



**Jornada Técnica sobre Pavimentos de
Hormigón en Entornos Urbanos y de
Edificación**

**Cáceres
17 Junio 2014**

Recomendaciones para el diseño de hormigones para pavimentos

César Bartolomé Muñoz

Director del Área de Innovación

1. Introducción

- ***“Antes y por encima de todo cálculo está la idea, moldeadora del material en forma resistente, para cumplir su misión”.*** D. Eduardo Torroja



1. Introducción

- ¿Y qué es el hormigón?

CEMENTO



+

ÁRIDOS



AGUA



+



ADITIVOS

TODOS LOS HORMIGONES SON IGUALES

- **En resumen: Decir que todos los hormigones son iguales es como decir que todos los chinos son iguales.**



2. Requisitos de un hormigón

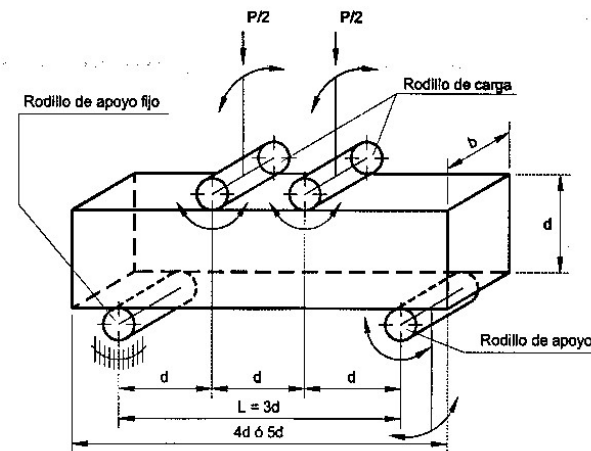
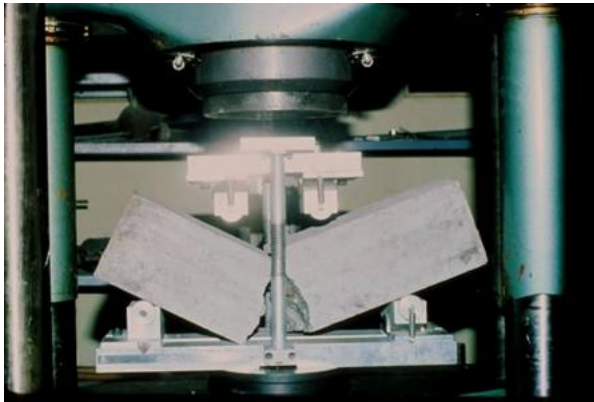


2. Requisitos de un hormigón

RESISTENCIA MECÁNICA

Es la que mejor caracteriza la capacidad del hormigón para soportar los esfuerzos creados en el pavimento por las cargas

- Se determina sobre probetas prismáticas



- Los hormigones normalmente utilizados en pavimentos tienen una resistencia característica a flexotracción de 3,5 – 4,5 N/mm²
 - Existe una correlación: $f_f = 0,439 f_c^{2/3}$
 - HF-3,5 – HM-25 / HF-4,0 – HM-30 / HF-4,5 – HM-35
 - Conviene establecer correlaciones previas

2. Requisitos de un hormigón

RESISTENCIA ATAQUES QUÍMICOS

La durabilidad es un aspecto clave en cualquier elemento constructivo y es la variable principal para determinar la sostenibilidad de una solución.

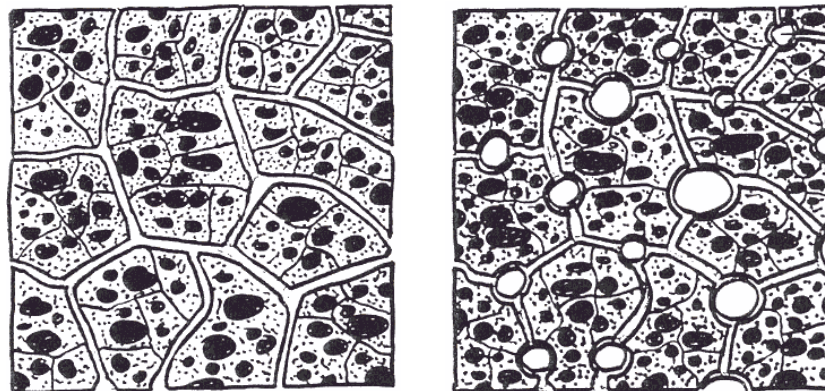
- Se debe utilizar una mezcla compacta
- Se debe garantizar el contenido mínimo de cemento que marca la EHE-08
- Se debe utilizar una relación agua/cemento lo más baja posible y siempre por encima de la relación máxima agua/cemento que marca la Instrucción

| Parámetro de dosificación | Tipo de hormigón | Clase de exposición | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | I | IIa | IIb | IIIa | IIIb | IIIc | IV | Qa | Qb | Qc | H | F | E |
| Máxima relación a/c | Masa | 0,65 | — | — | — | — | — | — | 0,50 | 0,50 | 0,45 | 0,55 | 0,50 | 0,50 |
| | Armado | 0,65 | 0,60 | 0,55 | 0,50 | 0,50 | 0,45 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,45 | 0,55 | 0,50 | 0,50 |
| | Pretensado | 0,60 | 0,60 | 0,55 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,50 | 0,45 | 0,45 | 0,55 | 0,50 | 0,50 |
| Mínimo contenido de cemento (kg/m ³) | Masa | 200 | — | — | — | — | — | — | 275 | 300 | 325 | 275 | 300 | 275 |
| | Armado | 250 | 275 | 300 | 300 | 325 | 350 | 325 | 325 | 350 | 350 | 300 | 325 | 300 |
| | Pretensado | 275 | 300 | 300 | 300 | 325 | 350 | 325 | 325 | 350 | 350 | 300 | 325 | 300 |

RESISTENCIA CICLOS HIELO-DESHIELO

Utilización de aditivos inclusores de aire:

- El contenido de aire debe estar en torno al 4%
- Contenidos superiores al 6% de aire ocluido produce bajadas de resistencia del hormigón
- Tiene otros efectos:
 - ✓ Aumentan la plasticidad y trabajabilidad
 - ✓ Reducen la segregación y exudación del hormigón
 - ✓ Previene la caída de bordes



RESISTENCIA A ABRASION

Relacionada con la resistencia a compresión. Para obtener hormigones resistentes a la abrasión es recomendable...

- Que la arena utilizada tenga, al menos, un 30% de partículas silíceas
- Que su resistencia a compresión no sea inferior a 30 MPa
- Que los áridos sean duros, con textura superficial rugosa, elevada proporción de fracciones gruesas y con buena granulometría
- Que se duplique la duración del curado en relación a la indicada para hormigones convencionales o bien que se emplee un producto de curado **CON SUFICIENTE DOTACION y EFICACIA**

2. Requisitos de un hormigón

DRENABILIDAD

- **Hormigones porosos: Utilización de granulometrías discontinuas con un bajo contenido en finos.**

PLANIMETRÍA

- **Homogeneidad en el hormigón: planta con amasadora.**
- **Suministro continuo del hormigón: sin paradas.**

BAJA RETRACCIÓN

- **Utilización de cementos adicionados.**
- **Baja relación agua/cemento.**

ACABADOS ESTÉTICOS

- **Utilización de pigmentos coloreantes.**
- **Impresión del hormigón mediante moldes durante la puesta en obra.**

2. Requisitos de un hormigón

¿Entonces, qué es más importante para conseguir un hormigón que me permita cumplir los requisitos de un pavimento?



Diseño de
la mezcla



Fabricación



Transporte

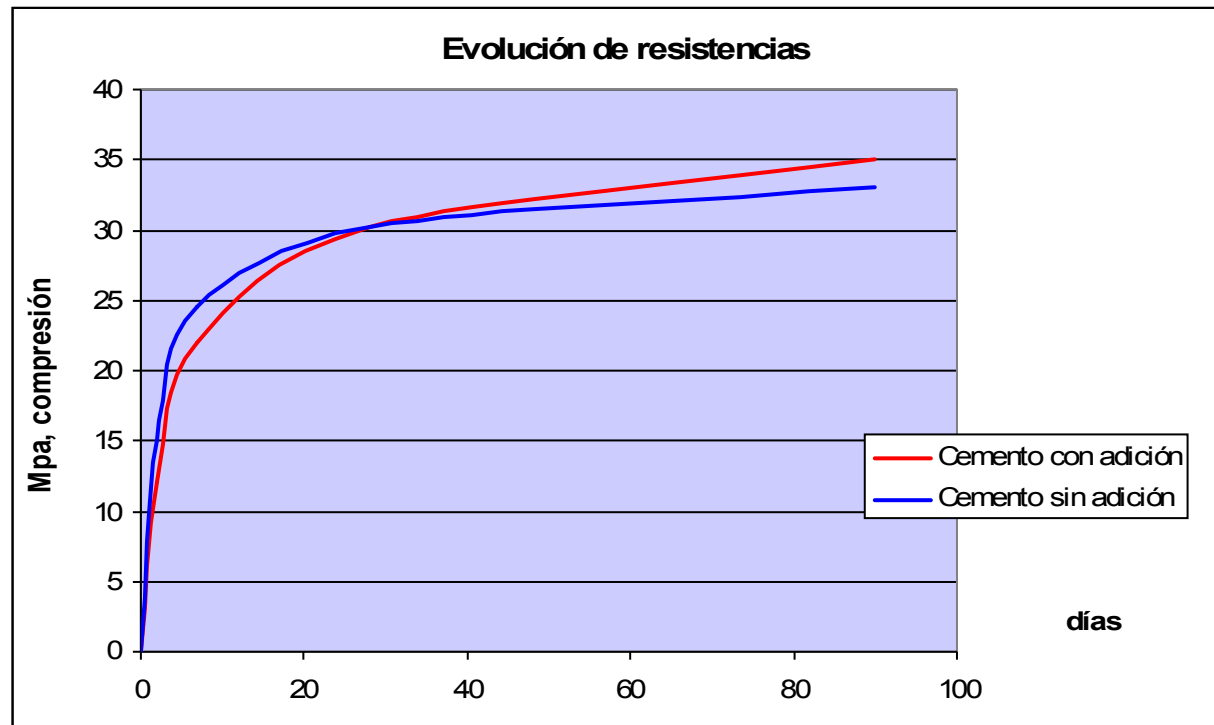


Puesta en
obra



CEMENTO

- Cementos adicionados y de baja categoría resistente: CEM II/B-L 32,5 N



- Contenido mínimo en función del tipo de ambiente y contenido máximo de 400 kg/m³

ÁRIDOS

Deben cumplir con los requisitos de le EHE-08.

En el caso de pavimentos, en función de la textura superficial, deben cumplir determinadas condiciones:

- Acabados en mortero: contenido de arena silíceo de un 30% (35% si estuviera sometido a tráficos elevados)
- Acabados con árido visto:
 - ✓ Un árido grueso con un coeficiente de Los Ángeles inferior a 35.
 - ✓ Un tamaño máximo del árido de 20 mm.

ADITIVOS

PLASTIFICANTES Reducción de agua hasta 10 - 11%

Limitaciones de uso y de dosificación por su carácter retardador del fraguado

POLIFUNCIONALES Reducción de agua hasta 12 - 15%

Limitaciones por su carácter retardador del fraguado (menor que en el caso de plastificantes)

SUPERPLASTIFICANTES (convencionales) Reducción de agua hasta 20 - 25%

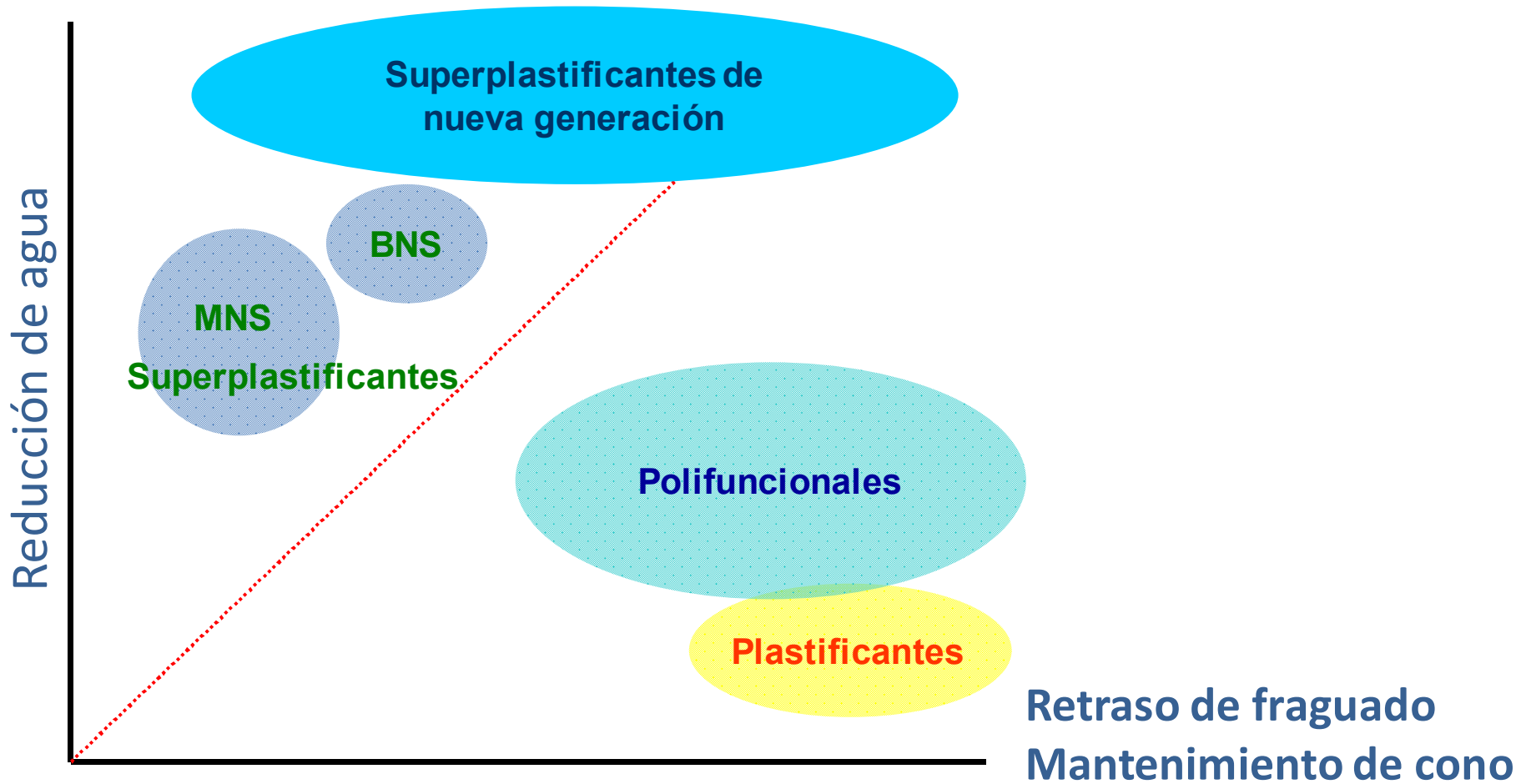
Limitaciones por su bajo mantenimiento de consistencia

SUPERPLASTIFICANTES NUEVA GENERACIÓN Reducción de agua hasta 30 - 40%

Limitaciones por cuestiones de reología y viscosidad del hormigón

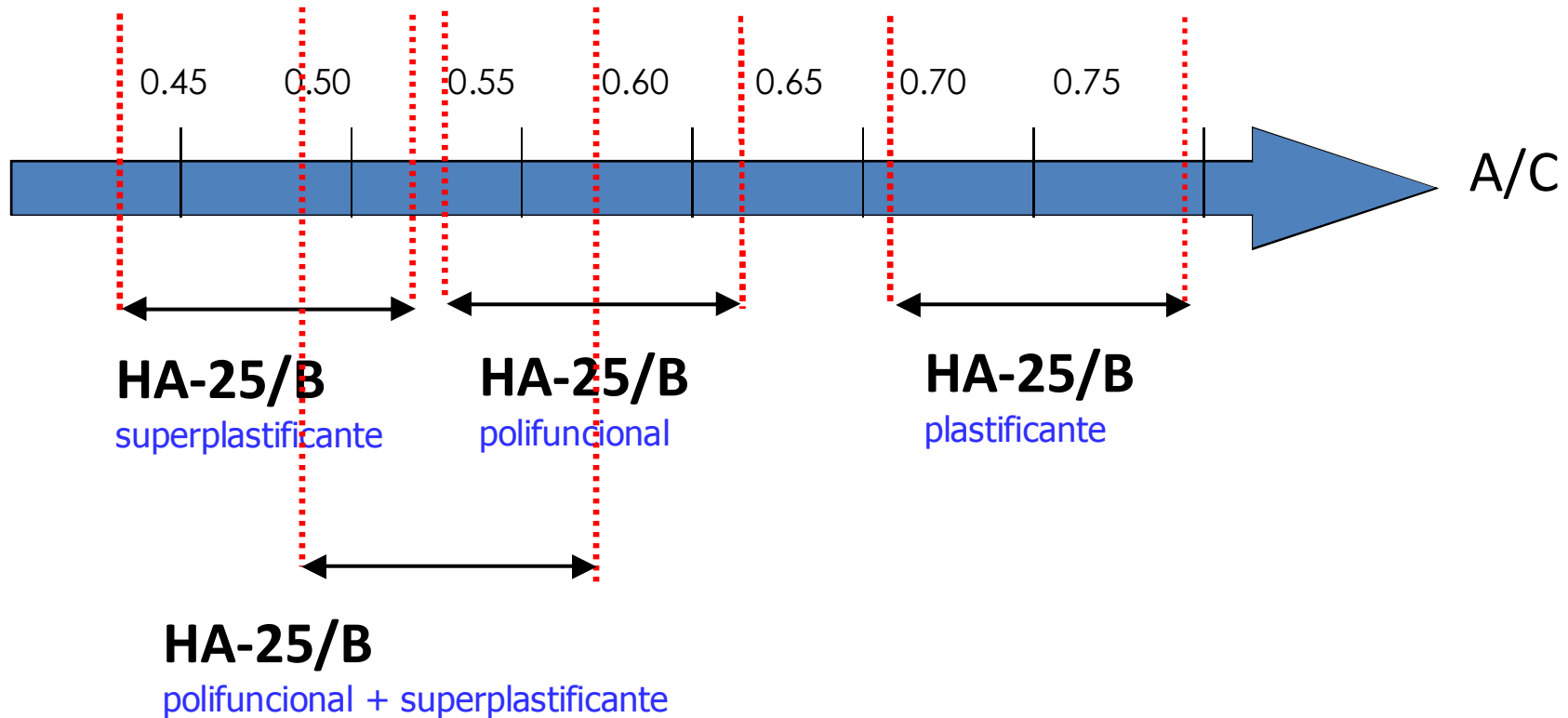
3. Diseño de la fórmula

ADITIVOS



3. Diseño de la fórmula

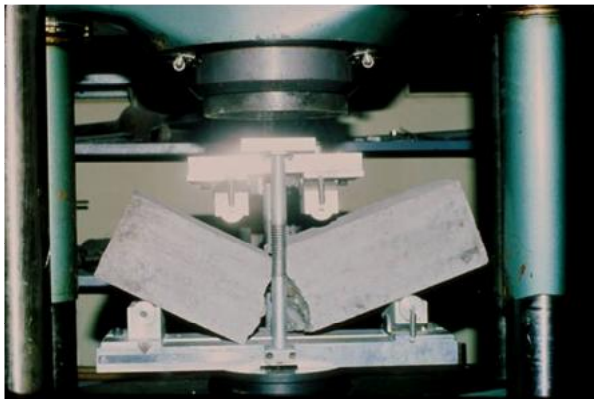
ADITIVOS

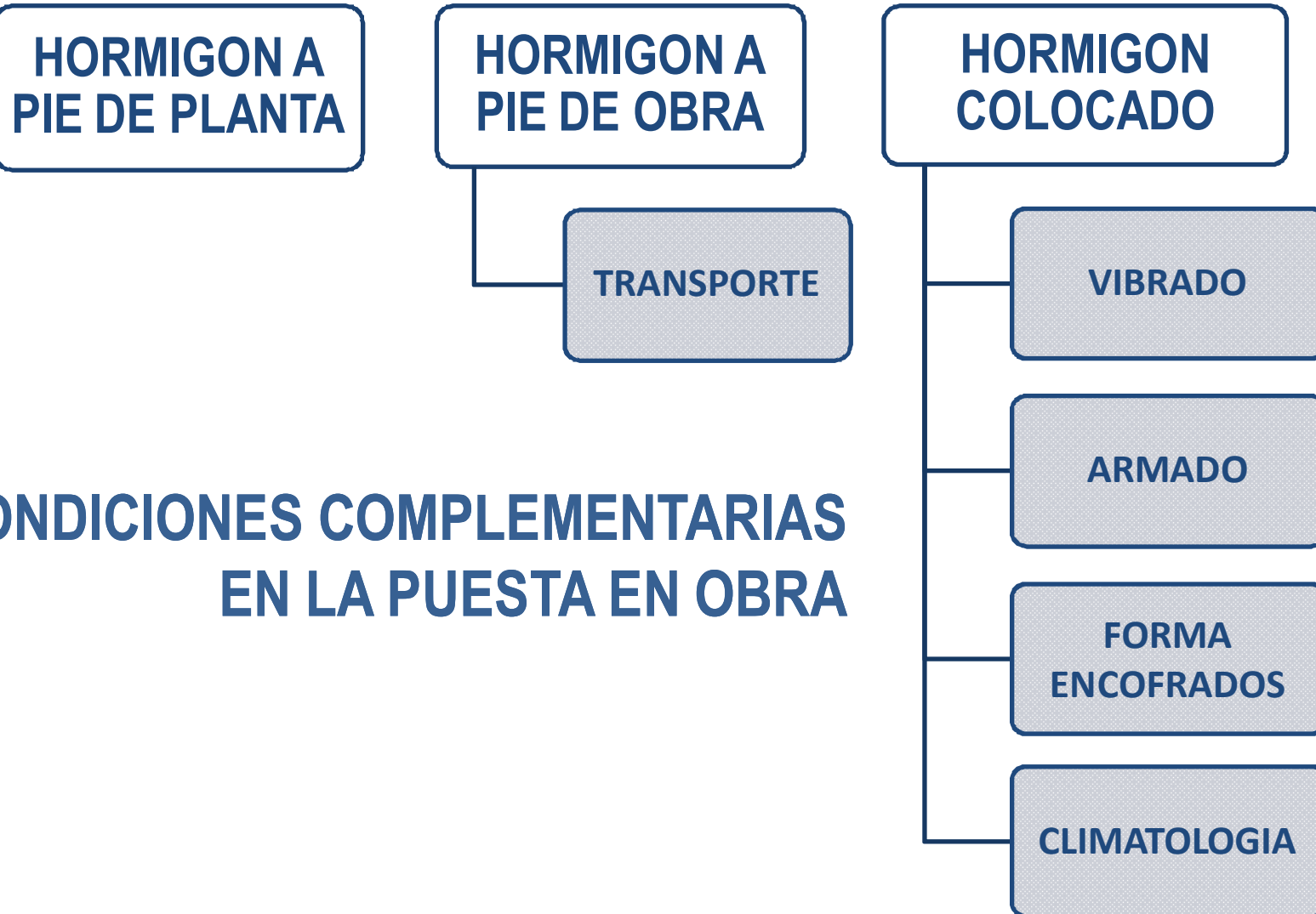


3. Diseño de la fórmula

FIBRAS

- Mejoran el comportamiento del hormigón
 - ✓ Mayor homogeneidad
 - ✓ Resistencia a tracción más elevada
 - ✓ Retracción más controlada
 - ✓ Rotura más tenaz
 - ✓ Mayor resistencia a la fatiga e impacto
- Fibras metálicas
- Fibras de polipropileno
- Fibras de vidrio
- Fibras de poliolefina





CONDICIONES COMPLEMENTARIAS EN LA PUESTA EN OBRA

4. Puesta en obra

Si un trabajo se realiza con facilidad es más probable que se haga bien



4. Puesta en obra

Hay que elegir la consistencia adecuada al tipo de elemento que vamos a hormigonar y a la tipología de puesta en obra.



Se suelen utilizar consistencias secas o plásticas salvo:

- Que la puesta en obra se haga de manera manual.
- Que se trate de reparaciones: consistencia fluida.

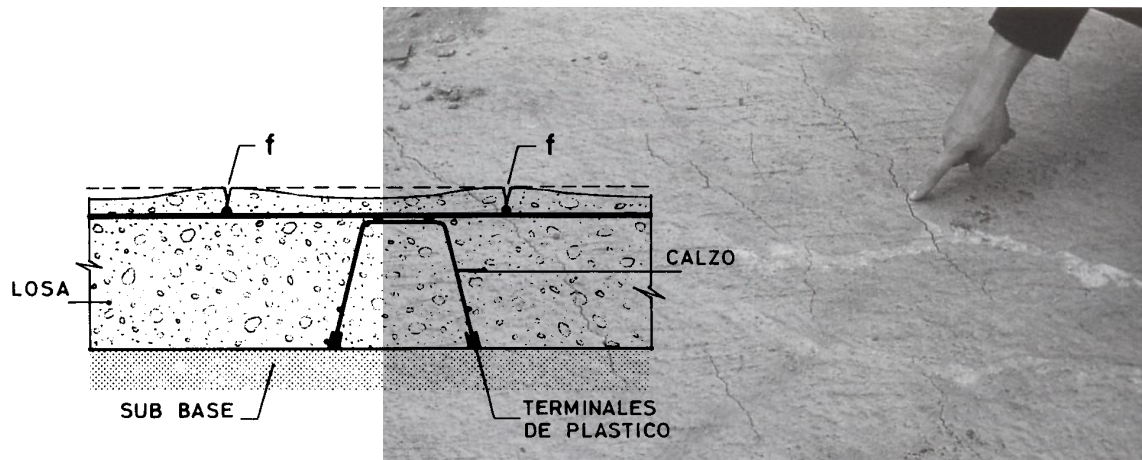
CURADO

Al tratarse de una superficie con una relación superficie/espesor elevada, el curado es esencial para evitar la retracción plástica.

La retracción plástica es la reducción de volumen que experimenta el hormigón en estado plástico al perder parte del agua y aire que contiene

En pavimentos supone...

- Descenso de la superficie
- Aparición de fisuras
- Pérdida de planeidad por la no uniformidad del asiento





GRACIAS POR SU ATENCIÓN

César Bartolomé Muñoz

Director del Área de Innovación de IECA

cbartolome@ieca.es