

HORMIGÓN 05

Durabilidad del hormigón I



Universidad Politécnica de Cartagena
Escuela de Ingeniería Técnica Civil
Arquitectura Técnica
Materiales de Construcción II.

Agentes de deterioro

La instrucción establece básicamente dos fuentes de agresión para el hormigón estructural. Una primera, agrupa a los agentes que atacan al hormigón como material, otra a los agentes relacionados con la corrosión de armaduras (EHE, 37^o). Las fuentes de deterioro del hormigón que establece son las siguientes:

EN GENERAL

- Cloruros en el ambiente o en los componentes
- Carbonatación

ARMADURAS ACTIVAS

- Sustancias que catalicen la absorción de hidrógeno
- Incompatibilidad electroquímica
- Protección catódica



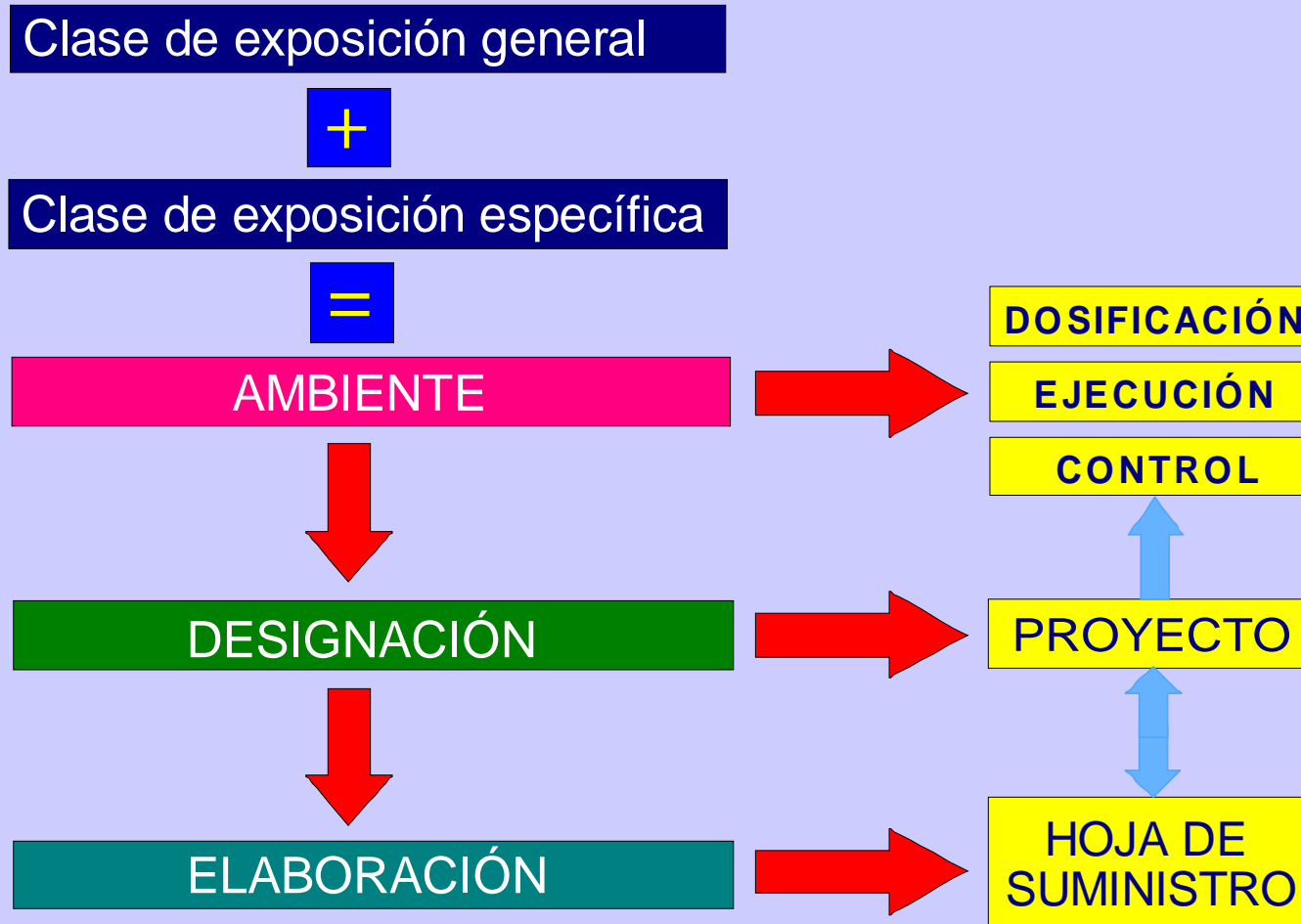






La Instrucción del siglo XXI

Estrategia para la Durabilidad





La Instrucción del siglo XXI ESTRATEGIA

Ante la duda...

¡NO!



25 N/mm²

¡SI!



La Instrucción del siglo XXI

ESTRATEGIA

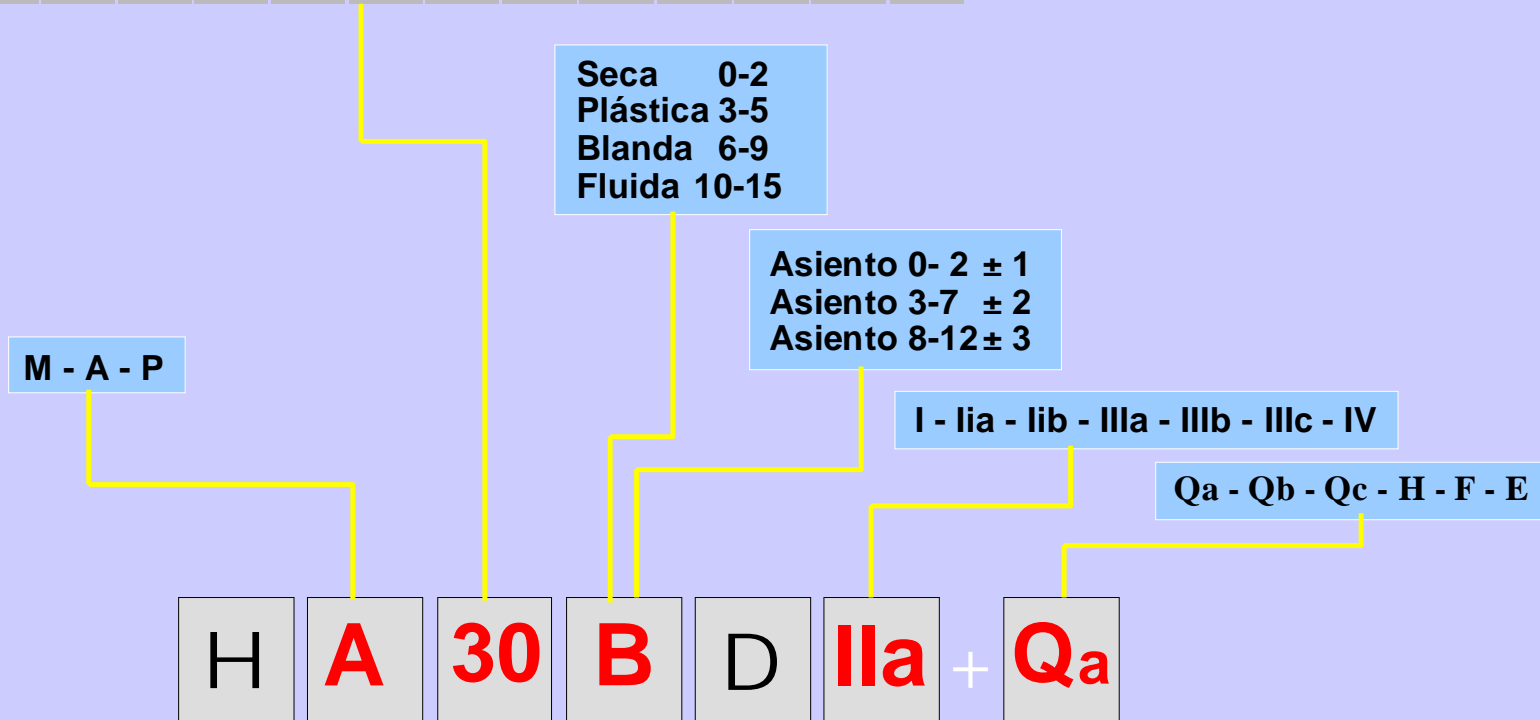


La Instrucción del siglo XXI ESTRATEGIA



Hoja de suministro

EHE	CLASES GENERALES DE EXPOSICIÓN							CLASES ESPECÍFICAS DE EXPOSICIÓN					
HORMIGÓN ARMADO	I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV	Qa	Qb	Qc	H	F	E
RESISTENCIA	25	25	30	30	30	35	30	30	30	35	30	30	30



Matrícula	M ³	Fecha	
40-2456-5	6	29-1-00	
OBRA EN: <i>Canteras</i>			
Salida Planta	Llegada Obra	Salida Obra	Hora límite
10:00	10:25	11:30	11:50
De Planta a Obra	Con Grúa	Agua servida en:	
Km	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	Obra _____ litros Firma:	
PLASTICU			
Aridos	Resistencia	Aridos	Resistencia
20 mm	250 Km ²	m/m	Km ²
Tipo Clase Marca P. Adicionales			
CEMENTO: <i>II-425 AV Hisalba</i>			
Relación Agua/Cemento ... Máximo 0,65			
Cemento Mínimo 150. Máximo 400 Kgms./M ³			
Aditivos <i>SILKA 90A</i>			
Observaciones			
Cliente,	Conductor,	Planta,	
<i>[Signature]</i>	<i>R. Valencia</i>	<i>[Signature]</i>	

OBRA EN	<i>Canteras</i>				FECHA	<i>15-03-00</i>			
CAMION	Salida Planta	Llegada Obra	Salida Obra	Hora límite					
<i>CV 2605-C</i>	<i>9:10</i>	<i>9:40</i>	<i>10:40</i>	<i>10:40</i>					
TIPO DE HORMIGÓN		M ³	contenido cemento <i>250</i> Kg/m ³ ±5						
<i>H.A. 250-P-20</i>		<i>8</i>	relación agua/cemento <i>0'62</i> ±0,02						
D.									
	Tipo	Clase	Marca	P. Adicionales					
CEMENTO	<i>II-425</i>	<i>AV</i>	<i>Hisalba</i>						
ADITIVO:	<i>SK 90A</i>		Litros de agua añadidos a petición del cliente						
Cliente	Conductor	Planta		Firma					
<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>		<i>[Signature]</i>					
Observaciones									

La Instrucción del siglo XXI

ESTRATEGIA



La Instrucción del siglo XXI

ESTRATEGIA

Tabla 37.2.4 Recubrimientos mínimos

Resistencia característica del hormigón [N/mm ²]	Tipo de elemento	RECUBRIMIENTO MÍNIMO [mm] SEGÚN LA CLASE DE EXPOSICIÓN (**)									
		I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV	Qa	Qb	Qc
$25 \leq f_{ck} < 40$	general	20 (***)	25	30	35	35	40	35	40	(*)	(*)
	elementos prefabricados y láminas	15	20	25	30	30	35	30	35	(*)	(*)
$f_{ck} \geq 40$	general	15	20	25	30	30	35	30	35	(*)	(*)
	elementos prefabricados y láminas	15	20	25	25	25	30	25	30	(*)	(*)

La Instrucción del siglo XXI

ESTRATEGIA

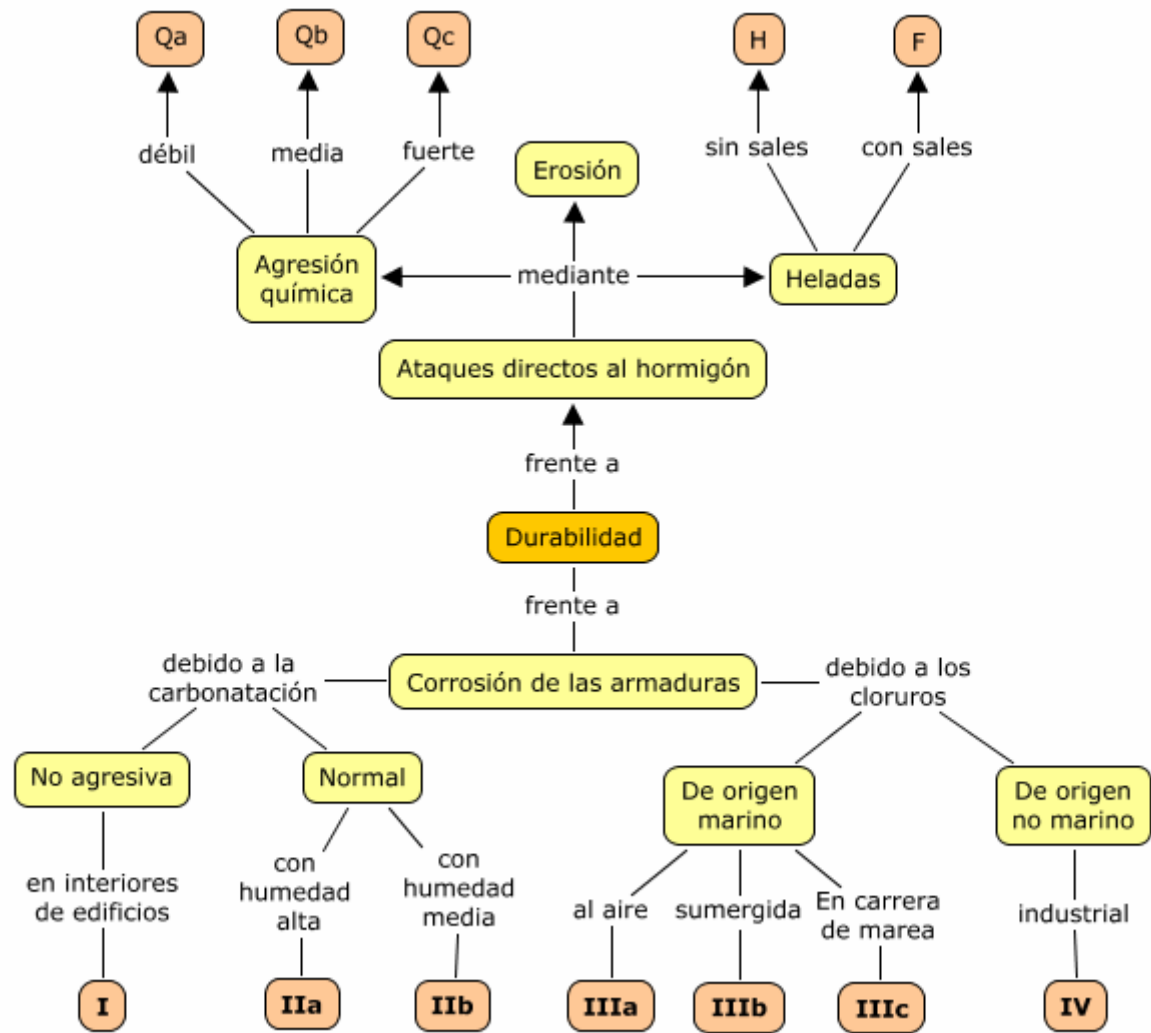


Clases generales de exposición

Clase	Subclase	Designación	Proceso
No agresiva		I	Corrosión sin cloruros
Normal	Humedad alta	IIa	Corrosión sin cloruros
	Humedad media	IIb	Corrosión sin cloruros
Marina	Aérea	IIIa	Corrosión por cloruros
	Sumergida	IIIb	Corrosión por cloruros
	Marea	IIIc	Corrosión por cloruros
Cloruros no marinos		IV	Corrosión por cloruros

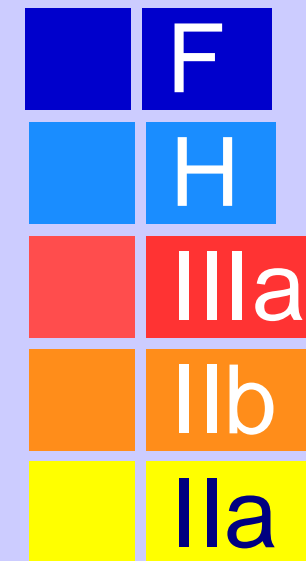
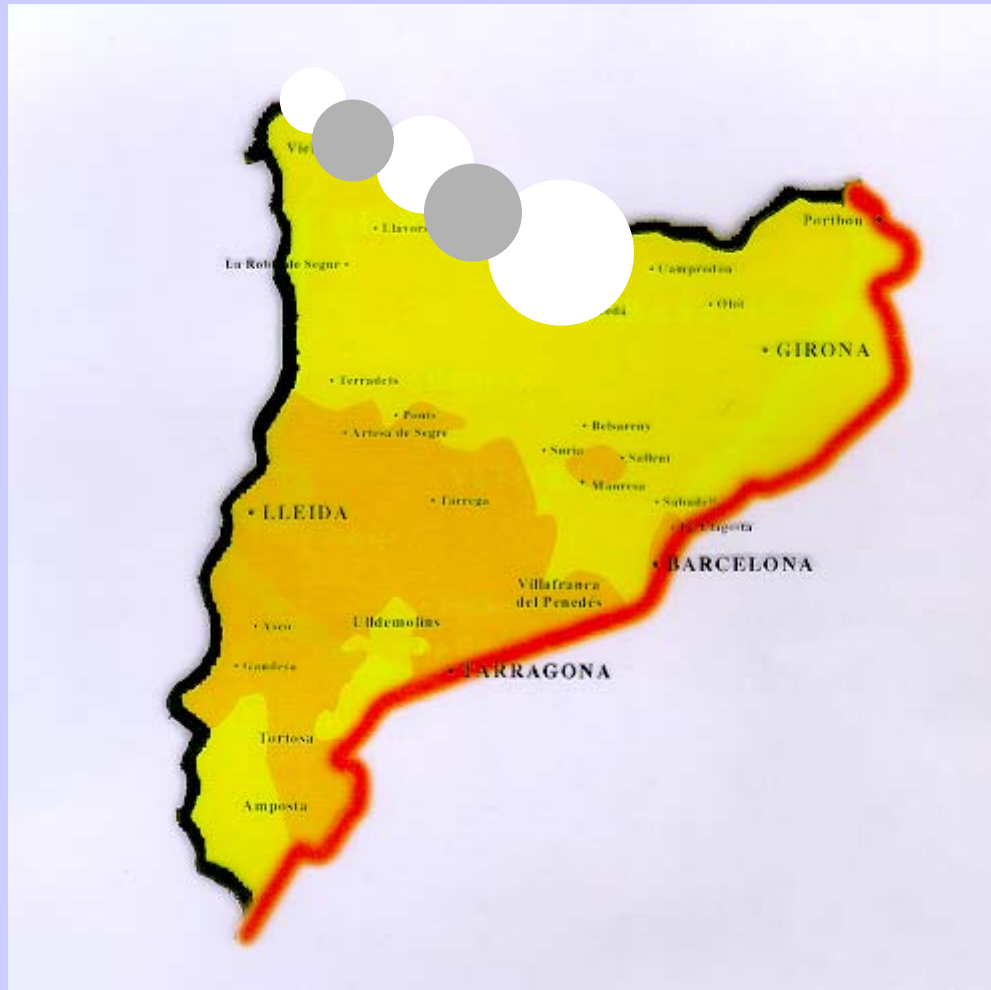
Clases específica de exposición

Clase	Subclase	Designación	Proceso
Química agresiva	Débil	Qa	Ataque químico
	Media	Qb	Ataque químico
	Fuerte	Qc	Ataque químico
Con heladas	Sin sales	H	Ataque de Hielo -Deshielo
	Con sales	F	Ataque de Sales fundentes
Erosión		E	Abrasión - cavitación



La Instrucción del siglo XXI

ESTRATEGIA



Clasificación de la agresividad química

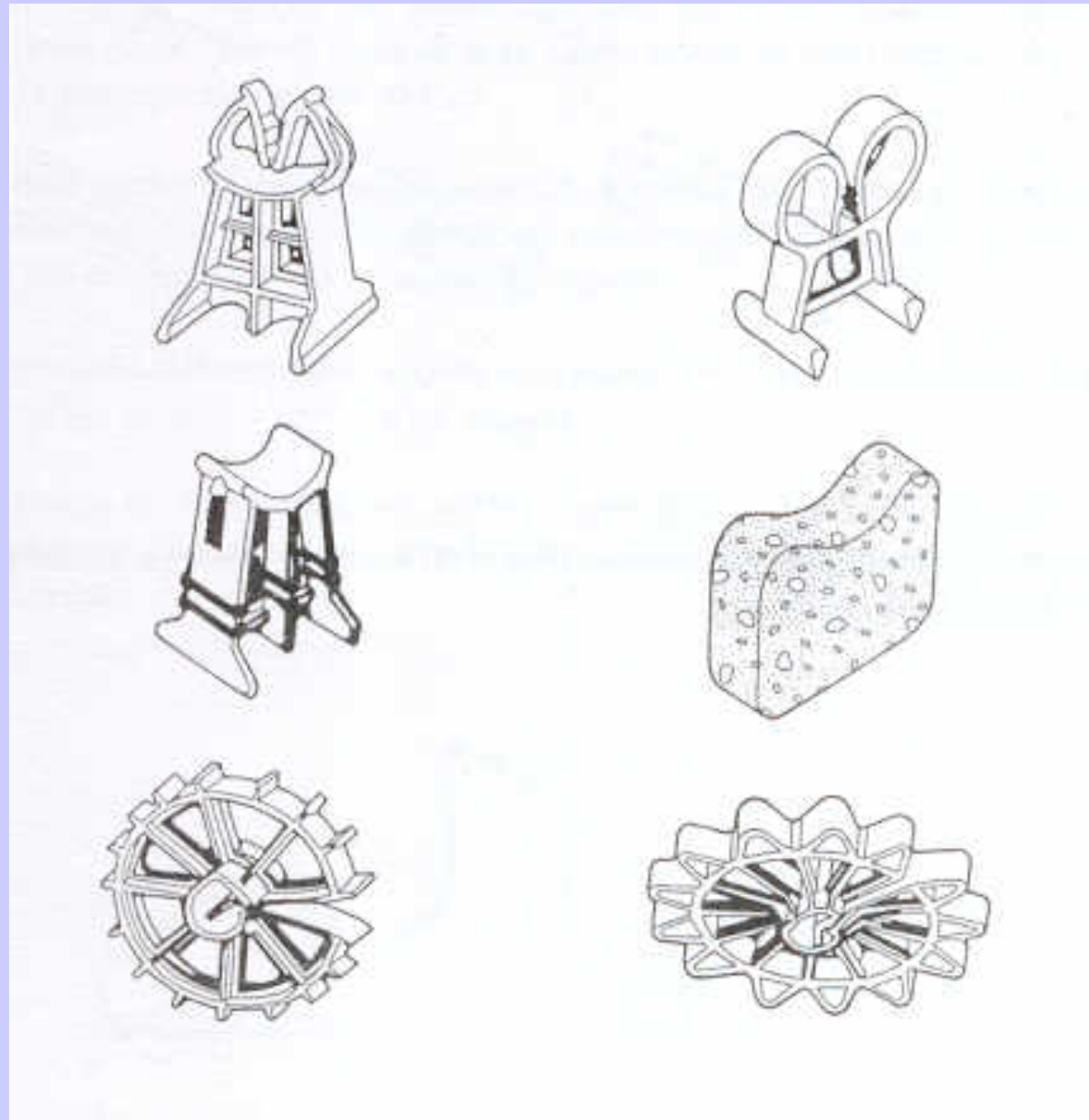
TIPO DE MEDIO AGRESIVO	PARÁMETROS	TIPO DE EXPOSICIÓN		
		Qa	Qb	Qc
		ATAQUE DÉBIL	ATAQUE MEDIO	ATAQUE FUERTE
AGUA	VALOR DEL pH	6,5 - 5,5	5,5 - 4,5	< 4,5
	CO ₂ AGRESIVO (mg CO ₂ /l)	.15 - 40	40 - 100	> 100
	IÓN AMONIO (mg NH ₄ ⁺ /l)	15 - 30	30 - 60	> 60
	IÓN MAGNESIO (mg Mg ²⁺ /l)	300 - 1.000	1.000 - 3.000	> 3.000
	IÓN SULFATO (mg SO ₄ ²⁻ /l)	200 - 600	600 - 3.000	> 3.000
	RESIDUO SECO (mg / l)	75 - 150	50 - 75	< 50
SUELO	GRADO DE ACIDEZ BAUMANN-GULLY	> 20	(*)	(*)
	IÓN SULFATO (mg SO ₄ ²⁻ /kg de suelo seco)	2.000 - 3.000	3.000-12.000	> 12.000

(*) Estas condiciones no se dan en la práctica

Recubrimientos mínimos

Resistencia característica del hormigón [N/mm ²]	Tipo de elemento	RECUBRIMIENTO MÍNIMO [mm] SEGÚN LA CLASE DE EXPOSICIÓN (**)									
		I	Ila	Ilb	Illa	IIIb	IIIc	IV	Qa	Qb	Qc
$25 < f_{ck} < 40$	general	20	25	30	35	35	40	35	40	(*)	(*)
	elementos prefabricados y láminas	15	20	25	30	30	35	30	35	(*)	(*)
$f_{ck} \geq 40$	general	15	20	25	30	30	35	30	35	(*)	(*)
	elementos prefabricados y láminas	15	20	25	25	25	30	25	30	(*)	(*)

- Hormigón
- Mortero
- Plástico rígido
- Materiales similares

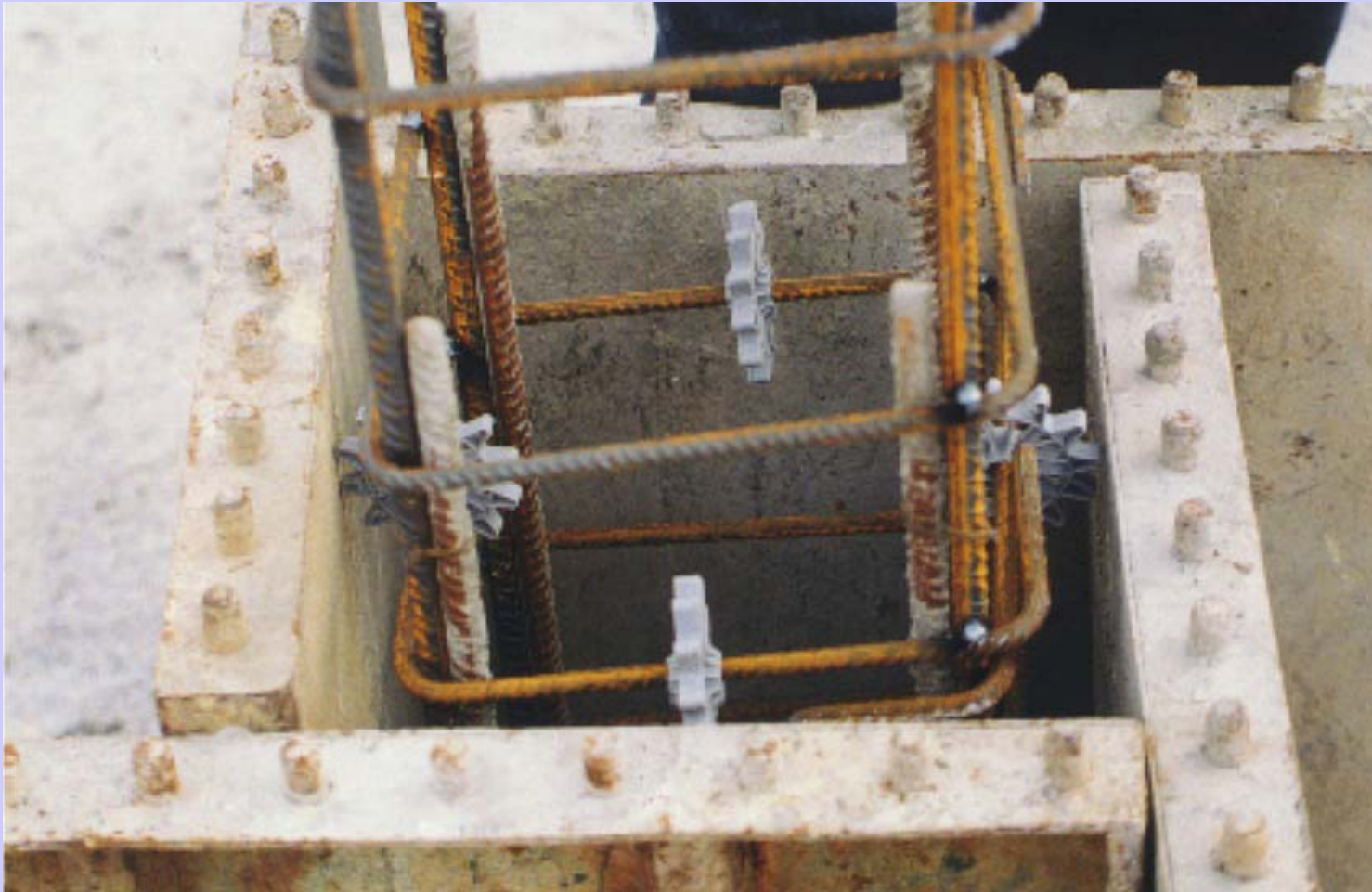


- Si son de hormigón, han de tener, al menos, la misma resistencia, permeabilidad, higroscopicidad, dilatación térmica, etc. que el hormigón del elemento.
- Si no contienen cemento en su composición, han de presentar orificios de sección total igual o mayor al 25 % de la superficie del separador.
- No se pueden emplear materiales residuales
- No se puede emplear la madera
- Si han de quedar vistos no podrán emplearse metales.
- Deberán ser resistentes a la alcalinidad del hormigón
- No inducirán la corrosión de las armaduras

EJECUCIÓN



EJECUCIÓN



Influencia de la durabilidad

La durabilidad influye en muchas partes de la Instrucción EHE, además de las más directamente relacionadas (resistencia, recubrimientos,...). Así se percibe su influencia en:

- La selección de áridos
- El curado
- El control reducido
- El tamaño de la muestra
- El ensayo de permeabilidad

Tipos de áridos		Clases de exposición						
		I	II a	II b	II Ia	II Ib	II Ic	IV
Grueso	Redondeado	1	1	1	1	1	1	1
	Machaqueo no calizo	1	1	1	1	1	1	1
Fino	Redondeado	6	6	6	6	6	6	6
	Machaqueo no calizo	10	10	10	6	6	6	6
	Machaqueo calizo	15	15	15	10	10	10	10

Nota.- Los valores en casillas sombreadas pasan a tomar los valores de la derecha (6 para no calizos y 10 para calizos) cuando este presente una clase de exposición específica. (ver tabla x)

Clase de exposición	Valor de incremento curado
I No agresiva	1,00
II Normal	
III Marina	
IV Con cloruros (origen no marino)	
H Heladas sin sales fundentes	1,15
Q Químicamente agresivo	
F Heladas con sales fundentes	
	1,30

$$f_{ck} < 25 \text{ N/mm}^2$$

$$N > 2$$

$$25 \text{ N/mm}^2 < f_{ck} \leq 35 \text{ N/mm}^2$$

$$N > 4$$

$$f_{ck} > 35 \text{ N/mm}^2$$

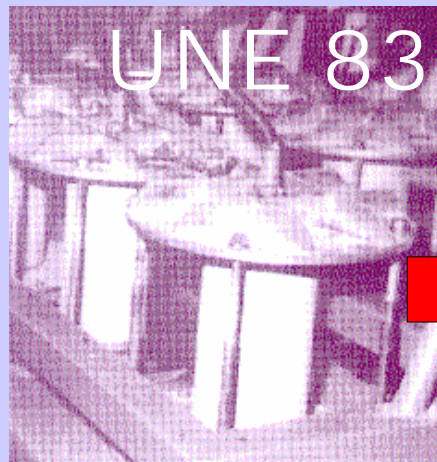
$$N > 6$$

En el ensayo de permeabilidad

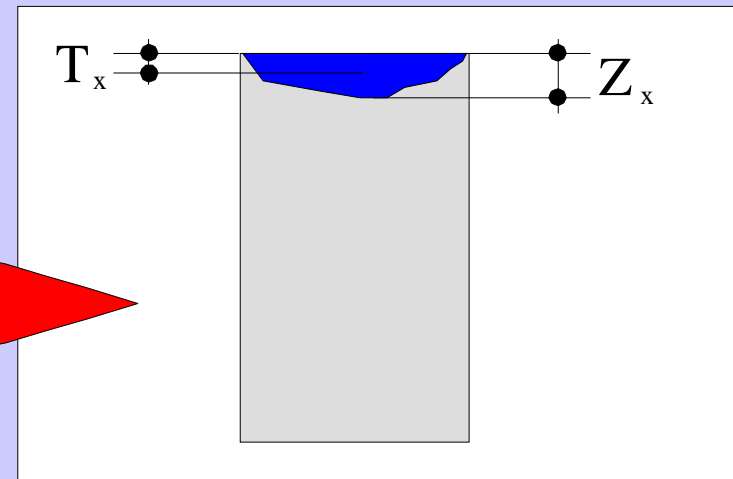
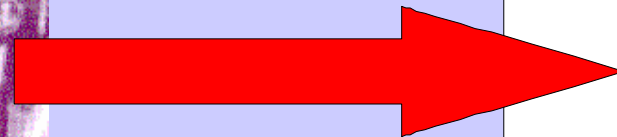
La única comprobación experimental directa de la durabilidad que establece la EHE es el ensayo de profundidad de penetración de agua según UNE 83309:90 EX . Este ensayo es obligatorio solamente en los casos en que la estructura esté sometida a las clases de exposición siguientes (EHE, 37.3.2)

- III Marina
- IV Cloruros de origen no marino
- Cualquier clase de exposición específica

DIRECCIÓN Y GARANTÍAS



UNE 83309:90 EX



$$Z_m = \frac{Z_1 + Z_2 + Z_3}{3} < 50 \text{ mm} \quad Z_3 < 65 \text{ mm}$$

$$T_m = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3} < 30 \text{ mm} \quad T_3 < 40 \text{ mm}$$

En el Control reducido

No se permite el empleo del control reducido cuando la estructura vaya a estar sometida a exposiciones de clase III y IV (EHE, 88.2)

