

# HORMIGÓN - HORMIGÓN ARMADO - Curso 2020



*Parque Oceanográfico de Valencia,  
Félix Candela, 2002.*

## \* - El Hormigón: Definición

Del latín *formicō* (moldeado, conformado) es un material compuesto por un aglomerante (cemento Portland) al que se añade partículas o fragmentos de agregados finos y gruesos (arena y piedra), agua y, eventualmente, algunos aditivos que pueden mejorar algunas de sus propiedades.

El cemento, mezclado con una proporción adecuada de agua, produce una reacción química de hidratación que provoca el endurecimiento de la pasta uniéndose a los agregados (también llamados áridos) y formando una masa que en poco tiempo adquiere consistencia pétreo y resistencia (principalmente a compresión).

Cuando solo se mezcla cemento con arena y agua (sin la participación del agregado grueso), el material obtenido se denomina [mortero](#)

## Historia de Hormigón

En su sentido más amplio, es decir como un material hecho por el hombre mezclando materiales naturales para formar un nuevo material sólido (piedra artificial):

Asentamiento de Lepensky – Serbia (5500 a.C) los habitantes construían el suelo de sus viviendas uniendo tierra caliza, arena, grava y agua. Esta mezcla puede ser considerada como un hormigón rudimentario.

Antigua Grecia ( 500 a. C.). Compuesto de caliza calcinada con agua, arena y piedras o ladrillos triturados.

Roma: Cenizas volcánicas que contienen sílice y alúmina, al combinarse químicamente con la cal daban como resultado el denominado cemento puzolánico (obtenido en Pozzuoli, cerca del Vesubio). Con este material se construyeron obras como como los diversos arcos del Coliseo romano, las bóvedas de las Termas de Caracalla y la cúpula del Panteón de Agripa, de unos 43 metros de diámetro, la de mayor luz durante siglos

# HORMIGÓN



# HORMIGÓN

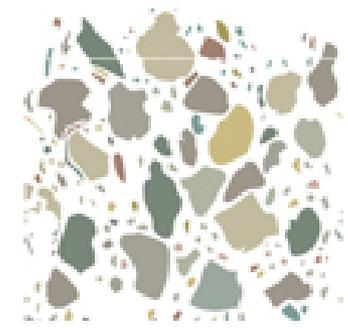
## El Hormigón: Componentes



Cemento



Arena de construcción

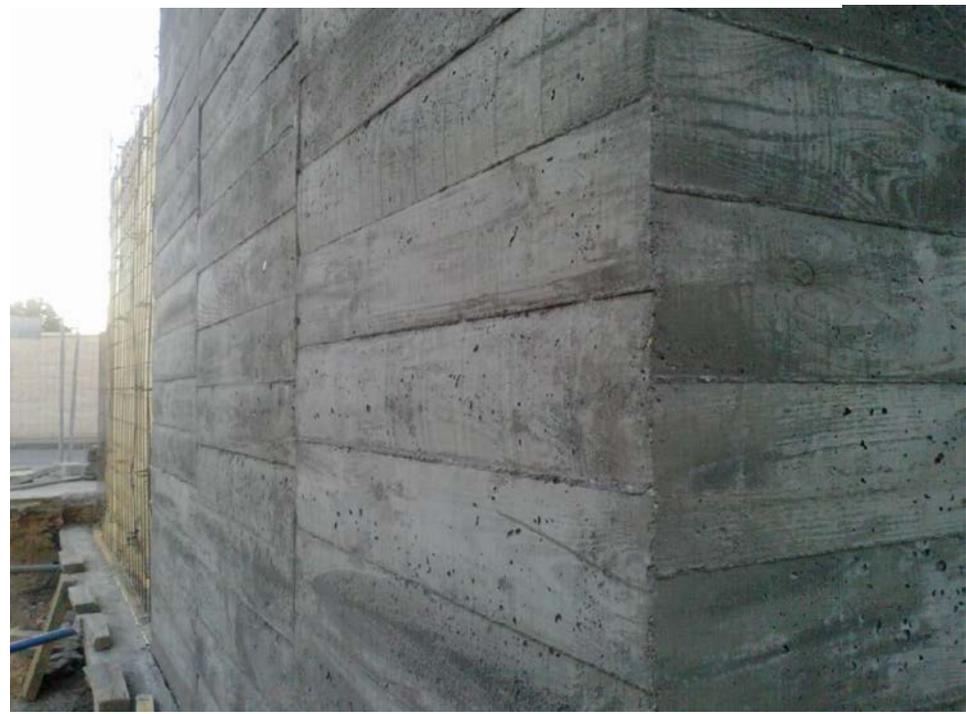


CONGLOMERADO

piedra



Agua



**Cemento:** Piedra caliza y arcilla calcinadas y molidas, que tiene la propiedad de endurecerse al contacto con el agua.

## 1: Materias primas

carbonato cálcico, sílice, alúmina, mineral de hierro - se extraen de la roca caliza y de la arcilla

## 2: Molienda y cocción

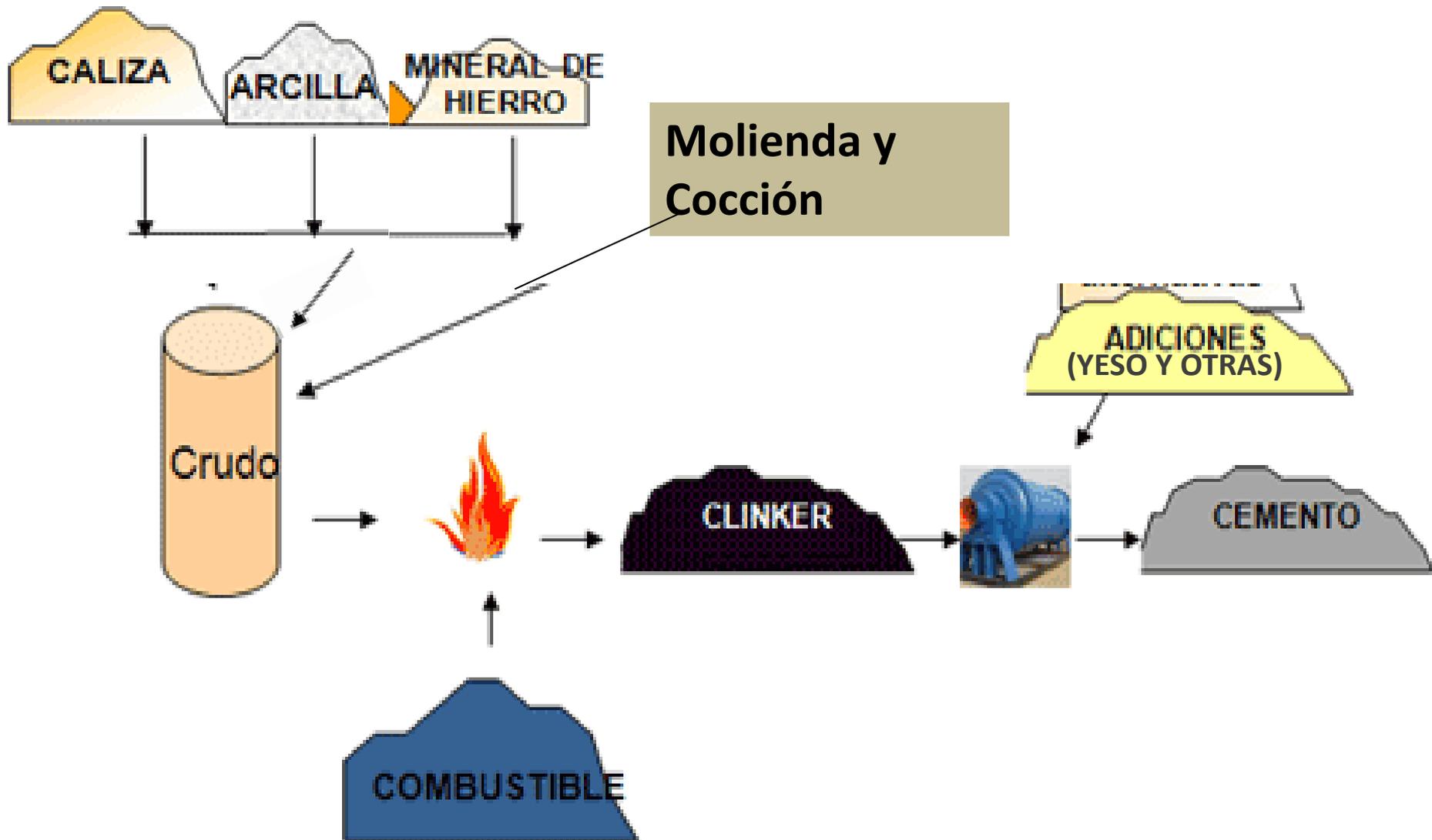
Se produce el **clínker**: material básico requerido para la producción de todos los cementos

## 3: molienda del cemento y transporte

Se incorpora yeso (3-5%) al clínker y se muele nuevamente la mezcla, obteniendo el "**cemento puro**". Se pueden añadir junto al yeso otros materiales minerales, denominados "adiciones del cemento", para proporcionar al mismo ciertas propiedades específicas, como reducida permeabilidad, mayor resistencia a los sulfatos, etc.

Finalmente, el cemento es almacenado en silos hasta su envío, **a granel o embolsado**.

# HORMIGÓN



## Tipos de Cemento

### I - Cemento Portland Normal



El tipo de cemento «corriente» y que comúnmente se vende en los depósitos. Es el destinado para la construcción de obras de concreto en general y al que no se le exigen propiedades especiales.

También se le conoce como cemento gris.

## II - Cemento Portland de moderada Resistencia a los Sulfatos

Tiene la característica de resistir ataques no muy fuertes (moderados) de los sulfatos y desarrollar bajo calor de hidratación. Estas propiedades hace que sea aconsejable para estructuras subterráneas sujetas a la acción del nivel freático con concentraciones no muy altas de sulfatos; también se puede utilizar en estructuras de masa considerable como muros de contención, donde se prevea un moderado desarrollo de calor de hidratación.

## III - Cemento Portland De Alta Resistencia Inicial (A.R.I.)

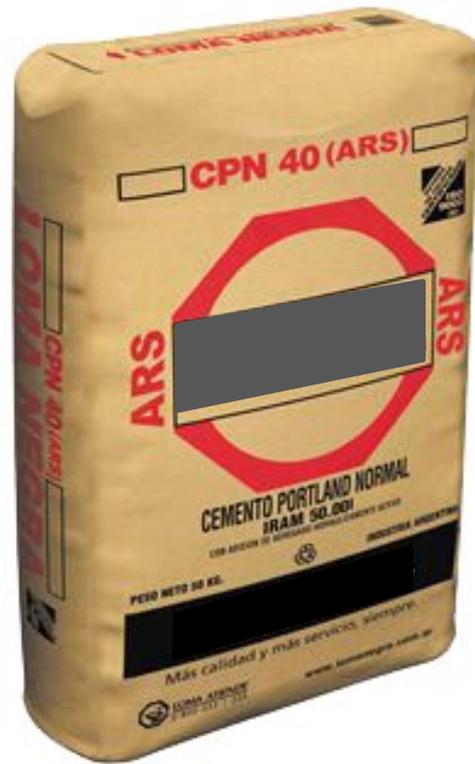
Desarrolla altas resistencias iniciales por lo que se aconseja utilizarlo en obras donde se requiera quitar las formaletas rápidamente o cuando la estructura debe estar en servicio lo mas pronto posible. También se recomienda para climas fríos por cuanto las bajas temperaturas tienden a retrasar los procesos de hidratación. Es ideal para estructuras prefabricadas y concretos pres esforzados.

## IV - Cemento Portland De Bajo Calor de Hidratación

El cemento Portland tipo IV se utiliza cuando por necesidades de la obra, se requiere que el calor generado por la hidratación sea mantenido a un mínimo. El desarrollo de resistencias de este tipo de cemento es muy lento en comparación con los otros tipos de cemento. Los usos y aplicaciones del cemento tipo IV están dirigidos a obras con estructuras de tipo masivo, como por ejemplo grandes presas.

También se lo utiliza cuando se debe hormigonar con altas temperaturas

## V - Cemento Portland de Alta Resistencia a los Sulfatos (A.R.S.)



Presenta alta resistencia al ataque por sulfatos, por tanto su uso es casi imprescindible en estructuras con suelos yesíferos (sulfato de calcio) o sujetas a la acción de residuos industriales o materia orgánica con concentraciones altas de sulfatos. También en zonas de ambiente marino

## Agregados (Aridos)

Los agregados por su tamaño generalmente se dividen en dos grupos: Agregado fino y Agregado grueso.

### Agregados Finos: Arenas de origen silíceo y Arenas de trituración de rocas graníticas

Los agregados finos consisten en arenas naturales o manufacturadas con tamaños de partícula que pasan la malla N°. 4 (4.75 mm)



**Arena de origen silíceo**



**Arena de trituración granítica**

## Agregados Gruesos:

Canto rodado (silíceo) y Piedra partida (granítica)



**Canto rodado (silíceo)**



**Piedra partida (granítica)**

los agregados gruesos consisten en grava o agregado triturado y son aquellas partículas retenidas en la malla No. 4 (4.75 mm). El tamaño máximo de agregado que se emplea comúnmente es el de 19 mm o el de 25 mm.

# HORMIGÓN

## Propiedades de los Agregados

Propiedades Mecánicas: Densidad, Dureza y Adherencia

Propiedades Físicas: Granulometría, Peso unitario suelto y varillado,

Peso específico, Contenido de humedad y Porcentaje de absorción.



## Ensayos

Granulometría

Peso Unitario

Peso Específico

Contenido de Humedad

Capacidad de Absorción

## Agua

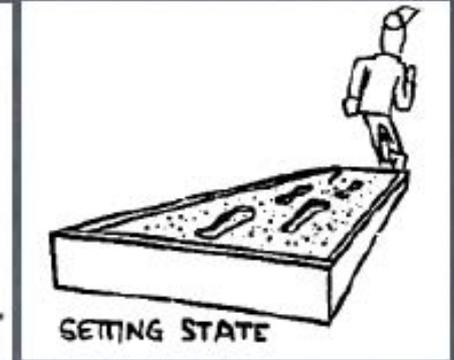
El agua es un elemento indispensable en la elaboración de la mezcla de concreto ya que sirve para la hidratación del cemento y el desarrollo de sus propiedades. Esta agua debe cumplir ciertos requisitos para que no sea perjudicial al concreto.

Casi cualquier agua natural que sea potable y que no tenga sabor u olor pronunciado, se puede utilizar para producir concreto.

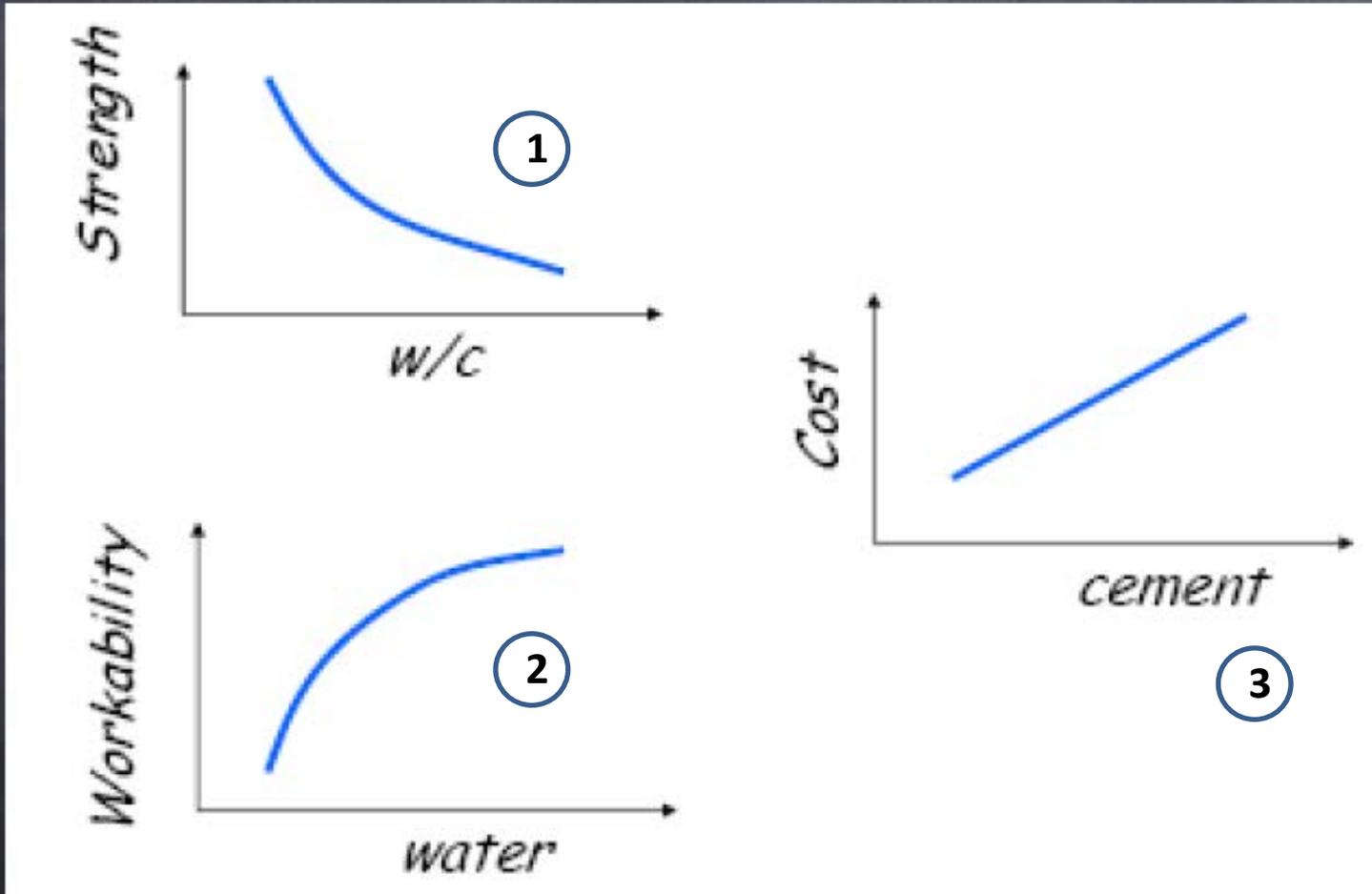


## Estados del Hormigón

- PLÁSTICO
  - Trabajabilidad
  - Moldeo y llenado
- FRAGÜADO
  - Comienzo del endurecido
- ENDURECIDO
  - Aumento de resistencia
  - Durabilidad



## Diseño de la mezcla



## Diseño de mezcla

### • ADITIVOS

- Incorporación de aire
- Agentes para dar trabajabilidad (fluidificantes)
- Agentes retardadores
- Agentes acelerantes



Mayor o menor facilidad de colocación y terminación en una determinada estructura.

Para cada tipo de obra se requiere una trabajabilidad adecuada, que depende del tamaño y forma de los elementos que la constituyen, disposición y cantidad de la armadura y de los métodos de colocación y compactación que se emplean.

El  $H^0$  debe ser fácilmente moldeado en una masa compacta y densa, cambiando lentamente de forma si se retira el molde.

Las mezclas muy secas o muy fluidas no responden a ese concepto, pues las primeras no pueden compactarse adecuadamente, mientras que las que son muy fluidas, al manipularse pierden su homogeneidad, por segregación de sus componentes.

## Ensayos en Hormigón Fresco

La consistencia de una mezcla de H<sup>o</sup> se mide con el ensayo del asentamiento mediante el **Cono de Abrams**.

Es aconsejable utilizar mezclas con el menor **asentamiento** compatible con su apropiada colocación. Esto se logra con la mínima relación **agua – cemento** posible, es decir la menor cantidad de agua para un mismo contenido de cemento.

En ocasiones se utilizan **aditivos** que mejoran la **trabajabilidad** sin aumentar el contenido de agua



## Fraguado del Hormigón

Se denomina así al primer periodo de endurecimiento de la mezcla

Se presenta un estado de **fraguado inicial** en que la mezcla pierde su plasticidad.

El denomina **fraguado final** es el estado en el cual la consistencia ha alcanzado un valor muy apreciable (aunque todavía no haya alcanzado suficiente resistencia).

El tiempo de fraguado de la mezcla se estima en unas diez horas, aunque varía dependiendo de la humedad relativa, temperatura ambiente, etc.

Se pueden añadir **aditivos** retardadores o aceleradores del fraguado que permiten su mejor manejo en obra

## Curado del hormigón

- Def: Es el proceso mediante el cual se mantiene un contenido satisfactorio de temperatura y humedad durante un determinado periodo de tiempo inmediatamente posterior al hormigonado para que se desarrollen las propiedades buscadas.

## Propiedades del Hormigón Endurecido

### Resistencia

El hormigón como material estructural se diseña para que tenga una determinada resistencia. La resistencia a la compresión simple es la característica mecánica más importante de un hormigón y se utiliza normalmente para juzgar su calidad.

### Durabilidad

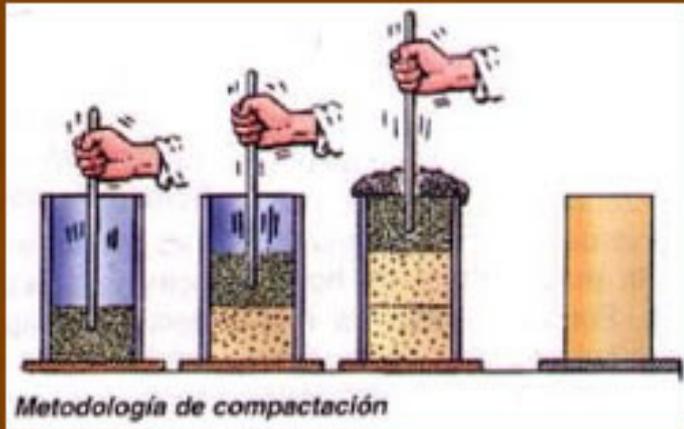
La durabilidad de una estructura de hormigón es su capacidad para soportar, durante la vida útil para la que ha sido proyectada, las condiciones físicas y químicas a las que está expuesta, y que podrían llegar a provocar su degradación como consecuencia de efectos diferentes a las cargas y sollicitaciones consideradas en el análisis estructural.

## Ensayos en Hormigón Endurecido

### Resistencia a la rotura por compresión:

Ensayo de Probetas de forma cilíndrica. Se moldean probetas colocando y compactando el hormigón en forma similar a la empleada para el ensayo del cono de Abrams.

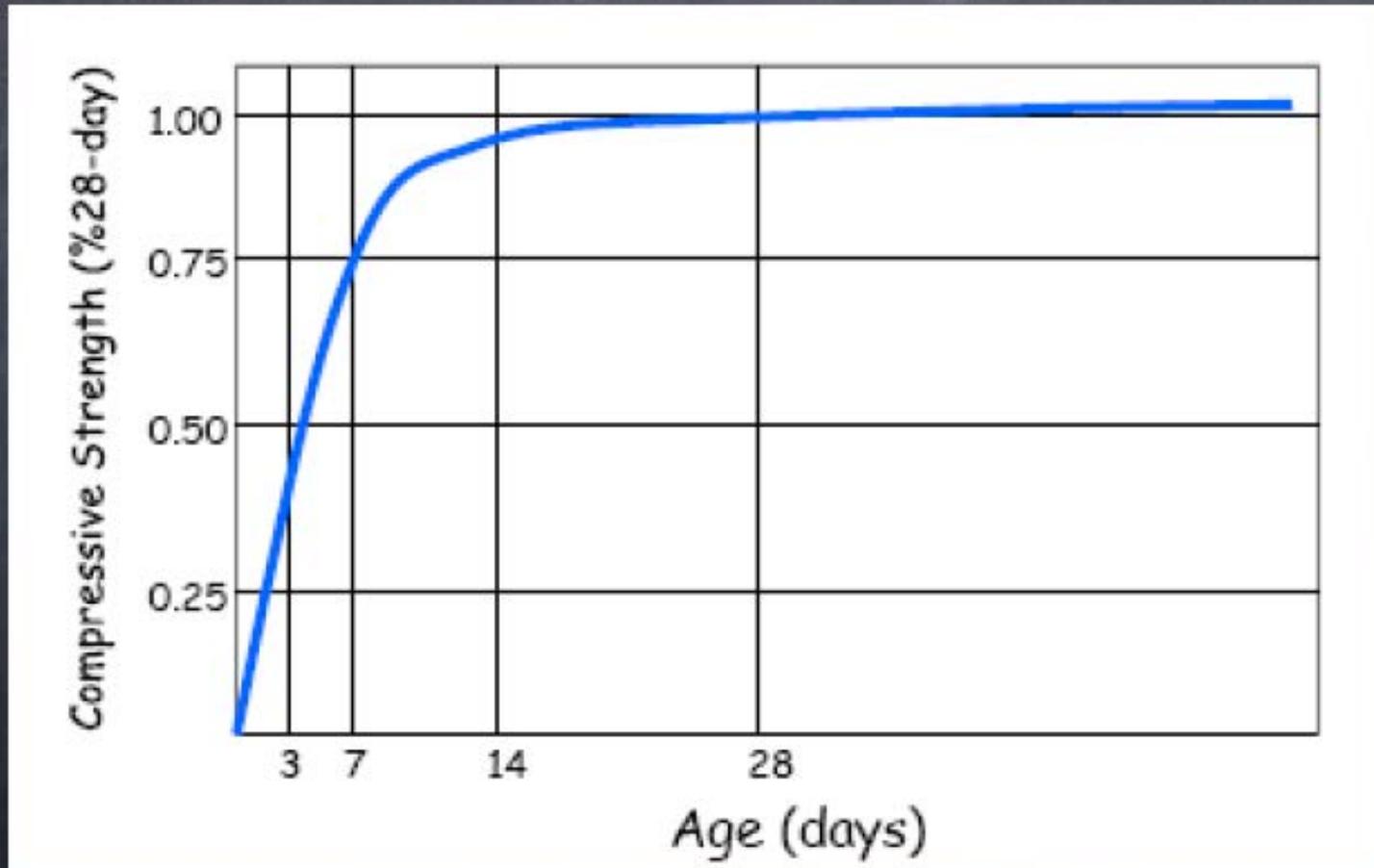
Luego de un periodo de endurecimiento se ensayan a rotura por compresión simple.



Probetas Cilíndricas de Hormigón



## Resistencia a la compresión



## RESISTENCIA MEDIA

### Definición

Es el promedio de los valores de ensayo a compresión de un cierto número de probetas extraídas durante el hormigonado

Este valor **no** da una idea precisa de la **homogeneidad** ni la **calidad** del hormigón utilizado en la obra

## RESISTENCIA CARACTERISTICA

### Definición

Es un valor de Resistencia igualado o superado, como mínimo, por el 95 % de las probetas ensayadas.

Su determinación tiene en cuenta el **número** de probetas ensayadas y la **dispersion** entre los resultados de cada probeta (cuanto mayor es la dispersion, mas bajo será el valor de Resistencia Característica).

Finalmente, este valor deberá compararse con la Resistencia prevista en el cálculo estructural de la obra.

**CONSULTAS RESPECTO DE ESTA CLASE: Vía mail a la siguiente dirección:**

**[indies1900@yahoo.com.ar](mailto:indies1900@yahoo.com.ar)**

Indicando por favor el nombre de su Docente Auxiliar

**Nota:** Se recomienda la lectura de los siguientes apuntes teóricos de consulta:

**Apunte Teórico: El hormigón, componentes, propiedades**

Capítulo I del MANUAL DE CALCULO DE ESTRUCTURAS DE HORMIGON ARMADO Aplicaciones de la Norma DIN 1045

Ing. J. Pozzi Azzaro

**Apunte Teórico de Consulta - Hormigón de Cemento Portland**

Texto perteneciente a la Cátedra, desarrollado por la Ing. Valeria TAUS, ex Docente del Taller.

Ambos apuntes están disponibles en el Blog de la Cátedra (Nivel II)