

# PRODUCCIÓN DEL HORMIGÓN

- Elaboración en obra
- Hormigón premezclado

Construcción IV – Facultad de Arquitectura (UDELAR)



# Proceso de elaboración del Hormigón Estructural

- Proyecto de Estructura

- Estudio de cargas
- Cálculo de estabilidad (Norma UNIT 1050 / 2000)
- Hormigón Normal, Alta resistencia (HAR), Alto desempeño (CAD)
- Resistencia característica ( $f_{ck}$ )

- Proyecto Productivo

- Elaborar el hormigón que cumpla con los parámetros utilizados por el calculista
- Dosificación del hormigón. Cálculo del volumen absoluto (Resistencia mecánica – durabilidad)
- Puesta en obra – Métodos de compactación - Ensayos
- Curado
- Mantenimiento

# PROYECTO PRODUCTIVO

- **Respetar las exigencias del Proyecto.** (Resistencia característica dimensiones, tipo y separación de armaduras, recubrimientos, etc.)
- **Definir las condiciones de control posibles en obra.** (Características de la Empresa, nivel de capacitación de la mano de obra, infraestructura de obra, equipos, andamios, etc.)
- **Definir las características de los materiales a utilizar.** (Agua de amasado y curado, procedencia, granulometría y tamaño máximo de los áridos, coeficientes de aporte)
- **Definir la consistencia y la relación agua / cemento.** (En función de la resistencia pero considerando la trabajabilidad, la compactación y la segregación de los áridos)
- **Definir el procedimiento de elaboración.** (En obra, premezclado, métodos de compactación, ensayos exigidos, tiempos y tipo de curado, utilización de aditivos)
- **Definir un procedimiento de mantenimiento.** (Considerar la vida útil prevista, procedimientos viables de mantenimiento)

# CONTROLES – DÍAS PREVIOS AL LLENADO

- **Proceso irreversible.**
- **Dificultad para solucionar errores.** (Considerar hormigón visto)
- **Previsión en cuanto a los suministros.** (Materiales)
- **Prever el número de operarios necesarios.** (Coordinar con los subcontratos)
- **Control de las instalaciones operativas.** (Energía eléctrica y abastecimiento de agua)
- **Verificar los equipos.** (Amasado, transporte, compactación, ensayos, curado)
- **Controlar el encofrado.** (Dimensiones, limpieza, apuntalamiento, cantidad adecuada de puntales, evitar empalmes, apoyo rígido sobre tablas y cuñas, niveles, marcos para pases)
- **Controlar las armaduras.** (Posición, diámetros, ataduras, dobleces, limpieza)
- **Seguridad.** (Equipos de seguridad, barandas, redes de protección)

# CONTROLES – PREVIOS AL LLENADO

- **Limpieza de los encofrados.** (Aserrín, elementos sueltos, clavos, etc.)
- **Humedecer la madera.** (Evitar la absorción del agua del hormigón, cierre de juntas mediante aumento de volumen por incorporación de agua)
- **Control de los dispositivos de las instalaciones.** (Instalaciones incluidas en el volumen del hormigón, aplastamiento de las canalizaciones, pases de sanitaria, pruebas de hermeticidad)
- **Verificación de las armaduras.**







23/09/2003













23/09/2003



# ELABORACIÓN EN OBRA



# ELABORACIÓN EN OBRA

- **Fabricación en planta**

- Condiciones similares al hormigón premezclado.

- **Fabricación artesanal – tradicional**

- **Almacenamiento del cemento.** (Bolsas – en silos)

- **Almacenamiento de los áridos.**

- **Equipos de amasado.** (Tipos de hormigonera, tamaño, capacidad, eje, procedimiento de carga, tiempos de amasado)

- **Sistema de transporte.** (En vertical y horizontal, evitar la segregación, control del impacto sobre los encofrados, armaduras e instalaciones)

- **Procedimiento de vertido.** (Control del tiempo entre la elaboración y el vertido, capas de 20 cm. de espesor, no arrojar el hormigón a pala, controlar las armaduras, en pilares evitar desatar estribos, llenar las vigas desde los extremos hacia el centro)

- **Procedimiento de compactación.** (Elección del medio adecuado a su consistencia, eliminación total de los huecos, picado con barra, apisonado y vibrado)

# ENSAYOS - Clasificación

- **De acuerdo a su forma de trabajo**
  - **Destructivos.** Determinan la resistencia mediante la rotura de probetas (fabricadas o de extracción) o piezas estructurales.
  - **No destructivos.** Determinan calidad del hormigón sin rotura.
- **De acuerdo a la finalidad**
  - **Ensayos previos.** Determinar la dosificación sugerida con los materiales y la tecnología disponible. Ensayo de laboratorio.
  - **Ensayos característicos.** Previo al hormigonado verificar que se cumple con lo exigido en el proyecto estructural. A pie de obra.
  - **Ensayos de control.** Durante la obra, verificamos que se mantiene la resistencia característica ( $f_{ck}$ ) exigida a nivel de proyecto.
  - **Ensayos de verificación.** Intervención sobre la estructura, verificamos resistencia en condiciones de servicio.
  - **Ensayos de información.** Estimar la resistencia del hormigón de una parte determinada de la obra, a una cierta edad, curado en condiciones análogas a la de la obra.
- **De los materiales**
  - **Ensayos previos.** Estudios sobre las características del agua a utilizar, agregados, aditivos, etc.



# ENSAYO – Hormigón Fresco (Característico – no destructivo)

- **CONO DE ABRAMS Norma UNIT NM 67 - ISO 4109**

- Ensayo de CONSISTENCIA.
- Las muestras deben tomarse entre  $\frac{1}{4}$  y  $\frac{3}{4}$  de la descarga del hormigón, debe estar protegida del sol, viento y lluvia. Antes de su utilización se debe mezclar en una carretilla.
- No debe exceder el tiempo del ensayo los quince minutos.

## **Procedimiento**

- Utilizamos un molde troncocónico, provisto de dos asas.
- Dimensiones: Base superior: 100 Mm.  $\pm$  3 Mm.  
Base inferior: 200 Mm.  $\pm$  3 Mm.  
Altura del tronco: 300 Mm.  $\pm$  3Mm.
- Colocamos el molde sobre una superficie plana, rígida y que no absorba agua.
- Llenamos el molde en tres capas iguales, compactando cada una con una varilla de 16 Mm. de diámetro, 60 cm de longitud, extremo redondeado, dando 25 golpes repartidos uniformemente.
- Retiramos el exceso de hormigón con una regla metálica, luego levantamos el molde en dirección vertical y medimos el asentamiento.

# ENSAYO – Hormigón Fresco

- **CONO DE ABRAMS** Norma UNIT NM 67 - ISO 4109
  - Realizar tres ensayos.
  - No utilizar el hormigón usado para fabricar probetas destinadas a ensayos de resistencia.

Consistencias	Asentamiento en cm.	Tolerancia en cm.
Seca	0 – 2	0
Plástica	3 – 5	± 1
Blanda	6 – 9	± 1
Fluida	10 – 15	± 2
Líquida	> 15	No utilizar





# ENSAYO – Hormigón Endurecido (De control – destructivo)

- **COMPRESIÓN DE PROBETAS CILINDRICAS**

Norma UNIT NM 69 (Extracción de testigos)

Norma UNIT NM 77 (Preparación de Probetas y testigos)

Norma UNIT NM 101 (Compresión y rotura)

- Ensayo de RESISTENCIA.
- El objetivo es verificar que la resistencia característica del hormigón de la obra es igual o superior a la del proyecto.
- En todos los casos se debe determinar la resistencia de una amasada como el valor medio de la resistencia de por lo menos dos probetas.
  
- Existen diferentes posibilidades de control:
  1. Control total, 100 %, resistencia de todas las amasadas.
  2. Control estadístico, resistencia de una fracción de las amasadas.

## Decisiones derivadas del control

- **$f_{est} \geq f_{ck}$**  el lote se aprueba
- **$f_{ck} > f_{est} \geq 0,9 f_{ck}$** , independiente de sanciones contractuales el lote se aprueba
- **$0,7 f_{ck} < f_{est} < 0,9 f_{ck}$** , se pueden realizar otros ensayos a juicio del Director de Obra y decidir si los elementos que componen el lote estudiado se refuerzan o demuelen. Importante considerar en esta situación otras consecuencias: durabilidad, adversidad del medio en el que se encuentra la estructura, estética afectada como consecuencia de la fisuración, etc.







12/07/2004





12/07/2004



