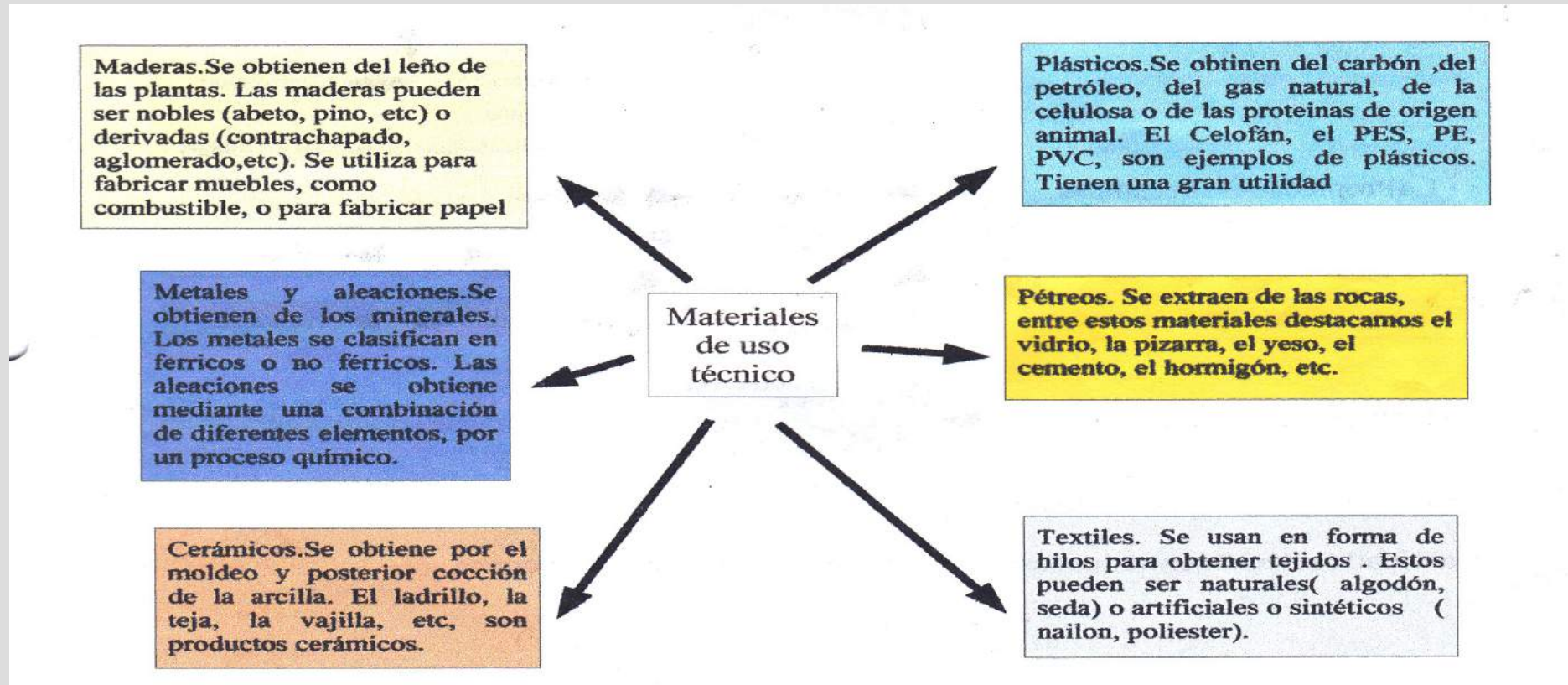


Tema 3.- Materiales cerámicos y de construcción

1. Introducción
2. Clasificación de materiales de construcción.
3. Elementos constructivos.
4. Propiedades de los materiales.
5. Materiales cerámicos.
6. Los vidrios.
7. Materiales compuestos.
8. Ejercicios y problemas

1. Introducción.

- Resumen de los materiales empleados y sus propiedades:



2. Clasificación de materiales de construcción.

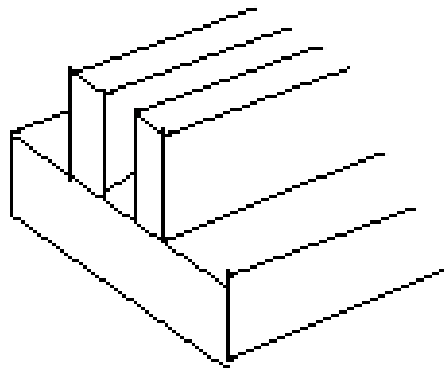
- 1. Pétreos.- Mármol, arenas, gravas, piedras, pizarras, caliza, areniscas.
- 2. Cerámicos y vidrios .- Bovedillas, ladrillos, tejas, rasillas.
- 3. Compuestos.- Asfaltos (alquitrán y grava) ; hormigón (cemento, grava, arena y agua).
- 4. Metálicos .- Acero, aluminio, fundición, hierro, etc.
- 5. Plásticos .- PVC , fibra de vidrio y poliéster.
- 6. Aglutinantes .- Yeso (sulfato de calcio) , escayola (yeso calcinado), cemento (mezcla de arcilla + caliza + yeso)



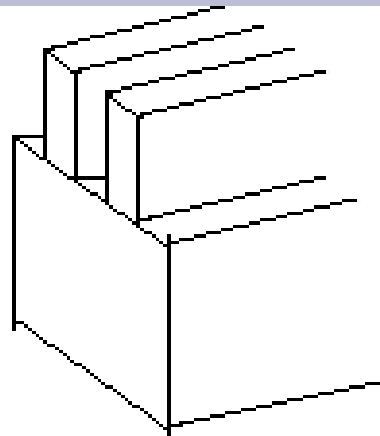
Elementos constructivos

- 6. Cubierta
- 7. Muro interior
- 3. Solado
- 4. Paramento o muro exterior
- 5. Vidrios
- 2. Pilares de hormigón armado
- 1. Cimientos(zapata)

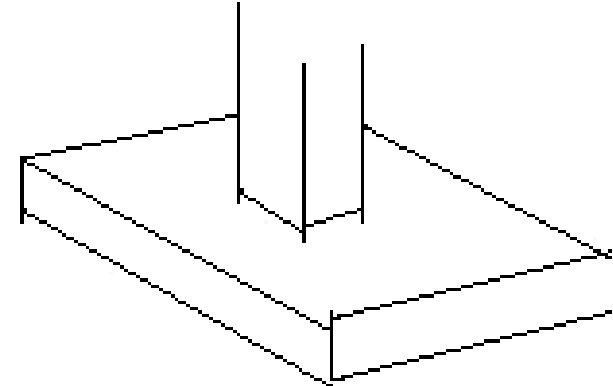
Tipos de cimientos.



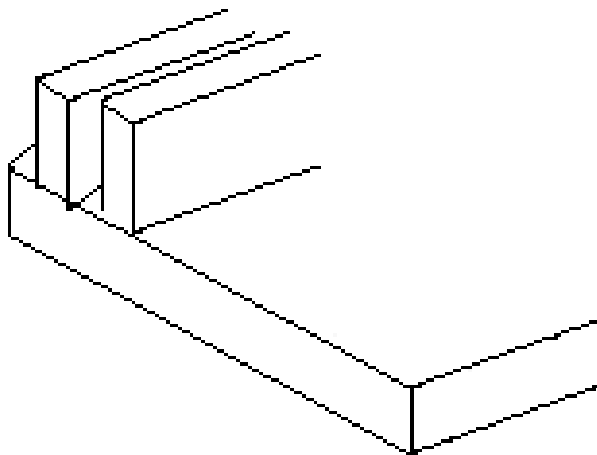
A -Zanja



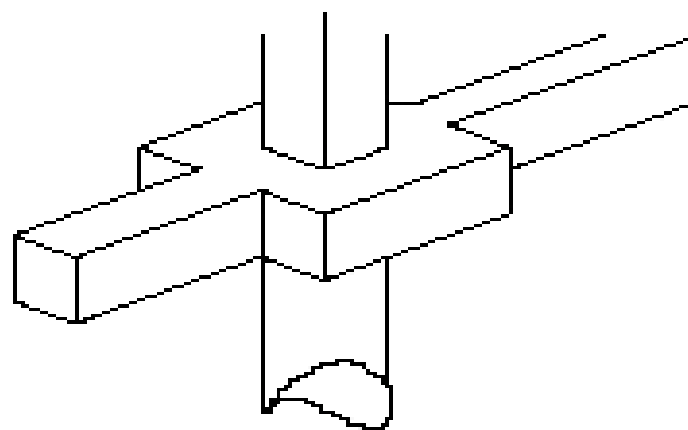
B Zanja en profundidad



C Zapata

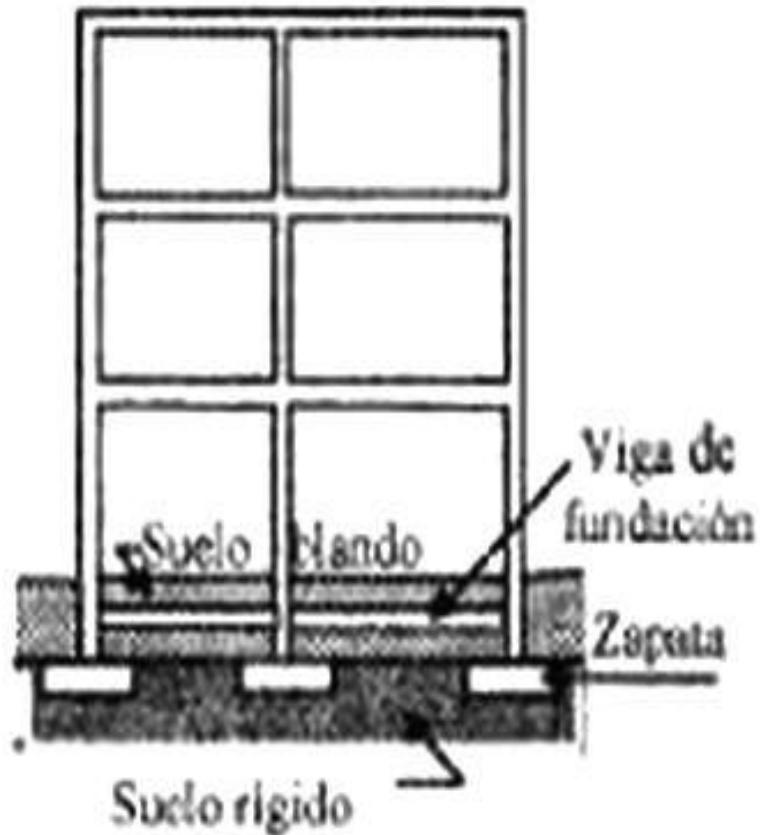


D Losa

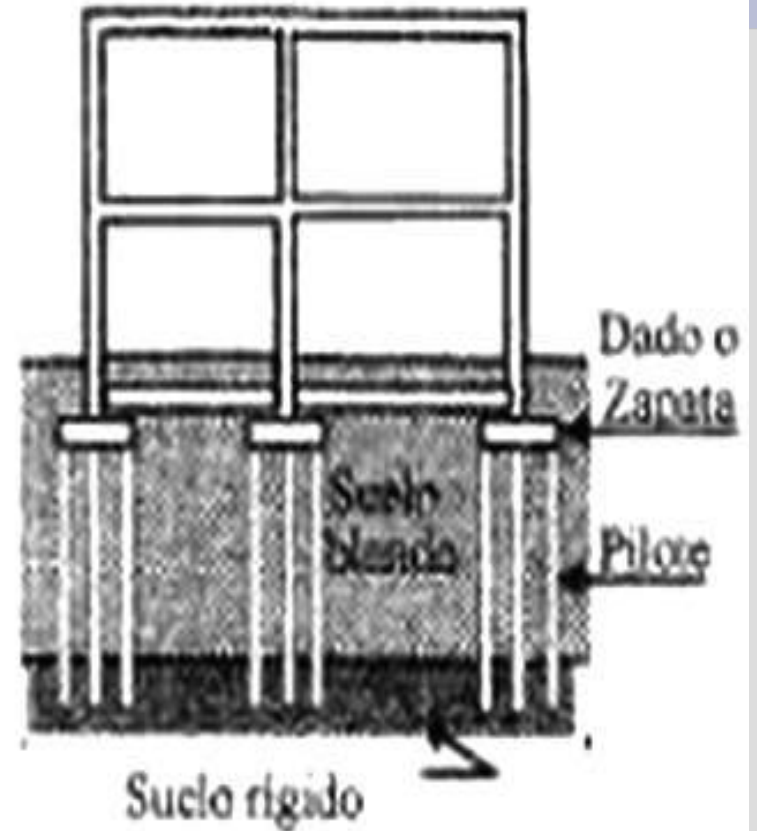


E Pilotes

1. Cimientos en zapata y en pilotes



Cimentación superficial sobre zapatas



Cimentación profunda sobre pilotes

Pilares

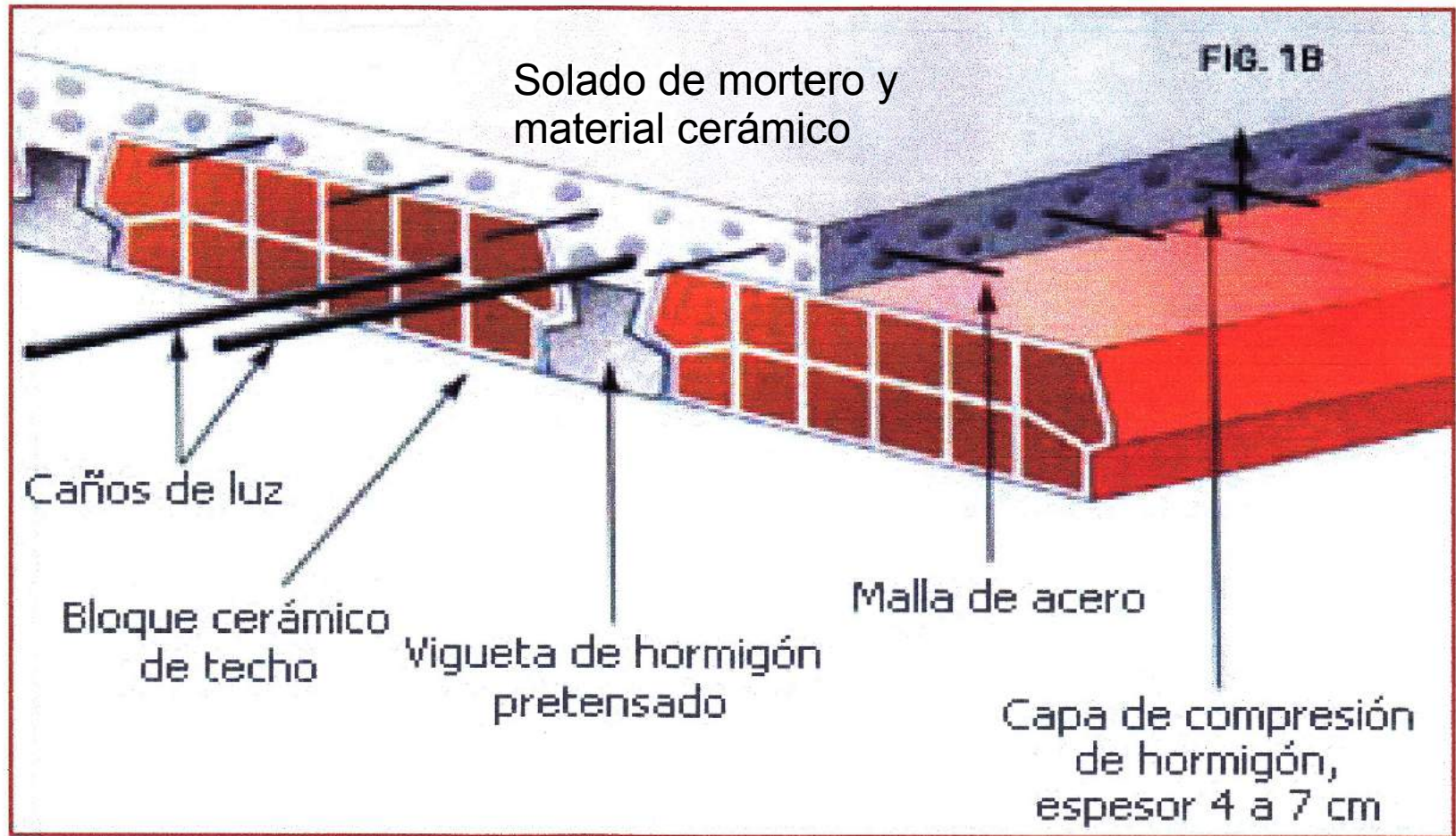
pilares

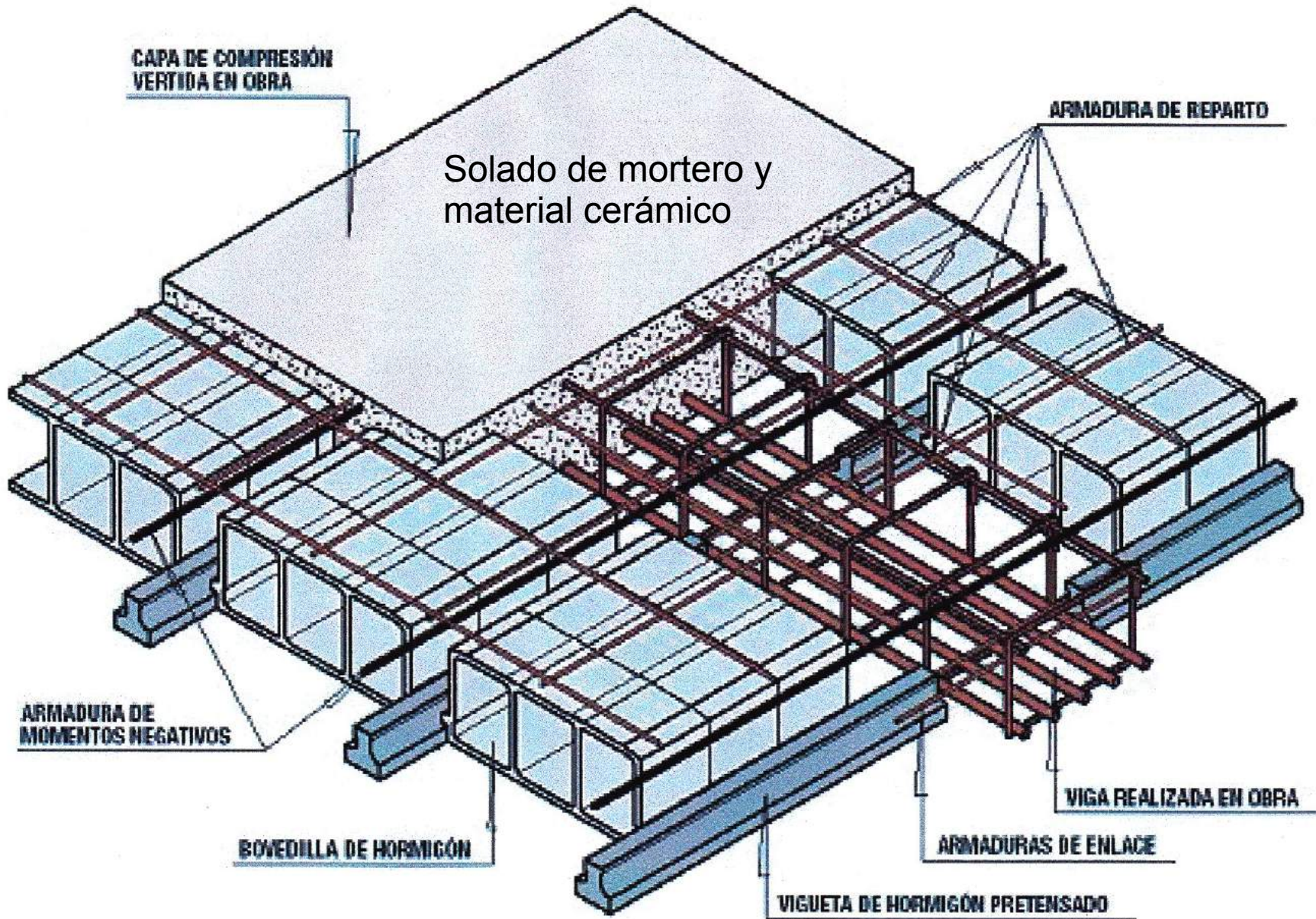
vigas

ménsula



Solado : Vigas , viguetas, bovedillas, etc





**CAPA DE COMPRESIÓN
VERTIDA EN OBRA**

Solado de mortero y
material cerámico

ARMADURA DE REPARTO

**ARMADURA DE
MOMENTOS NEGATIVOS**

BOVEDILLA DE HORMIGÓN

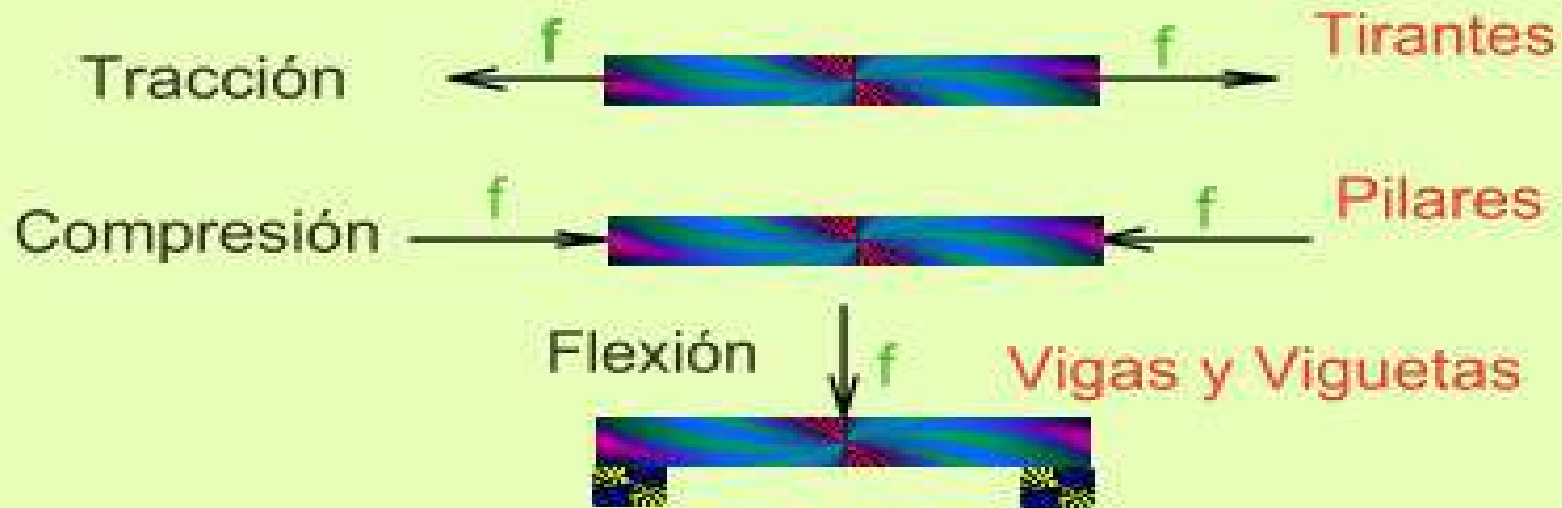
VIGUETA DE HORMIGÓN PRETENSADO

ARMADURAS DE ENLACE

VIGA REALIZADA EN OBRA

Esfuerzos.- Son las cargas(fuerzas) a las que se someten los elementos estructurales (pilares, vigas, etc)

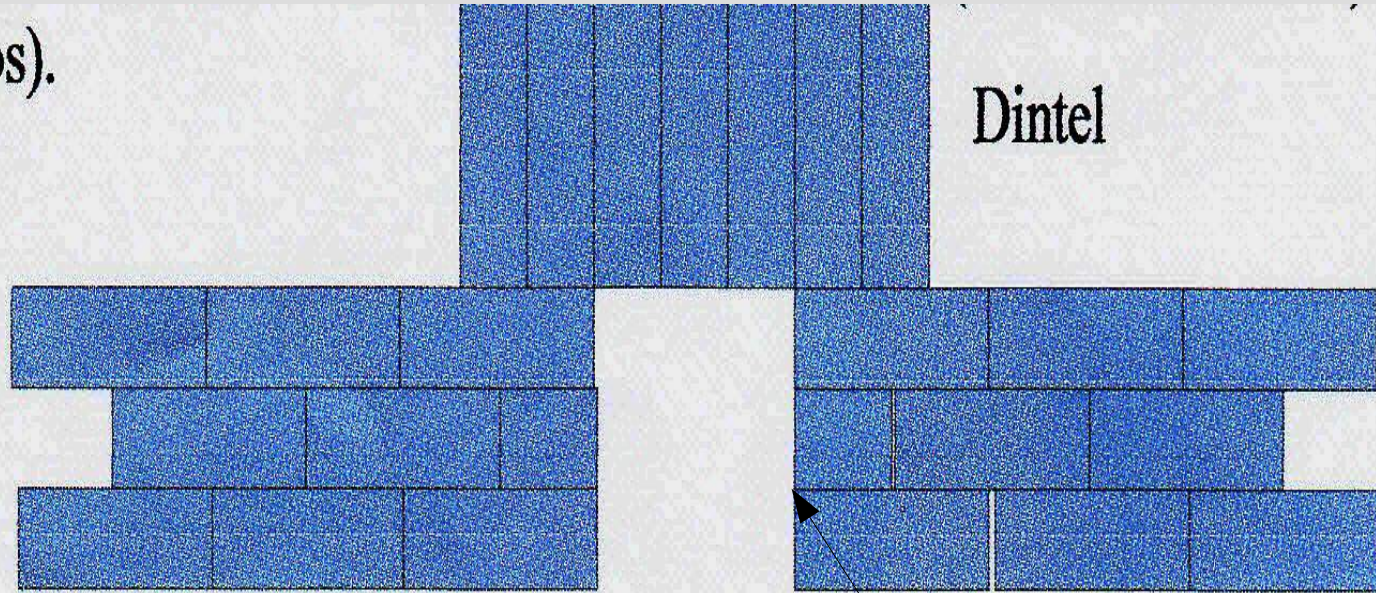
Esfuerzos



f .- Fuerza aplicada sobre el elemento estructural

Muro o paramento de ladrillos

(ladrillos).



Dintel

jamba

ladrillos

Vano para puerta,
ventana


Paredes o paramentos



Paredes exteriores con doble muro. Entre los dos muros, se coloca un aislante térmico de lana mineral o de poliestireno expandido. Las aberturas se denominan vanos y pueden ser puertas o ventanas. El dintel del vano puede ser de ladrillo vertical, de piedra o de vigueta de hormigón pretensado. Se denomina enfoscado el recubrimiento con mortero (cemento, arena y agua) de las paredes exteriores .

Paredes interiores

Las paredes interiores están construidas con paramentos simple de ladrillos, de piedra artificial o de otros materiales. Enlucir una pared es revestirla de yeso. Sobre el enlucido se aplica una pintura plástica y se coloca el rodapié de material cerámico o de madera.



Solado de tarima flotante

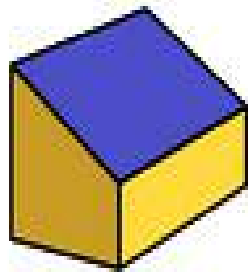
Rodapié

Vanos ciegos decorativos

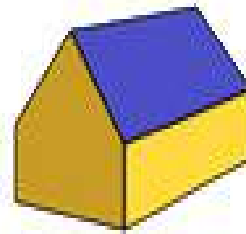
Tipo de Cubiertas



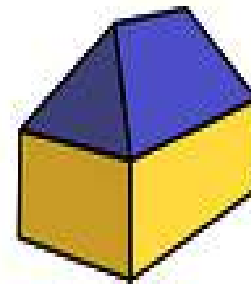
Cubierta plana o
aterrazada.



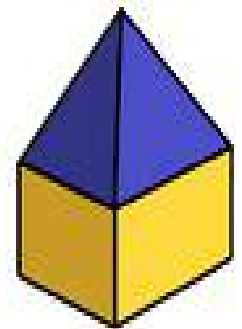
Cubierta a un agua.



Cubierta a dos
aguas.



Cubierta a cuatro
aguas.

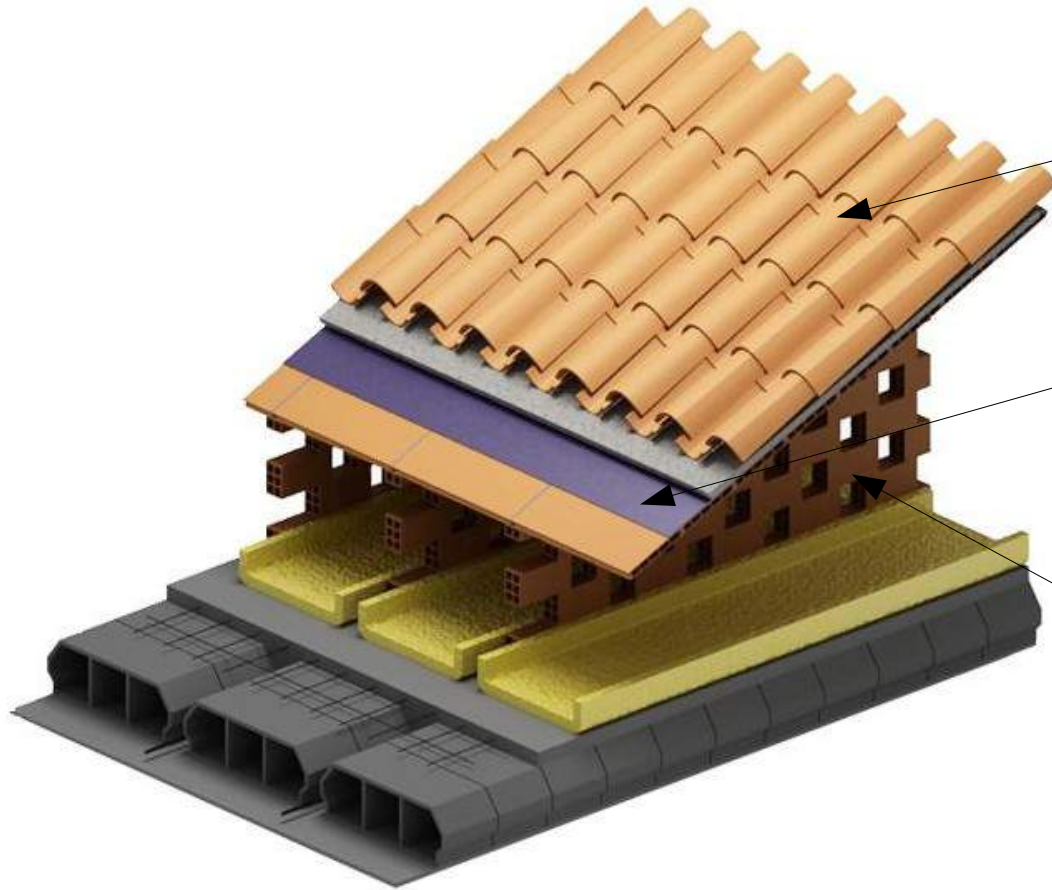


Cubierta en
pabellón a cuatro
aguas.

Cubiertas en cerchas



Estructura de la cubierta



Tejas de cerámica o pizarra

Placas de poliéster reforzados con fibra de vidrio y paneles aislantes de PES, PS extruído, Espuma de PUR , lana mineral, etc

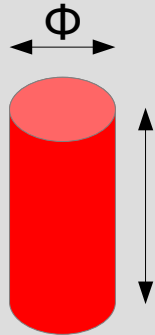
Muretes de inclinación

Análisis de los materiales

- Antes de utilizarse un material determinado, éste ha de ser sometido a análisis de diversos tipos: tecnológicos, físicos, químicos, etc.
- Los análisis tecnológicos básicamente son cuatro:
 - a. Densidad.- Se determina para saber si el material es ligero o pesado. El aluminio (Al) es ligero , el plomo (Pb) o el tungsteno (W) son pesados.
 - b. Ensayos de tracción y compresión.- Para saber si un material resiste determinada carga antes de romperse. Un material que tenga gran resistencia a la compresión y tracción, tiene buena resistencia a la flexión.
 - c. Ensayos de dureza.- Para especificar si un material es duro o blando.
 - d. Ensayos de resiliencia (tenacidad).- Para saber si un material es tenaz o frágil; es decir, que resiste el golpeo sin quebrarse o se rompe fácilmente al golpearse.

Cálculo de densidades(1)

- a. Objetos regulares : probetas de materiales.
- Se usa una probeta cilíndrica de diámetro $\Phi=15$ cm y generatriz $g = 30$ cm.



Cálculo del volumen (V)

$$V_{cilindro} = \pi \cdot \left(\frac{\Phi}{2}\right)^2 \cdot g = \pi \cdot \left(\frac{0,15}{2}\right)^2 \cdot 0,30 = 5,310 \cdot 10^{-3} m^3$$

Cálculo de la masa (M)

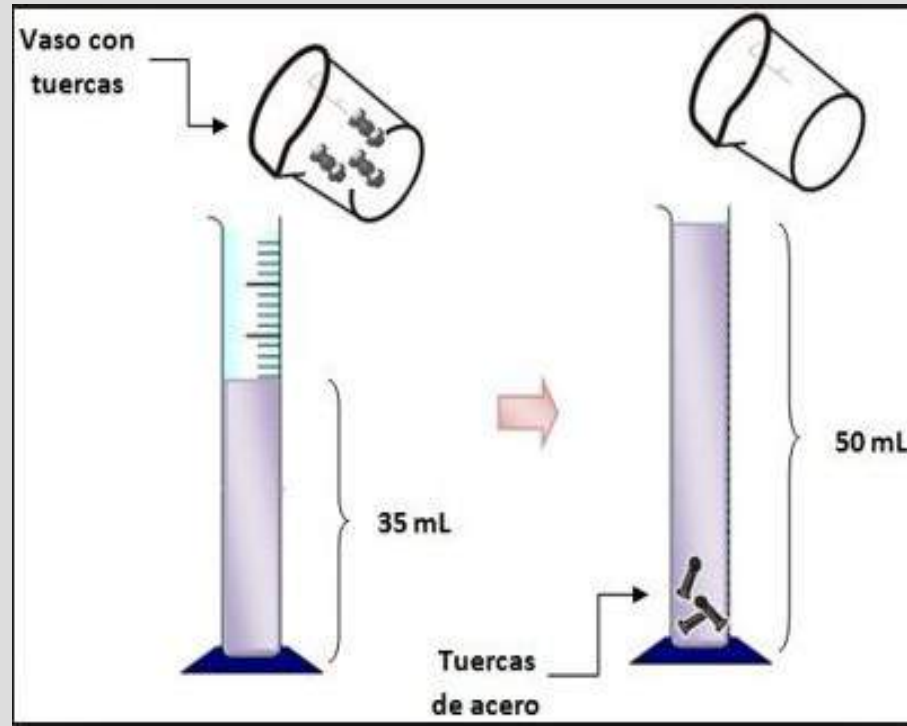


Balanza con precisión de 0,01 g.
Cuando el peso de la probeta es grande, se puede utilizar una báscula.

$$\rho(\text{densidad}) = \frac{M}{V} = \frac{M(\text{kg})}{5,310} \cdot 10^3 \left(\frac{\text{kg}}{m^3}\right)$$

Cálculo de densidades 2.

- b. Densidades de objetos irregulares
- Se usa una balanza , para medir la masa, y una probeta química para medir el volumen.

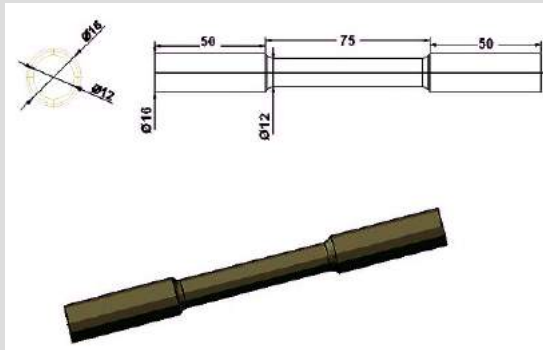


$$V = 50 - 35 = 15 \text{ ml}$$

$$\rho = \frac{M(g)}{V(ml)} \cdot 10^3 \left(\frac{kg}{m^3} \right)$$

Ensayos de tracción y compresión

- Probetas



Tracción

Magnitud que define la resistencia:
Tensión (σ)

$$\sigma = \frac{F}{S} (MPa)$$

$$Un Pa (Pascal) = \frac{1 N}{m^2} ; ; 1 MPa = 10^6 Pa$$

$$1 kg = 9,8 N (Newton)$$



Compresión

Otras propiedades

- Químicas.- Se estudia la resistencia a la oxidación(oxidación superficial) y a la corrosión (alteración total del material)de los materiales.
- Físicas.- Se estudian las propiedades eléctricas, térmicas, ópticas, etc.
- Económicas.- Se realiza un estudio sobre la idoneidad de las materias primas utilizadas, su explotación y el transporte hasta el lugar de manipulación.

También se estudia el marketing de los productos finales, es decir, la inserción de los mismos en la cadena comercial.

Problemas 1.

- 1. Una piedra caliza pesa 1 Tm, calcular su peso en Newton.
- 2. Una columna de mármol, pesa 800 kg. Si su altura es de 5 m., calcular su sección.(Su densidad se encuentra en la tabla)
- 3. Un pilar de hormigón armado de densidad 2400 kg/m^3 , se levanta con un encofrado de sección 50 cm de lado. ¿ Qué altura alcanzará vertiendo 2300 kg de hormigón?.
- 4. ¿Cuánto pesará una esfera de Pb de 30 cm de diámetro?.
- 5. Se desea calcular la densidad de una grava en kg/m^3 . Para ello se toma una muestra irregular y se pesa, obteniéndose un valor de 135 g. A continuación se introduce en una probeta, enrasada a 70 ml y una vez sumergida ésta, el nivel asciende a 120 ml.

Resolución de problemas

- Problema 1.

a. Datos .- $p = 1 \text{ Tm} = 1000 \text{ Kg}$.

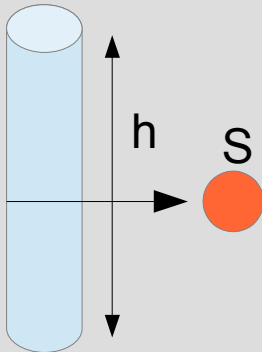
$p / \text{N} ?$

- Resolución .- $1 \text{ kg} = 9,8 \text{ N}$

- $p = 1000 \cdot 9,8 = 9800 \text{ kg}$.

Problema 2.-

- 1. Datos .- Columna de mármol.
- $\rho = 800 \text{ kg} \ ; \ ; \ h = 5 \text{ m}$
- $S = ? \ ; \ ; \ \rho = 2500 \text{ (kg/m}^3\text{)}$
- 2. Esquema :



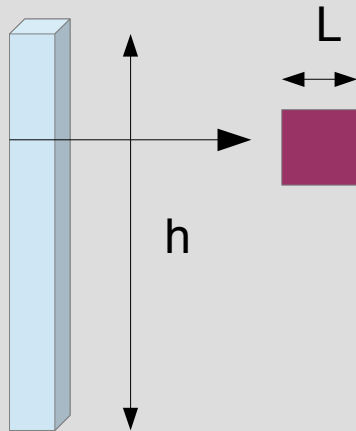
3. Resolución.

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{800}{2500} = 0,32 \text{ m}^3$$

$$V = S \cdot h \rightarrow S = \frac{V}{h} = \frac{0,32}{5} = 0,064 \text{ m}^2$$

Problema 3

- 1. Datos : Densidad del hormigón : $\rho = 2400 \text{ (kg/m}^3\text{)}$
- Encofrado, sección cuadrada $L = 50 \text{ cm} = 0,50 \text{ m}$
- Altura del pilar $h = ?$. Masa hormigón añadido : $m = 2300 \text{ kg}$.
- 2. Esquema



- 3. Resolución

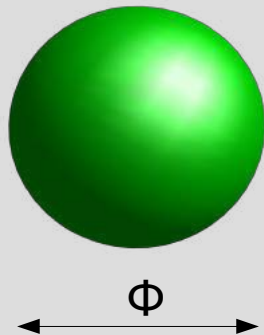
$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{2300}{2400} = 0,958 \text{ m}^3$$

$$\text{Sección cuadrada: } S = L^2 = 0,5^2 = 0,25 \text{ m}^2$$

$$V = S \cdot h \rightarrow h = \frac{V}{S} = \frac{0,958}{0,25} = 3,83 \text{ m}$$

Problema 4

- 1. Datos : Esfera de plomo (Pb) ;; $\Phi = 30 \text{ cm} = 0,30 \text{ m}$
- $\rho(\text{Pb}) = 11210 \text{ (kg/m}^3\text{)}$
- $m = ?$;;
- 2. Esquema



- 3, Resolución

-

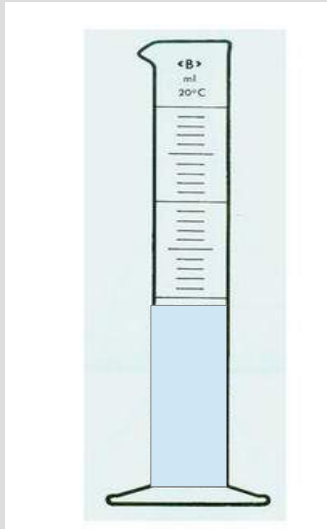
$$V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \left(\frac{\Phi}{2}\right)^3 = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \left(\frac{0,30}{2}\right)^3 = 0,0141 \text{ m}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho \cdot V = 11210 \cdot 0,0141 = 158,14 \text{ kg}$$

Problema 5

- 1. Datos : Grava . ρ / (kg/m^3) ?
- $m = 135 \text{ g} = 0,135 \text{ kg}$.
- Probeta .- $V_0 = 70 \text{ ml}$;; $V_F = 120 \text{ ml}$

2. Esquema .-



- 3. Resolución

-

$$V = V_F - V_0 = 120 - 70 = 50 \text{ ml} = 50 \text{ cm}^3 = 50 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{0,135}{50 \cdot 10^{-6}} = 2700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Problemas 2.

- Calcular la tensión de tracción del acero en MPa (Megapascuales) si el diámetro de una probeta cilíndrica es de 12 cm y su altura es de 75 cm si se rompe cuando se aplica una carga de 508 Tm.

Resolución .-

- Datos $\sigma = \frac{F}{S}$ (MPa)



Probeta

$$S = \pi \left(\frac{\phi^2}{4} \right) = 3,14 \cdot \frac{0,12^2}{4} = 0,0113 \text{ m}^2$$

$$F = 508000 \cdot 9,8 = 4978400 \text{ N} = 4,98 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$\sigma = \frac{4978400}{0,0113} = 440566371 \text{ Pa} = 440 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 440 \text{ MPa}$$

Problemas 3

- Calcular la carga que soportaría un pilar de hormigón de sección cuadrada cuyo lado es 50 cm, si su tensión a la compresión es de 50 MPa.

- Resolución.-

- $S = l^2 = 0,5^2 \text{ m}^2 = 0,25 \text{ m}^2$ $\sigma_{\text{hormigón}} = 50 \text{ MPa} = 50 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 500000000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$

$$\sigma = \frac{F}{S} \rightarrow F = \sigma \cdot S = 500000000 \cdot 0,25 = 125000000 \text{ N} = 12,5 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$1 \text{ kg} = 9,8 \text{ N}$$

- $F = \frac{125000000}{9,8} = 1275 \text{ Tm}$

Materiales cerámicos.

- Son materiales que básicamente se encuentran formados por arcilla arena y feldespato. La arena se añade como relleno (dispersante) y el feldespato como fundente(para rebajar la temperatura de cocción.

Cerámicos = Arcilla + Arena + Feldespato

Esta mezcla se amasa con agua y una vez que se le ha dado forma , se introduce en un horno que a la temperatura de 1200°C se vuelve vítrea y compacta.

- De una forma artesana, se moldea en el torno del alfarero.
- De una forma industrial, se fabrican ladrillos, tejas, rasillas, bovedillas, etc. Se sigue un proceso de extrusión o de compresión. Los ladrillos obtenidos por compresión son mas regulares y se utilizan en las fachadas.

Fabricación artesana: Alfarero



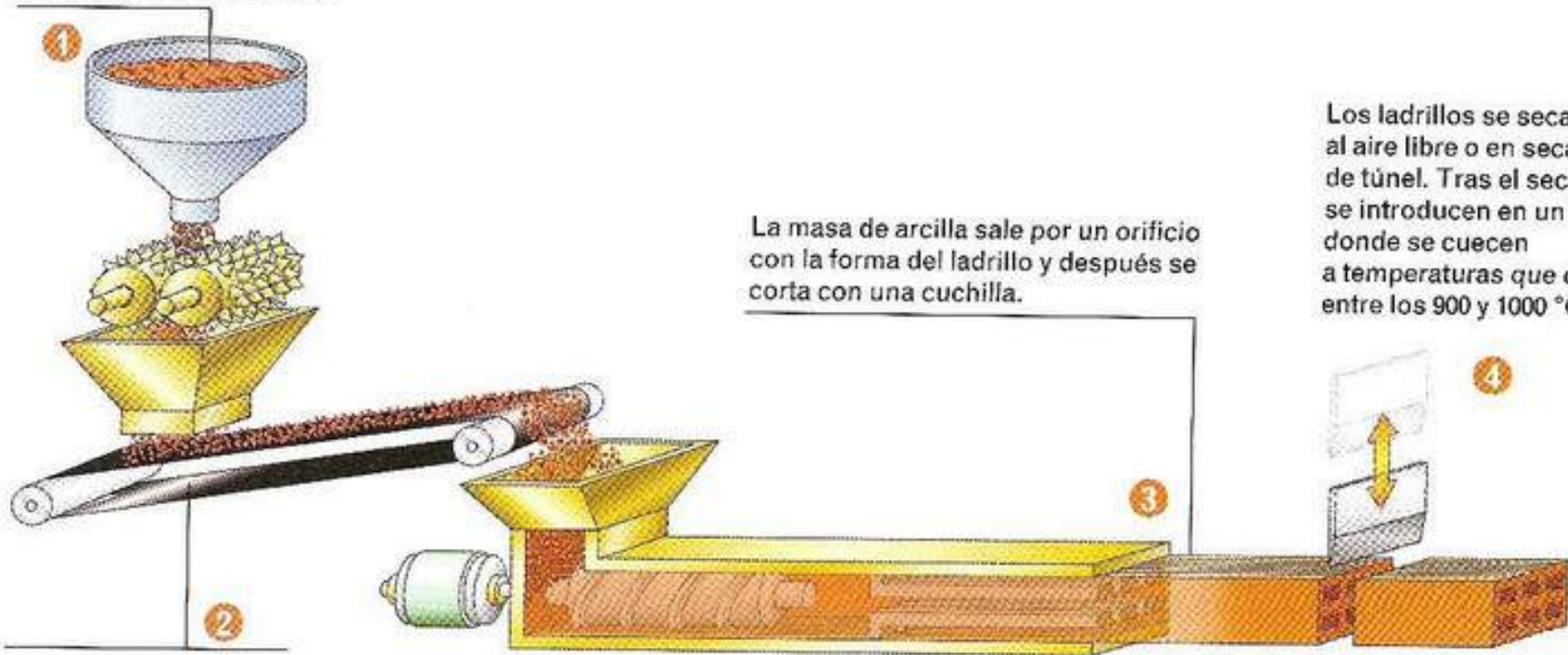
Espátula

Torno de alfarero



Extrusión

Se parte de una arcilla suficientemente húmeda como para ser plástica y moldeable con facilidad.



La arcilla se muele para conseguir un tamaño de grano uniforme.

La masa de arcilla sale por un orificio con la forma del ladrillo y después se corta con una cuchilla.

Los ladrillos se secan al aire libre o en secadores de túnel. Tras el secado, se introducen en un horno, donde se cuecen a temperaturas que oscilan entre los 900 y 1000 °C.

Fabricación Industrial

- Por extrusión .- Maquinas extrusionadoras



Por Compresión



Cerámicas especiales

- Cerámica refractaria.- Se mezcla la cerámica con arena refractaria, a base de alúmina y sílice.

Son materiales duros, resisten altas temperaturas, frágiles, aislantes del calor y electricidad y resisten a los ataques químicos.

- Baldosas, azulejos, gres, loza sanitaria, etc . Se obtienen a partir de arcillas especiales que se esmalta o se vidria.

Vidriado y esmaltado.

- Vidriado.- Se obtiene al aplicar un barniz especial a la superficie de la cerámica que al fundirse en un horno a 900 o 1000° C queda unida al material. Los barnices pueden ser de estaño o de plomo.
- Esmaltado.- Se obtiene al aplicar cristal en polvo en la superficie de la cerámica y se introduce en un horno a 750°C para que funda.



Vidrios

- Son materiales duros, frágiles, resisten casi todos los compuestos químicos a excepción del HF (ácido fluorhídrico), que lo disuelve. Algunos vidrios especiales, resisten el calor sin agrietarse (vidrios Pyrex).

Desde el punto de vista óptico son transparentes, aunque algunos de ellos pueden ser translúcidos. Su tensión a la compresión es mucho mayor que la tensión a la tracción.

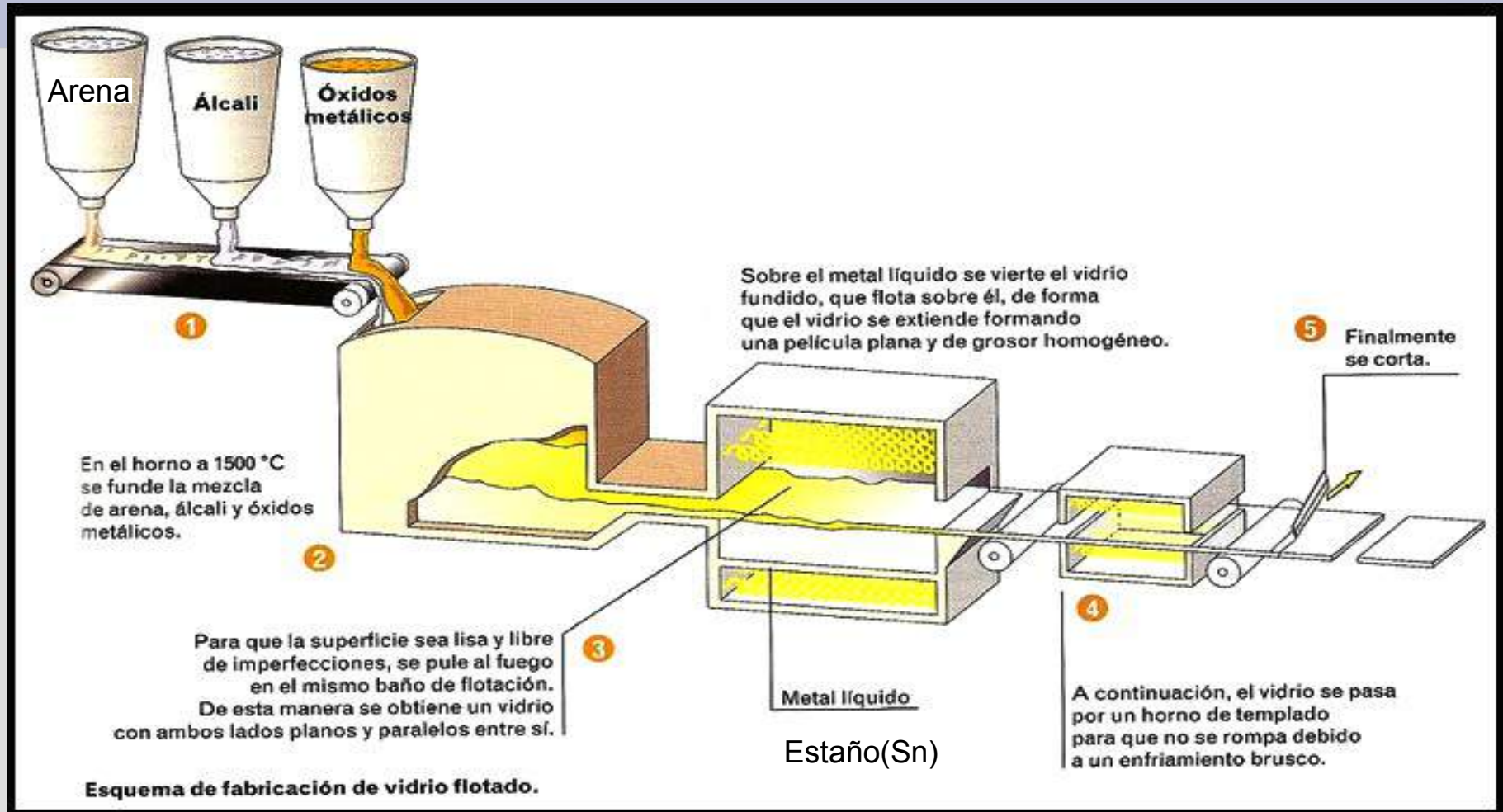
- Se obtienen a partir de la arena, sosa [Na (OH)] y óxidos metálicos, que añadido en cantidades muy pequeñas, dotan a los vidrios de distintas propiedades y coloraciones. Esta mezcla se introduce en un horno a la temperatura de 1500° C para que funda la mezcla. Posteriormente se procesa.

Vidrio (2)

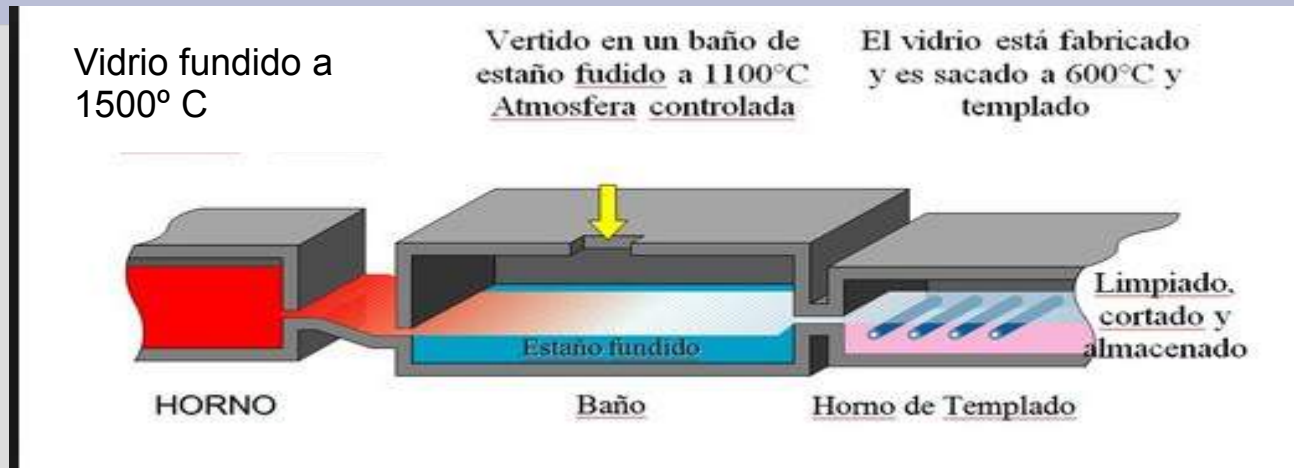
- VIDRIO = ARENA + SOSA (Na OH) + ÓXIDOS METÁLICOS

ÓXIDOS	COLORACIÓN
Óxido de hierro (III) ($\text{Fe}_2 \text{O}_3$)	Amarillo
Óxido de hierro (II) (Fe O)	Azul verdoso
Óxido de estaño (Sn O_2)	Blanco opaco
Óxido de cobalto (III) ($\text{Co}_2 \text{O}_3$)	Azul
Óxido de plomo (Pb O_2)	Vidrio transparente
Polvo de oro (Au)	Rubí dorado
Óxidos de cobre	Azul turquesa

Fabricación del vidrio plano



Fabricación vidrio



Materiales Relacionados.- Lana de vidrio que se consigue haciendo pasar hilos de vidrio fundido por una soplante para solidificarlos y se aglutinan con una serie de resinas. Se presenta como una madeja de hilos (como el fieltro). Es usado como un excelente aislante térmico.

Artesanía del vidrio

- En el siglo XVII, se utilizaban los vidrios planos como base para los espejos. **Los artesanos Venecianos**, pronto supieron construir espejos al tamaño natural, hasta los 2.5 m. Los precios de los espejos de ese tamaño, al cambio actual, rondaban los 120000 € .
- Luis XIV fue muy aficionado a los espejos. Continuamente los importaba de Venecia (Murano). Su primer ministro, Colbert, al ver que era un gran gasto para el estado, urdió junto con el embajador de Francia ante la Serenísima, Belzoi, la compra de los artesanos vidrieros para que se establecieran en Francia. Para ello, en secreto, envió un barco con 25 hombres para traer a los artesanos y a sus familias y que trabajasen en Orleans, donde construyó un gran taller vidriero.
- **Murano** es el lugar de la artesanía del vidrio en Venecia.

Materiales compuestos.

- Mortero .- Es una mezcla de CEMENTO + ARENA+ AGUA. Se utiliza como aglutinante, une ladrillos, piedras, etc. Enfoscado es cubrir de mortero las paredes exteriores.
- Hormigón .- Es una mezcla de CEMENTO+ARENA+GRAVA+AGUA . Se endurece o fragua con el tiempo. Es económico, resistente al fuego, estable en el tiempo, se puede fabricar en obra. Tiene una buena tensión de compresión pero muy mala tracción, por lo que es necesario modificarlo:
 - a. Hormigón armado, cuando se arma con barras de acero entrelazadas, construyéndose en obra mediante el encofrado.
 - b. **Hormigón pretensado**. Consiste en tensar cables de acero mediante unos gatos dentro del encofrado; se vierte, posteriormente, el hormigón en el mismo y a medida que va fraguando, se destensa el sistema. Se emplean para vigas y viguetas.

Otros materiales relacionados.

- Piedra artificial.- Es un aglomerado de arena, mármol y otros materiales pétreos, unidos con cemento o adhesivos plásticos. Presentan una forma similar a los materiales pétreos naturales.
- Fibrocemento.- Es el cemento mezclado con fibras de amianto. Posee una gran resistencia a la tracción.
- Fibra de vidrio o carbono.- El hormigón puede reforzarse con fibras de carbono o de vidrio aumentando la resistencia a la tracción . El hormigón así formado sube considerablemente de precio, por lo que se utiliza en casos especiales.