



# Hormigón arquitectónico

**Rafael Rueda Arriete**  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
Director de IECA Tecnología Zona Levante

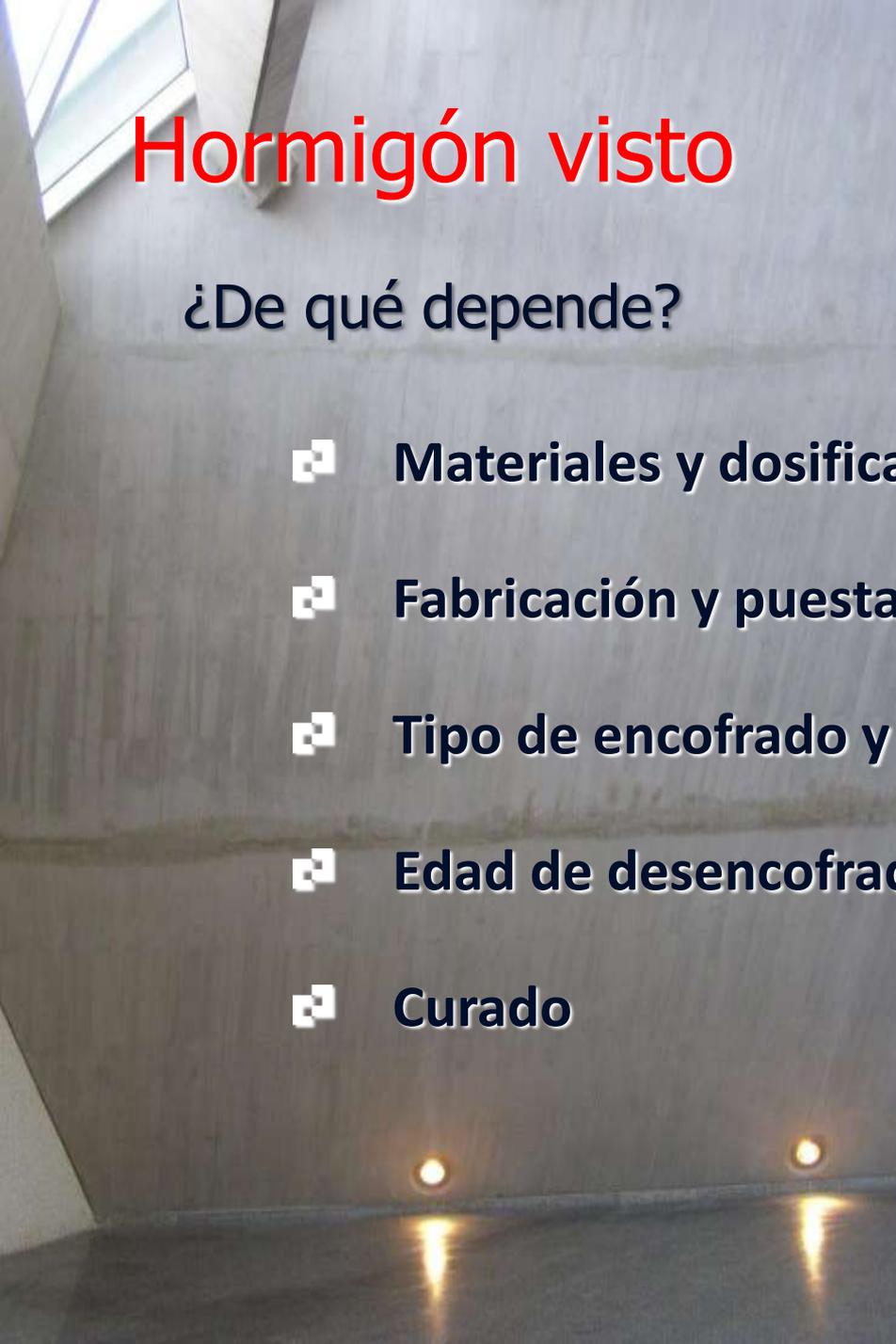


LA EXPRESIÓN DEL HORMIGÓN

# Hormigón visto

¿De qué depende?

- ❑ **Materiales y dosificación**
- ❑ **Fabricación y puesta en obra**
- ❑ **Tipo de encofrado y empleo de desencofrantes**
- ❑ **Edad de desencofrado**
- ❑ **Curado**



# Materiales y dosificación

Qué influye:

- **Cemento:** tipo y color
- **Aditivos:** tipo y dosificación
- **Adiciones:** evitar adiciones al hormigón en hormigones vistos
- **Pigmentos:** tipo y dosificación (inorgánicos)
- **Áridos fino y grueso:** tipo, granulometría, color y limpieza
- **Exudación de agua de amasado:** colores más claros y más aire atrapado

Es fundamental **mantener constante la dosificación**,  
en particular la relación A/C y el contenido de agua

## Cemento

No variar el tipo, la marca y la fábrica en un mismo elemento



Proyecto URBAN Gandía (Valencia).  
“Papiroflexia con hormigón”  
Cemento con escorias



# HORMIGÓN BLANCO

Velódromo de San Vicente del Raspeig

**Menores variaciones de tonalidad con cemento blanco**



# Materiales y dosificación

## Aditivos

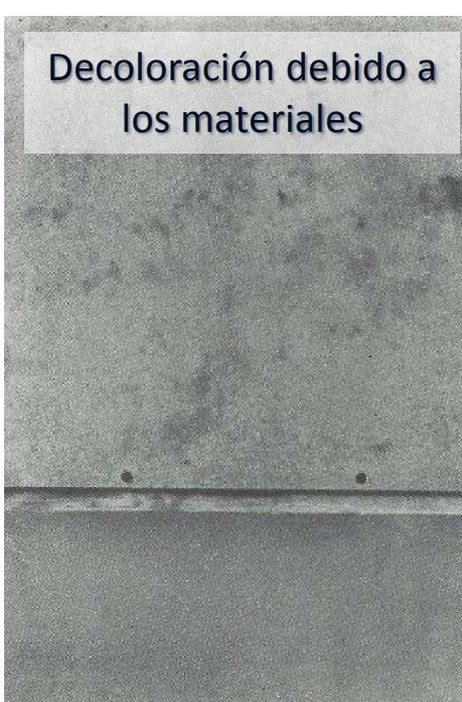
- Hacer amasadas de prueba
- Los reductores de agua pueden afectar al hormigón blanco

## Áridos

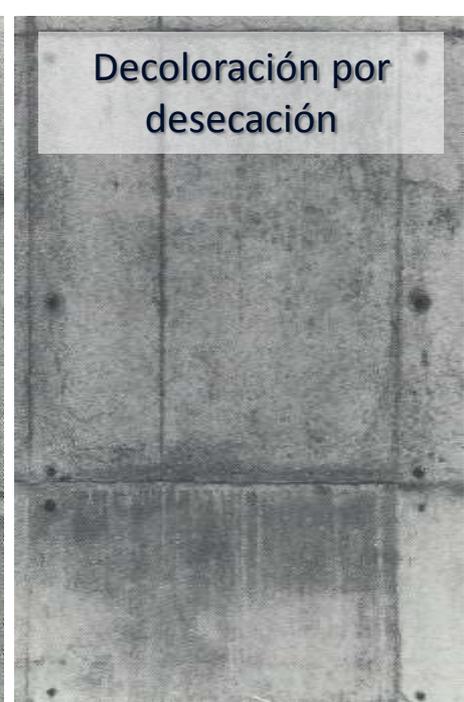
- En **acabados finos** (encofrado o moldeo) el color lo define la pasta de cemento: **fracción fina del árido** (<0,63 mm) **y cemento**
- En dichas superficies el color del **árido grueso** no es importante, pero cuidado con las **transparencias**
- Aumentar el **contenido de arena** puede reducir variaciones de color
- **Limitar impurezas:** compuestos de hierro, arcilla, materia orgánica, carbón... No sólo por estética, también por resistencia y durabilidad



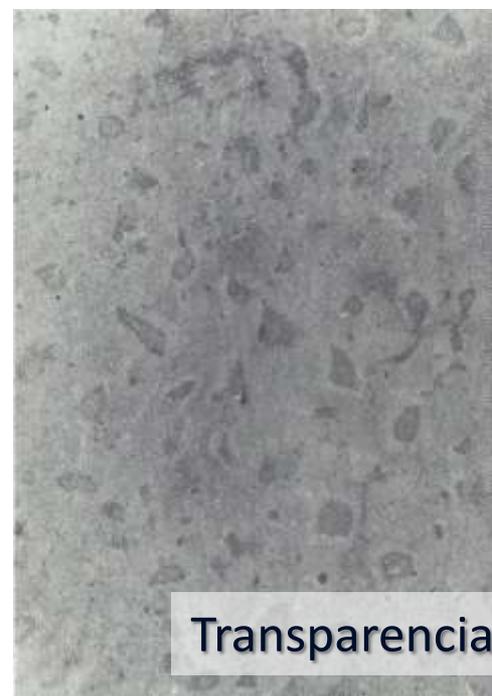
Hormigón blanco con árido grueso oscuro



Decoloración debido a los materiales



Decoloración por desecación



Transparencia de los áridos



Decoloración por presencia de piritas

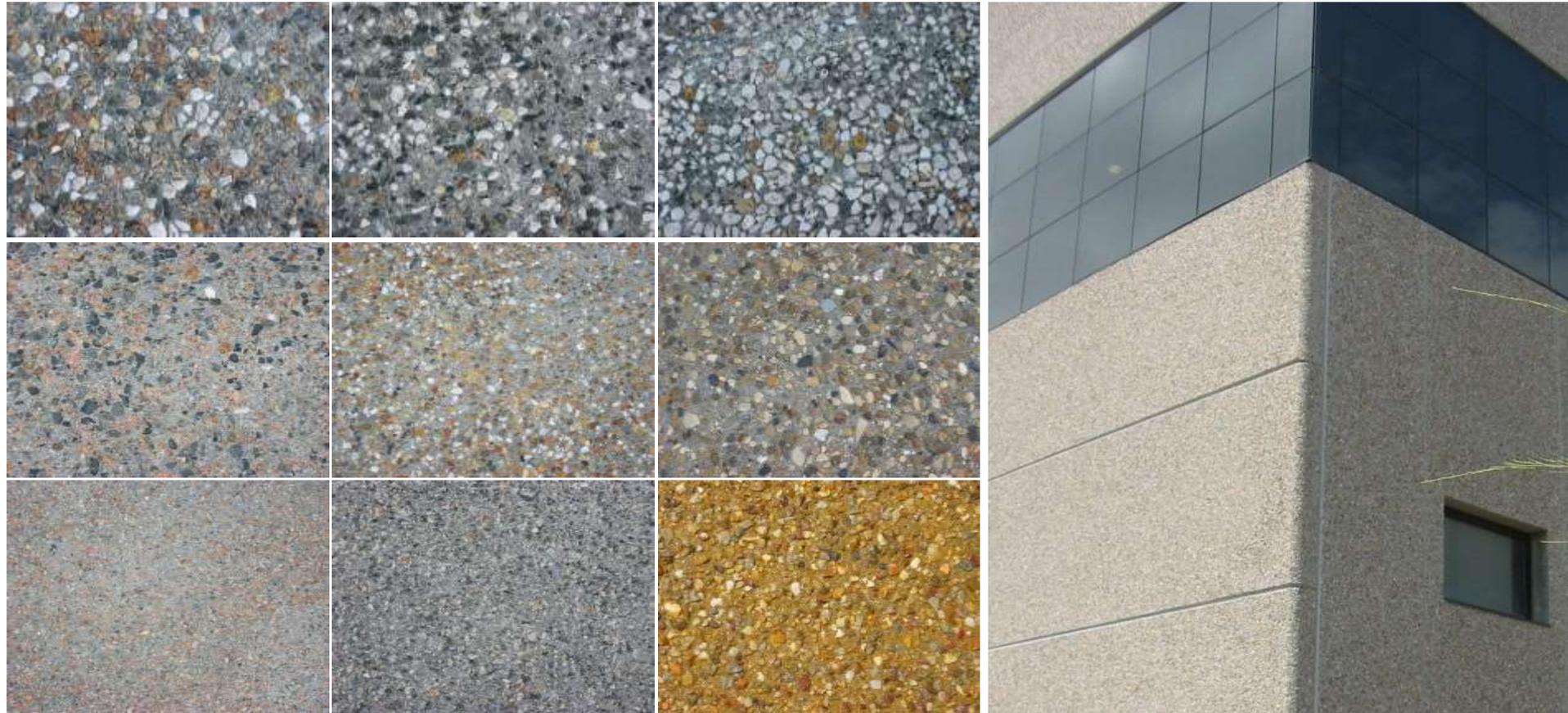


Decoloración por eflorescencias

# Materiales y dosificación

## Áridos

- En superficies tratadas tras el desencofrado o de árido visto, el **color del árido grueso** es importante (superficie superior al 50% del total)



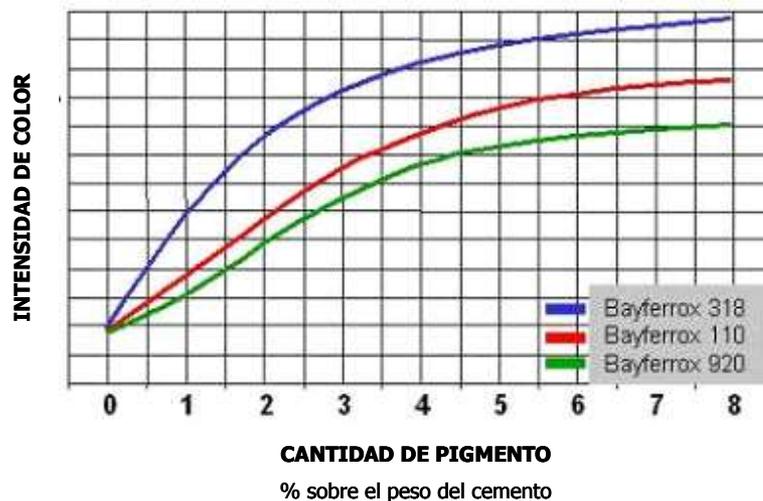


TAMAÑO MAXIMO DEL ARIDO (mm)	DISTANCIA (m)
6 - 13	6 - 9
13 - 25	9 - 23
25 - 50	23 - 38
50 - 75	38 - 53

# Materiales y dosificación

## Pigmentos

- Óxidos metálicos o minerales (naturales o sintéticos)
- Dosificación en peso de cemento: **3 - 8%** hasta un máximo del 10%
- Colores claros: **cemento blanco**



## Pigmentos

- **Inertes:** con los demás componentes del hormigón
- **Indiferencia al medio alcalino:** no debe experimentar cambio en el tinte al contacto con la cal liberada en la hidratación
- **Estabilidad:** resistencia a la acción de la luz y la intemperie
- **Insolubilidad:** elementos solubles susceptibles e florescencias
- **Finura:** próxima o superior al cemento para aumentar poder de coloración
- **Incorporación a la masa:** mezclarse fácilmente con el agua
- **Pureza y neutralidad**
- **Poder de cubrición:** coloración viva para adicionar la menor cantidad



# Ciudad de la Justicia de Barcelona

David Chipperfield y Fermín Vázquez





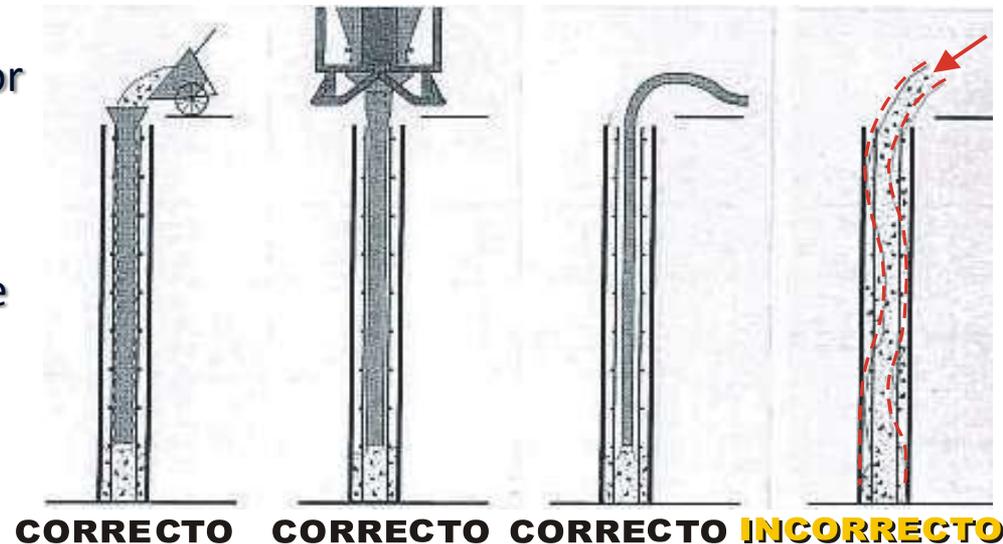
# Fabricación y puesta en obra

## Amasado

- Mantener limpios los equipos (amasadoras, cubas...)
- Tiempos de amasado algo mayores y constantes
- Temperatura del hormigón entre 18°C y 30°C. Si supera los 27°C riesgo de juntas frías: planificar

## Vertido

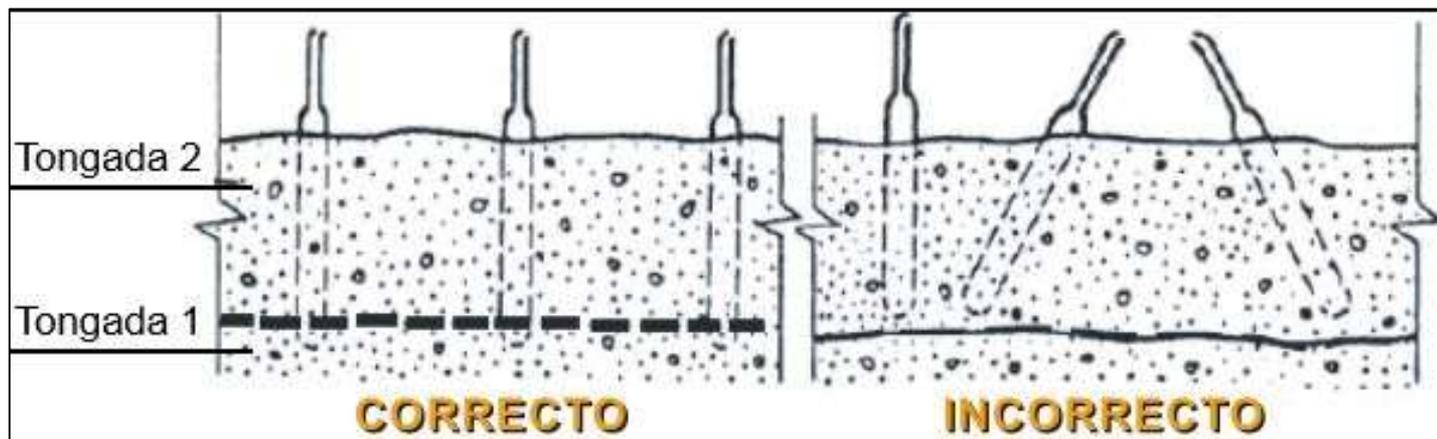
- Tongadas de 15 a 50 cm de espesor y con superficies horizontales
- Evitar las salpicaduras: trompas de elefante, tubos Tremie...



# Fabricación y puesta en obra

## Compactación

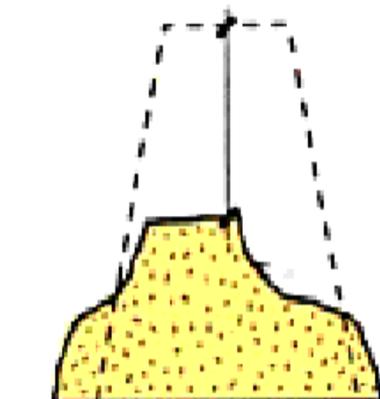
- Inmersión vertical y rápida de la aguja penetrando 15 cm en la tongada inferior
- No vibrar a menos de 7,5 cm de los paramentos
- Técnicas especiales si el espesor es  $< 15$  cm
- Movimiento ascendente-descendente y extracción rápida cuando la inmersión de la aguja sea parcial



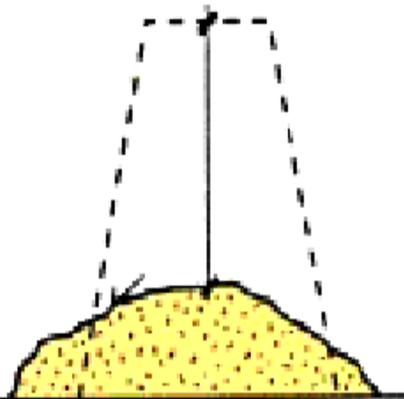
*“Si un trabajo se realiza con facilidad es más probable que se haga bien”*

A mayor trabajabilidad del hormigón menor esfuerzo para extender y compactar bien

FLUIDA  
10 - 15 cm



LIQUIDA  
> 15 cm



AUTOCOMPACTANTE



# Fabricación y puesta en obra

## La EHE-08 lo recomienda para hormigones vistos

- Mayor **facilidad de puesta en obra** con una más rápida colocación
- Reducción del **tiempo de vibrado** para obtener la compactación adecuada
- Menor dependencia entre la **calidad** final y la cualificación de la **mano de obra**
- Mejorar **ergonomía** y **condiciones de trabajo** (lesiones y contaminac. acústica)







Centro Westerdahl. Tenerife

Arq.: Pierre De Meuron y Jacques Herzog



03/04/2005

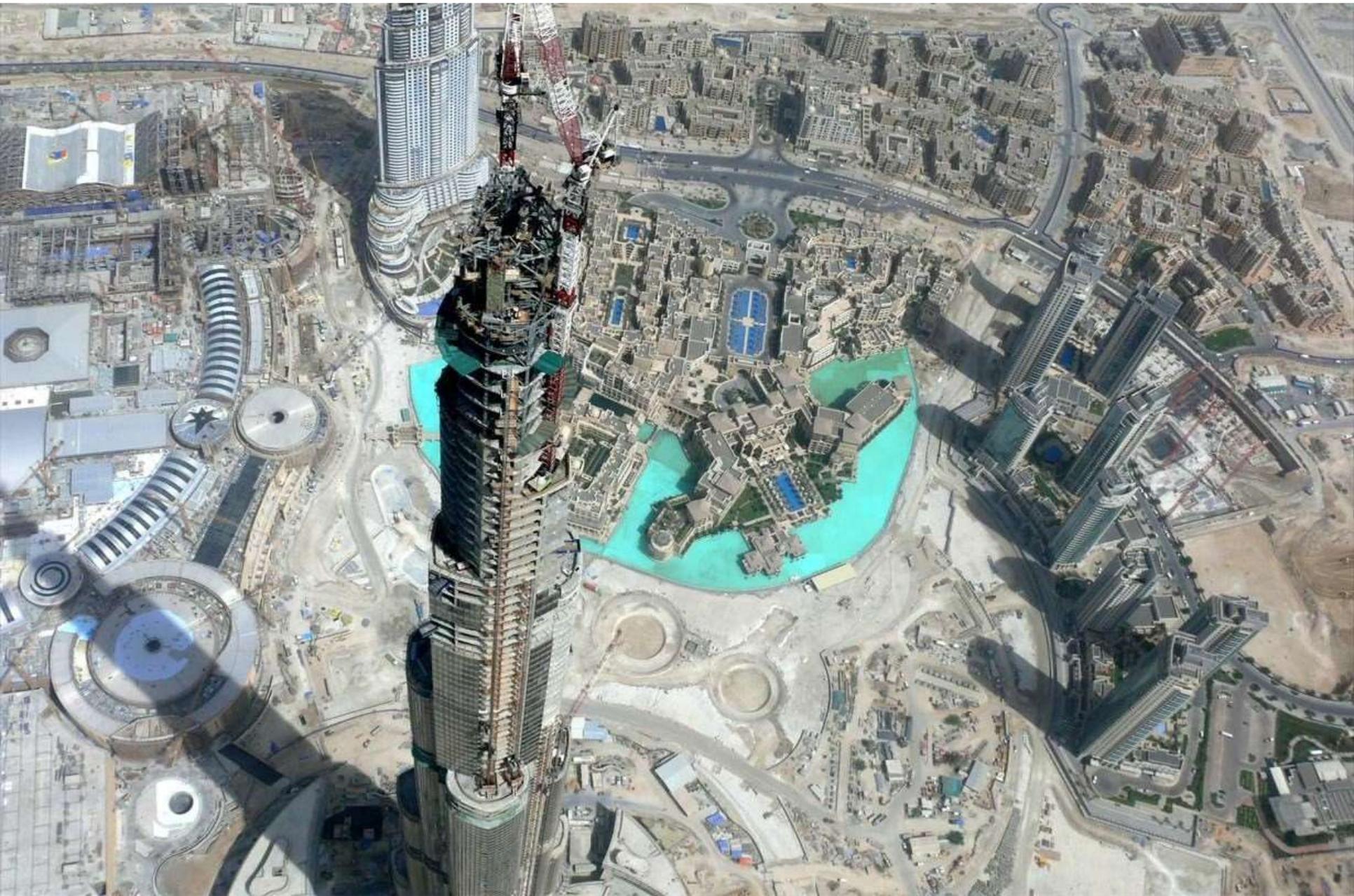
# Fabricación y puesta en obra

*“El **bombeo** de hormigones fluidos, líquidos y HAC es un juego de niños”*



**Burj Khalifa 828 metros (606 m de HA)**



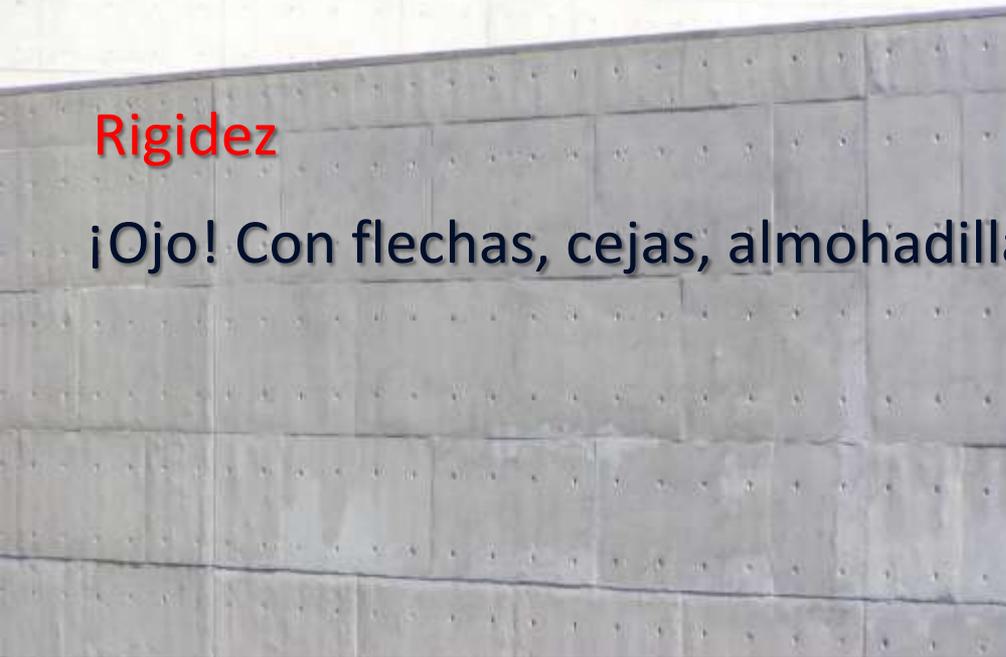


# Encofrados

- Tipo de encofrado, material y diseño
- Condicionantes básicos:
  - ✓ **Geometría:** mayores exigencias en cuanto a tolerancias
  - ✓ **Rigidez:** limitar deformaciones
  - ✓ **Resistencia:** la presión depende de la velocidad de hormigonado y de la docilidad
  - ✓ **Estanqueidad:** evitar pérdida de lechada
  - ✓ **Limpieza**
  - ✓ **Coste¿?**
- Empleo de desencofrantes apropiados

## Rigidez

¡Ojo! Con flechas, cejas, almohadillamientos y otras deformaciones

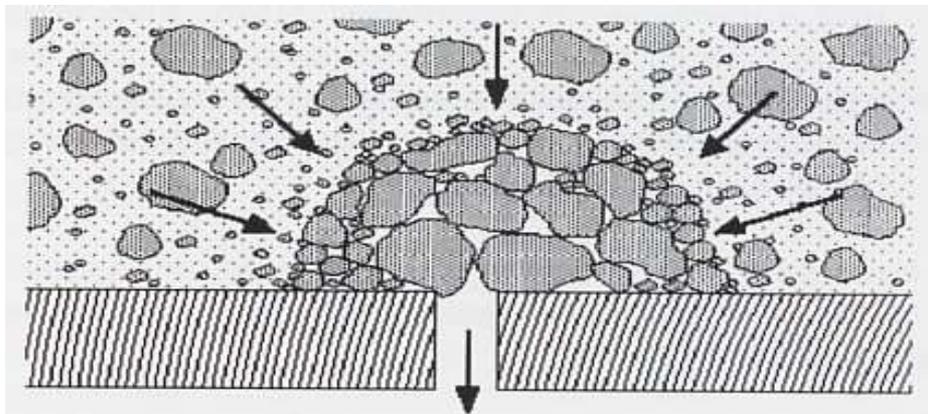
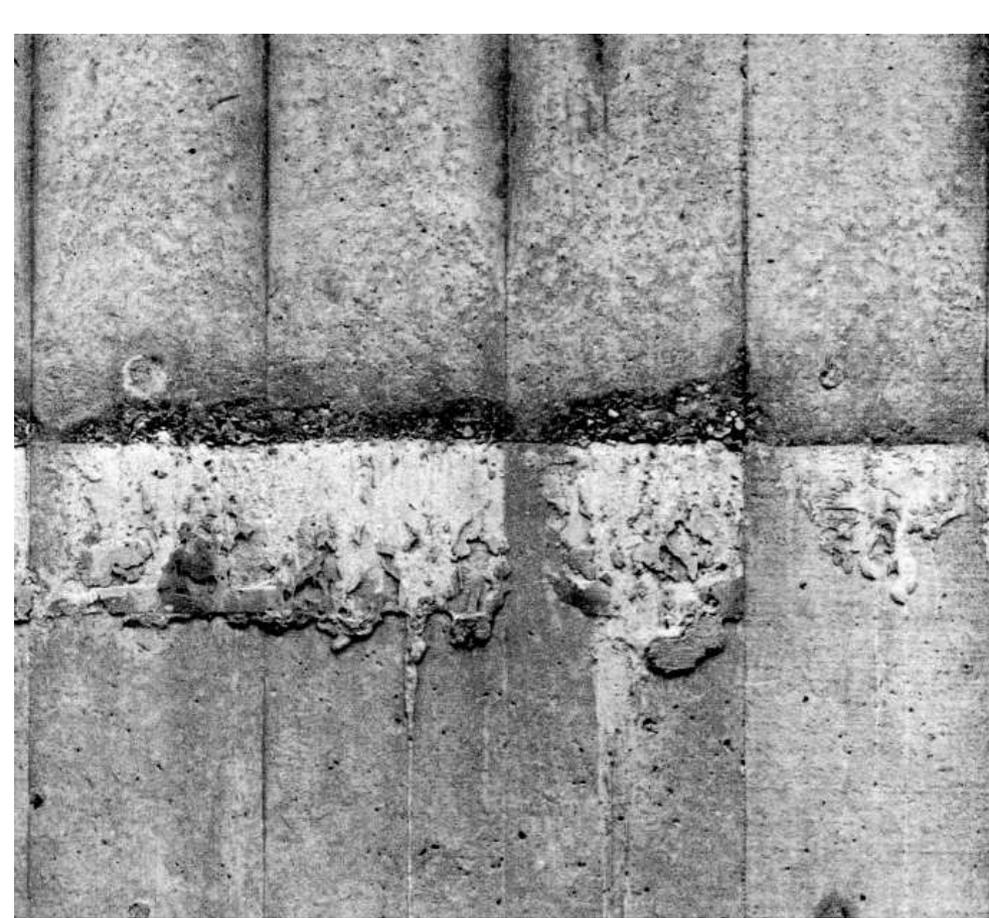


*“Encofrados nuevos o con pocas puestas”*





Resistencia y estanqueidad



# Encofrados

## Tipos de encofrados:

- Madera
- Acero
- Con revestimiento interior absorbente
- Con revestimiento interior de plástico o caucho
- Rugosos
- ...

La **absorción de agua** afecta a:

- ✓ Color de la superficie: a  $\uparrow$  absorción  $\downarrow$  A/C  $\longrightarrow$  colores más oscuros
- ✓ Uniformidad del color
- ✓ Aparición de burbujas

# Encofrados

## Madera:

- Tabla, tablancillo o tablón
- Contrachapado
- Residuos reciclados de madera
- Tableros de aglomerado
- Tableros laminados
- Tableros de fibras de madera

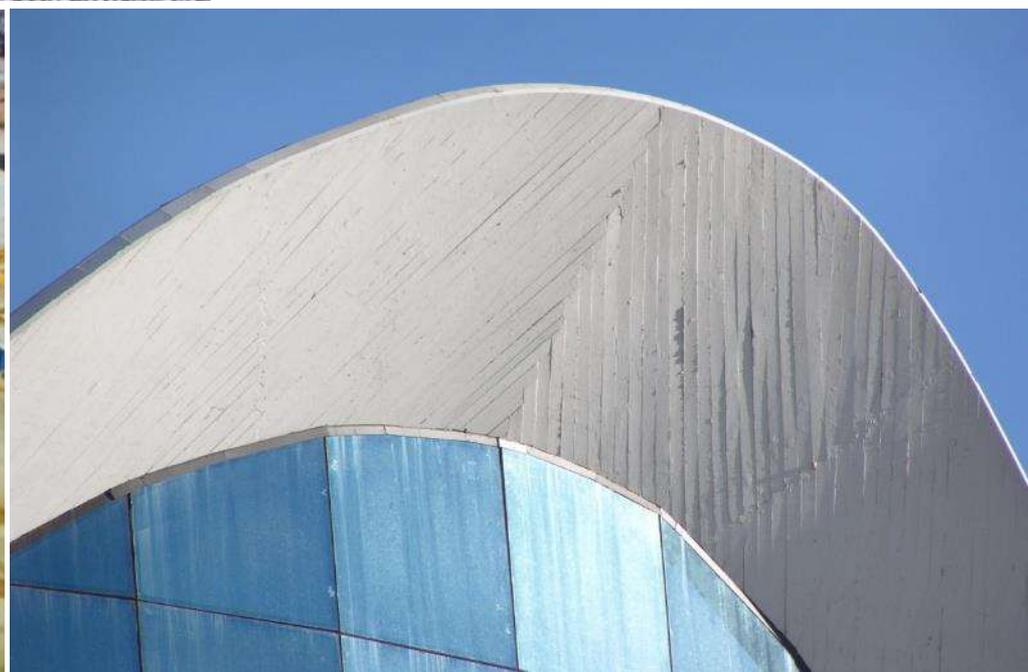
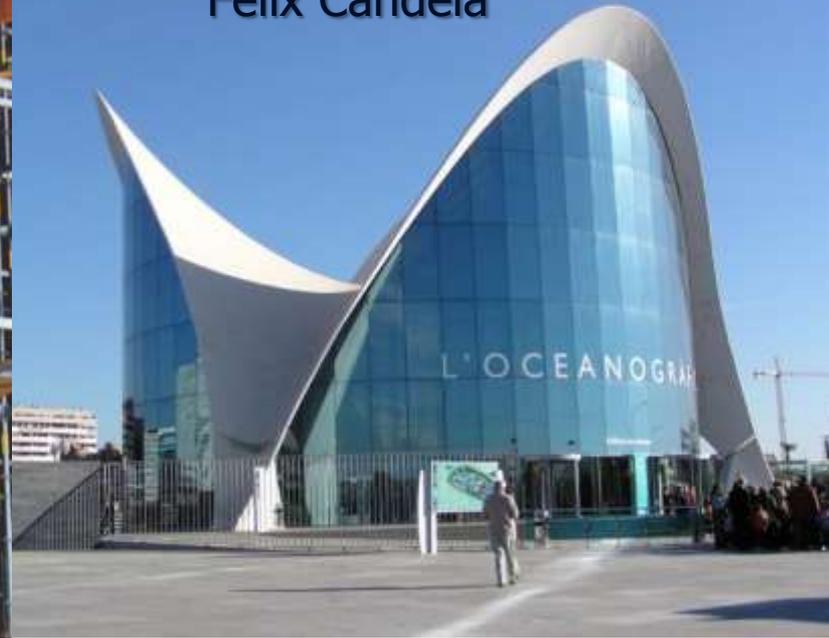


- ✓ La absorción afecta al color: utilizar **maderas de la misma procedencia** para mantener la uniformidad de color
- ✓ Antes de aplicar el producto de desmoldeo se recomienda **humedecer los encofrados** para evitar una absorción excesiva de agua

Aeropuerto de Los Rodeos (Tenerife)



Cubiertas de L' Oceanogràfic  
Félix Candela



Paseo Marítimo de Benidorm  
Carlos Ferrater





Paseo Marítimo de Benidorm

Carlos Ferrater



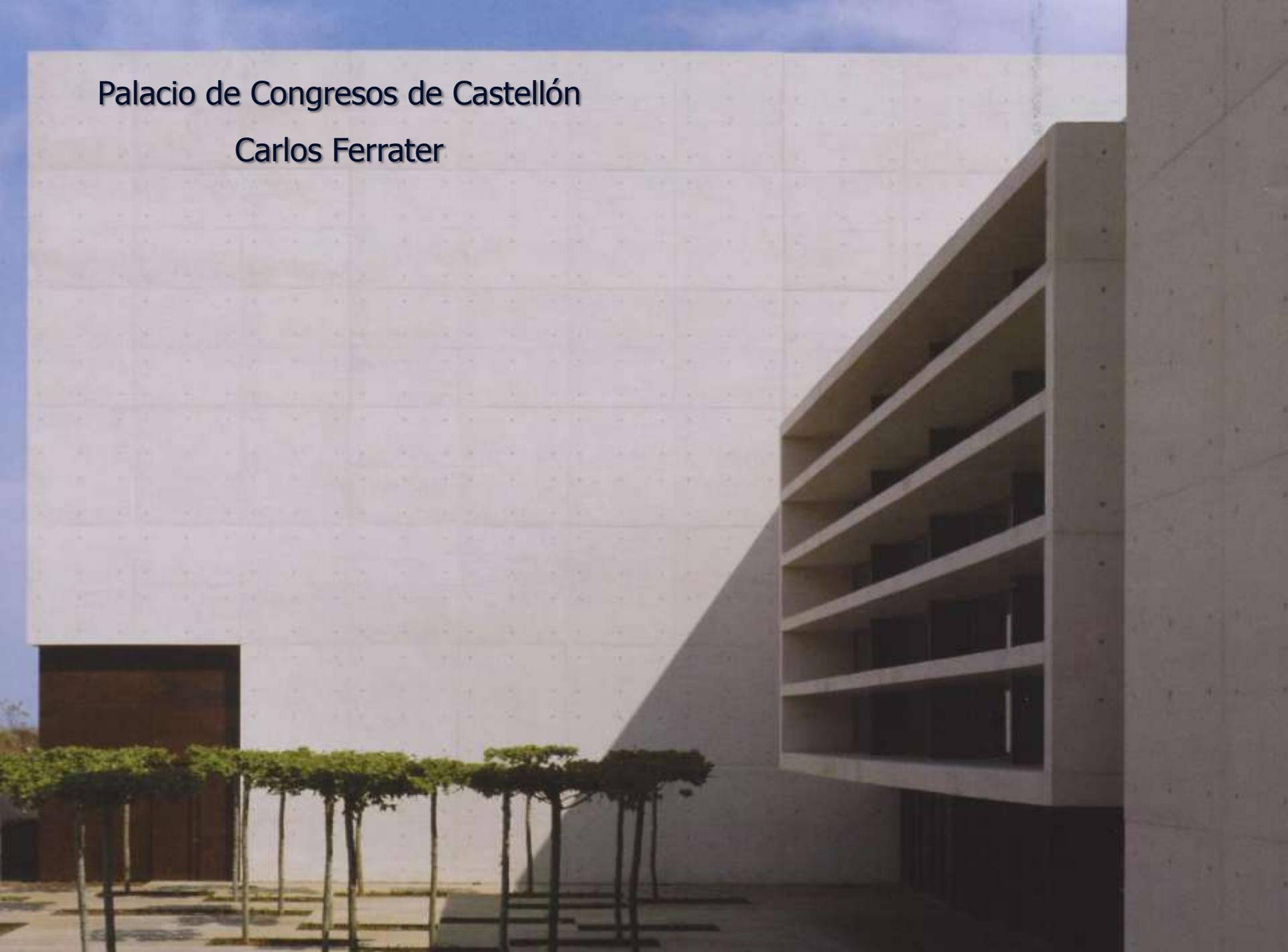
Paseo Marítimo de Benidorm  
Carlos Ferrater

Palacio de Congresos de Barcelona  
Carlos Ferrater



Palacio de Congresos de Castellón

Carlos Ferrater



# Iglesia de San Jorge. Pamplona



Iglesia de San Jorge. Pamplona



# Encofrados

## Acero:

- Evita el grano de la madera y es **poco absorbente**: coqueras superficiales, aunque con **buena uniformidad de color**
- La aparición de burbujas disminuye mediante **vibrado del propio encofrado**
- Se puede producir fisuración superficial en forma de red debida a la mayor contracción de la superficie del hormigón, al ser este encofrado mal aislante





# Encofrados

## Aluminio:



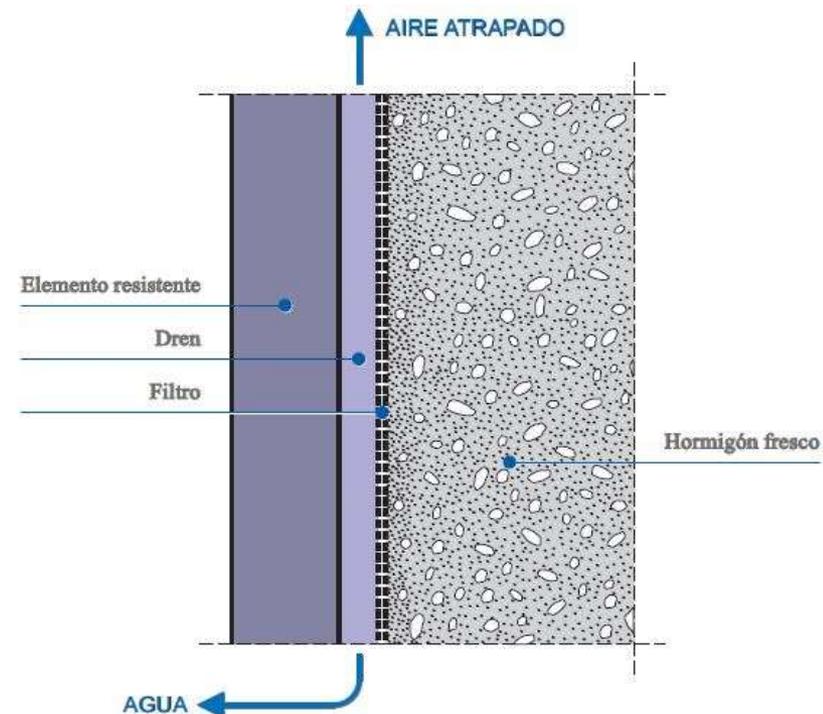
# Encofrados

## Con revestimiento interior absorbente:

- Láminas de **permeabilidad controlada** (Controlled Permeability Formwork)
- Número elevado de **poros permeables al aire y al agua**: superficies de hormigón libres de burbujas
- **A/C muy baja en la superficie**: mayor resistencia y durabilidad

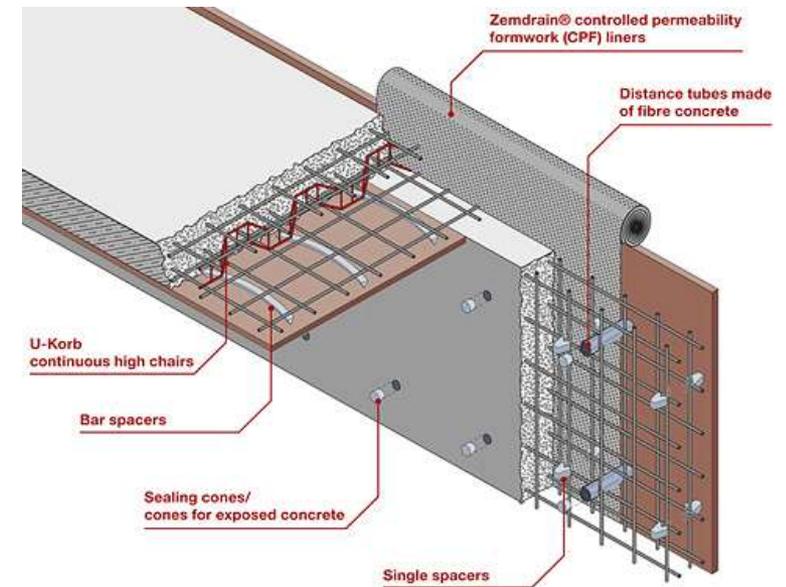


Zemdrain® controlled permeability formliner



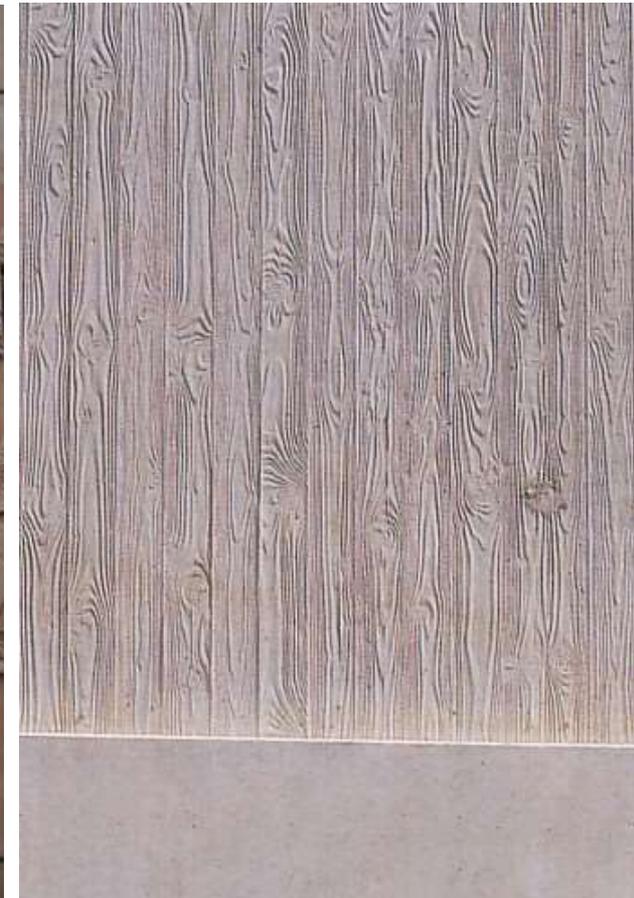
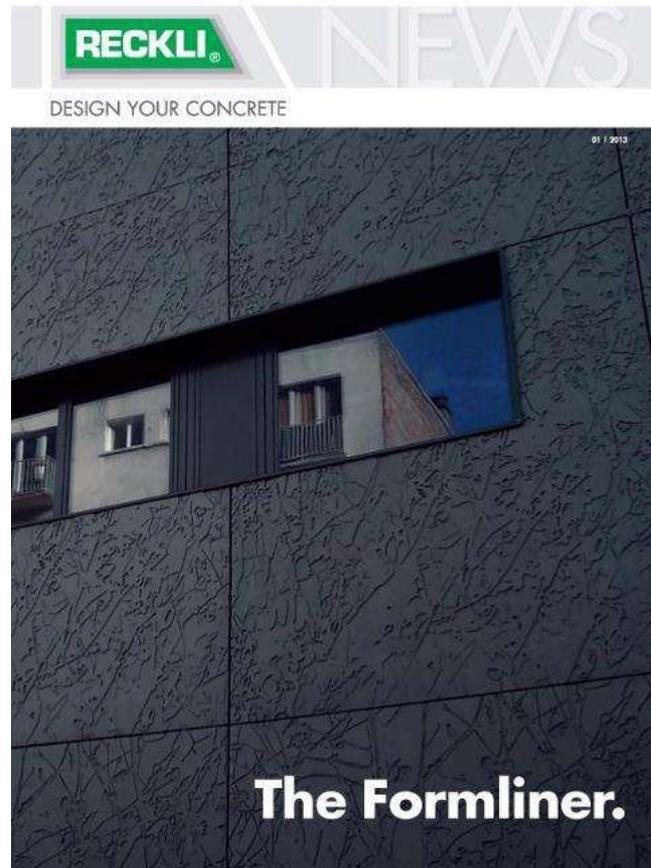
# Encofrados

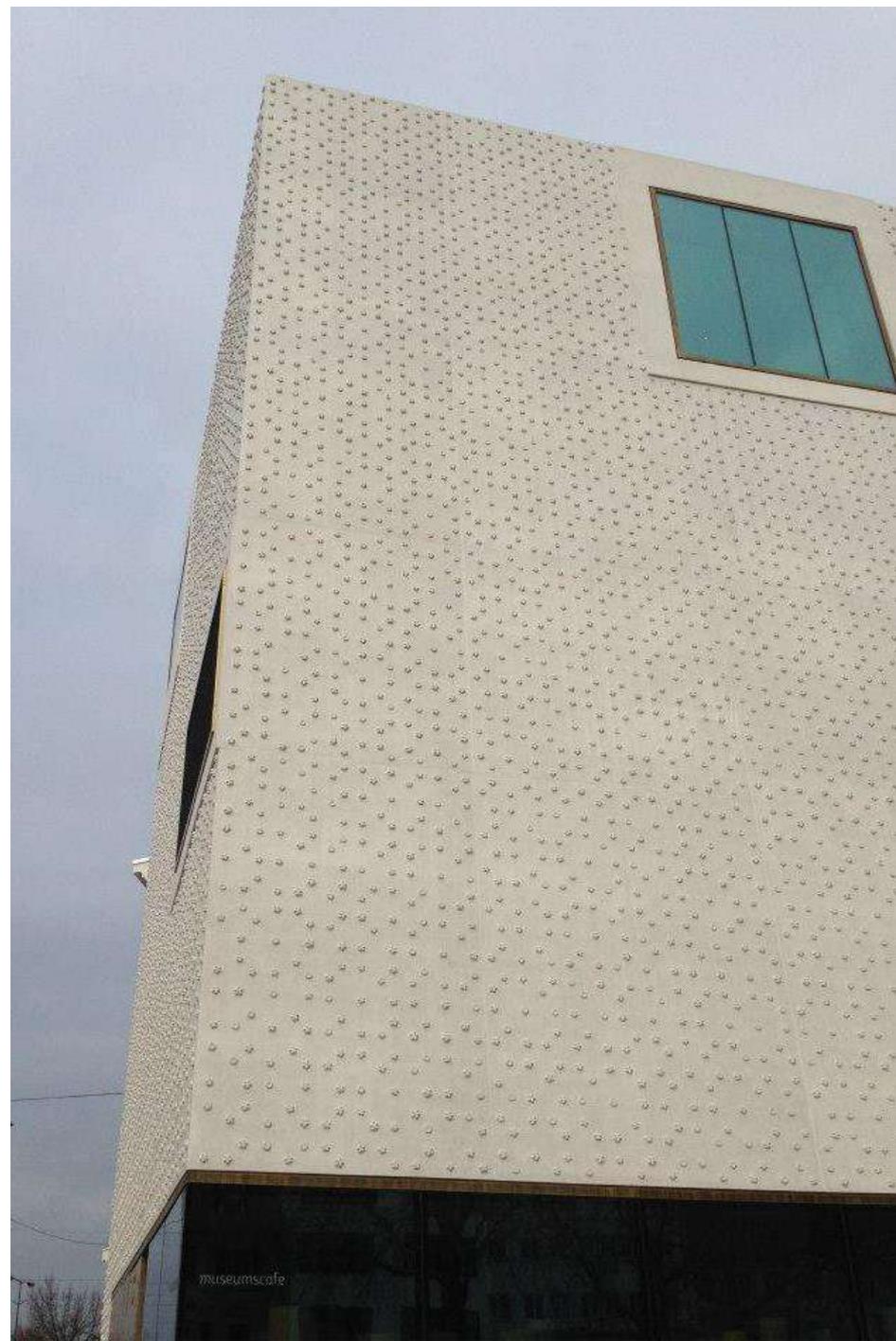
Con revestimiento interior absorbente: Láminas de permeabilidad controlada



## Con revestimiento interior de plástico o caucho:

- Permiten la obtención de texturas mediante la inserción de un negativo





Paramentos texturizados, rugosos...



Paramentos texturizados, rugosos...



# Paramentos texturizados, rugosos...



## Productos desencofrantes

- Se aplican para evitar la adherencia entre el hormigón y el encofrado
- Su adecuada aplicación influye en la calidad superficial del hormigón
- Su aplicación se debe hacer de manera fácil y en imprimaciones uniformemente delgadas
- Seguir las recomendaciones del fabricante: tiempos, dotación...
- ¡¡¡No utilizar gasoil, ni otros productos a mano!!!
- No deben producir huecos o variaciones en el color del hormigón





# Tratamientos superficiales

## Superficies tratadas:

- Supresión de mortero de la capa superficial:
  - ✓ Por denudado químico
  - ✓ Por cepillado y lavado
  - ✓ Con lanza de agua
  - ✓ Con chorro abrasivo
- Tratamientos mecánicos de las superficies: manual o con herramientas neumáticas
- Fractura de nervaduras
- Esmerilado, pulido y abrillantado
- Estampado
- Engravillado



# Tratamiento por chorro abrasivo



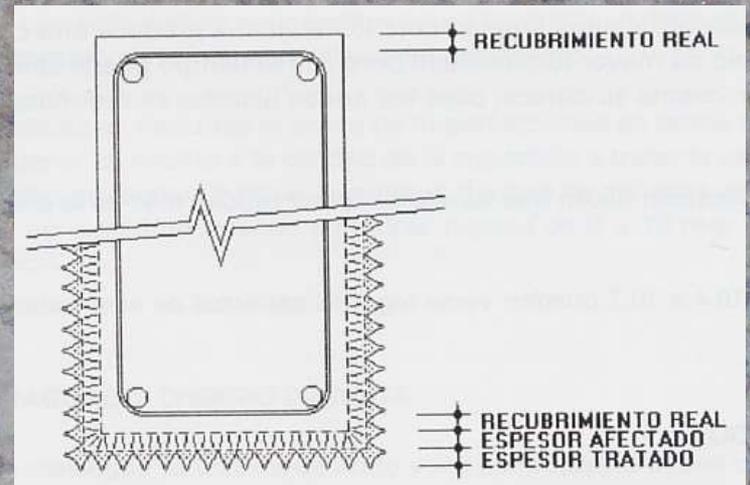
Tratamiento por chorro abrasivo



# Tratamiento por chorro abrasivo



# Tratamiento por abujardado





# Fractura de nervaduras



# Fractura de nervaduras





## Paramentos fotograbados

- Generalmente en prefabricados
- Se reproduce una imagen con desactivante sobre lámina plástica (técnica "punto por punto")



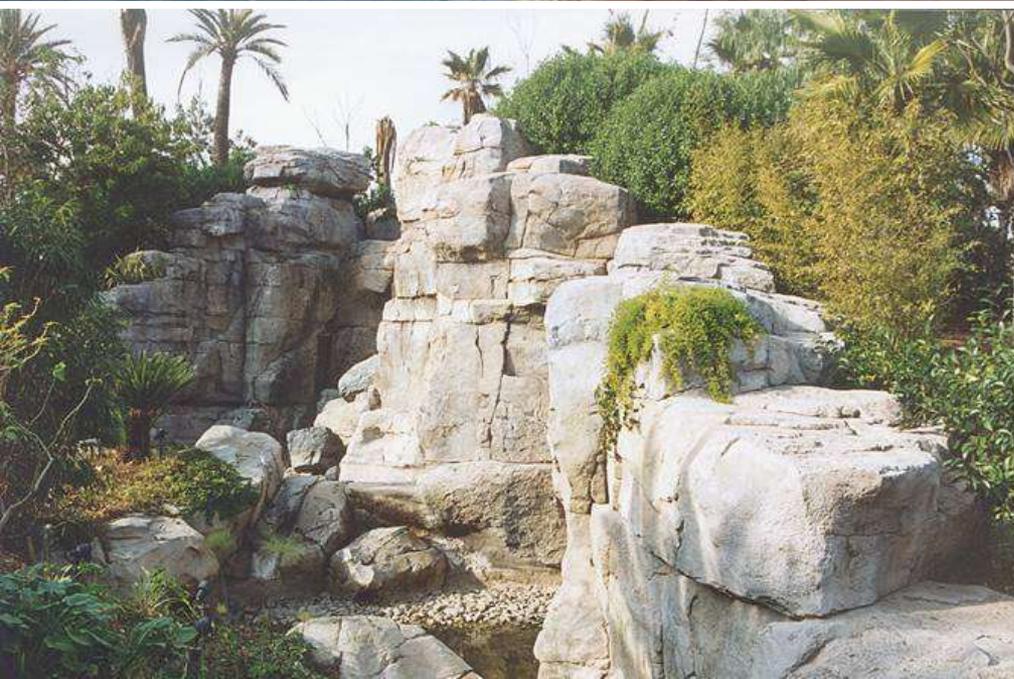
# Paramentos fotograbados







Tematización







**Escofet®**









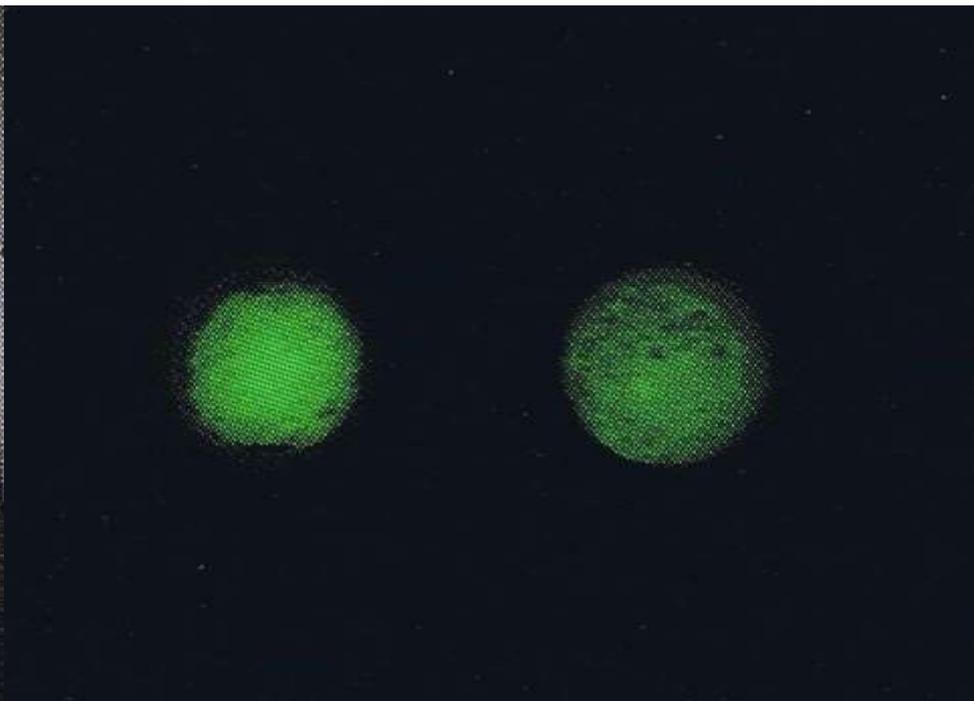
# Conclusiones

- Un hormigón visto no es lo mismo que un HC
- Extremar el **cuidado** de todas las variables:
  - ✓ Materiales básicos
  - ✓ Fabricación, transporte y ejecución
  - ✓ Encofrados y desencofrante
  - ✓ Diseño previo
  - ✓ Desencofrado y curado
- El **coste** no puede ser el mismo que el de un HC
- No es un hormigón **“muy especial”** ...



**Innovación**  
**Hormigón traslúcido**

# Hormigón fotoluminiscente



# Hormigón desactivado fotoluminiscente





Hormigón magnético

# EL HORMIGÓN ES EL MATERIAL DE LAS NUEVAS CATEDRALES



La iglesia del Jubileo (Roma) 1998 - 2003

Richard Meier





# GRACIAS

**Rafael Rueda Arriete**  
**Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos**  
**Director de IECA Tecnología Zona Levante**