



MORTEROS DE ULTRA ALTA RESISTENCIA PARA PREFABRICADOS ULTRACOMPACTOS

ANQUE 14 de Noviembre 2019

HEIDELBERGCEMENT
HISPANIA

Resistencia, durabilidad, seguridad, soluciones ...



March 2018
3 - Group Communication & IR



HEIDELBERGCEMENT

HEIDELBERGCEMENT
HISPANIA

HORMIGÓN: fabricado con mortero de ultra altas prestaciones con fibras

PREFABRICADO ULTRA-COMPACTO: Elemento prefabricado con un hormigón con prestaciones mecánicas a compresión y tracción elevadas, alta compacidad y armado con fibras para eliminar o reducir la cuantía de armado metálico convencional.

↑↑ Cemento

↓↓ Agua

Áridos

↑ Aditivos

↑ Adiciones reactivas

↑↑ Fibras

FALLOS EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO

	en Número	en Coste
Proyecto	37	43
Ejecución	51	43
Materiales inadecuados	4,5	6
Uso y mantenimiento	7,5	8

Fuente: Bureau Veritas. Francia 1978



HEIDELBERGCEMENT
HISPANIA

MEJORA DE LA HOMOGGEIDAD

Naturaleza heterogénea del hormigón:

- Geométrica, con partículas y áridos de diversos tamaños
- Mecánica, con diferente comportamiento entre los áridos y la pasta de cemento.
- Química.

Mejora de la homogeneidad se consigue:

- Limitando el tamaño del árido utilizado y su dosificación
- Mejorando características de la pasta, módulos de Young cercanos al esqueleto granular del árido.
- Aditivos

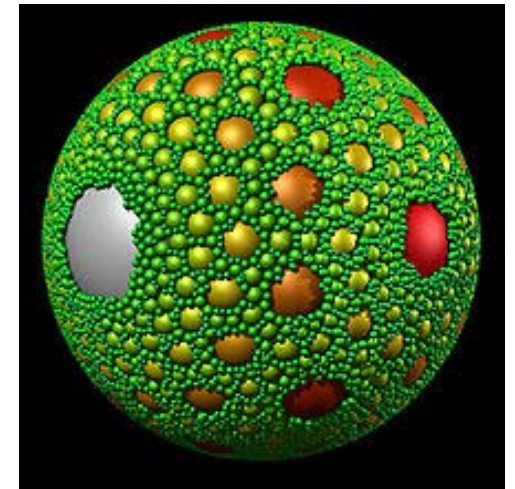
MEJORA DE LA COMPACIDAD

Optimización del empaquetamiento:

- ARIDOS: Buena separación y mezcla de partículas finas. Baja tendencia a la floculación de dichas partículas
- Distinta naturaleza: S/L, P/Ap,

Condiciones de mezclado:

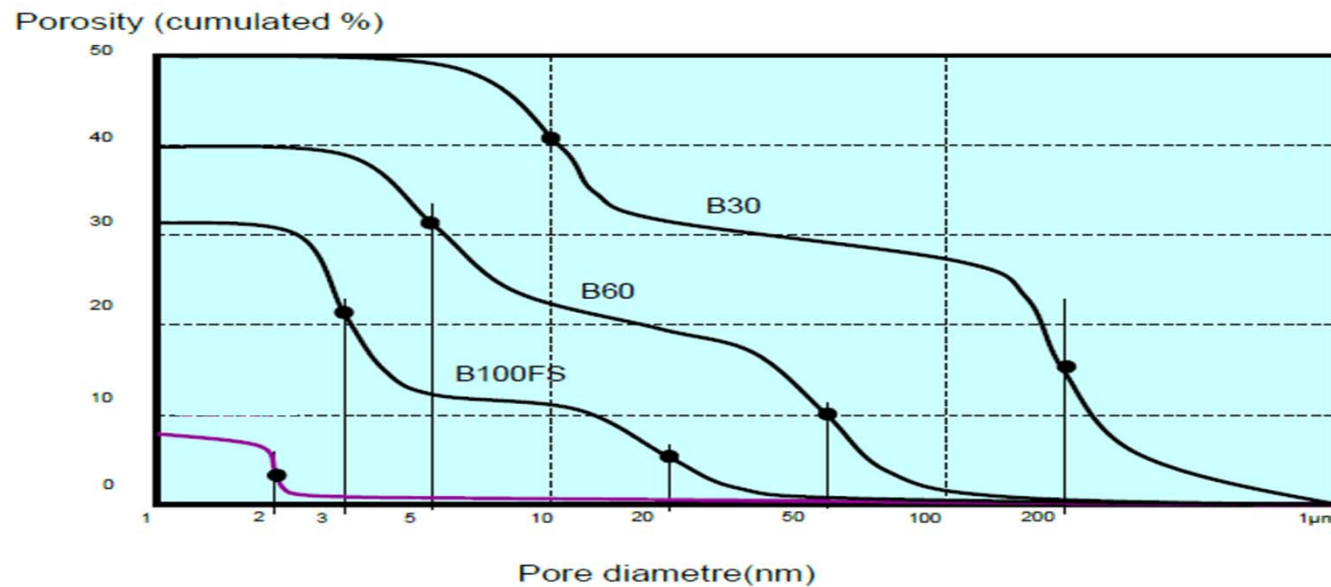
- Baja relación agua/cemento
- Uso de superplastificantes y otros aditivos
- Mayor energía de mezclado



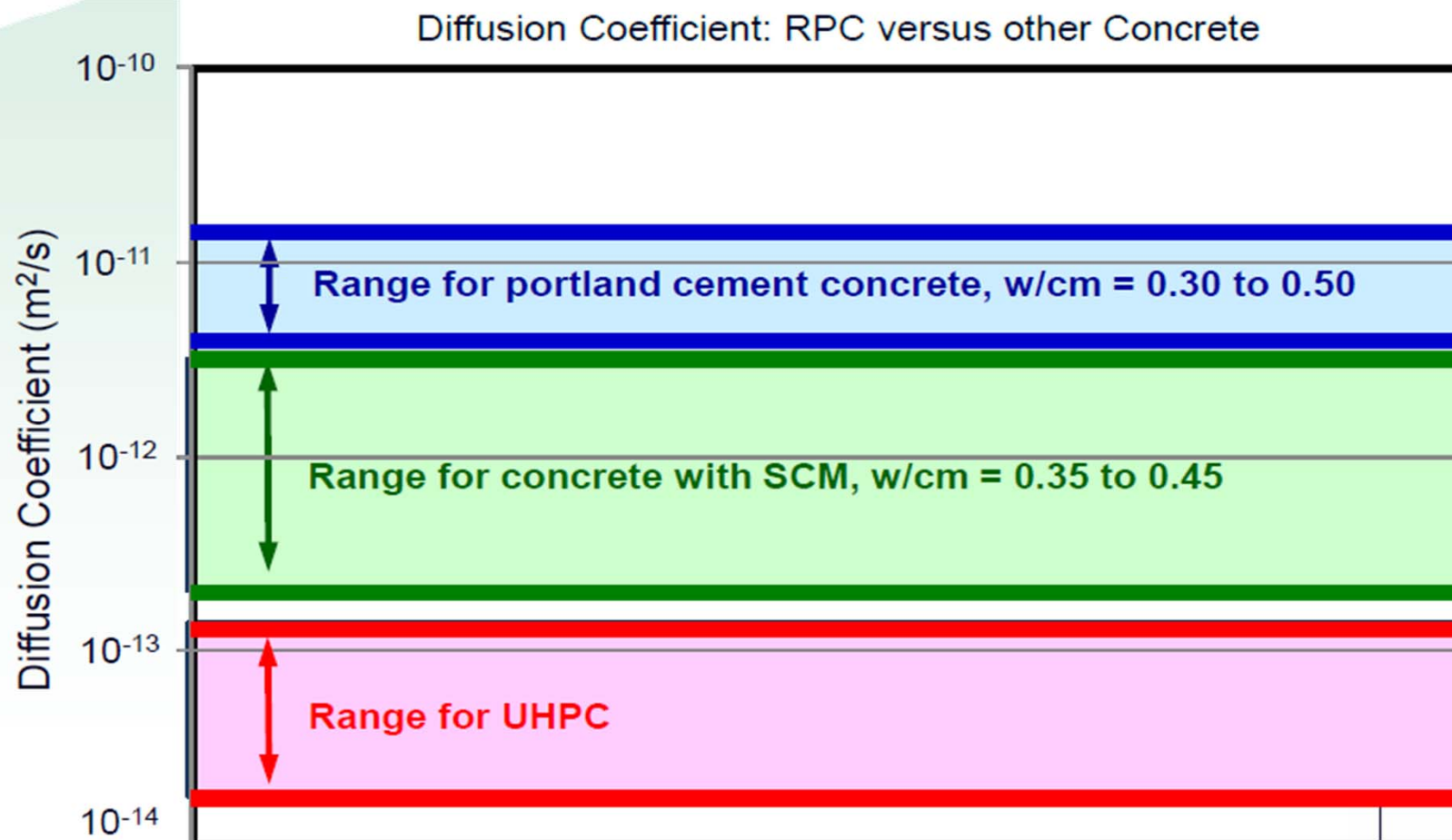
HEIDELBERGCEMENT
HISPANIA

MAYOR DURABILIDAD DE LA MATRIZ => DURABILIDAD DEL ELEMENTO

MENOR NÚMERO Y TAMAÑO DE LOS POROS



MAYOR NÚMERO DE POROS NO COMUNICADOS. INTERRUPIR LA RED CAPILAR

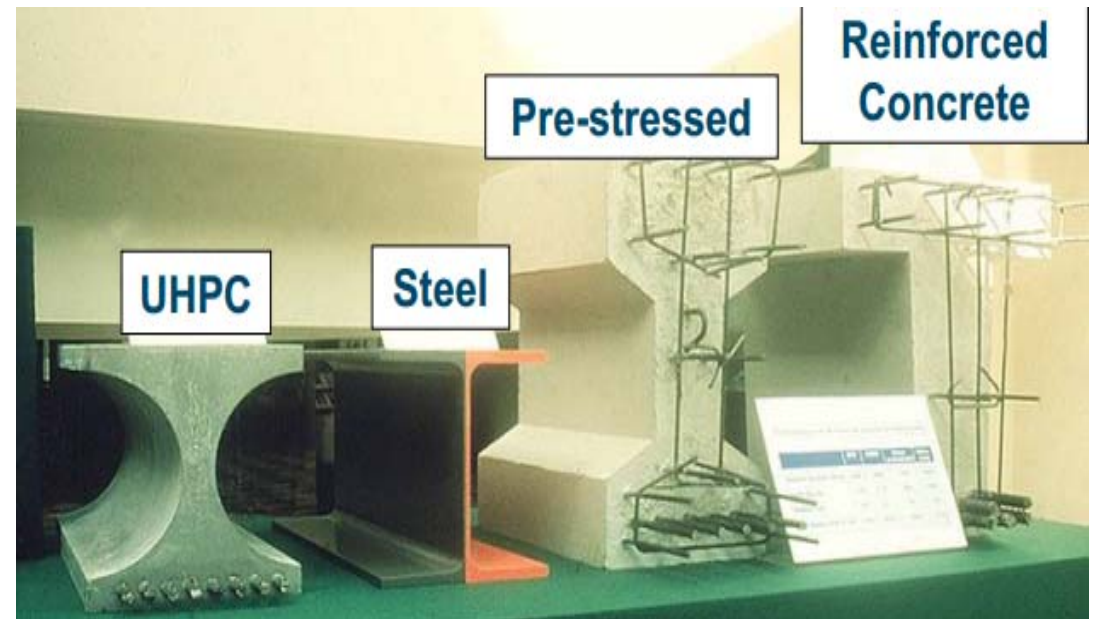


MACRO Y MICRO FIBRAS POLIMÉRICAS

Las micro fibras se utilizan para el control de la fisuración con el objetivo de mejorar la durabilidad (pueden tener otras prestaciones como es la mejora de la resistencia al fuego)



Las macro fibras estructurales mejoran comportamientos mecánicos del hormigón: Incrementan la absorción de energía y la resistencia a tracción, aportando resistencias residuales a flexotracción



HEIDELBERGCEMENT
HISPANIA

Hormigón UHPC

Hormigón Convencional

Densidad (UNE EN 12350-6)	2270±100 kg/m ³
Resistencia a flexión (UNE EN 196-1)	>10 MPa
Resistencia a compresión (UNE EN 196-1)	>115 MPa
Módulo de Young (*)	>38 GPa
Retracción (NF P 15-433)	~ 1 mm/m
Hielo-deshielo(NF P 18-425)	Conforme
Resistencia al agrietamiento (XP P18-420)	Conforme

HA-25

< 4 MPa

25 MPa

28 GPa

VENTAJAS

- **CONSISTENCIA FLUIDA**
Adaptabilidad a todo tipo de formas estructurales.
- **ALTA RESISTENCIA A FLEXIÓN Y TRACCIÓN**
Elementos muy esbeltos de reducido espesor sin armadura.
- **GRAN DOCILIDAD**
Puesta en obra más sencilla.
- **ALTA RESISTENCIA A COMPRESIÓN**
Estructuras más esbeltas y/o de menor espesor.
- **ALTO MÓDULO DE DEFORMACIÓN LONGITUDINAL**
Menores deformaciones.
- **BAJA POROSIDAD**
Mayor durabilidad.

HEIDELBERGCEMENT
HISPANIA

ELEMENTOS SOMETIDOS A COMPRESIÓN SIMPLE

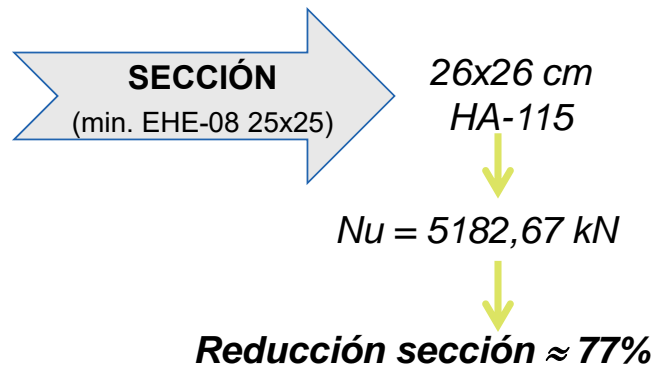
$$N_u = A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd} \rightarrow \text{Sin contar con la armadura} \rightarrow N_u = A_c \cdot f_{cd}$$

DATOS SECCIÓN HA-25	
b (m)	0,55
h (m)	0,55
A_c (m ²)	0,303
f_{cd} (MPa)	16,67
N_u (kN)	5041,67

DATOS SECCIÓN HA-115	
b (m)	0,55
h (m)	0,55
A_c (m ²)	0,303
f_{cd} (MPa)	76,67
N_u (kN)	23191,67

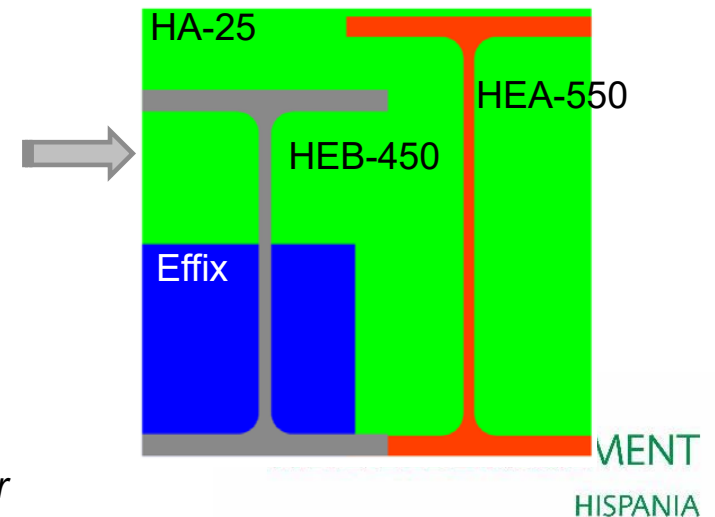
$$N_u = A_s \cdot f_{yd} \rightarrow \text{Sólo acero}$$

PERFIL METÁLICO - HEB-450	
A_s (mm ²)	21797
f_{yd} (MPa)	239,13
N_u (kN)	5212,32
PERFIL METÁLICO - HEA-550	
A_s (mm ²)	21175
f_{yd} (MPa)	239,13
N_u (kN)	5063,58



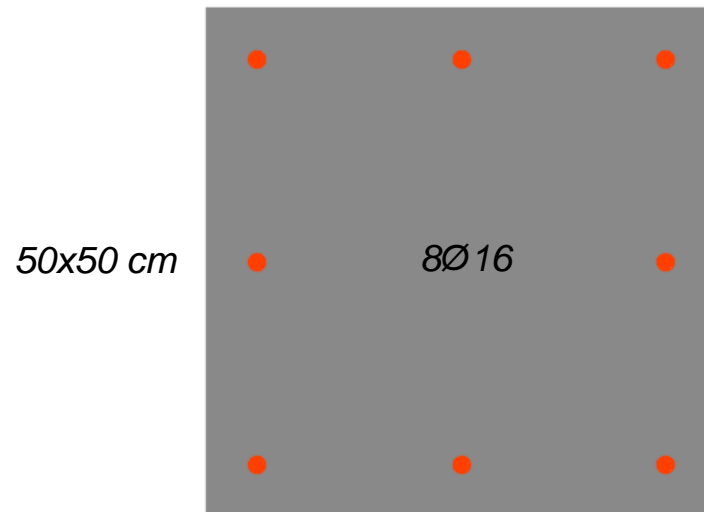
COMPARATIVA 4 SECCIONES (a escala)

PILAR	PESO (kg/m)
HA-25	741,88
EFFIX	165,79
HEB-450	171,00
HEA-550	166,00



Sin efectos de 2º Orden (pandeo,...) Con ellos reducción real algo menor

ELEMENTOS SOMETIDOS A COMPRESIÓN SIMPLE



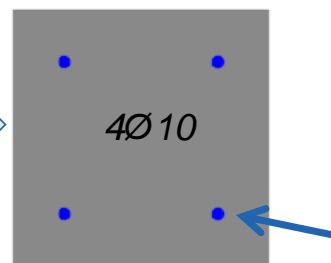
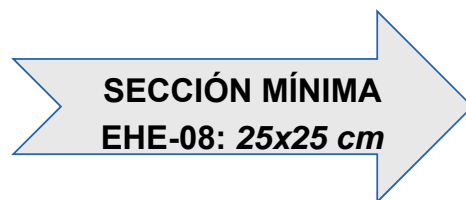
$$N_u = A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd} \text{ con } \alpha_{cc} = 1$$

$$N_u = 4802 \text{ kN (HA-25)}$$

$$N_u = 19802 \text{ kN (HA-115 Effix)}$$

→ Reducción de sección $\approx 75\%$

→ Reducción de armadura $\approx 80\%$



$$N_u = 4913 \text{ kN (HA-115 Effix)}$$

Cuantía mínima
de acero del 0,4%

HEIDELBERGCEMENT
HISPANIA

Hay que tener cuidado con los efectos de 2º Orden. Las piezas se hacen muy esbeltas

CUBIERTA DE LA PARROQUIA ESPÍRITU SANTO EN GRANADA

- PROYECTO ORIGINAL:

- HORMIGÓN:

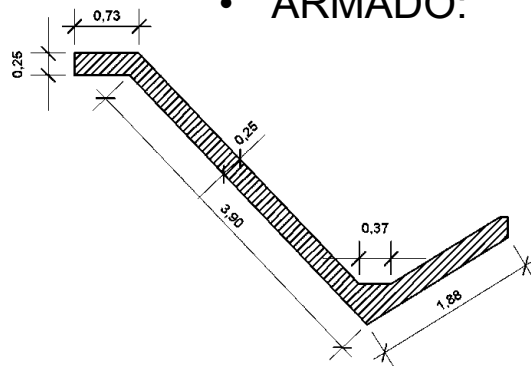
HA-30

- ESPESOR PLACAS:

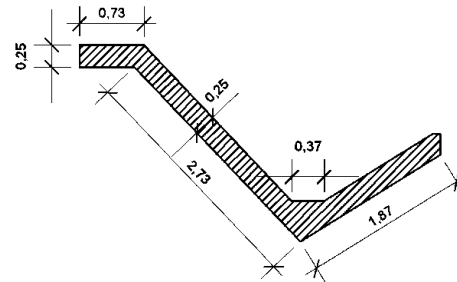
25 cm

- ARMADO:

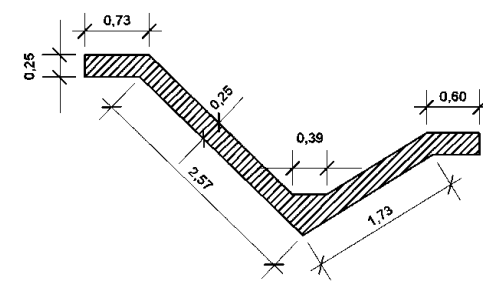
BASE $\phi 16$ c/20 + REFUERZO ($\phi 12$, $\phi 16$ y $\phi 20$)



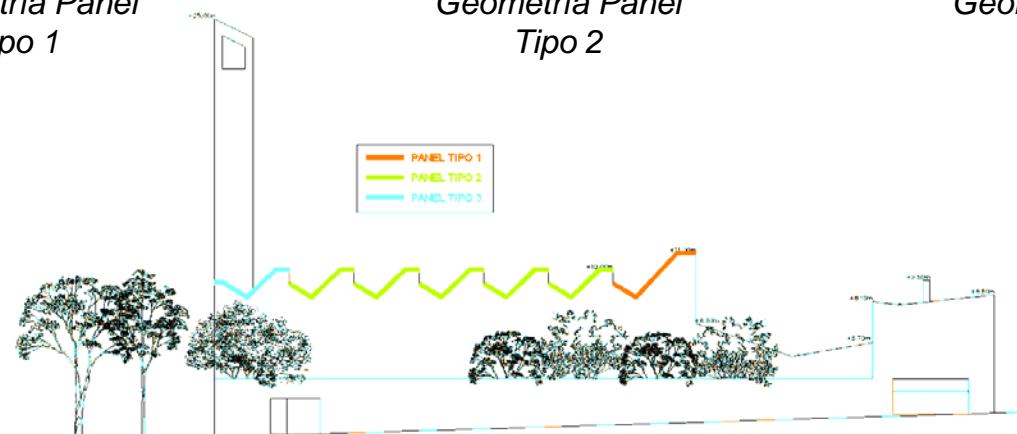
Geometría Panel
Tipo 1



Geometría Panel
Tipo 2



Geometría Panel
Tipo 3

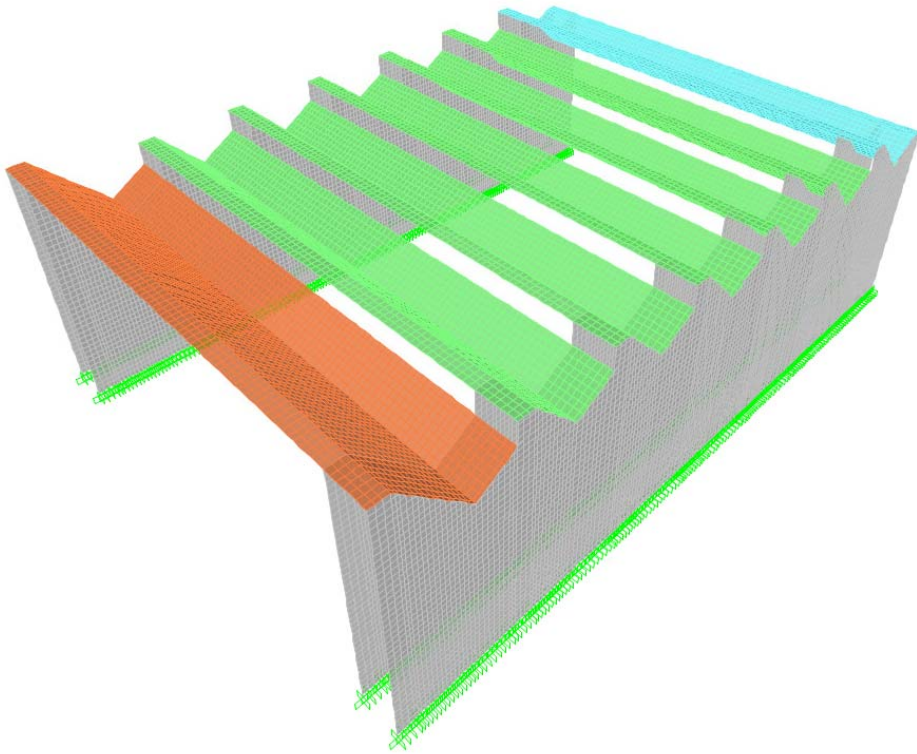


HEIDELBERGCEMENT
HISPANIA

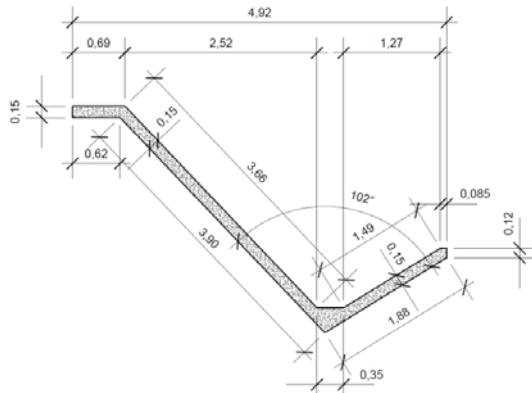
CUBIERTA DE LA PARROQUIA ESPÍRITU SANTO EN GRANADA

- RECÁLULO CUBIERTA:

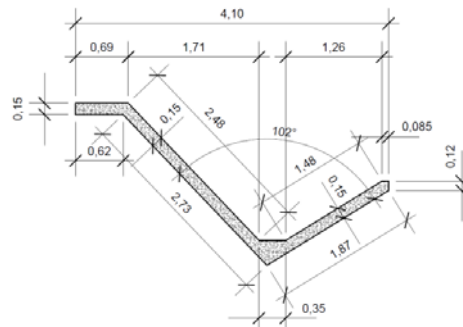
- HORMIGÓN: UHPC ($f_{ck} > 100\text{MPa}$)
- ESPESOR PLACAS: 15 cm
- ARMADO: BASE $\phi 16$ c/20



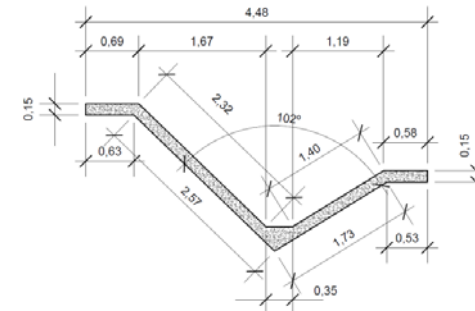
CUBIERTA DE LA PARROQUIA ESPÍRITU SANTO EN GRANADA



Geometría Panel
Tipo 1



Geometría Panel
Tipo 2



Geometría Panel
Tipo 3

REDUCCIÓN PESO DE LA CUBIERTA $\approx 40\%$



ELEMENTOS DE SOPORTE Y
CIMENTACIÓN DE MENORES
DIMENSIONES



REDUCCIÓN DEL COSTE TOTAL

HEIDELBERGCEMENT
HISPANIA

	COMPARATIVA DE PESOS DE CUBIERTAS									
	SOLUCIÓN DE PROYECTO					SOLUCIÓN CON i.design EFFIX ARCA				
	Área Panel (m2)	Longitud panel (m)	Volumen (m3)	Nº Paneles	Peso (tn)	Área Panel (m2)	Longitud panel (m)	Volumen (m3)	Nº Paneles	Peso (tn)
PANEL TIPO 1	1,62	21,60	35,00	1,00	87,51	0,98	21,60	21,19	1,00	52,97
PANEL TIPO 2	1,32	21,60	28,60	5,00	357,51	0,80	21,60	17,34	5,00	216,76
PANEL TIPO 3	1,39	21,60	29,97	1,00	74,93	0,84	21,60	18,14	1,00	45,35
	TOTAL				519,94	TOTAL				315,08

CUBIERTA DE LA PARROQUIA ESPÍRITU SANTO EN GRANADA

ELEMENTOS PREFABRICADOS



MAYOR CONTROL DE EJECUCIÓN

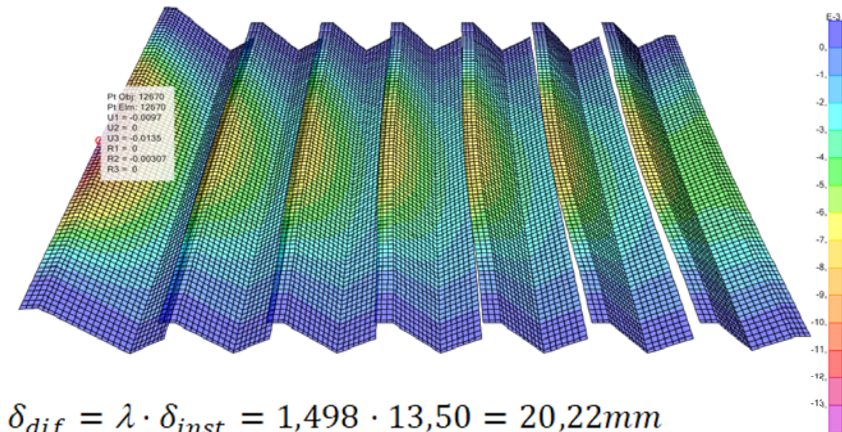


MENOS RECUBRIMIENTO



MAYOR BRAZO MECÁNICO (z)

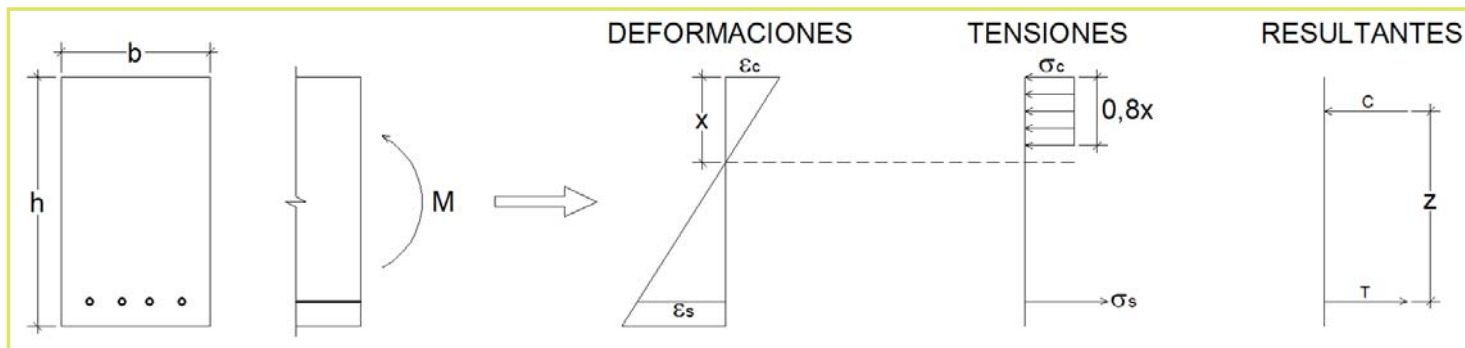
$$\begin{aligned} M_u &= T \cdot z \\ M_u &= C \cdot z \end{aligned}$$



$$\delta_{dif} = \lambda \cdot \delta_{inst} = 1,498 \cdot 13,50 = 20,22mm$$

$$\delta_{m\acute{a}x} = \delta_{inst} + \delta_{dif} = 13,50 + 20,22 = 33,72mm$$

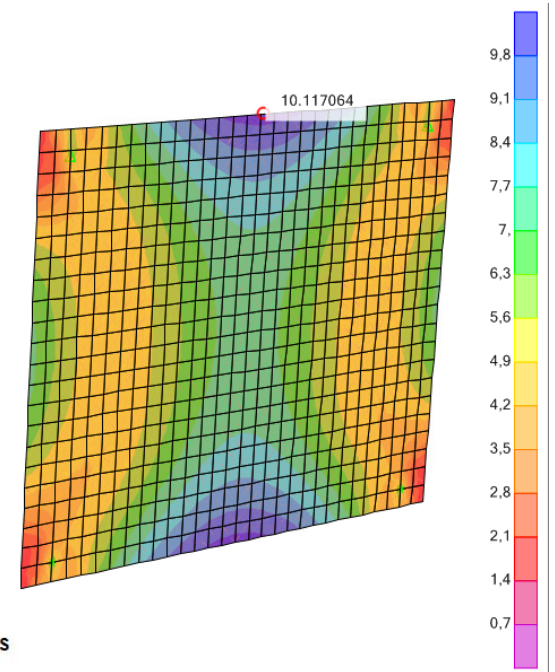
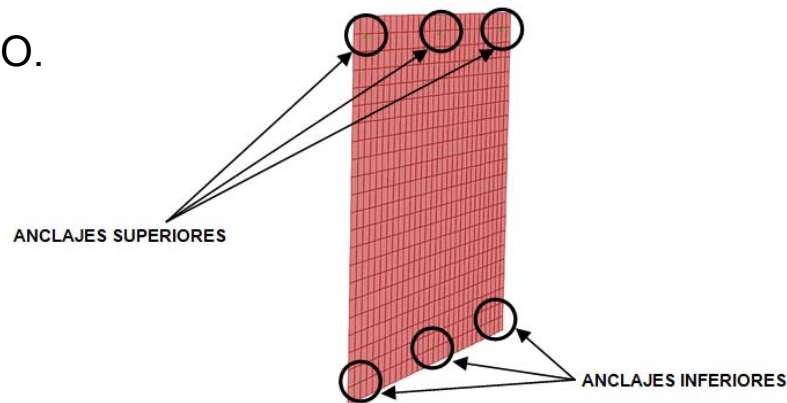
$$\delta_{m\acute{a}x} = 33,72mm \leq \frac{L}{500} = \frac{17900mm}{500} = 35,80mm \rightarrow Cumple$$



HEIDELBERGCEMENT
HISPANIA

PANELES DE CERRAMIENTO DE PASARELAS EN CÁDIZ

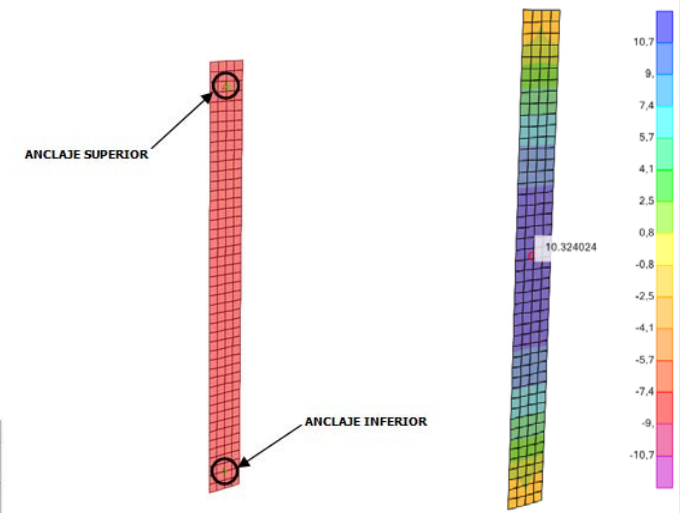
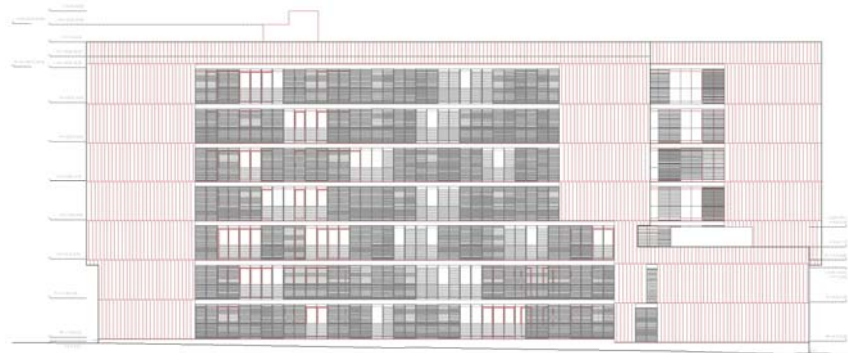
- PANELES PREFABRICADOS DE DIMENSIONES 3,30 x 6,00 m.
- TRES SITUACIONES DE ANÁLISIS:
 1. FASE INICIAL DE IZADO.
 2. FASE INTERMEDIA DE IZADO.
 3. FASE FINAL EN SERVICIO.
- PANELES de **e=4,50 cm.**



VERIFICACIÓN A FLEXO-TRACCIÓN (POSICIÓN FINAL)					
DATOS PANEL			VERIFICACIÓN		
e (m)	I (m ⁴)	y (m)	f _{ct,d,fl} (MPa)	σ _{VM} (MPa)	¿σ _{VM} < f _{ct,d,fl} ?
0,045	7,59375E-06	0,023	10,67	10,11	CUMPLE

PANELES DE FACHADA DE EDIFICIO DE VIVIENDAS EN PALMA DE MALLORCA

- PANELES PREFABRICADOS DE DIMENSIONES 0,30 x 3,50 m.
- TRES SITUACIONES DE ANÁLISIS:
 1. FASE INICIAL DE IZADO.
 2. FASE INTERMEDIA DE IZADO.
 3. FASE FINAL EN SERVICIO.
- PANELES de **e= 3,00 cm.**



VERIFICACIÓN A FLEXO-TRACCIÓN (POSICIÓN FINAL)					
DATOS PANEL			VERIFICACIÓN		
e (m)	I (m ⁴)	y (m)	f _{ct,d,fl} (MPa)	σ _{VM} (MPa)	¿σ _{VM} < f _{ct,d,fl} ?
0,030	0,00000225	0,015	10,67	10,32	CUMPLE

CONCLUSIONES

1. Mejora de las propiedades
2. Reducción de consumo de materias primas
3. Durabilidad del sistema
4. Ahorro de costes

HEIDELBERGCEMENT
HISPANIA