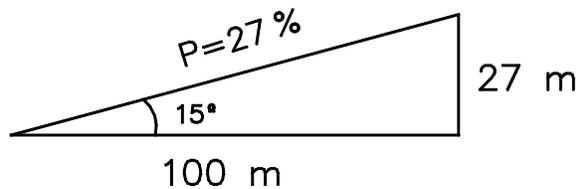
Pendientes menores al 27% no se recomiendan porque el agua se desliza muy lentamente y se puede devolver por los traslajos, presentando humedades en las viviendas.

Cuando la pendiente de una cubierta es muy pequeña, menor al 15%, los sedimentos y partículas orgánicas se van adhiriendo a la placa, lo cual perjudica la calidad del material de la cubierta.

Para cubiertas en tejas de barro, se recomienda una pendiente mayor del 35%, ya que por su poca longitud y la cantidad de traslajo, se pueden presentar humedades con pendientes menores a la recomendada.

Para cubiertas metálicas sin traslajo, se puede colocar una pendiente menor al 15%, debido a que no se presentan humedades por falta de traslajos.

La pendiente y la altura necesaria de una cubierta se muestran en la siguiente figura:

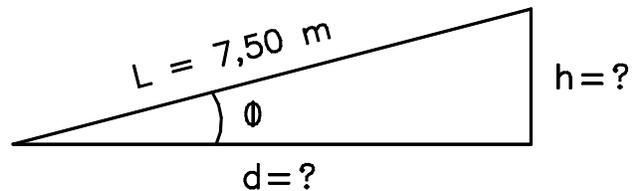


*Fig 7.5 Pendiente de una cubierta inclinada*

La figura anterior indica que una pendiente del 27%, tiene un ángulo de inclinación de 15°.

**Ejemplo 3.6**

Una cubierta de una vivienda se construirá en teja ondulada de fibrocemento a una sola agua. La longitud de la cubierta es de 7,50 m. Calcular la altura de la cuchilla para que la pendiente sea del 27% y la dimensión de la proyección horizontal

**Solución:**

Para tener una pendiente del 27%, el ángulo de inclinación debe ser de 15°.

Para el triángulo rectángulo se tiene:

$$\text{seno } \Phi = \frac{\text{Lado opuesto}}{\text{Hipotenusa}}$$

$$\text{seno } 15^\circ = \frac{h}{7,50 \text{ m}} \quad \Rightarrow \quad h = 7,50 \text{ m} * \text{seno } 15^\circ = 1,94 \text{ m}$$

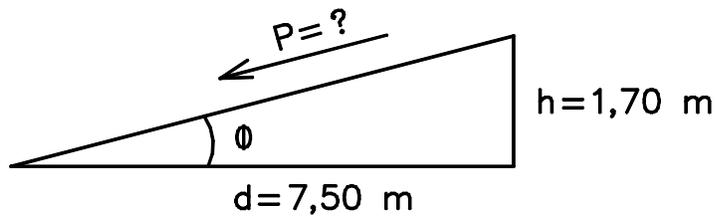
La proyección horizontal es:

$$\text{coseno } \Phi = \frac{\text{Lado adyacente}}{\text{Hipotenusa}}$$

$$\text{Coseno } 15^\circ = \frac{d}{7,5 \text{ m}} \quad \Rightarrow \quad d = 7,50 \text{ m} * \text{coseno } 15^\circ = 7,24 \text{ m}$$

**Ejemplo 3.7**

Una cubierta de una vivienda se construirá en teja ondulada de fibrocemento a una sola agua. La proyección horizontal de la cubierta es de 7,50 m y la altura de la cuchilla es de 1,70 m. Calcular la pendiente de la cubierta.

**Solución:**

Para calcular la pendiente de la cubierta, se usa las propiedades del triángulo rectángulo.

$$\text{Tangente } \Phi = \frac{\text{Lado opuesto}}{\text{Lado adyacente}}$$

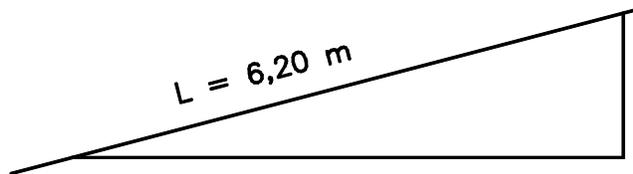
$$\text{Tan } \Phi = \frac{1,70 \text{ m}}{7,50 \text{ m}} \quad \text{Tan } \Phi = 0,2266$$

La pendiente es la tangente del ángulo multiplicada por 100, para expresarlo en porcentaje:

$$\text{Pendiente} = 0,2266 * 100 = 22,6 \%$$

**Ejemplo 3.8**

Calcular el número de tejas de fibrocemento N° 6, que se necesitan para cubrir la longitud inclinada en una cubierta de un solo faldón, la cual tiene una longitud de 6,20 m.

**Solución:**

El número de tejas es:

$$N = \frac{L}{C - S}$$

En donde,

N= número de tejas

L= longitud de la cubierta

C = longitud de cada teja

S= traslapo entre tejas

$$N = \frac{L}{c - s} = \frac{6,20 \text{ m}}{1,83 \text{ m} - 0,14 \text{ m}} = 3,66$$

Se necesitan 3 placas N° 6 y falta 0,66 tejas N° 6.

Se multiplica el valor de 0,66 por la longitud neta de la teja N° 6:

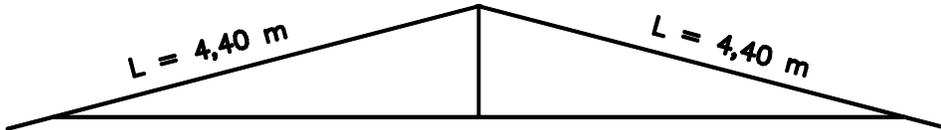
$$0,66 * 1,69 \text{ m} = 1,13 \text{ m (longitud que falta)}$$

1 placa N° 4 (L= 1,08 m)

En total se necesitan 3 placas N° 6 y 1 placa N° 4.

**Ejemplo 3.9**

Calcular el número de placas N° 6 que se necesitan para cubrir la longitud inclinada de una cubierta a dos aguas, la cual tiene una longitud de 4,40 m en cada faldón.

**Solución:**

La fórmula para conocer el número de tejas de fibrocemento es:

$$N = \frac{L}{C - S}$$

En donde,

N= número de tejas

L= longitud de la cubierta

C = longitud de cada teja

S= traslapo entre tejas

$$N = \frac{L}{c - s} = \frac{4,40 \text{ m}}{1,83 \text{ m} - 0,14 \text{ m}} = 2,60$$

Se necesitan 2 placas N° 6 y falta 0,60 tejas N° 6.

Se multiplica el valor de 0,60 por la longitud neta de la teja N° 6:

$$0,60 * 1,69 \text{ m} = 1,01 \text{ m} \text{ (longitud que falta)}$$

1 placa N° 4 (L= 1,08 m)

En total se necesitan 2 placas N° 6 y 1 placa N° 4, para cada faldón.

**E: Teja española:**

Es un producto con apariencia similar a la teja de barro, pero con grandes ventajas sobre ella, en economía, peso, facilidad y colocación, posee las mismas características de las tejas onduladas, a excepción de su color que es rojo colonial con manchas, lo que la hacen ver más bella.

**F: Pizarra:**

Vienen en placas planas de 1.20 m por 60 m en variados colores entre ellos rojo, café, verde, negro, ocre, su instalación es igual al de las placas onduladas, de abajo hacia arriba, trabando las juntas a partir de la segunda hilada.

**G: Placas planas:**

Son láminas moduladoras sencillas o dobles de acuerdo a la necesidad, son ensambladas o clavadas sobre madera, hierro o aluminio, la placa plana sencilla es usada comúnmente para cubiertas, cielos rasos, divisiones y enchapes de muros.

Por sus características físicas permite trabajarse con facilidad. Las placas dobles vienen conformadas por dos placas planas y una ondulada, en su interior, la cual actúa como refuerzo y aislante, conformando un tabique de 4 cm de espesor aproximadamente, se ensambla con hierro o aluminio, fácil de pintar, usada en cubiertas, divisiones, cielos rasos, enchapes, etc.

**3.5.2 Tejas de barro**

Este tipo de cubierta es usada desde tiempos muy remotos, siendo muy común y adecuado para todo tipo de clima. Su instalación puede hacerse sobre estructura de madera, sobre placa de cemento o sobre otra cubierta como asbesto- cemento, se debe tener en cuenta usar una pendiente que pase del 45%. Se debe ir traslapando teja por teja de abajo hacia arriba.

La elaboración de esta teja se hace comúnmente en forma artesanal, siendo su uniformidad muy variada lo que hace necesario clasificarla al instalarla. Ya existen maquinas que elaboran esta teja, quedando industrializada, con buen acabado, y dimensiones standard. Las medidas comunes para las tejas de barro son 40 cm de largo por 14 a 18 de ancho, con un peso aproximado de 1.5 a 2 kg. Su instalación debe quedar en forma perfecta para evitar el paso del agua al interior del espacio que se ha cubierto. Se pueden instalar usando mortero en los bordes superiores y cuando las pendientes son fuertes se agarran con alambre. Su aislamiento térmico es de un 70% al calor.

### 3.5.3 Tejas asfálticas

Son elementos prefabricados constituidas por un soporte como cartón, fieltro, tela o lámina delgada de madera, impregnadas a saturación con impermeabilizantes a base de asfalto, son preferidos los fieltros de fibra de vidrio, pues al quedar al aire libre, no absorben la humedad evitando su descomposición, son usadas en cubiertas transitorias.

El uso más frecuente es para impermeabilización de cubiertas o azoteas las cuales se instalan con capas previas y posteriores de asfalto líquido caliente, y pintura bituminosa para su adherencia a la superficie a cubrir.

### 3.5.4 Teja shingle

Es un producto fabricado con doble capa de fibra de vidrio. Asfaltos tratados y con acabados con granitos minerales con pigmentación vitrificada, resultando impermeable, siendo resistente a los efectos del medio ambiente, conservándose por mucho tiempo. Es liviana, de variados colores, apariencia rústica y adaptable a cualquier cubierta, se puede instalar con pendientes mínimas de 10 grados. Las encontramos en elementos planos, con dimensiones de 91 cm de largo por 30 cm de ancho y espesor de 3mm, un peso promedio de 10 kg/m<sup>2</sup>, con formas variadas como rectangular, hexagonales y escamas.

### 3.5.5 Tejas metálica

Las cubiertas metálicas son empleadas desde remotas épocas, singularmente los romanos las emplearon en la construcción del imperio, revistiendo las cúpulas con chapas de bronce dorado. Hoy también es usado el cobre o bronce en construcciones privadas por la belleza de la pátina que presentan al oxidarse. Todas las cubiertas metálicas usadas son livianas, con gran facilidad de instalación, perfecta adherencia, juntas de libre dilatación, pendientes mínimas. Entre estas tenemos:

#### **A: Teja de cinc:**

Usada en viviendas económicas o cubiertas transitorias, a causa de su oxido al estar a la intemperie, con el tiempo se cubre con una película protectora, pero de mal aspecto. Son usadas en cubiertas, cerramientos, divisiones, entrepisos, etc.

**B: Cubierta de cinc galvanizada:**

Está compuesta de acero al igual que la teja de cinc corriente, pero a la que se le ha adicionado por un proceso la galvanización, evitando la corrosión y la oxidación, ofreciendo un perfecto acabado. Vienen en forma similares a las cubiertas de asbesto-cemento: onduladas, canaletas y trapezoidal teniendo la ventaja de economía, menor peso, disminuyendo un 60% a las otras canaletas, fácil manejo, transporte y no se corre el riesgo de pérdidas por roturas.

**C: Teja aluminio:**

Con excelentes cualidades y propiedades técnicas, se encuentran onduladas y trapezoidales en variedad de colores y acabados decorativos, sus longitudes máximas son de 5.40 m en diferentes espesores y anchos. Son resistentes al medio ambiente, aun en ambientes marinos o sulfurosos, el desgaste por exposición es bajo, debido a su rápida oxidación, desarrolla una delgada capa protegiéndola de la corrosión.

Son dos veces más livianas que las galvanizadas y 8 veces que las de asbestos- cemento, tienen alta reflectividad y baja emisividad, reflejando el 95% del calor y expuesta al medio ambiente el 75%. En lo posible las tejas de aluminio no deben estar en contacto directo con estructuras de concreto, maderas húmedas y aceros, en caso necesarios se debe aplicar sobre estos elementos pintura bituminosa y al acero pintura a base de cromato de cinc.

**3.5.7 Tejas transparentes**

Para permitir el paso de la luz, crear nuevos ambientes, dar amplitud y belleza a un espacio, vienen en colores hasta translucido, unidas al poder aislante, existen entre ellas cubiertas acrílicas y de vidrio. Las primeras son fabricadas a base de resinas de poliéster y lana de vidrio, con espesores de 3 a 6 mm, son ligeras y poseen resistencia mecánica. La resistencia a la tracción es de 400 kg/cm<sup>2</sup> y a la compresión 7500 kg/cm<sup>2</sup>. Las láminas o tejas acrílicas pueden ser formadas en frío o termo formadas, con gran variedad de diseños y posibilidades de compatibilidad con tejas de otros materiales. Son resistentes a toda clase de condiciones climáticas, por sus propiedades físicas no se alteran por los rayos ultravioleta.

El acrílico termo formado es un material adaptable a cualquier forma, con secciones curvas llamadas domos convexos o piramidales y variedad de colores, así son usadas para cubrimiento de fachadas, apoyados sobre estructuras espaciales que al construirse en forma consecutiva pueden formar bóvedas. Las

cubiertas de vidrio han logrado alta tecnología diseñando sistemas para el control solar como los vidrios denominados “low-e” o de capacidad variable, vidrios laminados con una película absorbente o conjunto de vidrios y cámaras de aire para aumentar el control solar (doble vidrio).

Para sitios de circulación o de protección personal debajo de las cubiertas, se utiliza vidrio de seguridad, ya sea laminado o templado o una mezcla de los dos. Para la selección del espesor se debe tener en cuenta los factores como cargas muertas, impactos, dilataciones por calor, apoyos, etc.

### **3.6 Tuberías**

Para el suministro de agua y desagüe es fundamental analizar los consumos de agua que se producen efectivamente y partiendo de esta base, se calculará las redes de acueducto y alcantarillado. Las tuberías destinadas al transporte de agua potable se llaman acueducto, los elementos que trabajan a presión con sus accesorios de sección circular se llaman tuberías.

Estas pueden ser de hierro acerado, concreto reforzado, hierro fundido, hierro galvanizado, P.V.C (cloruro de polivinilo) y abesto- cemento. Para recoger agua lluvias así mismo usamos tuberías que llamamos canales o bajantes, los encontramos en asbesto. Cemento, de sección circular y rectangular con uniones que se adhieren a las canales o entre ellas mismas por medio de pegante o masilla.

#### **3.6.1 Bajantes y canales en P.V.C**

Se usan comúnmente para bajantes, tuberías de aguas lluvias especificando en color naranja, también existen productos especiales para as canales y bajantes con sus accesorios que permiten una unión perfecta evitando así el goteo, deformaciones o malos sellamientos. Son liviana, inoxidables, resistentes a la intemperie y fenómenos atmosféricos. Su sellamiento y empalmes se hacen con empaques de neopreno, ajustándose solamente con presión manual.

#### **3.6.2 Canales y bajantes en lámina galvanizada**

Es bastante usado este sistema de canales y bajantes ya que se puede figurar de acuerdo a cada necesidad en cubiertas con pendientes encontradas o formas especiales, se construyen manualmente en láminas calibres desde 24 a 33 unidas con soldadura autógena.

### **3.6.3 Tubería de asbesto- cemento sanitaria**

Por el método de fabricación y el proceso de fraguado a que se someten los tubos adquieren inmunidad a la corrosión por electrólisis, oxidación y perforación, siendo apropiadas para la evacuación de aguas con ácido, sales y álcalis o gran cantidad de bacterias. Son tubos cilíndricos de superficies lisas e impermeables, la cantidad de fibras de asbesto, son repartidas uniformemente y adheridas al cemento formando unas estructuras semejantes a la del hormigón reforzado, resistentes a los esfuerzos de trabajo y especialmente a la tensión. No son afectadas por conductividad calorífica, amortiguan el ruido y facilidad de instalación. Se fabrican en diámetros de 2, 3, 4 y 6 pulgadas y en longitudes de 4 metros, para uniones con sus accesorios se utilizan empaques de caucho.

### **3.6.4 Tubería de gres**

La elaboración de esta y sus accesorios tienen el mismo proceso de los ladrillos cocidos, adicionándole a la tubería y accesorios un proceso de alcoholado interiormente para ser esmaltado por el fuego, siendo así resistente a los ácidos sales y álcalis; su instalación se hace pegando con mortero de cemento, los elementos y colocándolos sobre una base de mortero pobre, se fabrican en diámetros desde 2" hasta 6", así mismo encontramos la tubería perforada, la que usamos para drenajes o irrigaciones subterráneas, usándose a junta perdida sobre triturado o arena.

### **3.6.5 Tubería de cemento**

Su proceso de fabricación es manual utilizando formaleta metálica. Con mortero 1:2, para tuberías de alta resistencia se fabrican con equipos especiales, centrifugándolas y reforzando las paredes de la tubería con corazas metálicas y mallas de acero siendo protegidas para las presiones y ácidos y álcalis de la naturaleza, la tubería manual es de poca resistencia, se fabrican en diámetros desde 2" hasta 20" con largo de 80 cm a 1 m. Las tuberías fabricadas técnicamente y centrifugadas alcanzan una resistencia a la comprensión de 2.000 kg/m, el uso de las tuberías de cemento varían siendo utilizadas para grandes colectores de aguas negras, lluvias o redes del acueducto, pozos. Se fabrican en diámetros desde 24" hasta 36" con largo de 1m, en casos especiales se construyen en diámetros de 1 a 3 m y con resistencias de 500lb/pulg<sup>2</sup>. Sus formas son iguales a las tuberías de gres y asbesto- cemento.

### **3.6.6 Tuberías de hierro galvanizado**

Las encontramos en grandes longitudes de 2 a 12 m, disminuyendo por este motivo el número de empalmes, su uso ya no es frecuente para la conducción de agua, ya que con el tiempo va perdiendo el galvanizado y se va oxidando y perforando, entre sus cualidades tenemos la resistencia a altas temperaturas hasta 400 grados C, sin deformarse soportan presiones hidrostáticas mayores a 42.2 kg/cm<sup>2</sup>, resistencia a la compresión, tensión y torsión. Su unión en diámetros pequeños se hace con cinta teflón y roscando, para uniones de grandes diámetros se empalman con arandelas de caucho o con soldaduras cilíndricas o cónica, se protegen con cintas de yute empapada de betún caliente alrededor del tubo, cuando su instalación es aérea se protege con pintura bituminosa y especiales.

### **3.6.7 Tubería de cobre y bronce**

Estas tuberías con sus accesorios son usadas especialmente para conducción de aire y de gas, se sueldan especialmente por capilaridad.

### **3.6.8 Tuberías de P.V.C**

El PVC es un producto obtenido del cloruro de polivinilo en un 96%, material plástico con características de resistencia y durabilidad y 4% de aditivos químicos, como estabilizantes, lubricantes, pigmentos, etc.

Es usado en instalaciones de acueducto para altas presiones hidromecánicas, sanitarios, aguas lluvias, de irrigación, eléctricas, etc. Debido a sus variados usos, propiedades, a aventajado a las tuberías de materiales tradicionales, es resistente a la corrosión, electrólisis, tensión, al impacto, presiones, es liviana, incombustible, rígida y fácil de instalar. Se crearon las tuberías de P.V.C basadas en las normas relación del diámetro del tubo y el espesor de la pared, conocida con el nombre RDE= Relación Diámetro Espesor. Existen tuberías y accesorios de presión, de presión unión 2, PF+ UAD= tubería pavco flexible de ultra alta densidad, sanitaria, Conduit. La tubería de presión viene en diámetros desde 1/2" hasta 4", el sistema de unión de tubos y accesorios consiste en conexiones pegadas por medio de una soldadura líquida desarrollando máxima resistencia en mínimo tiempo, los cortes se elaboran con serrucho o segueta. Por su menor coeficiente de fricción se pueden utilizar menores diámetros que con otras tuberías. La longitud normal de

los tubos es de 6 m. Esta tubería se usa para conducción de agua caliente. Pueden empatare con otros materiales.

A: Acometidas domiciliarias PF+ UAD: Esta tubería tiene propiedades específicas para el aumento de presión de 100 a 300 PSI, por ser flexible, Viene en rollos de 90 m, deben hacerse pruebas de presión antes de terminar la instalación, esta tubería plástica se expande y contrae más que los metales cuando está expuesta a cambios de temperatura, como la temperatura del subsuelo es constante, los problemas de expansión y contracción son mínimos. La unión se hace a accesorios de cobre y deben seguirse las instrucciones de los distribuidores.

B: Tubería sanitaria y accesorios P.V.C: Es totalmente inmune a los gases y líquidos corrosivos de los sistemas de desagüe, inerte a productos químicos comúnmente usados.

Las paredes facilitan el flujo de desechos, se pueden usar con pendientes mínimas, es un material muy liviano lo que hace fácil su manejo e instalación, resistente al impacto que romperían las tuberías convencionales.

Entre sus accesorios que varían desde 1 1/2 "-2"-3"-4" -6", que son empataados a la tubería por medio de la soldadura líquida.

C: Tubería de presión P.V.C.Z: Se ciñe a la norma INCONTEC 382 y su uso para transporte de agua potable, para mantener el RDE (relación diámetro espesor) constante en la unión, se incorporan una camisa que aumenta el espesor de la pared, garantizando la presión de trabajo. Son fáciles de ensamblar, permite amplio grado de movimiento axial para acomodo a cambios de longitud en instalaciones enterradas, que pueden suceder por asentamiento del terreno o expansiones y contracciones por cambios de temperatura, soportan vacío parcial o alternativamente, presión externa al instalar en terrenos inundados, el anillo de caucho aumenta su eficiencia con la presión hidráulica interna.

D: Tubería Conduit P.V.C eléctricos: Es un compuesto de P.V.C con técnicas de extrusión estrictamente controladas de color blanco. Fácil de cortar, doblar y formar calentando con un soplete y doblando con la mano, su unión es con soldadura líquida, resiste la caída desde 4 m de altura sin sufrir deterioro. Su superficie interior es totalmente lisa permitiendo fácilmente el alambrado, no es conductor, siendo aislante que protege contra las descargas eléctricas

accidentales. Se rige a las normas de fabricación ICONTEC 979 y 950 se ofrece en el mercado tubos de 3 m de largo con diámetros de 3/ 8" hasta 3" y accesorios del mismo diámetro entre los cuales enumeramos: curvas de 90 grados, curvas de 45 grados, uniones, adaptadores hembras, adaptadores machos, terminales, adaptadores de caja.

E: Soldadura líquida P.V.C: Su empaque está representado en tarros y frascos de vidrio y metal desde 1/6 gal, ¼ gal. Se aplica con una brocha de cerda natural, limpiando el sobrante para evitar el fluido o entorpecimiento en alambrada, no debe unirse estando los accesorios húmedos, la operación desde la aplicación desde la soldadura hasta la terminación de la unión, no debe durar más de 1 minuto. Para limpieza de los elementos antes de aplicar la soldadura debe usarse el limpiador P.V.C.

### **3.7 Tanques para agua**

Son recipientes plásticos para almacenamiento de agua, en formas cilíndricas, con capacidades desde 250 al 2.000 Lt, con tapas y conexiones para tubería, válvula y flotador.

### **3.8 Pozo séptico**

El proceso que se produce en los tanques sépticos consiste en la descomposición de los sólidos que llevan las aguas negras, mediante procesos bacterianos, permitiendo acondicionar estas aguas para que puedan ser infiltradas en el subsuelo.

El tanque séptico es una cámara cerrada, compuesta de dos partes: cilindro superior y cámara inferior, cuya boca termina en campana, debe estar ubicada a una distancia no menor de 3.50 m de la vivienda, tiene una capacidad útil de 1.25 m<sup>3</sup>, altura cámara de aire 0.35 m, diámetro entrada y salida 4". Este tanque va conectado por medio de tuberías pasando por una caja de inspección, a una caja de grasas como lo vemos en la figura y su función es interceptar las grasas y jabones que contienen las aguas negras, evitando que el subsuelo se vuelva impermeable. La caja de distribución con 4 orificios, tiene como función recolectar líquidos que vienen del tanque séptico, para repartirlo en forma uniforme.

### **3.9 Aparatos sanitarios y de cocina**

Los aparatos sanitarios más comunes son los fabricados en porcelana, aunque también vienen en variedad de materiales como prefabricados, aluminio, porcelana, fibra de vidrio y acrílico.

Los sanitarios se han tecnificado y simplificado tanto en su funcionalidad como en su armonía y belleza. El tanque de almacenamiento del agua está incorporado al aparato y hace parte de él. Actualmente existe en el mercado desde el sanitario campesino, instalado directamente su desagüe, en un pozo séptico, hasta el sanitario con grifería hidrostática.

Los lavamanos así mismo han innovado su diseño y materiales siendo estos en porcelana, acrílicos, fibra de vidrio, plásticos esmaltados. Los encontramos de fijar al muro, en pedestal, incrustar y sobrepuestos en muebles y mesones. Los bideles aunque su uso ha sido descontinuado, aún se encuentran en el comercio. Los orinales se instalan en baños públicos, comunes, áreas comerciales, planteles, etc. Estos aparatos son de fijar a la pared. Las tinas han tenido gran desarrollo en diseño, funcionalidad y uso. Los lavaplatos y lavaderos pueden construirse en obra con concreto reforzado, para darles un acabado en granito, mármol o enchapes de fórmica o porcelanas, también los encontramos en aluminio, acero inoxidable, acrílico, fibra de vidrio, etc. Todos estos elementos tienen si grifería correspondiente con acrílicos, galvanizados o fibras. Las duchas son elaboradas en variedad de formas, materiales y funciones.

### **3.10 Grifería**

Los elementos utilizados como complemento a las instalaciones hidráulicas y aparatos sanitarios y de servicios las llamamos grifería.

Estas son de aluminio, cobre cromado, porcelana, hierro, plásticos y demás componentes maleables, las hay en variedad de colores, modelos, estilos, de acuerdo a sus funciones y usos, entre ellas tenemos grifería para sanitarios, lavamanos, lavaplatos, válvulas en los diámetros acorde con las tuberías desde ½ “hasta 3”, llaves pomos para duchas y lavamanos, rejillas, sifones, etc.

### 3.11 Hierro

Es un elemento químico que a temperatura de 1.600 grados C, al quemarse el carbón, se produce el monóxido de carbono, poderoso agente reductor que transforma el mineral en metal.

El acero de las varillas proviene de la laminación en caliente y en algunos casos se determina un proceso en frío de lingotes siendo el módulo de elasticidad igual para los tres grados de dureza es igual 2.100 kg/ cm<sup>2</sup>

Para concreto armado las varillas son fabricadas lisas y corrugadas en diferentes diámetros, las corrugadas deben tener altura mínima en las corrugaciones de 4 a 5 % del diámetro de la propia varilla. El diámetro especificado para cada clase de varilla es igual, sea lisa o corrugada, lo mismo su peso.

Entre las propiedades mecánicas del hierro tenemos el límite de proporcionalidad, que es el mayor esfuerzo que puede soportar un material (ley de Hook). “La variación de la longitud de un cuerpo, que es estirado o comprimido, es directamente proporcional a la fuerza que causa la deformación, si no se ha excedido el límite elástico” o sea proporcionalidad entre esfuerzo y deformación.

- Límite elástico: Es el máximo esfuerzo que puede soportar un material sin sufrir deformaciones permanentes una vez que se ha dejado de hacer fuerza.
- Módulo de elasticidad: Es el cociente entre el esfuerzo y la deformación unitaria correspondiente (dentro de los límites de proporcionalidad).

Los diámetros de las varillas empleadas son:

1/4 - 3/8 - 1/2 - 5/8 – 3/8- 3/4 -7/8- 1- 11/8 – 11/4 pulgada, y vienen en largo de 6 m, 9 m y 12 metros.

Las láminas de acero vienen en calibres desde 10 hasta 33 usándose para la fabricación de carpintería metálica u ornamentación, se cortan y doblan de acuerdo a la necesidad, con ellas se fabrican ventanas, puertas, rejas, escaleras y variedad de elementos, las mallas electrosoldadas han adquirido una gran utilidad en la construcción por su rendimiento en mano de obra y tiempo.

### 3.11.1 Propiedades de las barras de acero

Para realizar cualquier trabajo en estructura se deben conocer las propiedades de las barras de acero. En la siguiente tabla se indican las propiedades de las barras.

Tabla 3.4 Propiedades de la barras de refuerzo. Diámetros en pulgadas

Barras Nº	Φ	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Perímetro (cm)	Masa (kg/m)
2	1/4"	0,64	0,32	2,00	0,25
3	3/8"	0,95	0,71	3,00	0,56
4	1/2"	1,27	1,29	4,00	1,00
5	5/8"	1,59	2,00	5,00	1,55
6	3/4"	1,91	2,84	6,00	2,24
7	7/8"	2,22	3,87	7,00	3,04
8	1"	2,54	5,10	8,00	4,00
9	1 1/8"	2,87	6,45	9,00	5,06
10	1 1/4"	3,23	8,19	10,13	6,40

En algunos trabajos de construcción se pueden usar barras con menor resistencia a la fluencia, denominadas milimétricas, cuyo diámetro viene en milímetros. En la siguiente tabla se indican las propiedades de las barras milimétricas más utilizadas.

**Tabla 3.5 Propiedades de la barras de refuerzo. Diámetros en milímetros.**

Designación de la Barra	Diámetro (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Perímetro (mm)	Masa (kg/m)
6 M	6,0	28,30	18,85	0,222
7,5 M	7,5	44,18	23,60	0,347
8 M	8,0	50,27	25,10	0,395
8,5 M	8,5	56,75	26,70	0,445
9 M	9,0	63,62	28,30	0,499
9,5 M	9,5	70,88	29,80	0,556
10 M	10,0	78,50	31,42	0,616
11 M	11,0	95,03	34,60	0,746
12 M	12,0	113,10	37,70	0,888
15 M	15,0	176,71	47,10	1,387
16 M	16,0	201,10	50,27	1,577

### 3.11.2 Áreas para las barras de acero

Para realizar el análisis de una estructura se debe conocer el área de una o de un grupo de barras. En la tabla siguiente se indica el área de las barras de refuerzo.

**Tabla 3.6 Áreas para varias combinaciones de barras (cm<sup>2</sup>)**

Barra Nº:	2	3	4	5	6	7	8
Diámetro:	1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1"
Número de barras							
1	0,32	0,71	1,29	2,00	2,84	3,87	5,10
2	0,64	1,42	2,58	4,00	5,68	7,74	10,20
3	0,96	2,13	3,87	6,00	8,52	11,61	15,30
4	1,28	2,84	5,16	8,00	11,36	15,48	20,40
5	1,60	3,55	6,45	10,00	14,20	19,35	25,50
6	1,92	4,26	7,74	12,00	17,04	23,22	30,60
7	2,24	4,97	9,03	14,00	19,88	27,09	35,70
8	2,56	5,68	10,32	16,00	22,72	30,96	40,80
9	2,88	6,39	11,61	18,00	25,56	34,83	45,90
10	3,20	7,10	12,90	20,00	28,40	38,70	51,00
11	3,52	7,81	14,19	22,00	31,24	42,57	56,10
12	3,84	8,52	15,48	24,00	34,08	46,44	61,20

**Ejemplo 3.10**

Calcular el peso de 500 metros de acero de refuerzo de 1/4" (Nº 2), el cual tiene una presentación en chipa.

**Solución:**

1 metro de varilla Nº 2 pesa 0,25 kgf.

La longitud de la chipa es:  $\Rightarrow$   $L = 500 \text{ m}$

El peso del refuerzo es:

$W = 500 \text{ m} * 0,25 \text{ kgf/m} \Rightarrow W = 125 \text{ kgf}$

Nota: cuando el peso se da en unidades de kgf, se está trabajando en el sistema *mks*. Si se quiere trabajar en el sistema internacional, se debe multiplicar el peso por la gravedad ( $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ ) y las unidades quedan en Newton (N).

**Ejemplo 3.11**

Calcular el peso de 400 metros de refuerzo de 3/8" (Nº 3), el cual tiene una presentación en chipa.

**Solución:**

1 metro de varilla Nº 3 pesa 0,56 kgf.

La longitud de la chipa es:  $\Rightarrow$   $L = 400 \text{ m}$

El peso del refuerzo es:  $W = 400 \text{ m} * 0,56 \text{ kgf/m} = 224 \text{ kgf}$

**Ejemplo 3.12**

Calcular el peso de 10 barras de acero de 1/2" (Nº 4), las cuales tienen una longitud de 6,0 metros cada una.

**Solución:**

1 metro de varilla Nº 4 pesa 1,0 kgf.

La longitud de las 10 barras es:  $\Rightarrow$   $L = 10 * 6,0 \text{ m} = 60 \text{ m}$

El peso de las barras es:  $\Rightarrow$   $W = 60 \text{ m} * 1,0 \text{ kgf/m} = 60,0 \text{ kgf}$

**Ejemplo 3.13**

Calcular el peso de 30 barras de acero de 5/8" (Nº 5), las cuales tienen una longitud de 9,0 metros cada una.

**Solución:**

1 metro de varilla Nº 5 pesa 1,55 kgf.

La longitud de las 30 barras es:  $\Rightarrow L = 30 * 9,0 \text{ m} = 270 \text{ m}$

El peso de las barras es:  $\Rightarrow W = 270 \text{ m} * 1,55 \text{ kgf/m} = 418,5 \text{ kgf}$

**Ejemplo 3.14**

Calcular el peso de 6 barras de acero de 3/4" (Nº 6), las cuales tienen una longitud de 12,0 metros cada una.

**Solución:**

1 metro de varilla Nº 6 pesa 2,24 kgf.

La longitud de las 6 barras es:  $\Rightarrow L = 6 * 12,0 \text{ m} = 72 \text{ m}$

El peso de las barras es:  $\Rightarrow W = 72 \text{ m} * 2,24 \text{ kgf/m} = 161,28 \text{ kgf}$

**Ejemplo 3.15**

Calcular el área de la sección transversal de 6 barras de acero de 1/2" (Nº 4).

**Solución:**

1 varilla Nº 4 tiene un área de 1,29 cm<sup>2</sup>.

El área de la sección transversal de las 6 barras Nº 4 es:

$$L = 6 * 1,29 \text{ cm}^2 = 7,74 \text{ cm}^2$$

**Ejemplo 3.16**

Calcular el área de la sección transversal de 7 barras de acero de 5/8" (Nº 5).

**Solución:**

1 varilla Nº 5 tiene un área de 2,0 cm<sup>2</sup>.

El área de las 7 barras Nº 5 es:

$$L = 7 * 2,0 \text{ cm}^2 = 14 \text{ cm}^2$$

**Ejemplo 3.17**

Calcular el área de la sección transversal de 4 barras de acero de 3/4" (Nº 6).

**Solución:**

1 varilla Nº 6 tiene un área de 2,84 cm<sup>2</sup>.

El área de las 4 barras Nº 6 es:

$$L = 4 * 2,84 \text{ cm}^2 = 11,36 \text{ cm}^2$$

**Ejemplo 3.18**

Calcular el área de la sección transversal de 2 barras de acero de 7/8" (Nº 7).

**Solución:**

1 varilla Nº 7 tiene un área de 3,87 cm<sup>2</sup>.

El área de las 2 barras Nº 7 es:

$$L = 2 * 7,74 \text{ cm}^2 = 15,48 \text{ cm}^2$$

### **3.11.4 Hierros planos**

Son los hierros elaborados para obras de ornamentación o vigas y cerchas entre ellos tenemos: platinas que vienen desde 1/8\*1/2 hasta 1" \* 1 1/4 combinados entre sí las medidas de 1/8 , 3/16, 1/4, 3/8, 1/2, 5/8, 3/4, 7/8, 1 por 1/2, 5/8, 3/4, 1, 1 1/4, 1 1/2, 2, 2 1/2, 3 y 4 de pulgada.

Los elementos en ángulo usados también en ornamentación vienen en medida de 1/4 \* 1/4 hasta 1 1/2 \* 1 1/2 con grosor de 1/8 hasta 1 pulgada.

Los perfiles livianos: Son más usados para fabricar estructuras metálicas como columnas, vigas, cerchas, correas, etc. Entre estos también podemos enumerar canales, tees, rieles, doble tee.

La protección que damos al acero contra la oxidación es cubriéndolo con una película de pintura a base de óxido de cinc, la que comúnmente llamamos anticorrosivo, para las uniones y empalmes que se elaboran en estos elementos, son atornillados, roblonados y soldados, según el procedimiento con que se realicen estas.

### **3.11.5 Alambres y alambres**

El alambres galvanizado producido nacionalmente viene en diferentes grosores y peso clasificándose numéricamente; su uso más común es en la elaboración de mallas de cerramientos, gaviones y también se emplea para alambre de temperatura de las placas, no se oxida por su protección galvánica.

El alambre negro es usado para amarre de hierros al formar castillos de vigas y columnas, para uniones entre varillas, lo conocemos con el nombre de alambre negro, se oxida fácilmente al quedar a la intemperie.

### 3.11.6 Mallas electro soldadas

Son fabricadas con aceros de alta resistencia. El acero laminado en caliente se somete a un proceso de estirado en frío, lográndose las varillas, que son mecánicamente soldadas en paneles, formándose la malla.

Las características son:

- Resistencia mínima garantizada a la rotura de ensayo de tracción 5.250 kg/ cm<sup>2</sup> (75.000 PSI).
- Límite elástico convencional (0.2% de formación permanente) 4.550 kg/cm<sup>2</sup> (65.000 PSI).
- Reducción de área: .....mayor del 30%
- Alargamiento de rotura medido sobre la base de L=5 CM.....8%

Sus usos son múltiples en la construcción como: cimentaciones, placas, zapatas, naves industriales, losas, revestimientos de canales, muros de contención, armaduras, vigas y columnas, estabilización de taludes, gaviones, etc. Su elaboración permite una distribución uniforme de los esfuerzos a través de la placa de concreto. La rigidez con que están conectadas las varillas hace que el anclaje mecánico y la adherencia sean positivamente eficientes.

Posee el grado necesario de ductilidad para ser doblado o acomodado a la necesidad del trabajo, siendo suficientemente rígida para mantener su forma después de doblada. Vienen en longitudes máxima del panel de 10 m ancho máximo del panel 2.60 m diámetros desde 3 mm hasta 9.5 mm espaciamiento desde 15 cm hasta 40 cm.

Las mallas electro soldadas se usan como refuerzo de retracción de fraguado y temperatura en losas y pisos. En los últimos años se está utilizando como refuerzo de muros estructurales en edificios de varios pisos.

Las propiedades de las mallas electro soldadas se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 3.8 Propiedades de las mallas de refuerzo**

Referencia malla	Peso Malla (kg)	Diámetro alambre	Separación alambre	Cuántía cm <sup>2</sup> /ml
E-050	11,50	4,0 mm	25 cm	0,50
M-084	18,80	4,0 mm	15 cm	0,84
M-106	23,80	4,5 mm	15 cm	1,06
M-131	29,30	5,0 mm	15 cm	1,31
M-188	42,20	6,0 mm	15 cm	1,88
M-221	49,60	6,5 mm	15 cm	2,21
M-257	57,40	7,0 mm	15 cm	2,57
M-295	65,90	7,5 mm	15 cm	2,95
M-335	75,10	8,0 mm	15 cm	3,35
M-378	84,70	8,5 mm	15 cm	3,78

Las dimensiones de la malla electro soldada denominada estándar son;

Ancho total malla = 2,35 m

Longitud total malla = 6,0 m

El traslape de cada malla debe ser de 20 cm como mínimo, en cada sentido.

**Ejemplo 3.19**

Analizar la malla electrosoldada que se debe colocar en una placa de contrapiso, la cual necesita una cuantía de 1,20 cm<sup>2</sup>/metro lineal.

**Solución:**

Cuantía necesaria= 1,20 cm<sup>2</sup>/ml

Malla utilizada= M – 131

Cuantía colocada= 1,31 cm<sup>2</sup>/ml

**Ejemplo 3.20**

Analizar la malla electrosoldada que se debe colocar en una placa de entrepiso, la cual necesita una cuantía de 1,50 cm<sup>2</sup>/metro lineal.

**Solución:**

Cuantía necesaria= 1,50 cm<sup>2</sup>/ml

Malla utilizada= M – 188

Cuantía colocada= 1,88 cm<sup>2</sup>/ml

### **3.11.4 Perfil estructural**

Es elaborado en acero Hot Rolled H.R con acabado en lámina negra y en ColdRolled con acabados en acero galvanizado. Su uso en correas, pórticos, columnas y vigas, soportes de muros metálicos, entrepisos, poste, etc. Tiene un límite de fluencia desde 2.200 hasta 2.500 kg/ cm<sup>2</sup>, límite de rotura de 2.960 hasta 3.300 kg/cm<sup>2</sup>. Vienen en largos de 6 m con calibres desde el # 11 hasta #20 su forma es en C.

### **3.11.5 Láminas**

Se fabrican en hierro, hierro galvanizado, aluminio o acero inoxidable. Las láminas en hierro vienen clasificadas en calibres de 12-14-16-18-20-22-24-26 en dimensiones de 1\*2 m. 1.22 \* 2.44 m en Cold Rolled y Hot rolled (H.R) todas las láminas sirven de enchapes, recubrimientos en la industria, para carpintería de ornamentación. La lámina es de hierro galvanizado cuando por un proceso físico químico adecuado, presenta su superficie recubierta por una fina capa de otro metal, generalmente cinc, con el objeto de darle poder inoxidable, como recubrimiento de tipo industrial se ha utilizado, para forra cascos de buques, y en la industria.

La lámina de aluminio es usada principalmente para acabados y enchapes, tiene un peso liviano, manejable y decorativo. Láminas de acero inoxidable, so aceros aleados, con un contenido de cromo superior al 13% y en algunos casos es complementada con níquel y molibdeno, es resistente a la corrosión, y elevada resistencia a la tracción, buena ductilidad y buenas propiedades de soldadura, es usada en puertas de cortina y multitud de aplicaciones.

### **3.11.6 Mallas con venas y sin vena**

Son usadas para forrar encofrados que luego van a pañetarse, elaboración de cielos falsos, es procesada industrialmente, cortante al tacto con las manos.

### **3.12 Soldaduras**

Es un procedimiento técnico para la unión de metales por fusión de ambos o por la de otro metal que se coloca entre ellos.

La soldadura se basa en una propiedad que tiene los metales, que al fundirse y luego enfriarse, se juntan dando lugar a una pieza única.

La soldadura puede realizarse fundiendo en el punto de unión los metales que se desean unir, este tipo de soldadura es autógena, que requiere altas temperaturas, lo cual se consigue con un soplete, o con un arco eléctrico. Este consiste en un electrodo que acerca al punto de soldar y que está conectado a un circuito eléctrico, por el que circula corriente de elevada tensión, al cual está también conectada la pieza a soldar, esto hace saltar una chispa que funde el metal y se produce la soldadura.

#### **3.12.1 Soldadura de oxiacetileno**

Es la soldadura que se hace en piezas metálicas con un soplete en donde se quema el acetileno con oxígeno, esta mezcla produce temperaturas de 3.300 a 3.500 grados C, a veces se emplea un fúndete de otro metal para fortalecer la unión. Este soplete se usa también para cortar metales. La soldadura en frío se ha tecnificado por medio de resinas epóxicas, tienen gran poder adhesivo.

### **3.13 Conductores eléctricos**

Los cables o conductores eléctricos son en cobre o aluminio, las barras de cobre se usan para conexiones a tierra, de viviendas, edificios, transformadores y los alambres de cobre para línea a tierra dentro de las tuberías instaladas, se usa desnudo en calibres A.W.G del 1 hasta 14 siendo el más delgado el de calibre 14. También los hay de grosores 1/0-2/0-3/0-4/0 siendo este último el más grueso.

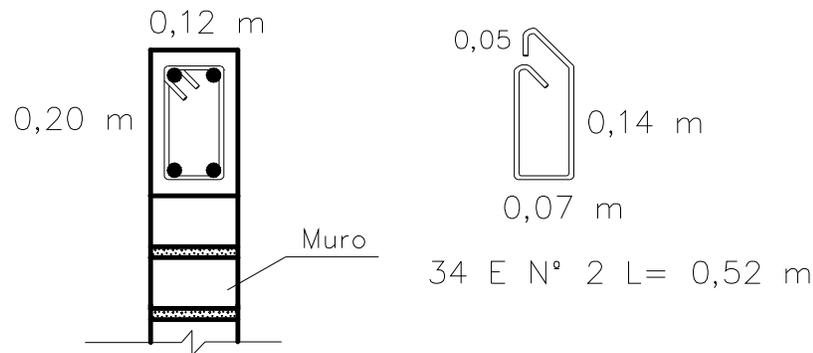
Los cables son más flexibles y están conformados por pequeños alambres. Los alambres son rígidos y de un solo elemento. El cable de aluminio por su característica eléctrica, y la resistencia mecánica del acero, es más usado en líneas de alta y baja tensión y para grandes distancias.

En instalaciones internas usamos cable o alambre forrado en polietileno o cloruro de polivinilo y demás elementos aislantes, estos cuando están dentro de muros o estructuras van protegidos por la tubería P.V.C, el cable coaxial está forrado en plomo y lo usamos protegido por la tubería sea interna o exterior, su uso especial es para conducción de señales de radio, televisión, video, etc.

Cables telefónicos, con especificaciones especiales, de acuerdo a su uso de intercomunicación, que puede ser subterránea o aérea con cantidad de pares, hasta 1.800 pares, aislados con papel o plástico, y algunos cubiertos con plomo y polietileno, petrolato, engomados con aislamiento en papel y aire seco, barrera contra humedad. En el capítulo siguiente continuaremos con los accesorios y aparatos eléctricos y telefónicos.

### Ejercicios propuestos

**3.1** Una viga de amarre de 0,12 x 0,20 m, esta apoyada sobre un muro de carga. La viga tiene 34 estribos N° 2, la longitud de cada estribo es de 0,52 m. Calcular el peso de los estribos necesario para la viga de amarre.



Respuesta:

$$W = 4,42 \text{ kgf} \quad (W = 43,32 \text{ N})$$

**3.2** Una columna de amarre de 0,12 x 0,20 m, esta localizada en una esquina de un muro confinado. La columna tiene 20 estribos N° 3, la longitud de cada estribo es de 0,52 m. Calcular el peso de los estribos necesario para la columna de amarre.

Respuesta:

$$W = 5,82 \text{ kgf} \quad (W = 57,07 \text{ N})$$

**3.3** Una viga de cimentación de 0,30 x 0,30 m, tiene 70 estribos de hierro N° 3, la longitud de cada estribo es de 0,75 m. Calcular el peso de los estribos necesario para la viga.

Respuesta:

$$W = 29,40 \text{ kgf} \quad (W = 288 \text{ N})$$

**3.4** Una viga de carga de 0,40 x 0,40 m, tiene 45 estribos de refuerzo N° 3, la longitud de cada estribo es de 1,35 m. Calcular el peso de los estribos colocados en la viga.

Respuesta:

$$W = 34,02 \text{ kgf} \quad (W = 333,4 \text{ N})$$

**3.5** Calcular el área de la sección transversal y el peso de 12 varillas N° 4 (1/2") las cuales tienen una longitud de 4,50 m.

Respuesta:

$$\text{Área} = 15,48 \text{ cm}^2$$

$$\text{Peso: } W = 54 \text{ kgf} \quad (529 \text{ N})$$

**3.6** Calcular el área de la sección transversal y el peso de 24 varillas N° 5 (5/8"), cada varilla tiene una longitud de 6,0 m.

Respuesta:

$$\text{Área} = 48 \text{ cm}^2$$

$$\text{Peso: } W = 223,2 \text{ kgf} \quad (W = 2187,36 \text{ N})$$

**3.7** Calcular el área de la sección transversal y el peso de 15 varillas N° 6 (3/4"), cada varilla tiene una longitud de 9,0 m.

Respuesta:

$$\text{Área: } A = 42,6 \text{ cm}^2$$

$$\text{Peso: } W = 302,4 \text{ kgf} \quad (W = 2963,5 \text{ N})$$

**3.8** Calcular el área de la sección transversal y el peso de 36 varillas N° 7 (7/8"), cada varilla tiene una longitud de 12,0 m.

Respuesta:

$$\text{Área: } A = 139,32 \text{ cm}^2$$

$$\text{Peso: } W = 1313,28 \text{ kgf} \quad (W = 12870 \text{ N})$$

**3.9** En la construcción de un edificio aporricado, se tienen las siguientes varillas:

4 varillas N° 4, L= 6,0 m cada una.

7 varillas N° 5, L= 7,5 m cada una.

6 varillas N° 6, L= 9,0 m cada una.

Calcular el peso total de las varillas.

Respuesta:

Peso:  $W = 226,34 \text{ kgf}$  ( $W = 2218,13 \text{ N}$ )

**3.10** En la construcción de un edificio aporricado, se tienen las siguientes varillas:

5 varillas N° 4, L= 6,0 m cada una.

8 varillas N° 5, L= 7,5 m cada una.

12 varillas N° 6, L= 9,0 m cada una.

Calcular el peso total de las varillas.

Respuesta:

Peso:  $W = 364,92 \text{ kgf}$  ( $W = 3576,22 \text{ N}$ )

**3.11** Calcular el peso de 7 barras milimétricas denominadas 6 M de 6,0 m de longitud.

Respuesta:

Peso=  $9,32 \text{ kgf}$  ( $W = 91,34 \text{ N}$ )

**3.12** Calcular el peso de 6 barras milimétricas denominadas 12 M de 6,0 m de longitud.

Respuesta:

Peso=  $31,97 \text{ kgf}$  ( $W = 313,3 \text{ N}$ )

**3.13** Analizar la malla electrosoldada que se debe colocar en una placa de contrapiso, la cual necesita una cuantía de  $1,70 \text{ cm}^2/\text{metro lineal}$ .

Respuesta:

Malla M - 188

**3.14** Analizar la malla electrosoldada que se debe colocar en una placa de entrepiso, la cual necesita una cuantía de  $3,20 \text{ cm}^2/\text{metro lineal}$ .

Respuesta:

Malla M - 335

**3.15** En la construcción de una losa metálica para el entrepiso de una vivienda, se colocara una malla electrosoldada M-106. Las dimensiones de la placa son:

Largo: 18,0 m

Ancho: 7,0 m

Calcular cuantas mallas se necesitan y el peso total de las mallas, si se quiere utilizar la malla estándar.

Respuesta:

Numero de mallas: 10

Peso de las mallas: 238 kgf (W= 2332,4 N)

### **Problemas sobre mampostería**

**3.16** Se desea construir un muro en ladrillo tolete en pandereta, el área del muro es de  $115,0 \text{ m}^2$ . Calcular la cantidad de ladrillos y mortero que se necesitan para el muro.

Respuesta:

a) 3.554 unidades de ladrillo tolete

b)  $1,18 \text{ m}^3$  de mortero

**3.17** Se desea construir un muro en ladrillo común (tolete) en soga, el área del muro es de  $83,0 \text{ m}^2$ . Calcular la cantidad de ladrillos y mortero que se necesitan para el muro.

Respuesta:

- a) 3847 unidades de ladrillo tolete
- b)  $2,22 \text{ m}^3$  de mortero

**3.18** Se desea construir un muro en ladrillo tolete en tizón, el área del muro es de  $37,0 \text{ m}^2$ . Calcular la cantidad de ladrillos y mortero que se necesitan para el muro.

Respuesta:

- a) 3.430 unidades de ladrillo tolete
- b)  $2,33 \text{ m}^3$  de mortero

**3.19** Se desea construir un muro en ladrillo tolete en tizón y soga, el área del muro es de  $25,0 \text{ m}^2$ . Calcular la cantidad de ladrillos y mortero que se necesitan para el muro.

Respuesta:

- a) 2.318 unidades de ladrillo tolete
- b)  $2,29 \text{ m}^3$  de mortero

**3.20** Se desea construir un muro en ladrillo farol (bloque N° 5) en canto, el área del muro es de  $72,0 \text{ m}^2$ . Calcular la cantidad de ladrillos y mortero que se necesitan para el muro

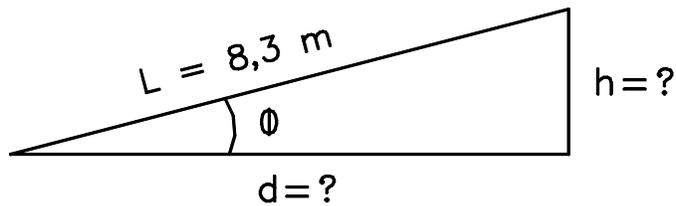
Respuesta:

- a) 1.112 unidades de ladrillo farol
- b)  $1,04 \text{ m}^3$  de mortero

**Problemas sobre tejas de fibrocemento**

**3.21** Una cubierta de una vivienda se construirá en teja ondulada de fibrocemento a una sola agua. La longitud de la cubierta es de 8,3 m. Calcular:

- La altura de la cuchilla para que la pendiente sea del 27%.
- La dimensión de la proyección horizontal.



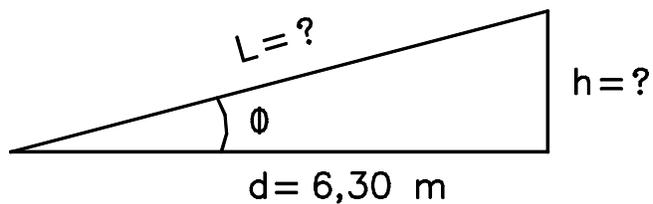
Respuesta:

- $h = 2,15$  m
- $d = 8,02$  m

**3.22** Una cubierta de una vivienda se construirá en teja ondulada de fibrocemento a una sola agua. La proyección horizontal de la cubierta es de 6,30 m.

Calcular:

- La altura de la cuchilla para que la pendiente sea del 27%.
- La longitud de la cubierta.



Respuesta:

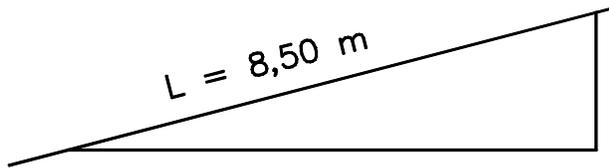
- $h = 1,69$  m
- $L = 6,52$  m

**3.23** Una cubierta inclinada tiene una proyección horizontal de 9,20 m y la altura de la cuchilla es de 2,0 m. Calcular la pendiente de la cubierta.

Respuesta:

Pendiente: 21,7%

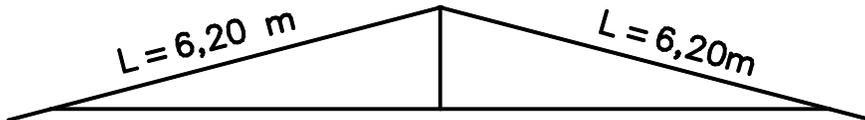
**3.24** Calcular el número de placas onduladas de fibrocemento N° 6 que se necesitan para cubrir la longitud inclinada en una cubierta de una sola agua, la cual tiene una longitud de 8,50 m.



Respuesta:

N° de placas= 5

**3.25** Calcular el número de placas onduladas de fibrocemento que se necesitan para cubrir la longitud inclinada de una cubierta a dos aguas. La longitud de cada faldón es de 6,20 m.



Respuesta:

N° de placas= 6 N° 6 + 2 N° 4

**3.26** Calcular el número de caballetes para placa ondulada de fibrocemento de una vivienda que tiene una cubierta a dos aguas. El ancho de la vivienda es de 6,50 m.

Respuesta:

N° de caballetes= 7

## **Capítulo 4**

### **Materiales prefabricados para acabados**

#### **Introducción**

En los albores de la civilización se derivaron las primeras técnicas constructivas, se demuestra la influencia de la tecnificación en la construcción, en sus formas, decoración, arte, representada en los elementos de acabado, Las formas derivadas del material, de la técnica y de las necesidades en análogas condiciones son parecidas y exactamente iguales en todos los países y épocas.

La representación de los elementos de un edificio, de acuerdo con su misión técnica definida, ofrece la posibilidad de nuevas creaciones de detalles, para lo que se requiere: tacto, dominio, adaptación del medio, unificación orgánica, del conjunto y del sistema y dependencia armónica entre los espacios interiores y exteriores, aparte de las capacidades de técnica, economía y organización.

#### **4.1 Aparatos eléctricos y telefónicos**

Los aparatos eléctricos y telefónicos mas utilizados son los siguientes.

##### **4.1.1 Interruptores**

El cuadro general de mando y protección es un elemento que debe situarse en las viviendas en el punto más cercano posible a la entrada de la alimentación eléctrica. Consta de los siguientes elementos: -Interruptor control de potencia (I.C.P) – Interruptor diferencial- P.I.A (pequeños interruptores automáticos).

Es un aparato que permite la conexión y desconexión de la instalación interior, a cada interruptor viene regulado según el servicio local de distribución y corresponde a la potencia asignada.

Los interruptores son generales o individuales, el general se coloca en un tablero o caja para automáticos, instalado con tapa o sin tapa protectora, son interruptores magneto térmicos que llevan incorporada la protección contra corto circuito y sobrecargas.

Estos aparatos se designan por la intensidad de la corriente que puedan soportar y por su número de polos que poseen (bi, tri, o tetra) los más comunes y usuales son los de 10, 16, 25, 40, 64, 125, 200, 320 y 500 amperios, los interruptores individuales son con poder de corte de 5 amperios y admiten diversas combinaciones polares interiores para instalar como interruptor sencillo, de vaivén, de doble encendido, conmutable, de minuter, cualquiera que sea su marca o tamaño llevan una caja metálica, o plástica empotrada en los muros o lugares de instalación, que reciben el aparato y asegura por medio de tornillos. Pueden ir solos o combinados con otro interruptor o con un tomacorriente.

#### **4.1.2 Lámparas de alumbrado**

Se caracterizan según la naturaleza del foco luminoso, ( lámpara de incandescencia, tubo fluorescente), el reparto del flujo luminoso y las intensidades lumínicas, la naturaleza de la óptica, la protección de las personas contra el contacto con las piezas bajo tensión, la protección de las personas contra el contacto con las piezas bajo tensión, la protección los agentes exteriores. La repartición del flujo luminoso se distingue en los aparatos por: La asimetría y la relación del flujo luminoso positivo al flujo total.

Los aparatos de tipo intensivo o dispersivo son adecuados para espacios de cortas dimensiones, los de tipo extensivo e hipertensivo, los más empleados porque permiten obtener un reparto uniforme del alumbrado con el mínimo de fotos para la protección de las personas y agentes exteriores, conviene elegir el tipo de función de la naturaleza del espacio y sus peligros: locales húmedos, con atmosferas corrosivas, riesgo de explosión, etc.

Las lámparas incandescentes dan un alumbrado de radicación luminosa visible de un filamento calentado a 2500 grados centígrados por la resistencia que opone al paso de corriente eléctrica (efecto joule) cuanto más se ha calentado el filamento más elevado el flujo luminoso, los filamentos son de: carbón, tungsteno en argón, tungsteno en criptón. El rendimiento luminoso de estas lámparas en filamento de carbón de 2,6 lux/ w, en lámparas de tungsteno el rendimiento es 10 lux/w al introducir argón o criptón llega a 15 a 20 lux/w las lámparas fluorescentes ofrecen numerosas ventajas: a igual consumo, dan 5 veces más luz que una lámpara incandescente, su duración de vida es superior, consumo bajo, dan luz difusa asegurando comodidad visual y suprime las sombras, producen débil calentamiento.

Entre sus inconvenientes tenemos: Fragilidad relativa, precio elevado, parpadeo debido a la excitación de los tubos por la corriente alterna, fatiga en el ojo. Los elementos que componen una lámpara fluorescente los vemos en la figura. Los soportes de la lámpara son de tipo industrial y local, algunas con difusores de vidrio plástico.

Las nuevas lámparas LED son más eficientes que las anteriores, debido a esto, las edificaciones nuevas se deben diseñar con este sistema.

#### **4.1.3 Lámparas de descargo**

Son de un tipo intermedio allegado al alumbrado fluorescente. Se usa en alumbrado industrial e iluminación potente (alumbrado público). Estas lámparas son de alta eficacia luminosa. Están compuestas por: Un casquillo de rosca, un bulbo de vidrio, revestido por dentro con polvo fluorescente que da color a la luz, un bulbo interior formado por un emisor de cuarzo, que contiene vapor de mercurio a alta presión y por dos electrodos terminales entre ambos bulbos, gas inerte. Las lámparas de descarga tienen una potencia que oscila entre 50 y 200 watts.

#### **4.1.4 Los portalámparas**

Estos son de porcelana, plásticos. No deben usarse con tomas de corrientes combinadas.

Los aparatos de medición más frecuentes aparte de los contadores instalados son los amperímetros, los voltímetros y los reguladores de tensión. Las instalaciones eléctricas antes de ponerlas en servicio, deben someterse a una prueba inicial.

## **4.2 Madera industrial**

La madera entre sus características debe tener una dureza apropiada, aspecto agradable y ofrecer la posibilidad de un acabado adecuado. Esta madera es sometida a un tratamiento de secado hasta llegar a un grado de humedad relativa igual a la del ambiente que va a ser empleada.

La madera, aunque tiene muchas ventajas, así mismo presenta desventajas en su forma primitiva y aserrada. Simplemente, entre estos contamos: bajas resistencias mecánicas debido a la dirección de sus fibras, defectos, nudos, dimensiones limitadas en anchura, y variaciones dimensionales en función de la humedad del aire que la rodea.

Entre las maderas industrializadas tenemos:

### **4.2.1 Contrachapada**

Llamada en nuestro tiempo TRIPLEX, está hecha con láminas delgadas. Superpuestas y pegadas una a otra de manera que las fibras de cada una quedan perpendiculares a la siguiente, esto da a la tabla resistencia y evita el alabeo, la lámina superior se hace de madera fina- caoba, nogal, roble.

Su fabricación se hace descortezando el árbol y siguiendo su desarrollo, las máquinas pueden sacar láminas continuas que pueden medir de 1 a 3 metros de ancho, dependiendo de la clase de madera, el corte y la regulación, se procede luego a la adaptación al formato y luego al secado (8 a 10% de humedad) con el fin de hacerlas aptas para el encolado, trabando ñas fibras como lo dijimos anteriormente, luego se prensa automáticamente con presiones de 12 a 15 kg/cm<sup>2</sup> al final se bordean y quedan listas para su uso; estas vienen en tamaños de 1.20x2.40- 1.10x 2.00- 90x2.00- 80x2.00 con grosores de 3.4 hasta 20 mm.

### **4.2.2 Madeflex**

Es una lámina de fibras lignocelulósicas entre lazada obtenida de la madera, mediante procesos químicos, en una operación de pulpeo termo mecánico, formación y compactación en caliente y alta presión, adicionándose productos químicos que mejoran sus propiedades de densidad, dureza, acabado, color, estabilidad dimensional, resistencia mecánica a la abrasión y resistencia a hongos e insectos.

Entre las precauciones del MADEFLEX tenemos: no se deben exponer a la intemperie, se debe almacenar horizontalmente, como todos los productos de madera de expande y contrae por variaciones de temperatura y cambios de humedad ambiental, el material tiene una humedad del 5 al 7% el corte de las láminas se hace con serrucho manual o sierra automática. Este material se puede enchapar con láminas de fórmica, películas de P.V.C, pinturas, fibras, chapas de madera, hierros, concretos y cerámicas. Para el pegado se usan resinas sintéticas termoplásticas, siendo emulsiones con base de agua, su resistencia a la humedad es moderada, recomendable para ser aplicada en interiores.

Resinas sintéticas termocurables– urea formol o urea fenol, en forma líquida o polvo, generalmente se mezclan con polvo de madera o harina, para darle viscosidad y plasticidad a las pegas, se usan industrialmente. Cementos de caucho sintético neopreno, son líquidos viscosos, que al secarse se fijan por presión, son resistentes a la humedad. Pegantes EPOXY son adhesivos tipo silicona o poliuretanos. Para pegante con enchape cerámicos se usan con base de acrilatos, facilitando la instalación y resistencia a la humedad.

#### **4.2.3 Tablex**

Material industrializado elaborado con astillas de madera seca comprimida en prensas hidráulicas y con un grado de humedad que permite su aglutinación con resinas sintéticas. Las astillas deben mantenerse en determinados límites de tamaño, para lograr uniformidad en la lámina, es sólida, estabilidad dimensional en su grosor, cuando se enchapa adquiere mucha resistencia, es inerte a esfuerzos internos, por esta razón debe ser enchapada para quedar balanceada y o sufrir torceduras o pandeos. Viene en lámina de 1.20 x 2.40 m.

#### **4.3 Puertas, ventanas y closet de madera**

Las puertas y ventanas tienen principios comunes y funciones características: la primera es permitir el paso del aire, de las radiaciones, de las personas, la segunda es impedir el paso de los ruidos, de las corrientes de aire, de las lluvias. Estas pueden construirse de madera, metálicas, aluminio, vidrio, plásticas combinadas.

Las puertas por sus diferentes utilizaciones pueden ser:

- A) Sujetas por uno de los lados
- B) Sujetas arriba y abajo
- C) Corredizas
- D) Giratorias y E) Plegadas

A) Las puertas sujetas por uno de los lados son aseguradas por los elementos determinados bisagras, que giran sobre sus ejes, permitiendo un giro de 90 y 180 grados.

B) Para la sujeción arriba y abajo se usa una bisagra en la parte baja y perno en la superior facilitando los giros.

C) Corredizas se deslizan sobre rieles colocados en la parte inferior o superior, el mejor sistema es colgadas y guías abajo.

D) Giratorias, giran sobre centro mediante dispositivo o herraje construido por un perno, permitiendo su movimiento en ambas direcciones.

E) Plegadizas, se dividen en pliegues lateral u horizontal de abajo hacia arriba, en el primer caso se alojan en muros laterales, en el segundo en la parte superior.

Para la fabricación de puertas se usan diferentes espesores de madera. Consta de marco o bastidor que pueden ser metálicos, aluminio o madera, la hoja que está compuesta por tablero, cerco, peinazo y bisagras. En la figura se muestra el ensamble de una puerta común.

#### **4.3.1 Puertas de madera Pizano**

Son fabricadas industrialmente con madera seca inmunizada, su alma estructural está formada por retículas de triplex de 8 cm. Siendo puntos de apoyo para sostener las caras de las puertas, con una altura de 3 cm. Es fácil de instalar y para uso interior únicamente ya que su pegante con es garantizado para utilizarse a la intemperie, se pueden decorar y pintar, es aislante térmica, gran elasticidad y resistencia al impacto y aislamiento acústico.

#### **4.3.2 Puertas forttec**

Son elaboradas con fibra de maderas prensada. De alta resistencia mecánica y menor absorción de humedad por sus características térmicas, en su interior está impermeabilizada por una resina fenólica y exteriormente por una base acrílica horneada de alta adherencia a cualquier acabado de pintura. Su estructura interna está conformada por un marco de madera de 4x3 cm y un relleno interior de honey-comb (cartón grafitado de alta resistencia mecánica), doble soporte para chapa en el centro de la puerta. Su decoración es en bajo relieve.

### **4.3.3 Puertas metálicas**

El hierro o acero se emplea en las puertas y en los marcos. Los perfiles para su fabricación se pueden encontrar en el comercio, pero en nuestro medio usamos la lámina figurada, la cual se corta y se figura de acuerdo a la necesidad del perfil que se necesite. Su uso se ha extendido en puertas y portones para exteriores por la seguridad que brindan y duración. Las puertas plegadizas son elaboradas por pequeñas láminas para poder ser enrolladas o plegadas.

### **4.3.4 Puerta de vidrio**

El vidrio templado posee resistencia mecánica suficiente para constituir por sí mismo una puerta. Los herrajes especiales se fijan directamente sobre él. La transparencia de las puertas pueden ser causas de accidentes por lo que se colocan las manijas en forma de placa de color y vistosas.

### **4.3.5 Puerta de aluminio**

Por ser un material liviano, decorativo, seguro y de fácil combinación, en diseño las puertas de aluminio han tenido gran impulso comercial, su versatilidad permite obtener diseños especiales con bisagras, pivotes, mecanismos de vaivén, puertas corredizas, batientes electrónicas, etc.

Son silenciosas, de fácil instalación, empaquetadura de caucho ajustable al perfil, combinadas con vidrio o de aluminio totalmente, con colores de anodizado y anolok a base de aluminios, pinturas electrostáticas, resistentes a la intemperie, no se oxidan, adaptables a cualquier dimensionamiento.

### **4.3.6 Puertas de diversos materiales**

Plásticos, son resinas de poliéster armadas con lana de vidrio, son flexibles, permiten el aislamiento térmico y acústico.

Puertas de fuelle, para separación de espacios en interiores llamadas también de acordeón, elaboradas con paneles sean de madera, aluminio, cuero, sintéticos, unidos entre si y que pueden plegarse.

### **4.3.7 Paneles**

Son elementos usados para divisiones en oficinas, espacios, muros, etc. Son de tipo "sándwich" de 3 capas que funcionan como una estructura integral, su fabricación es igual a las puertas fortéc, son de superficie uniforme sin poros, libre de vetas, nudos y fibras, resistencia mecánica, térmica, acústica, de instalación rápida y sencilla, son compatibles con elementos estructurales (vigas) de ensamble: metálicas, de madera, plásticos, aluminio. Las deflexiones oscilan en 1.27 a 1.52 mm. Cada 30.5 cm lineales de división soportan 6000 lb.

2.7 ton) La flexión es una carga uniforme distribuida de 42 a 48 libras/ pie<sup>2</sup>.

### **4.3.8 Ventanas**

Estas al igual que las puertas, tienen especificaciones similares y construcciones en materiales iguales, varían en sus diseños, perfiles, y sus hojas pueden ser múltiples combatientes horizontales o verticales.

### **4.3.9 Closet**

Pueden elaborarse en madera, con variedad de diseños, metálicos, moduladores, de aluminio combinado con vidrio, acrílicos, adaptables a los espacios dejados en la construcción para tal fin, ya la industria ha avanzado en closet prefabricados, los que se pueden armar de acuerdo a su necesidad, construidos con iguales materiales de los closet, forrándolos con fórmica para dar mayor durabilidad y belleza, también se construyen los muebles en acero inoxidable.

## **4.4 Cielos rasos falsos**

Su función principalmente es de aislamiento bioclimático, además reducción de ruido, reflexión a la luz, decoración y acabado. Los encontramos en distintos materiales como dekoplac, fiberglass, icopor, madeflex, madera, aluminio, mortero.

Los cielos rasos de materiales livianos (Drywall) se usan con frecuencia, debido a sus ventajas técnicas con respecto a otros.

#### **4.4.1 Dekoplac**

Son baldosas de fibra de madera decoradas con diseños en relieve, pintadas con acrílico horneado, permite limpiarse con trapo humedecido, su espesor es de 3.2 mm con peso por metro cuadrado de 3.2 kg en las medidas de 60x1.20, 40x1.20, 60 x 60 m. Las láminas tienen efecto retardante al esparcimiento de las llamas. Los materiales de construcción tienen todos una “resistencia mecánica”, y al compararlo con el material de asbesto-cemento, se ha comprobado que tiene mayor resistencia térmica. Para mayor aislamiento y resistencia se aplica una placa de icopor o fibra de vidrio tipo building insulation. Tienen un 20% de coeficiente de absorción del sonido. Para su instalación se hace una malla de estructura en otro material (madera, hierro, aluminio).

#### **4.4.2 Fiberglass**

Es un material elaborado a base de fibra de vidrio, siendo sus características de diseño y funcionamiento en las propiedades de la fibra de vidrio: flexibilidad, facilitando su instalación. Rigidez, al no pandearse ni deformarse, estabilidad dimensional, por su bajo índice de dilatación, resistencia al medio ambiente, si absorción de la humedad ambiental, no se pudre ni se corroe, aislante térmico, no combustible, liviano.

Dentro de los productos de fiberglass encontramos los cielos rasos: DURACUSTIC, SONOCOR, SUPERA-CUSTICO, de anchos de 0.61 hasta 1.2 m, 1.22 m de largos y espesores de 5/8 a 1 1/2 pulg. Su instalación es igual al dekoplac.

#### **4.4.3 Lámina acústica negra**

Utilizado especialmente en carrocerías de automotores, no produce corrosión sobre el acero, aluminio o cobre. Su estructura interna es de celda abierta y está elaborada con fibra de vidrio, no absorbe olores, es incombustible, no se deforma, bien flexible. Cuando hay elementos acústicamente reflectivos en un espacio crean reflexión sobre la luz, como elementos metálicos, es aconsejable la utilización de esta lámina.

#### **4.4.4 Frescasa**

Es un aislamiento térmico elaborado en forma de manta con finas fibras de vidrio, resistentes y elásticas. Aglutinadas entre sí por medio de una resina fenólica de fraguado termoestable, que le imparte alta estabilidad dimensional. Con espesor de 3/8", se distingue por su color ligeramente rosado, controla el calor, se usa especialmente en climas tropicales. Con la protección térmica que proporciona el aislamiento, se previene la excesiva pérdida de calor en tiempo frío, como la ganancia de calor en el verano, su instalación puede hacerse en paredes, cielos rasos, divisiones, etc. Sobre paneles o entre estos.

#### **4.4.5 Acustifibra**

Es un elemento avanzado tecnológicamente en absorción acústica, indeformable y fácil de adaptarse a múltiples aplicaciones, es un material en fibra de vidrio, incombustible. Se presenta en láminas de gran tamaño con espesores de 1 1/2" especial para espacios industriales. Su largo es de 2.44 m, 1.22 de ancho, 5.7lb/pie de densidad, absorción acústica de 0.70, resistencia térmica R: 4.3 A 6.5.

#### **4.4.6 Supercel**

Es una lámina de asbestos-cemento cubierto por una película y texturas que dan realce y un acabado armónico. Su instalación se hace sobre una estructura de aluminio, madera o hierro. Es fácil de instalar y acomodar a las dimensiones requeridas. Se encuentra en láminas de .60x1.20 m. También encontramos la lámina plana de asbestos- cemento a la cual hay que darle acabado en color.

#### **4.4.7 Icopor**

Es un producto a base de poliestireno muy frágil, combustible, liviano, económico, su instalación es semejante a los cielos rasos de supercel, dekoplac, etc. Es aislante acústico y térmico, viene en variedad de grosores y láminas de 1.00x1.00 m. A las láminas de icopor se les ha agregado

Una película de vinilo acrílico para darle dureza, estabilidad y resistir el impacto y agentes biológicos y atmosféricos.

#### **4.4.8 Formica**

Es una lámina delgada usada para enchapes sobre madera, triplex, concreto, asbesto, icopor, fibras, con pegantes especiales a la unión con cada material. Tolerancia a los ácidos, humedad, etc. Es una textura lisa en variados colores, brillante y mate, en tamaños de .90x1.80-1.20x2.40-1.50x3.00 y 1.50x3.60.

#### **4.4.9 Fibrescay**

Es un material a base de yeso con características térmicas, acústicas, higrotérmicas, incombustibles. Se encuentra en el mercado en placa que se adhieren al concreto por medio del pegante especial, quedando el cielo raso con acabado final, así mismo se usan en yeso cornisas, molduras, plafones, esquineros.

#### **4.4.10 Machihembre**

Piezas de madera ensambladas en caja y espigo. Es un cielo raso económico en el cual se debe alistar primero el enmaderado, sobre el cual va pegado con puntilla. Estos listones vienen en largos de acuerdo a la necesidad, siendo los más comunes de 4.50-3.00-1.50 m, en grosores de 5 a 10 mm. Entre sus características tenemos: resistente al impacto, gran aislamiento térmico y acústico, durable si se ha impermeabilizado previamente combustible, fácil de manejar por su corto peso, decorativo ya que se presenta en madera natural en su textura y color, tiene variedad de diseños acanalados. Es muy usado y común en espacios residenciales.

#### **4.5 Baldosas**

La superficie sobre la cual se va a ejecutar un acabado de piso debe estar perfectamente plana, los materiales de recubrimiento deben ser sólidos, resistentes, ligeros e impermeables. Además deben presentar una superficie muy unida, con pocas juntas y si estas existen deben sellarse con otro material o mortero, evitando la acumulación de polvo en ellas. El acabado de piso debe ser lógico y aceptable. Por ejemplo, no es aconsejable tender un piso cerámico o de concreto sobre un suelo de madera, porque la flexibilidad de esta provocaría de inmediato el agrietamiento del material instalado. En las viviendas los materiales más usados son: madera, ladrillo, o cerámica, baldosa de cemento, mármol, mosaicos y materiales especiales a base de goma, vidrio o fibra. En espacios

públicos y pasos vehiculares se usan: adoquines sobre arena o morteros, tablones, gres, baldosas de cemento. Es buena norma especialmente para los materiales más delicados, como la madera y la cerámica, tenerlas protegidas con aserrín, hasta la terminación total de las obras.

#### **4.5.1 Cerámicas**

Son baldosas fabricadas con arcillas, fundentes, colorantes y otras materias primas minerales, que al mezclarlas y formadas por prensas, son sometidas a temperaturas de 1150 grados centígrados, generando un material de resistencia mecánica, que al ser sometida a una carga resiste a la rotura, al desgaste por efecto de la abrasión. La cerámica, material natural tiene cualidades propias: belleza, variedad de formas, colores y resistencia. La porosidad de las baldosas cerámicas es una propiedad relativa a la pasta de la baldosa solamente, debido a que los esmaltes no son porosos y por lo tanto impermeables. Los revestimientos cerámicos poseen diferentes niveles de absorción de agua, desde 0% para baldosas vitrificadas, hasta 18% para baldosín de pared, Resistencia a la abrasión cuando está sujeto, o un desgaste por rozamiento a tráfico. Resistencia a los ataques químicos, impacto.

Se clasifican de acuerdo al uso:

- a) Revestimientos cerámicos para paredes, azulejos.
- b) Revestimientos cerámicas para pisos, cerámica.

Las cerámicas para paredes se caracterizan por su estética y belleza. Los de piso, por su dureza y resistencia. Su proceso de producción se inicia, analizando la arcilla en su composición mineralógica, distribución granulométrica, etc. Se pesan las arcillas y se pasan a molinos que se mezclan aproximadamente durante 4 horas, para homogenizar los componentes, pasando luego a las cisternas de descargue que con unos agitadores permanentes no permite su sedimentación, luego se bombea a las cisternas de consumo, pasando por un tamiz, quedando atrapados los materiales que sobrepasan el tamaño; de ahí pasan al atomizador, evaporándose el agua por proceso de aire caliente, quedando una pasta que es depositada a silos de añejamiento.

Con el añejamiento se homogeniza la humedad de la pasta, siendo de iguales propiedades al usarlas. Ya añejada la pasta se mezcla con el esmalte, pasa a las prensas accionadas hidráulicamente que va formando las baldosas de tamaños de 20.5 \* 20.5, 30.7 \* 30.7, 33 \* 33, 41 \* 41 y 11\*11 quedando listas para su instalación en pisos o muros. Entre las baldosas para muros podemos mencionar las cerámicas en variedad de colores, diseños y tamaños.

#### **4.5.2 Cristanac**

En un material cerámico vitrificado, pegadas en un plano de papel engomado, que al ser instalado este se retira lavándolo con agua. Se encuentra en variedad de colores y su uso es bastante extenso ya que se pueden enchapar pisos, muros interiores y exteriores, así mismo se usa para zonas decorativas.

#### **4.5.3 Refractarias**

Estas siguen el mismo proceso de la cerámica, adicionándose tierra refractaria y se llevan al horno a temperaturas de 1.200 a 1.300 grados C, son elementos durísimos, impermeables por los ácidos.

#### **4.5.4 Madera y parquet**

Estos pisos se aplican a cualquier suelo, clavados o encolados. Las tablas que se empleen deben ser de madera recia, machihembradas o a tope, que serán clavadas a los elementos de apoyo. Vienen en listones de tamaños hasta 4.50 m y anchos de 6 a 8 cm.

Es posible aplicar todas las maderas comerciales, por sus diferencias de tonos y colores pero se prefieren las duras con notable resistencia a la abrasión. Pueden colocarse sobre un antiguo piso sin necesidad de arrancarlo. En el comercio encontramos las tablillas individuales las cuales se van ensamblando una a una formando figuras como lo vemos en el dibujo, a estas tablillas con su configuración se les llama parquet, van pegadas con cola o pegantes de madera, sobre un piso de cemento o cualquier acabado de piso, al lacarse después de instalado da armonía. Sus dimensiones van de 10 a 20 cm y anchos de 2 a 5 cm con grosor de 4 a 10 mm.

#### **4.5.5 Mármol**

Son los más resistentes y hermosos, se instalan como losas cuadradas o rectangulares, a juntas continuas. Su instalación puede ser pulido o sin pulir, dan un hermoso brillo, aunque están catalogadas dentro de los pisos fríos y costosos. Se aprovecha así mismo el retal de mármol el cual se instala sin pulir sobre piso de cemento nivelado, emboquillándolo luego con granito y cemento blanco, una vez fraguado, se pule y brilla mecánicamente.

El mármol en losas como el retal se consigue en variedad de colores como naranja, verde, rosado, blanco, negro y gris que es el más común y económico. Estos retales de mármol deben escogerse, pues al quedar huecos que son comunes en algunos de ellos, se van consumiendo lentamente con el uso, deben taparse con masilla estos daños o fisuras del mármol.

#### **4.5.6 Granito**

Es un material granulométrico obtenido de la trituración de las rocas graníticas, se seleccionan por colores y tamaños por medio de mallas, su empaque es en bolsas, de 20 a 50 kilos y numérica su granulometría. Su instalación es mezclándolo con cemento y marmolina, que después de fraguado se pule mecánicamente, se deben colocar dilataciones para evitar que se quiebre, estas son de bronce, vidrio, plásticos, aluminio y madera, llamadas pirlanes, que se colocan a nivel que quedara el piso terminado. Se fabrican losas de 30\*30-40\*40-20\*20 cm en granito y vienen pulidas listas para instalar, en variedad de colores y variaciones de número del grano. Así mismo se elaboran los guarda escobas que pueden ser lisos o de mediacaña. Este material puede usarse lavado, llamado comúnmente granito lavado, que no requiere pulimiento y sus granos sobresalen en el piso, De esta manera se construyen pisos en gravilla, que es seleccionada por su tamaño de grano y sentada con cemento gris. Es muy usada para la decoración de jardines en materas, sardineles, combinación con baldosas, pisos de patios, exteriores, etc.

#### **4.5.7 Baldosas de cemento**

Son muy empleadas en viviendas económicas, sótanos, locales. Se fabrican con máquinas especiales que prensan con la presión prefijada el mortero de cemento contenido en el molde. Consta de una capa inferior o revés de hormigón de grano fino, otra de mortero y la superior de cemento puro coloreado, se hacen vetas y figuras. Su formato es 30\*30 cm, 25 \*25 y 20\*20 cm, su grueso varía de 20 a 25 mm, son resistentes y fáciles de mantener, pertenece a las baldosas frías.

Se fabrican guarda escobas con medidas semejantes a la baldosa, para que su acabado sea parejo por una altura de 7 a 10 cm, rematando estos en un bocel en la parte superior.

#### **4.5.8 Vinisol**

Están elaborados a base de polivinilo plastificado, materiales de relleno y pigmentos, son vulcanizadas, tienen en su cara inferior dientes o granulometría para mejor adherencia con el piso de cemento, el cual debe estar limpio y libre de material es una baldosa modular de tamaño 50\*50-40\*40-30\*30-25\*25 cm, se puede instalar en zonas residenciales, de intenso tráfico peatonal, pero favorecidos de agua lluvias ya que su pegante no es resistente al contacto con el agua y la humedad. Absorben muy bien las dilataciones que se produzcan en la placa. Son antideslizantes, anticústicas y de gran resistencia al desgaste. Los guarda escobas vienen en tiras de 1 m con alturas de 6.5 a 10 cm, fáciles de instalar, igual que las baldosas.

Los pirlanes son tiras diseñadas especialmente para ser instaladas en los bordes de escaleras y remates de pisos.

#### **4.5.9 Baldosas de vidrio**

Son usadas en terrazas de pisos superiores para dar iluminación a espacios inferiores, son resistentes al impacto, a la abrasión, se pueden colocar individualmente o formado cuadros, pegadas entre sí. Su tamaño es de 20x20 cm con grosores de 10 cm, variedad de texturas y colores.

#### **4.5.10 Adoquines de cemento**

Son piezas elaboradas en concreto con alta resistencia, usadas en áreas de circulación peatonal o vehicular. Sus formas vienen diseñadas de manera que encajen unas piezas con otras. Su instalación se hace sobre una superficie con arena y sus piezas son sobrepuestas asegurándose unas con otras. El adoquín peatonal viene de 6 cm de grosor, el vehicular de 8 cm y tráfico pesado 10 cm.

## 4.6 Pinturas

El avance de conocimiento científico, conjuntamente con la disponibilidad de mejores materias primas y los nuevos métodos de aplicación ha permitido a introducción de novedades tecnológicas que afectan no a un componente de la pintura o al modo como se elabora o aplica, sino al “tipo” o “estructura” misma de la pintura. Así primero aparecieron las pinturas secadas al horno, luego las emulsiones, pinturas en polvo, pinturas de secado radiactivo, etc.

Según los criterios de clasificación podemos situarlas según:

- a) Tipo de secado
- b) Estado físico
- c) Pigmentación

a) Tipo de secado:

- Pinturas de secado al aire libre, como las lacas que secan por simple evaporación del disolvente, sin reacción química.
- Pinturas grasas: Son pinturas cuyo ligante es un aceite secante o semisecante, o mezclas con resinas sintéticas. Secan por proceso de oxidación del ligante.
- Pinturas catalizadas, secan cuando se añade un compuesto químico que desencadena la polimerización del ligante, este compuesto recibe el nombre de “catalizador”.
- Pinturas de secado al horno, son pinturas cuyo ligante es una resina sintética, que seca por polimerización bajo la acción de calor.

B) Clasificación según el estado físico:

- Pinturas en polvo, se presentan en sólido pulverizado, se colocan sobre los objetos por atracción electrostática, después por acción del calor, sufren un proceso de fusión y polimerización, sus ligantes son resinas sintéticas.

- Pinturas en estado líquido, son las pinturas tradicionales, podemos incluir los productos pastosos asimilados a las pinturas (masillas). Las pinturas en estado líquido se subdividen en: pinturas en solución y emulsiones.

### C) Clasificación según la pigmentación

- Vinilos conocidos popularmente como “pinturas arquitectónicas diluibles en agua”, de brillo variable y seco por evaporación del agua.

- Esmaltes, pinturas coloreadas, cubriendo con una capa brillante, semi brillante o mate, seca por oxidación con el oxígeno del aire, o por reacción con calor, o reacción química como los esmaltes poliuretanos para aviones.

- Barnices, son productos transparentes con brillo o sin él, secan por oxidación con el oxígeno del aire, reacción con calor y reacción química.

- Lacas, son incoloras o coloreadas, transparentes, brillantes, semi brillantes o mates, que secan por evaporación de los componentes volátiles.

- Pintuplast, es un producto de acabado y efectos decorativos especiales (esgrafiado, damasco y caracoleado) aplicables con llanta sobre muros y techos, su secamiento es similar a los vinilos.

#### **4.6.1 Tintes**

Son soluciones de colorantes en agua u otros disolventes. Se utilizan para colorear madera; los que son a base de agua levantan la fibra de la madera, por este motivo debe lijarse suavemente para un acabado terso.

#### **4.6.2 Imprimantes**

Son sellantes de materiales porosos, reduciendo la absorción excesiva para mejorar el rendimiento de vinilos y esmaltes.

#### **4.6.3 Acondicionador de metales lisos**

El aluminio, cromo, hierro y acero muy pulido, cinc, estaño, antimonio, galvanizados en frío, hojalatas dificultan la adherencia de las bases anticorrosivas, existiendo el producto wash-primer que al aplicarse a los metales produce microporos donde las bases anticorrosivas se adhieren sin problema. Su aplicación es en capas muy delgadas.

#### **4.6.4 Transformadores de óxido residual**

Son usados para metales ferrosos, que facilitan la remoción de óxido que ha penetrado tan adentro del metal que resulta difícil eliminarlo por medio s manuales, el proceso de eliminación consiste en transformar por reacción química el óxido en una sal fácil de suprimir, Entre ellos está el pintóxido.

#### **4.6.5 Removedores de pintura**

Se utilizan para suprimir pinturas deterioradas o cuando se desea cambiar por otra incompatible. No es aconsejable usar este producto sobre madera, porque la porosidad de esta, absorbe los componentes, dificultando la adherencia de otras pinturas.

### **4.7 Recubrimientos**

Los elementos exteriores expuestos al gestaste producido por el ataque del medio ambiente y de las condiciones propias de la utilización, careciendo algunos de estos materiales de apariencia atractiva, debemos acondicionarlos, para que sean armónicos, funcionales, con relación a la apariencia de los demás elementos que los rodean. Para satisfacer estas necesidades existen métodos físicos como los recubrimientos con productos entre los que tenemos: marmolina, graniplast, durita, betaplast, pintuplast, espacato, mármol y granito.

#### **4.7.1 Marmolina**

Es el residuo que queda en el proceso de corte de mármol y trituración del granito, en estado de polvo o arena fina. Su uso común es para acabados de cielos rasos. Mezclada con cemento blanco y agua forman una pasta líquida lista para aplicar por medio de una máquina manual, la que al accionarse va esparciendo el material sobre la superficie a cubrir, dejando un acabado rústico, fino y agradable.

#### **4.7.2 Graniplast, marmoplast y betaplast**

Son materiales a base de mármol, cuarzo, resinas, pigmentos colorantes inorgánicos y aditivos. Son resistentes al medio ambiente, a los golpes, lavables con agua y jabón, aplicables sobre cualquier superficie con colores homogéneos, firmes y texturas granuladas. Tienen gran durabilidad, por sus componentes. Son impermeables.

### **4.7.3 Durita**

Es una mezcla de cemento blanco, pintura y pegante, quedando una pasta líquida fácil de aplicar sobre superficie de concreto o pintada con cal, para su aplicación se utiliza una esponja, guante o tapete quedando rústico y endurecido al poco tiempo, es lavable y puede pintarse con vinilo para su mantenimiento. Se aplica en cielos rasos, muros o elementos decorativos.

### **4.7.4 Pintuplast**

Es un material similar al graniplast con compuestos que resisten los cambios de temperatura en ambientes exteriores. Resiste la dilatación y contracción por su ligante plástico. Esta cualidad le permite flexibilidad para resistir las tensiones superficiales, se puede lavar, es fácil su aplicación con llana metálica, viene en diversos colores.

### **4.7.5 Espacato, mármol y granito**

Son losas empleadas para enchapes de muros, columnas, materas, etc. Su material es igual al que estudiamos en el capítulo de baldosas. Por su durabilidad, fácil mantenimiento y belleza son muy usados para grandes fachadas y acabados especiales.

### **4.7.6 Siliconite**

Es un producto a base de resina, silicona y materiales especiales, repelentes al agua. Es transparente, impide la formación de hongos y por su acabado liso, fluye manteniendo la superficie siempre limpia. La superficie donde se va a aplicar debe estar limpia y libre de partículas sueltas. Su rendimiento es de 18 m<sup>2</sup> por galón.

## **4.8 El vidrio**

Con más de cuatro mil años de antigüedad, se está usando este material con fines decorativos y constructivos. Es un producto transparente obtenido a partir de una masa de vidrio en fusión sometida a un proceso mecánico de estirado, posee un brillo característico, rígido y frágil, químicamente, los vidrios son mezclas de silicatos. El vidrio común está compuesto por óxidos de sodio y de calcio y por sílice (óxido de silicio).

El vidrio estirado se obtiene introduciendo en la masa una función, una parrilla metálica a la que se le adhiere el vidrio, al ser enfriado puede ser izado lentamente, originando una lámina continua, con un coeficiente de transmisión luminosa de luz difusa del 90%. Estos vidrios son usados en la construcción en ventanas, divisiones, etc. Las distintas variedades de vidrio se obtienen por procedimientos semejantes, distinguiéndose por su composición química. El vidrio duro se obtiene utilizando carbonato de potasio en lugar del de sodio.

- Vidrio pirex, es resistente a los agentes químicos, se utiliza en aparatos de laboratorio, contiene potasio, boro y aluminio.

- Vidrio polarizado, estos vidrios filtran la luz impidiendo el paso de rayos y refractando los que son rechazados, son de color oscuro y dan paso a la imagen en un solo sentido, su uso se ha generalizado en fachadas flotantes, en vidrio y usado con el aluminio anodizado.

- Vidrio de seguridad, con características especiales, fuertes y seguros son templados y laminados, su diferencia es que el laminado está compuesto por dos láminas de vidrio plano pegadas por medio de películas de polivinilo transparente o color, sometido a altas temperaturas para formar una pieza compacta, al romperse este vidrio sus granos de vidrio quedan adheridos a la película intermedia. El vidrio templado por sus componentes y fabricación se rompe en pequeñas partículas, ofreciendo seguridad. Se elaboran en vidrio bronce y transparentes, la utilización más común dada a estos es para los vidrios de automóviles, bancos y donde se requiera seguridad al impacto, al esfuerzo mecánico, choque térmico, al calor, etc.

- Vidrio vítreo, por sus características de durabilidad, resistencia, brillo y viscosidad de colorido, siendo el vidrio que más se adapta para la elaboración de vitrales. Este material presenta un aspecto muy particular e inconfundible, al ofrecer un acabado de superficie que parece semitransparente.

- Vidrio grabado, la característica de este vidrio es que una de sus caras es lisa y la otra grabada o ambas grabadas. No dejan pasar la imagen pero si la luz en forma menos directa que el vidrio transparente. Se encuentra en diversidad de colores, siendo el más común el opalino y bronce, es resistente. Normalmente se encuentra en el comercio en 4 mm.

- Vidrio celular, es un compuesto obtenido por la fusión de vidrio molido, sometido a un tratamiento especial para conseguir que aumente el volumen por la creación interior de una multitud de células, que le dan su aspecto característico y lo

convierten en un material ligero, impermeable, aislante y resistente, no siendo afectado por los cambios de temperatura, los ácidos. Es el único vidrio aislante térmico que puede ser empleado a la intemperie pues resiste a las humedades, heladas, radicaciones, sin alterar su estructura.

#### **4.8.1 Fibra de vidrio**

Es un material en forma de fibra, obtenidas del vidrio, se obtiene por estirado del vidrio por centrifugación, al caer este sobre un disco con movimiento de rotación obteniéndose la fibra, y otro procedimiento es por estirado mecánico del vidrio fundido por hileras de diámetro variable, enrollando sobre tambores que giran a gran velocidad, obteniéndose la fibra. Entre sus características tenemos: composición estable, homogénea, inatacable a los agentes químicos a excepción del ácido fluorhídrico, coeficiente de conductibilidad bajo, no absorbe el agua, siendo por esto aislante, incombustible, refractaria, facilidad de colocación en su uso comercial.

#### **4.8.2 Espejos**

Es un vidrio plateado el cual refleja la imagen, los hay claros, biselados, grises, bronceados. Los espejos de cristal están cubiertos en la parte posterior con una capa metálica de: amalgama, de estaño, mercurio o plata. Se debe controlar el uso del espejo en fachadas, ya que por su reflectibilidad atentan contra el medio ecológico (aves que se chocan contra ellos).

#### **4.9 Cerraduras**

Existe gran variedad de diseños y funcionalidad para seguridad y cierre en material metálico, como bronce, estaño, cobre, latón, hierro, etc, siendo unos complementos de las puertas, ventanas y muebles son superpuestos o incrustados dentro del elemento. Las cerraduras de seguridad se encuentran con pestillos dobles, los que solo accionan con la llave, también las hay de un solo pestillo que en su función interior puede abrirse manualmente y con llave en la parte exterior, las cerraduras usadas para baños o espacios que no necesitan seguridad, pueden abrirse con cualquier llave.

Las cerraduras electrónicas accionan con electricidad y son accionadas por medio de botones que accionan el pestillo logrando que este salga de la cantonera y pueda abrirse el elemento libremente.

Las cerraduras electrónicas vienen diseñadas para accionar por medio de computadores con claves, con tarjetas electrónicas, con las huellas de las manos o dactilares, son las de máxima seguridad, usadas en la actualidad, carecen de manijas u otros elementos.

Las manijas, pasadores y cerrojos son usados especialmente en los elementos que necesitan abrir y cerrar manualmente, las hay modernas y antiguas en diversidad de materiales como hierro, bronce, aluminio, acrílicos, fibra de vidrio, vidrio, cerámica, etc.

#### **4.10 Aparatos mecánicos**

La sustitución de los recursos construidos o producidos con materiales tradicionales, por productos industriales o de mecanización son y han sido los medios modernos con avances tecnológicos que se han aprovechado en la construcción. Entre estos podemos enumerar equipos de aire acondicionado en láminas de fibra de vidrio reforzados con aluminio con altas densidades contra las barreras de vapor. Plantas de tratamiento, para purificación del agua en zonas donde no se tiene el servicio de acueducto, existen variedad en capacidad, tamaños en sus accesorios de bombeo y sedimentación, también contamos con purificadores y enfriadores de agua, sistema de calefacción, calderas eléctricas con baja presión o sin ella con altas temperaturas. Bombas hidroneumáticas e hidrostáticas muy usadas para la elevación del agua en construcciones altas. Para los sistemas eléctricos tenemos transformadores y subestaciones muy modernas, seguras y con control de seguridad.

#### **4.11 Escaleras**

La relación entre espacios internos de un volumen a otro verticalmente se ha solucionado por medio de la evolución de las escaleras, las cuales se iniciaron en hormigón armado, acero y madera. Hoy las encontramos prefabricadas en concreto reforzado completas o por piezas independientes con las huellas y vigas para empotrar. El sistema más común y económico es fabricando la huella y colocarla sobre muro de ladrillo que se va formando con cada paso.

- Escaleras metálicas, en caracol, uno o varios tramos, suspendidas elaboradas en el taller siendo instaladas directamente en la obra, son en hierro, bronce, aluminio, latón, etc. Al usarse a la intemperie se debe tener precaución de darle mantenimiento con pinturas anticorrosivas y protectoras de metales.
- Escaleras de madera para interiores, fáciles de construir, inmunizando la madera, son livianas y decorativas.
- Escaleras mecánicas, su uso se ha extendido a espacios de gran circulación peatonal, son de un solo tiro, paralelas de subida y bajada, continuas de ida y vuelta sencillas y dobles, automáticas con célula fotoeléctrica.

#### 4.12 Aditivos

Son elaborados con gran variedad de productos para todo tipo de elementos y trabajos en la construcción y practicas relacionadas con ella. Los productos son de uso en vivienda, edificios, técnico y para el mantenimiento industrial, son impermeabilizantes y/o aditivos. Entre los que tenemos: aditivos para concretos y morteros, morteros lisos, adhesivos y recubrimientos epóxicos, impermeabilizantes, masillas y sellos.

- Aditivos para concretos y morteros: Estos productos son acelerantes de concreto, impermeabilizando y sellando áreas, como grietas, fisuras, ductos, así mismo taponando poros y capilares en morteros. Los aditivos líquidos mejoran las propiedades físicas y químicas de los morteros, concretos e incrementan su adherencia, algunos llegando a altas resistencias y facilitando el desencofrado, para avance rápido de la sobras, otros aditivos consiguen fluidificar el concreto o mortero facilitando su colocación y reducción a la adicción de agua y aprovechar su resistencia para disminución de cemento, Para curar el concreto expuesto al medio ambiente se agrega una emulsión acuosa formando una película de protección.

- Morteros lisos: Son materiales usados para pegas, rellenos de mampostería, estucos sobre pañetes, adhesivos de enchapes, impermeabilizantes en pinturas decorativas, anticorrosivas, mortero de pañete adhesivo a concreto celular y endurecedores de pisos para darles alta resistencia al desgaste.

- Adhesivos y recubrimientos epóxicos: Estos elementos se usan principalmente para estructuras como prefabricadas, vigas, escaleras, etc. Sirven como puente de adherencia para la pega de concreto fresco y endurecido, sobre superficies húmedas o secas siendo sellantes y llenantes de cavidades o grietas se pueden trabajar en reparaciones bajo agua, para protección de estructuras metálicas o de concreto, a la acción mecánica y ataques químicos en elementos con aguas industriales y plantas de tratamiento.

- Impermeabilizantes: Son protectores contra el agua sobre bases minerales, maderas, asfaltos, estructuras en concreto, muros, morteros y como protección a las tejas de barro (anti-musgo). Sus aplicaciones son con brocha, pistola, rodillo ya que contiene alta elasticidad. El uso de los aditivos nos da impermeabilidad segura y durable, son fáciles de adicionar siguiendo las instrucciones en los empaques del fabricante.

#### **4.13 Masillas-neoprenos-polietilenos**

Las masillas, los sellantes con base acrílicas, como siliconas, polisulfuros, poliuretanos, alquitranes, con grandes adherencias a los materiales de construcción. Para la unión de elementos encontramos variedad de masillas con especificaciones en los envases, además existen catálogos técnicos, dados por los fabricantes.

Las masillas más comunes sellan juntas en cubierta y fachadas, piscinas, prefabricados, metales, ductos, vidrios, cerámicas. También hay masillas con bases en caucho butilo y plásticos especialmente para sellar juntas de elementos de asbesto-cemento y uniones de vidrio.

Neoprenos, usados para empaquetaduras en divisiones de aluminio, hierro, vidrios, protegiendo los razonamientos de los elementos que pueden afectarse, quebrarse y además dan un acabado final. Son resistentes a los fenómenos atmosféricos, sellantes, aislantes de un material a otro. Se consiguen en el mercado en tiras continuas, diseños, tamaños, y variedad de usos. Dan cierre hermético, impidiendo el paso del aire y agua.

Polietileno, es un material plástico, liviano, aislante del calor y ruido, flexible que deja moldearse, aislante, ya que impide el paso de agua usándose entre pisos y cimientos, entre capas de concreto, en cubiertas, debajo del material usado en el acabado.

#### **4.14 Manto edil**

Es un material a base de asfalto, con gran resistencia a la intemperie, a la comprensión y a la tracción, están reforzados por armaduras evitando su deterioro prematuro y dando durabilidad, flexibilidad resistencia y estabilidad dimensional.

Su uso en la impermeabilización se ha extendido por ser un producto de fácil aplicación con llama de gas, evitando el desperdicio y con fácil almacenamiento.

#### **4.15 Sujetadores**

Clavos, puntillas, tornillos remaches: elementos de unión en la madera, hierro, aluminio, metales en general, plásticos. Etc. Existen en variedad de tamaños, grosores, de acuerdo a la función que tengan de unión con los elementos.

Hay dos tipos de sujetadores de uso general: Sujetadores removibles, como pernos roscados tornillos, chavetas y pasadores y sujetadores permanentes, como los remaches,

Los clavos y puntillas son con cabeza o sin cabeza, en acero o hierro, en variedad de formas, largos y grosores.

Los tornillos se distinguen por su rosca cabeza, los hay pasantes, espárragos, que son una pieza de varilla con roscas en ambos extremos, para sujetar dos o más piezas unidas, tornillos opresores o prisioneros, que evitan el movimiento relativo entre dos piezas.

Los remaches se utilizan ampliamente en el trabajo estructural, siendo reemplazando por la soldadura eléctrica, los hay en variedad de tamaños, cabezas y estilos dependiendo el trabajo a elaborar.

#### **4.16 Aluminio**

Para separar el aluminio del oxígeno se utiliza alúmina en estado de solución, empleándose una celda electrolítica revestida en carbón en su interior y sirve de electrodo. La corriente destruye la alúmina. En sus elementos básicos: aluminio y oxígeno, el metal fundido se reúne en el fondo del tanque licuándose, acumulándose cantidad suficiente, desapareciendo el oxígeno, el material que queda en el fondo derretido es el aluminio, luego es vaciado a los 2 o 3 días, enfriado y solidificado en barras en forma rectangular. Para elaborar piezas estructurales, como ángulos, vigas, canales, se calienta el lingote, se comprime ente rodillos y se da a la pieza la forma deseada. Se pueden crear diseños variados que luego se cortarán con troquel.

El aluminio es tratado mecánicamente, pulido y brillado, anodizado al ácido sulfúrico. Su uso en construcción se ha extendido por ser un material liviano, fácil de instalar, atractivo, no se deteriora con el medio ambiente. Se construyen divisiones, puertas, ventanas, fachadas, cielos rasos, muebles y elementos de decoración.

**FIN**